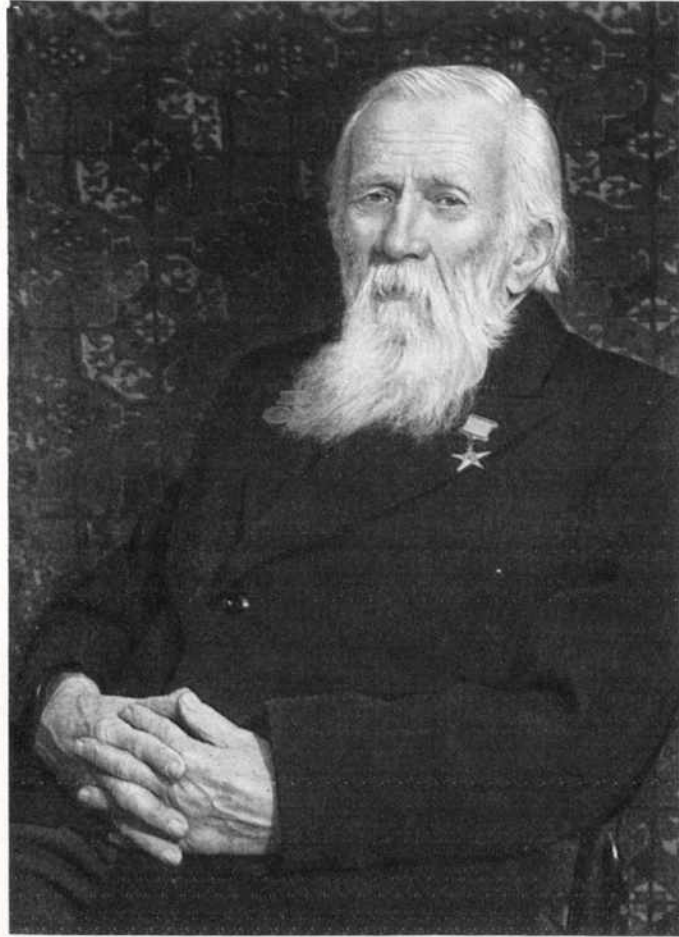


Viện sĩ
V.A.Ôbrutsep

NGUYÊN LÝ
ĐỊA
CHẤT
HỌC



Vv 832



K.K 2010

1970

Viện sĩ V.A.Ôbrutsep

NGUYỄN LÝ

1987

ĐỊA

CHẤT

HỌC

K.K. 1994

Trình bày phổ thông

V 832

NHÀ XUẤT BẢN TIỀN BỘ



MÁT-SCƠ-VA

THƯ VIỆN KHOA HỌC TRUNG ƯƠNG

~~VV 02597~~

2 PHỤ BẢN

Viện sĩ Vladimia Ôbrutsep (1863—1956) là nhà địa chất và địa lý xô-viết lỗi lạc, nhà nghiên cứu vùng Xibêri và Trung Á. Ông đã làm chủ tịch danh dự Hội địa lý Liên-xô. Ông viết nhiều tác phẩm khoa học, sách giáo khoa, sách phổ biến khoa học, cũng như các tiểu thuyết phiêu lưu và tiểu thuyết khoa học hoang đường.

Cuốn sách này dịch từ nguyên bản tiếng Nga, xuất bản năm 1956 (dưới nhan đề «Địa chất giải trí»).

В. А. ОБРУЧЕВ

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

На вьетнамском языке

CÙNG BẠN ĐỌC,

Nhà xuất bản TIỀN BỘ sẽ vô cùng cảm ơn các bạn, nếu các bạn gửi đến chúng tôi ý kiến về nội dung cuốn sách, chất lượng bản dịch, trình bày mỹ thuật, ấn loát và những đề nghị khác của các bạn.

Địa chỉ chúng tôi:

Liên-xô, Mát-xcơ-va,

Zu-bốp-xki bu-lơ-va, 21

MỞ ĐẦU

Địa chất học là khoa học về Trái đất, nơi ta đang sống, là khoa học nói về Trái đất đã hình thành như thế nào, được tạo thành bởi những chất gì và những biến đổi gì đã xảy ra trong quá trình lịch sử lâu dài của nó tính ra đến hàng triệu năm. Địa chất học dạy cho ta nhìn sâu vào quá khứ và giúp ta hiểu những biến đổi trên mặt quả đất qua những quá trình thường xuyên xảy ra trước mắt chúng ta và hoàn toàn có thể nghiên cứu được. Nhiệt của Mặt trời, chuyển động không khí dưới dạng gió, những giọt mưa, sương, băng giá, các tinh thể tuyết và cả cây cối và động vật — tất cả những cái đó đều là tác nhân địa chất mà địa chất học dạy ta hiểu hoạt động của nó. Mặt ngoài Trái đất, nghĩa là hình dáng bề mặt Trái đất mà chúng ta thấy xung quanh và thường gây cho ta cảm xúc, đều được tạo thành bởi những tác nhân ấy và bởi những tác nhân khác ẩn trong lòng đất và thỉnh thoảng biểu hiện ra dưới dạng những hiện tượng khủng khiếp như sự phun xuất của núi lửa hoặc là những hiện tượng tàn phá như động đất.

Người không hiểu biết về nguyên lý địa chất học, gần giống một người mù. Thí dụ, trên sườn của một nương xói người ấy thấy hòn đá cứng ở chỗ này, lớp đất xốp ở chỗ kia, nhưng đó là loại đá gì, nương xói đó đã hình thành như thế nào, người ấy không hiểu. Người ấy trông thấy các hòn đá mẫu khác nhau trong thung lũng núi, sẽ ngạc nhiên tại sao chúng lại uốn nếp rất kỳ lạ ở một nơi nào đó, trong khi đó thì chúng lại dốc đứng ở một chỗ khác. Người ấy có thể chiêm ngưỡng một vách đá kỳ diệu, một vực hẻm sâu thẳm hay một thác nước, nhưng các hình ảnh đó chỉ gọi lên những cảm giác hồi hợt mà thôi. Người đó chỉ có thể lĩnh hội được hình thức bề ngoài mà thôi, chứ không hiểu được bản chất của hiện tượng, người đó sẽ nhìn thấy mà không nhận thức được. Địa chất học dạy cho chúng ta hiểu được tự nhiên quanh ta và hiểu được quá trình phát triển của nó.

Hơn nữa, nó giúp ta tìm kiếm than đá, dầu mỏ, muối và các khoáng sản có ích khác. Không hiểu biết về địa chất học, chúng ta không thể tiến hành tìm kiếm có kế hoạch những khoáng sản được, chúng ta chỉ có thể đi lang thang trong xứ sở, hy

vọng một sự may mắn bất ngờ nào đó sẽ đưa ta đến một chỗ có khoáng sản. Không hiểu biết về địa chất học, chúng ta không thể đánh giá được chất lượng cũng như khối lượng của các khoáng sản mà chúng ta đã tìm được, và không thể xác định được những điều kiện khai thác chúng. Như vậy là địa chất học không chỉ cho ta thêm về kiến thức chung và giúp ta mở rộng thêm nhãn quan, mà còn có giá trị thực tế lớn lao.

Khoa học này không giới hạn trong việc tìm kiếm các khoáng sản và nghiên cứu chúng, nó còn bao gồm một lĩnh vực rộng rãi hơn. Muốn xây dựng những tòa nhà lớn, làm đường nhựa, đặt đường sắt, xây dựng trường bay, đào đường hầm, xây đập lớn cho các trạm thủy điện, chúng ta cần nghiên cứu kỹ tầng đất, phải hiểu rõ thành phần và cấu trúc của nó. Không thể làm thiết kế và xây dựng một cách hợp lý với điều kiện sử dụng tối thiểu công sức lao động, vật liệu và thời gian, mà không có tính toán đến những số liệu về địa chất.

Địa chất học còn nghiên cứu các loại nước dưới đất, những điều kiện khai thác chúng nhằm phục vụ nhu cầu của công nghiệp và đời sống, nó chỉ cho ta cách dẫn nước ra nếu nước gây hại; địa chất học nghiên cứu những suối khoáng và điều kiện đưa nó lộ ra mặt đất.

Ở Liên-xô và các nước xã hội chủ nghĩa khác, địa chất học có một ý nghĩa đặc biệt. Trong các nước tư bản chủ nghĩa hoạt động của nhà địa chất bị hạn chế bởi ranh giới của sự chiếm hữu tư nhân. Chủ đất có thể không cho nhà địa chất nghiên cứu cấu tạo lòng đất và tiến hành sự thăm dò cần thiết trong khu đất của mình. Kết quả công việc của nhà địa chất — tìm ra được các loại quặng và các khoáng sản có ích — phục vụ cho lợi ích chủ đất hoặc các công ty tư bản để làm giàu cho chúng. Ở Liên-xô, tất cả đất đai và khoáng sản là sở hữu của Nhà nước, nghĩa là của toàn dân; hoạt động của nhà địa chất được tự do và tất cả những kết quả của họ phục vụ cho lợi ích chung, cho công cuộc xây dựng và các nhu cầu của công nghiệp, làm giàu cho toàn dân, góp phần phát triển văn hóa, giảm nhẹ sự vất vả của lao động. Trong các nước xã hội chủ nghĩa khác cũng đã tạo những điều kiện thuận lợi cho hoạt động của các nhà địa chất.

Cuốn sách này nhằm làm cho độc giả nắm được những hiểu biết về nguyên lý của địa chất học. Như vậy thì nó không thể là một tập những mẩu chuyện về những vấn đề lý thú, về những sự việc ly kỳ, hoặc là những sự so sánh có tính chất hữu ích mà người ta lượm trong kiến thức rộng rãi của khoa học, mà nó cần được trình bày một cách có hệ thống. Độc giả sẽ làm quen với hoạt động của các lực lượng tự nhiên, mà chính tự mình cũng có thể quan sát thấy ở ngay gần quanh thành phố hay ở làng mình, ở miền núi hay ở đồng bằng: làm quen với hoạt động của nước chảy, nước tĩnh và nước dưới đất, hoạt động của gió và băng, và kết quả của những hoạt động đó, mà ta thấy rõ cả trong các loại đá đã tạo nên hình dạng của mặt đất và cả ở sự phá hủy và biến đổi của các hình dạng đó.

Khi độc giả đã làm quen với hoạt động của các lực lượng đó, mà chúng ta gọi là ngoại lực, thì sẽ được nghe thêm về những lực tiềm tàng trong lòng Trái đất, là những nội lực đã gây nên sự tạo núi, sự phun xuất của núi lửa và sự động đất. Sau đó, độc giả lại còn được kể sơ qua về lịch sử Trái đất, về nguồn gốc và quá trình phát triển của sự sống và sẽ được nghe về những tai biến đã từng xảy ra trong thời gian đó. Độc giả sẽ hiểu rõ sự hình thành các khoáng sản có ích và qui luật phân bố của chúng trên Trái đất, đặc biệt là ở trên đất nước Liên-xô. Chương cuối cùng bàn về ý nghĩa của những tài liệu địa chất và những phương pháp nghiên cứu những dấu vết của các sự kiện quá khứ, làm cho lịch sử Trái đất thêm sáng tỏ.

Tất nhiên, cuốn sách này không bao gồm và không thể bao gồm toàn bộ lĩnh vực của địa chất học; nó chỉ chuyên bàn về địa chất tự nhiên hay nói một cách khác địa chất động lực, tức là một ngành chuyên nghiên cứu hoạt động của các ngoại lực và nội lực tạo nên hình dạng và làm biến đổi vỏ Trái đất. Trong cuốn sách này chỉ nói rất ít đến lịch sử Trái đất vì đó là đối tượng nghiên cứu của địa sử học, và cũng chỉ chú ý đôi chút đến các mỏ khoáng sản có ích, tức là đối tượng nghiên cứu của ngành địa chất học thứ ba chuyên nghiên cứu các kết quả hoạt động của các ngoại lực và nội lực tự nhiên.

Về đối tượng nghiên cứu của ngành thứ tư, tức là thạch học hay môn học về đá chuyên nghiên cứu sự hình thành các đá tạo nên vỏ Trái đất thì chúng tôi chỉ nêu lên những điểm thiết yếu. Địa chất tự nhiên là môn nhập đề cho những ngành chuyên môn hóa hơn nói trên của địa chất học, và cuốn sách này phục vụ cho mục đích đó.

Đây là một cuốn sách phổ cập dùng cho tầng lớp rộng rãi của các độc giả đã biết qua những kiến thức cơ bản về vật lý và hóa học.

I

DÒNG SUỐI THỦ THÌ NHỮNG GÌ?

Nước xói mòn và lôi cuốn đất như thế nào. Xâm thực ở bờ. Khoảng bề tác. Mương xói và sự phát triển của nó. Sự hình thành khe hẻm. Sự vận chuyển vật liệu. Các miền xói mòn và trầm tích. Các khúc uốn. Các tam giác châu. Bãi ngấm và đảo. Thềm sông. Mực gốc xâm thực. Ghềnh. Thác nước. Nước lũ. Lũ núi. Bồi tích và lũ tích.

Trời đổ mưa. Các luồng gió thổi những giọt mưa đập vào mặt kính là nơi mà chúng tụ tập và chảy xuống thấp. Bầu trời âm đạm, đi ra đường lúc này thực không thú vị gì. Với thời tiết như vậy, chỉ tra ngồi trong nhà âm cúng và yên tĩnh, và chờ cho trời lại tạnh.

Nhưng chúng ta hãy cố vượt khó rời khỏi nhà, thẳng đôi bốt cao cổ, mặc áo mưa hoặc cầm ô, rồi đi ra ngoài đường, tốt nhất là đi ở ngoài ô, đến chỗ đồng ruộng. Vì trong khi trời mưa chúng ta có thể thấy rõ nước chảy làm biến đổi mặt ngoài Trái đất như thế nào. Mưa càng nặng hạt, chúng ta càng thấy rõ hoạt động địa chất của nó.

Nước xói mòn và lôi cuốn đất như thế nào. Xâm thực ở bờ. Hoạt động của nước trên mặt Trái đất có thể thấy rõ ở mọi nơi. Ngay trong thành phố, là nơi mà đất bị phủ kín bằng nhựa đường hoặc đá, chúng ta vẫn thấy nước mưa trong các rãnh bị vẩn đục, bị nhuộm màu vì có cát, bụi và những tạp phẩm lượm được trong các phố. Điều này càng thấy rõ ở ngoài thành phố, trên các đồng ruộng và trong rừng là nơi mà khi mưa to ở tất cả các hồ lõm, các rãnh có những suối nước rất đục chảy qua, nước xói mòn đất và lôi cuốn các hạt đất nhỏ. Loại đất nào bị rửa trôi, đều có thể nhận biết được nhờ màu sắc của nước; nếu hồ lõm hay rãnh bị xói đào trong đất đen thì nước sẽ có màu xám, trong đất sét hay đất cát thì có màu nâu hay màu vàng.

Dòng nước càng chảy nhanh thì lượng đất bị cuốn đi càng nhiều, vì khả năng vận chuyển của nó càng tăng thêm, nghĩa là khả năng lôi cuốn các hạt đất nhỏ, cũng như khả năng xói mòn, tức là khả năng làm mòn dần đất xốp ở bên bờ.

Chúng ta hãy theo dõi dòng nước mưa trên đất mềm, thí dụ, trên đất đen, cát hay sét thịt. Ở chỗ mặt đất dốc rất thoải, nước sẽ chảy chậm và đào những rãnh rất nông. Nhưng đến chỗ dốc hơn thì nước mưa chảy nhanh và ồn ào hơn, dòng nước ăn sâu vào đất hơn. Hai bên bờ của rãnh trở thành dốc đứng và nếu chúng ta bót chút thì giờ để quan sát kỹ, thì chúng ta sẽ thấy những mảng đất rơi lở lác

đác bị thấm nước và vụn ra nhanh chóng, rồi trôi từng mảnh nhỏ một. Ở đó có thể hình thành ngay cả những thác nước tí hon.

Bằng cách đó chúng ta đã chứng kiến dưới hình thức thu nhỏ, hoạt động của nước chảy, đó là *xói mòn* và *vận chuyển* các vật liệu mịn.

Nước mưa chảy từ các rãnh và hồ sang các ngòi, rồi ngòi lại chảy vào suối, và dần lượt suối lại chảy vào sông con, rồi sông con gặp sông cái. Nước của chúng cũng trở thành vụn đục sau khi trời mưa. Cuối cùng các con sông lại đổ vào hồ hay biển là nơi mà nước tù tiếp nhận tất cả các vật liệu, tất cả các mảnh vụn do chúng mang đến.

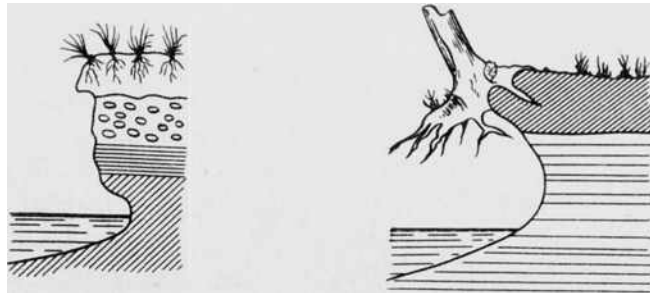
Và các bạn có thể hỏi: thế thì suối và sông sẽ như thế nào trong những lúc thời tiết tốt? Nước của chúng có vẻ trong sạch và chắc có thể uống được một cách an toàn. Nếu các bạn đưa một cốc nước ra ánh sáng thì sẽ thấy nó hoàn toàn trong suốt, không màu. Nhưng thực tế thì không phải như thế. Nước trong sạch chỉ thấy có ở những dòng suối và con sông nhỏ chảy êm đềm qua đồng cỏ và có bờ đất phủ thực vật bảo vệ bờ chống sức xói mòn của nước. Nhưng ngay thứ nước đó cũng không phải là tuyệt đối trong sạch, vì dù rất ít, nhưng nó còn hòa tan và chứa muối do sông cái hay là các sông con của nó lấy từ trong đất lên. Còn đất thì bao giờ cũng có chứa muối, nơi thì ít hơn, nơi thì nhiều hơn, như chúng ta sẽ đọc ở chương III. Phân tích nước đó, sẽ cho thấy có một vài miligam muối trong một lít, dù rằng nó có thể hoàn toàn không có mùi vị gì cả.

Trong nhiều con sông mới nhìn qua thấy nước hơi đục, điều này dễ nhận thấy ngay khi tắm hay là bơi trên thuyền. Người ta không thể nhìn xuống sâu quá một thước. Như vậy là do nước không trong, dù rằng mức nước trong một cái cốc thì bạn không nhận thấy điều đó. Có những con sông nước rất đục. Sông Cura ở Ngoại Côcaxơ chẳng hạn có màu xám sẫm, sông Amu-Đaria ở Trung Á Liên-xô có màu cà-phê sữa, và sông Hoàng-hà ở Trung-quốc thì có màu vàng nâu. Trong nước của các con sông đục hay hoàn toàn bản đó có chứa không chỉ muối hòa tan, mà còn chứa nhiều hay ít những hạt cát và sét giống như ở trong các dòng nước mưa tạo thành.

Do sức nước chảy, các con sông xói mòn bờ ở những nơi mà bờ sông không được cây cỏ bảo vệ; rễ cỏ mọc vào nhau làm thành lớp đất cỏ bảo vệ bờ sông khỏi bị xói mòn. Ở những nơi không có hay ít cây cỏ, thì đất đá tạo nên bờ sông bị nước xói mòn tương đối nhanh, nhất là trong thời gian nước lũ mùa xuân, cũng như vào mùa hè hay mùa thu sau những cơn mưa to, khi sông có nhiều nước hơn tràn ngập một phần của bờ. Ngoài ra khi mực nước sông lên cao, thì dòng nước của nó trở nên nhanh hơn và do đó bờ bị xói mòn mạnh hơn.

Các bờ bằng đất đá vụn bờ như cát, đất sét thịt, đất sét và sỏi mà các phần tử riêng lẻ không được gắn kết với nhau, thì bị xói mòn hết sức nhanh. Nước xói vào chân sườn bờ hay vào vách đứng kéo đi từng mảng này đến mảng khác, tạo nên

những chỗ lõm tương đối sâu, và những lớp đất trên không còn chỗ dựa nên bị trượt hay là đổ sụp xuống nước từng khối. Những khối đó thấm nước nhanh, dần dần bị tan ra và dòng sông mang chúng đi (h. 1).



H. 1 Bờ sông bị dòng nước xói mòn

H. 2 Bờ sông bị xói với gốc cây gãy

Có một đêm tôi ngủ ở bên bờ sông Amu-Đaria và đã được quan sát đất đá mềm ven bờ bị xói mòn nhanh như thế nào. Trong đêm tĩnh mịch, tôi nghe thấy rất rõ tiếng nước tung tóe lúc ở nơi này, lúc ở nơi kia, mỗi khi có những khối đất đá bị



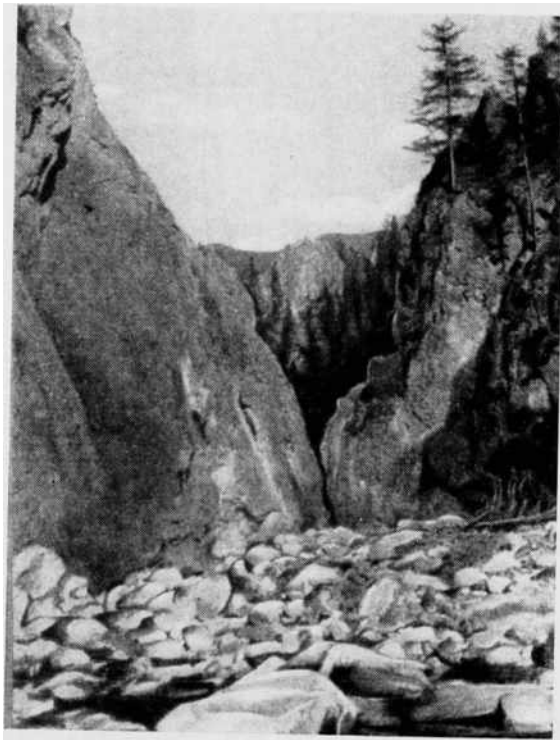
H. 3 Bề tác trên sông Pôndonepur Tagun ở dãy Xalain. Tây Xibêri



H. 4 Khe hẻm của sông Xarur-jazơ ở dãy Thiên-sơn

xói đồ xuống nước. Bờ sông ấy gồm bùn, cát và sét vụn bờ, mà nước sông thì chảy xiết. Do các bờ sông bị xói mòn nhanh nên nước sông Amu-Đaria rất bản.

Nếu lớp đất trên ở bờ mềm và dễ bị xói có cây và bụi cây mọc, thì rễ cây có giữ chặt lớp đất trên và tạo thành một lớp phủ có thể tạm thời chông lại xói mòn, nhưng cuối cùng do trọng lượng của nó, nó tách ra từng mảng lớn và sụp đổ xuống nước (h. 2). Lớp cỏ bị xói lở dần và cây bụi cũng như cây to đều bị lôi cuốn theo dòng nước. Mùa xuân, khi sông có lũ, đặc biệt nếu chúng chảy qua các miền có rừng, chúng sẽ cuốn theo những cây bụi và cây lớn bị chết. Các cây còi đó thường tụ lại ở những chỗ có bãi ngầm và ở chỗ ngoặt sông, nhất là khi nước xuống. Các sông ngòi nhỏ vùng Uran và Xibêri chảy qua vùng nhiều rừng thường có những k h o ả n g b ề t ả c, dựng lên những vật chướng ngại bằng các cây chết một cách bừa bộn ở những chỗ ngoặt và ở những khúc sông hẹp, làm cản trở sự đi lại trên sông. Và người ta phải mất nhiều thời gian và công sức để dọn những cây còi ấy đi (h. 3). Hàng năm các sông lớn chảy vào Bắc-băng-dương, như các sông Đovina Bắc, Pêchora, Ôbi, Yênixêi, Lêna mang xuống biển khối lượng lớn những cây gỗ mọc trên bờ các sông ấy bị chết.



H. 5 Khe hẻm ngoại sinh (cắt vào đáy thung lũng do băng hà đào ra). Đông Xaian

Khi có bão, sóng vỗ bờ vứt các cây cối đã bị tước vỏ và gấn hết cành trong cuộc hành trình dài của chúng, giạt vào bờ và chát thành đồng khô bao phủ những diện tích rộng lớn của bờ biển, cung cấp cho nhân dân miền đài nguyên ven biển không rừng rú, những vật liệu dùng để đốt và để xây dựng nhà cửa.

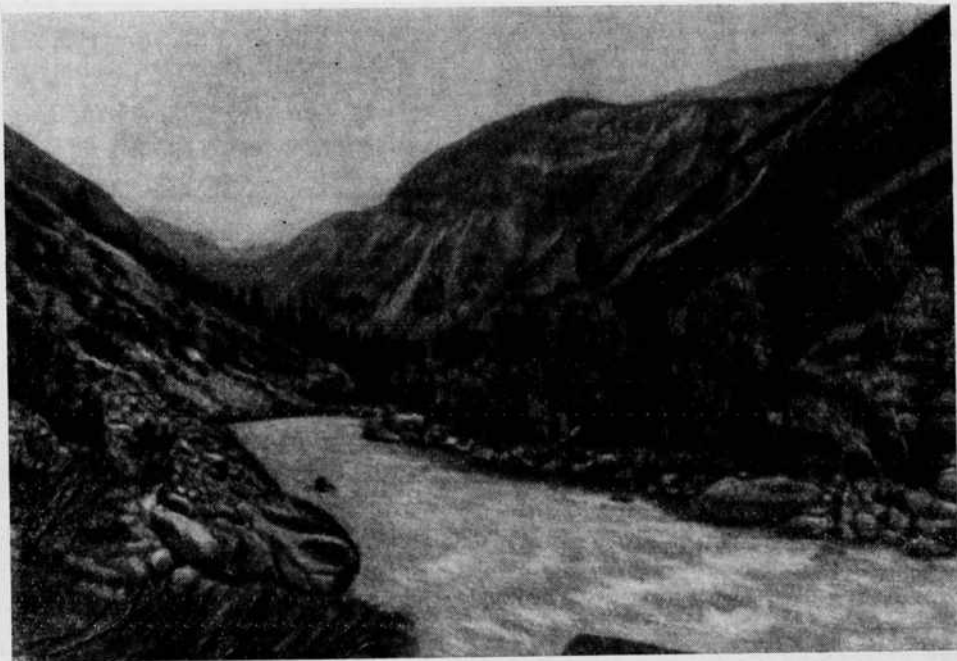
Sự hình thành khe hẻm. Bờ sông do đất đá cứng tạo thành như: sa thạch, diệp thạch, đá vôi và granit chống lại xói mòn một cách lâu dài hơn, làm giảm nhiều sự hoạt động của nước, nhưng không hoàn toàn chặn hẳn được. Dần dần, trải qua hàng trăm và hàng nghìn năm, chúng cũng đều bị xói mòn. Ở những miền núi, thường do đá cứng tạo thành, chúng ta thấy những thung lũng có mực sâu khác nhau do sông, suối đào nên. Ở những chỗ mà đá đặc biệt cứng rắn, thung lũng trở thành khe hẻm với vách rất dốc và thậm chí có khi cheo leo (h. 4, 5, 6). Thí dụ như khe hẻm Đarian của sông Têréc, khe hẻm Caxac và khe hẻm ở hạ lưu sông Acđôn ở miền Cócaxơ. Khe hẻm của sông Côlôradô ở Bắc Mỹ đặc biệt nổi tiếng về chiều dài và mực sâu rất lớn của nó. Sự uốn dốc thường dựng đứng của nó cho ta thấy một thí dụ rất lý thú về ảnh hưởng của sự xen kẽ các lớp đá cứng và đá mềm nằm ngang. Các lớp hay các tầng đá cứng chống lại xói mòn tốt hơn và tạo thành những

bờ dốc dựng đứng. Các lớp đá vụn bờ hay mềm dễ bị xói mòn hơn, dễ lở và tạo thành sườn dốc. Do đó ở sườn các thung lũng sông hay các khe hẻm có sự xen kẽ như vậy, chúng ta thấy những tầng chồng lên nhau có bờ đứng thẳng độ cao khác nhau — những vách đá cứng và xen vào đó là những sườn thường có cỏ, cây bụi và cả cây lớn che phủ, tương ứng với những lớp đá mềm (h. 7).

Mương xói. Những rãnh này sâu, dài ít hay nhiều, có nhiều nhánh, thường hình thành do hoạt động của nước chảy đào vào đá mềm. Trong một số rãnh có dòng nước chảy thường xuyên, một số khác bị cạn trong mùa khô, chỉ đến mùa mưa mới tập trung nước mưa của các ngòi, rãnh xung quanh.

Mương xói là một thí dụ hiển nhiên về hoạt động xói mòn của nước. Chúng gây nhiều tai hại cho nông nghiệp.

Thượng lưu và các nhánh của mương xói — tức là các mương ở bên — ăn sâu vào ruộng nương, đồng cỏ, vườn cây và làng mạc. Các máng và hồ lõm tập trung nước mưa và nước tuyết tan đều đổ vào mương xói, nên dần dần nó càng ngày càng ăn sâu hơn vào trong đất mềm, tạo thành những nhánh mới, lần dần mảnh này đến mảnh khác vào ruộng nương và đồng cỏ, và gây trở ngại cho việc trồng trọt ở miền lân cận.

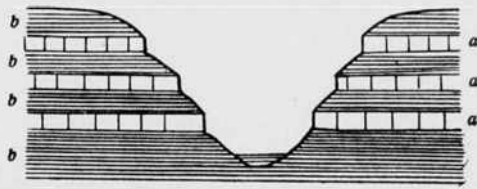


H. 6 Khe hẻm Uzun-Bom của sông Acgut. Antai

Ngoài việc biến đất canh tác thành khó dùng, các mương xói còn có hại vì chúng mau chóng tháo hết nước mưa trên đồng ruộng, làm cho nước không giữ được trong đất để nuôi cây. Chúng còn bóc các tầng chứa nước dưới đất, và tháo nước làm cho đất các vùng chung quanh bị khô cạn (h. 8 và 9).

Vì vậy cần phải đấu tranh chống sự phát triển của mương xói. Chính những chỗ mà các hồ lõm sâu dần và chuyển thành máng, là những nơi nguy hiểm nhất, đều cần phải bảo vệ. Ở đây nước mưa chảy vào các hồ lõm tạo thành những thác nhỏ xói mòn đất nhanh chóng và lùi dần ngược theo dòng, minh họa cách rẽ nhánh của mương xói, cách mở rộng và ăn sâu dần của các nhánh đó làm cho đất canh tác thu hẹp lại. Các sườn trợ trụ của mương xói là nơi mà nước mưa rửa trôi đất mềm, làm cho chúng ngày càng phơi lộ dần, đều cần được trồng cỏ hay cây bụi và cây lớn. Với công sức và vật liệu tương đối ít, phần lớn các mương xói đều có thể kịp thời biến thành những khóm rừng nhỏ làm cho chúng trở nên vô hại và tạo ra nguồn lợi tương lai về gỗ.

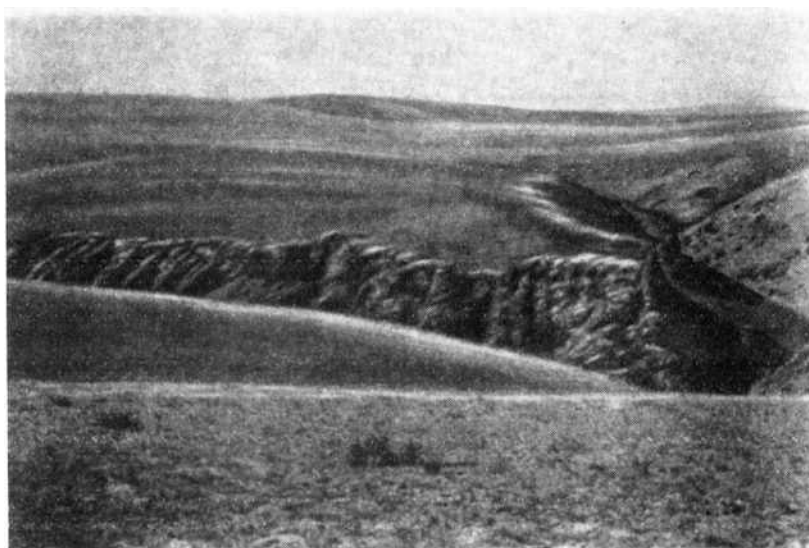
Sự vận chuyển vật liệu. Chúng ta đã làm quen với hoạt động xói mòn của nước chảy. Giờ đây chúng ta hãy xem sơ phận của các vật liệu mà nó xói mòn như thế nào. Các hạt nhỏ của cát và sét trôi theo nước mưa xuống các suối và sông đồng thời với những vật liệu do sông phá ra ở hai bên bờ, đều được đưa theo dòng xuống một quãng xa hoặc gần tùy theo trọng lượng của chúng. Các hạt lớn và nặng sẽ lắng đọng khá nhanh, trong khi các hạt nhỏ và nhẹ hơn thì vẫn trôi tiếp. Chỉ có một lượng tương đối ít các vật liệu được nước sông đưa ngay vào hồ hay biển; đó là những hạt rơi vào trong sông mùa xuân được nước tuyết tan, mưa, nói chung nước lũ, mang đi khi nước sông tràn bờ và chảy xiết. Vào mùa này, sông bao giờ cũng nhiều bùn hơn trong mùa khô. Những sông vùn vùn và chảy xiết như các sông Cura, Têrêc, Amu-Đaria và Cuban đều đưa nhanh các vật liệu mà chúng lôi cuốn theo ra biển. Sông Hoàng-hà ở Trung-quốc đổ những lượng bùn rất lớn ra biển, đến nỗi biển bị vùn đục trên một diện tích khá lớn. Không lấy gì làm lạ khi thầy người ta gọi phần này của Thái-bình-dương là Hoàng-hải. Tổng lượng bùn hàng năm được đưa ra biển bởi một vài con sông thực rất lớn. Người ta tính được số lượng đó bằng cách đo lượng bùn có trong một thể tích nước nhất định vào những thời gian khác nhau và đem nhân kết quả với khối lượng nước hàng năm mà sông đổ ra biển hoặc ra hồ. Dưới đây là những con số tính được đối với các sông (tính theo mét khối):



H. 7 Lát cắt ngang một thung lũng sông
a — lớp đá rắn; b — lớp đá mềm



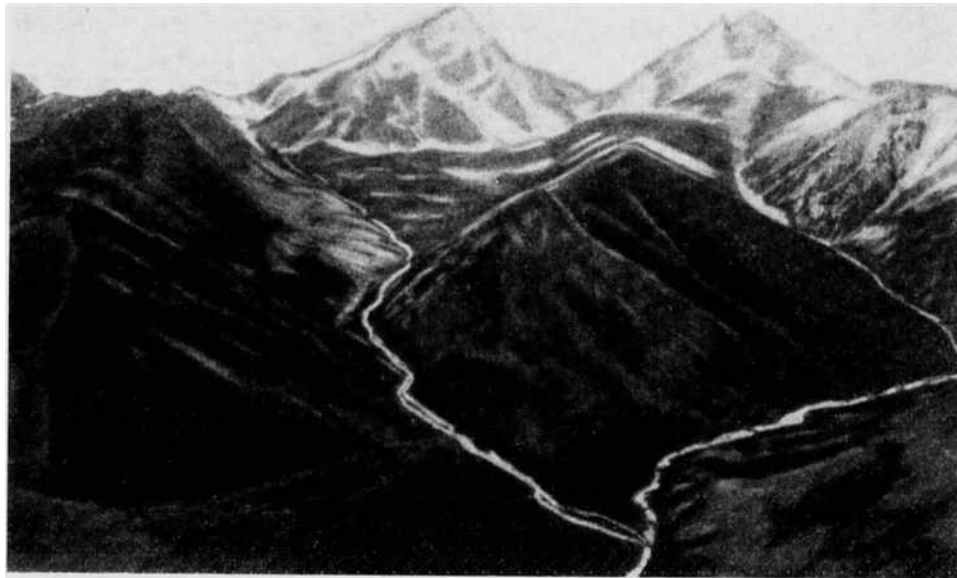
H. 8 Đầu một mương xói phát triển nhanh trên bờ sông Tômi ở phía trên thành phố Tômxơ



H. 9 Hai đầu của một mương xói trên cao nguyên Ut-Uc. Cazaxctan

Vật liệu do sông Hằng đổ vào Ấn-độ-dương:	177.000.000
Vật liệu do sông Amu-Đaria đổ vào biển Aran:	44.854.000
Vật liệu do sông Ranh đổ vào hồ Côtanxơ ¹ :	8.172.000
Vật liệu do sông Riôni đổ vào Hắc-hải:	8.000.000

Sông Hoàng-hà, vào mùa nước lên, hàng ngày đổ ra Hoàng-hải 29.160.000 mét khối bùn, vào mùa khô là 72.576 mét khối, nghĩa là 416 lần ít hơn. Những con số đó nói lên sự khác nhau rất lớn về hoạt động của sông vào mùa nước lên và mùa nước xuống. Các nhà khoa học còn chưa tính chính xác số ngày nước lên của sông Hoàng-hà, nhưng nếu chúng ta lấy vào khoảng 30 ngày nước lên và 335 ngày nước thấp thì chúng ta thấy rằng các vật liệu trầm tích mà sông đó đổ ra Thái-bình-dương khoảng trên 900 triệu mét khối bùn trong một năm. Khối lượng đó đủ để phủ lớp đất cao 900 mét trên một diện tích chừng một kilômet vuông. Ngay đôi với những sông tương đối ít bùn như sông Riôni và sông Ranh cũng đổ ra Hắc-hải và hồ Côtanxơ một lượng bùn đủ để phủ lên lớp đất cao tám thước cũng trên diện tích một kilômet vuông. Thí dụ đó cho ta một khái niệm khá rõ ràng về khối lượng vật



H. 10 Thượng lưu sông Ui-Tat. Alatau Jungari, Cazácxtan

¹ Sông Ranh chảy qua hồ này.

liệu lắng đọng hàng năm trong các biển và hồ do tất cả các sông ngòi trên Trái đất đưa đến. Và còn bao nhiêu vật liệu lắng đọng lại ở đáy các sông ngòi, làm cho đáy luôn luôn dâng cao, và lượng bùn bồi tích trên các bãi bồi lớn đến như thế nào!

Các miền xói mòn và trầm tích. Giờ đây chúng ta hãy theo dõi một con sông từ nguồn đến cửa sông để tìm hiểu hoạt động xói mòn và vận chuyển đất đai của dòng nước chảy.

Một hệ thống sông gồm có những nhánh sông, và không phải bao giờ cũng dễ dàng xác định được nhánh nào là chính và xứng đáng mang tên địa lý, thí dụ như sông Vônga, sông Đơnhiep hay sông Đông. Mỗi nhánh sông thường bắt nguồn như là một ngọn suối xuất phát từ đâu một nương xói, hoặc là từ một đầm lầy hoặc hồ, rồi chảy qua một thung lũng có rừng cây hoặc một thung lũng thảo nguyên. Một vài ngọn suối hợp lại thành ngòi, một số ngòi tập hợp thành sông nhỏ, rồi chúng lại gặp nhau và tạo thành sông. Các ngòi, sông nhỏ và sông lớn hoặc xói mòn đất đá hoặc để nó trầm đọng lại, chủ yếu là do độ dốc lòng sông quyết định tốc độ dòng nước. Tốc độ dòng nước càng nhanh thì hoạt động xói mòn của nó càng mạnh và lòng sông càng bị cắt sâu nhanh vào đất đá của đáy thung lũng. Độ dốc thường lớn nhất ở phần thượng lưu, và tại đây xảy ra hoạt động xói mòn (h. 10). Thoạt nhìn thì khó mà nhận thấy hoạt động này, dòng nước tựa như trong vắt, chỉ vẫn đục sau khi trời mưa hoặc vào lúc tuyết tan, khi nước chảy xiết từ các vùng chung quanh mang bùn xuống dòng sông.

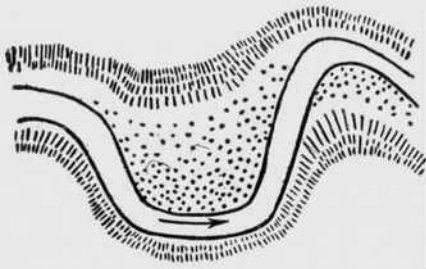
Mùa khô, ngay ở miền núi, mà dòng nước ở phần thượng lưu của một con sông chảy xiết qua các thung lũng có đá cứng, dọc theo những lớp cát, sỏi hay đá tảng và đôi chỗ tạo thành ghềnh hay thác, chúng ta vẫn có cảm tưởng là nước trong vắt. Tuy vậy, dòng nước đó cũng xói mòn và đào lòng sông ngày càng sâu, nhưng rất chậm. Hoạt động đó thấy rất rõ vào lúc trời mưa hoặc khi tuyết tan, khi ở chỗ này hoặc chỗ nọ, các dòng nước dâng cao xói mòn bờ, lôi cuốn những hòn sỏi hoặc cả những đá tảng xuôi theo dòng. Vào lúc đó hoạt động xói mòn được tăng lên rõ rệt.

Xuống hạ lưu, tại nơi mà các suối và ngòi tập trung thành một con sông rộng, độ dốc đã giảm thì dòng nước chảy chậm hơn và do đó cũng đào sâu lòng ít hơn. Đây là nơi mà sự xói mòn ngang bắt đầu. Con sông bắt đầu uốn quanh, lần lượt xói mòn hai bên bờ. Khúc uốn lúc đầu cong vừa, sau trở thành cong hơn, vì dòng nước bao giờ cũng chảy mạnh ở bên bờ lõm là chỗ mà nước sâu hơn, trong khi đó thì các vật liệu sẽ tích đọng ở bên bờ lồi là nơi mà nước không sâu và dòng nước chảy yếu hơn. Bờ bị xói mòn lùi dần và khúc uốn trở thành ngày càng rõ hơn cho đến khi tạo thành những vòng uốn (h. 11 và 13). Các vòng uốn đó gọi là khúc uốn hay mêandrơ do lấy từ tên một con sông ở Hy-lạp có nhiều khúc uốn điển hình.

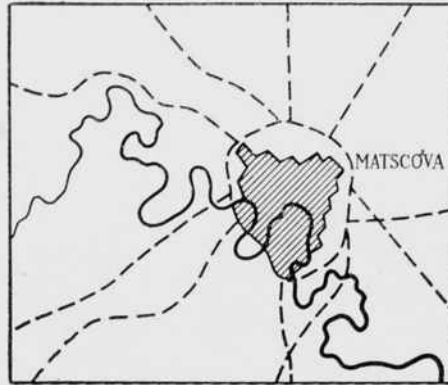
Con sông xói mòn khi thì bờ bên phải, khi thì bờ bên trái, làm cho bờ cao phải lùi lại và mở rộng dần thung lũng của nó; cho nên miền xói mòn ngang có thể gọi là miền mở rộng thung lũng. Nhiều con sông nhỏ và trung bình chảy ở các miền

đồng bằng, đều có những khúc uốn rất rõ. Các khúc uốn của sông Matscova, trong phạm vi của thủ đô Liên-xô có thể coi là một thí dụ điển hình (h. 12).

Sự phát triển của khúc uốn thường là nguồn gốc của những hồ và vũng tách rời khỏi con sông. Khi nước sông dâng lên, nó có thể khơi một lòng sông mới thẳng



H. 11 Sự tạo thành một khúc uốn của dòng sông



H. 12 Các khúc uốn của sông Matscova

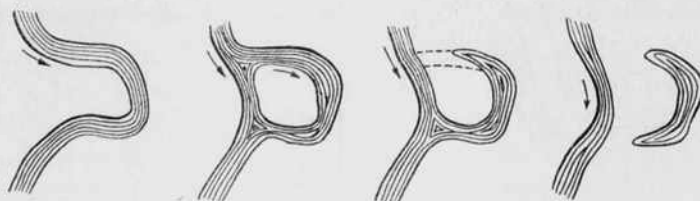
qua ngay chỗ thắt của vòng cung, đặc biệt khi chỗ thắt đó lại hẹp, và nó có thể duy trì được lòng mới cắt sau khi nước rút. Chỗ cửa vào vòng uốn dần dần bị ứ bùn, cát và cuội và trở thành một cái hồ dài lúc đầu còn có liên lạc với sông bằng một



H. 13 Khúc uốn và hồ móng ngựa của sông Aegun. Ngoại Baican



lôi ra (h. 14). Nhưng con sông lại lắng đọng những vật liệu trong nước lặng yên của hồ và kết quả là chỗ thoát ra cũng dần dần ứ vật liệu trầm tích hoặc ở ngay chỗ miệng thoát hoặc cách xa đôi chút. Trong trường hợp sau này, sẽ hình thành một thứ vũng, thuyền bè có thể trú ở đây vào mùa đông. Nhưng các vũng ấy cũng không tồn tại được lâu vì có sự lắng đọng các vật liệu trầm tích ở chỗ nước lặng. Các loại khúc uốn như vậy đã tách rời lòng sông mang tên là h ố m ó n g n g ự a. Chúng trở thành nông dần, và rong, lau, sậy mọc lên dần để biến chúng thành đầm lầy, và cuối cùng chúng cũng biến mất.



H. 14 Sự biến đổi của một khúc uốn thành hố móng ngựa

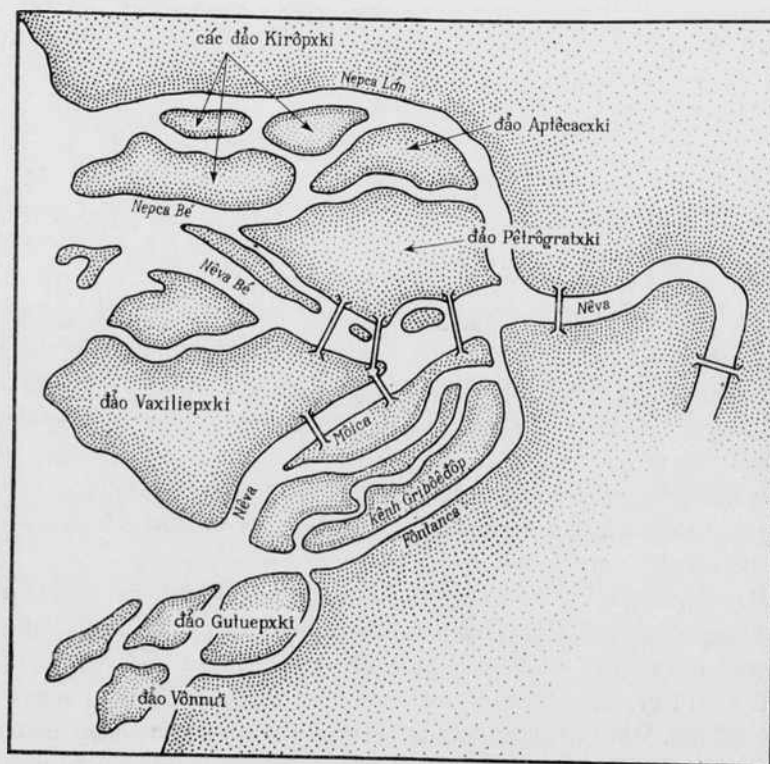
Thực là lắm nều nghĩ rằng các thung lũng sông chỉ bị khoi sâu ở miền bị xói mòn và chỉ mở rộng ở miền có hiện tượng xói mòn ngang. Cả trong hai trường hợp, ngoài hoạt động xói mòn, con sông còn để lắng đọng vật liệu; ở bất cứ chỗ nào mà dòng nước chảy chậm là nó đều để lắng bùn, cát và cuội.

Ngay ở trong lòng các dòng sông chảy xiết trên miền núi, cũng không phải bao giờ chúng ta cũng thấy lộ ra đá rắn ở chỗ thung lũng, thế mà ở nhiều chỗ chúng ta vẫn thấy có cát, cuội và đá tảng. Nhưng trong miền xói mòn thì các vật liệu đó chỉ bồi tích tạm thời. Khi nước sông lại dâng, thì chúng lại bị cuốn xuôi dòng hoặc toàn bộ hoặc một phần, còn những vật liệu mịn thì bị lôi cuốn xuống miền dưới ngay trong mùa nước thấp. Trong miền thung lũng mở rộng thì chúng lắng đọng ở bên bờ lồi, tại chỗ có khúc uốn, và nằm lại trong một thời gian nào đấy. Trong miền này cộng thêm với sự xói mòn ngang, còn có sự trầm tích vật liệu và toàn bộ đáy thung lũng cao hơn lòng sông có thể gồm toàn những lớp trầm tích có chiều dài khác nhau.

Nhưng miền trầm tích chính thức là ở phần hạ lưu của sông, là nơi mà độ dốc thoải thoải hơn nữa, dòng nước chảy chậm, và là nơi mà bình thường thì nước không có khả năng xói mòn bờ. Ở đây, các vật trầm tích nhẹ và mịn lấy từ phần trung và thượng lưu xuống sẽ lắng đọng, trong khi đó thì phần lớn những vật liệu thô, nặng như cuội và sỏi đều đã dừng lại ở phần trung lưu. Toàn bộ lòng sông và

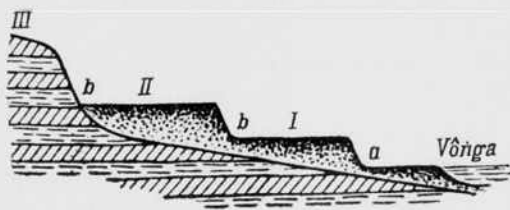
bờ sông đều gồm loại trầm tích mịn này, tức là gồm có bùn và cát, chỉ đôi khi mới có những lớp xen kẽ cuội và sỏi. Ngay như khi nước sông dâng và tràn qua bờ, nó cũng chỉ để lắng đọng vật liệu là chính, chứ ít khi xói mòn bờ.

Tam giác châu. Nhiều sông, ngay ở phần hạ lưu, cũng có khi không đủ thì giờ để lắng đọng tất cả các vật liệu mà chúng lôi cuốn nếu những vật liệu đó nhiều quá. Chúng tôi đã nêu ra trên một vài con sông về khối lượng bùn rất lớn do một số sông để lắng đọng trong hồ và biển. Một phần đáng kể của vật liệu này sẽ tích tụ ngay ở cửa sông, ở chỗ nước tù, là nơi mà nó sẽ dần dần tạo thành một tam giác châu. Thường thường các tam giác châu có hình ba góc với đỉnh hướng về phía nguồn sông. Tên gọi như vậy là do dạng của nó có hình tam giác giống như chữ Hy-lạp: đenta (Δ). Gồm có cát, bùn và có thể cả sỏi (vì một số sông miền núi có sức chảy rất mạnh nên có thể lôi cuốn cả những vật liệu nặng xuống vùng hạ lưu), các tam giác châu lớn dần và nhô khỏi mặt nước của hồ hay là biển, thành những đồng bằng thấp và thường lấy lợi (thí dụ, sông Riôni). Trên vùng tam giác châu, con sông phải phân



H. 15 Tam giác châu sông Nêva

chia và chảy thành nhiều nhánh, thường uốn khúc và đôi dòng luôn vào lúc nước lên, khi tam giác châu bị ngập, và nhiều hồ nhỏ được hình thành. Khi bị ngập, các trầm tích làm tam giác châu cao dần và bị cỏ, cây bụi hoặc cả cây lớn mọc phủ. Nhiều sông lớn có những tam giác châu rất rộng, thí dụ sông Vônga có tam giác châu gồm một trăm nhánh, sông Nêva có tam giác châu trên đó người ta đã xây dựng thành phố Leningrat, sông Lêna, sông Nin và sông Mixixipi. Tam giác châu cũng phát triển rộng ra ở dưới mặt nước làm cho đáy biển ở vùng chung

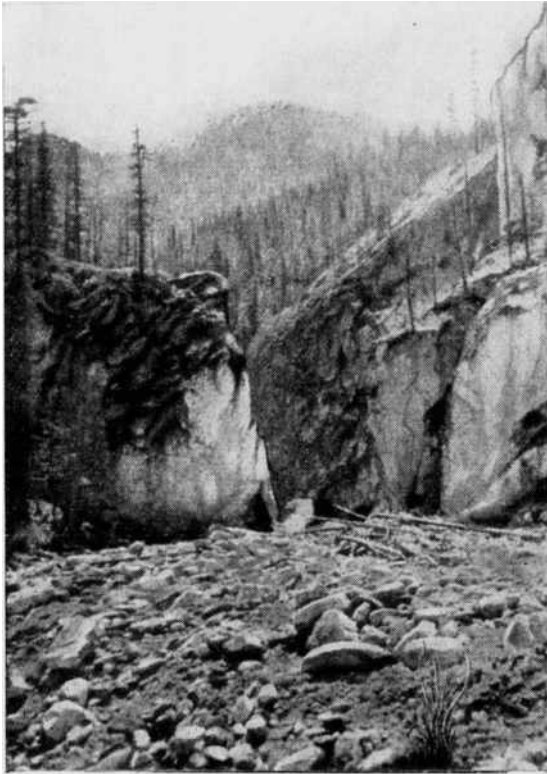


H. 16 Các bậc thềm sông Vônga:

a — bãi bồi với gờ và hồ móng ngựa; I — bậc thềm thứ nhất; II — bậc thềm thứ hai; III — bờ gốc;
b — đầm lầy

trên mặt nước dưới dạng mỏm đá, một số khác lộ cao hơn, và thậm chí có cây cối che phủ. Thông thường hơn là chúng chỉ gồm có cát hoặc cả cát lẫn cuội, và thường dựng lên từ những bãi ngấm sinh ra ở giữa sông, chỗ mà dòng nước chảy chậm, và nước dần dần trầm tích các vật liệu. Bãi ngấm lớn lên, dâng cao dần lên khỏi mực nước sông thấp và bị phủ dần bởi cây cỏ; vào lúc nước lên, chúng thường bị ngập, đó là một nguyên nhân làm cho bãi ngấm tăng lớn, vì cây cối có tác dụng làm chậm tốc độ dòng nước. Nhiều đảo bắt đầu từ những cây gỗ trôi, từ một cây bật gốc bị lôi xuống xuôi vào thời kỳ nước lên bị giữ lại ở bãi ngấm, làm cho dòng nước chảy chậm lại và tích đọng các vật liệu. Một số đảo dài hàng trăm hoặc hàng nghìn mét, chúng chia con sông thành hai hoặc nhiều nhánh, một số cũng dần dần ứ bùn và trở thành bẽ tắc, không tiện lợi cho giao thông trên sông nữa.

Thềm sông. Người ta có thể nhìn thấy những bậc gọi là thềm sông trên sườn của nhiều thung lũng sông. Các thềm đó có thể gồm đá cứng hoặc là sỏi, cát hay bùn. Bậc thềm đầu tiên sát liền với lòng sông lộ lên dưới dạng vách đứng hay sườn có cỏ, cây bụi và lau sậy mọc lên trên mặt bằng phẳng của nó. Thềm này gọi là thềm bãi bồi hay bãi bồi. Vào lúc nước lên, nó bị ngập hoặc một phần hoặc toàn phần do nước sông tràn ra bờ. Trên bãi bồi có một thềm nữa không bao giờ bị ngập nước, cũng có thể thành một vách đứng hay sườn và trên mặt có đồng ruộng, thành thị

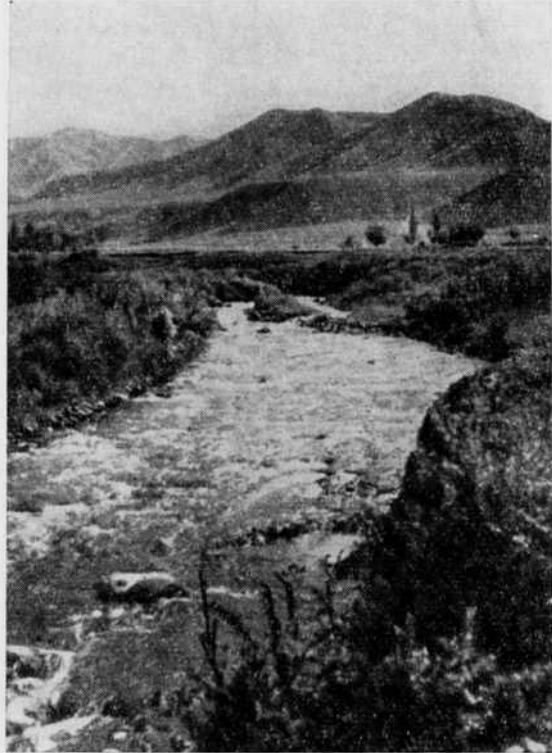


H. 17 Bạc thềm xói mòn với khe hẻm. Đông Xaian

và làng mạc. Trên thềm ấy, thường còn có một, và có khi hai, ba hay nhiều thềm có độ cao khác nhau (h. 16).

Những lực lượng nào đã tạo nên những thềm đó, bao vây thung lũng sông như những bậc của một chiếc thang khổng lồ? Đó là những sản phẩm của chính bản thân con sông và là kết quả của những quá trình xói mòn và bồi tích. Nghiên cứu những quá trình đó sẽ làm sáng tỏ lịch sử phát triển của thung lũng. Mỗi một thềm sông là một bằng chứng cụ thể của những biến đổi đột xuất đã xảy ra trong điều kiện của sự phát triển đó. Thềm gồm đá cứng thì nó kể lại cho ta biết rằng: trải qua thời gian mà tại đây con sông chỉ mở rộng thung lũng của nó bằng tác dụng xói mòn ngang, thì đã có một nguyên nhân nào đó làm cho nó lại đào sâu xuống lòng thung lũng qua lớp đá rắn của đáy thung lũng đó. Kiểu thềm này được gọi là thềm xói mòn (h. 17).

Thềm gồm vật liệu trầm tích như những lớp cát, bùn hay cuội thì nó chỉ rõ rằng: qua một thời kỳ kéo dài nhiều hay ít mà chúng ta có thể suy ra được nhờ độ cao của thềm, con sông, ở quãng này, không còn xói mòn vật liệu, mà đã bồi tích



H. 18 Các bậc thềm ở thượng lưu sông Aravan

chúng ở trong lòng sông, sau đó do một lực lượng nào đây bắt nó lại đào sâu vào những lớp bồi tích đó và xói mòn chúng (h. 18).

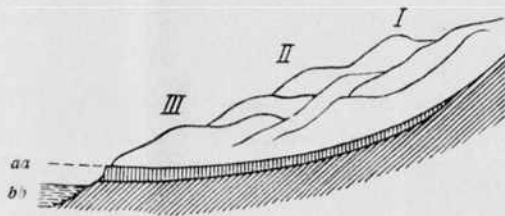
Nhưng cái gì đã làm cho con sông thay đổi hoạt động của nó một cách đột xuất như vậy? Lúc đầu người ta nghĩ rằng do có sự thay đổi khí hậu, vùng đó đã trở thành ẩm thấp hơn, giáng nước mưa, khiến cho con sông đơng nông và «còm cõi» bỗng nhận được thêm một khối lượng nước rất lớn và lại bắt đầu đào sâu vào những lớp bồi tích của nó. Trong một vài trường hợp thì giả thiết đó là đúng. Nghiên cứu kỷ Đệ tứ trong lịch sử Trái đất, tức là thời gian bắt đầu từ lúc loài người xuất hiện và kéo dài cho đến nay, người ta thấy có những thời kỳ khí hậu khô hạn được tiếp theo bởi những thời kỳ có khí hậu ẩm hơn. Chúng ta sẽ quay lại vấn đề này vào một dịp sau. Nhưng trong đa số trường hợp, người ta thấy có một nguyên nhân khác quan trọng hơn khiến cho con sông tăng cường tốc độ chảy, và chính tốc độ đó quyết định hoạt động của dòng chảy. Còn tốc độ dòng chảy, là do sự biến đổi của độ dốc lòng sông.

Như chúng ta đã rõ, độ dốc tối đa là ở thượng lưu, ở trung lưu nó đã kém dốc, còn ở hạ lưu thì ít dốc nhất. Nói chung, một biểu đồ về lòng sông từ nguồn cho

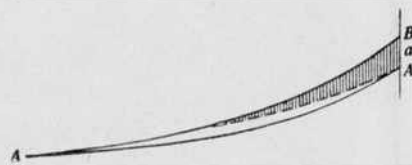
điền cửa sông cho thầy một đường cong tăng dần, mà người ta quen gọi là trắc diện độ dốc hay trắc diện cân bằng. Mực nước hồ hoặc biển là nơi mà con sông đổ vào thì gọi là mực gốc xâm thực, tức là mực gốc xói mòn và tất cả hoạt động của con sông xảy ra trên mực đó, chứ không phải dưới mực đó. Giờ đây chúng ta hãy giả thiết rằng mực đó bị hạ thấp vì hồ bị khô cạn, bị nông, hoặc vì nước biển rút ra xa. Sự hạ thấp mực gốc xâm thực lập tức có ảnh hưởng đến hoạt động của sông; đường cong đều hình như bị gãy ở hạ lưu, độ dốc sông tăng thêm và con sông trước đây không xói mòn mà để lắng đọng vật liệu ở hạ lưu, rồi lại bắt đầu xói mòn và lại đào sâu vào chính các bồi tích của nó. Sự xói mòn đó lại lan dần về phía thượng lưu, vì con sông bao giờ cũng cấu tạo trắc diện mới của nó theo hướng giật lùi. Quá trình này tiếp diễn rất lâu, có thể kéo dài hàng trăm, hàng nghìn năm. Đào sâu lòng trên những bồi tích có trước, nó sẽ để lại một phần của những lớp bồi tích đó ở hai bên bờ dưới dạng bậc, tức là các thềm sông mà độ cao giảm dần về phía thượng lưu của thung lũng; còn độ cao của chúng ở hạ lưu sông thì phụ thuộc vào độ sâu mà mực gốc đã bị hạ thấp (h. 19).

Quá trình đó, tức là sự hạ thấp mực gốc xâm thực khiến cho con sông đào sâu vào các lớp bồi tích cũ của nó hoặc có khi vào cả đá gốc của lòng sông cũ, có thể tái diễn nhiều lần và đưa đến kết quả là thung lũng có viên một số những thềm có độ cao khác nhau.

Nhưng một kết quả tương tự, tức là sự tăng độ dốc lòng sông, mà do đó có hiện tượng xói mòn mới và tạo ra một trắc diện cân bằng mới của sông — vẫn có thể đạt được không phải do sự hạ thấp của mực gốc xâm thực, mà lại do sự dâng cao của toàn bộ địa phương. Và nếu trong trường hợp này mực gốc xâm thực vẫn ổn định, nhưng địa phương đó dường như lại bị dâng nhiều hơn ở thượng lưu và ít hơn ở hạ lưu, thì quá trình xói mòn mới không phải là bắt đầu ở cửa sông, mà lại



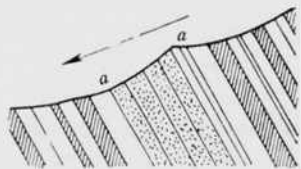
H. 19 Đường cân bằng của lòng sông:
 I — miền nhận nước; II — miền xói mòn ngang; III — miền trầm tích; a — mực gốc xâm thực cũ; b — mực gốc xâm thực mới; bậc thêm được gạch bằng đường kẻ sọc thẳng đứng



H. 20 Sự biến đổi của đường cân bằng do sự dâng cao của miền theo biên độ a trong phần nguồn của sông:
 AA — trắc diện cũ; BA — trắc diện mới; bậc thêm biểu thị bằng đường gạch kẻ sọc thẳng đứng

ở thượng lưu là nơi mà độ dốc đã thay đổi và lúc đó thì thêm mới sinh sẽ lan dần về phía xuôi. Nghiên cứu về độ cao và vị trí của các thềm dọc sông, sẽ giải đáp vấn đề về nguồn gốc của chúng, về sự hạ thấp của mực gốc xâm thực hay sự dâng cao của địa phương (h. 20).

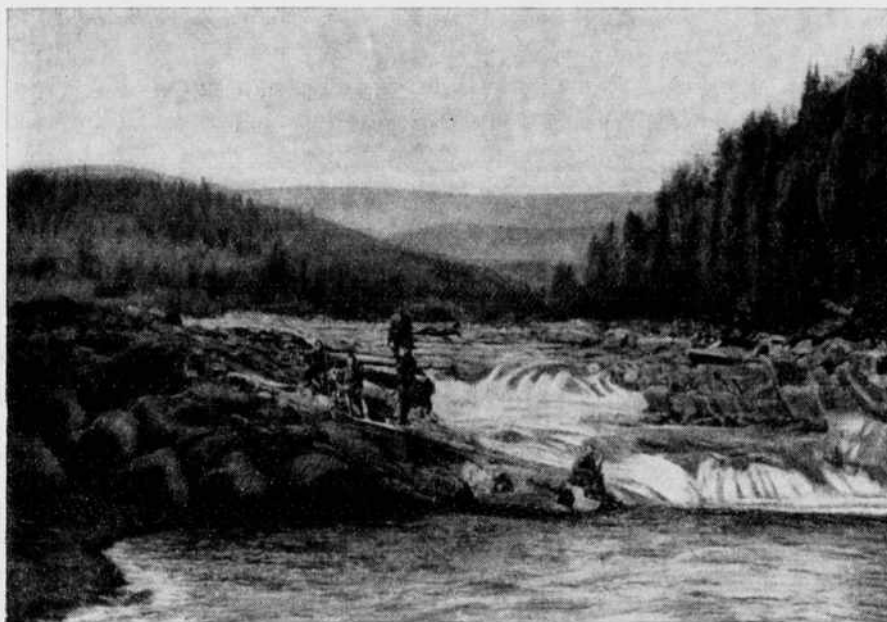
Ghềnh. Những sông miền núi thường có ngay ở phần trung lưu và hạ lưu những quãng mà dòng nước đang chảy êm đềm trở thành cuộn cuộn; những hòn đá to



H. 21 Sự tạo thành ghềnh do lòng sông cắt vào tầng đá rắn a — a

thường lộ ra ở lòng sông và chỉ bị ngập khi nước lên; thỉnh thoảng có những tảng đá riêng biệt và cả những dải đá bị nước xói rữa và bào mòn. Những chỗ đó gọi là ghềnh, chúng cản trở nhiều sự đi lại trên sông, chỉ có những người thủy thủ giàu kinh nghiệm biết rõ các ghềnh lúc nước thấp và lúc nước lên, do đó biết tốc độ của dòng nước và số lượng đá nhô ra khỏi mặt nước, mới có thể lái thuyền bè qua ghềnh

được. Một số ghềnh chỉ có thể qua được khi nước dâng, một số khác hàng năm gây ra những thiệt hại về người và thuyền bè rất nhiều, còn một loại thứ ba thì hoàn toàn không thể vượt qua được. Các ghềnh thường sinh ra ở những chỗ mà đáy



H. 22 Ghềnh trên sông Biriuxa. Đông Xaián



H. 23 Thác Cóc-Cun. Antai

thung lũng đặc biệt rắn, có nhiều sức chông lại xói mòn hơn những phần đáy ở trên và ở dưới các ghềnh. Có rất nhiều ghềnh ở trên các sông lớn miền Xibêri như: các sông Yênixêi, Angara, Pôtcamenaya và Nizonaya Tungutca, Vitim, Vilyui, Biya và Catun; các ghềnh nổi tiếng Padun (nơi xây dựng nhà máy thủy điện Braxco) và Saman nhô lên ở phần trung lưu của sông Angara.

Ở chỗ có ghềnh, nước chảy xiết hơn, trở thành sôi sục, tạo nên những chỗ nước xoáy, sủi bọt, xói quanh đá hoặc xô trào qua chúng, rồi ào ào chảy ra khắp phía. Sau khi vượt qua ghềnh, con sông trở lại êm đềm. Tốc độ chảy xiết của dòng nước qua ghềnh cho thấy rằng lòng sông bỗng dưng trở nên dốc nhiều; quãng dòng sông đó có một đoạn đá cứng và nó làm thay đổi và phá vỡ đường cong đều đặn của trắc diện cân bằng (h. 21). Ở phần trên và dưới các ghềnh, con sông ở vào miền xói mòn ngang hoặc ở ngay cả trong miền đang trầm tích, nhưng ở chính phần có ghềnh

thì nó vẫn còn bị chậm lại trong quá trình phát triển vì gặp phải đá rắn và vẫn đương còn đào sâu vào lòng (h. 22).

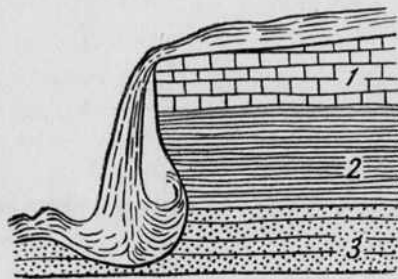
Người ta ít gặp ghềnh trên những con sông chảy qua một miền đồng bằng. Thí dụ, các ghềnh của sông Đonhiệp gần làng cũ Kichcat do một chỗ lộ đá granit sinh ra, rất nguy hiểm cho việc đi lại, nhưng bây giờ thì chúng đã biến mất. Tại đây người ta đã xây dựng cái đập khổng lồ của nhà máy thủy điện Đonhiệp (Đonhiêprôget) làm cho mực nước tăng lên rất nhiều: đã làm ngập các tầng đá, một vài tầng vẫn còn ở phần dưới đập, nhưng thuyền bè tránh chúng bằng một kênh đào có hệ thống đập bậc thang.

Có thể làm cho một số ghềnh hết tác hại bằng cách nổ phá các tầng đá.

Thác. Thác lại còn đẹp và hùng vĩ hơn trên các sông ngòi. Chúng cũng sinh ra do những đá cứng lộ nhưng dưới dạng những bậc hoặc thềm tương đối cao ở dưới lòng sông, trên đó nước sông đổ xuống. Thác thường có nhiều trên các suối và ngòi ở miền núi, thí dụ ở các miền Côcazor, Antai và Thụy-sĩ (h. 23). Người ta ít gặp chúng trên những sông rộng lớn. Thác Niagara ở Bắc Mỹ và thác Victôria trên sông Zambêzi ở Nam Phi đều rất nổi tiếng. Thác Kivac ở Carêli có nhiều bậc. Thác Imatra ở Phần-lan căn bản là một thứ ghềnh dốc.

Nước thác Niagara (h. 24) đổ xuống từ độ cao 50 mét. Đảo Con Dê chia thác thành hai đoạn: đoạn ở bên phía Canada có hình móng ngựa có bề mặt dài 792 mét, và đoạn ở bên phía nước Mỹ (bề mặt dài 427 mét). Ở phần dưới của thác, con sông đã đào thành một cái hẻm hẹp, dài 10 kilômet.

Sức xói mòn của nước đổ từ trên cao xuống rất lớn, và do đó thường ở đáy thác có những hồ sâu và hồ nước xoáy, làm cho bậc thác bị xói mòn dần ở dưới chân, và phần đá cheo leo ở bên trên sẽ phải lở đổ, bắt buộc thác phải lùi dần về phía thượng nguồn. Thác Niagara ở đoạn bên Canada lùi mỗi năm 1,5 mét, còn ở đoạn bên Mỹ lùi 0,9 mét mỗi năm. Chính cái hẻm dài 10 kilômet là do sự cắt giạt lùi như vậy mà sinh ra.



H. 24 Lát cắt thác Niagara:
1 — đá vôi cứng; 2 — điệp thạch mềm; 3 — sa thạch mềm

Thác Victôria trên sông Zambêzi lại còn hùng vĩ hơn nữa. Nó có bề mặt dài 1.800 mét và đổ xuống từ trên cao 120 mét. Còn thác Iguaxu nằm ở ranh giới giữa Brêzin và Acgiăngtin có bề mặt dài 1.500 mét và cao 65—70 mét. Bên dưới thác, sông Zambêzi chảy theo một khe hẻm rất sâu hai bên có sườn dốc do nó đào ra.

Ghềnh có khi cũng kết hợp với các khe hẻm. Thí dụ, khe hẻm Đarian trên sông Têrec ở miền Côcazor là một dãy bậc gồm nhiều ghềnh. Khe hẻm lớn nhất thế giới



H. 25 «Núi của người không lỏ»
trong khe hẻm sông Yenixêi.
Tây Xaian

là khe hẻm Côlôradô dài hơn 320 kilômet, sâu 900 — 1.800 mét. Suốt cả chiều dài con sông đó phải vượt qua các ghềnh; chiều rộng của nó chỉ có 60 — 90 mét. Các khe hẻm dài và sâu còn có tên là canhon (hẻm vực), do tên Tây-ban-nha mà ra.

Dưới chân các thác, bên dưới các ghềnh và núi chung ở những chỗ có dòng nước xiết, nước thường xói đá dưới lòng sông thành những hồ sâu gọi là *núi của người không lỏ* (h. 25). Nước cuốn các hòn đá rần rằm rời rạc ở lòng sông theo chiều chảy xoáy tròn. Các hòn đá đó dần dần đục vào lòng sông và tạo thành những hồ lõm dạng núi có vách hình trụ và đáy hình chảo. Bản thân những hòn đá đó cũng bị mài mòn dần. Nếu sự khác nhau về độ cứng giữa các hòn đá này và đá của lòng sông càng lớn thì hồ lõm càng chóng bị xói sâu. Đôi khi chúng ta gặp hàng loạt những hồ xói như vậy. Khi chúng ở trên bờ cao hơn mực nước lũ lớn nhất, thì điều đó chứng tỏ rằng lòng sông mới bị đào sâu.

Nước lũ. Cho đến giờ tuy chúng ta chỉ mới xét về hoạt động của nước chảy theo mức cao bình thường, nhưng chúng ta cũng đã nhiều lần đã động đến vấn đề

nước lũ. Giờ đây chúng ta nói một chút về con sông trong thời kỳ nước lũ, nghĩa là lúc sông dâng nước.

Ở miền ôn đới, nước lũ vào mùa xuân phụ thuộc vào tuyết tan. Mùa xuân, nước tuyết tan sẽ lấp đầy các hồ lõm, các mương xói và các khe rãnh, biến chúng thành những ngòi nước sục bùn. Có những dòng nước sâu và chảy xiết làm cho ta khó nháy hoặc lội qua. Các sông ngòi thu được thứ nước đó sẽ dâng cao, băng trên mặt nước bị gãy vụn và trôi xuôi theo dòng nước, nước các sông đều tràn qua bờ và làm ngập bãi bồi; diện tích bị ngập ít hay nhiều là tùy theo số lượng và tốc độ tuyết tan. Nếu mùa xuân đó lạnh nhiều thì tuyết tan chậm và nước lũ ít hơn, nhưng lại kéo dài thời gian nước lũ. Một mùa xuân đến sớm và nóng ẩm sẽ tức khắc tạo ra một lượng nước lớn.

Nước mùa xuân bao giờ cũng đầy bùn và bần đục; các dòng nước nhỏ chảy trên đồng bằng xói mòn bờ và lòng của chúng, và lôi cuốn một lượng lớn bùn và cát xuống sông. Đến lượt chúng, các sông ngòi đẩy nước lại càng xói mòn mạnh mẽ hơn, vì khối lượng nước tăng lên và làm ngập những dải đất thông thường nằm ngoài tác động của chúng khi nước thấp. Các ngòi biên thành những dòng nước rộng và sâu. Nước sục bùn của chúng mang theo những bụi cây và cây to, bật rễ và tất cả các loại rác rưởi cuốn từ các vườn cây, đồng ruộng và phố xá trong các làng mạc và thành thị. Sông càng rộng, nước càng lên cao; ở phần hạ lưu nó lên đến 10, 15 và có thể đến 20 mét, cao hơn mực bình thường.

Nước sông lên không chỉ vào mùa xuân, mà có khi cả mùa hạ và mùa thu, đó là phụ thuộc vào thời gian kéo dài và cường độ của mưa. Thí dụ, nước mùa xuân chảy xuống toàn bộ lưu vực sông Xêlêng là sông đổ vào hồ Baican, và xuống lưu vực sông Hắc-long ở Viễn Đông thực không đáng kể, vì lượng tuyết rơi ở miền này ít. Thế nhưng lượng mưa lớn vào cuối mùa hạ thường gây ra những trận lụt hết sức tai hại, vì nó xảy ra đúng vào mùa làm cỏ hay mùa gặt và làm ngập lụt các đồng cỏ; cỏ chưa cắt bị lấp đầy bùn và ủng thối, cỏ đã cắt thì bị cuốn trôi đi; mùa gặt bị nhỡ hoặc lúa gặt rồi sẽ bị ẩm và mọc mầm.

Ở những xứ có mùa đông dịu hầu như không có băng giá, như miền Tây hay Nam Âu, miền Nam nước Mỹ và xứ Côcazơ là nơi mà mùa đông có mưa chứ không có tuyết, thì nước lũ vào mùa đông và đôi khi cả vào mùa thu. Ở vùng nhiệt đới, mùa đông khô ráo và sáng sủa, còn mùa hạ lại là mùa mưa to, nên ở đây nước lũ thường chỉ có vào mùa hạ và kéo dài.

Khi có nước lũ thì hoạt động xói mòn và trầm tích của sông đều được tăng lên nhiều. Như đã chỉ rõ ở trên, khi sông Hoàng-hà có nước lũ, thì nó lôi cuốn bốn trăm lần vật liệu trầm tích nhiều hơn là lúc mực nước thấp. Sông Hằng chẳng hạn, đổ vào Ấn-độ-dương những lượng trầm tích như sau (bằng mét khối):

Trong 122 ngày mưa	170.000.000
Trong 5 tháng mùa đông	6.000.000
Trong 3 tháng khô ráo	1.000.000

Như thế tức là con sông lồi cuộn trong bốn tháng mưa 24 lần vật liệu trầm tích nhiều hơn là trong suốt tám tháng còn lại của cả năm.

Ở những xứ có khí hậu đồng đều hơn thì khối lượng nước sông vào lúc mực nước lên cao sẽ nhiều gấp 2 — 3 lần lúc mực nước thấp, còn ở những nơi có mùa đông ẩm ướt, có tuyết nhiều hay là mưa nhiều, thì lượng đó là từ 5 đến 30 lần hoặc hơn nữa so với lúc thường. Lượng nước sông Matxcova chẳng hạn, vào mùa nước lũ là 30 và có thể đến 100 lần lớn hơn lúc nước thấp, đó là trường hợp xảy ra vào năm lụt lớn 1.880.

Lũ núi. Ngoài bùn, cát, cuội và sỏi mà sông ngòi thường để lắng đọng ở đáy thung lũng, trên các thềm sông và bãi bồi, ta còn thấy các trầm tích tương tự do các dòng tạm thời tạo nên. Những dòng nước đó đặc trưng cho những sa mạc và các miền có khí hậu rất khô, rất hiếm mưa, nhưng khi mưa thì lại rất to và đột ngột; nhưng cũng có thấy rất hiếm ở các miền có khí hậu ôn hòa, có chế độ mưa đều đặn. Một khối lượng lớn nước đổ xuống khi mưa rào như thế, chảy xiết và không kịp thấm xuống đất, hoàn toàn khác khi mưa nhỏ và kéo dài. Những trận mưa rào đó trong một thời gian ngắn gây tác hại lớn và đem lại nhiều tổn thất nặng nề ở các vùng dân cư.

Mưa lũ đặc biệt tai hại ở những miền núi vì ở đó nước đổ như thác từ trên sườn xuống các khe và thung lũng và tạo thành dòng nước lũ cuộn cuộn chảy theo dốc. Dòng nước đó đào sâu những hồ lõm, lồi cuộn đất có đá dăm và đá tảng, rồi đưa toàn bộ những vật liệu đó xuống đồng bằng và trong thung lũng rộng. Ở đây nước chảy tỏa ra và mất sức nhanh chóng nên để đọng những lớp trầm tích đầy trên đường cái, vườn cây, đồng ruộng và đường sá trong làng mạc. Hàng trăm tấn vật trầm tích như vậy cản được xe đồ đi, nhà cửa và đường sá phải sửa lại.

Những mưa rào cuộn cuộn như vậy gọi là lũ núi hoặc lũ đá và trầm tích của chúng thì gọi là trầm tích lũ núi. Đôi khi người ta gặp chúng ở miền núi Nam-tur, ở Liên-xô (Crimê, Cócaxơ, Acmêni, Tuyêcmêni và Cazăcxtan); chúng thường có ở các vùng sa mạc là nơi mà lượng mưa không đáng kể, nhưng vì mưa đặc biệt mạnh nên đưa xuống đồng bằng những lượng lớn vật liệu.

Trầm tích lũ núi khác với các loại ở sông về tính chất hoàn toàn hỗn độn của chúng: những đá tảng, đá nhỏ, cát và bùn, tất cả đều trộn lẫn một cách lộn xộn không phân biệt kích thước hay trọng lượng. Theo quy luật, các trầm tích sông thường xếp thành tầng và theo một thứ tự nhất định: chúng ta thấy một lớp cát với một độ dày nào đó, kẹp giữa những lớp bùn hay lớp sỏi; trong lớp sỏi, các đá cuội có kích thước gần bằng nhau và thứ tầng đó cứ thấy lặp lại nhiều lần trong một bờ hoặc thềm sông. Chỉ có ở miền núi, trong miền bị xói mòn là nơi mà mưa lớn làm tăng nhanh khối lượng nước, thì thứ tầng mới trở thành hỗn độn gần giống như các trầm tích lũ núi (h. 26 và 27).



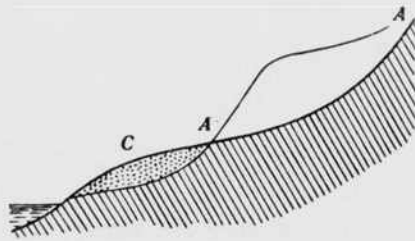
H. 26 Vật liệu mịn do lũ đá đưa xuống ở dãy núi «Nước lạnh».
Bang Nevada ở Mỹ



H. 27 Chỗ lộ lũ tích ở bờ eo Biển nhỏ trong hồ Baican, ở trên mặt vách đứng đoạn tăng
của dãy Primôriê, giữa hai con sông Xacma và Khucma

Dưới đây tôi mô tả nhiều thí dụ về những lũ núi tai hại đó.

Các trầm tích để lại do nước chảy thì gọi là trầm tích phù sa hay là vật bồi tích, còn trầm tích của lũ núi thì gọi là lũ tích; loại này bao gồm các trầm tích của những dòng nước tạm thời chảy từ các núi xuống đồng bằng, rồi tụ lại những vật liệu dưới dạng nón dẹt ở chân núi, vì ở trên đồng bằng dòng nước nhanh chóng tản ra tứ phía và mất hết lực của nó. Những nón tương tự như vậy, chỉ có khác là dốc hơn kích thước khác nhau, có thể thấy ở cửa của các mương xói và ở cửa của các suối miền núi, chảy từ sườn dốc xuống đồng bằng miền núi rộng hơn. Trong trường hợp sau, dòng suối có sức lôi cuốn những vật liệu thô ở dọc sườn dốc, sẽ mất bớt năng lực vì những thay đổi đột ngột về độ dốc và sẽ chóng để lại những đá tảng và cuội một cách hỗn độn. Nếu mương xói bị đào sâu qua đá vụn bờ, thì trầm tích gồm có cát, bùn và những mảnh vụn đá. Các nón kiểu này gọi là nón bồi tích. Thực tế đó là những tam giác châu nhỏ bé, khác những tam giác châu của các sông do chúng có độ dốc cao hơn và vật liệu xếp đặt hỗn độn (h. 28).



H. 28 Nón bồi tích C của một thung lũng ngang AA trong thung lũng chính

II

CÓ THỂ HỌC ĐƯỢC CÁI GÌ Ở TRÊN BỜ BIỂN

Sóng vỗ bờ. Sự xói mòn bờ biển. Hốc sóng vỗ và thêm sóng vỗ. Bờ biển thoải và bờ dốc. Gờ ven bờ. Tại sao cuội di chuyển ven bờ? Dòng biển. Sự tạo thành các đá trầm tích. Các tầng vỉa. Các chỗ lộ đá. Cửa sông tam giác, vũng và vũng cửa sông. Các loại hồ.

Chúng ta đã làm quen với hoạt động của nước, nước luôn luôn chảy từ cao xuống thấp ở trên mặt Trái đất, như các suối, ngòi, và sông, và làm biến đổi mặt đất trên đường chảy như thế nào. Ở một số chỗ, nước xói mòn và phá hủy những lớp đá của vỏ Trái đất, ở những chỗ khác thì nó lại để đọng những sản phẩm hoạt động phá hoại của nó, như: đá tảng, đá cuội, cát và bùn, nghĩa là nó tạo ra những lớp mới.

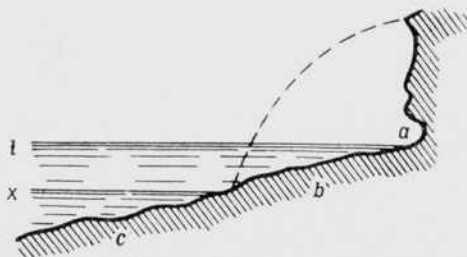
Lượng nước chảy trên mặt Trái đất không phải là lớn lắm. Một khối lượng còn lớn hơn gấp bội lại ở trạng thái tĩnh, chứa đầy các hồ lồi nhỏ và lớn như hồ, biển và đại dương.

Nhưng nước này, thường được gọi là nước «tù», cũng làm biến đổi bề mặt của Trái đất, vì không phải ở mọi chỗ và không phải bao giờ nó cũng yên tĩnh và không động.

Trong các hồ, biển và đại dương, có những lượng rất lớn nước tù như vậy vẫn thường xuyên di chuyển, tạo thành dòng, và gió truyền sức cho các lớp bề mặt ở tất cả các bốn nước tù, làm cho chúng xáo động. Ở chỗ này thì sóng biển dồn vào bờ và xói mòn bờ, ở nơi khác chúng để tụ đọng vật liệu trầm tích và tạo thành bãi biển.

Sóng vỗ bờ. Muốn quan sát hoạt động của sóng vỗ, người ta phải ra bờ biển hay đến một cái hồ rộng lớn, vì ở ao hay hồ nhỏ thì ngay gió mạnh cũng chỉ gây ra những sóng nhỏ hoạt động không rõ lắm. Trước hết, chúng ta hãy theo dõi vận động của sóng. Khi tiến gần tới bờ thì các làn sóng tương đối dẹt của biển đương chuyển động sẽ biến đổi một cách đột ngột, đỉnh sóng nhanh chóng trở nên nhọn, xô ra phía trước và vừa rào rạt và sủi bọt, nó đổ nhào xuống. Hiện tượng đó xảy ra là do ở gần bờ, đáy biển trở nên nông và nước trên mặt sóng bị gió đẩy về phía trước sẽ chồm lên trước khi nước nằm ở sâu hơn, vận động của khối nước này bị cản trở do sự cọ sát với đáy biển. Hơn nữa, nước của làn sóng trước đã bị tan vỡ lại rút về theo sườn dốc của bờ biển và cắt qua làn sóng đương tiến đến.

Khi làn sóng đổ vỡ thì nó tạo ra một lực rất lớn. Một ngọn sóng lớn có thể béc một người đương tằm lên khỏi đáy, rồi xô người đó vào bờ. Sự đổ vỡ của các làn sóng ở gần bờ được gọi là s ó n g v ò b ò ; người ta đã tính được rằng các sóng vỡ có thể gây một áp suất từ 3.000 đến 30.000 kilôgam trên một mét vuông. Vào lúc đông bão, chúng có thể làm di chuyển và tung lên cả những tảng đá nặng đến một trăm tấn qua đê chắn sóng như một quả bóng. Sóng vỡ bờ có thể nâng lên những tàu nhỏ chừng một-hai trăm tấn và hất chúng vào bờ. Các sóng vỡ bờ khi đập vào các vách biển dựng đứng, có thể béc cao lên tới 60 mét và hơn nữa. Kính cửa sổ của một nhà hải đặng ở xứ Êcôt (Scotland) ở cao 80 mét trên mặt biển, có lúc vẫn bị vỡ bởi những hòn đá tung lên trong lúc đông bão. Các sóng không đổ nhào cũng gây một lực rất lớn khi chúng va vào các vách đứng ở chỗ nước khá sâu.

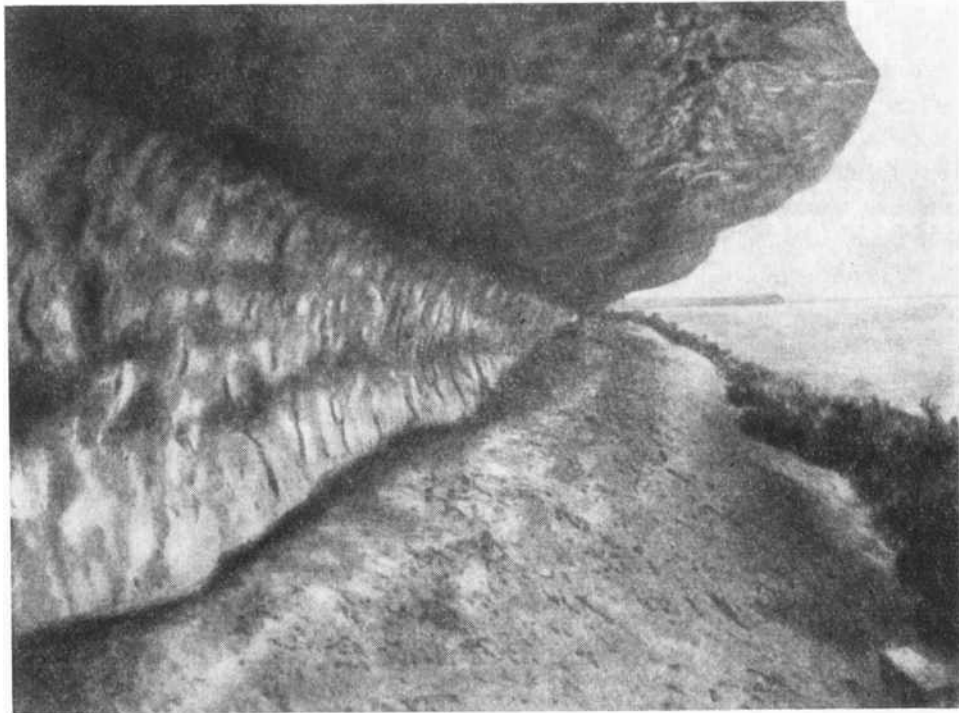


H. 29 Sự xói mòn ở chân bờ dọc đứng: a — hốc sóng vỡ; b — bậc thêm sóng vỡ ở mực thủy triều lên l; c — bậc thêm ở lúc thủy triều xuống x

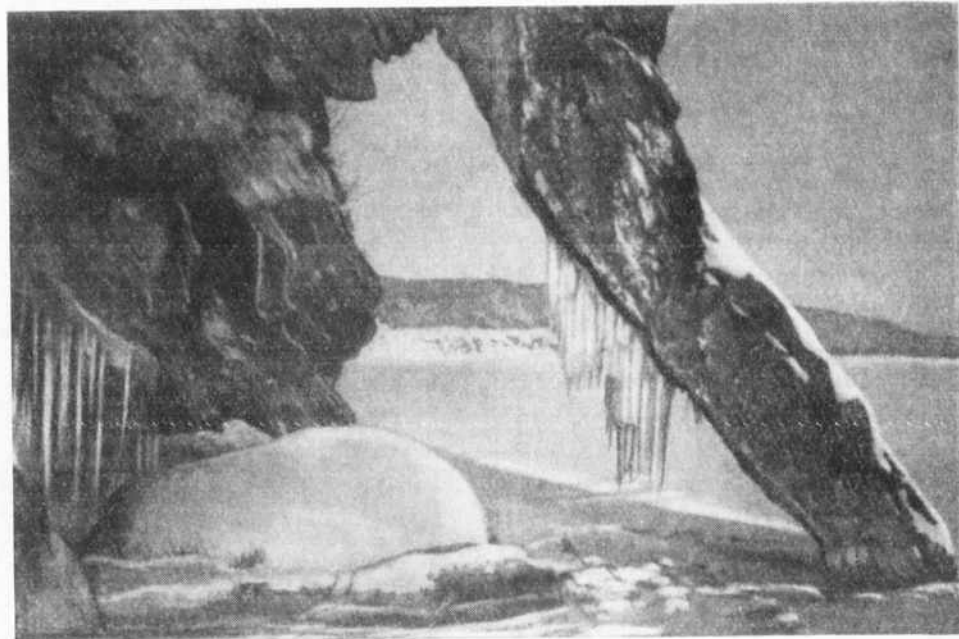
Sự x ó i m ò n b ò b i ể n. Do tần công liên tục vào bờ dọc nên các sóng vỡ bờ có tác dụng xói mòn bờ dần dần. Chúng đào vào đá một hốc ngang, dọc theo mực nước biển mà người ta gọi là h ồ c s ó n g v ò (h. 29 a). Kích thước của nó phụ thuộc vào độ cứng của đá ở bờ (h. 30 và 31). Cái hốc đó cứ ăn sâu dần cho đến khi những lớp đá cheo leo ở trên sụp đổ và bờ vách thụt lùi. Sóng vỡ bờ cứ tiếp tục hoạt động của chúng và dần dần có một thứ thềm thoải được tạo thành ở chân vách đứng, chỉ hơi dốc nghiêng về phía biển và gọi là thềm sóng vỡ, nó lan dần về phía vách đứng (h. 29 b).

Ở những bờ các đại dương chịu ảnh hưởng thủy triều là nơi mà mực nước biển thay đổi bốn lần một ngày đêm — hai lần đạt mức cao nhất và hai lần hạ xuống mức thấp nhất, — có hai thềm sóng vỡ phân chia bởi một vách đứng nhỏ: một thềm dẹt hơn ở dưới mực nước vào lúc triều lên, một thềm thứ hai ở dưới mực nước lúc triều xuống (h. 29 c). Điều đó do sóng vỡ bờ khi nước thủy triều lên và xuống hoạt động ở các mực khác nhau, nhưng khi nước triều lên thì hoạt động bao giờ cũng mạnh hơn.

Thềm sóng vỡ trông vẫn sạch sẽ và phẳng nếu bờ dọc gồm đá vụn bờ bị nghiền thành những hạt mịn và bị cuốn đi xa. Khi toàn bộ hoặc một phần của bờ gồm đá rắn hơn thì thềm vỡ sẽ chứa những mảnh vụn để lại do kết quả của hoạt động xói mòn và của sự đổ sụp bờ biển. Sóng lăn đi lăn lại những mảnh vụn đó, làm cho chúng cọ xát vào nhau và tròn dần, và chúng biến thành những hòn đá tảng và đá



H. 30 Hộc sóng vỗ trong các lớp nằm ngang ở đảo Nicôlai trong biển Aran

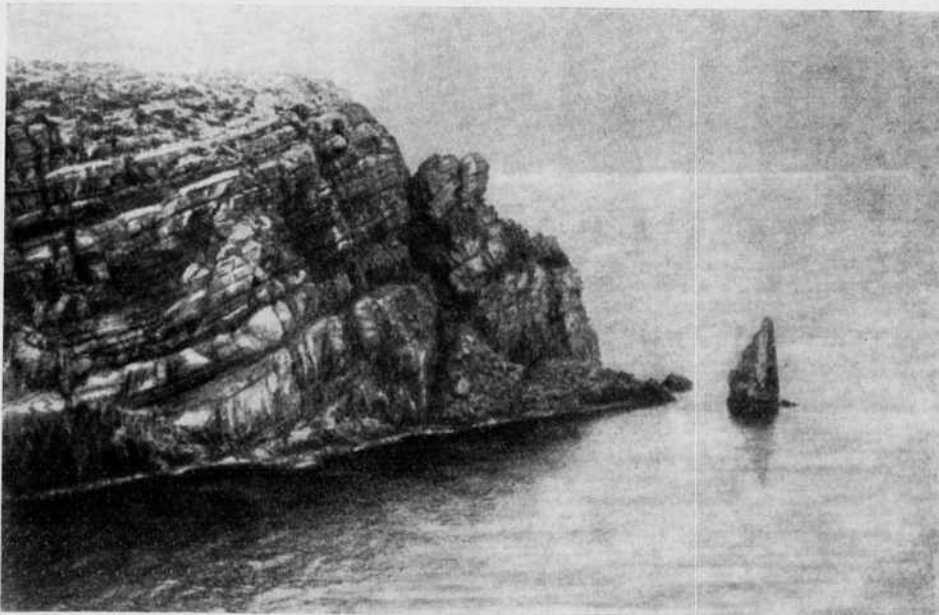


H. 31 Hộc sóng vỗ trong các lớp rất nghiêng. Khối đá «Vòi voi», mũi Saman, hồ Baican

cuội mà ta thường gặp viên theo rìa những khoảng rộng nhiều hay ít ở dưới chân các vách đứng và tạo thành bãi biển.

Thỉnh thoảng trên các thềm sóng vỡ, người ta có thể thấy những tảng đá có kích thước và hình dạng khác nhau, gọi là «đá sót», đó là những chỗ đá còn sót lại của bờ biển dốc còn đương luôn luôn bị sóng vỡ phá hủy. Các đá sót đó có khi hình dạng rất kỳ dị. Nom chúng tựa những cột, tháp, cũng có kích thước khác nhau (h. 31).

Khi mực nước biển hay hồ không thay đổi trong một thời gian lâu, thì bờ dốc lùi dần, có thể không bị sóng tấn công nữa. Thoạt đầu bờ biển bị sóng xói mòn trong bất kỳ cơn dông tố nào, nhưng về sau, khi nó lùi dần thì nó chỉ bị tấn công bởi những sóng sinh ra trong các trận bão lớn hơn, sau nữa khi có những trận bão đặc biệt lớn, thì cuối cùng nó thoát hẳn khỏi hoạt động của sóng. Sau đó thì quá trình rút lui của nó nguyên đã bị chậm dần, ngừng lại hẳn, và những trận đá lở làm bờ biển bớt dốc và bị cây cối phủ dần. Nhưng các hòn đá tảng và cuội của thềm sóng vỡ còn ở dưới hoạt động của các sóng thì vẫn tiếp tục bị lấn đi lấn lại và bị mài dần, bị nghiền vụn thành những hạt nhỏ. Các bãi biển gồm đá tảng và cuội chính đã được hình thành bằng cách đó ở chân của bờ dốc đã rút lui, điều này người ta có thể quan sát được ở Crimê và Cócaxơ ở nhiều nơi trên bờ biển Hắc-hải (h. 32).



H. 32 Bờ biển đá dốc đứng hầu như không có bãi. Bờ Nam Crimê

Nhưng mực nước biển không phải bao giờ cũng cố định. Những sự quan trắc chính xác đã xác định rằng: ở chỗ này đất liền dâng lên dần dần, do đó đường như biển rút đi, mực nước biển hạ thấp. Ở chỗ khác thì đất liền lại bị hạ thấp, và đường như biển tiến vào và mực biển dâng cao. Khi biển rút, bờ dốc sẽ thoát khỏi hoạt động của sóng vỗ nhanh hơn và trở thành cố định, nhưng khi biển tiến sẽ có thêm nhiều miền đất liền bị lún và dần dần trở thành thềm sóng vỗ.

Như vậy lục địa trường kỳ hạ thấp sẽ tạo nên những diện tích rộng lớn bị biển tiến san phẳng gọi là những diện mài mòn do biển, nghĩa là những diện tích đã bị bào mòn.

Bờ biển thoái. Giờ đây chúng ta hãy đi thăm một bờ biển có sườn thoải và quan sát hoạt động của sóng vỗ ở đây. Khi ngọn sóng đổ nhào cách bờ biển vài bước thì khối nước dồn lên theo sườn thoải, mang theo vỏ và các hạt cát và các hòn cuội nhỏ, và khi có sóng lớn vỗ bờ thì lôi cuốn cả đá tảng. Nước càng tiến lên cao hơn, tức là gần đường mép nước hơn, thì lớp nước càng mỏng dần cho đến khi cuối cùng nó hoàn toàn thấm vào đất ở mép nước và thôi không rút lui nữa như khối lượng nước còn lại (h. 33). Chính ở đây, tại mép trên của nước tiến lên, là



H. 33 Bờ phẳng trên đảo Xáylan vào lúc thủy triều lên



H. 34 Gờ ven bờ hồ Thucton đang bị khô dần ở Califocni. Hồ sinh ra do sự thành tạo một đập chắn bằng dung nham núi lửa

nơi mà cát và cuội lắng đọng, trong khi ở dưới ranh giới này nước lại lôi các vật liệu trầm tích trả về biển. Như vậy, bờ biển thoái dần dần được hình thành theo cách đó, và trong lúc trời yên tĩnh, chúng ta có thể thấy một số gờ. Gờ ở gần ranh giới mặt nước nhất là bằng phẳng và gồm cát và cuội nhỏ, gờ này do sóng vỗ yếu, cuối cùng tạo nên. Gờ thứ hai, hơi cao hơn, chủ yếu gồm những hòn cuội lớn hơn, ứng với trận bão lớn cuối cùng, còn gờ ở xa nhất và cao nhất là một đồng tích tụ của những hòn đá lớn là bằng chứng của một trận bão thật lớn, có lẽ đã xảy ra từ 6 tháng trước hoặc lâu hơn nữa, khi các làn sóng tràn sâu vào bờ và lôi cuốn cả những tảng đá.

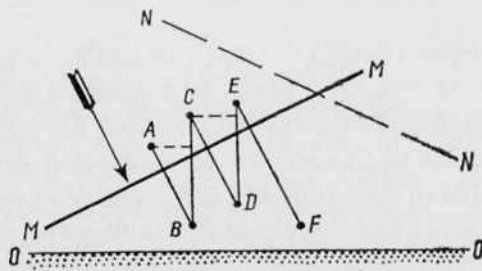
Các gờ đó gọi là gờ ven bờ chạy song song với bờ biển thoái. Các gờ gần đường mép nước là những gờ mới hình thành, chúng thường hay đổi chỗ tùy theo sức gió và sức sóng vỗ. Khi gờ nằm xa đường mép nước, đến nỗi hoàn toàn ở ngoài phạm vi hoạt động của sóng vỗ, thì chúng ta có thể nói rằng: biển đã rút khỏi đường bờ cũ và hiện tượng này chỉ có thể giải thích bởi sự dâng cao của lục địa vì khối lượng toàn bộ nước biển không thể biến đổi nhanh chóng như vậy được. Còn trường hợp ta gặp những gờ cổ trên bờ hồ, thì đây là một chuyện khác, ở đây chúng chứng tỏ là khối lượng nước đang giảm bớt, có nghĩa là hồ đang bị cạn bớt (h. 34).

Với sự dâng cao của lục địa, chúng ta có thể thấy ngoài những gờ ven bờ ở cách xa đường bờ hiện tại nằm khá cao trên mực biển, còn có những thềm sóng vỗ, những

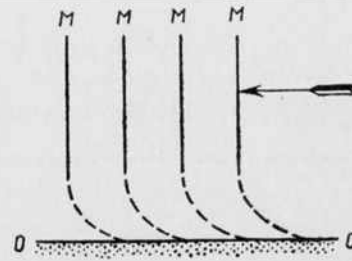
hồ sóng vỡ, những vách đứng bị nước phá mòn và những đồng đá tảng ở chân các vách đứng, hết thấy đều khô cạn và nằm ở độ cao khác nhau. Nếu thấy chúng ở bờ hồ, thì rõ ràng là hồ đang bị khô cạn dần.

Đôi khi, nếu lục địa dâng lên khá nhanh, chúng ta còn có thể thấy những thung lũng treo, nghĩa là những thung lũng sông nhỏ hay mương xói mà cửa lại ở chỗ cao hơn mực bờ biển. Nguyên nhân là đáy thung lũng đã được đào sâu chậm hơn so với quá trình dâng cao của lục địa hoặc quá trình khô cạn của hồ. Nước của những thung lũng đó đổ từ trên cao hoặc chảy như thác từ trên những sườn dốc xuống bãi biển. Người ta thấy có những thung lũng treo trên bờ phía Tây của đảo Xakhalin, là nơi vừa mới bị dâng cao nhanh.

Cuội và đá tảng được gặp thấy ở bờ biển và hồ, và trên những gờ biển nếu bờ biển đang thoái trở thành dốc ở một khoảng cách không xa nhau mấy. Ở nơi nào mà bờ biển dốc ở cách rất xa thì các vật liệu ở trên bờ thoái hoàn toàn là cát, hoặc là bùn dính. Đó là trường hợp các bờ Bắc của biển Catpiên, ở một phần bờ biển Crimê (Epatôria, Xivatso), bờ của nhiều hồ ở miền thảo nguyên phía Bắc biển Catpiên và ở Xibêri. Các bờ biển thoái này, nhất là những bờ ở gần cửa của các sông lớn, thường có lau sậy mọc làm cho ngay những sóng mạnh cũng bị giảm sức và thuận lợi cho việc mở rộng bờ biển.



H. 35 Chuyển động của cuội dọc theo bờ: MM—đường sóng sóng xiên; OO—mép nước; NN—sóng xiên có phương khác; ABCDEF—đường đi của cuội; mũi tên chỉ hướng gió



H. 36 Chuyển động của cuội dọc theo bờ: MM—đường sóng của sóng; OO—mép nước; mũi tên chỉ hướng gió

Cuội di chuyển ven bờ như thế nào? Nếu bờ dốc nằm không xa mấy thì cuội có thể tạo nên những gờ biển và bãi biển ở hàng vài kilômet xa chỗ đá lộ, và chúng ta cũng cần hiểu các hòn cuội đó di chuyển như thế nào, lực nào kéo chúng đến. Các sóng vỡ dường như chỉ cuốn các hòn cuội lên lên xuống xuống, chứ không phải dọc theo bãi biển.

Thực ra không phải như thế, và rất dễ chứng minh điều đó bằng cách quan sát sự di chuyển của cuội khi có sóng vỗ bờ. Nếu đỉnh của các sóng vỡ chạy thực song

song với bờ biển, thì các hòn cuội sẽ chỉ lăn lên lăn xuống trên bãi biển ngập nước, nhưng nếu sóng chạy xiên, nghĩa là chúng tiến gần lại bờ theo một góc nghiêng, thì các hòn cuội sẽ chuyển dịch dọc theo bãi biển một cách ngoằn ngoèo như trên hình 35 đã chỉ rõ.

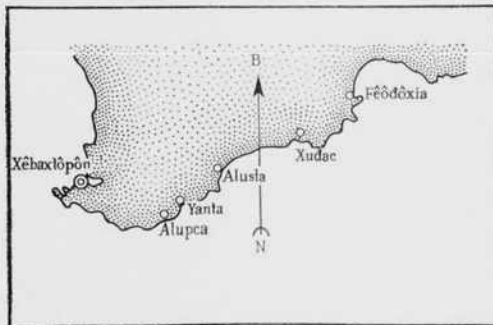
Chúng ta hãy theo dõi đường đi của một hòn cuội, thí dụ của một hòn màu đỏ hoặc trắng để cho tiện. Một làn sóng xiên MM sẽ lôi nó từ điểm A theo hướng đi chuyển của sóng đến điểm B . Khi nước rút, thì hòn cuội không quay về điểm A nữa, mà sẽ cùng với dòng nước lăn theo đường dốc lớn nhất của bãi biển xuống đến điểm C . Làn sóng tiếp theo lại đưa nó lên đến điểm D và khi nước rút thì nó lăn xuống đến điểm E , v.v... Như vậy là mỗi lần hòn cuội lại di chuyển dọc bờ biển theo một khoảng cách của một đường thẳng góc hạ từ vị trí thấp nhất xuống đến đường rút lui của nó, nghĩa là từ điểm A xuống đường BC , từ điểm C xuống đường ED , v.v... Chuyển động đó dĩ nhiên thường bị gián đoạn và có thể trong một thời gian dài. Một làn sóng đặc biệt mạnh có thể đẩy hòn cuội đến điểm F ở gần đường mép nước, rồi nó có thể nằm ở đấy cho đến khi có một làn sóng lớn hơn tiến đến và cuốn nó đi hoặc có thể đẩy nó rơi vào trong một cái hồ ở bãi biển trong một thời gian lâu.

Nếu bạn đọc có dịp đến bờ biển miền Nam bán đảo Crimê hoặc đến bờ biển Hắc-hải ở vùng Côcazơ, thì có thể quan sát dễ dàng chuyển động này. Khi có một làn sóng xiên khá mạnh, bạn có thể lựa chọn một hòn cuội để nhận thấy, rồi theo dõi chuyển động của nó trong một thời gian, sau đó bạn đem đo khoảng cách mà nó đã vượt qua ven bờ tính từ điểm bạn bắt đầu quan sát.

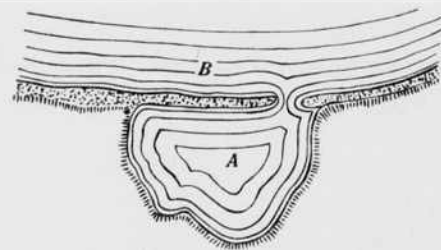
Nếu các làn sóng xiên tiến đến từ phía đối lập (NN trên h. 35), thì tất nhiên các hòn cuội sẽ chuyển dịch giật lùi về phía sau. Các sóng chạy theo phương thẳng góc với bờ biển, khi tiến đến gần bờ cũng sẽ bị xiên (h. 36). Sự di chuyển chung của các hòn cuội theo bất kỳ phương nào, cuối cùng đều phụ thuộc vào phương chủ yếu của các gió mạnh nhất thổi xiên vào bờ. Thí dụ, gió chủ yếu giữa Alupca và Fêôđôxia ở bờ miền Nam Crimê thổi từ Tây-Nam sang Đông-Bắc, như các tài liệu khí tượng cho biết, thì kết quả là các hòn cuội di chuyển nhiều từ Fêôđôxia sang Alupca hơn là theo phương đối lập. Không còn lầy gì làm lạ khi chúng ta thấy các hòn cuội trên bờ biển ở Alusta đều là những hòn đã xuất phát từ những bờ vách đứng ở Kara-Đac và Xudac, còn trên các bãi biển ở Alupca và Yanta, chúng ta lại thấy những hòn cuội từ Ayu-Đac và Guôczup, tất nhiên là nằm lẫn với những mảnh đá vụn chủ yếu của địa phương (h. 37).

Có rất nhiều cuội đã di chuyển từ xa đến tích lũy trên các mũi đất nhô ra ngoài biển; chúng cũng được dồn vào các vũng sâu và không chuyển ra ngoài được nữa. Chính do sự di chuyển của các vụn đá như cát, cuội và đá tảng ven bờ nên đã sinh ra những doi cát và lượn cát làm cho các cửa vũng dần dần bẽ tắc và biến các vũng biển thành vụng và cuối cùng thành hồ không còn liên lạc với biển nữa (h. 38).

Các dòng nước biển. Ngoài các sóng biển do gió làm cho chuyển động và thay đổi luôn, ở biển, đại dương và các hồ lớn còn có những dòng nước, tức là những khối nước tương đối lớn, thường xuyên di chuyển theo các phương hướng khác nhau. Các dòng nước biển bắt đầu từ ở các cửa sông, các sông này đổ ra biển nước ngọt và ấm, tức là nhẹ hơn nước biển. Thứ nước này chảy theo một hướng nào đó ở trên nước biển, rồi dần dần trộn lẫn với nước biển và mất dần tốc độ.



H. 37 Bản đồ bờ Nam bán đảo Crimê



H. 38 Sự tạo thành một vịnh:
A — vịnh; B — doi chắn làm vịnh trở thành vịnh

Các dòng nước biển lớn hơn được hình thành do nhiệt độ khác nhau ở các vùng của đại dương và do những gió chủ yếu. Thí dụ, từ biển Caraip, do mặt trời sưởi nóng nhiều, dòng biển ấm, rất mạnh gọi là dòng Gơn Strim, chảy qua Đại-tây-dương sang các bờ châu Âu và gây ra khí hậu êm dịu cho lục địa này. Một nhánh của dòng này chảy lệch lên phía Bắc của miền Xcăngđinavi và tiến đến tận biển Baren.

Nước lạnh của Bắc-băng-dương chủ yếu chảy dọc theo bờ Đông của đảo Gronlan, tạo thành một dòng nước biển mạnh rất lạnh xuống đến tận bờ Đông của Bắc Mỹ, nó là nguyên nhân làm cho khí hậu của Canada và miền Bắc nước Mỹ trở nên lạnh lẽo. Có những dòng yếu hơn chảy từ Bắc-băng-dương qua biển Bapfin ở phía tây Gronlan và chảy qua eo Bêrinh giữa châu Á và châu Mỹ.

Còn có nhiều dòng nước biển ấm và lạnh khác mà chúng ta không thể xét hết ở đây được. Chúng chảy rất xa lục địa nên chúng không có khả năng xói mòn bờ, nhưng vẫn vận chuyển nhiều vật liệu khác nhau. Một vài dòng nước lạnh mang theo những bãi băng và đảo băng với những cuội và đá tảng lấy từ các sông băng trên đảo Xpitbecgen và trên các đảo khác, khi chúng tan thành nước thì các vụn đá chìm xuống đáy đại dương. Dòng Gơn Strim mang theo những rong tảo và phù sinh vật, nghĩa là những dạng khác nhau của những sinh vật và thực vật nhỏ bé nổi trôi

trong nước, từ những biển ấm đến những biển lạnh là nơi mà chúng trở thành thức ăn cho cá. Các dòng nhỏ ở ven bờ lồi cuốn dọc theo bờ những trầm tích mịn như cát và bùn do sông đưa xuống biển, và những trầm tích do sóng vỗ tạo nên.

Sự tạo thành các đá trầm tích. Bây giờ hãy xét xem có gì xảy ra đối với những vật liệu trầm tích do sông ngòi đổ ra các hồ, biển và đại dương và do các sóng vỗ xói mòn bờ biển mà sinh ra.

Bùn sông sẽ lắng đọng dần xuống nước yên tĩnh của biển và hồ, các vật liệu thô rơi xuống trước, ở gần ngay cửa sông hay bờ biển, những vật liệu nhỏ và nhẹ hơn rơi xuống chậm hơn, ở cách xa bờ hơn. Trong một hồ rộng, các hạt mịn nhất chỉ đọng lại ở giữa hồ, trong khi đó thì ở biển chúng bị các dòng nước kéo đi xa bờ đến hàng chục, hàng trăm kilômet. Và ở đâu đâu, thứ trầm tích này cũng đều lắng đọng ở đáy biển, từng hạt một, ngày nọ sang ngày kia, năm này sang năm khác, cứ thế kéo dài hàng trăm, hàng nghìn năm.

Vật liệu trầm tích này tích tụ thành lớp ở đáy hồ hay biển; các vật liệu thô hơn như các hạt cát thì lắng đọng gần bờ, các hạt cát tạo nên những lớp cát; xa hơn nữa, ở ngoài khơi, những vật liệu nhỏ hơn sẽ tạo thành những lớp sét thuộc nhiều loại: những lớp sét cát tích tụ gần chỗ lắng đọng của các hạt cát, ở đó các hạt cát mịn nhất lắng đọng cùng với các hạt bùn sét, còn những lớp sét nguyên thì hình thành ở xa hơn. Các hạt đá vôi và mica thường cùng trộn lẫn với cát và sét. Các trầm tích mới lắng đọng thì có trạng thái nửa lỏng vì còn bão hòa nước. Chúng ta gặp thứ trầm tích này trong khi đi tắm, khi chân chúng ta chạm vào bùn ở đáy.

Nhưng cùng với thời gian, do sự chống chọi lên nhau giữa các lớp trầm tích, các lớp trở thành rắn hơn, nước bị ép thoát ra, các hạt bị ép chặt, và nếu chúng ta lấy trầm tích ở một vài thước sâu dưới mặt đáy thì nó sẽ không còn có tính nửa lỏng hoặc chảy thoát qua ngón tay ta, mà nó sẽ cứng rắn hơn, tuy vẫn còn là đá mềm. Dần dần, ở những độ sâu lớn hơn, các trầm tích đó càng trở nên rắn hơn. Dưới sức ép của những lớp nằm trên và do có nước chứa các dung dịch của nhiều chất liệu khác nhau (vôi, silic và sắt), các hạt bị gắn kết lại với nhau bằng những chất liệu đó. Bằng cách đó đã sinh ra những loại đá tương đối cứng như *s a t h a c h* nguyên chất, *s a t h a c h* lẫn sét hay lẫn vôi hình thành từ cát mà ra, *s é t p h i ê n* và *p h i ê n t h a c h s é t*, từ sét sinh ra; *đ á m a c n ô* sẽ sinh ra nếu bùn vôi cùng trầm đọng với sét, còn khi bùn vôi là phần chủ yếu thì sẽ có *đ á vôi lẫn sét*.

Thực là nhầm nếu nghĩ rằng ở đáy biển và hồ hoàn toàn không có đời sống. Chúng ta thấy có những loại tảo, bọt biển, huệ biển và trong các biển ấm còn thấy có cả san hô và các loại động vật nhuyễn thể sống ở đáy biển thường tạo thành quần thể lan tràn trên những diện tích rộng lớn hoặc nhiều hoặc ít; ở đây cũng thấy những loại giun, những sao biển và cầu gai. Những di tích của các loại thực vật, vỏ sò ốc, và những phần cứng của động vật đều bị chôn vùi trong trầm tích một cách riêng biệt hoặc thành lớp, làm cho thành phần các đá có thêm tính chất đa dạng. Trong



H. 39 Huệ biển *Acanthocrinus rex*.
Mẫu được bảo tồn hoàn toàn, rất
hiếm có. Tìm thấy trong điệp thạch
Đevon ở núi Hunrue

các biển xừ nóng, san hô nảy nở thành những quần thể khổng lồ, tạo nên những đá ngầm san hô. Sóng vỗ xói mòn những phần đã chết của các đá ngầm san hô và biến những vật liệu của san hô thành cát vôi, rồi để chúng lắng đọng xuống đáy biển. Trong sa thạch, phiến thạch sét, trong đá vôi và đá macnô hình thành từ vật liệu trầm tích, chúng ta hay gặp san hô, vỏ sò ốc, sao biển, cầu gai và ngay cả toàn bộ những lớp do di tích của chúng tạo nên (h. 39).

Một số rong lầy được vôi trong nước biển và để nó trầm đọng lại trong các thân, nhánh của chúng. Có những lớp mà toàn bộ gồm một thứ đá vôi đặc biệt do những di tích của các thứ cây đó tạo nên. Ở biển cũng thấy sòng những thực vật phù du gọi là tảo cát hay diatômê, có vỏ bằng chất ôxyt silic do chúng lấy từ trong nước mà tạo thành. Sau nữa, trong biển có một số động vật nhỏ bé như trùng tia có bộ xương bằng ôxyt silic và những trùng lỗ có vỏ bằng chất vôi. Những thực vật và động vật đó đều đầy rẫy trong các biển, cùng với nhiều loại trích trùng, sứa, những loại nhuyễn thể trong suốt và những loại giáp xác và các ấu trùng của nhiều động vật ở biển gọi là phù sinh vật, chúng tạo thành quần xã những sinh vật sống nhưng nhúc trong các biển và dùng làm thức ăn cho cá và cho nhiều động vật khác ở biển. Khi các sinh vật đó chết thì xác và vỏ của chúng chìm xuống đáy và trộn lẫn với những trầm tích vô cơ, và ở những chỗ sâu hơn là nơi mà các vật liệu vô cơ không trầm đọng lại được vì cách quá xa bờ, thì những bộ xương và vỏ này sẽ tạo thành những trầm tích bùn đặc biệt — chủ yếu là bùn ôxyt silic (bùn tảo cát và bùn trùng tia),

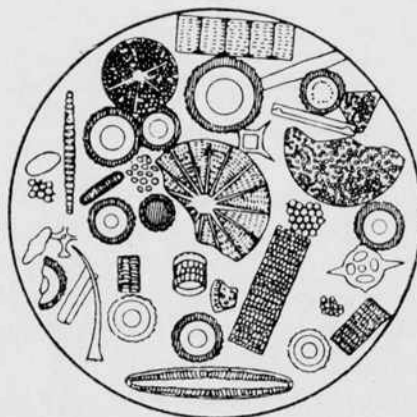
hay bùn vôi (bùn trùng lỗ) — mà sau này qua một thời gian dài sẽ trở thành những đá cứng gọi là tripôli (diatômít, đất trich trùng), phiến thạch silic và đá phấn trắng. Loại sau cùng mà người đọc rất quen biết, chính nó gồm những vỏ của trùng lỗ lẫn với xác của tảo cát và trùng tia. Điều này có thể nhìn thấy rõ qua kính hiển vi (h. 40).

Các đá nêu trên hình thành ở dưới đáy biển và hồ từ những vật chất vô cơ và hữu cơ đều được gọi là đá trầm tích, vì chúng được tích đọng ở dưới nước. Sa thạch, cát, sỏi và cuội kết (gồm những cuội, đá tảng vôi với số lượng khác nhau, nằm trong cát, vôi hay sét, tức là trong những trầm tích mịn hơn gọi là xi măng do nó gắn kết các hạt thô hơn lại với nhau) và cả những loại bùn và sét khác nhau, và những loại phiến thạch do chúng tạo nên cũng còn gọi là đá hạt vụn, vì chúng đều do những mảnh vụn đá bị nước chảy hay nước tù xói mòn mà sinh ra.

Thuộc về đá trầm tích còn có những lớp thạch cao, tức là canxi sunfat, và những muối mỏ, tức là natri clorua và nhiều muối khác đã từ những dung dịch lắng đọng xuống đáy biển, đáy vũng hay vụng và đáy các hồ mặn, nếu như dung dịch đó chứa lượng muối đầy đủ để cho một phần bị kết tủa một khi nước đã bốc hơi. Thứ muối này thường tạo thành những lớp xen kẽ với nhau và với các lớp cát, sét và bùn.

Các tầng vữa và sự phân tầng. Các vật liệu trầm tích không lắng đọng trong nước một cách liên tục, hơn thế nữa, chất và lượng của chúng cũng có thể thay đổi. Khi nước sông dâng và dòng nước chảy mạnh hơn thì chúng sẽ đưa ra biển và hồ những vật liệu trầm tích thô hơn như cát và sỏi, còn các sông miền núi đưa xuống ngay cả những hòn cuội và những đá tảng. Khi nước sông hạ thấp thì không có trầm tích nào hoặc chỉ có những vật liệu trầm tích rất mịn. Do đó, ta thấy tại sao các đá trầm tích bao giờ cũng tích đọng ở đáy bốn nước dưới dạng những lớp có độ dày, chất lượng và màu sắc khác nhau. Mỗi lớp là kết quả của một quá trình lắng đọng liên tục của cùng một loại trầm tích trong một thời kỳ nhất định, và nó phân cách với những lớp trên và dưới bởi một bề mặt bằng phẳng tương ứng với khoảng thời gian ngừng trầm tích và gọi là mặt phân lớp hay mặt phân tầng.

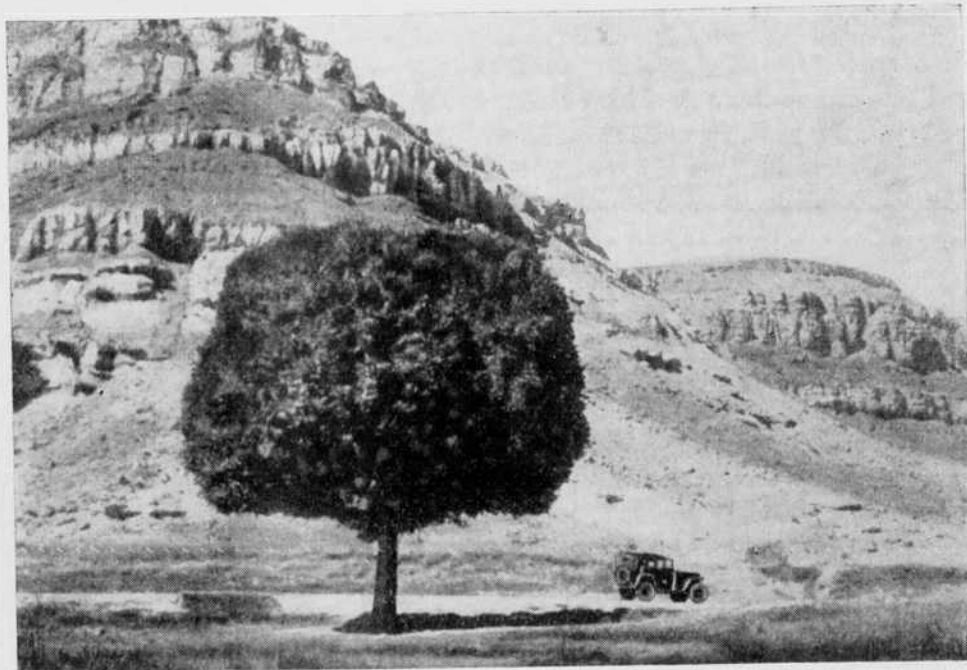
Sự phân tầng được thấy dễ dàng ở những chỗ đá trầm tích nằm thành vách



H. 40 Quán hệ thực vật và động vật rất nhỏ trong các đá trầm tích (nhìn qua kính hiển vi)

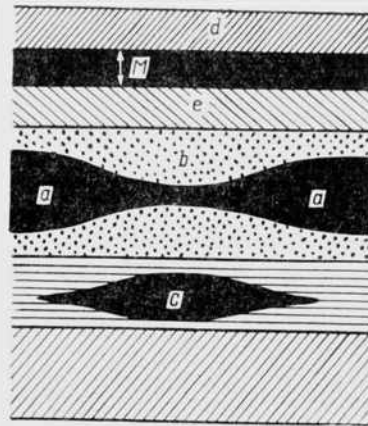
đứng (h. 41). Chúng ta thấy những lớp tựa như những thếp bìa dày hay những tấm ván. Vách đứng có thể hoàn toàn gồm những lớp mỏng hoặc những lớp dày và đôi khi gồm cả hai loại. Các lớp dày cũng còn gọi địa tầng hay là vỉa và khoảng cách ngăn nhất giữa hai mặt phân lớp phân biệt rõ lớp nằm trên và lớp nằm dưới thì gọi là bề dày của lớp (*M* trên h. 42).

Bề dày của một vài lớp vẫn giữ nguyên trên những khoảng dài trong khi đó thì bề dày của những lớp khác có thể biến đổi luôn, lớp có thể dày thêm (*a* trên h. 42), hoặc mỏng hơn (*b* trên h. 42). Một vỉa có thể thu mỏng nhanh chóng ở hai đầu và cùng biến mất khi hai mặt phân lớp ở trên và dưới tiếp xúc với nhau. Thứ vỉa như vậy gọi là lớp t h ầ u k í n h và sự biến mất của nó thì gọi là s ự t h ó t n h ọ n hay sự v á t m ó n g (*c* trên h. 42). Lớp nằm trực tiếp trên lớp ta đang nói đến, thí dụ là một lớp thạch cao hay than, thì gọi là m á i, còn vỉa nằm dưới thì gọi là l ó p s à n (*d* và *e* trên h. 42). Các đá ở chỗ vách đứng ở trên sườn thung lũng và ở bờ mà không bị đất vụn bờ che phủ trên một khoảng rộng nào đó thì gọi là c h ỗ l ộ (h. 43 và 44). Các vách đứng ở bờ, các tầng đá và thường thường các sườn núi dốc đều là những chỗ lộ liên tục hoặc nhiều hoặc ít.



H. 41 Chỗ lộ đá vôi kỷ Đệ tam trong miền Đông Bắc Fecgana

Hóa thạch. Như chúng ta đã rõ, hóa thạch đều là những di tích của động vật và thực vật. Người ta thường gặp chúng trong các lớp đá trầm tích; chúng cũng có thể dự phần trong sự tạo thành những đá đỏ, hoặc hãn hữu bị chôn vùi trong cát và bùn đọng ở đáy của bồn. Hóa thạch là những di tích của những phần cứng của các cơ thể như vỏ của các loại nhuyễn thể, xác của giáp xác và rùa, xương của động vật có xương sống, thân cây và cành cây. Vết hằn của những bộ phận mềm như lá, cành, cánh sâu bọ và đôi khi gặp cả thân của sứa ở trong đá. Các di tích đó được gọi là h ó a t h ạ c h và chúng rất quan trọng đối với việc xác định tuổi của đá chỗ lộ ấy và những điều kiện hình thành của đá trong biển, hồ và trên lục địa. Chúng ta sẽ bàn tỷ mỉ hơn về chúng ở chương X, còn ở đây chỉ cần nhớ rằng: thường hay gặp hóa thạch trong các chỗ lộ của đá trầm tích (h. 39 và 40).



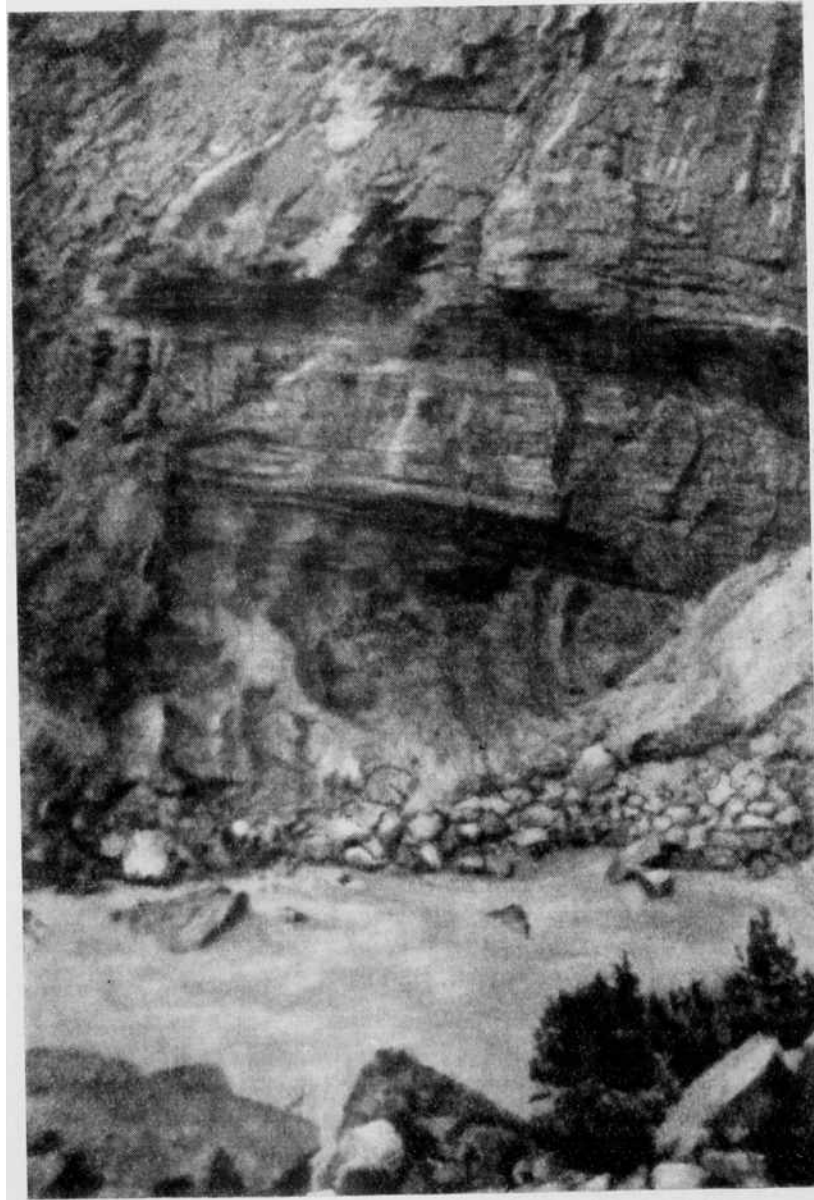
H. 42 Lát cắt một lớp đá trầm tích:

a — chỗ phình của địa tầng; *b* — chỗ thót của địa tầng; *c* — thấu kính; *d* — mái địa tầng; *e* — nền địa tầng; *M* — bề dày của địa tầng

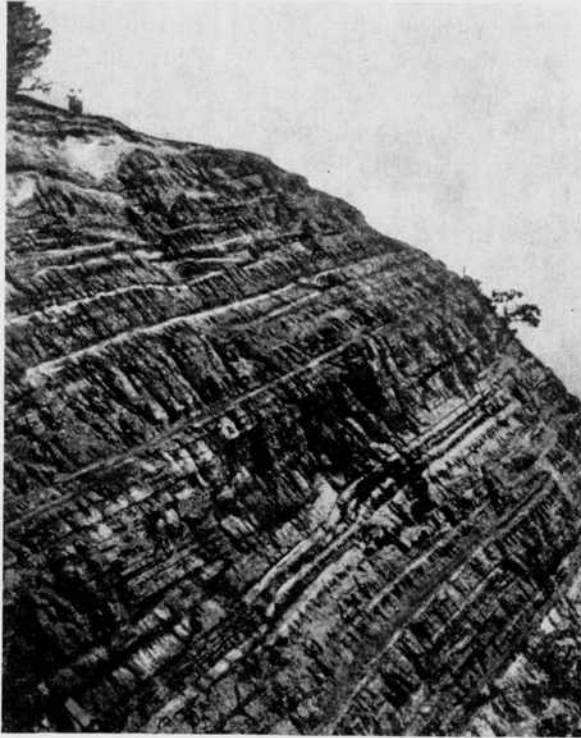
Cửa tam giác, vụng và vũng cửa sông. Ở chương I chúng ta đã biết về sự thành tạo những tam giác châu ở biển và hồ do sông ngòi sinh ra như thế nào. Nhưng tam giác châu trên mặt nước chỉ có thể xuất hiện khi nào lục địa không hạ thấp hoặc không hạ thấp vào thời gian gần đây, nếu không thì tam giác châu sẽ không lộ ra ngoài, mà sẽ nằm ngấm dưới nước. Nếu lục địa hạ thấp vào thời gian gần đây, thì sông thường có miệng hẹp hình phễu gọi là c ú r a t a m g i á c. Nếu các bạn để ý nhìn trên bản đồ Liên-xô thì các bạn sẽ thấy những cửa tam giác đó ở cửa các sông Ôbi, Tazơ và Yênixêi ở Tây Xibêri.

Các sông ngòi từ miền Nam chảy vào Hắc-hải, như sông Đonhiệp, Đoniet, Buc và một số sông nhỏ khác dường như cũng có cửa tam giác, nhưng thực ra đó là những v ù n g c ú r a s ô n g khác với cửa tam giác ở chỗ có những doi đất ngăn cách chúng với biển, vì sau khi đất liền bị sụt lún và sinh ra cửa sông hình phễu, thì nó lại dâng lên làm cho sông chưa có đủ thời gian cần thiết để tạo nên tam giác châu, thì hoạt động của sóng vỗ bờ đã tạo nên các doi cát ở chỗ cửa vũng nông do cửa tam giác hình phễu trở thành.

Vụng. Như đã nói ở trên, các vụng là những thứ vũng nhỏ hoặc to tách biệt với biển bởi những d o i c á t hay đê bờ. Doi cát có thể hoặc liên tục làm cách



H. 43 Sự phân tầng không khớp đều của các lớp đá vôi kỷ Jura thượng trên các lớp điệp thạch kỷ Jura trung. Sông Uruc



H. 44 Chỗ lộ sa thạch kỷ Đệ tam
và điệp thạch sét gần Boczômi,
Côcazo

biệt hoàn toàn vũng cũ, hoặc có thể còn chứa lại một chỗ hồ nổi liền vụng với biển. Vịnh Carabôga ở bờ Đông của biển Caxpiên thực ra chính là một thứ vụng lớn như thế. Sự mất nước do bốc hơi mạnh mẽ, dần dần được bù lại nhờ có nước biển tiến vào qua một khoảng trống trong doi cát. Vịnh Carabôga thực chất là một cái vụng khổng lồ trong đó nước của biển Caxpiên bốc hơi, tạo thành một thứ dung dịch đặc khiến cho muối phải kết tủa. Hồ Xivat hay còn gọi là Biển thời ở bờ Crimê là một mạng lưới những vụng ở biển Azôp, trong đó dung dịch cũng đặc lại và để kết tủa muối. Nhưng cũng có những vụng trong đó muối không kết tủa vì chúng nhận được nước của các sông lớn và đổ nước đó ra biển. Người ta gặp được những loại vụng như vậy ở bờ Nam biển Bantich giữa Godanxơ và Clairêđa, đó là vịnh Vixlinxki và Cuôcxki; một nhánh của sông Vixla và sông Prêgôlia chảy vào vịnh thứ nhất, còn sông Niêman thì chảy vào vịnh thứ hai (h. 45).

Vũng cửa sông cũng có thể biến thành hồ mặn và để muối kết tủa; hãy lấy thí dụ các vũng cửa sông Tiligun, Khajibây và Cuyanit ở gần Ôđetxa nằm ở cửa những ngòi bị khô hạn trong mùa hạ. Các vũng cửa sông này cũng để bùn muối kết tủa và bùn đó được người ta đem dùng trong y học.

Hồ. Cộng thêm với vũng cửa sông và vụng, là những hồ gắn liền với biển, trên Trái đất còn có nhiều loại hồ khác có kích thước và nguồn gốc rất khác nhau. Người ta chia chúng làm hai loại: hồ đập chắn và hồ hồ lõm.

Các hồ thuộc loại thứ nhất hình thành khi một thung lũng bị một cái đập bằng các vật liệu này hay là vật liệu khác chặn lại và làm cho nước ứ đọng. Vũng cửa sông và vụng thuộc kiểu hồ này — các doi cát chính là những thứ đập chắn làm chúng mất liên kết với biển. Đập chắn cũng có thể sinh ra do đá lở hay đất trượt, do băng tích hoặc do các dòng dung nham. Hồ móng ngựa cũng thuộc về loại này do hoạt động của sông tạo nên. Theo thường lệ, các hồ đập chắn không rộng lắm (h. 46), tuy rằng vẫn có những ngoại lệ.

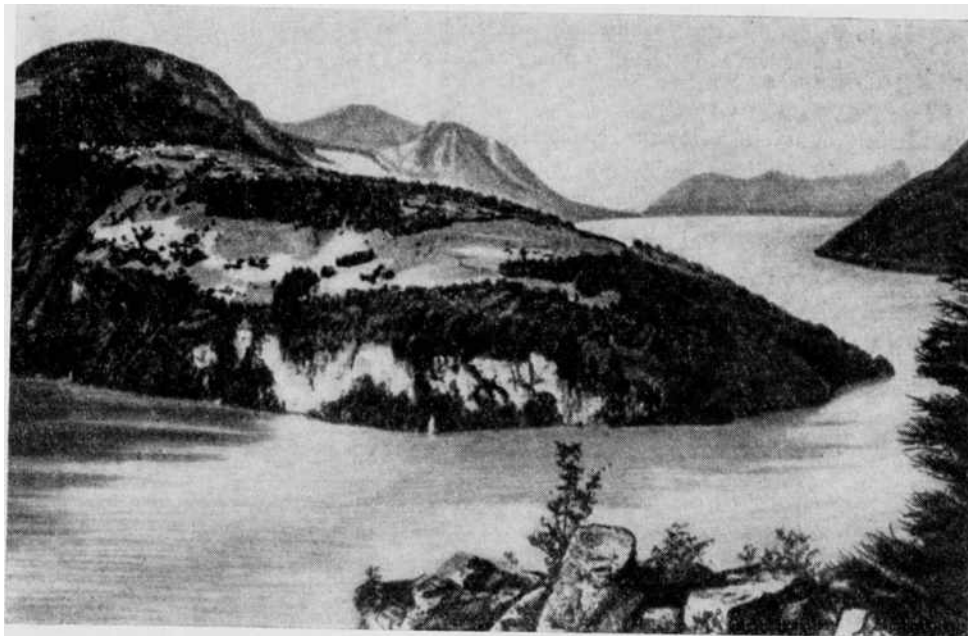


H. 45 Vũng—các vịnh Vixlinxki và Cuôcxki trên bờ biển Bantich giữa Claipeđa và Gođan

Hồ hồ lõm là những nơi mà nước chứa đầy các hồ lõm trên mặt Trái đất do hoạt động của một lực tự nhiên nào đó gây nên. Thường thường các hồ này cũng nhỏ. Chúng có thể do băng hà cày xới lên, hoặc do nước chảy xoáy trong một thung lũng (h. 47), hoặc có thể hình thành do sự sụp đổ hay sụt lún của những lớp trên mặt tạo thành những hồ lõm do bị nước ngầm ở dưới đất hòa tan đá (muối và thạch cao) (h. 48). Các hồ sụt lún đó thường cũng nhỏ. Chúng có nhiều ở miền Kirôp và ở thượng lưu sông Vônga. Các miệng núi lửa tắt, cũng là những hồ lõm



H. 46 Đập đất lở sinh ra hồ Xari Silec ở dãy Trung Thiên-son



H. 47 Hồ Bồn tống. Lòng chảo hồ do băng hà đào ra. Thụy-sỹ



H. 48 Vụng nước ngọt bị thực vật lấn dần ở miền Bắc nước Đức. Ở phía trước hoa súng trắng; ở phía sau hoa súng vàng, xa nữa là lau sậy

kín, thường cũng chứa đầy nước. Các hồ hồ lớn nhất được hình thành do sự sụt lún của những diện tích lớn của vỏ đất trong quá trình tạo núi. Thí dụ: hồ Ixur-Kun ở Cazaxxtan, hồ Baican ở Xibêri, hồ Côxôgôn ở Mông-cổ, hồ Tanganyka và nhiều hồ khác ở châu Phi và Biển chết ở Palêxtin.

Ở Liên-xô có một số hồ là những vụng và vũng cửa sông mới hình thành, một số khác như hồ Entôn và Baxcunsac là những vụng cổ; sau nữa có những hồ sụt và hồ băng tích (ở các dãy núi Antai, Thiên-sơn và Xaian), hồ băng hà (như hồ Têlêxcoê ở Antai), hồ móng ngựa và hồ núi lửa (ở Camsatca).

Một ngành khoa học chuyên nghiên cứu các hiện tượng vật lý của hồ mang tên là hồ học.

III

NƯỚC HOẠT ĐỘNG NHƯ THẾ NÀO Ở DƯỚI ĐẤT

Nước trong đất. Các nguồn. Giếng và giếng phun. Kiarizo. Nguồn nước khoáng. Nước là một dung môi. Phêu. Hồ kara. Địa hình cacxtơ. Sự biến mất và sự xuất hiện của sông. Sự tạo thành hang động. Động vật ở hang. Hang băng. Trầm tích của nước dưới đất. Đá lở và đất trượt.

Không phải tất cả nước do mưa và tuyết rơi xuống mặt đất đều dự phần vào sự xói mòn và trầm tích một cách rõ rệt. Trong một trận mưa ngắn và nhỏ, chúng ta không thấy hình thành những vũng nước hay những rãnh nước chảy ở những trũng nông. Có lẽ chỉ ở thành phố, là nơi mà các đường phố đều lát đá, nên nước không thể thấm xuống đất, thì mới thấy hiện tượng đó. Và không phải là tất cả lượng nước của một trận mưa lớn đều chảy trên mặt cả; một số nào đó thấm vào trong đất; đất càng bờ vụn và mặt đất càng thoải thì nước càng thấm nhiều hơn. Các đồng ruộng cây cây hút nhiều nước hơn các đường sá, đất cát hút mạnh hơn đất sét. Cát hút nước liên tục, trong khi đó thì sét chóng thành lầy, rồi thôi không hút nước nữa và trở thành k h ô n g t h à m n u ớ c.

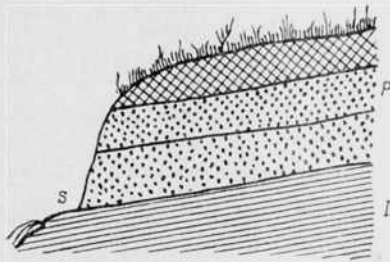
Nước thấm vào đất thì gọi là nước dưới đất hay n u ớ c t r o n g đ à t. Trong đất thấm được nước, nước thấm dần dần qua các hạt đất, chảy mãi xuống thấp cho đến khi gặp một lớp đất sét hay một thứ đá cứng không nứt nẻ, dền đó dừng và tích lại. Đá bão hòa nước thì gọi là t ấ n g c h ú a n u ớ c, và nó có thể nằm ở những độ sâu khác nhau — từ nửa thước ở nơi nào đó trong thung lũng cho đến hàng chục và thậm chí đến hàng trăm thước sâu. Trong các đầm lầy là nơi mà sét không thấm nước nằm sát gần mặt đất, nước tập trung trong những hồ lồi giữa những mô đất. Ở đó tầng chứa nước nằm ngay sát gần mặt đất.

Nước thấm vào đất không phải chỉ từ trên mặt xuống như nước mưa và nước tuyết tan. Một phần của nước chảy trong sông ngòi cũng thấm xuống lòng sông và sang hai bên bờ, và thậm chí còn dâng cao đôi chút lên trên mực nước sông dưới tác dụng m a o d ẫ n, do sức căng mặt ngoài của lớp nước bên trên làm cho các hạt đất bị tẩm nước.

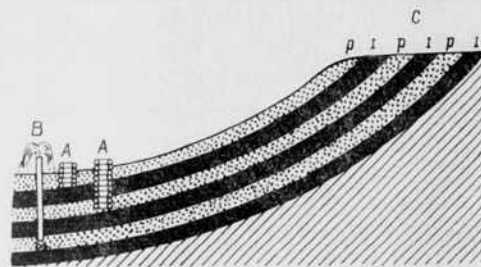
Hiện tượng mao dẫn có thể nhận thấy dễ dàng. Nếu các bạn cầm một miếng đường hoặc là một mảnh giấy lọc, rồi nhúng một đầu vào nước, các bạn sẽ thấy là toàn bộ miếng đường sẽ chóng bị thấm nước trong khi đó thì miếng giấy lọc chỉ thấm nước đến một mức cao nhất định. Nước khi tẩm ướt các hạt đường và các hạt nhỏ

của tờ giấy, dâng cao trong những khoảng trống ở giữa chúng. Do đó chúng ta thấy tại sao ở đáy thung lũng xa con sông một khoảng cách, lại có thể gặp nước trong đất ở một mực cao hơn ở trong sông.

Nguồn và giếng. Nếu trên lớp không thấm được nước có một tầng chứa nước, mà lớp đó lại nghiêng về một phía nào đó, thì nước trong đất sẽ chảy chậm theo phía ấy. Chúng ta hãy giả thiết rằng lớp này lộ ra ngoài mặt, trên sườn một nương



H. 49 Nguồn nước tầng:
p — lớp thấm nước; *i* — lớp không thấm nước; *s* — nguồn



H. 50 Giếng có độ sâu khác nhau:
A — giếng thường; *B* — giếng phun; *C* — đới cung cấp nước; *p* — lớp thấm nước; *i* — lớp không thấm nước

xói (h. 49). Lúc đó nước sẽ chảy theo lớp đất và cũng lộ ra ngoài mặt. Chỗ lộ đó gọi là *n g u ồ n* và nước của nó sẽ có nhiều hoặc không đáng kể, tùy theo diện tích của tầng chứa nước và sự đối dào nước của tầng đó.

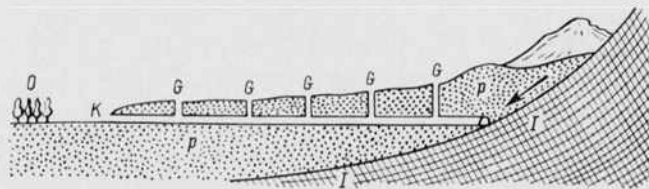
Nhưng nước trong đất cũng có thể gặp được ở một vùng đồng bằng, miễn là chúng ta đào qua lớp thấm được để đạt tới tầng chứa nước. Việc đó được tiến hành bằng cách đào *g i ề n g*. Tuy nhiên, cũng phải thận trọng không được đào xuyên qua lớp không thấm nước nằm dưới tầng chứa nước, nếu không thì nước sẽ chảy thoát hết xuống những lớp thấm nước và như vậy thì giếng vẫn khô. Vách giếng cần được củng cố bằng những tấm gỗ hoặc những ống bê-tông để tránh không bị lở đất. Nước sẽ thấm vào từ mọi phía của tầng chứa nước và tụ tập trong giếng. Sự đối dào của nước phụ thuộc vào bề dày của tầng chứa nước và mức độ bão hòa nước. Một số giếng bị khô cạn rất nhanh và phải mất một thời gian mới thấy nước tích lại như trước; điều đó chứng tỏ rằng người ta đã đào phải một tầng chứa nước nghèo.

Thường khi không phải chỉ có một, mà có nhiều tầng chứa nước; ở bên dưới lớp không thấm nước đầu tiên, còn có thể có những lớp thấm nước khác, theo đó nước có thể thấm tới lớp không thấm nước tiếp theo, v.v... Như vậy, nếu tầng chứa nước bên trên có ít nước, người ta có thể đào giếng sâu xuống tầng tiếp theo. Khi

nước nằm ở sâu, người ta đào những giếng phun, tức là những lỗ khoan hình ống đào xuống đất và củng cố bằng ống gang (h. 50). Một ống bơm tay được đưa xuống trong cái ống đó để bơm nước lên trên mặt.

Ở một số giếng phun, nước tự dâng lên cao hoặc thậm chí trào lên, phun lên trên mặt. Hiện tượng này xảy ra khi địa phương là một vùng trũng phẳng, và tầng chứa nước mà người ta đào giếng tới lại gặp bề mặt ở một chỗ cao gần quanh nào đó, là nơi mà nước mưa và nước tuyết thấm xuống qua những lớp thấm nước. Sự chênh lệch về độ cao giữa diện thu nhận nước và địa điểm đào giếng đã tạo nên một sức ép khiến cho nước phải dâng lên, và khi có sự chênh lệch khá lớn, thì nước có thể phun ra ngoài (h. 50).

Một phương pháp độc đáo để lấy nước ngầm nhằm mục đích dẫn nước tưới ruộng, là đào một hang gọi là kiariz mà người ta thường gặp ở vùng Azêbai-zan, Trung Á, Trung-quốc và Iran, là những miền có khí hậu nóng và khô hạn, mưa hiếm và hầu như không có tuyết. Nước của các ngòi và sông chảy từ sườn núi xuống đều biến đi nhanh chóng, do bị thấm xuống những lớp đất gồm sỏi vụn và cát ở những đồi trước núi. Nông dân thường đào dẫn một hang *k* (h. 51), bắt đầu ở xa từ mặt ruộng thấp của chân đồi, rồi cứ vừa đào sâu dần cho tới các trầm tích, vừa giữ một độ dốc nhỏ cần thiết để cho nước chảy. Để tiện làm việc dọc hang người ta đào các giếng *g* cách đều nhau để đưa đất dưới hang lên. Giếng cuối cùng, ở gần



H. 51 Lát cắt một giếng kiariz:

i — lớp không thấm nước; *p* — lớp chứa nước và thấm nước;
g — giếng; *k* — miệng kiariz; *o* — ốc đảo; mũi tên chỉ rõ
 hướng thấm nước của sông, xuất phát từ các núi

các đồi, dụng phải tầng chứa nước *p* được cung cấp bằng nước thấm từ sông xuống. Nước này sẽ chảy theo đáy hang tới đồng ruộng, vườn cây và vườn rau. Đào những kiariz như vậy trong đất bờ vụn là một việc nguy hiểm và công phu, vì chúng thường sụp đổ, củng cố được trần và vách hang phải tiêu rất nhiều tiền, nên chúng vẫn không được củng cố.

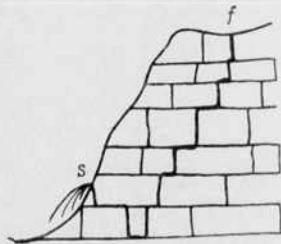
Không phải mọi nguồn nước đều giống nhau. Kiểu nguồn vẽ ở hình 49 là loại thông thường nhất và gọi là nguồn vỉa. Trong những trường hợp khác, lớp

không thấm được nước nằm dưới dạng một vũng trũng phẳng, và nguồn nước chảy ra ở điểm thấp nhất của lớp tại chỗ nó lộ ra ngoài mặt (h. 52); loại này được gọi là nguồn trũng. Trong đá rần và vũng chãi, nước dưới đất chủ yếu thấm qua các khe nứt để chui xuống sâu. Các khe của tầng chứa nước có thể lộ lên trên mặt ở những sườn đồi hay thung lũng và nước sẽ theo đó mà chảy ra ngoài. Kiểu này gọi là nguồn khe nứt (h. 53).

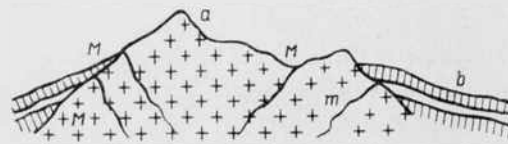


H. 52 Nguồn vùng lòng chảo:
p — lớp thấm nước; *i* — lớp không thấm nước; *s* — nguồn ở sườn thung lũng

Những người, mà cả đến những súc vật dễ tính như lạc đà cũng không chịu uống. Người ta thường hay gặp những loại giếng và nguồn như vậy ở các vùng sa mạc và nửa sa mạc, như ở Xahara, ở Arabi ở Gôbi và ở Liên-xô như vùng thảo nguyên Caxpien ở Tuyêcmêni. Ở những miền đó, khí hậu khô hạn, mưa ít, và các lớp ngoài mặt để cho nước thấm qua thường giàu muối, đặc biệt là ở những địa điểm trước đây không lâu đã có biển và đã để lại các trầm tích bão hòa muối.



H. 53 Nguồn khe nứt đi lên:
f — miệng trên khe nứt; *s* — chỗ nước chảy ra



H. 54 Nguồn nước khoáng đi lên theo khe nứt (*M*) và đá trầm tích (*b*) trên sườn Núi Sắt (*a*)

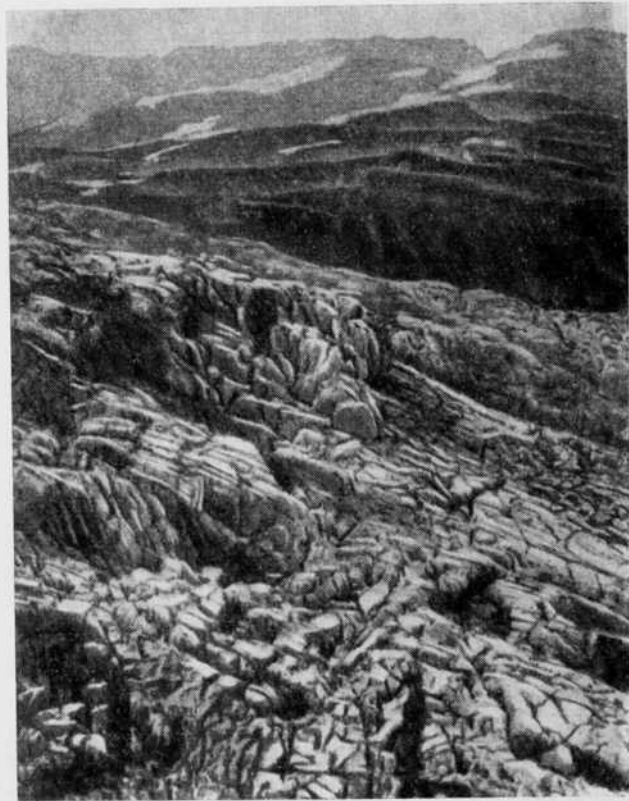
Nguồn nước khoáng. Ngoài thứ nước chỉ hơi mặn mà người ta gặp ở những vùng có khí hậu khô, ở nhiều nơi khác còn thấy những nguồn gọi là nguồn nước khoáng chứa ít nhiều muối các loại và hơi. Sự có mặt của hơi thấy rất rõ qua những bọt sủi lên trên mặt nước. Còn có thể thấy chúng rõ hơn trong

một cốc chứa loại nước đó. Những thứ nước khoáng đó có vẻ hoặc sạch, hoàn toàn trong suốt, hoặc hơi vàng, hoặc vẩn đục, hoặc có thể có màu trắng sữa. Lượng và chất của những loại muối trong thứ nước đó rất khác nhau. Ở Liên-xô nhân dân rất ưa dùng nước khoáng Boczômi và Naczan. Những thứ nước này chứa những lượng nhỏ muối và khí cacbonic khiến cho vị của chúng dễ uống và chúng có tính chất giải khát. Nhưng có thứ nước khoáng khác như nước Batalinxơ thì uống không thú vị gì, vì vị mặn đắng của nó, hoặc có mùi trứng thối, do nó chứa thứ khí thối sunfua hydrô, hoặc có vị tanh gỉ và chứa sắt. Những loại nước này chỉ nên dùng theo sự chỉ dẫn của bác sĩ để chữa một số bệnh nhất định. Dựa theo hàm lượng muối và hơi, các nguồn nước khoáng được xếp thành nguồn cacbonat kiềm, nguồn sắt, nguồn sunfua, nguồn kiềm đất, nguồn muối và các loại khác nữa.

Nước khoáng dùng hoặc là chỉ để uống, hoặc là để uống và tắm như nước Naczan và Boczômi, hoặc là chủ yếu dùng để tắm như nước có lưu huỳnh ở Piatigocxơ, Matxexta, Xkhantubo, nước mặn ở Ruxa Cũ, Xlavianxơ, Uxoliê. Muối ăn cũng có thể lọc từ nguồn mặn.

Thông thường nhiệt độ các nguồn không cao lắm và nó phù hợp với nhiệt độ trung bình hàng năm của địa phương, vì nước thấm chậm qua các lớp trầm nước ở gần ngoài mặt, nên có nhiệt độ như nhiệt độ trung bình hàng năm của các lớp đó. Ở Xibêri là nơi mà nhiệt độ trung bình của nhiều vùng thường thấp hơn số không, nhiệt độ nước nguồn dù rất thấp, nhưng vẫn cao hơn số không chừng 1—2° (nếu không, nước không thể chảy ra ngoài được). Những nguồn khoáng lại thường có nhiệt độ cao và có thể ấm, hoặc nóng, hoặc rất nóng. Thí dụ, nguồn Boczômi, nguồn lưu huỳnh ở Piatigocxơ, nguồn mặn ở Ruxa Cũ và nhiều nguồn khác đều là nguồn nước ấm; nhiệt độ nước của nhiều nguồn khoáng ở Camsatca lại rất cao, gần đạt đến điểm sôi.

Nhiệt độ cao của những nguồn đó cho thấy rằng nước dâng lên từ những độ sâu lớn, từ những tầng của vỏ Trái đất bị nhiệt bên trong nung nóng. Các nguồn này chủ yếu thuộc kiểu khe nứt và đồng thời là những nguồn nước đi lên (h. 54), vì chúng từ dưới sâu dâng lên, trong khi những nguồn nước mát lạnh chủ yếu là những nguồn nước đi xuống, vì chúng chứa nước thấm từ trên mặt đất xuống sâu và chảy xuống theo độ dốc các tầng chứa nước cho đến khi lộ ra ngoài. Nước của các nguồn khoáng, đặc biệt là những nguồn ấm và nóng, còn được gọi là nước sinh, vì chúng có nguồn gốc từ trong lòng Trái đất và lộ ra ngoài mặt lần đầu tiên; thứ nước này sinh ra từ những khối nóng chảy đương nguội ở dưới sâu cho nên mới chứa nhiều chất khoáng. Ngược lại với những nước sơ sinh đó, những nguồn nước lạnh được gọi là nguồn nước hít xuống, vì nước này đã nhiều lần tham gia vào chu trình của nước trên mặt, bị bốc hơi, rơi xuống mặt đất dưới dạng mưa hoặc tuyết, thấm xuống đất, tập trung thành ngòi, sông và biển, và rồi lại bốc hơi. Dĩ nhiên, cũng có những ngoại lệ. Nước



H. 55 Cảnh đồng kara trên đá vôi ở núi Xibecơ. Thụy-sỹ

dưới đất có thể theo những khe nứt ngấm xuống đến những phần rất sâu (cho đến những tầng còn đương nóng), trở thành nóng, và cứ giữ độ nóng đó, lại theo các khe nứt khác mà dâng lên một mức thấp hơn; và trong cuộc du lịch dài đó phần nào lại khoáng hóa thêm. Như vậy tức là có một số nguồn nước khoáng ấm có thể là nguồn khí tượng chứ không phải nguồn sơ sinh. Mặt khác, nước nóng sơ sinh, khi theo những khe nứt đi lên, có thể trộn lẫn với nước khí tượng nên sẽ chứa ít chất khoáng hơn, rồi giảm nhiệt và lộ ra giống như nguồn nước lạnh đi xuống.

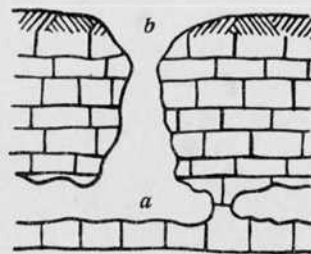
Nước là một dung môi. Ai cũng rõ là nước hòa tan một số chất; một thìa đầy đường, muối hay cacbonat natri đều có thể hòa tan dễ dàng trong một cốc nước dù là lạnh. Trong nước nóng, các chất đó lại càng hòa tan nhanh hơn. Nước mặn của một số nguồn và giếng và nước của tất cả các nguồn nước khoáng cho thấy rằng trong tự nhiên, nước thấm qua đá đều hòa tan những vật chất mà nó gặp ở dọc đường. Nhưng phần đông các đá không dễ hòa tan, dù ngay trong nước nóng, và nước chỉ có thể lấy ra được một phần nhỏ rất không đáng kể. Tuy nhiên, có những

đá như muối, thạch cao và đá vôi lại hoặc ít hoặc nhiều dễ hòa tan, và nước thấm qua chúng sẽ lôi cuốn dần từng phần một làm cho khe nứt mở rộng, qua đó nước chảy dễ dàng và tạo nên những lỗ hổng có kích thước khác nhau. Nước có chứa khí cacbonic, mà nó hấp thụ được một lượng rất nhỏ trong không khí, xói mòn mạnh hơn đối với đá vôi và chất vôi có trong các loại đá khác. Muối mỏ dễ hòa tan trong nước, thạch cao thì khó hơn nhiều, nhưng vẫn còn dễ hơn đá vôi. Tính hòa tan của đá vôi có thể thấy rõ, khi ta leo một cái núi đá vôi đến phần nằm trên đường giới hạn thực vật; ở đây chúng ta thấy lác đác những bề mặt trở trụi nằm nghiêng, nước mưa và nước tuyết chảy theo những bề mặt đó xuống thấp và làm cho lớp đá vôi trước kia nhẵn nhụi, trở thành khác hẳn, không nhận ra được: mặt đá bị khía cắt thành những khe sâu ngoằn ngoèo chạy theo độ dốc và ngăn cách bởi những đường gờ sắc cạnh. Đôi khi các khe đó sâu tới gần nửa thước hoặc hơn nữa và gờ của nó có hình răng cưa. Chúng được tạo thành bởi nước chảy từng tia theo mặt đá xuống và dần dần hòa tan đá vôi. Các dạng xói mòn kỳ dị này mà người ta gọi là *hồ xói mòn*, đôi khi rất phát triển, chiếm cả một diện tích lớn khi rãnh và gờ rất sâu thì rất khó hoặc có khi không thể đi qua lên trên được (h. 55).

Các hồ xói mòn cho chúng ta biết rằng: nước chảy xuống đất qua những khe nứt của đá vôi và đặc biệt qua thạch cao hay muối mỏ, có thể ăn mòn đá và tạo thành lỗ hổng. Nếu lỗ hổng mở rộng và được hình thành gần ngoài mặt đất, thì tầng nằm trên có thể bị sụt do trọng lực, tạo nên những phễu sâu và rộng ở sườn đồi hoặc ở lòng thung lũng (h. 56 và 57), thể hiện rõ hoạt động của nước dưới đất. Ở chỗ mà các phễu đó có nhiều, khu vực ở trên sẽ trở thành rất nguy hiểm đối với các công trình xây dựng nặng và đối với việc đặt đường xe lửa, vì theo thời gian, nhiều phễu nữa sẽ dễ dàng được hình thành dưới các bức tường nhà hoặc dưới đường xe lửa và có thể gây nên tai họa.

Các phễu đó thường trông thấy trong các miền mà đất có các loại đá chứa thạch cao. Thí dụ, đường xe lửa đi xuôi từ cao nguyên Ufa xuống dọc theo thung lũng sông Bêlaia đến thị trấn Ufa. Đường này đặt trên những lớp có chứa thạch cao, nên đòi hỏi phải chăm sóc rất nhiều và sửa chữa thường xuyên. Các kỹ sư đường sắt đã xây dựng con đường này, bắt chập lời báo trước của các nhà địa chất là sườn này rất không bảo đảm vì lớp thạch cao.

Ở những địa phương có khí hậu ẩm, các chỗ sụt đất do sự hình thành những lỗ hổng gây nên, chứa đầy nước và tạo thành những hồ nhỏ kiểu hồ sụt (h. 58) hay thành những đầm lầy. Đôi khi các dòng suối chảy mất biên vào những phễu đó làm



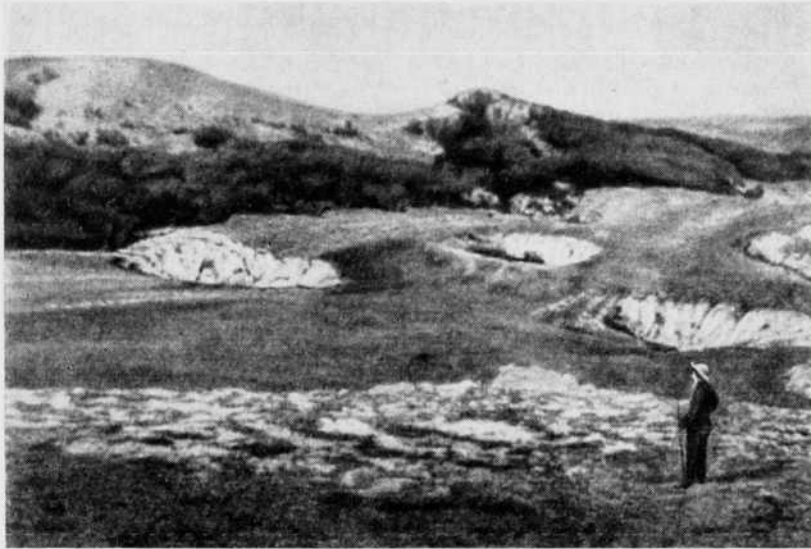
H. 56 Sự tạo thành một phễu trong đá dễ hòa tan: a — hang ngầm; b — phễu

cho lòng suối bị khô cạn; và thỉnh thoảng có những nguồn nước đi lên được nước của chính các con sông mặt tích đó nuôi dưỡng, lại có thể chảy thoát từ trong khe ra.

Địa hình cacxtơ. Trong các miền có khí hậu khô khan hơn, nhất là trong các miền núi gồm chủ yếu là đá vôi, có địa hình gọi là cacxtơ, do hoạt động của nước ngầm sinh ra. Điển hình cho loại địa hình này là có những khe, chỗ sụp đổ, thung lũng mù, suối cạn, sông ngầm, thường không có rừng cây và sự thưa thớt của cây cối ở sườn đồi. Đó đều là kết quả của nước mưa chảy xiết qua những khe nứt xuống sâu vào các lỗ hổng ngầm, làm cho đất bị mất nước nuôi dưỡng cây. Tuy vậy, ở vùng lân cận, thật là kỳ lạ, có những thung lũng mù lấy lợi hình thành ở trên địa điểm của những chỗ sụp đổ, nếu mặt lớp đá vôi lại bị phủ bởi một lớp sét còn lại, sau khi phần vôi trong lớp sét bị hòa tan.

Địa hình cacxtơ có ở miền Crimê nhưng nổi bật nhất là trên núi Cacxtơ (ở Nam-tur), là nơi mà người ta lấy tên để đặt chung cho loại địa hình này. Ở những nơi có khí hậu ẩm thấp hơn như trên cao nguyên Ufa, ở vùng chia nước Đovina-Ônêga là những nơi không có núi, thì địa hình cacxtơ lại được tiêu biểu bằng khe, hồ sụt, đang chuyển thành những đầm lầy, bởi những dòng suối biến đi và lại xuất hiện ra ở chính ngay lòng của chúng hay chảy ra từ lỗ của vách đứng. Ở tỉnh Ivanôvô, là nơi có nhiều đá vôi ở ngay gần mặt đất, có nhiều hồ sụt nằm trong các khe của cacxtơ sâu từ 20 đến 65 mét. Sự sụp đổ trong lòng đất hiện nay vẫn thường xảy ra, làm đổ ngay cả nhà cửa. Vào ngày 18 tháng 5 năm 1937, ở làng Glubôcôvaya thuộc quận Xavin, một cái khe bỗng nhiên xuất hiện, rộng 100 mét, sâu 20 mét và chứa đầy nước.

Sự tạo thành hang động. Thường thường hang động được tạo thành do kết quả sự hòa tan đá bởi nước dưới đất. Những vùng có địa hình cacxtơ thường hay có nhiều hang động. Nhưng người ta cũng còn thấy có hang động trên những miền không có cacxtơ, trong các miền có đá vôi và thạch cao, và hiếm hơn thì thấy có cả trong các vùng có các đá khác khó hòa tan hơn. Các dạng hang động thường chứng tỏ rằng chúng được hình thành bởi hoạt động của nước ngầm. Các hang ít khi có một lỗ hổng trong núi, mà thường hay gồm một số lỗ hổng có kích thước khác nhau, giống như các buồng có trần hình vòm cung liên lạc được với nhau bằng những lối thông thấp và hẹp hoặc bằng những hành lang rộng. Hệ thống những lối thông và buồng như vậy có thể cùng trên một mực cao hoặc theo hướng hơi dốc, hoặc xếp theo những mực cao khác nhau, và là một hệ thống khe nứt, qua đó nước ngầm đã chảy xuống và ăn mòn chúng hoặc ít hoặc nhiều tùy theo tính dễ hòa tan của đá. Các suối và sông ngầm cũng vẫn còn tiếp tục chảy trong một số hang, trong khi ở những hang khác lại thấy có những bể nhỏ chứa nước tù nằm ở đáy các độn (h. 59).



H. 57 Phễu trong đá vôi cao nguyên Yaila, gần núi Ai Pêtri



H. 58 Hồ sụt trong cacxtơ ở thượng lưu sông Iut-Cara-Tasơ.
Alatau miền Cuzonet

Cửa hang có thể hẹp hoặc rộng, chúng có thể nằm ở sườn núi hoặc ở sườn thung lũng, ở những độ cao khác nhau, có khi ở chỗ vách đứng và ở ngay mực biển (hang bờ biển). Đi qua cửa hang, nhà du lịch gặp ngay buồng đầu và đôi khi là buồng duy nhất, hoặc anh ta có thể đi theo một lối hẹp và ngoằn ngoèo, có khi đi lên hay đi



H. 59 Lát cắt dọc một hang:
a — trầm tích nền hang; *b* — lối vào;
c — buồng có chuông đá và măng đá

xuống trước khi đến một khoảng rộng đầu tiên. Một số hang có những lối thoát phụ dưới dạng những ống thẳng đứng xuyên qua trần hang. Quy mô của hang rất khác nhau từ một buồng gần ngoài mặt đất, cho đến hàng dãy những buồng liên hệ với nhau một cách rất phức tạp bằng những lối thông. Thí dụ, hang Mamut ở bang Kentucky (nước Mỹ) có tới 200 hành lang, với chiều dài tổng cộng hơn 250 kilômét, tạo thành một hệ thống nhằng nhịt kéo dài tới 16 kilômét theo đường thẳng từ cửa hang cho đến lối ra. «Buồng lớn» của nó cao 30 mét.

Hang Cungua của Liên-xô là một hang được nghiên cứu kỹ nhất, dài 2,5 kilômét. Ở Crimê, Côcazơ, Uran, Antai, miền Ngoại Baican và ở Đông Xaian có nhiều hang. Nhưng phần đông các hang đó chưa được nghiên cứu.

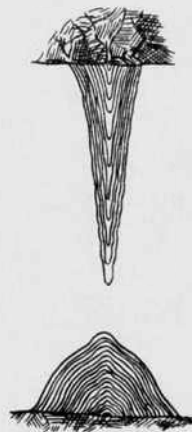
Sàn hang thường chôn đầy những đá vụn rơi từ trên trần xuống và phủ đầy bụi. Đá vụn hoặc nằm liền ngay trên nền đá gốc, hoặc trên một lớp trầm tích do nước đã chảy qua hang để đọng lại, hoặc do bụi bên ngoài đưa vào. Lớp trầm tích này thường chứa xương và nhiều di tích khác của những người và động vật cổ sống trong hang. Các di tích đó gồm các xương các loại thú ăn thịt, tức là những loại thường cư trú trong hang như sư tử, gấu, hổ, báo, sói, chó núi, cáo và những loại ăn cỏ, gặm nhấm và chim, tức là những động vật dùng làm thức ăn cho các loại thú. Còn có những động vật khác ở hang như dơi, cú, cú vọ và bồ câu mà người ta chỉ tìm thấy xương trong những hang gần ngoài mặt. Những người nguyên thủy sống trong các hang động đã để lại xương cốt của họ và xương các động vật mà họ ăn thịt, củi và tro của các đồng lửa do họ đốt, các di tích của những dụng cụ bằng đá, bằng xương và những dụng cụ khác, trên các vách hang còn để lại cả những bức vẽ và những nét ghi khắc của họ (h. 277). Do đó, nhiều hang trở thành những đối tượng khoa học có giá trị trong việc nghiên cứu động vật thời cổ và lịch sử của người nguyên thủy. Nhưng các di tích cần tìm và đào lên một cách có hệ thống dưới sự chỉ huy của những nhà chuyên môn. Việc khai đào vô tổ chức có thể dẫn đến sự phá hoại rất đáng tiếc các tài liệu khoa học có giá trị lớn. Nhiều trầm tích hang động đã bị phá hoại bởi những người sưu tầm kiểu tài tử và những người đi tìm chỗ

giàu của. Ở Liên-xô, chỉ có những nhà khảo cổ chuyên môn mới được phép khai đào các hang.

Ngoài những trầm tích vụn bở, chúng ta còn gặp ở sàn nhiều hang những cầu tạo rắn dưới dạng những giọt đá vôi treo lơ lửng do nước để đọng khi rơi từ trần hang xuống. Thứ nước này chứa chất vôi hòa tan, một phần chất đó tụ đọng lại trong khi các giọt nước còn bám vào trần hang, phần còn lại sẽ đọng sau khi giọt nước đã rơi xuống đất sàn hang; cứ như vậy, từng ít một, những khối treo hình que băng gọi là *chuông đá* sẽ phát triển từ trần hang xuống, và những thứ gọi là *măng đá* dầy hơn và tù hơn, mọc từ sàn hang lên. Nếu những giọt nước rơi từ nhiều chỗ xuống, thì xuất hiện cả những hệ thống các chuông đá và măng đá, dần dần chúng nối vào nhau và tạo thành những cột đá. Những chuông đá và măng đá đó, tùy theo sự phát triển và sự phối hợp của chúng, đều rất ngoạn mục khi ta nhìn chúng dưới ánh sáng nhân tạo, nhưng về mặt khoa học thì lại có ít giá trị (h. 60).

Ánh sáng dội xuống các *hang băng* lại còn đẹp hơn nữa; những hang này có đặc điểm là các chuông và măng bằng nước đá hình thành do nhiệt độ thấp sinh ra cả trong mùa đông cũng như mùa hè, từ nước nhỏ giọt. Ngoài ra, trên các vách và trần, ở những chỗ nước không nhỏ giọt, khí ẩm từ ngoài vào cũng để ngưng đọng hơi nước dưới dạng sương muối, tạo nên những tinh thể nước đá to và đẹp, phản chiếu muôn nghìn tia sáng dưới ánh lửa của bó đuốc hay ngọn đèn.

Ở Liên-xô có những hang băng ở Crimê trên núi Satra-Đac, ở tỉnh Ôrenbua (các hang Ilet và Inđec), và ở Uran (hang Cungua dễ trèo gần thành phố Cungua). Hang Cungua có cả một loạt buồng, mỗi cái mang một tên khác nhau, nối với nhau bằng những lối thông tạo nên một hệ thống nhằng nhịt dài 2,5 kilômet. Phần hang gần lối thoát nhất là một buồng bằng bao bọc bằng một lớp sương muối, (h. 61) và những giọt cheo leo, trong khi đó thì một buồng ở xa hơn, là nơi mà không khí lạnh không xâm nhập tới thì luôn luôn có nhiệt độ cao hơn sô không, lại chứa nhiều hồ nhỏ không bị đóng băng (hồ rộng nhất sâu đến 6 mét và chiếm một diện tích rộng 750 mét vuông). Một sô buồng có những ống thẳng đứng thông ra tới mặt ngoài, nhờ đó mà nhiệt độ của một phần trong hang lại ở dưới sô không, do những luồng gió lạnh và mạnh về mùa đông gây ra. Trong mùa hè, không khí lạnh đáng lẽ thoát khỏi các buồng qua các ống đó, lại thoát ra bằng đường cửa hang, quá trình đó chậm hơn nhiều, cho nên hang không đủ thì giờ trở thành âm. Hang



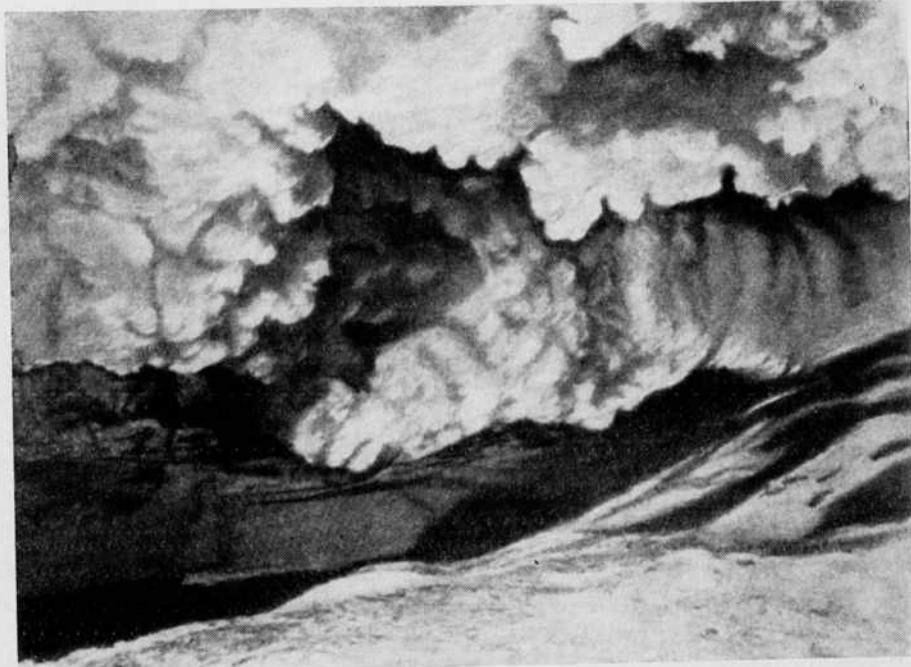
H. 60 Lát cắt một chuông đá và một măng đá

này trước đây do sông Xinva chảy ngầm dưới đất qua những lớp đá thạch cao và đá vôi tạo nên (h. 62).

Người ta gặp được những hang băng ở khắp châu Âu, đặc biệt lý thú là hang Đôpsau ở Hungari có diện tích phủ băng rộng tới 7.171 mét vuông. Toàn bộ thể tích nước đá trong hang là 120.000 mét khối. Có một vài bức vách nước đá cao tới 15 mét.

Trầm tích của nước dưới đất. Ngoài những chuồng đá và măng đá trong các hang, nước dưới đất hoặc thấm hoặc chảy qua các khe nứt của đá còn để đọng lại nhiều chất khoáng khác làm lấp các khe nứt dưới dạng mạch to nhỏ. Các trầm tích này gồm đá vôi dưới dạng canxit, oxyt silic dưới dạng thạch anh và những biến dạng của nó: thạch anh núi, canxêđôn, ôpan, mã não; hiếm hơn thấy có baryt (bary sunfat), fluôrit (canxi fluorua), spat mangan, v.v... Vàng, bạc, đồng, sắt, chì, kẽm và nhiều quặng khoáng khác đều có thể được phân tán trong các mạch, và nếu chúng tập trung khá phong phú thì có thể khai thác được.

Thí nghiệm phân tích nguồn nước khoáng thì thấy rằng các khoáng vật và kim loại nêu trên đều có chứa trong nước dưới đất với hàm lượng nhất định nào đó.



H. 61 «Động Kim Cương» với những tinh thể tuyết ở trên trần hang băng Cungua ở Uran

Trong quá trình tiến lên trên mặt, nước khoáng cũng tạo thành những trầm tích, hoặc gồm có đá vôi dưới dạng tuf vôi hay *travectin*, oxyt silic dưới dạng tuf silic hay còn gọi là *gâyzêrit*, hoặc ôxyt sắt dưới dạng *limônit*. Khi phân tích tuf, người ta thấy nhiều khoáng vật khác với một lượng không đáng kể. Loại nước trong ống mà chúng ta thường cho là ngọt cũng thường để đọng tuf vôi làm tắc dẫn ống. Trong các ống dùng để đưa nước khoáng từ dưới sâu lên mặt đất, để nước không trộn lẫn với nước khác dưới đất và không bị bẩn, nước khoáng cũng lắng đọng các loại khoáng chất khác nhau, nên người ta phải thay luôn những ống đó. Việc lấy nước bằng cách ấy gọi là sự «bắt lượm» nguồn khoáng.

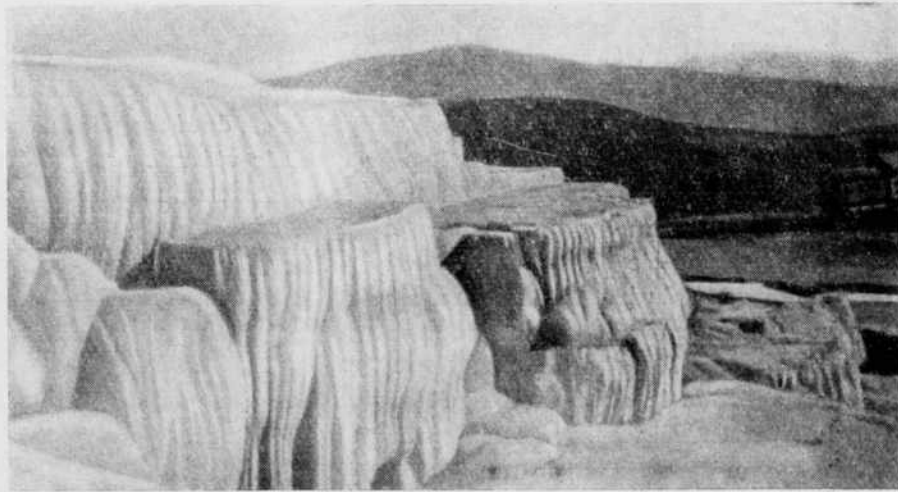
Tuf vôi và tuf silic có khi tạo thành những lớp trầm tích rất rộng có hình dạng bậc thang, với những bồn nước có vài tầng ở trên sườn đồi hay sườn thung lũng, hoặc trên đất bằng ở quanh miệng nguồn nước khoáng (h. 63). Nước rí xuống theo các bậc từ bồn nước nọ sang bồn nước kia, để đọng lại trên mỗi bậc một ít vật liệu nó đã hòa tan. Tuf silic trầm

đọng bởi những nguồn nước nóng, nhất là ở những nguồn phun mà chúng tôi sẽ nói đến sau. Tuf vôi tụ đọng ở những nguồn lạnh và ở một số nguồn nóng như các nguồn ở Caclôvi Vari ở Tiệp-khắc. Nếu ta ngâm một chiếc hoa, ngọn lá hay một cái gậy vào trong một nguồn nước nóng, và vài giờ sau lấy ra thì nó sẽ bị một lớp tuf bao phủ.

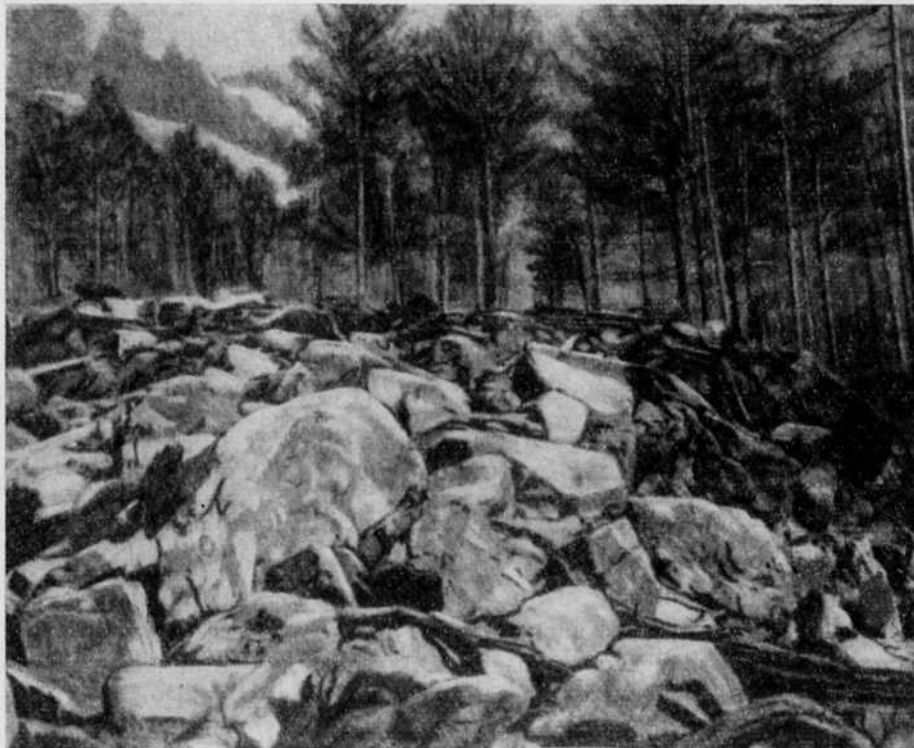
Đá lở và trượt đất. Khi nước dưới đất trào ra ngoài mặt ở một chỗ dốc đứng hoặc ở sườn đồi, nó có thể là nguồn gốc sinh ra hiện tượng đá lở hay trượt đất — loại thứ nhất là một sự chuyển dịch nhanh chóng của những khối đá lớn, loại thứ hai thì xảy ra chậm hơn. Trong khi có hiện tượng đá lở, khối đá tách rời khỏi vách đứng hay sườn đồi rơi xuống, hoặc trượt nhanh theo sườn dốc rồi vỡ thành những tảng, những khối đá vụn chống chọi một cách hỗn độn một phần ở chân đồi và một phần ở ngay trên sườn. Đá lở cũng có thể do nước chảy xói mòn vách đứng, hoặc do sóng vỗ ở biển hay hồ gây nên, hoặc do động đất hay công trình thiếu thận trọng của con người gây ra. Và có khi chúng gây thiệt hại rất lớn, tùy theo địa điểm và khối lượng đá rơi đổ (h. 64).



H. 62 Bình đồ một phần hang băng Cungua cho tới động Hồ (B):
A — lối vào hang; C — Động Hồ Lớn



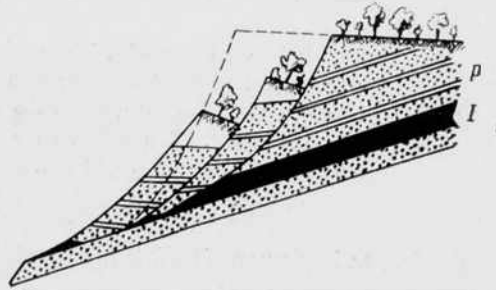
H. 63 «Thềm trắng» — các trầm tích tuf silic của các nguồn nước nóng,
Tân-tây-lân



H. 64 Đá sứt lở của hoa cương trong miền Khamac Đaban, trên bờ Nam hồ Baican

Hiện tượng trượt đất xảy ra trên sườn khi các lớp đá hơi nghiêng về phía sườn dốc, nếu chúng gồm lớp thấm nước (p) và lớp không thấm nước (i); lớp không thấm nước thường là lớp sét mà bề mặt trở nên nhầy khi bị ẩm. Lớp nằm trên sớm muộn thế nào cũng bị tách rời và trượt xuống dưới (h. 65). Chuyển động này có thể do

nhiều nguyên nhân khác nhau gây nên: do một trận động đất, do mưa lớn làm cho nó nặng thêm, do sườn dốc bị xói bởi một dòng sông hay bởi sóng biển, hoặc do sự đào bới cầu thả của con người. Trong đá hình khối, hiện tượng trượt có thể gây ra như trường hợp đá lở dọc theo một khe nứt dọc theo sườn hay vách đứng do nước làm mở rộng thêm dần. Ở Liên-xô, hiện tượng trượt đất gây tai hại lớn cho các bờ sông Vônga, trên bờ biển Hắc-hải ở vùng gần Ôđêxa, ở bờ



H. 65 Lát cắt một chỗ đất trượt:
 p — lớp thấm nước; i — lớp không thấm nước

Nam của bán đảo Crimê, trên bờ Hắc-hải vùng Côcazo giữa Tuapxê và Xukhumí, gây ra những sự tàn phá và người ta đã tốn nhiều tiền để củng cố bờ biển. Dưới đây sẽ mô tả thêm một vài thí dụ về đá lở và trượt đất.

IV

CÁC TÁC NHÂN HỦY HOẠI ĐÁ

Mặt trời và băng giá, không khí và âm thấp, cây cối và động vật hủy hoại đá như thế nào. Đá thối rữa. Sự phong hóa đá. Các dạng địa hình do phong hóa tạo thành. Đá lở và sa khoáng. Tàn tích và sườn tích. Sự thành tạo đất. Đất và khí hậu. Độ phì của đất.

Chúng ta hãy quan sát đá ở ngoài trời tại một nương xói hay trên sườn núi, ở bờ sông hay ở bờ biển.

Thoạt nom tưởng là đá cứng. Nhưng nếu chúng ta quan sát gần hơn, chúng ta sẽ phát hiện thấy chúng bị nứt nẻ chỗ này nhiều chỗ kia ít. Có chỗ chúng bị bờ vụn dưới sức bóp của ngón tay và nếu chúng ta đập một nhát búa vào đó thì cả tảng sẽ rơi vụn thành những mảnh có góc cạnh hay thành hạt cát.

Chúng ta thấy rằng đá có màu gỉ sắt và có những quần thể địa y mọc lan. Và khái niệm của chúng ta về sự cứng rắn của đá cũng bị phần nào thay đổi. Đá cứng rắn dường như đã thối rữa và những đồng mảnh vụn của nó nằm ở dưới chân. Sự biến đổi đó đã làm cho đá bị hủy hoại dần gọi là t á c d ụ n g p h o n g h ó a.

Có những sức gì đã có khả năng phá hủy những loại đá rắn chắc như đá hoa cương, đá quãczit và đá hoa mà người ta thường dùng để xây dựng những công trình lâu bền? Hoặc giả những tính toán đó là không có cơ sở chăng? Đền một mức độ nào thì điều đó đúng. Các nhà cửa, lâu đài chỉ lâu bền so với đời sống ngắn ngủi của con người. Thực ra chúng cũng dần dần bị phá hủy vì chúng cũng chịu ảnh hưởng của những lực tự nhiên phá hoại đó.

Các tác nhân hủy hoại đá. Chúng ta rất quen biết những tác nhân đó vì chúng ta gặp chúng hàng ngày, nhưng thường chúng ta không có một ý niệm nhỏ nào rằng chúng có thể phá hủy đá. Đó là nhiệt và băng giá, mưa và tuyết, nước và gió và cả những cây cối và sinh vật nhỏ bé. Nhưng thử hỏi chúng hoạt động như thế nào?

Vào những ngày nóng, đá bị phơi ra dưới những tia nắng chói và trở thành rất nóng — bạn có thể kiểm tra điều này bằng cách sờ vào một hòn đá như vậy mà xem. Ban đêm chúng lại nguội lạnh. Sự thay đổi nhiệt độ từ nóng sang lạnh và ngược lại, đặc biệt đột ngột vào mùa xuân và mùa thu khi ban ngày trời nóng nhưng ban đêm thường có băng giá.

Khi đá bị đun nóng, thì chúng cũng như các vật thể khác, đều bị giãn nở, và đến khi nguội lạnh, chúng đều co rút thể tích. Các đợt co giãn đó cũng khó nhận



H. 66 Một vách đứng ở bờ sông Cura với cây cối mọc bám vào. Boczômi, Côcazơ

thầy, nhưng nếu cứ thế mà lặp đi lặp lại không phải ngày nọ sang ngày kia mà trong hàng trăm, hàng nghìn năm, thì cuối cùng đá cũng phải suy đổi. Sự gắn kết của các hạt đá ngày càng yếu dần; hạt vụn của đá càng thô thì chúng càng chóng vụn bỏ vì các hạt đó co giãn nhiều hơn các hạt nhỏ. Màu sắc của đá cũng quan trọng: những đá có màu đen hoặc nói chung có màu tối bị sưởi nóng nhiều hơn, và do đó giãn nở nhiều hơn những đá có màu nhạt vì chúng phản chiếu những tia nắng tốt hơn. Các bạn có thể kiểm tra điều này bằng cách đặt một hòn đá đen và một hòn đá trắng gần nhau dưới ánh nắng mặt trời, rồi sau một thời gian sờ vào chúng mà xem.

Màu của các hạt đá cũng quan trọng. Trong những loại đá có hạt màu khác nhau, thí dụ trắng, đỏ và đen, như ở đá hoa cương thông thường, thì sự gắn kết của các hạt bị suy yếu đi nhanh hơn ở đá có hạt với màu đồng nhất, thí dụ toàn màu đen. Đá nhiều màu, có hạt thô, ít chịu đựng được sự thay đổi của nhiệt độ hơn cả.

Sự suy yếu về độ gắn kết của các hạt, cuối cùng làm cho chúng tan rã ra, đá mất tính cứng rắn và vỡ vụn thành nhiều phần nhỏ — đá cứng đã thành cát rời hay đá sỏi vỡ vụn.

Nước cũng giúp đỡ thêm cho hoạt động của nhiệt độ. Trong khi trời mưa, các vách đá đứng trở thành ẩm; đá nhiều lỗ hổng và khe nứt, sẽ hút ẩm nhiều, đá cứng thì hút ít; sau đó chúng lại khô đi. Quá trình tiếp diễn giữa ẩm rồi lại khô cũng có ảnh hưởng tai hại đối với sự gắn kết của hạt đá. Nước đông trong khe nứt và lỗ hổng của đá lại có tác dụng mạnh hơn. Hiện tượng này xảy ra vào mùa thu khi mưa xong lại có băng giá, hay vào mùa xuân khi vào lúc ngày nóng nước tuyết tan thấm vào đá rồi đóng đông vào ban đêm.

Nước nở thể tích, khi đông thành nước đá. Ở phương Bắc, mọi người đều biết rằng nếu chúng ta để một chai chứa đầy nước nút kín, ở ngoài băng giá thì nước đá sẽ làm vỡ chai hoặc bật nút khi nó dâng lên trong cổ chai. Sự giãn nở của nước đóng đông trong khe nứt và lỗ hổng của đá làm chúng mở rộng và khiến cho sự gắn kết của các hạt đá bị suy yếu, vì nước có thể thấm vào những khe nứt nhỏ bé mà mắt ta không nom thấy.

Hơn nữa, nước mưa và nước tuyết tan khi chui vào trong đá thường có hoạt tính hóa học vì chúng mang theo những khí hấp thu được từ khí quyển, như oxy và khí cacbonic. Ôxy là một thứ khí rất hoạt, có trong không khí. Nó duy trì sự cháy của nhiên liệu, gây ra sự oxy hóa của nhiều chất khi hóa hợp với chúng. Khí cacbonic được động vật và cây cối nhả vào trong khí quyển, nó cũng hình thành trong quá trình đốt cháy của than củi trong các nhà ở, trong ngọn lửa, trong các xe hơi máy bay, trong lò đốt của xe lửa, v.v... Như vậy nước, dưới dạng mưa và tuyết rơi trên mặt đá và thấm xuống các khe nứt, bao giờ cũng chứa oxy và khí cacbonic. Thứ nước này có tác dụng đối với đá mạnh hơn loại nước không chứa những thứ khí đó. Nó hòa tan những hạt đá vôi, phân giải những hạt fenspat (có trong nhiều loại đá) biến chúng thành sét; nó phá hủy những mảnh mica đen, những hạt hocblen và quặng sắt từ tính, làm ôxyt hóa sắt và biến chúng thành ôcro.

Cây cối cũng phá hủy đá. Địa y mọc thành quần thể ngay trên những đá rất nhẵn. Gió thổi những bào tử nhỏ bé của chúng vào những khe nhỏ nhất, hoặc chúng dính vào mặt đá trong khi trời mưa, rồi nảy nở và bám chặt, chúng hút của đá những loại muối và nước cần cho sự phát triển của chúng, và cứ như vậy chúng ăn mòn dần mặt ngoài của đá và mở rộng các khe nứt. Những hạt cát mịn và hạt bụi do gió đưa tới hoặc do nước cuốn từ trên sườn cao xuống, sẽ bám dễ dàng hơn vào mặt đá bị ăn mòn và lấp đầy các khe nứt bị mở rộng. Các hạt cát và bụi đó tích lũy dần thành một thứ đất cần thiết cho đời sống của những cây cao đẳng hơn như cỏ và cây hoa. Hạt của những thứ cây này cũng được gió đưa tới. Chúng rơi vào khe nứt và nằm trong lớp bụi giữa những đám địa y bám trên đá rồi nảy mầm. Các thân cỏ và thân cây có hoa nảy nở và chẳng bao lâu che lấp cả địa y. Những cây cỏ đó có rễ dài và bền, mọc sâu xuống những khe nứt và ăn mòn mặt ngoài của đá. Các khe nứt mở rộng lại tích lũy thêm cát và mùn của cỏ và rễ cây chết thối, và giờ đây địa điểm đã sẵn sàng để chờ đón những cây bụi và cây to mà hạt cũng lại được gió,

dòng nước hay sâu bọ đưa tới. Rễ của chúng sống dai và to sẽ chui vào các khe nứt, nở to thêm trong quá trình tăng lớn và chúng sẽ hoạt động như những cái chèn làm cho khe nứt ngày càng mở rộng thêm.

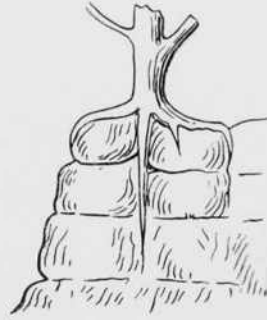
Người ta thường hay thấy những cây bụi và cây lớn mọc từ các khe nứt trên những sườn dốc của những vách đá trơ trụi, và chúng ta thường lấy làm lạ tại sao chúng lại mọc và bám ở đây được (h. 66). Các rễ của những cây bụi và cây lớn chui sâu vào trong các khe nứt đã mở rộng đến nỗi các bạn có thể đưa cả bàn tay vào trong. Chúng ta thấy những rễ cây bọc quanh những tảng đá lớn mà chúng đã tách khỏi vách đá rồi (h. 67).

Tất cả mọi thứ cây còn có tác dụng phá hoại đá do khí cacbonic mà chúng nhả ra; khi hòa tan trong nước mưa và nước tuyết tan, khí này tạo ra axit cacbonic làm tăng tác dụng ăn mòn đá của nước như đã nói ở trên. Sau nữa, các bộ phận chết thối của cây có như cành, lá, rễ, sẽ bị rửa và tạo thành những axit khác cũng tích lũy trong nước và có tác dụng ăn mòn hạt đá.

Như vậy, cứ ít một, ngày nọ sang ngày kia, năm này sang năm khác, qua các thế kỷ, các lực không đáng kể đó vẫn tiếp tục tác động, phá hủy đá làm cho nó bị phong hóa. Chúng ta không thể trông thấy chúng hoạt động như thế nào, nhưng kết quả của hoạt động của chúng được thấy rõ ở khắp nơi; những khối đá rần liên tục, lúc đầu chỉ có ít khe nứt bé nhỏ ở trên mặt do nhiệt độ thay đổi hoặc do quá trình uốn nếp (mà sau này sẽ nói rõ hơn) sinh ra, nhưng dưới quá trình phong hóa đều bị phá hủy hoặc nhiều hoặc ít, các khe nứt ban đầu mở rộng và số lượng của chúng tăng lên, những mảnh vụn nhỏ và lớn rơi từ những góc và rìa rồi tích lũy ở dưới chân hoặc lăn xuống dưới sườn, tạo thành những đồng đá lở. Mặt ngoài nhẵn nhụi của đá trở thành xù xì và nham nhở, địa y bám vào một vài chỗ, những gờ rãnh xuất hiện ở một vài chỗ khác và bất cứ ở đâu chúng ta thấy những đốm sắc đen hay gì.

Thường đá cứng bị nứt nẻ hoặc vỡ vụn bởi những khe nứt nhỏ, mắt thường không trông thấy được, và tay không có thể gỡ ra từng mảnh, còn lấy búa đập thì nó dễ dàng trở thành đá dăm hoặc đá sỏi vỡ vụn.

Các lực đó — nhiệt và băng giá, sương và nước tuyết tan, nước thấm vào trong đá và cây cối, thực ra không phải chỉ hoạt động riêng biệt mà còn giúp các lực khác của tự nhiên như mưa và gió. Nước không thể rửa trôi và gió không thể thổi mòn một thứ đá nhẵn mới hình thành vì nó rất rắn đối với chúng và sự gắn kết của các hạt đá cũng rất khỏe. Nhưng từ một loại đá đã chịu ảnh hưởng của sự phong hóa



H. 67 Sự hủy hoại một khối đá bởi rễ cây



H. 68 Cột gió tạo. Tháp của «Lâu đài bội tín và ái tình», gần Kılôvôt, Cócaxơ

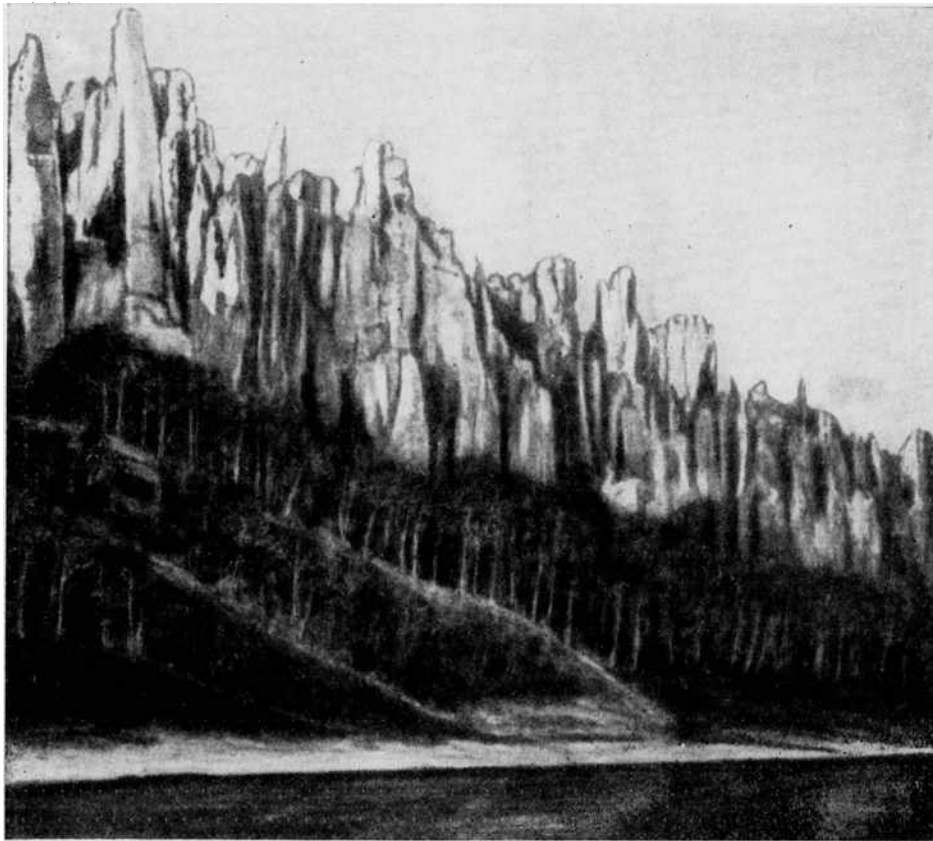
thì nước sẽ rửa trôi dễ dàng các hạt đá bờ rời. Nước mưa tụ tập trong các rãnh, sẽ mang đi dần những hạt vụn của đá. Gió làm phân tán những hạt cát tự do và những hạt bụi, làm vỡ những góc cạnh bờ vụn, rồi lôi cuốn chúng đi xa hoặc lao chúng xuống dưới sườn. Gió thổi mạnh ở trên đỉnh núi hơn ở trong thung lũng hay trên đồng bằng, và núi càng cao thì gió càng thổi mạnh. Nó thổi thẳng vào những ngọn và sông núi lởm chởm nhất và được băng giá và nhiệt độ giúp đỡ nó phá hoại đá dần dần.

Nếu chúng ta dừng lại gần một tảng đá lớn hay một vách dốc hoặc trên một sông núi cao sắc nhọn trong một thời gian, chúng ta có thể được dịp nghe thầy tiếng vang dội của những khối đá rơi, hoặc tiếng động của những tảng đá trượt theo sườn núi. Khi gió thổi, hoặc sau khi trời mưa, hoặc trong một đêm băng giá yên tĩnh,

hoặc vào mùa xuân, khi tuyết tan, tiếng động đó lại càng nghe thấy nhiều hơn, nó nói lên rõ ràng sự phá hoại dần dần và không ngừng của núi.

Các dạng địa hình. Các lực phong hóa không chỉ tạo điều kiện cho hoạt động của nước chảy, của sóng vỗ bờ và của gió, mà thường còn làm tăng tốc độ và làm dễ dàng hoạt động đó. Hoạt động phối hợp của những lực đó gọi là những tác nhân địa chất, tạo nên phần lớn những dạng địa hình của mặt đất mà chúng ta trông thấy và ưa ngắm về đẹp, ngạc nhiên trước tính độc đáo của chúng. Những dạng đó có thể được chia thành những dạng dương và âm, lớn và nhỏ.

Những sông núi, đỉnh núi và nhánh núi đều lập thành những dạng dương lớn, còn các thung lũng, khe hẻm và hồ lòng chảo là những dạng âm lớn.

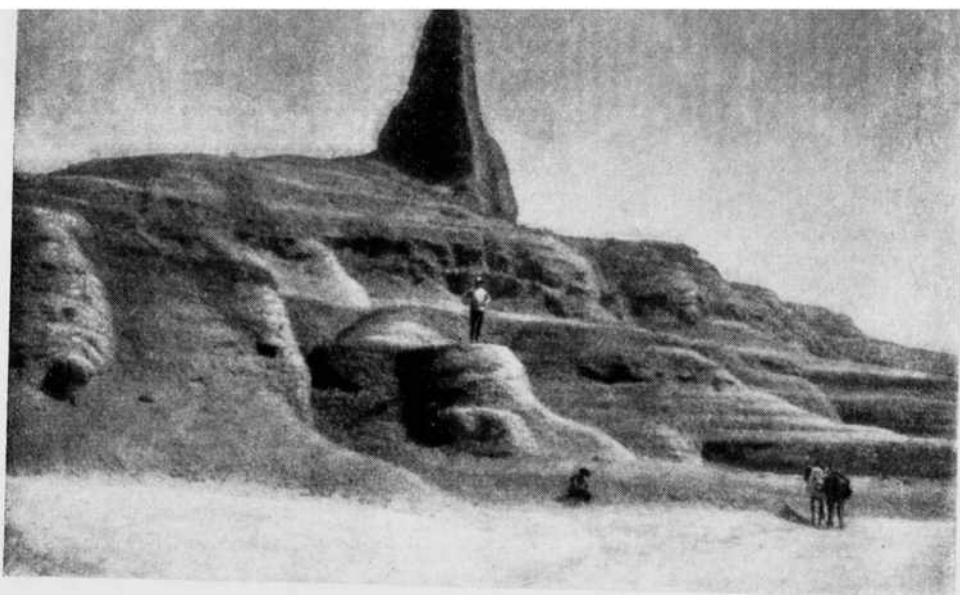


H. 69 Các cột gió tạo đá vôi kỳ Cambri. Bờ trái sông Lêna giữa hai thành phố Ôlecmin và Iacut

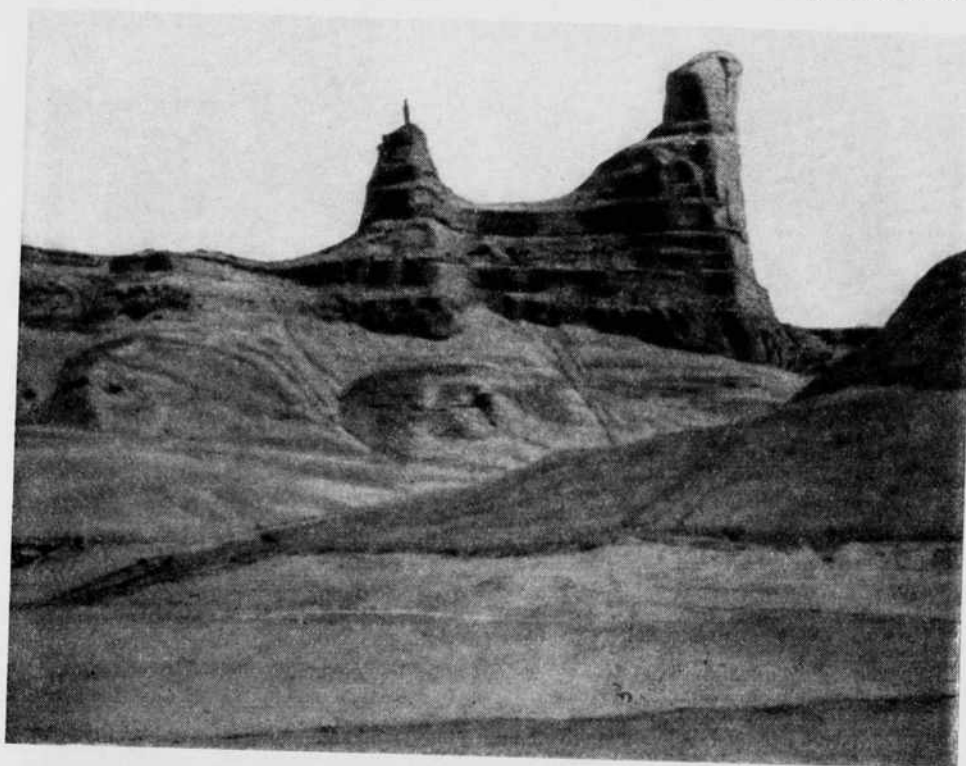


H. 70 Khối đá «Lông chim», một trong những cột hoa cương trên bờ phải sông Yênixêi gần Cratnôiac

Trong số những dạng nhỏ mà chúng ta gặp tách biệt hoặc nối liền với những dạng lớn hơn và làm nổi bật tính đa dạng của những loại lớn là những dạng dương như tháp đá, cột đá, ghim đá, bàn đá, nằm đá, đá đu đưa, và những dạng âm như: ô đá, túi đá, ống đá, đá tổ ong và ô đá (h. 68—70). Những dạng nhỏ này cho thấy rõ hơn kích thước vô cùng to lớn của sự phá hủy và xói mòn đã sinh ra chúng. Chúng ta thường có thể đo được những kích thước đó một cách chính xác. Người ta gặp nhiều nhất những dạng nhỏ ở miền sa mạc là nơi mà chúng rất đa dạng. Ở đây gió là nguyên nhân chủ yếu trong quá trình hình thành ra chúng; trong sa mạc gió đạt được tốc độ lớn nhất vì sự hãn hữu hay vắng mặt hoàn toàn của thực vật mà ở chỗ khác bảo vệ đất và sườn khỏi bị gió phá hoại. Trên các sông núi và đỉnh núi, các dạng đó cũng thường hay có mặt và có tính đa dạng, và ở đây gió được băng giá và tuyết trợ giúp, chính là kẻ sáng tạo ra chúng.



H. 71 Ghim sa thạch mềm và sét trong «Thành phố Gió tạo» trên bờ sông Điam. Zungari



H. 72 Yên sa thạch mềm và sét trong «Thành phố Gió tạo»

Thí dụ, hãy xem tầm ảnh của ghim đá (h. 71) mà tôi chụp được ở sa mạc Zungari vùng Tây Bắc Trung-quốc trên bờ sông Đyam, là nơi có một khoảng rộng mang tên là «Thành phố Gió tạo», vì nó là một sưu tập những dạng địa hình khác nhau nom giống những thành quách đồ nát (tường, tháp, phò xá) của một thành phố, chủ yếu

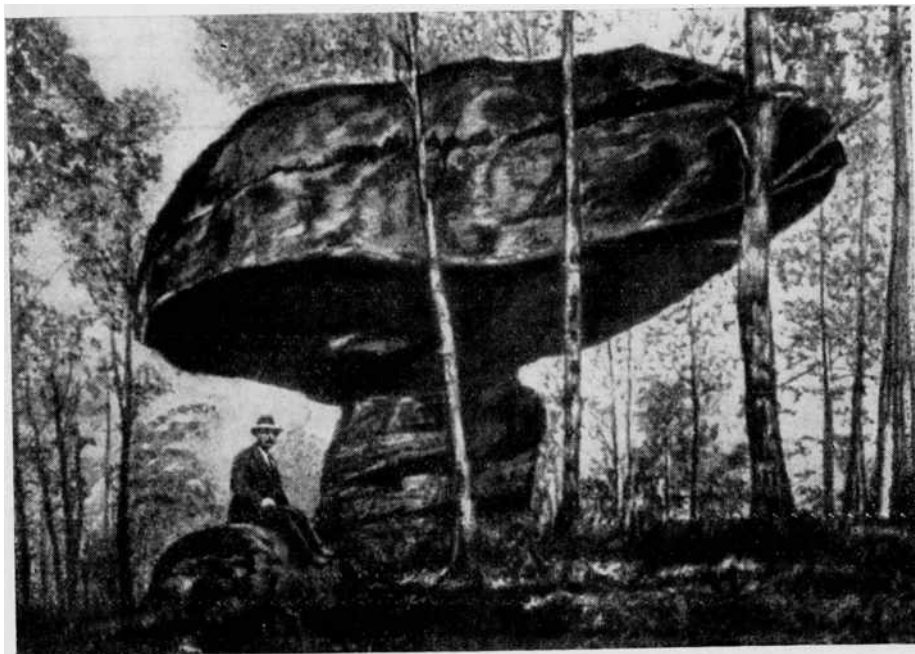


H. 73 Nằm gió tạo ở Vadi Tacfec. Ai-cập

khái niệm về độ cao của tháp và về cường độ của sự hủy hoại đá đã xảy ra ở đây. Các tầm ảnh cho thấy cây cối hoàn toàn vắng mặt, không có gì để che chở đá mềm chống với hoạt động của gió.

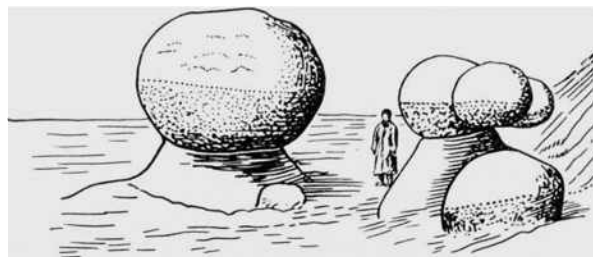
do gió tạo nên. Ghim đá này bằng sa thạch khá mềm và sét cát xếp thành lớp không bị đảo lộn. Nhờ do độ cao của nó, chừng 20 mét, chúng ta có thể đoán rằng có một lớp sa thạch dày chừng 20 mét đã từng bao quanh lấy ghim này và bây giờ đã bị phá hủy. Đây là một trầm tích sót vẫn còn giữ được nhờ có nhiều kết hạch đá vôi rắn nằm ở phần trên làm cho nó vững và che chở những lớp dưới khỏi bị hủy hoại.

Dạng địa hình yên ngựa với hai ngọn tháp ở cùng một chỗ thực cũng không kém đồ sộ và nguy nga (h. 72). Bề cao của người đứng trên ngọn tháp bên trái cho ta



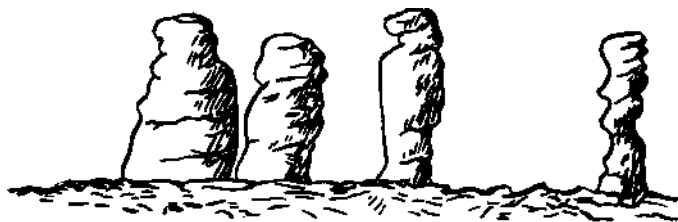
H. 74 Nằm gió tạo bằng sa thạch phần gần Sandau. Miền Xaxơ Thụy-sỹ

Một lớp đá rắn nằm trên một lớp đá mềm đã chống lại mạnh mẽ hơn với sự hủy hoại, đã là nguyên nhân sinh ra địa hình dạng nấm (h. 73 và 74) và dạng bàn. Các kết hạch hình cầu và hình thấu kính, nhờ độ cứng cao nên cũng tạo thành những dạng kỳ quái mà các nhà du lịch chứng nhận đã trông thấy ở sa mạc trên bán đảo Mangrslac phía bờ Đông biển Catxiên (h. 75).



H. 75 Quả cầu gió tạo trong sa mạc ở bán đảo Mangrslac

Trên đỉnh vài ngọn núi ở Bắc Uran, có thể gặp những nhóm cột đá quáczit hiện ngang đã chống lại được sự phong hóa đối với toàn bộ lớp đá (h. 76). Cũng những cột như vậy, nhưng bằng đá hoa cương được thấy ở Bắc Xibêri. Những bông tuyết mịn và những hạt bụi đã góp một phần quan trọng vào sự tạo thành chúng, tuyết và bụi bị gió mạnh của những trận bão tuyết mùa đông, thổi từ biển vào đất liền đã mài sắc dần những cạnh bên của chúng. Có thể những bột mài mịn hạt đó cũng đã tham gia trong quá trình tạo thành những cột đá ở miền Uran. Đối với



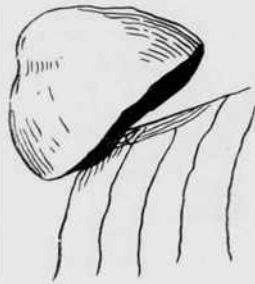
H. 76 Cột diệp thạch anh mica trên núi Bonvan Izơ, Bắc Uran

người Yacut ở Bắc Xibêri thì các cột đá đó gọi là «Kigiliakhi; nghĩa là «người», họ thường cho rằng đó là những người hóa đá.

Cũng không kém kỳ lạ là những đá đu đưa, tức là những tảng đá sót rất lớn, di tích của những khối đá cứng bị hủy hoại, như hình vẽ 77 cho thấy (khối đá này nằm

trên một nền nhỏ và khi có gió mạnh thì du đưa). Đáng chú ý những đá có nhiều khối tựa. Chẳng hạn như tâm đá hoa cương ở Zungari trên hình 78.

Đá hình khối có khoáng vật hạt thô, như đá hoa cương, lại chịu một tác dụng hủy hoại đặc biệt mà người ta gọi là sự bóc ròi. Tác dụng của hiện tượng luôn luôn có giã do nhiệt độ gây ra, không ăn sâu vào trong vì đá dẫn nhiệt kém. Sự thay đổi ngoài mặt đã khiến cho lớp trên bị bóc đi dưới dạng vỏ trai dày, sau đó nó



H. 77 Đá du đưa Tandin. Buenot-Airet, Acjäng-tin

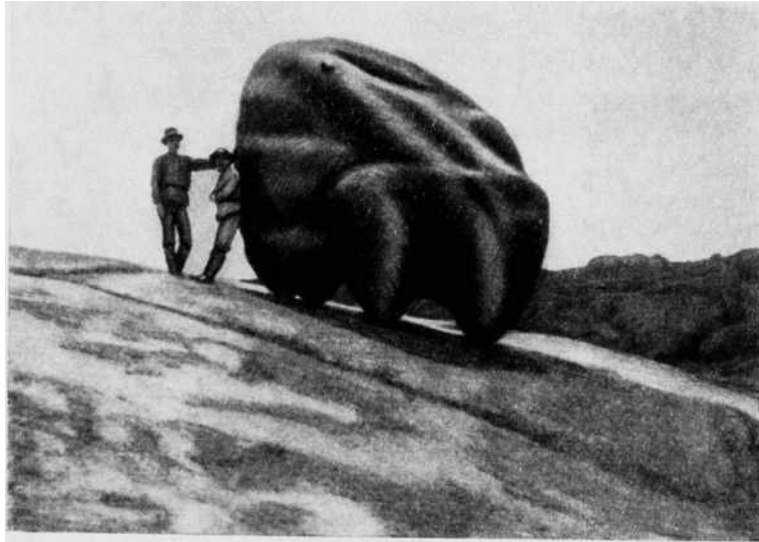
vỡ vụn rồi tích tụ ở dưới chân vết lộ (h. 79). Đá hoa cương bị hủy hoại dần dần và một lớp đá lộ liên tục cuối cùng biến thành một đồng đá tảng hình tròn (h.80).

Những đá dạng khối do macma nóng chảy bị nguội lạnh mà sinh ra trong lòng Trái đất, bao giờ cũng bị khía nứt trong khi nguội. Ở sâu trong vỏ Trái đất, những khe nứt đó rất nhỏ, gần như không nom thấy, nhưng trải qua một thời gian, khi đá lộ ra ngoài mặt, chúng đều bị tác dụng phong hóa mở rộng ra và tự nhiên là chúng bị phân hủy. Những khe nứt đó gọi là khe nứt tách khối (diacrazo).

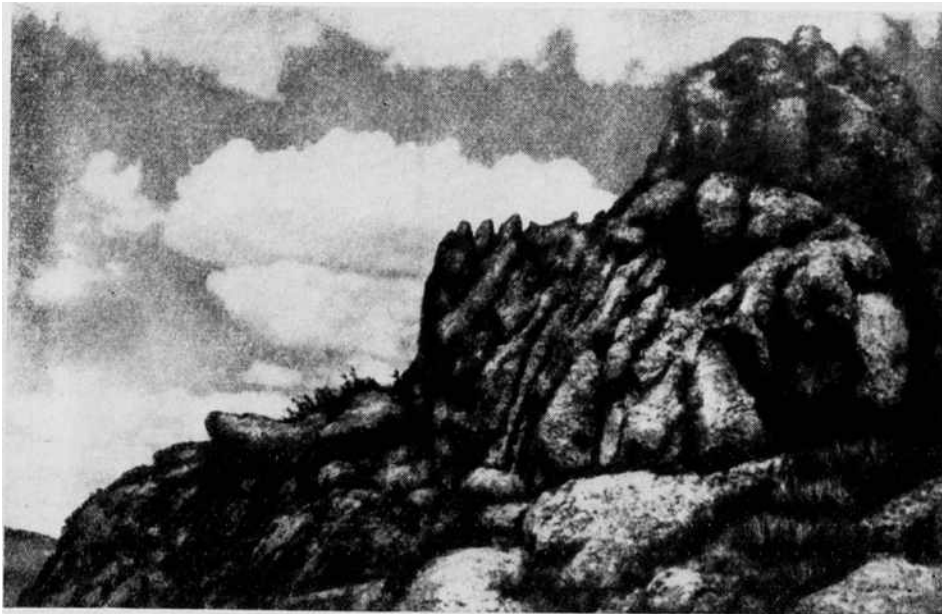
Đá hoa cương rất dễ bị khía nứt; sự nứt nẻ đó làm cho đá vỡ thành những tảng dẹt nom tựa những tảng đệm hay gỏi. Chúng ta thấy một thí dụ đá hoa cương có khe nổi dạng gỏi ở hình 81.

Đá hoa cương và sa thạch hạt thô thường hay bị phủ bởi những lỗ hồng ăn lan như vết loét và làm mòn bề mặt. Bắt đầu thường xảy ra từ một khe nứt trong đó tập trung tuyết và khí ẩm. Sự gắn kết giữa các hạt đá bị yếu đi và những hạt riêng biệt rơi ra, rồi được gió thổi đi chỗ khác, nhờ đó những hốc lõm dưới dạng túi và ổ được hình thành. Những ổ đó thường xuyên chứa khí ẩm và quá trình cứ thế phát triển cho đến khi ổ bị ăn mòn thêm và trở thành sâu và rộng hơn. Nóc ổ bao giờ cũng tối và đặc biệt dễ bị ăn mòn; có khi cả một cái hốc lõm sẽ hình thành ở đây. Các ổ lân cận có thể nối liền với nhau và tạo thành một thứ hành lang gồm nhiều ổ, những khoảng cách có thể biểu hiện ở ngoài mặt bằng những cột đứng. Đôi khi những hành lang này có thể rộng đủ cho một người bò qua được, và có khi ở sa thạch chẳng hạn, khi có những lớp vũng xen kẽ với những lớp yếu, thì trong những lớp sau sinh ra nhiều ổ và hành lang nhỏ làm cho mặt ngoài của đá có cấu trúc tổ ong hay ô (h. 82 và 83). Những dạng như vậy không phải chỉ có thể thấy ở sa mạc là nơi mà chúng rất phổ biến, mà người ta cũng còn gặp chúng chẳng hạn như ở trên các núi gần thành phố Kixlôvôtxcơ, ở Crimê, ở Nam Uran, ở Cazácxtan và trên bờ hồ Côltưvanxcoye ở Antai (h. 84 và 85).

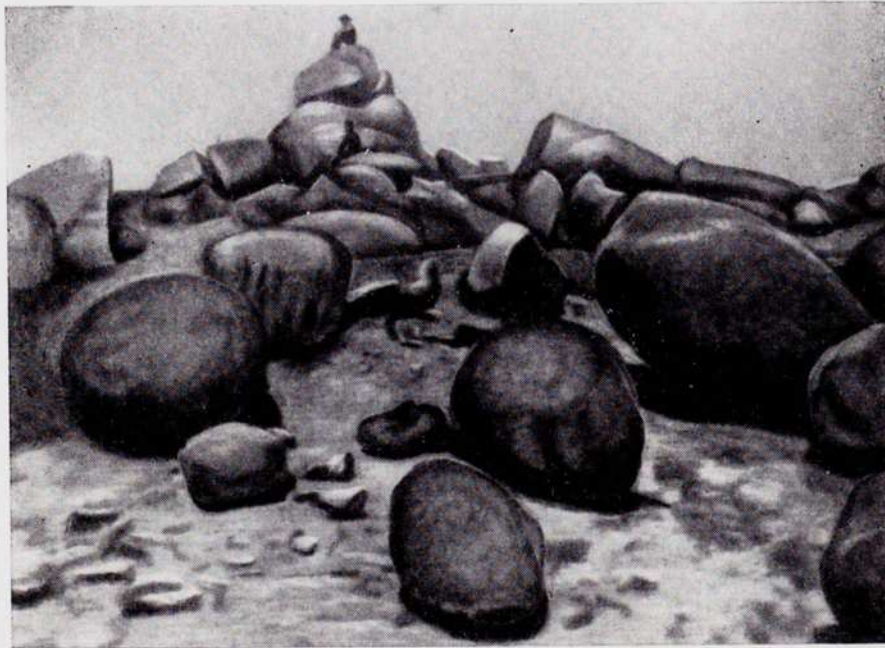
Tầm quan trọng của sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình phá hoại đá được thấy rõ trên những khối đá và tảng đá lớn bị khe nứt tách vỡ nhưng hãy còn nằm cạnh nhau, điều đó giúp ta dễ dàng lập lại mối quan hệ gần đây của chúng. Các đá



H. 78 Khối đá hoa cương có chân trong dãy Zaia, Zungari



H. 79 Một trong những đỉnh của Adun-Silon. Sự bóc rời của đá hoa cương dạng pocphia hạt thô. Ngoại Baican



H. 80 Chỗ lộ đá hoa cương bị tách rời thành tảng tròn. Xaitan-Ôbô trong dãy
Zaia, Zungari

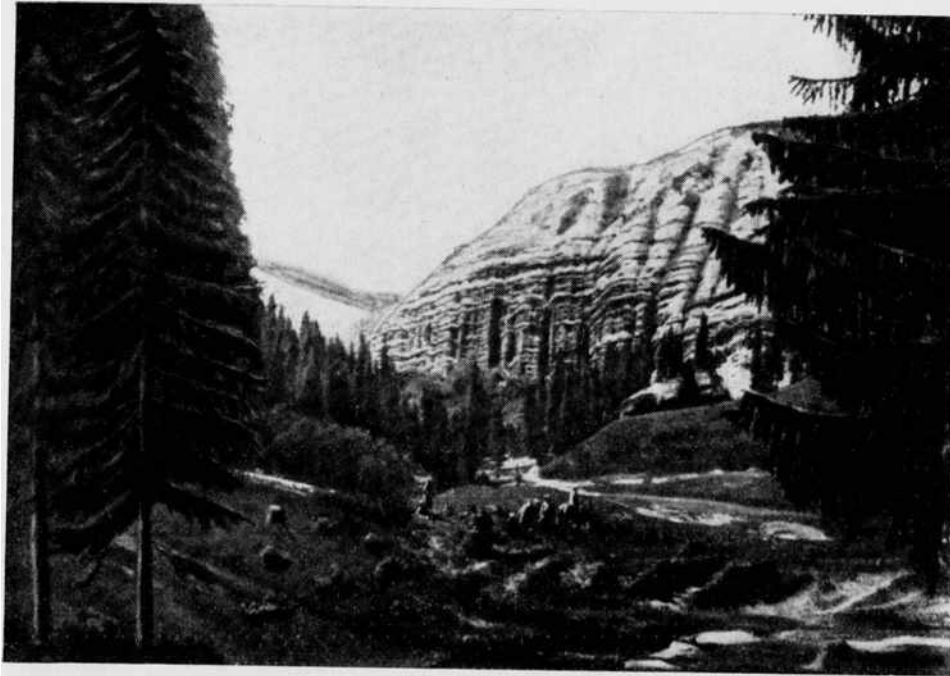


H. 81 Chỗ lộ đá hoa cương dưới dạng nệm ở núi Accat về phía Nam Xemipalatin

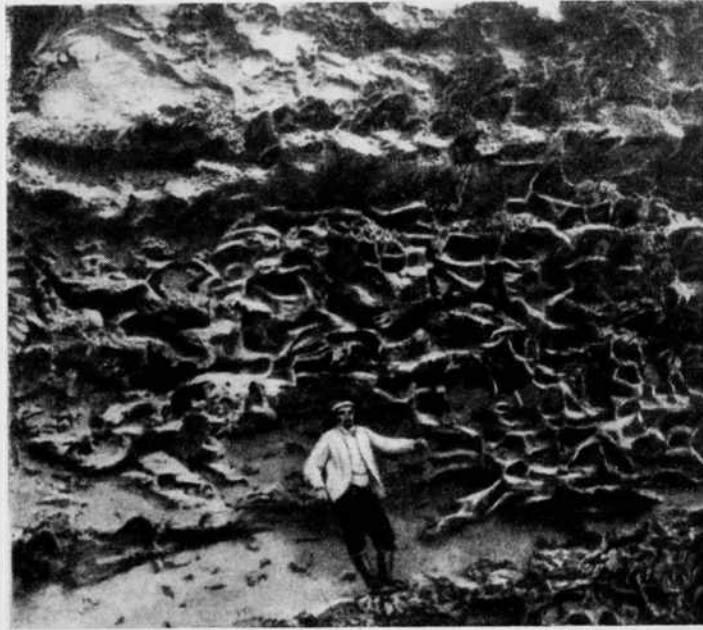
bị tách vỡ thường có rất nhiều ở sa mạc. Bên cạnh những tảng to lớn, cũng dễ thấy những tảng nhỏ, sản phẩm của những giai đoạn khác nhau của quá trình hủy hoại do sự nứt tách liên tục gây ra, và đã sinh ra những mảnh vụn nhỏ của chính thứ đá đó.

Rất đặc trưng là những dạng hình bàn chải thành tạo do sự phong hóa của những phiến thạch có thớ lớp mỏng bị chế ra thành lớp nằm giải ra hình quạt ở mặt đá, trong khi ở phần sâu chúng vẫn còn dính với nhau.

V á n g h o a n g m a c là một sản phẩm rất đặc trưng của sự phong hóa đá. Đó là một màng rất mỏng, chỉ dày vào khoảng một vài phần trăm milimet, hình thành ở mặt ngoài của đá, của những khối riêng biệt hoặc trên cả những đá tảng và cuội. Nó có màu nâu đen hay đen và ít nhiều có ánh loáng, tựa như đá bị phủ một lớp vecni. Màng đó gồm các muối của sắt, mangan và ôxyt silic; một loại màng sẫm hơn và bóng hơn thấy hình thành trên những đá rắn nhất và có hạt mịn nhất có chứa những nguyên tố đó; trên đá hoa cương có hạt thô, nó tạo thành những vết nâu, còn trên thạch anh nguyên chất thì thành những vết nâu vàng xám.



H. 82 Rãnh và gờ phong hóa trong sa thạch màu đỏ của lưu vực sông Jity-Ôguzo. Thiên-sơn

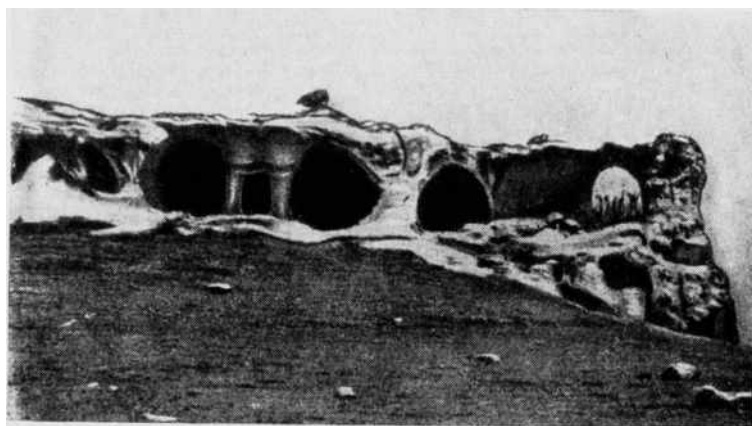


H. 83 Ổ phong hóa trong sa thạch phân ở sông Anma. Crimê

Chúng chỉ hiện ra ở các mặt trên, còn không thấy có ở mặt dưới của tầng đá hay vụn đá.

Trong sa mạc là nơi mà thứ váng hoang mạc đó phổ biến, ta thấy hiện ra một quang cảnh quái dị: vách đá, vụn đá và đá tảng trên mặt đất đều sơn toàn một màu đen và khi khí trời âm ảm thì toàn cảnh nom thực kinh hãi và buồn thảm. Nhưng vào lúc trời đẹp, quang cảnh trở lại tươi sáng, lớp màng bóng phản chiếu tia nắng tựa như mặt gương và có những tia sáng xanh nhỏ long lanh dội ra ở mọi phía — trên sườn dốc, trên các hòn đá và tảng đá. Nguồn gốc của thứ váng hoang mạc này chưa được rõ lắm. Người ta cho rằng chủ yếu do sương muối và bụi mịn rơi từ khí quyển xuống; sương muối lấy các muối từ đá và trong các hạt bụi. Đá hoa cương dạng cầu biểu thị trên hình 80 bị bao phủ bằng thứ váng hoang mạc đó và đây cũng là một trở ngại cho việc nghiên cứu của nhà địa chất vì nó che lấp màu sắc thực và các hạt của đá.

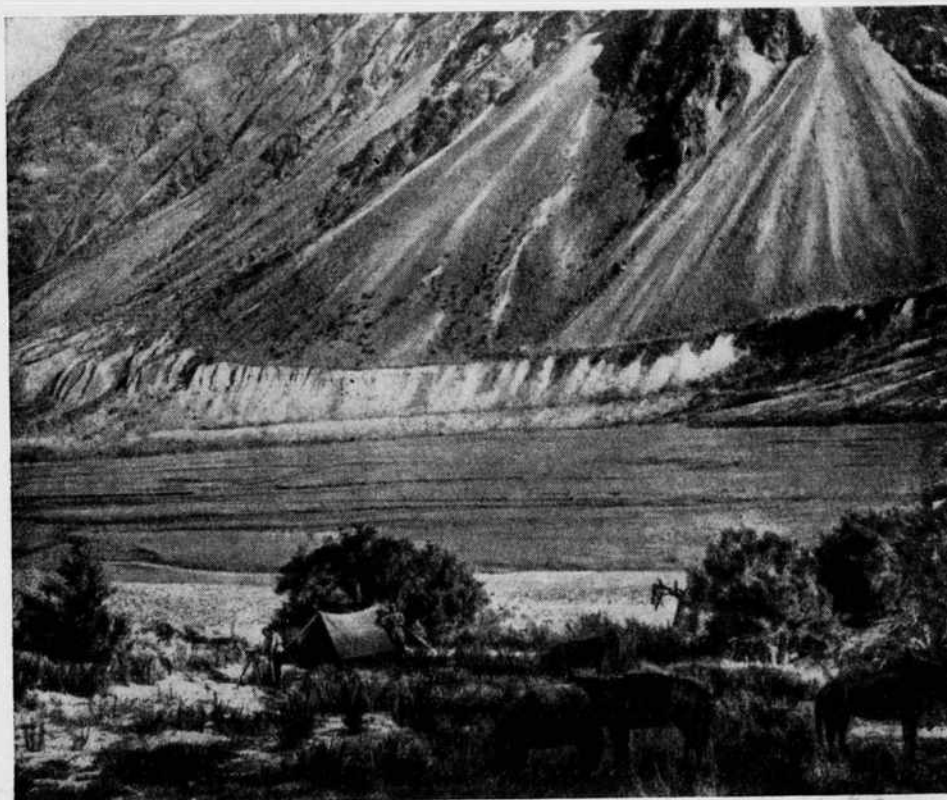
Đá lở và sa khoáng. Cùng với những dạng địa hình nhỏ, dương và âm mà chúng ta đã làm quen, tác dụng phong hóa đá còn tạo ra những dạng lớn hơn. Các vụn đá rơi tụ tạo thành những đá lở lớn ở chân sườn đồi đá. Chúng thường rất dễ di động và khó đi qua, vì chúng gồm những tảng đá lớn hay đá dăm dễ trượt dưới bàn chân (h. 86 và 87). Các đồng đá thường tích tụ ở trên mặt đất. Những điểm lộ đá rần



H. 84 Tổ gió tạo trong sa thạch trên núi «Vòng khuyên» ở bờ trái sông Pôtcumca, gần Kitlôvôt, Côcazo



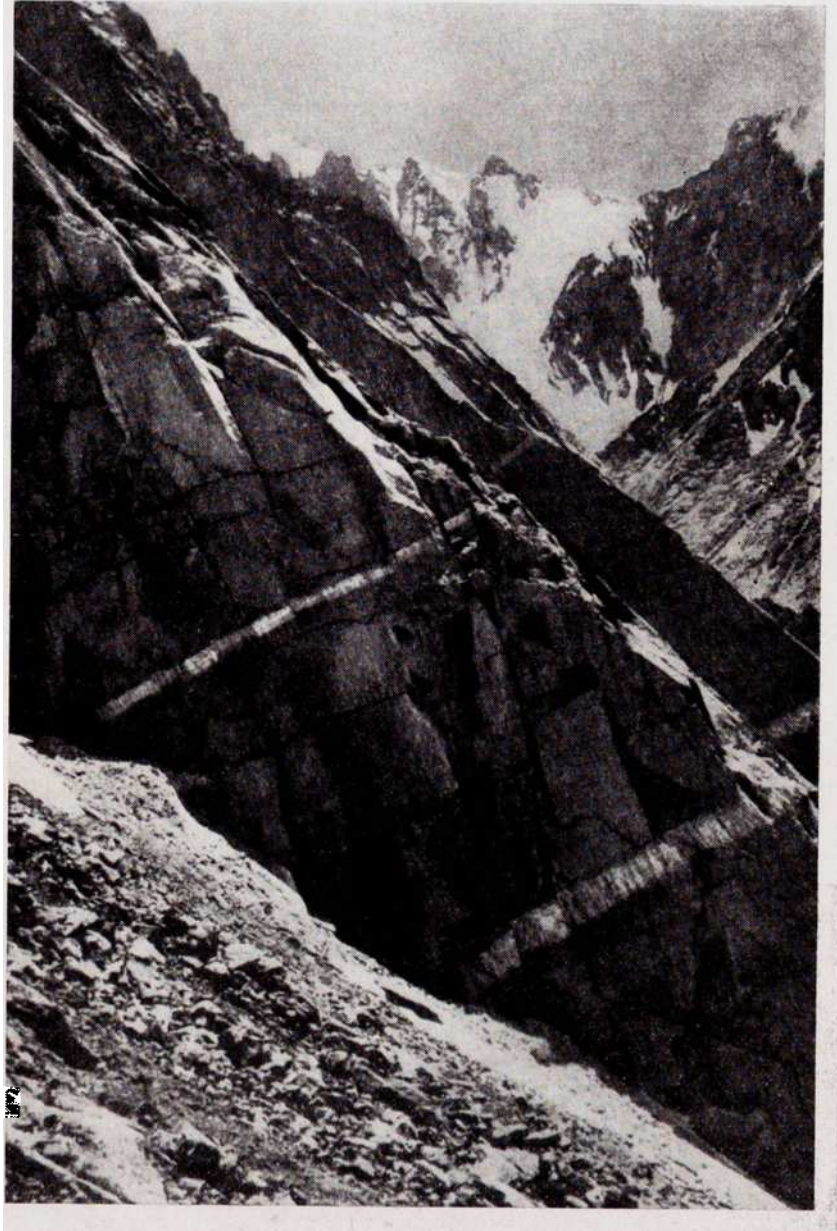
H. 85 Cổng gió tạo Prêbisto trong sa thạch phàn, Xaxơ Thụy-sỹ



H. 86 Đá lở ở sườn núi. Thung lũng sông Muc-Xu, Tây-Bắc Pamia

bị phân rã trên những diện tích bằng phẳng của chóp núi, biến chúng thành những đồng sa khoáng phân tán theo mọi phía (h. 88). Những sa khoáng đó thường hay thấy có ở Xibêri và ở vùng Bắc-cực, là nơi mà chúng hình thành dưới tác dụng phối hợp của băng giá rất lạnh và độ ẩm của sương mù, của nước mưa và nước tuyết tan. Nhưng ở miền Nam cũng vậy, các đỉnh núi nằm cao hơn đường giới hạn tuyết tan, có khí hậu gần giống như ở vùng Bắc-cực, cũng chóng bị hủy hoại và cũng có nhiều đá lở và sa khoáng trong đó tác dụng của băng giá đóng vai trò chủ yếu và vì vậy nên loại hủy hoại này mang tên là sự phong hóa băng sinh.

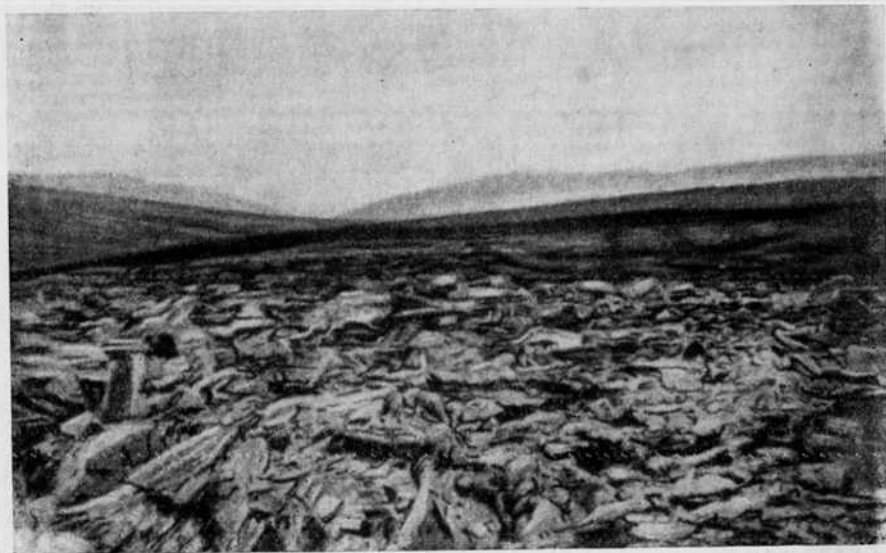
Tàn tích và sườn tích. Sản phẩm của sự phong hóa nếu còn tồn tại ngay ở chỗ chúng sinh ra thì gọi là tàn tích. Tàn tích có thể gồm những mảnh vụn lớn như những sa khoáng đã mô tả, và cả những mảnh vụn nhỏ là kết quả của sự phân rã về sau của những mảnh lớn, trong đó vai trò chính là các tác nhân hóa học. Nhờ có tác dụng của nước chứa ôxy và khí cacbonic, tất cả các đá cuối cùng đều biến



H. 87 Mạch pecmatit chạy qua khối đá hoa cương. Dãy Tuyéckêxtan

thành cát và cát pha, hoặc thành đất sét thịt hay sét tùy theo thành phần của chúng. Đá quãczit gồm có thạch anh nguyên chất, về sau trở thành cát thuần, trắng hay vàng nhạt (nếu thạch anh chứa ôcrô), sa thạch sẽ sinh ra cát sét; đá hoa cương thoát tiên biến thành một khối đá sỏi vỡ vụn gồm những hạt riêng biệt, sau trở thành đất sét thịt, phiến thạch sét, và sét. Đá vôi, thường không thuần chất, sẽ mất dần chất vôi vì bị nước hòa tan và lôi cuốn đi, chỉ còn giữ lại những tạp chất dưới dạng sét thuần hay sét cát. Những sản phẩm cuối cùng của sự phong hóa đá sẽ trộn lẫn với đá dăm và đá mảnh ở tình trạng phong hóa khác nhau.

Các sản phẩm của sự phong hóa đá trên các sườn núi và trong thung lũng đều gọi s r ò n t í c h, chỉ khác với tàn tích ở chỗ là các vật liệu đã di chuyển từ chỗ thành tạo lúc đầu đến chỗ thấp vì bị trượt hay rơi theo sườn dốc dưới tác dụng của trọng lực. Các đồng đá lở ở chân các khối đá là loại sườn tích thô nhit. Tất cả các sườn dốc, trừ những tầng đá và vách đứng, đều bị bao bọc ở dưới chân bởi một lớp sườn tích dày hoặc nhiều hoặc ít, trong đó những vật liệu thô và mịn đều trộn lẫn lộn. Nhờ có tác dụng làm trơn của nước, sườn tích di chuyển và trượt theo sườn dốc, đôi khi rất chậm, khó nhận thấy, nhưng cũng có khi rất nhanh. Khi thấm nước nhiều, nó biến thành một thứ bùn quánh rồi chảy xuống thấp, bắt xé lớp đất phủ thực vật, làm bật rễ các cây nhỏ và ngay cả những cây lớn trên đường đi của nó. Những dòng bùn, đôi khi rất dài và rộng, thường có ở nhiều nước. Chúng dừng



H. 88 Sa khoáng đá gốc trên đỉnh núi miền Bôdaibô. Đông Xibêri

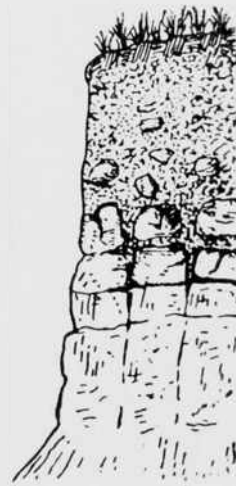
ở đáy thung lũng, tạo thành những bãi trong đó là bùn dầy đặc trộn lẫn cỏ, cây nhỏ và lớn bị bật rễ.

Sự thành tạo đất. Sự chuyển biến dần dần từ đá cứng thành tàn tích và sùrln tích, có thể thấy rõ ở phần thấp của dốc sùrln, đặc biệt ở những phần bị cắt ra do công trình làm đường và đặt đường ray, những công trình đó làm lộ ra một phần của sùrln mà trước đây toàn bị sùrln tích phủ kín. Ở phần thấp của vách dốc người ta có thể nom thấy đá bị khía đứt bởi một ít khe nứt, lên cao hơn đôi chút, các khe nứt trở thành nhiều hơn, đá bị cắt thành những khối và mảnh vụn, càng lên cao hơn, những mảnh vụn đó bị trộn với cát, đất sét thịt và sét — đó là sùrln tích — và ở trên cùng vách dốc bị phủ bởi một lớp đất dầy màu xám hay đen, có nhiều rễ cây xuyên qua và gọi là đất t r ó n g hay t h ô n h ư ờ n g (h. 89). Sự chuyển biến từ đá rắn sang thổ nhưỡng tạo thành l ó p v ó p h o n g h ó a.

Ngoài các tác nhân phong hóa đá như nhiệt, băng giá, nước chứa ôxy và khí cacbonic, người ta thấy rễ cây và những phần chết thối của cây cối như lá, cành và các vi sinh vật như vi khuẩn, cũng giữ một vai trò quan trọng trong quá trình thành tạo lớp thổ nhưỡng ở trên mặt lớp tàn tích và sùrln tích. Đất rất đa dạng; điều đó không những phụ thuộc vào vật liệu gốc, nghĩa là vào đá sinh ra tàn tích và sùrln tích, mà còn phụ thuộc cả vào khí hậu, đã quyết định vai trò của từng tác nhân phong hóa, và cũng quyết định cả các loại thực vật. Đá bị phong hóa để biến thành đất, gọi là đ á m ẹ. Do có những điều kiện khí hậu khác nhau, nên những sản phẩm của sự phong hóa đá, tuy cùng bắt nguồn từ một loại đá mẹ, cũng khác nhau; một vài loại là sản phẩm để sót cũng nhập vào thành phần cấu tạo của đất, một số sản phẩm khác bị lôi cuốn xuống những phần sâu của lớp vỏ phong hóa, và cũng có những loại khác bị nước ngầm lôi cuốn đi mất. Ảnh hưởng của khí hậu tạo ra tính địa đới của đất, nghĩa là sự phân bố phù hợp với các đới khí hậu của Trái đất; khí hậu nhiệt đới tạo ra vài loại đất riêng, khí hậu ôn hòa - ẩm lại tạo ra loại khác, trong khi đó thì khí hậu hàn đới lại sinh ra kiểu thứ ba. Ảnh hưởng của đá mẹ biểu hiện trên sự khác nhiều hay ít đòi với loại điển hình ở một đới khí hậu nhất định.

Các loại đất và sự phụ thuộc của chúng vào khí hậu. Các chuyên gia thổ nhưỡng chia đất thành những loại như sau:

Đất l a t e r i t i c điển hình cho vùng nhiệt đới và một phần của vùng á nhiệt đới. Đất có màu đỏ hay đỏ vàng, tùy thuộc các trầm tích của ôxyt sắt ở tầng trên



H. 89 Chuyển từ đá cứng sang đất vụn bở

của lớp vỏ phong hóa. Ở Liên-xô, những loại đất như vậy gọi là đất đỏ, được gặp ở miền Ngoại Côcazơ, phần nào ở bờ Nam của bán đảo Crimê và ở Trung Á. Những thứ đất này phát triển ở miền có khí hậu nóng và ẩm.

Loại đất t h ả o n g u y ê n thành tạo ở vùng có khí hậu nóng và khô. Ở các thảo nguyên khô hạn, những thứ đất này có màu hạt dẻ hay màu nâu và ở những miền có nhiều mưa thì nó có màu đen. Ở Liên-xô những loại đất như vậy gặp thấy ở Ucren, ở Crimê, ở miền đồi núi Côcazơ, ở Trung Á, ở Nam Xibêri và ở vùng đất đen của nước Cộng hòa liên bang Nga. Những loại đất này rất phì nhiêu, nhờ có khí hậu khô, các loại muối dễ hòa tan, cần thiết cho sự tăng lớn của cây cối, đã không bị mang đi khỏi tầng trên của lớp vỏ phong hóa. Màu của đất đen là do chứa nhiều mùn của thực vật, là một loại phân bón tự nhiên của đất.

Loại đất p ô t z ô n điển hình cho các khí hậu lạnh và ẩm. Độ ẩm cao làm cho các muối hòa tan bị đưa xuống tầng sâu của lớp vỏ phong hóa, cho nên tầng trên là nơi mà rễ cây ăn lan tới được thì lại mất các muối đó, vì vậy mà đất không phì nhiêu lắm. Các loại đất này có màu tro hoặc xám vàng, bên trên có phủ một lớp mỏng màu đen chứa mùn. Ở Liên-xô, người ta gặp nó ở khắp miền Bắc, còn về phía Nam thì chúng nhường bước dần cho đất thảo nguyên.

Đất đ ấ m l ấ y, đất x ô l ô n e t và đất x ô l ô n s a c là những loại điển hình cho tất cả các vòng đai khí hậu, có những nét đặc trưng địa phương riêng. Đất đầm lầy thấy có ở những miền mà nước ngầm dâng lên gần đến mặt đất, tức là ở những vùng trũng và đầm lầy. Đất xôlônnet và đất xôlônzac đặc trưng ở sự phong phú muối natri, có hại cho nhiều loại cây, và thường phát triển trong những điều kiện đặc biệt làm cho muối tích lũy trên tầng cao của lớp vỏ phong hóa. Loại đất xôlônnet gặp được trong đới đất pôtzôn, còn loại đất xôlônzac hay gặp trong đới có đất thảo nguyên.

Quá trình phát triển và biến đổi của đất thực rất phức tạp và phải rất thạo hóa học mới hiểu được hết, vì vậy ở đây chúng ta chỉ thu hẹp trong vấn đề nắm được ít nhất một khái niệm chung về các loại đất và sự phân bố của chúng theo các đới khí hậu mà thôi. Chúng ta cũng cần chú ý rằng: khi lên trên núi cao, khí hậu biến đổi theo lượng nhiệt và độ ẩm, nên kết quả là đất trên các sườn núi cũng biểu hiện tính địa đới của khí hậu, nghĩa là nó tương ứng với những điều kiện khí hậu nhất định (theo chiều thẳng đứng). Ở trên núi cao và ở vùng Bắc-cực là nơi mà nhiệt độ của đất phần lớn thời gian trong năm đều ở dưới không độ, và vì thế cho nên các quá trình hóa học xảy ra rất yếu, còn các quá trình cơ học là chủ yếu (chỉ có sự phá hủy đá mẹ thành nhiều mảnh vụn), thì còn có các loại đất c ô t chỉ là một sự trộn lẫn của vụn đá chịu một ít ảnh hưởng của biến đổi hóa học nhẹ mà thôi. Người ta cũng gặp các loại đất còt ở sa mạc, là nơi mà sự thiếu nước cũng làm chậm các quá trình hóa học, còn sự thay đổi rất chênh lệch của nhiệt độ đã giúp nhiều cho quá trình phá hoại đá mẹ theo cách cơ học.

Độ phì nhiêu. Độ phì nhiêu của đất phụ thuộc vào thành phần của các muối dễ hòa tan mà cây cối tiếp thu, vào sự phân phối của các muối đó trong lớp vỏ phong hóa và vào cấu trúc của đất. Nếu đất rất chặt và rễ cây khó đâm vào thì ngay như có chứa nhiều muối, cũng vẫn kém màu mỡ so với đất xốp trong đó rễ cây và không khí dễ xâm nhập. Không khí cần cho cả các quá trình ôxy hóa cũng như cho sự phát triển của vi khuẩn có tác dụng phân giải các di tích thực vật trong đất và đồng thời giúp cho sự hình thành và tích lũy nitơ rất cần cho cây cối. Ý nghĩa chủ yếu của các phân hữu cơ dùng để làm tăng độ phì nhiêu của đất, là ở chỗ phân hữu cơ đưa những hợp chất của nitơ vào trong đất. Những động vật đào bới như chuột chũi, sâu bọ và giun làm cho đất trở rỗng thêm, làm cho các thành phần được xáo trộn luôn từ lớp nọ sang lớp kia, nghiêng vụn đất và biến cải nó.

Những cây đại lấy mất của đất những chất cần cho sự tăng lớn, sẽ trả lại chúng cho đất sau khi chết và thành mùn thực vật, thêm vào đó lại đưa vào đất khí cacbonic và ôxy mà chúng lấy được trong khí quyển. Những cây trồng được người ta dùng toàn bộ hay một phần (phần trên của các cây hòa thảo và rễ của nhiều loại rau cỏ). Những cây đó làm suy tởn đất, cho nên cần phải bón phân hàng năm để trả lại cho đất những chất cần cho quá trình sinh trưởng của chúng.

V

HOẠT ĐỘNG CỦA GIÓ TRÊN MẶT TRÁI ĐẤT

Bão bụi. Gió ximun. Vòi rồng. Sự di chuyển cát và bụi. Sự tạo thành cồn cát ở bờ biển. Cồn cát lười liềm ở sa mạc. Chuyển động của cát và cách chôn lại chúng. Các đá mài nhẵn. Cát cục. Nguồn bụi. Sự di chuyển của bụi từ sa mạc. Đất lốtxơ là hoàng thổ gồm bụi, vùng phổ biến và tác dụng của đất lốtxơ. Các kiểu sa mạc.

Một khí hậu khô và nóng kéo dài thế nào cũng có kèm theo bụi. Đắt trên những con đường không rải đá, trên những thửa ruộng mới cấy và ở những sườn núi không có cây cối bảo vệ, sẽ bị khô rồi nát vụn thành hạt mịn, và gió sẽ thổi tung và đưa đi nơi khác. Ngay những con đường có lát đá hoặc rải nhựa cũng vẫn có bụi và cần tưới nước luôn. Những cơn gió bốc những đám mây bụi từ các mặt đường, và vào mùa xuân thì từ cả những ruộng mới cấy. Không khí chứa đầy bụi, trở thành vẩn đục, chân trời mờ ám. Những diện tích có cát chảy trở thành ngập bụi, tuy rằng gió thường xuyên thổi cát đi, mỗi trận gió lại để lộ thêm những vật liệu mịn mới, vì quá trình phong hóa tiếp tục ăn sâu vào trong cát.

Bão bụi. Có khi có những trận bão bụi thực sự, đặc biệt ở phần Nam Liên-xô vào đầu xuân khi đồng ruộng chưa có những cây non xanh tươi che chở và vào tháng tư, tháng năm khi mưa ít. Trong những trận bão đó, trời tối sầm lại, đĩa màu đỏ của mặt trời chỉ hơi nom thấy, bụi chui vào trong các nhà ở qua cả các cửa sổ và cửa đóng kín. Ở ngoài phở bụi chui vào mắt, vào răng, khiến người ta rất khó thở.

Ở châu Phi, tại vùng lân cận sa mạc, bão bụi mang tên là ximun, nhưng thực tế đó chính là những trận bão cát vì gió cuốn lên trên không những đám mây cát. Bão bụi cũng hoành hành ở Bắc Trung-quốc và Nam Mông-cô, ở đây nó được gọi là «hắc phong» (gió đen) hay «hoàng phong» (gió vàng), tùy theo màu sắc của bụi, và ở nhiều nơi khác như ở châu Úc chẳng hạn cũng có (h. 90).

Bụi bị bốc lên ngay trong khi thời tiết yên tĩnh. Vào những ngày nóng, chúng ta có thể thấy những cột bụi bỗng nhiên bốc lên từ mặt đường và đồng ruộng, cuộn xoáy, rồi bắt đầu thu hẹp lại và biến mất. Đó là *bão bụi vòi rồng* hay *gió lốc*, do chuyển động xoáy ốc của không khí sinh ra. Những mảnh giấy, cọng rơm, lông chim, những lá cây đều bị bốc lên cao trong không khí rồi lại rơi xuống đất.

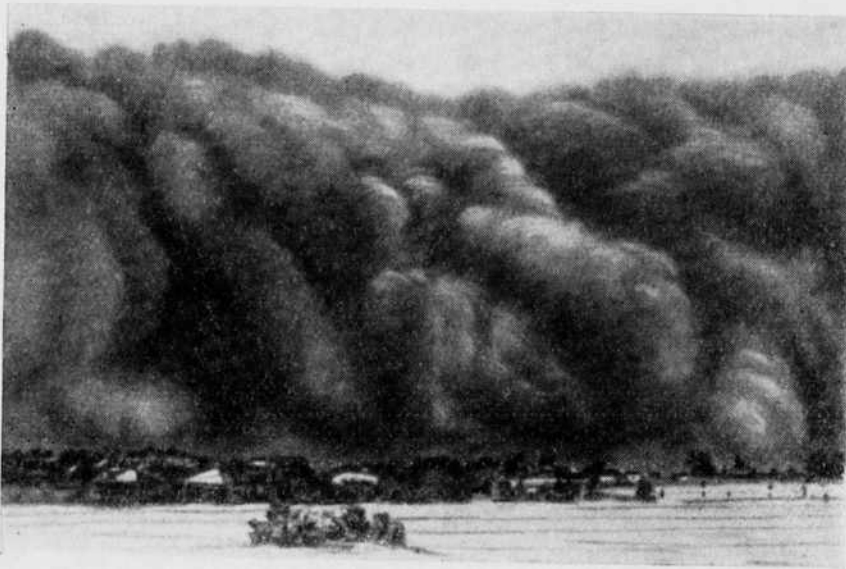
Bão bụi thường hay có trong các vùng sa mạc và thảo nguyên, làm cho không khí ở đây luôn luôn ngột ngạt, vì nó hút bụi từ mặt đất lên. Bụi làm bão hòa

không khí trong nhiều ngày, cho đến khi trời mưa mới lại đưa chúng trở về mặt đất.

Bị gió cuốn đi xa, các hạt cát và bụi sẽ tạo thành những trầm tích đặc biệt mà chúng ta sẽ làm quen vì có loại có hại, nhưng cũng có loại có ích.

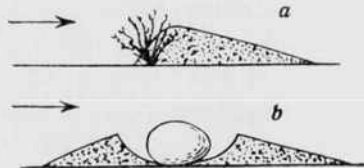
Trầm tích cát. Chúng ta hãy đi ra bờ biển ở một nơi bằng phẳng, hoặc tới một bờ hồ lớn bằng phẳng do cát tạo thành nhờ tác dụng của sóng vỗ. Thử cát này bờ rời và không được gắn kết, và khi khô thì trở thành vật liệu thuận tiện cho việc chuyên chở của gió. Gió bờ biển thường thổi rất mạnh. Nó bốc những hạt cát lên trên không hay lăn trên mặt đất cho đến khi chúng gặp phải một vật chướng ngại làm chúng dừng lại. Vật chướng ngại đó có thể là một cây nhỏ mọc ở trên bãi cát. Cành cây làm luồng gió yếu đi và làm cho hạt cát rơi xuống đất ở phía sau cây. Một đồng cát dần dần được dựng lên ở phía sau cây dưới dạng một doi cát dài và thót mỏng dần (h. 91, a).

Một tảng đá lại có ảnh hưởng khác vì nó là một vật chướng ngại cứng rắn, không phải là một thứ màn chắn như cây nhỏ tuy nó làm cho gió yếu đi nhưng vẫn để gió thổi qua. Lớp thấp của không khí bị thổi bật lại khi gặp tảng đá, nó mất tốc độ và để rơi các hạt cát ở trước mặt tảng đá dưới dạng một doi ngắn hơn quay hướng về phía chiều gió (h. 91, b). Nhưng một vài dòng gió lại thổi qua đỉnh tảng đá hoặc vòng quanh nó, rồi để rơi các hạt cát xuống phía khuất gió. Như vậy một vật chướng ngại cứng rắn tạo thành hai doi cát, nhưng là những loại ngắn, ở phía trước và phía

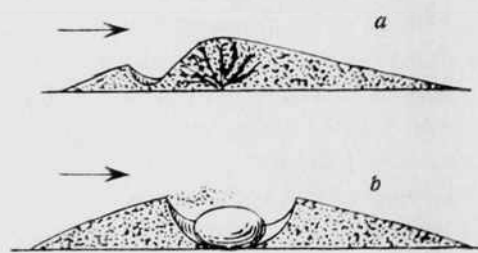


H. 90 Bắt đầu một trận bão bụi ở Tây Úc

sau vật đó. Tuy nhiên, cây nhỏ và tảng đá chỉ là những vật chướng ngại tạm thời. Khi cây bị chôn vùi hoàn toàn trong cát, nó sẽ trở thành một vật chướng ngại vững chãi, và cát bắt đầu tích tụ ở bên sườn hướng về phía luồng gió (h. 92, a). Khi các doi cát ở gần tảng đá lên cao bằng đỉnh nó, thì vai trò của tảng đá cũng thay đổi, khoảng lõm trông giữa nó và hai doi cát bắt đầu chắt đáy cát rồi biến mất, và một thứ doi vững chãi có hai sườn cũng được hình thành giống như doi cát do cây nhỏ sinh ra (h. 92, b).



H. 91 Sự tạo thành gò cát sau một bụi cây (a), sau và trước một hòn đá (b)

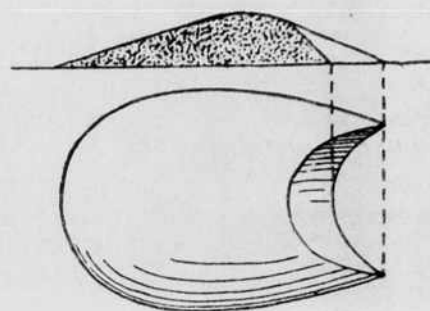


H. 92 Sự tăng lớn của gò cát (a) và vật chướng ngại biến mất (b)

Về sau sự xây đắp của cát xảy ra như nhau ở cả hai trường hợp. Doi cát có hai sườn sẽ lớn lên chủ yếu về phía trước gió, là phía mà các hạt cát tích lũy dần. Nhưng gió cũng để rơi một số những hạt cát ở trên phần đỉnh và chúng sẽ trượt xuống phía sườn khuất gió. Như vậy, cứ ít một, một gò có gờ sắc điển hình sẽ được thành tạo với một sườn thoải về phía trước gió và một sườn dốc về phía dưới (h. 93). Nhưng những hạt cát đã được đưa tới phần thấp của sườn trước gió, sẽ chồm lên những hạt đã leo lên tới đỉnh, rồi lại được đưa đi xa nữa để tạo thành những doi nhỏ phía



H. 93 Một cái gò biến thành cồn cát lưõi liếm



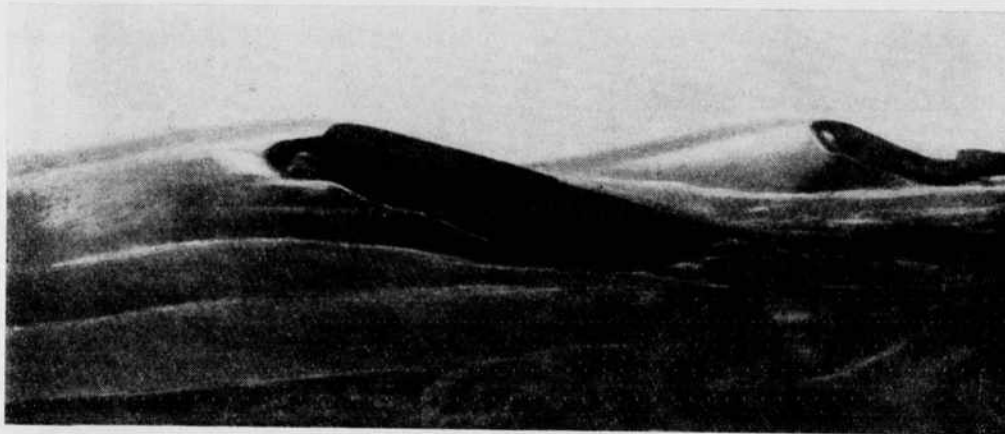
H. 94 Lát cát và bình đỏ một cồn cát lưõi liếm

sau ở sườn khuất gió. Nhìn từ trên xuống, thấy rõ gò cát là một cái hộc có hai sừng ở phía sườn khuất gió (h. 94). Hình ảnh điển hình đó của một gò cát hình thành ở chỗ có vật chướng ngại nom tựa như một cái móng ngựa.

Cát sa mạc đã tích tụ giống hệt như vậy ở những chỗ có chướng ngại và thứ gò có hình dạng vừa mô tả được người ta gọi là cồn cát lưỡi liềm (h. 95).

Sự tạo thành cồn cát. Những gò cát ở bờ biển không thể tự tồn tại lâu được. Biển luôn luôn hút cát vào bờ và gió thổi chúng về phía đất liền. Khi cát gặp vật chướng ngại thì những gò riêng biệt bắt đầu nối liền với những gò láng giềng ở hai bên. Cứ như thế sẽ hình thành một dải gò song song với bờ biển ở cách mép nước một khoảng nào đó. Dải gò như vậy gọi là c ó n c á t. Trên lát cắt nhìn ra phía biển, nó có sườn thoải, trên đó cát vẫn tiếp tục được đưa đến, và về phía khuất gió thì nó có sườn dốc, theo đó các hạt cát trượt từ trên đỉnh cồn xuống. Theo chiều dài thì nó có những đỉnh phẳng tương ứng với các đỉnh gò ban đầu và có những yên phẳng tương ứng với những chỗ các gò nối với nhau (h. 96 và 97).

Sự di chuyển của cồn cát. Cồn gần mặt nước nhất thì gọi là cồn đầu trước. Nó không cò định tại chỗ; cát vẫn liên tục tiến từ phía sườn trước gió sang phía sườn khuất gió, và rất chậm rãi, hàng mấy chục năm, cồn cứ tiến dần vào phía nội địa. Khi nó đã di được một khoảng nào đó vào phía nội địa, một cồn mới lại hình thành ở vị trí cũ của nó. Cồn thứ nhất tiếp tục di cư về phía đất liền, các cồn khác tiếp theo sau. Và như vậy qua nhiều thế kỷ, sinh ra nhiều dải cồn — năm, mười dải và hơn nữa hình thành song song với đường bờ.



H. 95 Cồn lưỡi liềm lớn bằng cát di động gần thành phố Singpêin ở nam Ôcdôt. Trung-quốc



H. 96 Bãi biển Bantich gần thành phố Xvetlôgoc. Sườn trước gió của cồn gấn bờ



H. 97 Đường sồng của cồn gấn bờ, có trồng cây bụi gấn Xvetlôgoc, tỉnh Caliningrat

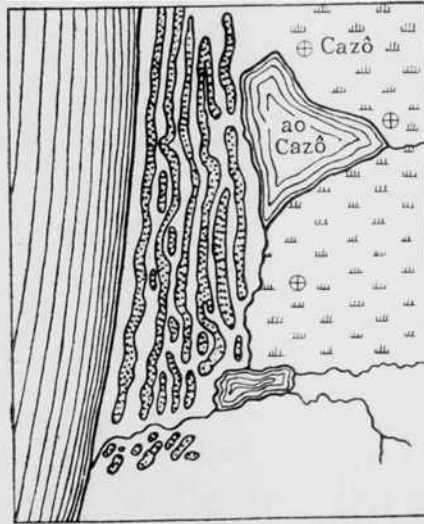
Độ cao và số lượng phụ thuộc vào việc đưa cát vào bờ nhiều hay ít và vào sức gió và tính thường xuyên của nó. Độ cao của chúng thay đổi từ 20 đến 30 mét trên bờ biển Bantich cho đến 50—100 mét ở bờ biển Đại-tây-dương của nước Pháp, và cho tới 155—200 mét trên bờ biển Địa-trung-hải. Tốc độ di chuyển của những cồn nhỏ lúc có bão là 2 đến 3 mét một ngày, trong khi đó thì những cồn lớn chuyển dịch, khoảng 1 đến 20 mét một năm. Trong quá trình tiến vào nội địa, chúng thường phủ lấp các khu rừng, đồng cỏ, đồng ruộng, làng mạc gặp trên đường đi của chúng. Theo thời gian sau khi các cồn đã tiến xa vào trong, các rừng bị chết do chôn vùi và các làng mạc bị hoang tàn lại thấy lộ ra. Người ta gặp được nhiều cánh rừng và nhà cửa như vậy ở bờ biển Bantich, Biển Bắc và dọc theo bờ biển Đại-tây-dương. Vì vậy, nên người ta đã phải tìm biện pháp phòng ngừa sự di chuyển của các cồn cát. Người ta trồng cỏ và cây bụi trên những bãi biển không ngập nước và trên các sườn trước gió của cồn cát đằng trước. Đỉnh và sườn khuất gió của cồn cát đằng trước và của những dải cồn tiếp theo đều được bảo vệ bằng cách trồng cỏ, sau đó trồng cây to, chủ yếu là cây loại thông mọc rất tốt trên đất cát. Dần dần các dải cồn có thể biến thành những dải rừng và chúng hoàn toàn ngừng di chuyển. Chỉ còn có ở bãi biển và trên sườn trước gió của cồn đằng trước là người ta vẫn phải tiếp tục đầu



H. 98 Cồn cát tiên, có phủ rừng cây ở phía Tây sông Nacva, trên bờ vịnh Phần-lan

tranh với các lực của tự nhiên. Vào lúc trời bão, sóng quét sạch các cây cối và gió làm chúng bật rễ và cuốn chúng đi xa, vì vậy nên phải thường xuyên củng cố bờ biển (h. 97 và 98).

Cồn cát di chuyển thường làm tắc những con sông chảy ra biển, biến chúng thành hồ và đầm lầy, như ta thấy rõ ở trường hợp các cồn ở Cazô bên Pháp, trên hình 99.



H. 99 Bình đồ cồn cát ở Cazô trên bờ biển phía tây nước Pháp

Cồn hồ và cồn sông. Cồn cát cũng tạo thành ở bờ các hồ lớn, nơi mà bờ bằng phẳng ở trên một khoảng khá rộng gió chủ yếu là thổi vào phía bờ. Nhưng các cồn ở hồ không đạt được độ cao của các cồn ven biển, và chúng giữ được thực vật dễ dàng hơn. Các cồn riêng biệt hay các dải cồn cũng được gió xây đắp trên những bờ phẳng và những nhánh sông là nơi mà vào lúc nước thấp có những bãi cát và bùn rộng cao và khô lộ ra. Các cồn này cũng tiến theo chiều gió và cũng phá hoại rừng cây, đồng ruộng và làng mạc. Người ta chống lại chúng bằng cách trồng cây có hệ thống. Ở phần châu Âu thuộc Liên-xô người ta gặp được những cồn sông ở hạ lưu các sông Đonhiệp, Vônga, Uran, và ở Xibêri dọc theo bờ các sông Iecturơ, Ôbi, Xêlenga, Sicôi và Lêna.

Cồn cát lười liềm. Gió còn tìm được nhiều vật liệu khác trong sa mạc để tạo thành cát chảy. Nó được trợ giúp bởi tác dụng phong hóa của những đá trầm tích như các loại sa thạch và của những loại đá macma rất phổ biến như đá hoa cương. Trong quá trình phong hóa thứ đá này bị phân hủy thành những đá sỏi vỡ vụn và cát. Ngoài ra, có những lượng lớn phù sa và lũ tích toi bờ cũng có ở sa mạc trong những lòng sông đã bị khô cạn sau mùa lũ, và trong những trầm tích của những cuống lưu ngắn ngày ở miền núi, những cuống lưu này đưa cát và bùn cuội và vụn đá tới những miền thấp, ở đó trầm tích sẽ khô rất nhanh.

Trong sa mạc, gió không phải là một vị khách hãn hữu, mà là một vị chúa tể. Thường thường một đợt gió nhẹ nổi lên vào lúc bình minh, mạnh lên vào buổi sáng, đạt cao điểm vào lúc trưa, mất dần tốc độ vào ban chiều và yếu hẳn vào ban đêm. Ngoài những gió đều đặn đó, còn có những cơn gió lớn, gào thét suốt cả một

ngày đêm liền, nhưng cũng có khi chúng nổi lên một cách bất ngờ và tắt đi rất nhanh chóng.

Trên các miền có nhiều đá vụn bờ không có cây cối che chắn, gió bốc và lôi cuốn những hạt cát đi cho đến khi gặp những vật chướng ngại đầu tiên, và cũng như ở bờ biển, đó là cây bụi, tảng đá và khối đá, đồi và dãy núi. Đằng sau cây bụi và ở phía trước và phía sau các tảng đá, cát do gió đưa đến tạo nên những dãi cát giống như ở bờ biển. Các dãi đó cũng phát triển thành những gò có hai sườn, có sườn thoải trước gió và sườn dốc ở phía khuất gió (h. 93 và 94). Các bộ lạc nói tiếng Thổ-nhĩ-kỳ ở vùng sa mạc gọi những cồn cát lười liếm này là «backhan» (h. 95); danh từ này đã trở thành thông dụng trong khoa học. Cồn cát lười liếm là những trầm tích cát chảy hình thành trong sa mạc từ những sản phẩm của sự phong hóa đá, khác với các cồn cát hình thành bằng cát do nước biển, hồ và sông đưa tới.

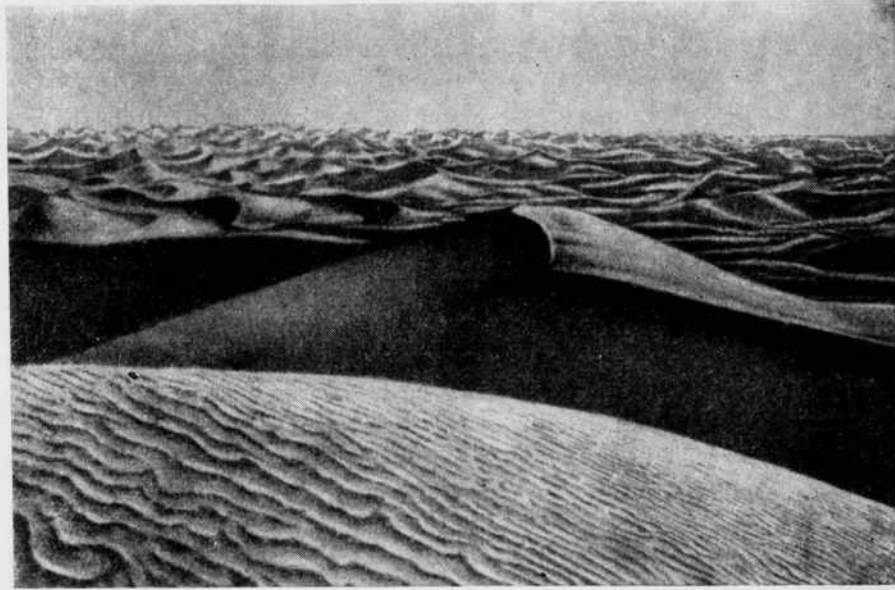
Nếu không đủ vật liệu để tạo thành cồn cát lười liếm, các gò riêng biệt sẽ phát triển và tiến nhanh theo hướng gió chủ yếu. Nếu đủ cát, các cồn cát lười liếm sẽ hình thành ở những chỗ có vật chướng ngại và cũng nổi liền vào nhau như cồn cát để tạo thành những dải backhan.

Đường sống của chúng bao giờ cũng lượn sóng theo chiều ngang và chiều thẳng đứng; độ cao của những đỉnh riêng biệt tương ứng với chiều cao của những cồn cát lười liếm riêng lẻ, và những chỗ lõm của chúng, tức là những đoạn hình yên ngựa thường nhô ra về phía trước nhiều hơn so với phần đỉnh, thì ứng với những phần sóng của các backhan lân cận.

Cát ở sa mạc backhan bao phủ những diện tích rất rộng, chiếm tới hàng trăm đến hàng nghìn kilômet vuông, các dải cồn nổi tiếp cận ngang nhau nên những khoảng cách lõm giữa chúng nom như những chuỗi bốn lòng chảo. Quang cảnh này có thể thấy ở sa mạc Caracum và Curzuncum, và nhiều nơi khác ở Trung Á, ở Alasan, ở Đông Mông-cổ, ở bồn Tarim ở Trung-bộ châu Á, ở Xahara, ở sa mạc Arabi, ở các sa mạc châu Úc, v.v....

Độ cao của các backhan khác nhau thường cao khoảng 15—20 mét, nhưng ở một số nơi tùy theo những điều kiện riêng biệt như có cát nhiều và thời gian tích lũy của chúng ở các chỗ có vật chướng ngại kéo dài hàng thế kỷ, chúng có thể cao từ 100 đến 200 mét, tạo thành những ngọn đồi điển hình. Thí dụ, cát ở sa mạc Tacla Macan rộng lớn ở Tân-cương (Trung-quốc), và cát ở Kum Tac, ở dãy đồi chân núi phía Nam ở Đông Thiên-sơn, giữa các thành phố Lucsun và Pisan và ở nhiều nơi trong sa mạc Xahara (h. 100).

Những vật chướng ngại như các nhóm và các dãy đồi và núi cũng khiến cho các cồn cát backhan tích lũy một cách không đồng đều dưới dạng những backhan riêng biệt và những dải có kích thước và hình dạng khác nhau dọc theo những thung lũng và vùng trũng, bọc lấy những sườn và vượt qua những phần hình yên ngựa của chúng.



H. 100 Cồn cát lưỡi liềm ở sa mạc Xahara gần Ai-cập. Người ta thấy trên sườn cồn cát lưỡi liềm có ngàn sóng cát



H. 101 Sự tiến của cát di động của cồn lưỡi liềm ở ven ốc đảo Đaclo. Xahara

Các backhan riêng lẻ, nhất là các loại nhỏ, tiến nhanh theo hướng gió chủ yếu, những loại nhỏ tiến được hàng trăm mét, còn những loại lớn hơn, chừng 30—40 mét mỗi năm. Các cồn cát backhan tiến rất chậm, chúng phá một vài backhan tiến lên phía trước làm hướng đạo, những cồn này phát triển ở phía trước của miền cát, do gió mang cát và tập trung ở tất cả các vật chướng ngại. Các backhan hướng đạo đó tăng số lượng, nối hai ba cái với nhau và dần dần chiếm những diện tích mới, trong khi bộ phận chính của khối cát tiến đằng sau một cách chậm hơn.

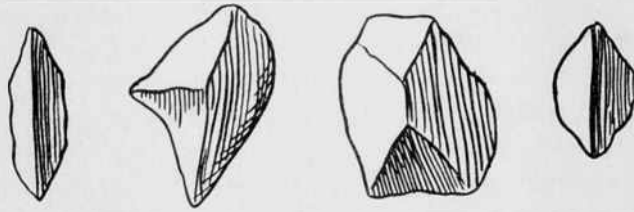
Những cuộc tấn công lần chiếm những vùng thảo nguyên trước đó không có cát, những đồng ruộng trồng trọt và làng mạc, thấy có ở Tuyêcmêni, Uzobêkixtan, Caracapakia, Cazaxctan, bốn Tarim, ở Ôcđôt ở Trung Á, ở rìa những miền cát chảy. Nông dân cá thể không thể chống lại sự đe dọa đó được. Cát có thể ở cách đồng ruộng, vườn cây và nhà ở của anh ta độ một kilômét. Lúc có bão, cát bị gió bốc lên sẽ tích tụ dần dần ở những chỗ có vật chướng ngại; những doi nhỏ xuất hiện sau các cây bụi, trên các luống cây, trong các rãnh ở dọc đường, dưới bờ rào. Mỗi lần có gió mạnh, doi cát lại tăng thêm về số lượng và kích thước, đất càng ngày càng chứa thêm cát. Sau một ít năm, doi cát biến thành gò và sau nữa thành cồn cát lười liếm, năng suất đồng ruộng giảm sút. Một chục năm nữa trôi qua, lúc đó cát đã tiến đến chiếm nhà anh nông dân, đồng ruộng của anh hầu như biến hết dưới lớp phủ cát, cồn cát backhan đã tiến vào vườn cây, bò theo bờ rào, vượt quá chúng, tiến vào sân nhà và leo sát tường cho đến mái nhà anh ta (h. 101). Và người nông dân đó buộc phải rời bỏ vườn trại. Chỉ có sức lực tập thể và nhờ vào các phương tiện của Nhà nước thì mới có thể cản được sự tấn công đó. Và việc đó có thể làm được bằng cách trồng cây một cách rộng rãi để cố định các cồn.

Không nên nghĩ rằng các dải cồn cát lười liếm ở chỗ nào cũng không có cây mọc. Thực ra có rất ít sa mạc cát hoàn toàn không có cây cối: đó là những khoảng cát rộng lớn ở Xahara, ở Arabi, ở sa mạc Tacla Macan, một vài miền ở Caracum và Cursuncum. Trong nhiều trường hợp một ít cỏ và cây bụi mọc nép trong đáy của các hồ nằm giữa các backhan, có chỗ chúng còn mọc lan lên cả sườn cồn. Nếu có nhiều cây cối thì hình dạng của các cồn cát lười liếm cũng biến đổi, các đường đỉnh trở nên tròn dẹt, các sườn dốc cũng trở thành thoải hơn, vì cỏ và cây bụi bảo vệ bề mặt của chúng và giữ cát lại. Những đồi này gọi là gò cát vì chúng không còn hình dạng backhan nữa mà giống gò nhiều hơn.

Người dẫn cây để dùng làm củi, động vật ăn cây và giẫm nát cỏ, đều là những kẻ phá hoại chính đối với thực vật vùng có cát và như vậy là giúp cho cồn cát tái tạo hoặc xâm chiếm những diện tích mới. Bất cứ miền gò cát nào ở gần nơi mà ngày trước có những bộ lạc du mục sinh sống thì đều bị trợ trụ hoang tàn, và chúng đều biến thành cồn backhan. Một số động vật gặm nhấm cũng gây tác hại cho thực vật miền sa mạc. Đó là những giống chuột sa mạc sống rất nhiều ở một số vùng trũng. Bằng cách đào tổ, chúng phá hoại rễ cây và cung cấp cho gió một vật liệu rời

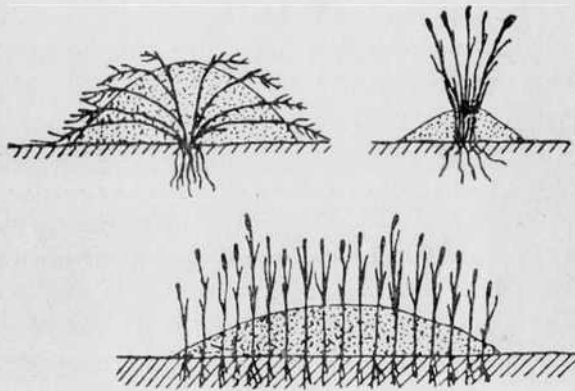
để chuyển vận. Những hang hốc có những tập đoàn động vật này sinh sống đều trơ trụi, cây cằn cỗi và suy yếu.

Những ngân cát. Sườn trước gió của các cồn bao giờ cũng hơi mập mạp thành những gò nhỏ phân cách bởi những rãnh lõm, và toàn bộ tạo thành thứ mà người ta gọi là ngân cát. Chúng được gió nhẹ tạo thành, vì gió chỉ di chuyển các hạt trên những khoảng ngân. Nếu chúng ta quan sát kỹ, chúng ta sẽ thấy những hạt mịn nhất tập trung trên các gờ lồi, còn những hạt thô hơn thì nằm trong các rãnh. Như vậy là gió đã chọn lọc các hạt cát theo kích thước của chúng. Những gờ lồi chẳng qua cũng chỉ là những dải cồn tí hon. Các ngân cát cũng thay đổi phương hướng luôn vì bao giờ chúng cũng xếp thẳng góc với hướng gió (h. 100).



H. 102 Vụn đá có mặt mài nhẵn bởi cát

Các đá mài nhẵn. Các hạt cát do gió di chuyển từng khối lớn thường là thạch anh rất rắn. Khi va phải những hòn sỏi, cuội hay những tảng đá và lướt trên mặt đá, chúng có tác dụng mài nhẵn đá. Người ta có thể thấy những thứ cuội, sỏi như vậy ở tất cả mọi nơi trong sa mạc, nếu chỗ đó có những tảng đá nằm gần các khoảng có cát.



H. 103 Các loại đồng cát quanh cây bụi, đám cỏ và lau sậy

Kết quả của tác dụng mài nhẵn này cũng biến thiên tùy theo độ cứng của các đá: đá càng kém rắn thì càng chóng mòn; ngược lại, những hòn đá rắn thì chỉ bị cát nghiền và mài nhẵn. Bề mặt của những đá có những hạt hoặc những bộ phận rắn mềm khác nhau sẽ trở thành mấp mô, những chỗ rắn sẽ nhỏ ra thành những mấu lồi, những bướu, những chỗ mềm hơn sẽ bị đào lõm và tạo thành hốc. Những mảnh vụn đá, nằm lâu trên mặt cát theo một vị trí không đổi thường bị mòn dần ở mọi phía nhưng với mức độ khác nhau, tùy theo tần số và sức của gió. Vì vậy nên người ta có thể tìm thấy trong sa mạc có những khối ba mặt, bốn mặt rất lý thú, chúng có mặt được mài rất nhẵn, có góc cạnh tương đối sắc, nguyên từ đá rắn sinh ra. Ta có thể thu thập các đá này trong sa mạc (h. 102).

Các đồng cát. Ở những miền mà cát tự do hiếm quá không đủ để tạo thành cồn cát lười liếm một cách nhanh chóng, và ở những nơi có nhiều thực vật, thì cát sẽ tích tụ dần dưới sự che chở của thực vật, mà thực vật đó chống lại được với sự chôn vùi của cát, và do đó được hình thành nhiều dạng tích tụ cát đặc biệt — đó là những đồng cát và những gò cát có những kích thước khác nhau — và gọi là đồng cát. Hình dạng và kích thước của chúng phụ thuộc vào loại cây mọc trong miền. Những cây bụi nhỏ có ít nhánh và khẳng khiu thường tạo ra những đồng cát cao chừng 0,5 đến 1 mét, nom tựa những nấm mồ. Những bụi cây rậm như cây tamarix chẳng hạn thường mọc thành khóm, sẽ sinh ra những đồng cát và gò cát nhỏ cao từ 3 đến 5 mét, nom tựa những ngôi mộ cổ lớn. Quanh những cây lau sậy mọc gần



H. 104 Gò cát có mọc cây tamarix, ở sa mạc vùng biên giới Zungari

bờ suối thường tích tụ những gò cát phẳng, cây stipa splendens có khóm hình bó, thường hay tạo thành những mô cát nhỏ (h. 103 và 104).

Cây cối có thể chịu đựng sự vùi lấp của cát tới một mức độ nào đó. Khi đồng cát đã trở thành quá cao thì cây bị chết héo dần dần, và rễ của nó không tiến được tới chỗ có nước ngầm nữa. Nó sẽ khô héo, gió làm rụng lá và cành rồi cuốn đi. Đồng cát không có gì bảo vệ, cũng sẽ bị phân tán dần. Gió lại mang các hạt cát đến những



H. 105 Gò cát có cây tamarix đang bị gió phá dần

cây đang sống. Như vậy là đối với từng loại cây, cát chỉ có thể tích tụ đến một độ cao nhất định mà thôi. Cát do cây tamarix giữ lại, thường phổ biến nhất trong vùng đất xôlôn-sac và ở bờ sông ngòi, nó sẽ biến mất khi sông đổi dòng. Nếu nước chảy vòng xa cồn thì các cây nhỏ đó sẽ héo tàn và các đồng cát cũng sẽ bị phân tán (h. 105).

Sự di chuyển của bụi. Chúng ta đã rõ rằng trong các sa mạc, các đồng cát thường hình thành ở những chỗ mà sự phong hóa đá đã tạo sẵn đầy đủ vật liệu cho gió mang đi như các vụn đá gộc hay những trầm tích khô của sông ngòi và của những cuống lưu tạm thời. Nhưng ngoài cát tích tụ trong các trầm tích đó, tác dụng phong hóa còn sinh ra một thứ vật liệu mịn hơn nữa, đó là các hạt bụi. Chúng ta cũng đã biết về những trận bão bụi không chỉ xảy ra trong vùng sa mạc, và về những cơn lốc quay cuồng trong những ngày nóng bức qua các ruộng nương, thảo nguyên, đường sá, làm bốc những cột bụi lên trên không. Vậy bụi đó về sau sẽ ra sao? Nếu nó cứ tồn tại mãi trong không khí, thì không khí từ lâu đã bị đục vẩn hệt và chúng ta đã phải sống trong những đám mù bụi đầy đặc.

Bụi là sản phẩm mịn hạt nhất của tác dụng phong hóa. Nó bay bồng trong không khí một thời gian tương đối lâu, bị gió lôi đi khá xa, nhưng rút cuộc vẫn phải rơi xuống đất, chủ yếu là nhờ có nước mưa và tuyết; các hạt mưa và bông tuyết rơi xuống sẽ thu thập các hạt bụi lơ lửng trong không gian và quật chúng xuống mặt đất. Các bạn chắc đã nhận thấy sau khi trời mưa hay tuyết rơi, không khí trở nên sạch sẽ, trong trẻo như thế nào. Người ta có thể nhìn rõ hơn và xa hơn. Sở dĩ như thế là do không khí đã sạch bụi, mà khi trước dù khó nhìn thấy, cũng đã làm giảm độ trong sạch của không khí (người ta vẫn có thể thấy rõ điếm này khi nhìn các vật ở đằng xa).

Hàng ngày chúng ta đều thấy bụi bám trong buồng chúng ta, cả ở thành phố lẫn nông thôn. Nó chui vào trong nhà cùng với không khí bên ngoài, từ ngoài phố vào và bám lên mọi đồ đạc. Nếu chúng ta không phủi bụi trong các buồng một cách đều đặn thì lớp bụi sẽ dày thêm và trở thành nhiều đến nỗi chúng ta không thể cầm bất cứ đồ đạc gì mà không bị bắn tay. Nhưng thứ bụi tích ở mọi chỗ, cả trên mặt

đất lẫn trên mặt nước, chúng nằm lẫn với đất, được nước lôi cuốn và trầm đọng cùng với những vật liệu khác, chứ không tạo ra những lớp trầm tích riêng.

Với những điều kiện đặc biệt, bụi do gió mang đi (lôtxo) sẽ tụ đọng trên mặt đất. Trong sa mạc vì không có thực vật và do sự chênh lệch của nhiệt độ, nên tác dụng phong hóa đá xảy ra mạnh mẽ hơn, thực chất đó là một xưởng chế tạo những lượng lớn sản phẩm mịn như những hạt cát và hạt bụi. Đặc biệt ở sa mạc có nhiều gió. Những ngày hoàn toàn lặng gió thực rất hiếm. Chúng ta cũng đã từng nói đến điều này và cũng đã chú ý đến việc bão cát thường xảy ra ngay trong những ngày yên tĩnh, làm cho bụi bị hút và bốc lên cao khỏi mặt đất. Do đó không khí trong sa mạc kém trong trẻo so với những miền ẩm hơn và có nhiều cây cối bảo vệ đất khỏi sự hoạt động của gió.

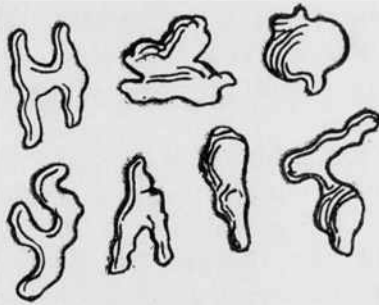
Gió trong miền sa mạc thường có hướng ly tâm, nghĩa là thổi từ những vùng trung tâm ra những vùng chung quanh. Chúng quét sa mạc sạch trơn và cuốn những sản phẩm của sự phong hóa đá ra đến giới hạn của chúng. Nếu không có gió thì tất cả những đồi và núi trong sa mạc từ lâu đều đã bị chôn vùi dưới một lớp vụn do đá gốc phong hóa sinh ra. Tuy nhiên, người đi trong sa mạc lại gặp được nhiều chỗ lộ đá gốc hơn ở miền ẩm thấp. Có thể thấy những chỗ lộ đá ở khắp nơi, trên sườn núi, sườn đồi, thường có cả trong các vùng trũng và đáy thung lũng. Đúng là chúng bị khía cắt, phá hoại và thường biến thành những mảnh đá hòn và vụn đá, nhưng chúng không có lớp đất mềm mà các miền ẩm thấp thường có trên mặt đá gốc, nên đá gốc ở đây ít khi bị lộ và chủ yếu chỉ lộ ở phần dưới chân sườn núi bị nước chảy xói mòn. Lớp tàn tích trong sa mạc hoặc vắng mặt, hoặc tạo thành một lớp mỏng gồm những trầm tích thô, còn sườn tích chỉ tích lũy ở phần dưới của sườn.

Chúng ta cũng đã biết rằng các cồn cát lười liếm là sản phẩm của sự phong hóa đá ở sa mạc. Nhưng không phải các cồn cát này che phủ hết mọi chỗ trong vùng sa mạc. Chúng tích tụ chủ yếu ở rìa sa mạc chứ ít khi ở trung tâm, thường ở những chỗ mà quá trình phong hóa đá đã sinh ra nhiều vật liệu, hoặc ở những chỗ có vật chướng ngại lớn làm cho vật liệu không chuyển dịch thêm được nữa. Phần lớn cát và bụi được bốc đi từ phần giữa sa mạc ra đến rìa là nơi mà các hạt lớn đọng lại trước hết và tích lũy dần dần, tạo thành những diện tích cồn backhan rộng lớn. Những hạt bụi mịn hơn còn được đưa đi xa hơn nữa, vượt qua cả ranh giới sa mạc, đến những miền có cây cối và khí hậu ẩm hơn, có mưa nhiều, và ở đó gió từ vùng sa mạc tới gặp các luồng gió thổi từ các phía khác đến và cuối cùng nó bị yếu sức và để lắng đọng các vật liệu mịn.

Sự tạo thành đất lôtxo. Bụi do gió vùng sa mạc đưa đến sẽ tích lũy dần và tạo thành những lớp trầm tích, gồm một loại đất đặc biệt có độ dày khác nhau gọi là đ ầ t v à n g h a y đ ầ t l ô t x o.

Đất lôtxo có màu vàng xám hay vàng nâu, dễ cắt bằng dao, dễ bị ngón tay bóp vụn, nhưng vẫn khá vững bền để có thể tạo thành những vách đứng đôi khi cao đến

10—20 mét. Nó chứa nhiều lỗ hồng nhỏ, điều này dễ thấy khi ta bỏ một miếng đất lôtxo vào trong một cốc nước: miếng đất lôtxo sẽ nhả bọt khí do nước đẩy ra khỏi các lỗ hồng. Bên cạnh những lỗ hồng nhỏ bé mà mắt thường không nom thấy, chúng ta còn có thể thấy những lỗ hồng hẹp, thẳng đứng đó là những ống do rễ cây để lại. Đất lôtxo gồm cát mịn và bụi đó là những hạt thạch anh, fenspat, sét, đá vôi và những mảnh nhỏ mica, hết thấy đều xếp chặt sít vào nhau. Khi gặp nước, nó tạo



H. 106 Búp bê đất lôtxo

thành một thứ bùn đặc, và trên đường cái nó bị bánh xe và móng ngựa nghiền thành một thứ bụi mịn. Do đó nên vào lúc trời khô, những đường chạy qua đất lôtxo thường rất bụi bặm, có những đám mây bụi nổi lên dưới chân, và trong lúc trời mưa thì nó biến thành bùn lầy, một thứ bùn quánh bám chặt lấy giấy dép. Khi nghiền cứu thành phần của đất lôtxo, người ta thấy nó gồm có cát mịn và bụi.

Một đặc trưng nữa của đất lôtxo là không có thớ tầng; nó tạo thành một thể

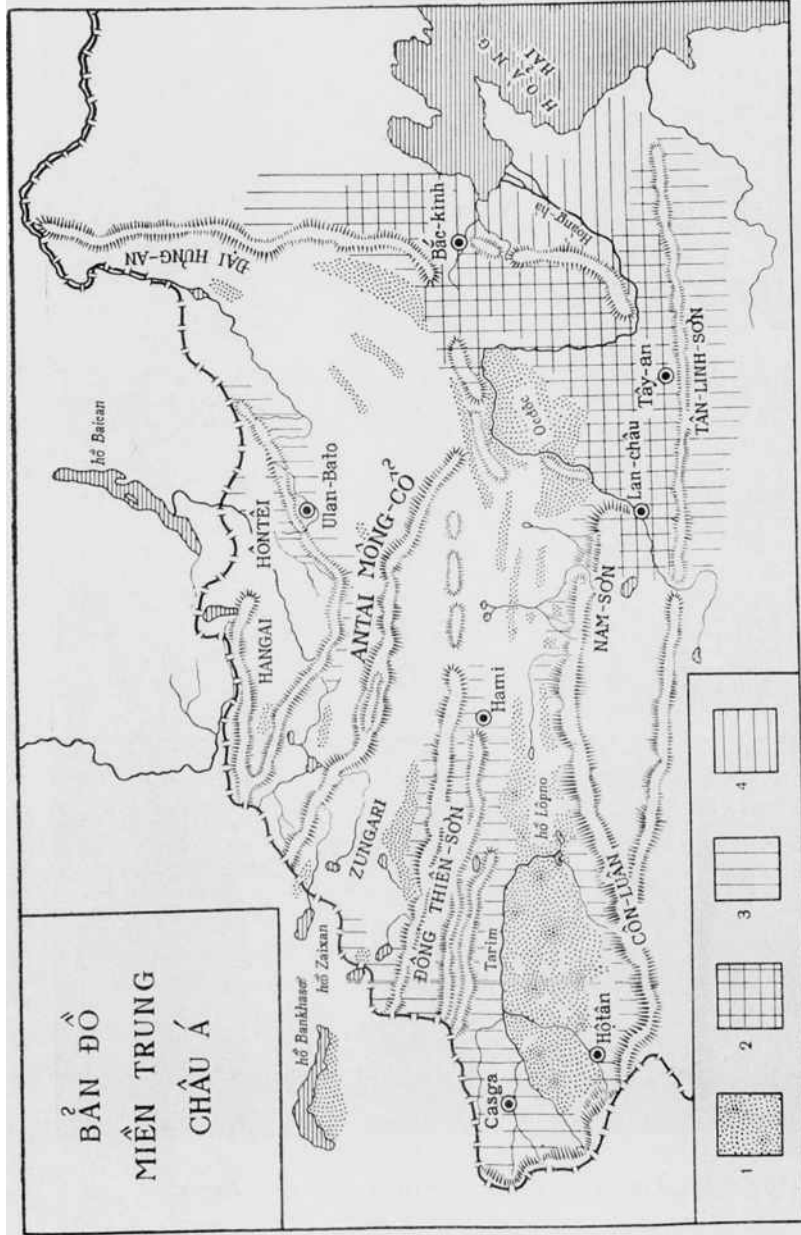
vững chãi và không phân thành những lớp mỏng như các đá trầm tích trầm đọng trong nước. Đất lôtxo thường gồm vôi, điều đó được thấy rõ qua những kết hạch vôi trong các vách đứng của đất lôtxo dưới dạng những hòn đá tròn hoặc thon dài (nom tựa rễ củ cải cay) gọi là «búp bê», hoặc nằm lẫn vào trong đất lôtxo hoặc tạo thành những lớp riêng (h. 106).

Sở dĩ đất lôtxo có những đặc trưng đó, vì nó là bụi sa mạc được gió đưa đến tích lũy chậm chạp mà thành. Bụi này tích đọng ở những miền thảo nguyên bao quanh các sa mạc. Thảo nguyên được bao phủ bởi cỏ rậm ít hay nhiều, bởi những cây bụi lùn, trên đó bụi sẽ tích tụ và bọc lấy cành và lá của chúng. Khi đi trong miền thảo nguyên như vậy, giấy của ta bị phủ một lớp bụi vàng. Gió và nước mưa đưa bụi xuống mặt đất và từ đó nó sẽ bám mãi vào đất, và bằng cách đó, cứ dần dần ít một, đất bụi sẽ được tạo thành, có thể với tốc độ 1—2 mm bề dày mỗi năm. Nhưng qua thời gian dài hàng nghìn năm, nó sẽ tạo ra những lớp dày 10—20 và có thể đến 100 mét hoặc hơn nữa, nếu những điều kiện vẫn y nguyên (h. 107).

Một đặc tính nữa của đất lôtxo là nó chứa ít mùn thực vật vì khí hậu của vùng thảo nguyên, là nơi nó hay tích tụ, rất khô hạn. Một vài phần của thực vật chết không bị chôn vùi trong đất mà dần dần vụn ra thành bụi rồi bị gió thổi đi chỗ khác, chỉ để lại rễ bị phân hủy trong đất. Tuy thế nhưng đất lôtxo rất màu mỡ, nhờ ở tính xốp của nó khiến cho không khí tiến vào đến các sợi rễ, và nhờ có lượng muối hòa tan khá cao, là những chất cần cho sự tăng lớn của cây cỏ.



H. 107 Vách đứng trong đất lôtxo ở thung lũng sông Angren



H. 108 Bản đồ miền Trung châu Á (do V.A.Öbrutsep soạn)

1 — cát; 2 — lấtxo rất dày; 3 — lấtxo mỏng; 4 — các lớp đất lấtxo mỏng để trảm đọng lại với những lớp lấtxo không phân tầng

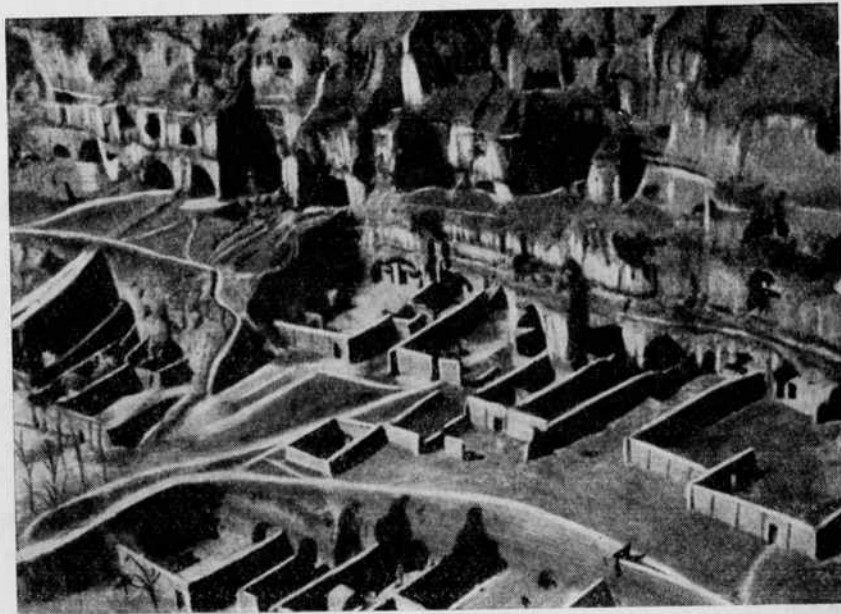
Trung-quốc, xứ sở của đất lôt-xô. Hiện nay đất lôt-xô thành tạo ở những nơi có điều kiện thuận lợi — có sa mạc rộng lớn để chôn tạo bụi, chung quanh là thảo nguyên có khả năng giữ bụi. Một thí dụ hiện đại tốt nhất về thứ «xương» chôn tạo bụi này là miền Trung Á, và vùng tích lũy đất lôt-xô điển hình nhất là miền Bắc Trung-quốc.

Nhìn qua bản đồ Trung Á (h. 108), ta thấy có những diện tích rộng lớn toàn là sa mạc như sa mạc Gôbi ở Đông và Trung Mông-cô, về phía Tây nối với sa mạc Khamit (Beisan) nằm ở phía Nam của dãy Đông Thiên-sơn và vào tận sa mạc Zun-gari về phía Bắc. Đó là những «xương máy» từ đây cát và bụi được thổi ra phía ngoài rìa. Cát lập thành những diện tích rộng lớn: về phía Đông — dọc theo dãy đồi trước núi miền Đại Hưng-an, về phía Nam ở Ôđôc, dọc theo bờ sông Hoàng-hà và ở Alasan, về phía Tây-Nam — trong bồn Tarim (Tacla Macan) và về phía Tây-Bắc là dải cát Côbê. Bên cạnh những diện tích rộng lớn đó, còn có những diện tích nhỏ hơn ở ngay bên trong miền Gôbi, nhưng sự tích lũy cát rời dọc miền ven rìa, đặc biệt ở Đông-Nam, Nam và Tây-Nam vẫn thực rất rõ rệt. Bên ngoài những diện tích phủ cát thì đến những diện tích phủ đất lôt-xô; diện tích lớn nhất nằm ở Bắc Trung-quốc — tỉnh Hà-bắc, Sơn-tây, Thiểm-tây và Cam-túc — là nơi mà các núi, các cao nguyên và thung lũng thường bị phủ một lớp đất lôt-xô không dưới 100 mét và đôi chỗ không dưới 200—300 mét bề dày. Trung-quốc là một xứ sở điển hình nhất của đất lôt-xô, ở đó đá gộc chỉ lộ ra khỏi lớp đất phủ ở những đỉnh và sườn của những dải núi cao, và ở đôi chỗ, ở đáy thung lũng lớn và cắt sâu của những sông, đặc biệt ở vùng lưu vực sông Hoàng-hà. Đất lôt-xô đã bị cắt sâu bởi những mương xói và thung lũng (h. 109), nhưng trên sườn vẫn còn thấy những tầng sâu hơn của cùng một thứ đất lôt-xô đó. Toàn bộ đời sống của nhân dân đều mang dấu vết không lẫn được của đất lôt-xô. Nhà cửa đều làm bằng đất lôt-xô (dưới dạng gạch nung hay gạch nén sòng), những nhà và toàn bộ những làng mạc được đào vào trong vách đứng của đất lôt-xô (h. 110), vì những hang đất lôt-xô nhờ chất đất mềm, nên rất dễ đào; thêm nữa là chúng âm áp vào mùa đông và mát vào mùa hè hơn các nhà ở thông thường; tất cả cây lương thực và rau cỏ đều mọc trên đất lôt-xô, tất cả các đường sá đều cắt qua đất lôt-xô. Màu vàng là màu ngự trị cả trên mặt đất lẫn trong không khí, vì đâu đâu cũng nhiều bụi lôt-xô — và khi xưa màu đó là màu «tôn kính» của Trung-quốc.

Miền chủ yếu của đất lôt-xô đó bao quanh trực tiếp các vùng cát Alasan, Ôđôc, Hoàng-hà và Đông Mông-cô; càng đi về phía những vùng cát đó, đất lôt-xô dần dần trở thành nhiều cát hơn. Trong vùng thảo nguyên khô này, bụi bị gió chủ yếu thổi về phía Đông-Nam từ sa mạc đến tích tụ lại. Đất lôt-xô cũng leo lên sườn phía Bắc của dãy núi Đông Côn-luân là giới hạn phía Nam của vùng đất lôt-xô. Qua khỏi dãy núi này, ở Nam Trung-quốc, khí hậu đã trở thành khác hẳn, rất ẩm và đất cũng khác. Miền đất thấp rộng lớn của đồng bằng lớn của Trung-quốc về phía Đông



H. 109 Bậc thềm nhân tạo trong đất lôtxo. Tỉnh Sơn-tây, Bắc Trung-quốc
(Ảnh chụp từ máy bay)



H. 110 Các vách đứng miền đất lôtxo với nhiều nhà hang. Tỉnh Sơn-tây,
Bắc Trung-quốc

cũng bị phủ đất lôt-xô, nhưng thứ đất này được phân bổ lại bởi sông Hoàng-hà và nhiều sông khác cuốn đi; những sông này chảy từ những vùng đất lôt-xô ở cao, từ miền mà sông ngòi xói mòn đất lôt-xô.

Về phía Tây, các đồi trước núi và sườn Bắc của dãy Nam-sơn và những núi Tây Côn-luân, những sườn Đông của vùng Pamia và những sườn Nam của dãy Đông Thiên-sơn cũng đều bị đất lôt-xô che phủ. Diện tích phân bổ đất lôt-xô ở đây nhỏ hơn và bề dày cũng ít hơn. Ở đây không có những dải đất thảo nguyên để cho đất lôt-xô tụ đọng (khác với miền Bắc Trung-quốc), và nó đã định cư trên các sườn núi nên thường bị nước mưa rửa trôi mất. Nhưng ở đây cũng vậy, các diện tích có đất lôt-xô trực tiếp bao bọc vùng cát rộng lớn Tacla Macan. Sự rộng lớn và bề cao của những cồn backhan đồ sộ của vùng này sở dĩ đạt tới 200 mét, là do toàn bộ diện tích miền Tân-cương Trung-quốc — được bao quanh về phía Nam, Tây và Bắc bởi những ngọn núi, nó giống như một cái túi khổng lồ để cho gió Đông thổi cát và bụi vào và để tích lũy những lượng cát lớn.

Có ít cát ở rìa phía Bắc của Trung Á, nhưng ở đó cũng có một lớp đất lôt-xô mỏng. Ở đây không có vùng thảo nguyên khô rộng lớn, vì ở đây các cao nguyên Hangcai và Hôngtêi đều có rừng mọc như vậy điều kiện địa phương là khác. Hơn nữa, gió cũng ít thổi từ Trung Á về phía Bắc. Chỉ có ở Zungari là chúng ta lại thấy có nhiều cát — đó là vùng cát Côbê rộng lớn và ra quá ngoài vùng này, ở trên các núi gần biên giới Liên-xô cũng thấy có những lớp đất lôt-xô mỏng. Gió mang bụi về phía đó qua những khoảng rất lớn và phân phối chúng trên những diện tích rộng.

Như vậy, nói chung chúng ta thấy có một sự phối hợp đều của sa mạc, coi như một «xưởng máy» chế tạo cát và bụi, với những diện tích có cát chảy và đất lôt-xô tích tụ. Tất cả những đặc trưng, tất cả những điểm khác biệt nhận thấy dọc rìa Trung Á về phương diện phân bổ cát và bụi, và bề dày của những lớp đó, đều được giải thích bởi những điều kiện khí hậu địa phương và thực vật, bởi địa hình và hướng gió.

Ngày nay miền Trung Á vẫn tiếp tục là một «xưởng máy» chế tạo cát và bụi, và các vùng bao quanh vẫn là những miền tích tụ. Nhưng trong quá khứ gần đây, vào hồi nửa đầu kỷ địa chất hiện hành, các điều kiện cần thiết cho sự tạo thành và tụ đọng cát và bụi còn thuận lợi hơn nhờ có khí hậu của thời kỳ băng hà mà chúng ta sẽ biết đến ở chương sau.

Các sa mạc ở những phần khác của Trái đất cũng là những «xưởng máy» chế tạo cát và bụi, nhưng các qui luật quyết định sự phân bổ các miền mang đi và trầm tích không rõ ràng lắm, vì khí hậu và vị trí cũng có khác. Chỉ riêng có châu Á là có sa mạc nằm ở trung tâm một lục địa lớn, nên ảnh hưởng của đại dương và gió thổi với sa mạc này không quan trọng bằng ở châu Phi và ở Arabi.

Đất lôt-xô miền Ucren. Bạn đọc, khi biết rằng một phần lớn đất đai miền Ucren là đất lôt-xô, thì có thể hỏi «xưởng máy» chế tạo bụi ở đâu mà sinh ra đất lôt-xô ở đây?

Hoặc có thể nó có nguồn gốc khác với đất lôtxo ở châu Á chăng? Không, nó cũng thành tạo từ bụi, nhưng «xưởng máy» sa mạc của nó đã biến mất rồi. Sự khác nhau giữa đất lôtxo vùng Trung-quốc và Ucren chỉ ở chỗ là loại thứ nhất là một loại đất bụi hiện đại, còn loại thứ hai là một loại đất lôtxo cổ nay bị che phủ bởi một lớp đất đen. Trong chương sau sẽ nói về vị trí của sa mạc đã tạo ra đất lôtxo vùng Ucren và tại sao nó biến mất.

Như vậy tức là các sa mạc là những «xưởng máy» chế tạo đất phì nhiêu, đều đã đóng một vai trò quan trọng trong tự nhiên, một vai trò có lợi cho loài người. Mặt khác, chúng ta biết rằng sa mạc còn là «xưởng máy» chế tạo cát, được tích lũy với những lượng lớn ở vùng rìa sa mạc, từ đó cát tàn công lên các vùng thảo nguyên, các vùng đất trống trọt và nhà cửa của con người. Như vậy sa mạc cũng gây tác hại lớn. Nhưng nếu chúng ta cân nhắc xem bên nào lợi hại hơn, bên tác hại diễn ra trên một dải đất hẹp ở ranh giới sa mạc, và bên lợi ích là tính phì nhiêu của những thảo nguyên đất lôtxo rộng lớn, thì rõ ràng là bên lợi ích có nhiều hơn bên tác hại. Người ta có thể chống lại những tác hại của sa mạc bằng cách trồng cây và biến vùng có cát thành đất trồng.

Các loại sa mạc. Chúng ta đã nói nhiều về sa mạc, coi như là những «xưởng máy» chế tạo bụi và cát, là trung tâm sinh ra những luồng gió ly tâm, nhưng chúng ta vẫn chưa nói hết các mặt khác của nó. Vì việc mô tả các sa mạc trên Trái đất là nhiệm vụ của địa lý tự nhiên, nên chúng ta chỉ hạn chế trong việc nêu lên những nét ngắn gọn về các loại chính.

Tùy theo địa hình và thành phần đất của chúng, người ta chia sa mạc thành những loại như sau: 1) sa mạc núi, 2) sa mạc đá, 3) sa mạc cát, và 4) sa mạc sét.

Các sa mạc núi có địa hình gồ ghề, dưới dạng các dãy và nhóm núi thông thường, không cao lắm, chuyển sang những đồi thấp, xen kẽ với những thung lũng và những vùng trũng rộng nhiều hay ít (h. III). Những dải núi có đỉnh và ngọn lởm chởm, có sườn dốc với nhiều vách đứng và chỗ lộ đá gốc. Do tác dụng phong hóa cơ học nên các đá gốc thường bị những khe nứt khía cát mạnh và dễ bề vỡ bằng tay; các đá có hạt thô thường hay có hộc lõm có hình túi, ổ, hang, tổ ong và ô, về điểm này chúng ta đã nói ở chương IV. Thỉnh thoảng toàn bộ những sườn đồi bằng đá hoa cương hay sa thạch bị lở chỗ đây những hộc lõm như vậy, nom tựa những thân cây bị sâu đục hay miếng fomat xộp.

Thường thường nhiều phần của sườn đồi bị che lấp hoàn toàn dưới vụn đá và đá hòn có nguồn gốc từ đá gốc đã bị phân rã tại chỗ. Những đồng đá lở đó thường phổ biến ở sườn đồi, nghĩa là ở những dạng địa hình thấp hơn, là chỗ mà đôi khi không có vết lộ đá gốc vì chúng đã bị hủy hoại và phân vụn, còn ở những sườn núi bao giờ cũng thấy có đá gốc lộ ra, hoặc ít nhất cũng hay có. Dưới những điều kiện đặc biệt, cả các chỗ lộ đá gốc lẫn các đồng đá lở đều được một lớp vecni sa mạc bao

phủ, và nom tựa như chúng vừa chảy ra dưới dạng gang bóng loáng hoặc tựa như tạo thành bởi những mảnh gang vụn.

Có nhiều thung lũng, vùng trũng và đôi khi cả một hệ thống phức tạp những vùng trũng, liên lạc với nhau bằng những thung lũng ngắn hay yên cắt vào dải núi, vào những nhóm đồi. Đáy của chúng bị phủ bởi bồi tích thô hay mịn, gồm những vụn đá, cát và sét và chứa những trầm tích của những cuống lưu ngắn hạn, mà trong những trường hợp hãn hữu, sau những trận mưa lớn, đã lôi cuốn thứ trầm tích này từ vùng cao xuống những đồng bằng xung quanh hay xuống các thung lũng lớn. Gió thường xuyên thổi những trầm tích mịn rời khỏi sườn đồi và vách đứng, và cũng như nước mưa, nó giúp cho núi miền sa mạc khỏi bị chôn vùi dưới những sản phẩm của sự hủy hoại.

Những dãy núi và nhóm núi thường nổi lên trên một thứ bề phẳng và rộng nằm dốc thoải về mọi phía cho tới các đồng bằng hay thung lũng chung quanh. Những bề đó gồm những sản phẩm thô và thanh của tác dụng phong hóa đá và bị các cuống lưu mang từ thung lũng và khe hẻm xuống. Các trận mưa lũ chảy trên những sườn trơ trụi lập tức sinh ra những khối nước chảy dồn dập qua các thung lũng, lôi theo cát, sét, vụn đá và làm lăn những tảng đá lớn dọc theo lòng thung lũng. Những dòng nước lũ từ các thung lũng chảy tràn trên lớp bề. Ở đây, nước với khối đá



H. III Sa mạc miền đồi của đá vôi Eôxen bao quanh thung lũng sông Nin gần Henvan.
Các lòng sông khô cạn trông khá rõ

và cát mà nó mang theo sẽ chảy xiết trên mặt bằng phẳng, mất sức mang vật liệu và để lắng đọng chúng lại, tức là lũ tích. Thứ lũ tích này tích lũy dần dần và tạo thành lớp đê. Núi nổi trực tiếp cao vút lên trên lớp đê (h. 112 a), trong khi đó thì ở miền có khí hậu ẩm, góc cạnh của núi sẽ dịu đi vì bị phủ một lớp sườn tích. (h. 112, b).

Không thể nói rằng tất cả các sa mạc núi đều hoàn toàn không có thực vật. Người ta bao giờ cũng có thể thấy những cây bụi nhỏ hay lớn mọc riêng lẻ ở phần thấp



H. 112 Đê dãy núi trong sa mạc (a) và ở miền có khí hậu ẩm (b)

của sườn núi, trong các thung lũng và vùng trũng, và ngay cả những cây lớn mọc ở lòng các sông khô. Sự phong phú của các dạng thực vật ở trong các sa mạc đó biến thiên, một vài nơi có nhiều thực vật, chỗ khác có ít hơn hoặc không có tý nào.

Những thung lũng và vùng trũng rộng rãi nằm giữa các dải núi, nhóm núi và đôi trong các sa mạc núi thường hoặc ít hoặc nhiều bị phủ những lớp dày gồm trầm tích vụn bờ và vụn đá, cát và sét, đưa từ miền núi đối xuống và tạo thành những

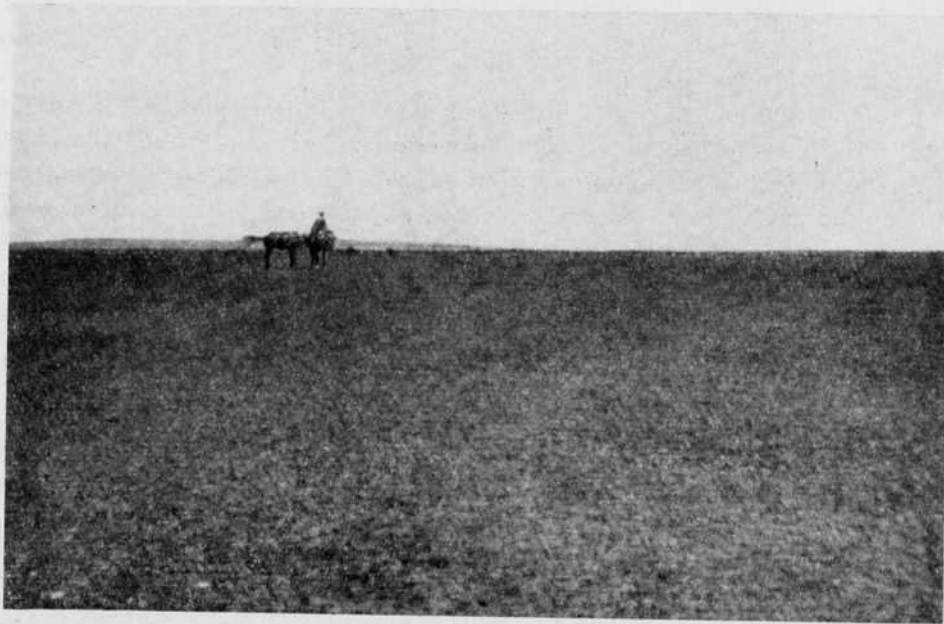
sa mạc đá, sét và cát. Nhưng đôi khi những chỗ lộ đá gốc cũng gặp được trong các thung lũng và vùng trũng đó. Chúng biểu hiện dưới dạng những chỗ lộ rất trơn dẹt hay dưới dạng những khối vách đứng, hay ngay cả dưới dạng đôi nhỏ; điều đó chứng tỏ rằng độ dày của những trầm tích ở trong các vùng trũng này không lớn lắm.

Nước trong sa mạc núi thường gặp dưới dạng nguồn, đôi khi lộ ra ở đáy thung lũng có thực vật phong phú hơn; nước chảy trên một quãng nhất định tựa như một ngòi nước, rồi sau đó lại biến mất vào trong trầm tích.

S a m a c đ á là những diện tích hoàn toàn phẳng hoặc lượn sóng dẹt, trong đó đất sét cát ít hoặc nhiều có chứa vụn đá, nghĩa là có lẫn những mảnh đá có góc cạnh sắc nhọn hay lẫn cuội. Vecni sa mạc thường bao phủ các vụn đá và cuội, và vì không có cây cối và nước nên các sa mạc này có một cảnh tượng âm đạm bậc nhất. Chúng chiếm những khoảng rộng lớn trong vùng Xahara và ở Arabi. Người A-rập gọi sa mạc có phủ vụn đá là h a m a đ a, còn nếu phủ cuội thì gọi là x ê r i a (h. 113 và 114). Những ở cả hai kiểu sa mạc đó, sự phong phú của vụn đá hay cuội đều do tác dụng của gió thổi và cuốn đi tất cả những vật liệu mịn, làm cho bề mặt giàu thêm vật liệu thô. Nếu chúng ta đào sâu vào trong đất ở những sa mạc đó, chúng ta sẽ phát hiện thấy nó gồm có cát lẫn đất sét chứa vụn đá hay cuội. Các sa



H. 113 Sa mạc đá kiểu «hamada» có đá dăm. Azolep, Tây Xahara



H. 114 Sa mạc đá kiểu «xêria», có sông Điam chảy qua, Zungari

mạc kiểu hamada và xeria cũng gặp được ở Trung Á, nhưng chúng chiếm những diện tích nhỏ hơn trên đáy các vùng trũng rộng hay dọc những đồi trước núi ở các vùng sa mạc núi; điều đó cho thấy rõ chúng có liên quan với loại sa mạc núi này, và chúng gồm lũ tích tức là sản phẩm của các cuồng lưu (h. 114).

S a m a c c á t là những diện tích có cát rời tạo thành những đồi nhỏ dưới dạng cồn lười liềm hay cồn cát. Các dải cồn lười liềm và cồn cát chỉ có thể xếp vào loại sa mạc khi nào chúng không có cây cối hoặc có rất thưa thớt — nếu có nhiều cây cối thì chúng có thể là những vùng thảo nguyên, hoặc có thể là rừng, nếu chúng có thông (cồn cát) hay những cây sacxaun, tức là một loại cây đặc trưng cho vùng sa mạc bao phủ.

Các sa mạc cát có bề mặt không bằng phẳng, gồm những dải cồn cát hay cồn lười liềm lượn sóng phân cách bởi những thung lũng ngắn hay những chỗ lõm, trong đó lộ ra đất sét hay những đá gòc. Cây cối chủ yếu thấy có trong những chỗ lõm đó.

Sa mạc cát khi không có cây cối nom buồn thảm. Nếu bạn leo lên một cồn lười liềm cao và nhìn chung quanh, bạn sẽ có một hình ảnh gồm những dải cồn lười liềm màu vàng kéo dài vô tận cho đến chân trời, nom tựa những làn sóng biển trong cơn bão đột nhiên đông đặc lại. Không có một tí dấu vết nào của sự sống. Nếu cỏ và cây bụi có mọc được thì cũng không nom thấy, vì chúng bị che lấp ở đáy những hồ lõm. Sa mạc Tacla Macan lại còn kinh rợn hơn. Các cồn lười liềm của nó cao tới 200 mét và không có một sợi cỏ nào làm vui mắt. Đây không phải là cảnh của những làn sóng vào lúc gió thổi mạnh, mà là hình ảnh của những cồn sóng đại dương không lồ đã biến thành đá.

Khó mà vượt qua dải cồn cát lười liềm theo chiều ngang hoặc xiên; người ta phải luôn luôn leo lên đỉnh cồn rồi lại tụt xuống các hồ lõm; nếu đường đi lại có hướng đối lập với hướng gió chính, thì người ta phải leo lên theo những sườn khuất gió rất dốc và dễ lún, khiến cho chân các con vật như bị dính chặt vào cát mềm làm chúng rất chóng mệt. Nếu đi theo chiều gió thổi thì dễ dàng hơn, vì trên các sườn trước gió, cát được lèn chặt hơn nên đi tốt, còn lúc xuống theo sườn dưới gió thì không đến nỗi khó khăn lắm tuy cát ở đó dễ lún. Tốt nhất là khi lồi đi của chúng ta chạy song song với dải cồn, vì lúc đó chúng ta đi theo những hồ lõm và chỉ vượt qua những đồi thấp phân cách chúng. Vào lúc trời nóng, bề mặt trợ trụ của cồn cát bị nung nóng và tỏa nhiệt như một lò lửa. Lúc đó thì đi theo hướng nào cũng thực là khó.

Nhưng khi có gió mạnh, thứ biển vàng hóa đá đó sẽ chóng sòng lại. Các cồn cát lười liềm bắt đầu «bộc khói», những bó cát cuốn cuộn bốc lên từ các đỉnh cồn, không khí đầy cát chui cả vào mắt và răng bạn. Trên sườn, trước gió, gió quạt vào cát tạo thành những chuyển động như cử động của rắn bò, và mọi vật đều sòng dậy. Gió thổi cát từ trên đỉnh cồn, phân tán một ít xuống sườn khuất gió. Không khí ngọt ngào chứa đầy bụi. Giông như một cái đĩa đỏ, mặt trời le lói yếu ớt và chân trời biến

trong bụi mù. Ngay cả khi ngồi trên lưng ngựa, người ta vẫn cần đeo kính đặc biệt vì các hạt bụi va rất mạnh vào mắt. Trong cơn bão cát, người đi đường có thể bị lạc và chết, vì trong đám mây cát và bụi, người ta rất dễ bị lạc lối và mất phương hướng, động vật chông bị kiệt sức. Nên tránh cơn bão bằng cách ẩn vào một hốc lõm.

S a m ạ c s ế t không lan rộng lắm. Chúng bao trùm những diện tích nhỏ trong những loại sa mạc kiểu khác, thường là ở đáy các vùng trũng. Bờ phẳng của một số hồ rộng và biển nội địa (như các biển Caxpiên, Aran và Địa-trung-hải) có chỗ là những sa mạc sét. Bề mặt của chúng bằng phẳng, có sét, thường nứt nẻ thành khối sáu cạnh và cứng rắn đến nỗi móng ngựa không để lại dấu vết gì. Cây cối hoặc hoàn toàn vắng bóng, hoặc mọc thưa thớt ở những khe nứt. Ở Trung Á người ta gọi các sa mạc sét đó là «tacura». Đất là bùn mịn trầm đọng ở đáy của những chỗ trũng bằng phẳng, bị nước bùn tràn ngập vào mùa xuân hay sau những trận mưa lớn, rồi lại khô ráo sau vài ngày hay vài tuần. Một số sa mạc sét là xôlônzac chắc nịch hay bỏ tơi. Đất sét của chúng bão hòa muối. Trong những sa mạc đó, thường thường ở trên những gò phẳng thấy mọc những thực vật đất muối, trong khi đó thì loại cây bụi khamrúc mọc trên những gò cao hơn, còn các cây tamarix thì mọc trên các gò cao nhất.

VI

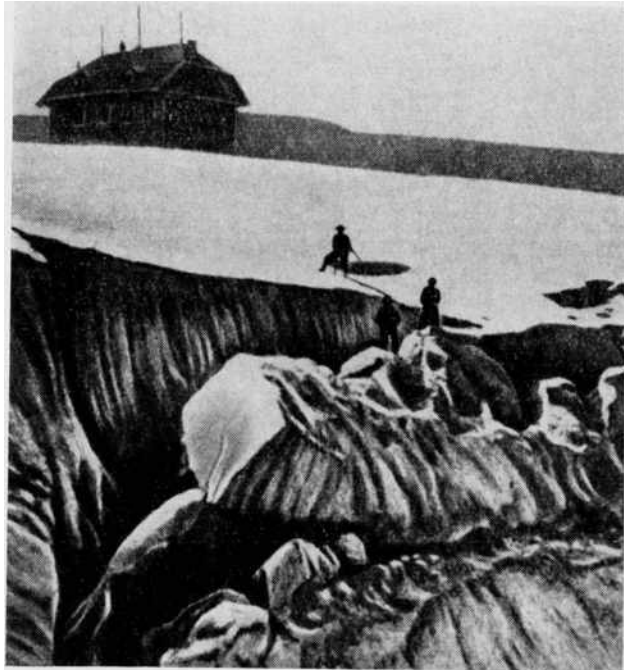
CÁC ĐÁ DU HÀNH

Lịch sử hòn đá tảng trên đồng ruộng. Sự tích lũy tuyết trên núi. Tuyết hạt. Sự tạo thành băng hà và sự di chuyển của nó. Các khe nứt. Băng tích. Sự tan băng hà. Sự thoái và tiến của băng hà. Các loại băng hà. Thời kỳ băng hà lớn và các sản phẩm của nó. Các dấu hiệu về thời kỳ băng hà. Sự lặp lại và những nguyên nhân của các thời kỳ băng hà.

Chúng ta hãy dạo chơi qua đồng ruộng của một nông trang tập thể nào đó ở nửa Bắc của phần châu Âu thuộc Liên-xô, hoặc ở ngoại ô các thành phố Leningrat, Calinin, Vólôcđa hay Pơxcôp. Chúng ta chắc sẽ nhận thấy một tảng đá tròn nặng chừng một hoặc hai tấn nằm trên đất xám của đồng ruộng, trên cỏ xanh của đồng cỏ, hoặc ở trong rừng. Chúng ta đáng lẽ sẽ nhìn thấy nhiều hòn đá nhỏ, ở trong rừng, nhưng chúng thường bị cỏ và cây bụi che lấp, còn ở các nông trường hay đồng cỏ thì chúng đã bị xếp lại thành đồng vì chúng cản trở công việc đồng áng. Chỉ những tảng đá lớn mà người ta không chuyển đi chỗ khác được, mới còn nằm nguyên tại chỗ. Đất ở chung quanh chúng thì mềm và bờ toi; ở gần đây cũng không có chỗ lộ đá gộc rần; chúng ta sẽ chỉ thấy đá lộ ở sườn các thung lũng sông sâu.

Chúng ta tự hỏi: những hòn đá đó từ đâu đến, lực nào đã mang và rải chúng lên trên đồng ruộng và trong rừng? Một con sông lớn có thể đã chảy qua đây vào những thời xa xưa nào đó chăng hay chúng đã rơi từ trên trời xuống?

Không, không phải chúng rơi từ trên trời xuống; các đá gọi là thiên thạch, cũng đôi khi rơi từ trong vũ trụ xuống mặt đất, nhưng chúng có bề ngoài và thành phần hoàn toàn khác mà chúng ta sẽ nghiên cứu sau. Cũng không phải một con sông đã đem chúng đến, mà chính là một lực khác lớn mạnh hơn mới có thể mang những tảng đá nặng hàng chục hay cả hàng trăm tấn qua những khoảng dài hàng nghìn kilômet, việc đó không có sông nào làm được. Lực đó là băng và nó đã đem các tảng đá đó từ miền Bắc xa xôi — từ Phần-lan, Carêli và bán đảo Côlor đến. Và dù kỳ lạ đến thế nào đi nữa, nhưng chính đã từng có thời kỳ — tuy so với lịch sử của Trái đất thì cũng chẳng lâu lắm — khi loài người nguyên thủy đã sống trên Trái đất rồi, toàn bộ phần Bắc của châu Âu, châu Á và Bắc Mỹ đều bị phủ băng và nom tựa như quang cảnh đảo Grơnlen hiện đại hay đất Franxoa Jôzep nằm ở vùng Bắc-băng-dương gần cực Bắc. Vào thời đó, Trái đất trải qua một thời kỳ băng hà. Để hiểu được tại sao lớp phủ băng ở miền Bắc đó lại di chuyển và hoạt động được, chúng ta phải làm quen với những băng hà hiện đại mà người ta gặp ở trên các núi vùng Côcazo, Antai, Anpơ và ở nhiều nơi khác trên Trái đất.



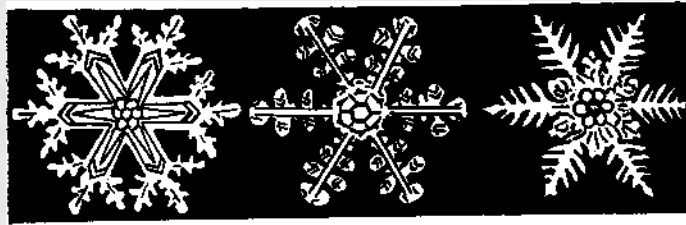
H. 115 Chỗ tích lũy tuyết (tuyết hạt) trên núi Fenbec (1492 mét). Rừng đen. Quang cảnh vào lúc đầu mùa hạ

Chúng ta đều biết rằng trong khí quyển bao quanh Trái đất ta, ngay cả trong mùa hạ cũng rất lạnh. Các phi công bay lên cao trong không khí bằng máy bay và các nhà khoa học bay bằng các khinh khí cầu, đều nhận thấy rằng ở một mực cao vài nghìn mét, nhiệt độ không khí thấp hơn điểm đóng đông rất nhiều, ngay cả vào mùa hè và ở độ cao từ 8 đến 10 kilômet, nhiệt độ xuống tới 30 hoặc 40 dưới không độ.

Sự tích lũy tuyết trên núi. Tuyết hạt. Các cuộc đo nhiệt độ ở các quả cầu thám tầng bay lên cao đã cho thấy ở độ cao từ 15 đến 20 kilômet, quanh năm nhiệt độ lạnh tới 70° C. Nhưng người ta cũng đã biết từ lâu là trên các đỉnh núi cao cũng rất lạnh, ở đây tuyết không bao giờ tan và ở đó cứ mỗi khi trời xầu là lại có tuyết rơi. (h. 115).

Tuyết không thể tích lũy thành khối lớn trên những đỉnh núi nhọn sắc, trên những sườn núi hoặc trên sườn núi dốc: gió thổi tuyết đi xa; tuyết vừa mới rơi lăn xuống thành dòng, những đồng tuyết lớn thỉnh thoảng lại lở và đổ xuống dưới dạng tuyết lở. Chỉ ở dưới thấp một chút, ở chỗ mà khối tuyết nằm trên nền của một hồ lồi hay vùng trũng ở sườn núi thì nó mới ngày càng dày thêm, nhưng cũng không phải là vô hạn. Những lớp trên đè lên các lớp dưới và buộc chúng phải chuyển chậm chậm về phía dưới. Dưới sức ép đó, tuyết dần dần biến thành nước đá, dù rằng nhiệt độ không lên trên số không. Các bông tuyết (h. 116) dính với nhau và biến thành những hạt băng nhỏ. Chúng ta cũng có thể nom thấy thứ tuyết dạng hạt đó

trên đồng bằng dưới thấp sau khi tan giá hay trong lúc tuyết tan vào mùa xuân. Ở trên núi, nó được gọi là tuyết hạt. Thứ tuyết hạt này tích lũy thành khối lớn trên sườn núi, trong các khe hốc, khe hẻm và thung lũng giữa những dải núi và trượt dần một cách chậm chạp nhưng liên tục xuống phía dưới; những hạt băng nhỏ đông kết lại với nhau và tạo thành những hạt lớn hơn.



H. 116. Băng tuyết

Sự tạo thành băng hà và sự di chuyển của nó. Những thung lũng và vùng trũng miền núi cao bao giờ cũng có một lối thoát sang một thung lũng rộng hơn cắt qua một trong những dải núi. Chính đây là nơi tuyết hạt trượt dần xuống từ mọi phía và như vậy là bắt đầu hình thành một băng hà. Toàn bộ diện tích từ đó tuyết hạt trượt xuống đều một băng hà thì gọi là bồn tuyết hạt; đó là miền cung cấp tuyết hạt; kích thước và độ cao của nó, lẽ tất nhiên cả khối lượng tuyết rơi xuống ở trên núi, quyết định kích thước của băng hà (h. 117 và 118).

Băng hà bị tuyết hạt nuôi dưỡng nó ép từ mọi phía, sẽ trượt dần xuống phía dưới thung lũng. Nhưng băng đá rắn như thê thì trượt thê nào? Nó chẳng dòn là gì? Bạn đọc tất đặt câu hỏi như vậy. Nếu anh đập nó bằng một nhát rìu hay nhát búa, nó chẳng vỡ vụn đầy sao? Đúng như vậy, nhưng băng tuy dễ vỡ dưới một lực tác dụng tức thời, nó sẽ trở thành dẻo nếu những lực đó tác động chậm trong thời gian dài. Chúng ta có thể chứng minh điều đó bằng một thí nghiệm đơn giản. Chúng ta hãy đặt một cái búa trên một khối nước đá và sau nhiều ngày chúng ta sẽ thấy nó khắc sâu vào trong nước đá; nước đá đã chịu thua sức ép của lực nhỏ yếu đó tức là trọng lượng của cái búa. Nếu chúng ta đặt hai đầu của một phiến nước đá dẹt lên trên hai điểm tựa, nó sẽ võng xuống ở phần giữa sau vài ngày.

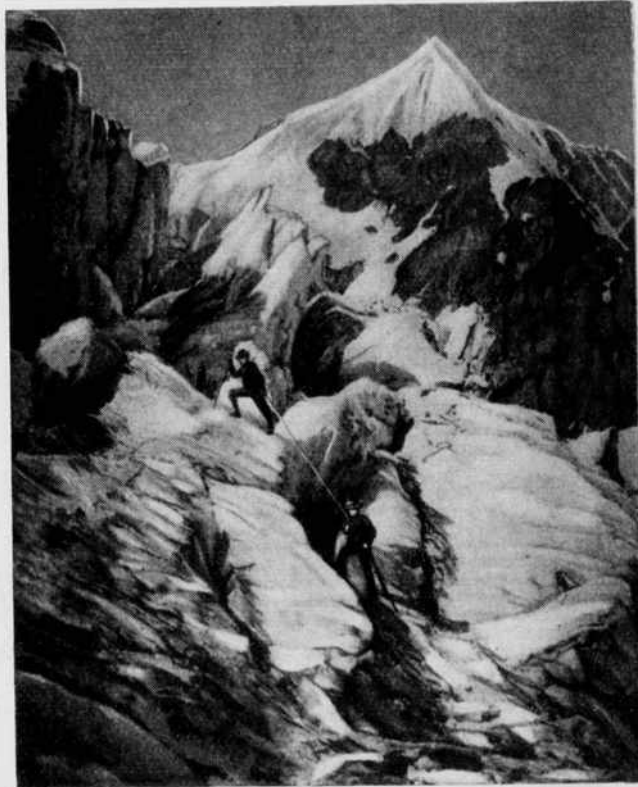
Nước đá trong băng hà không phải là một khối trong suốt và liên tục như băng trên sông và hồ; nó gồm những hạt riêng biệt, giồng như tuyết hạt nhưng to hơn, và do đó dễ dàng chuyển dịch. Nó chảy xuống rất chậm chạp theo thung lũng, bắt hình theo những chỗ lõm của đáy lũng. Như các cuộc quan sát đã cho thấy rõ, mỗi một ngày băng hà di chuyển từ 3 cho đến 40 centimet, ít khi từ 1 đến 4 mét, chuyển động của nó phụ thuộc vào bề dày của khối băng, vào chiều rộng và độ



H. 117 Rìa của bốn tuyết hạt trên băng hà Ocle. Thấy rõ sự phân tầng, khe nứt và tuyết hạt sục. Tyrôn



H. 118 Bốn tuyết hạt, băng hà với thác băng và băng tích. Ngọn Coniccrêu, Tyrôn

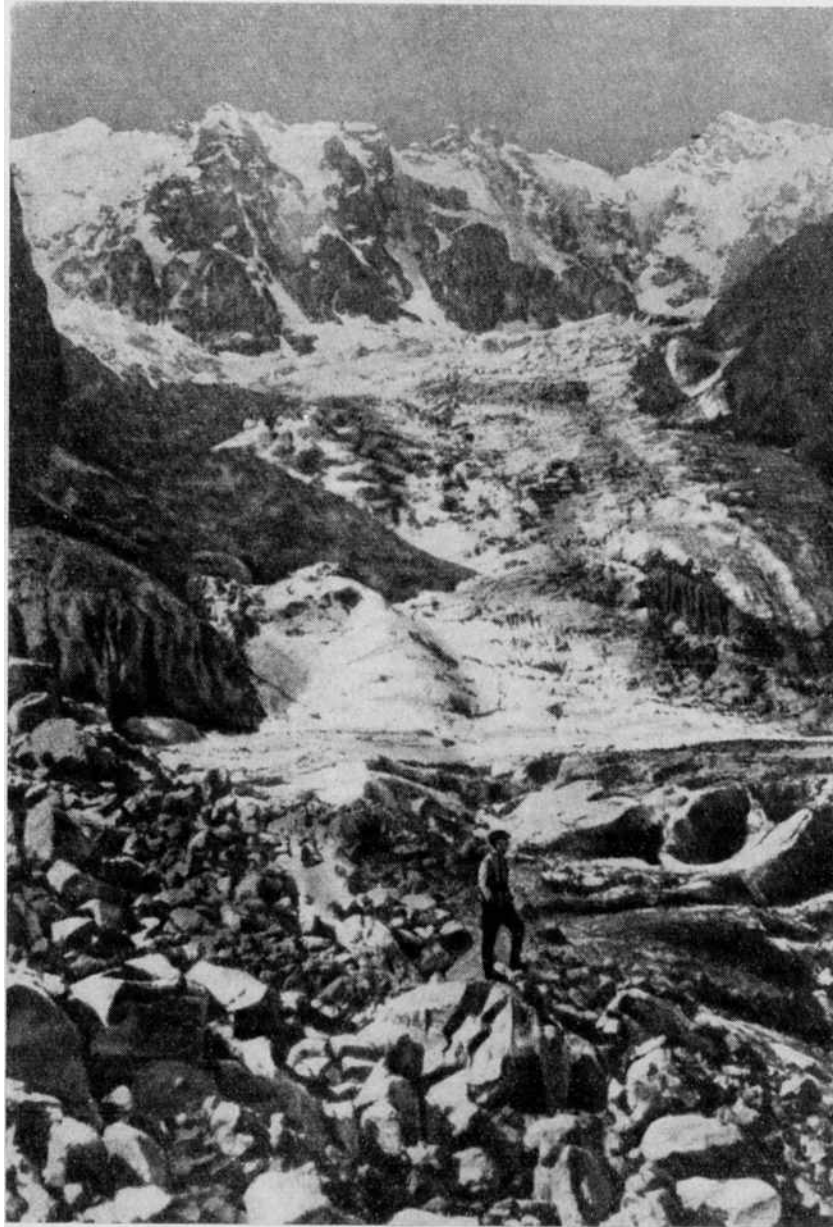


H. 119 Khe băng trên băng hà Xunden. Ngọn Conicxpit, Tyrôn

độc của thung lũng. Những lớp phủ băng rộng lớn dịch chuyển nhanh hơn, thí dụ các băng hà trên đảo Gronlen chuyển dịch được từ 10 đến 40 mét mỗi ngày.

Các khe nứt. Tuy vậy băng hà không dẻo như sáp hay nhựa đường mà người ta thường đem ví với nó. Điều đó được chứng minh bằng sự có mặt của nhiều khe nứt. Một số khe nứt hình thành dọc theo rìa băng hà vì ở đó chuyển động của nước đá bị chậm đi do cọ sát vào hai bên sườn; những phần ở hai ven bờ phải chậm hơn so với phần ở giữa và vì vậy mà thường sinh ra khe nứt ngắn và nông chạy từ ngoài bờ vào đến giữa. Rất nhiều khe nứt được hình thành ngang qua toàn bộ băng hà, ở chỗ mà độ dốc của lòng băng hà, nghĩa là đáy thung lũng, bỗng nhiên trở thành dựng đứng hơn (h. 119). Ở chỗ đó tính dẻo của nước đá không đủ để theo kịp với tốc độ di chuyển và vì vậy mà băng hà bị vỡ nứt thành những tấm thẳng đứng hoặc thành cả những khối. Ở sườn dốc hơn, kết quả sinh ra một đoạn có những khối nước đá nằm hỗn độn khó vượt qua được. Những chỗ đó gọi là thác băng.

Dưới thác băng ở chỗ độ dốc đã giảm bớt, các khe nứt lại dần dần nối lại với nhau, những tấm và khối băng hợp lại làm một và băng hà lại trở thành phẳng phiu.



H. 120 Băng tích và thác băng trên băng hà Xanguti-Đan



H. 121 Băng hà Myôn-Xu. Trông rõ băng tích bên và băng tích bờ (trước và bên phải).
Bêlukha, Antai



H. 122 Cảnh bên phải băng hà Xanguti-Đan. Trông rõ băng tích bên, ở
phía sau là mũi băng nguyên

Các khe nứt thường nguy hiểm đối với người đi đường khi chúng bị giấu kín dưới một lớp tuyết mới rơi, vì có nhiều khe nứt rộng từ 1 đến 2 mét và có khi chạy vào sâu suốt qua toàn bộ bề dày của khối nước đá, nghĩa là có khi sâu tới 50, 100, 200 mét. Phần đông các khe nứt thu hẹp ở dưới sâu và cuối cùng khép kín lại hoặc chứa đầy tuyết. Dầu sao bị rơi vào trong một khe nứt băng cũng không phải dễ thoát một cách an toàn.

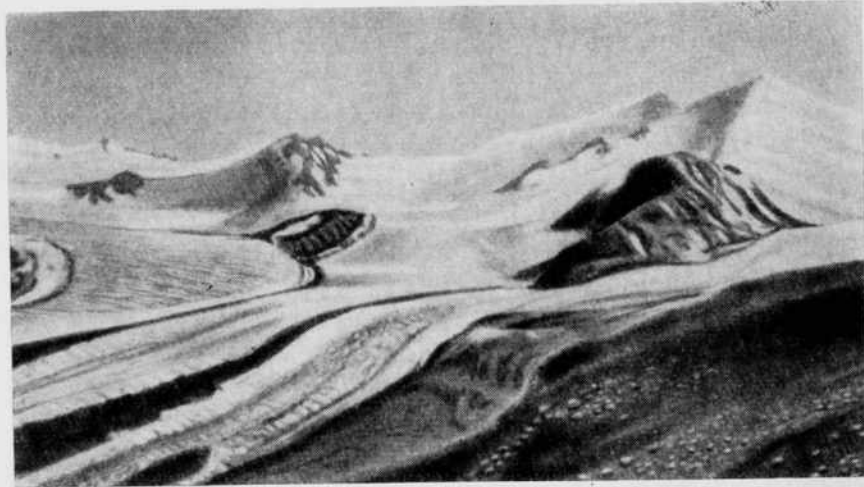
Băng tích. Trong bốn tuyết hạt, mặt ngoài của tuyết hạt bao giờ cũng sạch và trắng. Mặc dù thỉnh thoảng đá dăm và những mảnh vụn đá do băng giá phá ra từ các vách đá đứng nhô ra từ dưới tuyết ở vài nơi trên sườn núi, lâu lâu lại rơi vào bốn tuyết, song chẳng bao lâu chúng đều bị tuyết mới che kín. Mặt trên của băng hà ở chỗ bắt đầu cũng trong sạch như vậy, nhưng xuống thấp, nó thường mất màu trắng và băng tích bắt đầu xuất hiện (h. 120).

Càng xuống thấp hơn về phía dưới thung lũng, dọc theo đó con băng hà đi qua, thì hai bên sườn thung lũng lại càng ít tuyết phủ và đá càng lộ ra nhiều dưới dạng khối đá và vách đá, từ đó cuội và mảnh vụn đá rơi xuống mặt băng. Băng hà mang chúng đi xa hơn, một đoạn băng hà mới và sạch lại tiền đền chỗ đó và các mảnh vụn lại rơi xuống mặt ngoài của nó. Một dải gờ dài những mảnh vụn đó, nhỏ to đủ cả, với độ cao và chiều rộng tùy thuộc vào thành phần và độ cao của sườn núi, đã hình thành dọc theo hai bên bờ băng hà. Sườn núi càng cao, và đá càng dễ bị phá vỡ, thì dải gờ càng cao và rộng; người ta gọi nó là băng tích rìa (h. 121 và 122).

Có nhiều băng hà hình thành do sự hợp nhất của nhiều băng hà chảy từ các bốn tuyết hạt khác nhau. Ở chỗ gặp nhau của hai băng hà, băng tích rìa bên phải của một băng hà nối liền với băng tích rìa bên trái của băng hà kia và từ chỗ nối tiếp nhau trở xuống phía dưới, chúng ta sẽ thấy ngoài những băng tích ở hai bên ra lại còn một loại thứ ba chạy dọc theo phần giữa băng hà và được gọi là băng tích giữa. Băng hà thành tạo do sự hợp nhất của nhiều băng hà, cũng có thể có nhiều băng tích giữa (h. 123).

Tất cả những băng tích nằm trên mặt băng đều gọi là băng tích trên mặt. Nhưng băng hà cũng còn có băng tích trong băng. Vì có những khe băng nên một bộ phận của những vật liệu thuộc băng tích trên mặt rơi vào khe và tiếp tục chuyển dịch ở bên trong khối nước đá. Tất cả những mảnh vụn rơi vào tuyết hạt ở bốn tuyết hạt và bị tuyết che phủ cũng di chuyển ở bên trong khối nước đá.

Giống như nước chảy, khối nước đá nặng trượt trên đáy đá cũng làm mòn lòng đáy. Cứ từng ít một, nó bào mòn và lôi cuốn những mảnh vụn và những khối lớn đã bị khe nứt tách rời khỏi lòng đáy. Những vật này sẽ gặp các mảnh vụn rơi xuống các khe băng sâu đến tận đáy băng hà. Nằm lẫn trong khối nước đá, tất cả những vật liệu này di chuyển theo nó, và một phần tích tụ ở những chỗ lồi lõm của lòng đáy. Nếu băng hà biến đi, chúng ta thường thấy lòng của nó bị phủ một phần bằng thứ vật liệu này và tạo thành băng tích đáy. Nó khác những vật liệu của băng tích trên mặt ở chỗ một số mảnh đá của nó ít hay nhiều tròn cạnh và nhẵn nhụi



H. 123 Băng hà Tandua Lớn. Trông rõ sự tạo thành hai băng tích giữa chạy từ chỗ vách đứng của đá lộ trong bốn tuyết hạt. Nam Su-Benki, Antai



H. 124 Băng tích cuối của băng hà Myôn-Xu trên núi Bêlukha. Antai

do sự cọ sát vào nhau, vào nước đá và vào lòng đáy, trong khi ở băng tích ngoài mặt và băng tích trong băng thì tất cả các mảnh vụn đều có góc cạnh và xù xì.

Trên những hòn đá tảng đó chúng ta thường thấy mặt ngoài bị mài nhẵn do sự cọ sát với nước đá và có những đường khía thanh hay những đường rạch thô do cọ sát phải những cạnh sắc của một sò đá khác nằm lẫn trong nước đá. Những đường khía rạch đó gọi là *s e o b ă n g*. Người ta cũng còn có thể thấy chúng trên mặt lớp đá gốc ở lòng băng hà, cũng bị mài nhẵn và khía rạch bởi nước đá và những mảnh đá nằm lẫn trong đó.

Các băng hà miền núi di chuyển trên một khoảng nhất định xuống các thung lũng, nhưng bao giờ cũng xuống thấp hơn đường có tuyết vĩnh cửu, nghĩa là ranh giới mà dưới nó nhiệt độ vào mùa hạ lên cao hơn sò không và làm cho tuyết tan. Dưới ranh giới đó, băng hà bắt đầu tan, giảm thể tích và cuối cùng mất hẳn, trong khi đó thì tất cả các vụn đá trên mặt băng và trong băng đều được giải thoát và chắt thành đồng hay dãy, để tạo thành một loại băng tích nữa gọi là *b ă n g t í c h c u ô i* (h. 124 và 125).

Ở những băng tích này chúng ta sẽ thấy một hỗn hợp những mảnh vụn thuộc tất cả các loại đá đã dự phần tạo thành các sườn của bồn tuyết hạt và của thung lũng băng hà, có những dạng có góc cạnh, hơi tròn cạnh và hoàn toàn tròn cạnh, với những kích thước khác nhau. Băng hà đã lôi cuốn tất cả những thứ đó và đã chắt chúng thành một đồng.

Sự tan của băng hà. Như đã nói ở trên, phía dưới rìa của tuyết vĩnh cửu, mặt ngoài của băng hà bắt đầu tan, xuống thấp nữa trong thung lũng, nó càng tan nhiều, khối nước đá giảm dần và sinh ra nhiều hiện tượng thú vị ở trên mặt băng hà.

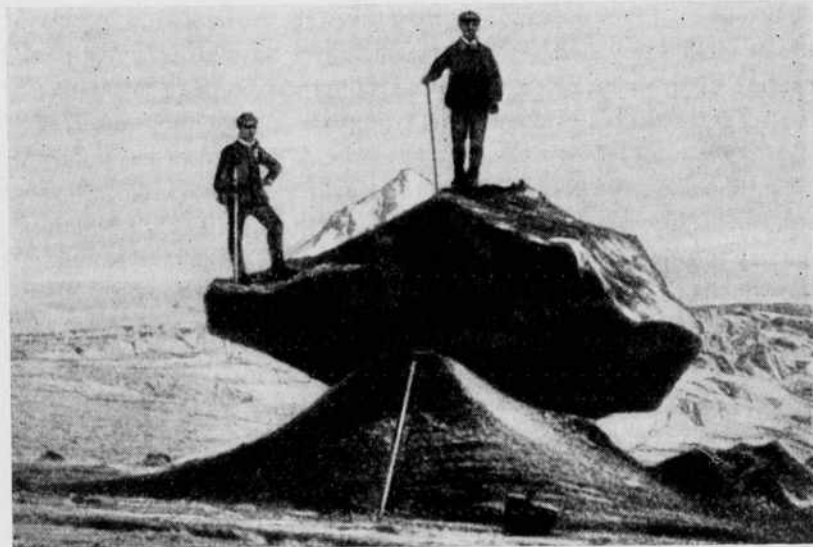
Một tảng đá rộng và dẹt rơi từ sườn núi xuống và nằm trên mặt băng sẽ che chỗ cho khối băng ở dưới khối bị chảy ngay, trong khi đó thì chung quanh nó nước đá tan dần và hạ mực cao. Một thời gian sau khối đá đó được đưa xuống thấp nữa trong thung lũng cùng với khối băng, sẽ trở thành một tảng đá đặt trên một thứ giá bằng nước đá. Đó là một *b à n b ă n g* (h. 126). Nhưng bị không khí nóng quạt vào, thứ giá đó tiếp tục chảy, mỏng dần và cuối cùng tảng đá mất thăng bằng sẽ rơi xuống mặt băng và lại bắt đầu tạo ra một bàn băng mới.

Những hòn đá nhỏ nằm trên mặt băng hà lại hoạt động một cách khác. Chúng bị nung nóng dưới ánh mặt trời và vì có khả năng hấp thụ nhiệt nhiều hơn nước đá chung quanh, nên chúng làm chảy dần nước đá nằm ở dưới và dần dần chui sâu vào trong nước đá, và cuối cùng nằm ở đáy một thứ ống thẳng đứng. Đó là những *c ô c b ă n g* (h. 127)

Trong bồn tuyết hạt, tuyết không rơi liên tục, các ngày tuyết rơi xen kẽ với những ngày trong sáng, trong đó gió đưa đến trên mặt tuyết một thứ bụi mịn có nguồn gốc từ các đá ở sườn núi bao quanh. Do đó tuyết hạt trong bồn có thứ tầng chứ không thuần nhất. Đôi với tuyết rơi trên đồng bằng cũng như vậy. Sau mỗi trận tuyết rơi,



H. 125 Băng hà hiện đại Ac-tru đang tiến vào lũng máng băng hà cổ. Antai



H. 126 Bàn băng. Băng hà «Biển nước đá». Môn Blăn, Thụy-sỹ

gió đưa lên trên mặt tuyết bụi, lá cây, rác vụn lầy từ những đường sá trong các làng gần quanh, cùng với những hạt muối than thoát ra từ các ống khói, đặc biệt là ở những vùng gần những thành thị và xí nghiệp. Vì vậy, tuyết của một trận tuyết rơi lại bị phân cách với những lớp tuyết nằm trên bởi một lớp bụi mỏng.

Trong bốn tuyết hạt, các lớp tuyết nằm dưới mỗi lớp tuyết mới đều bị lên chặt và mỏng đi trong khi chúng biến thành tuyết hạt. Tuyết hạt thành tảng, cuối cùng biến thành nước đá cũng có thớ tảng (có thể thấy rõ ở vách các khe nứt), nhưng

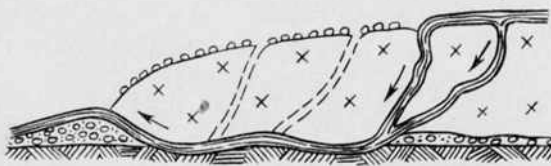


H. 127 Cốc băng

ở chỗ mà băng hà đã tan nhiều, thì các lớp sẽ lộ ra ngoài mặt dưới dạng những đường cong thường có hình thù ngoằn ngoèo kỳ dị vì khi băng hà di chuyển thì tự nhiên các lớp trở thành cong queo.

Nếu băng hà có nhiều băng tích trên mặt, thì ở đoạn cuối của nó, mà ta gọi là lưới băng, nước đá thường bị phủ đầy băng tích. Người quan sát nhìn thấy những hòn đá và vụn đá chổng chắt lỏng chổng ở chỗ gặp nhau của băng tích bên và băng tích giữa, và có thể không ngờ rằng bên dưới chúng lại có nước đá. Chỉ có đi ngược lên chút ít trên băng hà anh ta mới lại thấy nước đá lộ ra ở vài chỗ.

Tùy theo bề dày của nước đá và sự phong phú của băng tích, đoạn cuối băng hà sẽ hiện ra trước con mắt người quan sát dưới những hình dạng khác nhau. Nếu nước đá rất dày và chỉ có ít băng tích trên mặt, chúng ta sẽ trông thấy một vách băng dựng đứng bị khía cắt bởi nhiều khe nứt với những tảng nước đá lớn và nhỏ thỉnh thoảng vỡ ra và rơi xuống; một dòng suối lớn hoặc có khi là cả một con sông chảy từ dưới chân vách băng đó ra, con sông đó đã thu nhận tất cả lượng nước sinh ra do sự tan băng hà. Nước chảy từ mặt nước đá xuống theo những khe nứt (h. 128). Sông thường hay xuất phát từ một đường hầm băng rất đẹp. Gần đó là những dải và đồng băng tích đã thoát ra khi băng tan (h. 129). Nếu băng hà có nhiều vụn đá, thì vách



H. 128 Lát cắt qua lưới băng hà. Trông rõ những khe nứt, theo đó nước chảy từ trên mặt băng hà xuống dưới băng và trầm tích của băng tích đáy và băng tích cuối

nước đá ở phía trước ít hay nhiều sẽ bị phủ lấp, đôi khi đến mức không thấy băng đâu nữa.

Một con sông xuất phát từ dưới chân một băng hà bao giờ cũng có nước vẩn đục vì nó mang theo tất cả bụi chứa trong băng, cùng với cát và bùn hình thành trên đáy đá ở lòng băng hà được băng lôi theo

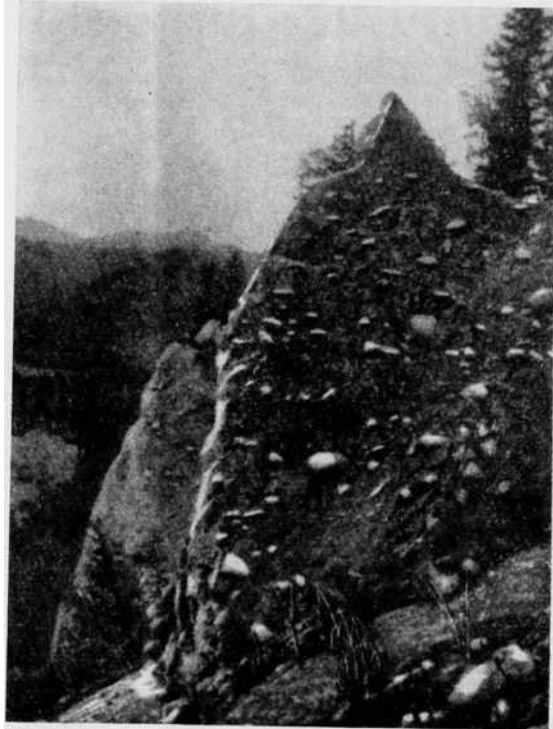
xuông, và trên những băng tích bị phá vụn bởi băng giá. Sông lồi cuộn cuộn và đá tảng thoát ra từ băng tích trong băng hoặc rữa ra từ băng tích đáy. Thoát ra khỏi băng, con sông cũng xói mòn băng tích cuối và lồi cuộn theo bất cứ thức gì có thể lồi cuộn được. Nhưng khả năng của nó cũng biến đổi: vào mùa đông khi băng hà không tan thì nước sông rất ít, sông rất nhỏ; vào mùa xuân và mùa thu, khi sự tan băng còn yếu thì nó đã hơi to lên, nhưng vào mùa hạ, khi sự tan băng đạt đến cao điểm của nó thì con sông cũng dâng nước và hoạt động đặc biệt tích cực.

Ở phía dưới diện cuối băng hà, có khi trên một khoảng dài hàng kilômét cho tới ranh giới của thực vật, đáy thung lũng trơ trụi, phủ cát, cuội và đá tảng do sông đưa đến. Con sông lượn quanh theo một hay nhiều lòng trên những trầm tích đó mà người ta gọi là *t r á m t í c h b ă n g t h ủ y* (h. 125).

Sự thoái và tiến của băng hà. Đoạn cuối băng hà không bao giờ ở nguyên mãi một chỗ, mà rút lên cao hoặc tiến xuống thấp trong thung lũng vì khối nước đá biến thiên tùy theo những sự biến đổi của khí hậu. Những sự biến đổi này có thể bất ngờ, ngắn hạn hoặc kéo dài hàng nhiều năm. Có những năm tuyết rơi nhiều, có những năm tuyết rơi ít. Trong những năm tuyết rơi nhiều thì bốn tuyết hạt nhận được nhiều tuyết, khối lượng băng hà tăng lên và lưòi của nó chuyển thêm về



H. 129 Hang băng. Đoạn cuối của băng hà Myôn-Xu. Bêlukha, Antai

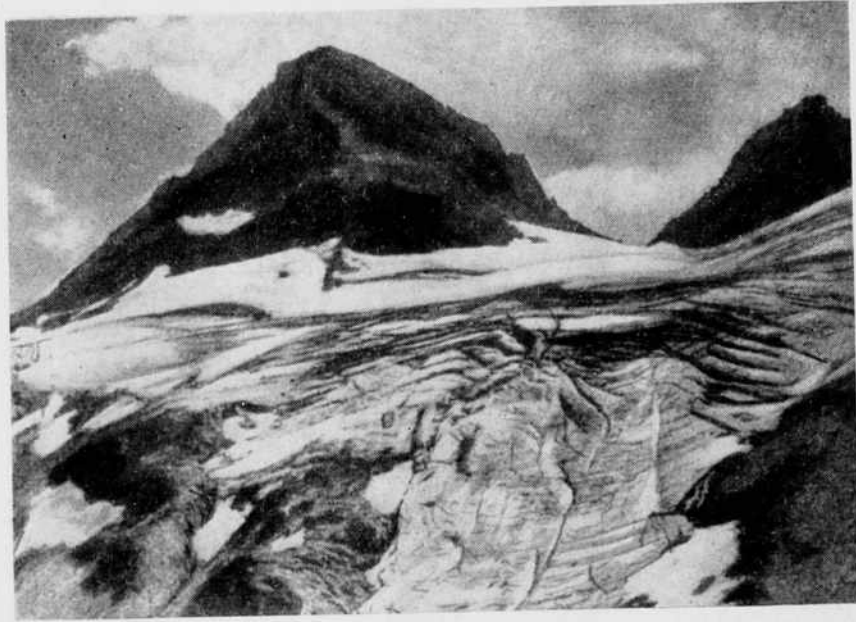


H. 130 Băng tích cổ bị xói mòn trên bờ phải sông Catun. Côtanda, Antai

phía dưới — như vậy tức là băng hà tiền. Trong những năm tuyết rơi ít, khối lượng băng hà giảm bớt và lưới nó rút về phía trên tức là băng hà thoái. Do sự di chuyển chậm của nước đá, những biến đổi về lượng tuyết cung cấp cho băng hà phải mất một vài năm mới thấy biểu hiện ở lưới băng.

Khí hậu của một miền có thể biến đổi trong một thời gian dài theo một hướng nhất định: thí dụ do sự phá rừng, làm cạn hồ, khí hậu có thể trở thành khô hạn hơn và dẫn đến sự thoái của tất cả các băng hà trong miền đó theo từng năm một. Hiện tượng như vậy đang xảy ra ở dãy Anpơ bên Thụy-sỹ, ở các dãy Cócaxơ, Antai và Thiên-sơn (h. 130).

Các loại băng hà. Các băng hà có thể khác nhau về kích thước và có thể chiếm những vị trí khác nhau tùy theo địa hình của một miền, độ cao của nó đối với mực nước biển và tổng lượng tuyết rơi. Trong miền núi không cao lắm thì chỉ có những sông núi và ngọn núi là vượt lên trên đường có tuyết vĩnh cửu. Diện tích phủ tuyết nhỏ thì các bồn tuyết hạt cũng bé. Các băng hà chỉ được cung cấp ít ỏi thì không tiến xuống thấp lắm và thường tận cùng ngay ở cửa bồn tuyết hạt hoặc có khi ở ngay trên sườn núi. Loại thứ nhất gọi là b ă n g h à h ì n h đ ầ u, còn loại thứ hai mang tên là b ă n g h à t r e o, vì chúng nom tựa như bị treo trên sông núi là nơi



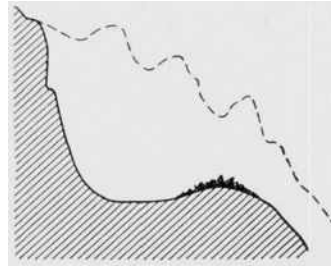
H. 131 Băng hà treo trên núi Taueccóp. Dây núi Anpơ ở Áo

chúng được nuôi dưỡng bởi một diện tích nhỏ chứa tuyết hạt (h. 131). Các băng hà hình đầu được nuôi dưỡng bằng tuyết hạt chắt trong những đầu băng, tức là những hốc lớn hình nửa vòng xiếc cắt sâu vào sườn một dãy núi với sườn đá dốc và có đáy bằng phẳng. Một đầu băng nom tựa như một chiếc ghế bành của người khổng lồ mà hai tay ghế và lưng tựa nổi lên, còn chỗ ngồi thì lõm xuống (h. 132 và 133). Bốn tuyết hạt của một đầu băng cá biệt thường bé nên băng hà chỉ hơi chồm ra khỏi miệng để lộ một chút xuống sườn. Chúng ta có thể thấy những đầu băng như vậy ở trên nhiều núi, nhưng nếu núi cao hơn thì hàng loạt những đầu băng tiếp cận và đáy thung lũng mà chúng cắt vào, sẽ lập thành một bồn tuyết hạt chung và có thể cùng cung cấp cho một băng hà lớn.

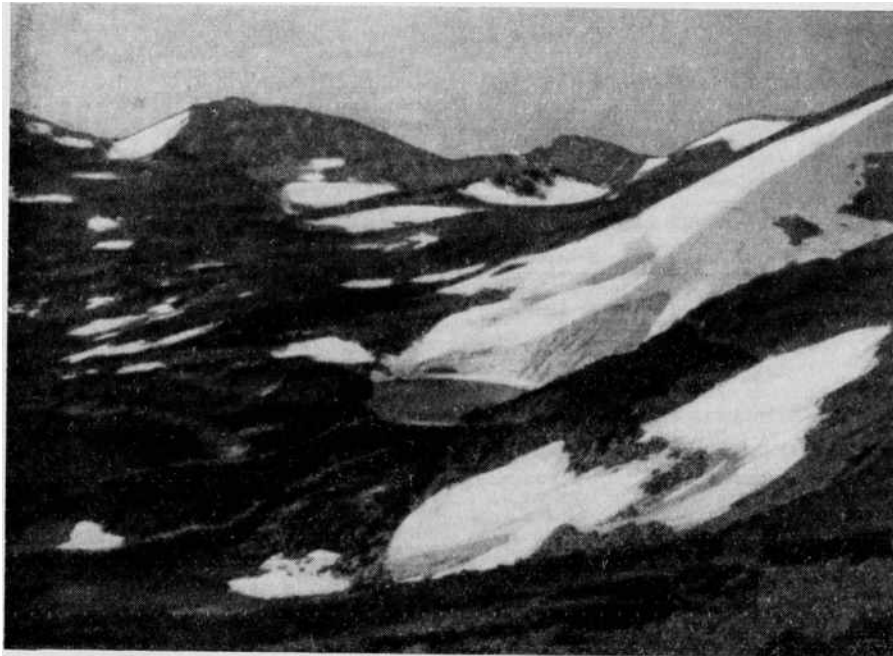
Băng hà chiếm cứ một thung lũng miền núi thì gọi là băng hà lũng. Khi có sự đóng băng mạnh mẽ trên miền núi thì một băng hà lũng có thể trượt ra ngoài thung lũng núi để tiến vào miền đất thấp chung quanh; nhiều băng hà như vậy liên hợp với nhau ở trên miền đất thấp sẽ tạo thành một băng hà chân núi. Người ta gặp loại băng hà này ở Nam Alaxca. Trong băng hà chân núi, nước đá tỏa rộng thành hình quạt trên đồng bằng, nhưng cường lực của nó tất nhiên kém đi. Trên những đảo có núi ở Bắc-băng-dương, ở các đảo Đất Mới, Xpitbecgen và Đất Franxo-Iôxifo, nhiều băng hà chồm từ các thung lũng núi xuống đến biển. Có những

khối nước đá lớn thỉnh thoảng lại vỡ ra từ các diện cuối của các băng hà đó và được các dòng biển mang đi rồi trôi trên mặt biển, tạo thành những đảo băng có kích thước khác nhau. Những loại băng hà này không có băng tích cuối rõ ràng vì những vụn đá thoát khỏi chúng đều rơi xuống nước biển.

Các kiểu đóng băng. Một miền đất cao có băng hà có ba kiểu đóng băng tùy theo địa hình và bề dày của nước đá. Nếu chúng ta thấy băng hà lũng ở một xứ miền núi bị thung lũng chia thành những dải núi riêng biệt và có những vách đá dựng lên trên chúng thì đó là kiểu Anpi (dựa theo tên dãy Anpơ ở Thụy-sĩ là nơi mà kiểu này rất phổ biến) (h. 134). Nếu một xứ miền núi, không bị thung lũng chia cắt nhiều, có những bình sơn nguyên tương đối rộng ở đầu các thung lũng và các bình sơn nguyên này đều phủ tuyết và dùng làm bồn tuyết hạt nuôi dưỡng các băng



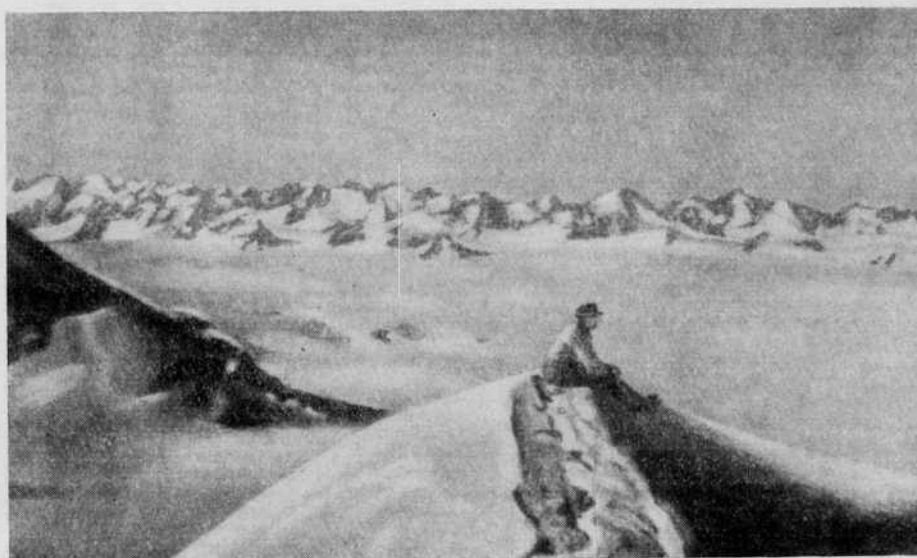
H. 132 Lát cắt dọc của một đầu băng



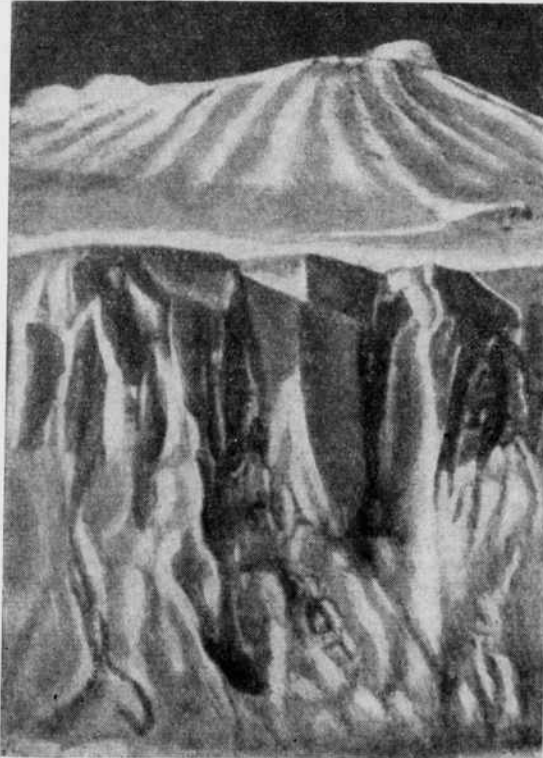
H. 133 Đám tuyết trong một đầu băng cổ và hồ trong đầu băng ở núi trọc Sêban-Taxurn, ở Cuzonet Alatau



H. 134 Khan-Tengri, một trong những ngọn cao nhất của dãy Thiên-sơn. Bốn tuyết hạt trên sườn Bắc. Bề mặt của băng hà rộng lớn có băng tích phủ trên ở phía trước ảnh



H. 135 Ria của một lớp băng liên tục. Gronlen



H. 136 Vách đứng của lớp băng ở châu Nam-cực gần núi Êrêbut

hà tương đối lớn thì đó là kiểu Xcăngđinavi vì kiểu này hiện nay phát triển mạnh ở Bắc Xcăngđinavi. Nhưng nếu một bình sơn nguyên rộng lớn lại bị băng phủ hoàn toàn hay một xứ miền núi mang những băng hà lớn đến nỗi chúng che lấp cả sườn núi, chỉ chừa có những ngọn núi riêng biệt nổi lên, rải rác trên mặt băng, thì đó là kiểu băng lớp phủ. Hiện nay chúng ta gặp được kiểu này ở Gronlen, trên đảo Đất Franxo-Iôxifo và ở châu Nam-cực (h. 135 và 136).

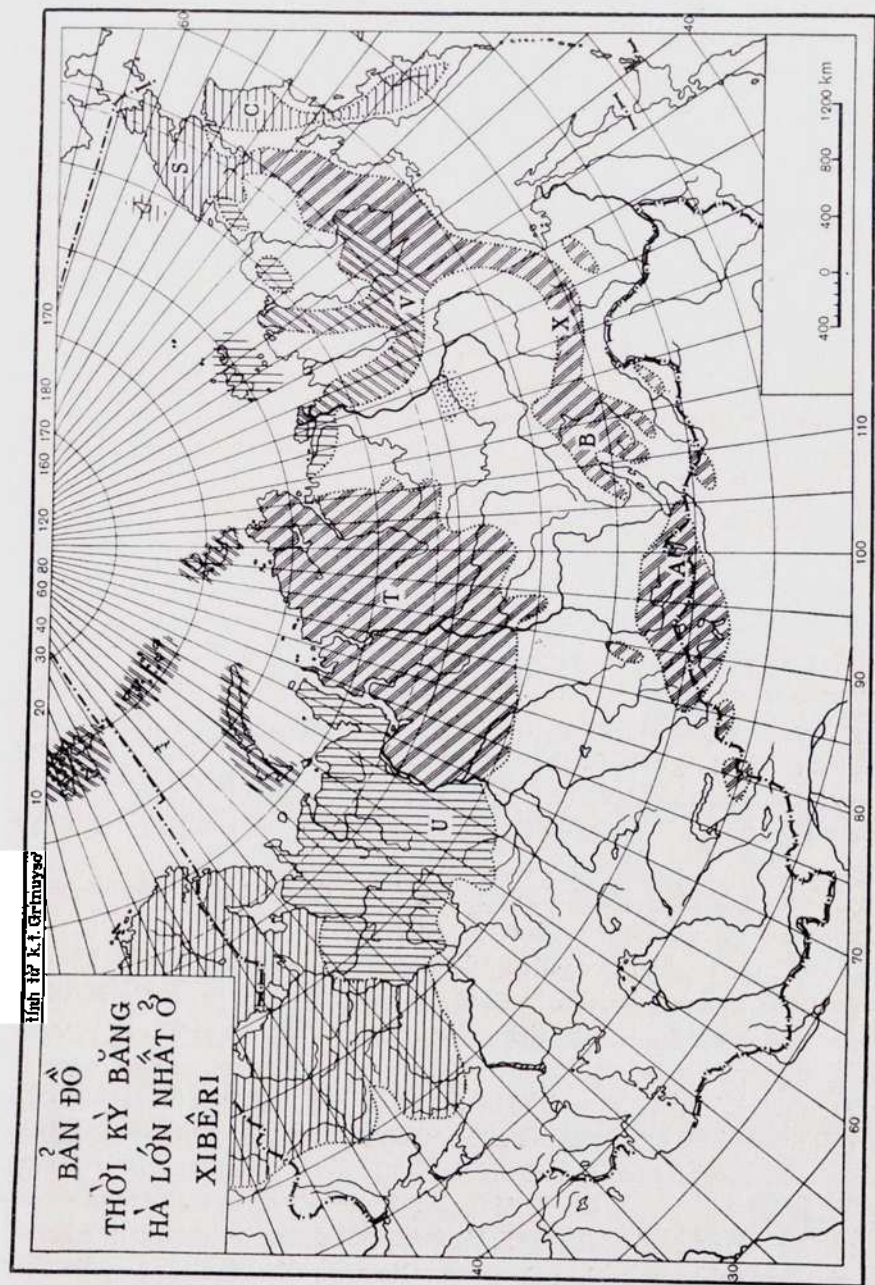
Thời kỳ băng hà lớn và các sản phẩm của nó. Có một thời, những băng hà thuộc kiểu đóng băng lớp phủ này đã phủ kín toàn bộ miền Bắc Âu, Bắc Á và Bắc Mỹ. Lúc đó Trái đất ta trải qua thời đại đóng băng hay nói đúng hơn là qua bốn thời kỳ đóng băng. Một lớp phủ băng có bề dày khác nhau đã phát triển vào mỗi thời kỳ đó, sau rồi lại giảm đi rất nhiều hoặc mất hẳn để rồi lại lan rộng vào một thời kỳ sau. Những khoảng cách giữa hai thời kỳ băng hà thì gọi là giai đoạn gian băng; có ba giai đoạn gian băng. Thời đại tiếp theo băng kỳ cuối cùng mang tên là thời đại sau băng kỳ thực tế đang tiếp diễn cho đến ngày nay, vì chúng ta còn tìm thấy những di tích của thời kỳ băng hà cuối cùng ở Bắc-băng-dương, Bắc Âu, các Anơ, Côcazo, Antai và nhiều núi khác, dưới dạng những băng hà hiện đại.



H. 137 Bản đồ thời kỳ băng hà lớn nhất ở châu Âu
 Các băng hà: A — Anpi; B — Anh; N — Bắc; U — Uran

Trong những thời kỳ băng hà, khí hậu ở Bắc bán cầu lạnh lẽo hơn ngày nay nhiều; lúc đó mưa có nhiều hơn, chủ yếu dưới dạng tuyết; tất cả các khối tuyết này không thể tan hết được trong những mùa hạ ngắn và lạnh. Chúng ta còn thấy di tích của những lớp tuyết nằm ngoài ở các núi cao vùng Bắc Uran và Xibêri dưới dạng những đồng tuyết riêng biệt trên các sườn phía Bắc và trong các hồ lõm. Người ta gọi chúng là bãi tuyết và gọi những núi mà tuyết giữ được lâu là núi tảng. Vào đầu mỗi thời kỳ đóng băng, khí hậu trở thành lạnh thêm và những bãi tuyết như vậy đã từng xuất hiện ở phương Bắc — ở Scăngđinavi, Phần-lan, Canada và Xibêri — tăng lớn dần năm này qua năm khác và ngày càng chiếm diện tích rộng hơn. Về sau, rất nhiều năm sau (vì khí hậu biến đổi rất chậm), các bãi tuyết đó nối lại với nhau thành một lớp phủ liên tục, bao trùm hết thảy các chỗ cao, trong khi các thung lũng và đồng bằng hãy còn chưa bị tuyết phủ. Ở các chỗ cao, tuyết tích lũy năm nọ sang năm kia, nhưng do khối tuyết không thể tăng mãi được, nó biến thành tuyết hạt, trượt xuống các sườn dưới dạng băng hà và lấp đầy các thung lũng.

Những diện tích rộng lớn phủ tuyết, tuyết hạt và băng làm cho khí hậu càng lạnh thêm; thời gian tan băng lại càng thu hẹp, lượng mưa hầu hết trong năm đều chỉ biểu



H. 138 Bản đồ thời kỳ băng hà rộng lớn nhất ở Xibêri (do V.A. Ôbrutsep soạn)
 Các băng hà: U — Uran; T — Taimura; V — Veckhóian; S — Sucôtca; C — Côtac — Camsatca; A — Antai-Xaian;
 B — Baican; X — Xtanôvôi

hiện dưới dạng tuyết và lớp tuyết phủ càng dày thêm. Đi đôi với hiện tượng nhiệt độ giảm thấp, những miền ở quá về phía Nam cũng bắt đầu bị những bãi tuyết rồi đến cả lớp tuyết bao phủ liên tục. Càng có thêm những diện tích mới biến mất dưới lớp tuyết trong khi băng hà trườn xuống tất cả các thung lũng, kéo dài ra và dày thêm. Khi lớp phủ đó đã lan ra khắp Phần-lan, Carêli và Bắc Xcăngđinavi là những miền có nhiều núi, thì các băng hà bắt đầu trườn xuống các đồng bằng nằm xa ở phía Nam. Các băng hà riêng biệt đều nối liền với nhau tựa như các băng hà chân núi hiện đại và sau đó bắt đầu cuộc Nam tiến chậm chạp của chúng. Bước tiến đó kéo dài hàng nhiều thế kỷ và các băng hà ngày càng đi xa hơn và chiếm lần nhiều diện tích mới (h. 137 và 138).

Ở ranh giới phía Nam của nó, tất nhiên là băng bị tan và sinh ra những sông ngòi chảy về phương Nam, và sinh ra những hồ ở tất cả các chỗ lõm có thể chứa được nước. Nhưng sự tan băng trong những mùa hạ ngắn ngủi không thể cân bằng lại được với sự tăng thêm lượng tuyết rơi trong những mùa đông dài đằng đẵng, trong khi đó thì ở phương Bắc là nơi có lớp phủ tuyết liên tục, tuyết rơi cả trong mùa hạ. Lượng băng tăng lên và băng hà buộc phải chuyển thêm về phía Nam. Bề dày của lớp băng ở những miền núi, nguyên là những trung tâm đóng băng, tính ra đến 2000 mét dựa theo lớp phủ hiện đại ở Gronlen và châu Nam-cực. Tuy vậy cũng khó mà tin rằng Phần-lan, bán đảo Côla, Bắc Xcăngđinavi, Canada và Bắc Xibêri đã từng có lúc bị phủ một lớp băng liên tục dày 2000 mét. Nhưng đó là sự thực không còn ngờ vực gì nữa, vì lớp băng không thể tiến xa về phía Nam như vậy nếu lớp đó chỉ dày 200 hay 300 mét ở các trung tâm đóng băng. Thực ra ở châu Âu, băng không những đã tiến tới chỗ hiện nay là Matscova, mà còn tới cả những nơi, hiện nay là Cuôcxco, Kiep, Vacsava và Beclanh. Muốn cho băng đi được xa như vậy, thì các trung tâm phải có sức ép rất mạnh. Dĩ nhiên, càng về phía Nam băng càng mỏng.

Di chuyển trên mặt Trái đất và đè ép lên mọi chỗ lõm, thứ băng hà khổng lồ đó, giống như các băng hà hiện đại, đã lôi cuốn những mảnh, những vụn và các tảng đá lớn, cuội, cát và sét. Nó cọ sát, mài mòn, đào, khía vào các đá nổi lên. Vì không có những núi cao trên dọc đường và vì lớp băng rất dày ở các trung tâm đóng băng, nên lớp phủ băng chỉ có băng tích trong băng do những vật vụn lầy được ở dưới đáy tạo thành.

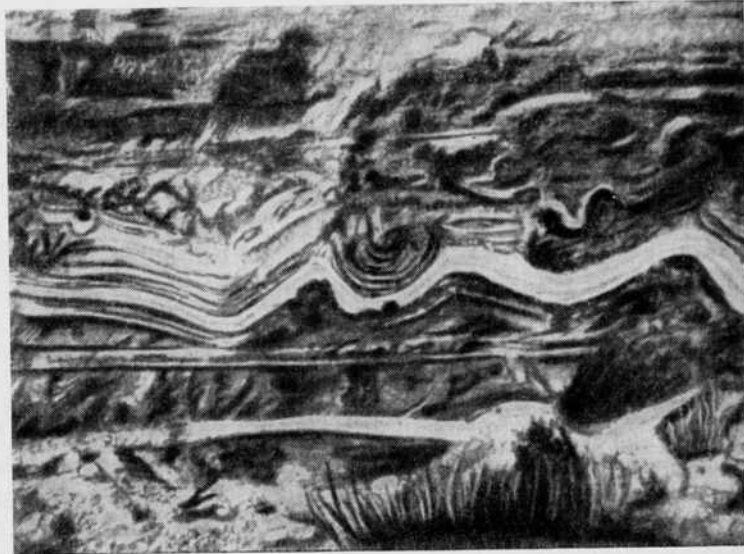
Nhưng ở rìa phía Nam của băng hà đó thì thế nào? Ở đây khí hậu đã khá ấm, băng tan nhiều, giải phóng những vụn đá mà chúng mang theo và tạo thành những băng tích cuối. Có nhiều ngòi và sông do nước băng tan từ đáy lớp băng tạo thành, chúng lôi cuốn bùn, cát, sỏi và để đọng dần dưới dạng trầm tích băng thủy. Mực nước của chúng biến thiên, cao nhất vào mùa hạ là lúc băng tan đạt cao điểm; thấp hơn vào mùa xuân và thu và thấp nhất vào mùa đông. Các sông đó dâng cao và tràn ngập những diện tích lớn vào mùa hè, và chỉ chảy gọn trong lòng hẹp vào mùa đông. Một

sông đó lúc đầu chảy trên một quãng dài dưới lớp băng hoặc trong một đường hầm băng và để trầm tích dưới dạng dải dài và hẹp.

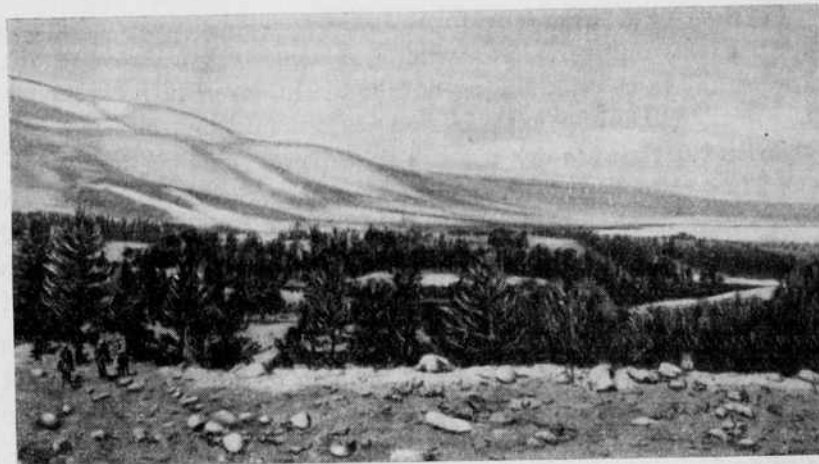
Chuyển dần về phía Nam và che phủ những diện tích mới, lớp băng vĩ đại của miền Bắc cuối cùng phải dừng lại, vì lượng tuyết rơi trên mặt nó cân bằng với sự hao hụt trên toàn bộ diện tích tan băng. Tình trạng cân bằng đó có lẽ đã kéo dài hàng trăm và có thể hàng nghìn năm. Sau đó sự hao hụt bắt đầu vượt sự thu nhận và băng hà bắt đầu thu hẹp, nghĩa là ranh giới phía Nam của nó bắt đầu rút về phía Bắc, giải phóng những đất đai trước đây đã nằm rất lâu dưới băng. Tất nhiên những miền đó chỉ là những sa mạc trên mặt phủ một lớp vụn đất băng tích gồm có sét hay đất sét thịt, và chứa những hòn đá tảng lớn hoặc nhỏ. Trong các vùng trũng, nghĩa là ở các thung lũng trước kia, lớp băng tích đó dày hơn, còn ở các chỗ cao thì nó mỏng hơn. Các vật vụn của các băng tích trong băng gồm những đá tảng có kích thước khác nhau thoát ra từ lớp băng, được phân tán trên bề mặt đất. Các trầm tích của những sông dưới băng gọi là đ *ố i h ì n h r ấ n*, nằm rải rác dưới dạng dải và hẹp nom tựa những dải đê đặt đường ray xe lửa. Ở những chỗ khác, những sông dưới băng lôi cuốn một lượng cát lớn và để chúng trầm đọng ở đoạn cuối băng hà dưới dạng bãi có mặt ngoài không bằng phẳng. Những diện tích phủ cát đó gọi là đ *ố n g b ả n g b ấ n g t h ù y*.

Dĩ nhiên là các băng tích cuối chỉ có thể tích lũy vào lúc này hay lúc khác khi băng hà ngừng rút lui trong một thời gian dài. Do sự tan băng tăng lên nên có nhiều nước thoát ra từ dưới băng hà hơn là lúc nó tiến hoặc ở vào tình trạng cân bằng. Các sông và ngòi đó lôi cuốn vật liệu từ dưới băng ra, nhưng cũng xói mòn băng tích đáy mà chúng chảy qua, trào nước vào lúc nước lên và hạ thấp vào mùa đông rồi trầm đọng cuội, cát và sét băng thủy. Ở nhiều chỗ cuối băng hà có những hồ lớn và nhỏ hình thành trong những hồ lõm và những vật liệu mang từ dưới băng đến trầm đọng lại trong những chỗ đó. Những hồ nhỏ bị lập đầy và biến đi rất chóng, còn những hồ lớn tồn tại lâu hơn; cát mịn, bùn và sét trầm đọng trong đó thành sét và đất sét thịt dải. Những trầm tích này cho thấy rõ sự xen kẽ của những lớp mỏng độ 1 — 2 milimet có màu sắc và thành phần khác nhau. Sự xen kẽ đó là do khi băng tan nhiều vào mùa hạ nước dưới băng chảy vào hồ đã đưa xuống những hạt thô với khối lượng lớn hơn là vào mùa đông, khi băng tan rất ít lượng nước giảm nhiều, sức vận chuyển yếu hẳn và nó chỉ đưa xuống hồ được những loại đất mịn nhất dưới dạng bùn và sét. Bằng cách đếm số lượng những lớp đọng hàng năm đó trong toàn bộ khối trầm tích của một hồ nào đó, chúng ta có thể biết được nó đã tồn tại từ bao lâu trước khi nó bị trầm tích lập đầy (h. 139).

De Gee, nhà khoa học Thụy-điền, đã tiến hành đếm những lớp sét dải thành tạo trong một số hồ cổ ở miền Nam Thụy-điền và thấy rằng băng hà miền Bắc cần phải có một thời gian là 2000 năm mới đủ để rút lui từ Nam bộ Thụy-điền đến



H. 139 Sét dài bị vỡ bởi sự trượt do nước dưới đất gây nên. Sông Đen gần Pôxôlôđinô, tỉnh Lêningrat



H. 140 Cảnh quan băng tích gần hồ Đaian-Nua. Antai Mông-cô

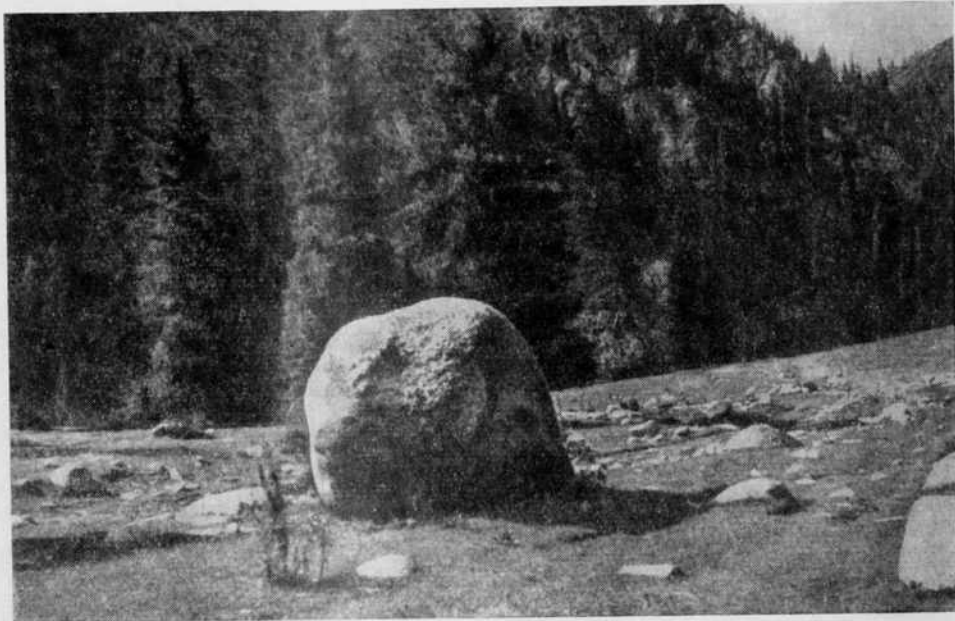
Xtôckhôn — một khoảng cách dài 400 đến 450 *km*, nghĩa là hàng năm rút lui khoảng 200 đến 225 mét.

Như vậy cần phải hàng nghìn năm băng hà mới đủ thì giờ rút từ Cuôcxơ đến Matscova, sau đó đến Lêningrat và Pêtrôzavôt rồi rút khỏi Phần-lan, cuối cùng khỏi Xcăngđinavi và hoàn toàn biến mất. Và càng xa về phía Bắc thì băng hà lại càng chậm rút khỏi diện tích mà nó chiếm cứ, và các vết tích do lớp băng để lại càng rõ ràng và dễ phân biệt hơn, vì nước chảy hoạt động trong một thời gian ngắn hơn, nên chưa có thể phá hủy hết những vết tích đó. Vì vậy người quan sát thấy: đường như ở phương Bắc — tức là ở Phần-lan và trên bán đảo Côla lớp băng chỉ mới rời bỏ vị trí của nó vào một thời khá gần. Anh ta nom thấy những dải và đồng băng tích cuối, và mặc dầu chúng đều bị cỏ cây bụi và cây lớn bao phủ và đã bị cây xói hay bị xây dựng lên trên, nhưng chúng vẫn còn rất đặc trưng về phương diện địa hình, nghĩa là có bề mặt lượn sóng với nhiều hồ lõm chứa những hồ nhỏ hay đầm lầy (h. 140). Ở những chỗ khác, anh ta thấy những đồi hình rần (một số chạy qua Phần-lan trên một chiều dài hàng chục kilômet) hay những diện tích bằng phẳng chứa băng tích đá hay những đồng cát thuộc những đồng bằng băng thủy. Ở khắp nơi trên mặt đất đều thấy rải rác những tảng đá lớn và nhỏ do băng hà để lại và những tảng đá đó còn giữ được những vết khía, những rạch và ngay cả những mặt bị nước đá mài nhẵn. Những tảng đá lớn do băng để lại đó được gọi là đá l a n g (h. 141).

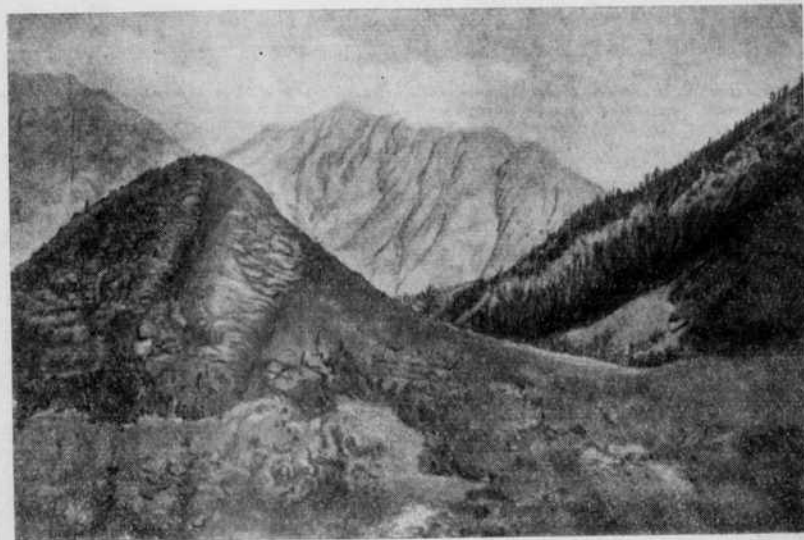
Ở chỗ đá rần lộ ngay lên trên mặt, chúng ta có thể thấy tác dụng của băng hà đối với chúng như thế nào: tất cả các góc cạnh và chỗ lồi đều bị mài nhẵn và tròn, và các chỗ đá lộ biểu thị loại địa hình gọi là đ ó i đ á d ạ n g t ó c u ò n với những mô đá bào tròn và những chỗ trũng dẹt xen giữa (h. 142). Một số những khối đá dạng tóc uôn có hình thù rất đặc biệt: ở bên phía có khối băng tiền đên thì rất tròn và mang những vết khía, bị mài nhẵn và có sườn thoải, trong khi ở bên phía kia là chỗ khối băng chảy xuống, đá ít bị tác dụng nên xù xì và có sườn dốc hơn. Những khối đứng cô độc như vậy gọi là đ á t r á n c ù u. Toàn bộ những dạng đó — băng tích, hồ lõm trong chúng và giữa chúng, đồi hình rần, đá dạng tóc uôn, đá trán cừu và đá tảng lang thang, đều đặc trưng cho c ả n h q u a n b ả n g t í c h, là thứ địa hình chỉ rõ rằng diện tích đó đã bị phủ băng vào thời xưa. Chúng ta được gặp thứ cảnh quan này ở các đồng bằng miền Bắc Liên-xô và ở những miền núi trước đây có băng hà như ở Bắc Uran, Côcazơ, Cacpat và nhiều núi ở Xibêri (h. 143).

Băng hà miền Bắc không phải chỉ đem lại có đá tảng mà thôi. Đất lôtxơ (đất vàng) của Ucren cũng là sản phẩm của băng hà.

Cả vào lúc tiền và lúc thoái, băng hà đều tạo nên ở phía trước đoạn cuối của nó một thứ sa mạc dưới dạng băng tích, cát băng thủy, và trầm tích băng thủy không được cây cối che chở khỏi phân tán. Gió thổi từ lớp băng đã phân tán thứ trầm tích



H. 141 Tảng đá lang thang. Thung lũng sông Jetur-Ôguzor, nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa xô-viêt Kiêcghizi



H. 142 Trán cừu — một khối đá lớn bị nước đá bào tròn ở miệng thung lũng sông Iêdygem đồ xuống thung lũng sông Acgut. Antai

bờ rời đó và đưa cát bụi xuống miền Nam; cát đã tạo thành những cồn cát lười liếm ngay trong phạm vi sa mạc, còn bụi được đưa đi xa hơn và tích tụ trên các vùng thảo nguyên bao phủ phần Nam của đồng bằng Nga và biến chúng thành đất lôtxo. Sau khi băng hà biến mất, khí hậu biến đổi trở thành ẩm thấp hơn. Sa mạc cũ của miền Bắc được rừng cây che lấp, nhưng người ta vẫn còn tìm thấy cát ở nhiều nơi dưới rừng, thí dụ ở Pôlixiê hay ở vùng lân cận Matscova. Cỏ mọc dày trên các thảo nguyên ở miền Nam khô khan và mùn cây bắt đầu tích lũy; mùn biến thành đất đen che lấp đất lôtxo và biến dần thành đất lôtxo. Như vậy tức là đất lôtxo vùng Uren là sản phẩm của một thứ sa mạc cổ đã được thành tạo dọc theo rìa phía Nam của lớp băng và dĩ nhiên đã cùng biến mất theo nó.

Dấu vết của thời kỳ băng hà. Vào lúc mà gần hai phần ba châu Âu thuộc Liên-xô bị phủ băng, thì cũng có cả băng hà ở Bắc và phần nào cả ở trung Uran, là nơi mà ngày nay không thấy có, trừ một vài cái nhỏ bé ở phía Bắc. Hiện nay vẫn còn nhiều băng hà ở dãy Côcazo, tuy khi xưa còn nhiều hơn nữa: chúng đã lan từ trên núi xuống các đồng bằng lân cận. Ở trên núi, chúng ta cũng có thể suy đoán về thời kỳ băng hà ngày xưa bằng cách dựa vào cảnh quan băng tích đặc trưng. Nếu chúng ta đi lên các núi mà ngày nay không có băng hà nhưng đã có xưa kia, chúng ta sẽ



H. 143 Cảnh quan băng tích ở đầu thung lũng sông Tucgen, Teckêi-Alatau

thầy những băng tích cuối ở lòng thung lũng chỉ rõ vị trí băng hà đã tiến tới khi nó phát triển nhất. Những băng tích đó dĩ nhiên là đã bị phủ cây cối từ lâu và thể hiện dưới dạng một hay nhiều dải đồi gần như bị tắc thung lũng và chỉ để chừa vừa đủ lối thoát cho một con sông đương đào lòng và xói mòn dần dần băng tích. Giữa các đồi, thầy có những chỗ trũng nhỏ có tính chất cũng giống như cách phân bố hỗn độn của các đồi trong dải chung; và những chỗ trũng đó cho thầy chúng ta đương gặp loại địa hình gì. Đào một chút vào sườn đồi (nếu không có lát cắt tự nhiên nhìn về phía sông), chúng ta sẽ thấy nó gồm những hòn đá có kích thước khác nhau, phân tán hỗn độn lẫn với cát, sét hay đất sét thịt; một số hòn đá tảng còn giữ được mặt mài nhẵn và khía rạch do băng gây nên.

Đi ngược lên phía trên thung lũng, chúng ta có thể phát hiện nhiều những băng tích cuối nữa như thế, chúng được thành tạo ở những chỗ băng hà dừng lại một thời gian dài trong quá trình rút lui của nó. Trong những khoảng cách giữa chúng, chúng ta rất có thể sẽ tìm thấy những đá tảng lang thang có kích thước khác nhau, đôi khi lộ lên ở rất cao trên sườn, và trong trường hợp đó chúng ta còn có thể tính được cả độ dày mà băng hà đã đạt được. Cộng thêm với những băng tích cuối, chúng ta cũng còn phát hiện được những băng tích sườn bên để lại ở hai bên thung lũng trong thời kỳ băng hà rút lui, nhưng chúng cũng đã bị nước chảy trên sườn xuống mài nhẵn và xói mòn, và vì thế mà hiếm khi gặp hơn hoặc không biểu hiện rõ bằng băng tích cuối. Thành thạo chúng ta cũng có thể phân biệt được một tảng đá trán cừu, và trên một mỏm đá nổi lên ở đáy thung lũng cũng có thể thấy có những đá dạng tóc uốn.

Càng tiến đến gần đoạn đầu của thung lũng, chúng ta sẽ còn gặp cả những di tích rõ rệt của thời kỳ băng hà — đó là những băng tích cuối có nhiều hơn và bảo tồn tốt hơn, nó có khi chặn ngang thung lũng làm cái đập chắn nước hồ. Ở đây các băng tích sườn bên được bảo tồn tốt hơn, trong khi đó thì những đá trán cừu và đá dạng tóc uốn cũng hay gặp được nhiều hơn. Chúng ta cũng thấy các thung lũng kết thúc ở những sườn tương đối dốc của một vòng xiếc mà ngày xưa nguyên là một bồn tuyết hạt; ở trên các sườn dưới các dãy núi, chúng ta sẽ phân biệt được những đầu băng, tức là những bồn nửa vòng với đáy phẳng và bờ bên dốc cắt sâu vào sườn núi; trong một vài trường hợp thầy có những hồ nhỏ ở dưới đáy các bồn đó, các hồ này phân cách nhau bằng băng tích cuối hoặc bằng một ngưỡng đá ở miệng bồn. Có những băng hà nhỏ đã tồn tại trong những bồn đó khá lâu sau khi tác dụng băng hà đã giảm (h. 133).

Tiết diện ngang của thung lũng mà dọc theo đó đã có lúc có băng hà chảy qua cũng rất khác biệt. Ở phần thượng lưu, tại miền xói mòn, thung lũng do sông đào ra có hình chữ V theo lát cắt ngang (h. 144, a), nghĩa là có một cái đáy hẹp chứa lòng sông và có sườn khá dốc. Thấp hơn nữa, ở miền có hiện tượng xói mòn ngang, thung lũng mở rộng và tiết diện ngang nom tựa hình thang (h. 144, b), trong khi đó

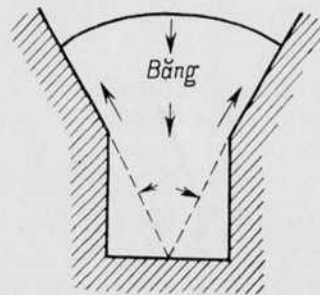
nền xuống thấp nữa, ở miền trảm tích, đáy thung lũng lại càng rộng thêm và hai sườn trở nên thoải hơn (h. 144, c và d). Thung lũng của băng hà có tiết diện ngang hình chữ U (h. 144, e), tức là có đáy rộng hơn nhưng lõm xuống do băng bào ra, và có sườn dốc hơn do băng hà xói mòn đồng thời lại đem đi những sản phẩm của sự phong hóa đá rơi từ trên sườn xuống (h. 145). Đối với thung lũng sông thì những vụn đá đó tích tụ lại ở chân sườn dưới dạng sườn tích và làm giảm độ dốc của sườn (h. 146).



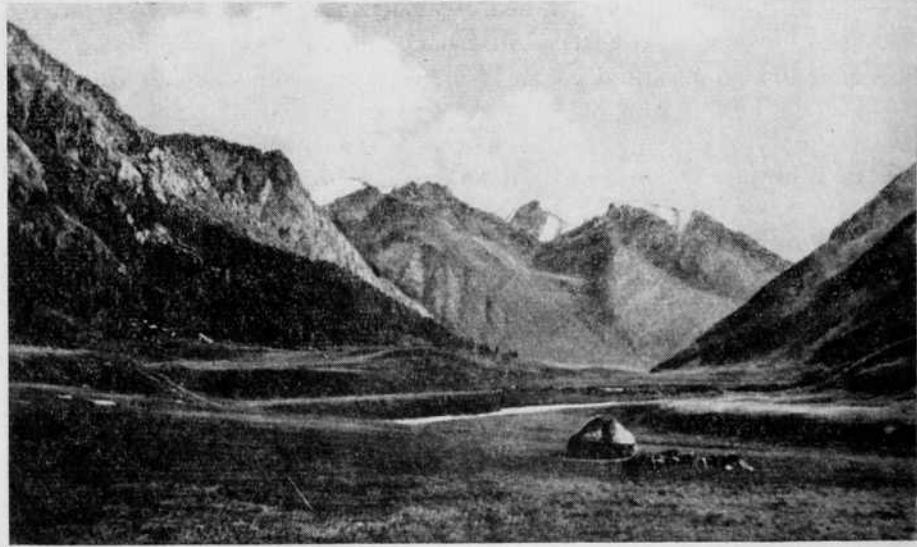
H. 144 Lát cắt ngang thung lũng có nguồn gốc sông (a, b, c, d) và băng hà (e)

Toàn bộ những dấu hiệu đó cho phép người quan sát không những nói được rằng có một băng hà đã chảy qua thung lũng đó vào một thời kỳ không xa lắm, mà còn có thể xác định được chiều dài của nó dựa theo di tích của những băng tích cuối nằm ở chỗ thấp nhất, xác định bề dày của khối nước đá bằng cách dựa vào những đá tảng lang thang nằm trên sườn, và xác định áng chừng đường ranh giới tuyết vĩnh cửu trong thời kỳ băng hà bằng cách dựa vào nền đáy của các đầu băng thường hay có vị trí ở mực cao tương ứng với đường đó. Người quan sát cũng có thể nói được băng hà đã dừng lại bao nhiêu lần và ở những chỗ nào trong thung lũng trong quá trình rút lui — chính là dựa vào những chỗ có băng tích cuối, và dựa vào kích thước của các băng tích này, anh ta có thể suy luận xem băng hà dừng lại lâu hay chóng (h. 147). Cũng có cả những dấu hiệu giúp cho người ta có thể khẳng định rằng có một hay nhiều đợt băng hà. Đó là vấn đề mà giờ đây chúng ta sẽ xét đến.

Sự tái diễn và những nguyên nhân của tác dụng băng hà. Sau khi các nhà khoa học đã vạch ra được những vết tích của lớp băng cổ rộng lớn đã bao phủ châu Âu, dần dần họ đã chứng minh được rằng tác dụng băng hà đó không phải là một hiện tượng ngẫu nhiên mà chính nó đã tái diễn nhiều lần không chỉ riêng trong thời kỳ địa chất hiện đại, tính từ khi loài người xuất hiện trên Trái đất mà cả vào những thời kỳ rất xa xăm trước kia.



H. 145 Sự biến đổi của một thung lũng sông thành thung lũng băng hà



H. 146 Lũng máng băng hà của sông Tucgen ở sườn Bắc núi Tecxkêi-Alatau



H. 147 Băng tích cuối cũ trong thung lũng sông Cara-Airur. Antai

Trong thời kỳ hiện đại, tác dụng băng hà đã tái diễn bốn lần ở châu Âu. Mỗi lần như vậy băng hà lại xuất hiện ở Bắc Xcăngđinavi; chúng tăng lớn bao phủ Xcăngđinavi và Phần-lan, tràn sang Bắc Đức, Ba-lan, Litva, Latvi, Extôni và phần Bắc của Liên-xô, đạt sự phát triển lớn nhất, dừng lại ở một ranh giới nào đó, rồi lại bắt đầu rút lui, tiếp tục lùi rồi biến hẳn trong một thời gian dài — cho đến thời kỳ băng hà tiếp theo. Như vậy, người ta đã phân biệt được bốn thời kỳ băng hà ở châu Âu; bắt đầu từ lần cổ nhất, người ta gọi tên chúng như sau: *gunzi*, *mindêli*, *rixi* và *vuôcmi*. Khoảng thời gian giữa những thời kỳ băng hà thì gọi là thời kỳ gian băng, còn thời kỳ tiếp theo lần đóng băng cuối cùng gọi là thời kỳ hậu băng.

Không phải trong mọi thời kỳ băng hà, lớp băng đều tiến tới những ranh giới giống nhau. Băng hà của *mindêli* được coi là đã lan tràn rộng nhất, những băng hà thuộc các lần *gunzi* và *rixi* hơi nhỏ hơn, còn băng hà của lần *vuôcmi* bé nhất. Trên đồng bằng Nga, băng hà của *mindêli* lan tới Kiep, Pôntava và Cuôcxơ về phía Nam, băng hà của thời kỳ *rixi* tận cùng về phía Nam ở Matscova, còn băng hà của thời kỳ *vuôcmi* dừng ở vĩ tuyến của Matscova.

Lẽ tất nhiên là những di tích của các thời kỳ băng hà cũ để lại không được bảo tồn tốt bằng những lần mới nhất bởi vì chúng bị bào nhẵn, xói mòn và phá hủy dần dần không những do nước mưa và sông ngòi của các giai đoạn gian băng mà do cả những băng hà thuộc các thời kỳ băng hà tiếp theo nữa; những băng hà sau này cũng lại làm cho chúng bị bào dần đi, phủ lên chúng những băng tích mới và xói mòn chúng bằng nước băng tan. Tìm cho được những đường ranh giới mà các băng hà cổ đã đạt được đòi hỏi phải nghiên cứu rất công phu; trái lại, những dấu vết do băng hà thời kỳ *vuôcmi* để lại, dễ tìm thấy vì chúng bảo tồn khá tốt. Những băng tích cuối và đáy, những đồi hình rần, những đá tảng lang thang đều biểu hiện rõ trên đồng bằng Nga ở Bắc Matscova, ở Phần-lan và Carêli.

Các nhà khoa học đã thử tính thời gian kéo dài của những thời kỳ băng hà và những giai đoạn gian băng và đã có được những số liệu sau đây; dĩ nhiên đây mới chỉ là thử tính, nhưng nó cũng cho ta một khái niệm nhất định về thời gian kéo dài của những thời kỳ đó.

Thời gian kéo dài của các thời kỳ băng hà (tính theo năm)

Thời kỳ hậu băng	10.000 đến 20.000
Thời kỳ băng hà của lần thứ tư (<i>vuôcmi</i>)	52.000
Thời kỳ gian băng lần thứ ba	65.000
Thời kỳ băng hà của lần thứ ba (<i>rixi</i>)	53.000
Thời kỳ gian băng lần thứ hai	183.000
Thời kỳ băng hà của lần thứ hai (<i>mindêli</i>)	49.000
Thời kỳ gian băng lần thứ nhất	65.000
Thời kỳ băng hà của lần thứ nhất (<i>gunzi</i>)	49.000
Tổng cộng ước chừng	600.000

Các thời kỳ băng hà không liên tục, mà cho thấy có những thay đổi lớn về khí hậu; lúc thì lớp băng rút lui nhiều (nhưng không hoàn toàn biến mất), khi thì lan rộng và tiến lên, như vậy có nghĩa là có những thời kỳ gián đoạn của những giai đoạn gian băng không hoàn chỉnh; vì vậy nên ngay trong mỗi thời kỳ băng hà người ta vẫn phân biệt được những giai đoạn tiến và thoái. Trong các thời kỳ băng hà gunzi và mindëli người ta đếm được hai giai đoạn tiến và một giai đoạn thoái; thời kỳ băng hà rixi có ba giai đoạn tiến và hai giai đoạn thoái, còn thời kỳ vuôcmi có bốn giai đoạn tiến và ba giai đoạn thoái. Tất nhiên, những sự biến đổi to lớn đó của lớp băng được vạch ra rõ ràng nhất trong lần cuối cùng (vuôcmi).

Chừng 100 năm trước đây, khi người ta bắt đầu chú ý đến những đá tảng lang thang phân bố tản mát trên các đồng ruộng các nước: Đức, Đan-mạch, Hà-lan, Anh, và nhận thấy rằng chúng là những đá tạo nên miền Xcăngđinavi và hoàn toàn vắng mặt ở những nước mà người ta tìm thấy chúng (vì thế nên người ta mới gọi chúng là đá lang thang), các nhà khoa học cho rằng chúng đã được đưa đến các nơi đó bởi băng trôi nổi trên mặt biển. Họ nghĩ rằng vào hồi đầu kỷ địa chất hiện đại của chúng ta, những xứ sở vừa nêu trên đã bị biển phủ kín, và đã có những dòng biển đưa các đảo băng từ phương Bắc xuống và những đảo trôi nổi này có chứa những vụn băng tích đã vỡ tách ra từ những băng hà miền Xcăngđinavi. Ở phần Nam của biển vì âm áp hơn nên các đảo băng đã tan ra và những tảng đá bị chúng lôi theo đều rơi xuống đáy.

Giả thuyết trôi dạt này nghĩa là sự nổi trôi của băng đã tồn tại trong khoa học cho đến những năm thứ 60 hay 70 của thế kỷ trước, khi một số bác học, trong đó có cả Crôpôtkin, nhà địa lý và nhà cách mạng người Nga đã nêu ra giả thuyết về thời kỳ băng hà trên lục địa. Lúc đầu giả thuyết này bị coi như là quái gở vì khó mà tưởng tượng rằng tất cả châu Âu xuống cho đến Luânđôn và Beclanh trước đây đều bị phủ kín dưới băng. Nhưng dần dần những sự kiện như băng tích, đồng bằng băng thủy, đổi hình rắn, đá trán cừu và đá dạng tóc uốn mà giả thuyết trôi dạt không giải thích nổi, đã khiến cho mọi người phải công nhận giả thuyết thời kỳ băng hà.

Những quan sát tỉ mỉ về sau được tiến hành trên khắp châu Âu và Bắc Mỹ đã chứng minh hoàn toàn giả thuyết này và từ đó nó đã trở thành một học thuyết. Tuy nhiên cũng còn một thời gian dài cho mãi tới gần Cách mạng tháng Mười Nga, tuy công nhận có thời kỳ băng hà ở khắp châu Âu và Bắc Mỹ, các nhà khoa học vẫn còn phủ nhận thời kỳ băng hà ở Bắc Á (Xibêri) vì họ cho rằng khí hậu của miền này có quá nhiều tính chất lục địa, nghĩa là quá nghèo những trầm tích khí quyển để có thể có hiện tượng đó. Nhưng ngay gần 80 năm trước đây, cũng vẫn Crôpôtkin đã phát hiện được những vết tích của thời kỳ băng hà ở nhiều nơi trên đất Xibêri và cho rằng miền Bắc Á cũng đã trải qua thời kỳ băng hà. Chỉ nhờ có những quan sát tích lũy dần dần từng ít một mới buộc được mọi người phải công nhận rằng Xibêri cũng đã từng có lúc bị phủ dưới một lớp băng.

Nhưng nguyên nhân của tác dụng băng hà cho đến nay vẫn được các nhà khoa học giải thích một cách khác nhau. Chúng ta không thể trình bày hay xét một cách tỉ mỉ tất cả những cách giải thích khác nhau trong chương này và chúng ta sẽ chỉ bó hẹp trong một vài quan điểm mà thôi.

Một số giải thích căn cứ vào giả thiết rằng dòng biển Gơn Strim, tức là dòng biển âm đã đem nhiệt từ những vùng nhiệt đới đến châu Âu, lúc trước không có hoặc có hướng chảy khác bây giờ; một số khác tìm cách giải thích thời kỳ băng hà bằng cách cho rằng độ cao trước đây của các xứ miền Bắc lớn hơn bây giờ, do đó những trầm tích khí quyển chỉ rơi xuống đó dưới dạng tuyết thôi. Cũng đã có người thử giải thích rằng mặt ngoài Trái đất đã nhận được ít nhiệt Mặt trời vì có sự tăng thêm theo chu kỳ của hàm lượng khí cacbonic trong không khí do hoạt động mạnh mẽ của các núi lửa. Trái lại, một vài nhà khoa học cho rằng tác dụng băng hà chính là do sự thiếu khí cacbonic gây ra vì nó bị hấp thu mất bởi thực vật rất phổ biến vào kỷ tạo than và kỷ Đệ tam; những loại thực vật này giữ một lượng lớn cacbon trong các lớp than đá. Sự hấp thu nhiệt Mặt trời và sự giảm bớt độ nung nóng Trái đất cũng được gán cho bụi núi lửa được phun ra với những lượng lớn vào trong những tầng cao của khí quyển.

Các giả thuyết tìm cách giải thích bằng những số liệu của thiên văn học có cơ sở vững hơn. Thí dụ, một sự trùng hợp giữa độ nghiêng lớn nhất của trục Trái đất và tâm sai lớn nhất của quỹ đạo Trái đất có thể gây ra cho một trong hai bán cầu (nơi mà mùa đông xảy ra vào lúc Trái đất ở vào viễn điểm, tức là lúc cách xa Mặt trời nhất) những điều kiện thuận lợi cho tác dụng băng hà — tức là có hiện tượng giảm nhiệt độ hàng năm và tăng lượng tuyết. Theo một số giả thiết khác, sự thay đổi vị trí của các cực, tức là sự thay đổi về độ vĩ tuyến, cũng có thể gây ra tác dụng băng hà ở quanh mỗi cực, chẳng khác gì trường hợp hiện nay ở Bắc-cực và Nam-cực. Ngoài ra, tác dụng băng hà còn được giải thích bằng hiện tượng giảm yếu theo chu kỳ của sự bức xạ của Mặt trời phù hợp với những đợt phát triển đặc biệt của những vết đen Mặt trời. Người ta đã nhận thấy rằng những vết đó có ảnh hưởng đối với khí hậu của Trái đất.

Cuối cùng, còn có người cho rằng trong quá trình chuyển động trong vũ trụ, hệ Mặt trời chúng ta đi qua theo chu kỳ những miền có nhiều bụi vũ trụ, do đó Trái đất nhận được từ Mặt trời ít nhiệt hơn.

Tất cả những giả thuyết đó đều có kẻ theo, người chống lại, nhưng không có giả thuyết nào được coi là xác thực, tuy rằng một vài giả thuyết, đặc biệt là về sự phát triển của các vết đen Mặt trời hoặc sự đi qua những đám mây bụi vũ trụ thì vừa không thể chứng minh được, cũng không thể bác hẳn được.

Trái đất đã trải qua những thời kỳ băng hà không phải chỉ trong kỷ địa chất hiện đại, gọi là kỷ Đệ tứ, mà cả vào những thời đại rất xa xăm. Một vài đợt đó đã được xác minh chắc chắn nhờ những trầm tích của băng hà phát hiện được ở những

xứ nóng như Nam Phi, Ấn-độ, và châu Úc là những nơi không có thời kỳ băng hà trong kỷ Đệ tứ. Điều đó làm cho các nguyên nhân của tác dụng băng hà thêm phức tạp vì nó bác hẳn ý kiến phổ biến rộng rãi cho rằng: vào những kỳ địa chất cổ, Trái đất nhận được của Mặt trời nhiều nhiệt hơn, và nó có khí hậu đồng đều từ các cực đến xích đạo và cho rằng chỉ khi khí hậu bị lạnh dần mới dẫn đến những thời kỳ băng hà.

Chúng ta hy vọng rằng sớm chầy khoa học cũng sẽ giải quyết được những điều bí ẩn về nguyên nhân thời kỳ băng hà, cũng như nó đã giải quyết được nhiều điều bí ẩn có liên quan tới lịch sử Trái đất.

Một điều chắc chắn là thời đại hiện nay mà chúng ta đang sống trong một chừng mực nào đó cũng xứng đáng được coi là một thời kỳ băng hà; đặc biệt nếu chúng ta đem so sánh nó với một vài lần trong kỷ Đệ tam tức là kỳ địa chất xảy ra trước kỷ hiện đại. Thực thể, vì hiện nay ở miền Bắc-băng-dương, nghĩa là chung quanh cực Bắc, và ở châu Nam-cực chung quanh cực Nam, có những khoảng rộng lớn bị phủ băng và cho ta một hình ảnh rõ rệt về châu Âu vào những thời kỳ băng hà trước đây.

Ở miền Bắc-cực có một lớp băng vĩ đại che lấp hầu hết đất đai của Gronlen, chỉ chừa một dải hẹp ven bờ của đảo rộng lớn đó. Các đảo Xpitbecghen, Đất Franx-Iôxifo, Bennet, Đất Bắc, phần Bắc quần đảo Đất Mới và quần đảo Bắc Mỹ cũng đều có những băng hà rộng lớn che phủ, mà nhiều trong số đó tiến ra tới cả bờ biển và sinh ra những đảo băng. Những băng hà đó cũng di chuyển như những loại ở trong các thung lũng miền núi mà chúng ta đã nói đến trong cuốn sách này, vì chúng được nuôi dưỡng bằng tuyết rơi trên mặt chúng suốt năm. Lưới của băng hà xuống đến tận mặt biển và thỉnh thoảng lại dễ vỡ rời những khối nước đá lớn xuống biển. Đó là những đảo băng. Gió và các dòng biển lôi cuốn chúng đi xa và chúng ta rất chậm cho đến khi trôi tới những biển nóng.

Châu Nam-cực là một lục địa mà toàn bộ bị che phủ bởi một lớp băng liên tục rất dày, và chỉ có những đỉnh nhọn của các núi riêng biệt hay những sông núi mới lộ được rải rác trên mặt băng. Ở nhiều chỗ, băng đổ xuống biển tựa như một bức vách cao và dựng đứng, và sinh ra nhiều đảo băng, đôi khi nom như những núi nước đá hình mặt bàn. Các đảo băng đó được các dòng biển đưa đi xa về phía Bắc.

Đồng thời người ta tìm thấy những di tích của các cây cối kỷ Đệ tam ở nhiều chỗ trên các đảo phía Bắc, điều này chứng tỏ rằng: vào lúc đó không những các đảo này không bị phủ băng, mà còn có rừng cây như những rừng hiện nay đang mọc ở miền Nam châu Âu.

VII

CÁC SẢN PHẨM CỦA LÒNG TRÁI ĐẤT

Nhiệt của vỏ Trái đất. Các đá hỏa thành. Magma là gì? Các núi lửa. Quá trình phun xuất của núi lửa và các sản phẩm của nó. Các kiểu phun xuất núi lửa. Sự phân bố các núi lửa trên Trái đất. Những miền có núi lửa cổ. Khí phun và suối nóng phun. Sự phun trào ở bên trong. Các loại đá hỏa thành. Tác hại và lợi ích của núi lửa.

Người nguyên thủy đã biết rằng ở nhiều chỗ lửa có thể thoát ra từ nhiều lỗ hở trong đất hoặc trên các núi và cho rằng hiện tượng đó là do những đấng thần linh hay những ma quý sống ở dưới đất gây ra. Những dân tộc văn minh cổ thì tin rằng lòng Trái đất là nơi ở của linh hồn các người chết. Họ cho rằng đây là một vương quốc ngấm, những người Do thái và theo đạo Thiên chúa gọi đó là địa ngục, là nơi hành phạt của những người tội lỗi. Người La-mã gọi thần cai trị địa ngục là Plutôn, còn người Hy-lạp thì gọi là Hadêx, mà lúc đầu người ta coi như là một kẻ thù của bất cứ vật gì sống. Những người La-mã đã biết về những đợt phun xuất của núi lửa trên quần đảo Lipari, trên núi Etna ở đảo Xixilia, v.v... và cho rằng những núi lửa đó là ông khói lò rèn ngấm của thần lửa Vuncanh, thần thợ rèn, thần thợ đúc và thần các vụ cháy, và vì thế nên họ xây dựng đền thờ vị thần này ở ngoài phạm vi thành phố. Các núi nhả lửa, khói, những mảnh vụn đá và dung nham nóng chảy — tức là đá nóng chảy — vì vậy nên ở nhiều nước, núi lửa mang tên là «vuncanh».

Nhiệt của vỏ Trái đất. Các núi này chứng tỏ rằng ở bên trong vỏ Trái đất nhiệt độ nóng đến nỗi đá phải chảy.

Những quan sát trong mỏ và trong các giếng khoan cũng cho ta thấy càng xuống sâu vào trong vỏ Trái đất nhiệt độ càng tăng cao. Ở một số nơi nhiệt độ tăng nhanh hơn ở nơi khác, người ta đã nhận thấy rằng trung bình cứ xuống sâu 33 mét nhiệt độ tăng lên một độ bách phân.

Số mét cần phải xuống sâu trong vỏ Trái đất để cho nhiệt độ tăng lên 1 độ thì gọi là cấp địa nhiệt.

Căn cứ theo con số 33 mét coi là trị số trung bình, chúng ta có thể tính ra được rằng: ở độ sâu 10 km, nhiệt độ phải tới 300°C cao hơn ngoài mặt, và ở chỗ sâu 40 km nó phải lên đến 1200°C, nghĩa là phần lớn các đá đều bị chảy. Nhưng người ta nghĩ rằng càng tiến sâu hơn vào bên trong thì trị số của cấp địa nhiệt phải tăng thêm,

nghĩa là nhiệt độ nóng chảy của các đá chỉ đạt được ở chỗ sâu hơn nữa. Thêm vào đó, áp suất càng tăng cao cũng làm tăng điểm nóng chảy của đá. Do đó, rất có thể là đá không nóng chảy ngay ở những độ sâu lớn, dù rằng ở đó nhiệt độ của chúng đã vượt cao hơn độ nóng chảy. Tuy nhiên, nếu áp suất giảm đi đột ngột thì tức khắc những đá đó có thể chảy ngay. Do có những lỗ hờ nối liền bên trong Trái đất với mặt ngoài, các núi lửa có thể làm yếu áp suất đó ở bên trong đến nỗi khiến cho đá phải chảy.

Đá hỏa thành. Macma. Nghiên cứu các đá trước đây nằm sâu bên trong Trái đất nhưng nay lộ ra ngoài mặt, cho thấy rằng một số rõ ràng đã chảy trước khi đông cứng. Tất cả những đá như vậy đều được mô tả dưới tên chung là đá hỏa thành vì một lúc nào đó chúng đã bị phun ra; chúng còn gọi là đá hình khối vì chúng không phân lớp như các đá trầm tích; và là đá macma, vì chúng có nguồn gốc từ macma. Chữ Hy-lạp «macma» có nghĩa là «bọt nhào» và được dùng để chỉ đá nóng chảy ở bên trong Trái đất.

Macma không phải chỉ chứa những khoáng chất mà còn chứa cả nước dưới dạng hơi và nhiều khí khác. Điều này rất rõ khi quan sát trực tiếp các núi lửa hoạt động và phân tích các khí bốc lên, cũng như khi nghiên cứu các đá hỏa thành có tuổi khác nhau, trong đó các sự phân tích cũng cho thấy sự có mặt của nước vì nhiều



H. 148 Núi lửa Clusepcaya. Camsatca

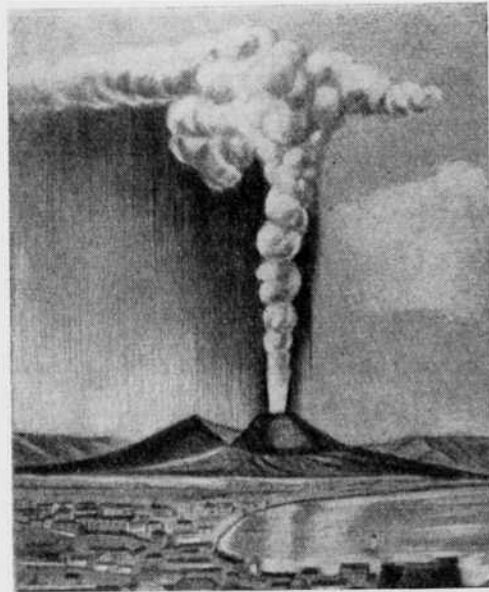
khí khác nhau, trong khi kính hiển vi thì cho thấy những bọt nhỏ li ti chứa nước và khí ở bên trong các hạt khoáng vật.

Núi lửa. Sự phun của núi lửa là một trong những hiện tượng tự nhiên kinh khủng nhất và hùng vĩ nhất mà người ta cho đến nay vẫn không thể phòng ngừa, điều chỉnh hay làm giảm bớt tác hại. Không phải tất cả các núi lửa đều phun giống nhau và các cuộc quan sát đã cho thấy có nhiều kiểu phun xuất chính khác nhau. Trước hết, chúng ta hãy xét đến kiểu phun phổ biến nhất.

Người ta phân biệt các loại núi lửa hoạt động, tắt và cổ. Những núi lửa hoạt động là những loại vẫn còn có dịp phun trong thời sắp đến hoặc đã phun trong thời gian qua, trong khi đó những loại mà không có tài liệu nào cho ta biết rõ về hoạt động của chúng thì gọi là núi lửa tắt. Tốt hơn là nên gọi chúng là núi lửa ngủ hoặc tắt tạm thời, vì chúng ta biết có nhiều trường hợp có những núi lửa tưởng là đã tắt, đột nhiên lại sống lại như núi Vêzuviut vào năm 79 công nguyên này và núi Pêlê trên đảo Mactinic vào năm 1902. Chỉ có những núi lửa đã bị phá hủy mạnh hay bị xói mòn và không hoạt động từ nhiều nghìn năm mới có thể coi là hoàn toàn tắt. Người ta cũng còn gọi những loại như vậy là núi lửa cổ.

Hình dạng núi lửa. Phần lớn núi lửa là những núi cá biệt với đỉnh cụt hay hình nón (h. 148 và 149). Trên đỉnh nón có một hồ trung sâu nhiều hay ít gọi là miệng núi lửa; miệng có thể có hình bầu dục hay tròn và có đường kính từ vài chục mét cho đến hai, ba kilômet hay hơn nữa (h. 150). Vách miệng núi lửa hay dốc hoặc dựng thẳng đứng vào bên trong núi lửa. Có thể thấy một hay nhiều lỗ hở ở đáy miệng; đó là những lỗ thoát của những ống khói làm cho miệng núi lửa ăn thông với bên trong (h. 151), và trong thời gian núi lửa không hoạt động hay hoạt động yếu thì những lỗ đó thường bị nút kín bởi dung nham đông cứng. Thường thường miệng núi lửa biến thành hồ. Một ngọn núi lửa thường hoàn toàn thành tạo bằng vật liệu phun từ bên trong ra. Thường hay nom thấy ở trên sườn có những dòng dung nham đông cứng có tuổi khác nhau và thỉnh thoảng có những miệng phụ nhỏ hơn cũng phun và được gọi là miệng ký sinh. Một số núi lửa nhô lên độc lập và cách xa nhau, trong khi đó thì có những núi lửa khác lại tạo thành những dãy hay nhóm trên cùng một diện tích, những núi lửa cá biệt trong dãy hay nhóm có thể hoạt động vào những thời gian khác nhau với sức mạnh khác nhau, trong khi đó thì những cái khác đã ngừng hoạt động từ lâu (h. 152).

Quá trình phun xuất của núi lửa. Các núi lửa hoạt động không phải bao giờ cũng phun với sức mạnh giống nhau. Mỗi núi lửa lại có những đặc tính riêng, nhưng hoạt động nói chung của nó khi giảm, khi tăng, cho nên có thể nói đến đợt tốt điểm của nó, nghĩa là những giai đoạn tăng cường hoạt động có thể có tính chất khác nhau, và thời gian kéo dài cũng thay đổi ngay cùng với một núi lửa. Vào quãng thời gian xen giữa những đợt tốt điểm có thể kéo dài từ vài ngày đến vài thế kỷ, một số núi lửa trở lại hầu như hoàn toàn yên tĩnh và dường như tắt, một số khác chỉ phun khí,



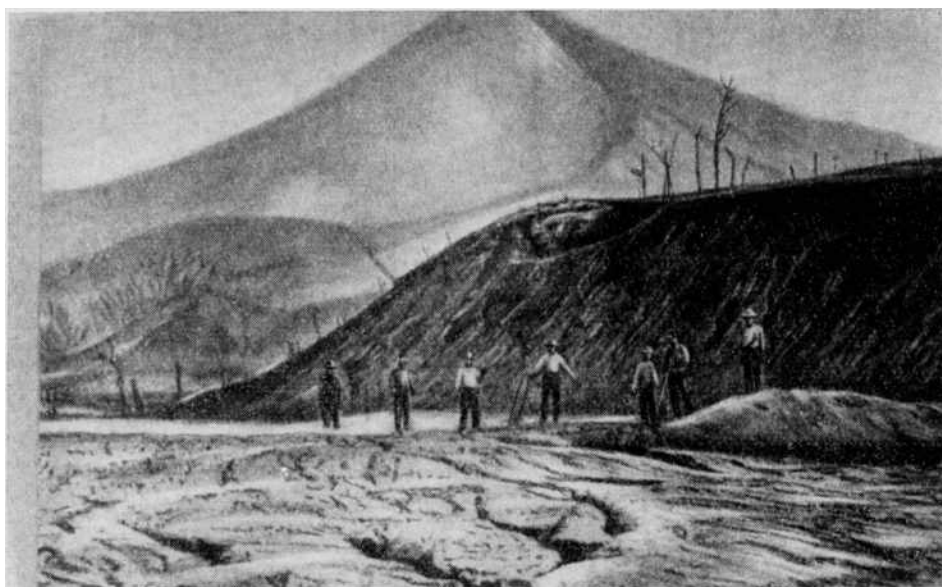
H. 153 Phún xuất của núi Vêzuviut với đám khói hình cây thông (năm 1822)

một số khác nữa lại phun đều đều những đám khói và thỉnh thoảng lại nhả ra những đá và tro mà ta phải coi đó là những đợt tốt điểm nhỏ, trong khi đó, một số khác nữa để trào dung nham một cách lặng lẽ.

Một kỳ phun mạnh đến tốt điểm bắt đầu bằng sự xuất hiện khói ở những núi lửa đương hoàn toàn tĩnh, hoặc bằng một đợt phun những khối khói lớn ở những núi khác. Trước đó hay kèm theo sau, thường có động đất nhận thấy rõ hoặc không rõ, tức là những rung động trong lòng đất ở vùng gần núi lửa nhất, có hiện tượng các nguồn nước biên mất hay giảm lưu lượng ở vùng chung quanh hoặc thay đổi thành phần của chúng. Những động đất đó chỉ rõ là các lớp của vỏ Trái đất đang bị dịch chuyển ở sâu dưới núi lửa và có những khe nứt mới được hình thành hoặc những khe nứt cũ lại mở ra dưới sức ép của các khí và hơi đương tìm lối thoát ra ngoài mặt đất. Khói bốc ra khỏi miệng núi lửa thành một cột dày hoặc nhiều hoặc ít và tùy theo khí trời hoặc nó bị gió lồi cuốn đi ngay và biến thành mây, hoặc bốc được lên độ cao hàng vài kilômét rồi mới tản ra mọi phía, hình dạng các cột khói đó nom tựa một cây thông bên Ý và do đó được gọi là mây dạng thông (h. 153). Nó gồm có khói đen và hơi trắng với hoặc khói hoặc hơi là chủ yếu (h. 154). Khói gồm có những hạt nhỏ li ti của đá bị sức ép của các hơi và khí làm vỡ vụn từ dung nham, ngay khi còn ở bên trong núi lửa và bị nguội rất nhanh. Chính những hạt bụi đó đã tạo thành thứ tro rơi đang ở sườn núi lửa hay ở vùng chung quanh từ những đám khói đó và tùy theo hướng gió thổi (h. 155). Thứ tro đó biểu hiện dưới dạng



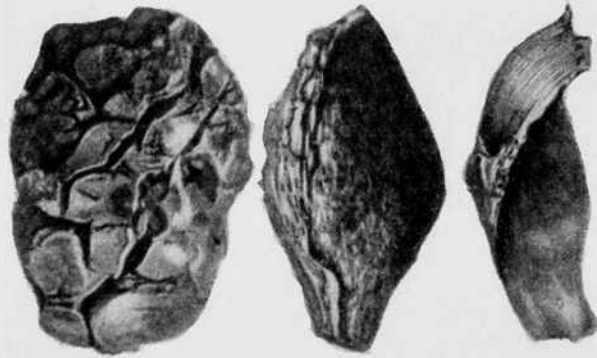
H. 154 Phún xuất của núi lửa Avasincaya vào ngày 25 tháng 2 năm 1954. Trông rõ những đám hơi nước dày đặc do tuyết tan vì bị dung nham rơi xuống sườn núi



H. 155 Núi lửa Xanta-Maria với lớp tro phun ra trong đợt phún xuất năm 1902, Guatêmala, Trung Mỹ

cát mịn đen, xám hay trắng, thỉnh thoảng rơi thành lớp dày đến nỗi không những nó làm gãy cành, lá cây, mà còn đục thủng mái nhà và phá hoại vườn cây và vườn rau.

Hơi nước tụ tập thành mây ở trên núi lửa, cuối cùng đổ xuống thành những trận mưa dông to (vì trong khi chuyển động các hạt tro trong không khí mang điện dương, những giọt nước mang điện âm). Mưa làm cho không khí sạch hết bụi tro và sau đó nó chảy theo sườn núi lửa nên cũng trộn lẫn với tro đã rơi lúc trước; sau đó, nó tiếp tục chảy thành dòng nước bản hoặc thành dòng bùn, nói đúng hơn thì nó chứa đầy cuội và đá bị cuốn đi từ sườn núi lửa xuống. Các dòng nước đó cũng gây tác hại trên dọc đường chảy. Tốc độ chảy xiết khiến cho nó còn nguy hiểm hơn cả các dòng nham.



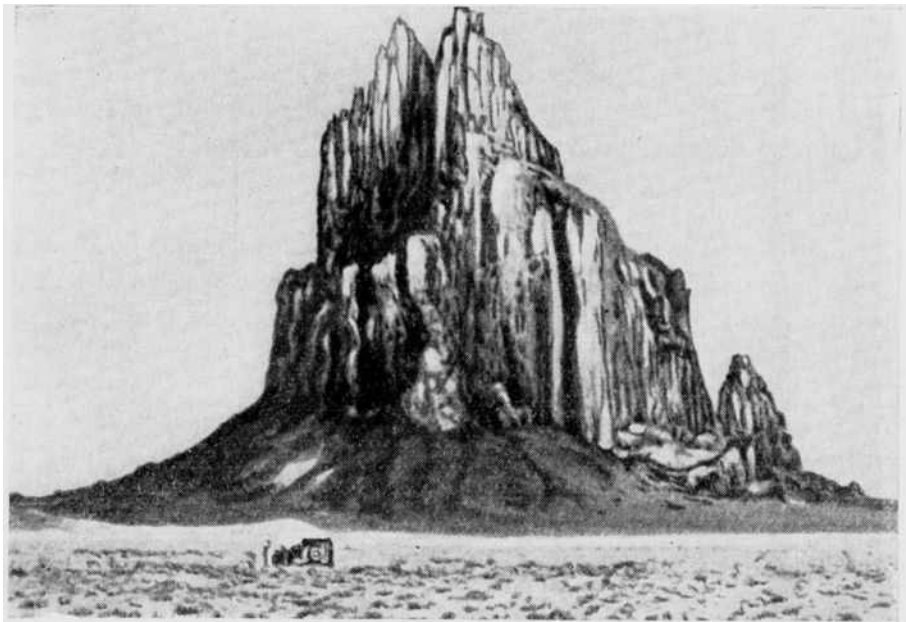
H. 156 Bom — dạng củi bánh mì, dạng quả lê và dạng xoắn. Quả bên trái lấy từ núi Pêlê

Những vật liệu thô hơn — tức là cát, cuội và bom núi lửa — được tung ra cùng với tro, đặc biệt khi có các đám khói rất lớn phun ra. Cuội núi lửa là những mảnh nhỏ của dung nham có kích thước bằng hạt dẻ, bị đông cứng ngay trong không khí; những mảnh dung nham lớn hơn mang tên là bom. Các bom núi lửa tách ra từ dung nham trong khi còn nóng, nên trong khi bay trên không khí có hình xoắn, có khi nom giống những mẫu dây thừng lớn (h. 156 và 157). Cát, cuội, bom và những mảnh vụn của những đá cũ lấy ở vách những ống khói ra, đều rơi trên sườn núi lửa với khối lượng nhiều hay ít, chúng là mối nguy hiểm lớn đối với những người muốn trèo lên sườn núi lửa vào lúc nó đang phun.

Những đợt phun từ miệng núi lửa càng ngày càng tăng thêm và cuối cùng — đôi khi kèm theo một tiếng nổ lớn — dung nham trào lên miệng núi lửa, lấp đầy



H. 157 Bom không lỗ kiểu «cùi bánh mì» ở sườn núi Ebêcô, đảo Paramusia, các đảo Curin



H. 158 Khối Xeprôc — di tích của lỗ thoát núi lửa cổ do dung nham và tuf rậm kết sinh ra. Miền Navahô, bang Arizôna, Mỹ

miệng rồi trào qua ở chỗ thấp nhất và tạo thành một dòng chảy chậm theo sườn núi xuống đến chân hoặc có khi ngừng ngay trên sườn tùy theo khối lượng và thành phần của dung nham.

Sự trào lên của dung nham thường dẫn tới giai đoạn kết thúc của đợt tốt điem. Sự phun khói và khí giảm đi nhanh hoặc dần dần, và núi lửa lại trở về trạng thái khi trước, nghĩa là hoặc toàn bộ trở lại yên tĩnh hoặc tiếp tục phun khí.

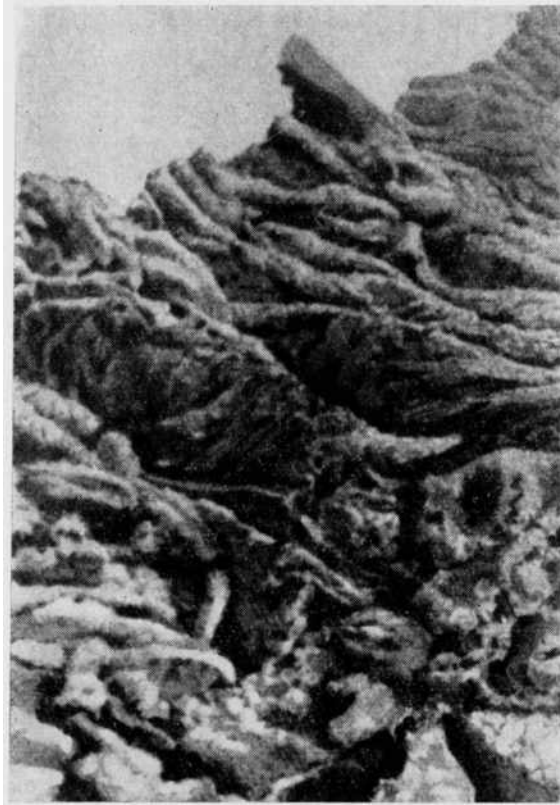
Những sản phẩm của phun xuất thể hiện dưới dạng khí, lỏng hay đặc. Cộng với hơi nước là một thành phần lớn của các khí do núi lửa nhả ra, các cuộc phân tích cho thấy những khí đó gồm có hydro, clo, lưu huỳnh, nitơ, ôxy và cacbon. Cacbon có mặt dưới dạng khí cacbonic, ôxyt cacbon và metan; những khí khác hiện ra dưới dạng nguyên tố hay dưới dạng hợp chất axit clohydric, sunfua hydro, axit sunfuric, axit sunfuro, amoniac, clorua amon và cacbonat amon. Hơi nước và các khí được nhả ra không chỉ từ miệng núi lửa, mà cả từ các sườn và từ dung nham mới trào ra, dưới dạng gọi là k h í p h u n hay fumarôn, thoát ra với tiếng rít và tiếng động, từ những khe nứt và lỗ hờ, và để bốc lên mùi ngạt thở của clo, lưu huỳnh và amoniac.

Khí phun cũng thoát ra trong miệng và trên sườn núi lửa vào những khoảng cách giữa hai đợt phun xuất và chỉ thoát ra trong một thời gian ngắn từ những dòng dung nham trước khi chúng bị nguội cứng.

Tro, cát, cuội và bom là những sản phẩm đặc của phun xuất, chúng gồm hoặc nhiều khoáng vật khác nhau có trong thành phần của dung nham (tro và cát) và biểu thị kết quả của sự phân tán dung nham dưới áp suất của các khí và hơi, hoặc gồm những mảnh lớn hay nhỏ của dung nham bị vỡ vụn dưới áp suất và đông cứng trong khi bay trên không (cuội và bom). Thành phần của những vật liệu đặc đó cũng giống như thành phần của dung nham trong đợt phun xuất. Một phần vật liệu đặc có thể gồm những mảnh đá tạo nên vách của ống khói dẫn đến miệng núi lửa và bị các khí và hơi bốc ra khỏi vách.

Dung nham thoát ra từ bên trong núi lửa là một thể lỏng, nhưng nó không phải là một sản phẩm nhất thiết phải có ở tất cả mọi đợt phun xuất, và có khi chỉ có những vật liệu đặc và khí bị phun ra thôi (h. 158). Dung nham có thể quánh hơn, nghĩa là chứa nhiều ôxyt silic, hay lỏng hơn nghĩa là chứa ít ôxyt silic. Vì tính quánh của nó nên loại thứ nhất dịch chuyển chậm hơn và tạo thành những dòng ngắn và dày hơn ở trên sườn. Trong khi còn đang di chuyển, các dòng đó bị đông cứng ở ngoài mặt, nên lớp vỏ bị vỡ thành nhiều khối có kích thước khác nhau. Thứ dung nham này gọi là d u n g n h a m d a n g k h ô i. Dung nham chứa ít ôxyt silic thì lỏng hơn, chảy nhanh hơn và đông cứng thành những làn sóng nằm đè lên nhau. Người ta gọi loại này là d u n g n h a m d a n g s ó n g (h. 159 và 160).

Cần chú ý rằng trong những đợt phun khác nhau, cùng một núi lửa có thể phun ra dung nham có thành phần khác nhau, nghĩa là hoặc dung nham dạng khối hoặc



H. 159 Dung nham dạng sóng.
Camsatca

dung nham dạng sóng. Tuy vậy, cũng không phải thường hay xảy ra như thế. Một số núi lửa không bao giờ thay đổi thành phần dung nham.

Tro và cát do núi lửa để trầm đọng trên sườn và ở vùng lân cận, lúc đầu tạo thành một khối bờ vụn, sau trở thành chặt sít và biến thành đá cứng mang tên là t u f núi lửa. Nếu tro rơi vào hồ hay biển, các hạt nhỏ của nó trộn lẫn với những hạt cát, sét và bùn vôi cùng bị đưa xuống đáy và tạo thành t u f i t, nghĩa là một thứ đá có thành phần hỗn hợp giữa tro núi lửa và trầm tích.

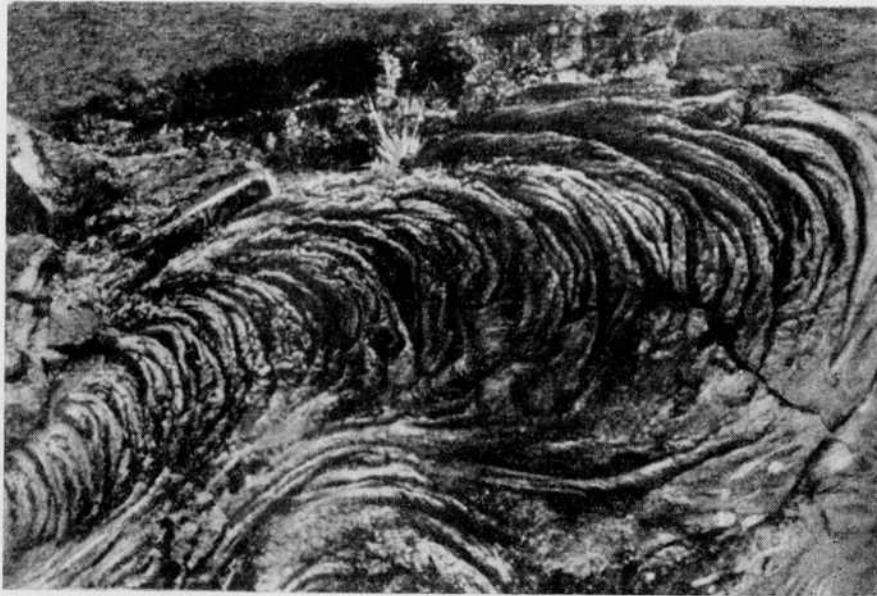
Tuf hình thành trên sườn núi lửa hay ở vùng gần đây nhất, thường có chứa thêm cuội và bom núi lửa; nếu có nhiều những tổ phần thô đó, thì tuf chuyển thành r ă m k ê t núi lửa.

Các kiểu phun xuất. Chúng ta đã nói rằng không phải tất cả các núi lửa đều phun xuất giống nhau. Các cuộc quan sát ở các nước khác nhau đã cho phép phân biệt được những kiểu phun xuất như sau:

1. Kiểu H a o a i . Kiểu này đặc trưng bởi sự không có những đợt phun khí và hơi lớn, do đó không có tro, cuội và bom. Dung nham rất mỏng, trào lên khá liên tục và êm gần như không có những tiếng nổ. Kiểu phun này đặc trưng cho những núi lửa trên quần đảo Haoai ở Thái-bình-dương, đặc biệt là núi Kilauea. Núi này có miệng dẹt và lớn tạo thành một cái hồ chứa dung nham lỏng để thoát ra những lượng nhỏ hơi và khí tạo thành những vòi dung nham. Dung nham dạng sóng.

2. Kiểu X t r ô m b ô l i . Núi lửa thuộc kiểu này cũng phun dung nham mỏng, nhưng nó dễ thoát nhiều khí, gây ra những trận nổ mạnh tung lên những quả bom, nhưng không có tro. Các quả bom bị vặn xoắn hoặc có hình quả lê. Dung nham của kiểu này có dạng sóng. Núi Xtrômbôli ở Địa-trung-hải tiêu biểu cho kiểu này, vì thế nên người ta lấy tên nó để đặt tên chung cho kiểu phun xuất.

3. Kiểu V u n c a n ô . Dung nham quánh hơn và do đó thường làm tắc lối thông và sinh ra những đợt nổ khí và hơi, tung lên một lượng lớn tro, cuội và bom. Vì dung nham quánh nên các quả bom không bị vặn xoắn mà dưới dạng «vỏ bánh mì», nghĩa là thành những khối có vẻ ngoài khía rạn giống như củi bánh. Các dòng dung nham không có nhiều và không lan tràn rộng. Dung nham dạng khối. Kiểu



H. 160 Mặt ngoài của một lớp dung nham dạng sóng của núi lửa Tônbasc. Camsatca



H. 161 Khe nứt Aengia, trên Bàng-đảo

phun này đặc trưng cho các núi lửa Vuncanô ở Địa-trung-hải và một phần cho núi Vêzuviut ở Ý.

4. K i ề u P ê l ê . Dung nham rất quánh và cản trở lòi thoát của khí và hơi; các loại này tập trung lực lượng, rồi gây ra những đợt nổ dữ dội và thoát ra dưới dạng một đám mây khổng lồ gồm có: khí nóng đỏ bị ép mạnh, hơi, tro, cuội và những khối lăn xuống theo sườn núi lửa với tốc độ kinh khủng, làm hủy diệt tất cả các vật sống trên đường đi của chúng. Đám mây cũng lớn lên theo chiều cao thành một thứ cột uốn sóng khổng lồ, gọi là m ã y n ó n g đ ỏ . Dưới áp suất của các khí, dung nham tuy đã đông cứng nhưng còn nóng đỏ, cho nên nó thoát ra khỏi miệng như một cái nút và tạo thành một cái ghim. Về sau, ghim đó chóng bị vỡ thành nhiều mảnh và rơi vào trong miệng núi lửa. Kiểu này lần đầu tiên được quan sát trong đợt phun của núi Pêlê trên đảo Mactinic; chỉ trong vài phút mà đám mây nóng đỏ đó đã tàn phá sạch thành phố Xanh-Piê và giết chết 26.000 người sống trong thành phố đó. Nhưng về sau, người ta đã quan sát được hiện tượng này cả trong những lần phun xuất của một vài núi lửa khác.

5. K i ề u B ă n đ a i x a n . Dung nham rất quánh cản trở lòi thoát của khí và hơi, nên cuối cùng với áp suất lớn chúng làm nổ tung cả núi lửa và tung lên những khối dung nham cũ đã đông cứng từ lâu. Dung nham mới không tiến lên trên mặt. Người ta quan sát kiểu này lần đầu tiên trong đợt phun của núi Bãndaixan ở

Nhật, đã làm cho một phần lớn núi lửa bị phá hủy. Trận phun kinh khủng của núi lửa Cracatao gần đảo Java vào năm 1883, đã làm cho nửa phần của núi đổ nhào xuống biển, có lẽ cũng thuộc kiểu này.

Một núi lửa không phải bao giờ cũng phun theo cùng một kiểu; chỉ có những kiểu cực đoan như kiểu Haoai và Bãndaixan là hình như có tính chất không đổi đối với một số núi lửa, trong khi đó những trận phun thuộc ba kiểu giữa đều có thể xảy ra ở cùng một núi lửa. Thí dụ, núi Vêzuvit trong đợt phun lần cuối cùng, lúc đầu theo kiểu Xtrômbôli, sau chuyển sang kiểu Vuncanô, và thậm chí tung ra một đám mây nóng đỏ thuộc kiểu Pêlê. Chắc là sự phún xuất của núi Vêzuvit vào năm 79 công nguyên này đã tàn phá hai thành phố Pômpei và Hecculanum cũng thuộc kiểu Pêlê. Sự thay đổi kiểu phun hình như do sự biến đổi về thành phần dung nham gây ra, vì theo thời gian dung nham ở cùng một núi lửa thường hay biến đổi thành phần như vậy.

Những núi lửa hoạt động trên bán đảo Camsatca và trên quần đảo Curin, tức là những núi lửa duy nhất của Liên-xô, theo như chúng ta nhận định, thì đều thuộc các kiểu Xtrômbôli và Vuncanô.

Tất cả những kiểu phún xuất núi lửa đó đều đặc trưng cho những núi lửa có ống khói để cho khí và macma tiến lên trên mặt, nghĩa là đến một trung tâm nhất định. Vì thế nên người ta gọi chúng là những núi lửa trung tâm, để phân biệt với những phún xuất theo khe nứt trong đó khí và dung nham trào lên theo những khe nứt kéo khá và dài rất sâu trong vỏ Trái đất. Những sự phun trào theo khe nứt như vậy được gặp ở Băng-đảo trong những khe nứt Laki, Aengia và những khe nứt khác, dài 30 đến 40 kilômet, để trào ra những lượng rất lớn dung nham lan tràn trên các vùng bao quanh (h. 161).

Cùng với những phún xuất khe nứt, cũng có thể nói một vài lời về những lớp phủ dung nham. Dung nham thoát ra từ miệng núi lửa ít khi mỏng và đủ tính hoạt động để có thể tiến tới vùng bằng phẳng ở dưới chân núi lửa là nơi mà nó có thể lan tràn ra khắp phía. Dung nham chảy theo sườn núi và tạo thành một dòng ngày càng đông cứng đôi khi dài vài kilômet, ít khi dài hơn 10 — 15 kilômet, nhưng chỉ rộng vài chục mét và ít khi dày hơn 20 mét. Trên một mặt sườn thoải hơn, dòng dung nham có thể rộng đến 1 kilômet hay hơn. Trên một bề mặt nằm ngang, dung nham mỏng lan tràn khắp các phía và tạo thành một thứ lớp phủ có thể chiếm một diện tích rất rộng, và có thể trở thành rất dày như trường hợp của một số vùng núi lửa cổ mà ở đó dung nham chủ yếu trào ra theo khe nứt.

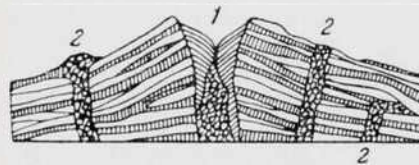
Tổng lượng những vật liệu phun ra biến thiên rất nhiều ngay cả đối với cùng một núi lửa tùy theo những thời gian hoạt động khác nhau của nó. Người ta đã tính được rằng khối lượng lớn nhất được sinh ra bởi những núi lửa ít khi phun, trong khi đó thì những núi lửa hay hoạt động lại đưa ra ít vật liệu. Để bạn đọc có một khái niệm về vấn đề này, xin dẫn ra những số liệu sau đây:

Khối lượng các vật liệu phun xuất (tính theo km³)

Núi lửa	Năm	Lượng dung nham
Khe nứt Laki ở Băng-đảo	1783	12,5
Núi Etna ở Xixilia	1669	0,98
Núi Etna ở Xixilia	1879	0,57
Núi Mônga-Loa ở quần đảo Haoai . . .	1880	0,45
Núi Mônga-Loa ở quần đảo Haoai . . .	1907	0,15
Lượng vật liệu vụn		
Núi Tambora trên đảo Xumbava . . .	1915	30
Núi Xanta-Maria ở Guatêmalá	1902	hơn 4
Khe nứt Laki ở Băng-đảo	1783	2 đến 3

Người ta nhận định chung rằng: từ năm 1500 tất cả các núi lửa trên Trái đất đã phun ra gần 300 km³ vật liệu vụn và chỉ chừng 50 km³ dung nham.

Các dòng dung nham thường phân bố không đồng đều trên các sườn núi lửa và phụ thuộc vào tình trạng của vách miệng, và vị trí của vành miệng thấp nhất, theo đó dung nham trào ra, có thể tồn tại nhiều năm và dung nham cứ theo đó mà trào ra ở cùng một chỗ trên sườn núi. Một trận nổ lớn làm tung các vật liệu vụn có thể bỗng nhiên tạo thành một chỗ trống mới và dung nham sẽ trào ra theo một phía



H. 162 Lát cắt của một nón núi lửa gồm có những lớp tuf và những dòng dung nham bị xuyên qua bởi những ống khói của miệng chính (1) và miệng ký sinh (2)

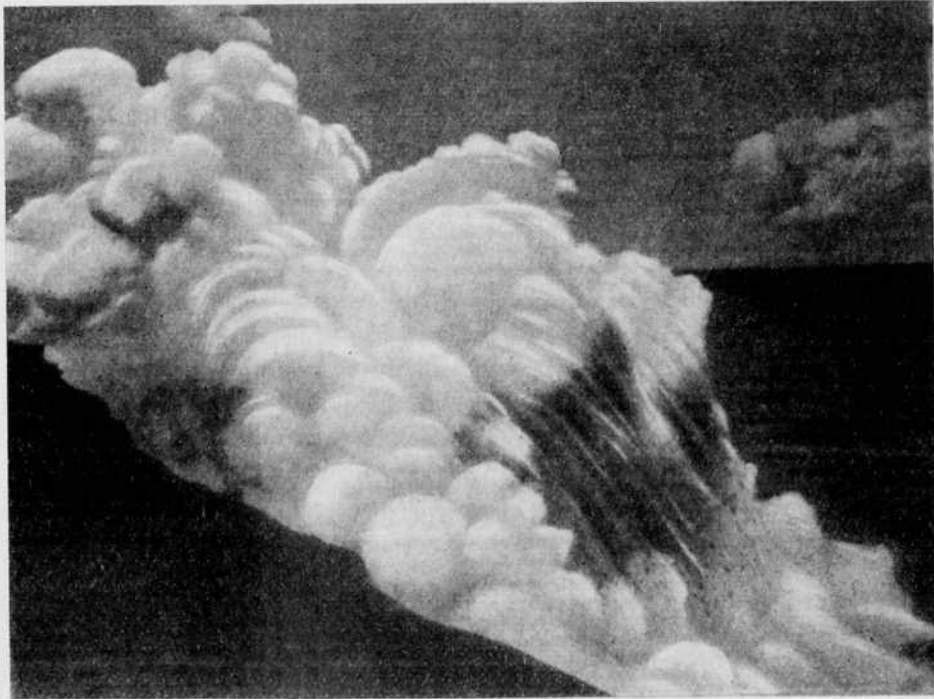
khác. Ngoài ra, dung nham cũng thường hay phun ra từ một miệng ký sinh ở trên sườn hơn là từ miệng chính. Trong trường hợp này dòng dung nham có thể tiến tới những chỗ có dân cư, đồng ruộng ở chân núi lửa. Nếu dòng dung nham xuất phát từ miệng chính thì ít khi tiến tới được những nơi đó vì bị đông cứng trong khi hãy còn ở trên sườn. Thí dụ, trong đợt núi Etna phun vào năm 1928, dung nham từ một miệng ký sinh trên sườn đông chảy qua một đường xe lửa ở chân núi và tràn vào các phố xá, nhà cửa và vườn cây của hai làng.

Thàn hình của nón núi lửa phụ thuộc vào những vật liệu phun ra. (Các núi lửa kiểu Haoai chỉ trào ra dung nham nên được tạo thành bởi những dòng dung nham xếp thành tầng và có tuổi khác nhau. Tuy vậy, đa số núi lửa được thành tạo bởi những lớp dung nham xen kẽ với những lớp tuf và rậm kết do các đá vụn vỡ sinh ra (h. 162). Các núi lửa này chỉ tung ra vật liệu vụn tạo nón của chúng bằng tuf và rậm kết.

(Các núi lửa được phân bố trên mặt Trái đất, không đồng đều và có những diện tích rộng lớn, ngay cả những lục địa, hoàn toàn không có núi lửa hoạt động. Không

có núi lửa ở châu Úc; ở châu Á chúng tập trung ở bán đảo Camsatca, còn ngoài ra không thấy có ở chỗ nào khác trừ có nhóm ở Đông-Bắc Trung-quốc; núi lửa duy nhất ở châu Âu chỉ có ở Ý; châu Phi có khá nhiều; đa số núi lửa thấy ở châu Mỹ, ở các đảo trong Thái-bình-dương và ở Ấn-độ-dương, một phần của Đại-tây-dương và ở Địa-trung-hải. Mặt khác, nếu chúng ta chú ý đến những núi lửa hiện nay đã tắt và những miền có hoạt động núi lửa cổ hơn, thì sẽ thấy rằng sự phân bố núi lửa trên Trái đất không phải không đồng đều vì thực ra chúng ta tìm thấy rất ít diện tích hoàn toàn không có núi lửa cổ.

Đa số những núi lửa hoạt động đều ở Thái-bình-dương; chúng nằm dọc bờ biển châu Mỹ, đi qua Alaxca, qua quần đảo Aleutiän đến Camsatca và từ đó, đi dọc theo quần đảo Curin đến Nhật-bản, chúng tàn mát trên các đảo thuộc quần đảo Xônđơ, rồi lại thấy ở đảo Tân-tây-lan, và ở lục địa phương Nam tức là châu Nam-cực. Một số đảo, thí dụ như quần đảo Haoai và Samôa, đều có núi lửa hoạt động. Thái-bình-dương được bao quanh bằng một vành đai lửa; nếu chúng ta cộng thêm



H. 163 Dòng dung nham chảy xuống biển. Núi lửa Matavanu trên đảo Xavai, Thái-bình-dương

những núi lửa lân cận thuộc quần đảo Xônđơ ở Ấn-độ-dương; thì con số các núi lửa hoạt động ở vòng đai lửa này lên quá 400 (h. 163).

Đại-tây-dương với các biển Caraip và Địa-trung-hải có thể coi như chiếm địa vị thứ nhì. Ở đây các núi lửa phân tán thành từng nhóm hay cá biệt chứ không nối tiếp thành chuỗi như ở vòng đai lửa Thái-bình-dương. Người ta gặp được chúng ở Băng-đảo, trên quần đảo Azo, Canari, Mũi Xanh, Antin Nhỏ trong biển Caraip, ở Xixilia, trên quần đảo Lipari, ở Ý và trên quần đảo Hy-lạp ở Địa-trung-hải. Trong khu vực này có vài chục núi lửa hoạt động.

Châu Phi chiếm hàng thứ ba với một núi lửa cô lập ở bờ biển phía Tây và một số núi lửa ở bên trong lục địa dọc theo chuỗi hổ rộng lớn.

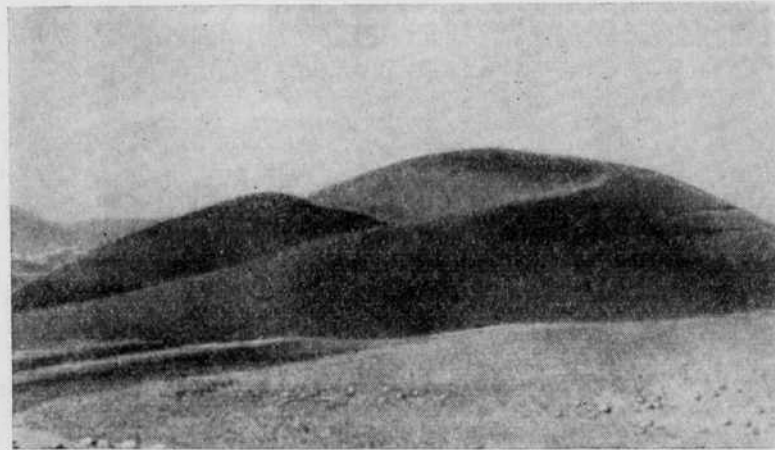
Theo những tính toán cuối cùng, trong số 486 núi lửa hoạt động từ năm 1500, có 403 cái nằm ở nửa Thái-bình-dương của Trái đất và 83 cái nằm ở nửa Đại-tây-dương và Ấn-độ-dương. Nếu kể cả những đợt phun của núi lửa cổ mà người ta đã biết thì tổng số lên tới 522 ngọn.

Việc nghiên cứu cấu trúc của vỏ Trái đất đã cho phép các nhà khoa học suy ra rằng: núi lửa thường ở những miền có biên động mạnh nhất của các địa tầng tạo nên lớp vỏ. Những biên động biểu thị, như chúng ta sẽ thấy rõ ở chương sau, thứ nhất dưới dạng $n \rightarrow e \rightarrow p$ rất mạnh của các tầng và dẫn tới sự hình thành những $n \rightarrow p \rightarrow u \rightarrow o \rightarrow n$ tương tự như những nếp mà chúng ta nhìn thấy trên một cái khăn bàn, nếu ta vò lấy một đầu bằng tay, và thứ hai dưới dạng những đứt gãy của những tầng đó do những khe nứt hình thành khi các lớp bị căng quá mạnh. Các núi lửa hoạt động chủ yếu gặp thấy ở những nơi mà vỏ Trái đất mới bị uốn nếp rất mạnh, hoặc bị đứt gãy lớn. Thường cả hai loại biên động đó cùng xảy ra một lúc. Thí dụ, tác dụng uốn nếp trẻ trên các bờ biển Thái-bình-dương được kèm theo ở nhiều chỗ bởi những đứt gãy lớn, và ở vùng gần những dãy núi mới uốn nếp dọc theo bờ biển, chúng ta hay gặp những hồ sâu nhất của đại dương trong những vùng trũng hẹp giống như những hồ trũng. Núi lửa của Địa-trung-hải và biển Caraip cũng có vị trí ở những miền uốn nếp gần đây và có những đứt gãy kèm theo. Các núi lửa ở miền bên trong châu Phi sinh ra, dọc theo một dải đứt gãy trẻ tận cùng về phía Bắc Hồng-hải và hồ trũng của Biển Chết với thung lũng sông Jodđan. Các qui luật phân bố các núi lửa trong Đại-tây-dương kém rõ ràng hơn; những núi lửa đó được coi như là kết quả của sự giao nhau giữa những dải uốn nếp và những đứt gãy cổ hơn với những dải mới. Nguồn gốc các núi lửa trên quần đảo Haoai ở Thái-bình-dương cũng còn mơ hồ, vì chúng nằm cách quá xa những dải uốn nếp và đứt gãy ven bờ.

Các miền núi lửa cổ xác minh qui luật chung nói trên về sự phân bố tự nhiên của các núi lửa. Những miền đó có tuổi rất khác nhau. Một số miền có những núi lửa hoạt động mãi đến hồi đầu kỷ địa chất hiện đại và rất có thể được người nguyên thủy chứng kiến. Những núi lửa trẻ nhất trong nhóm cổ này còn giữ được hình



H. 164 Các lớp dung nham xen với các lớp tuf, Boczôm, Cócaxơ. Người đứng là V.A. Ôbrutsep

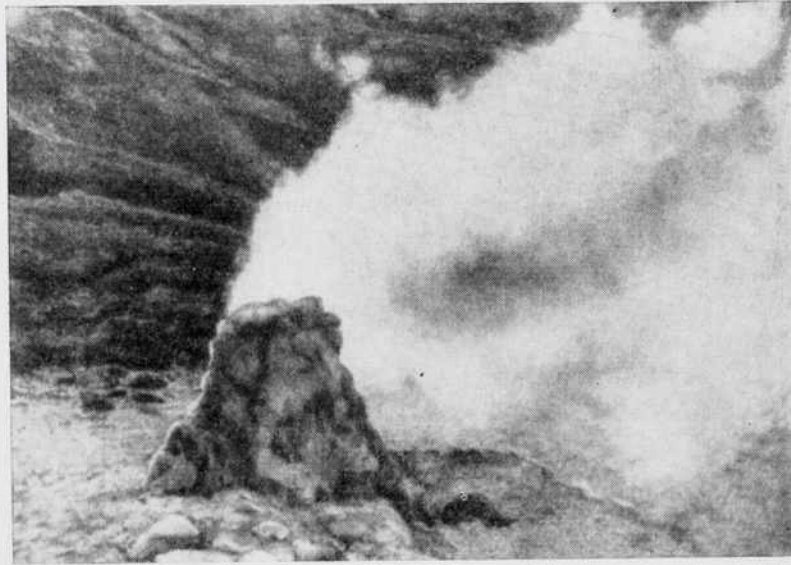


H. 165 Núi lửa kỷ Đệ tứ hạ trên cao nguyên Cuzun-Juc (miền cao xứ Acmeni) với nón thứ sinh trong miệng núi lửa

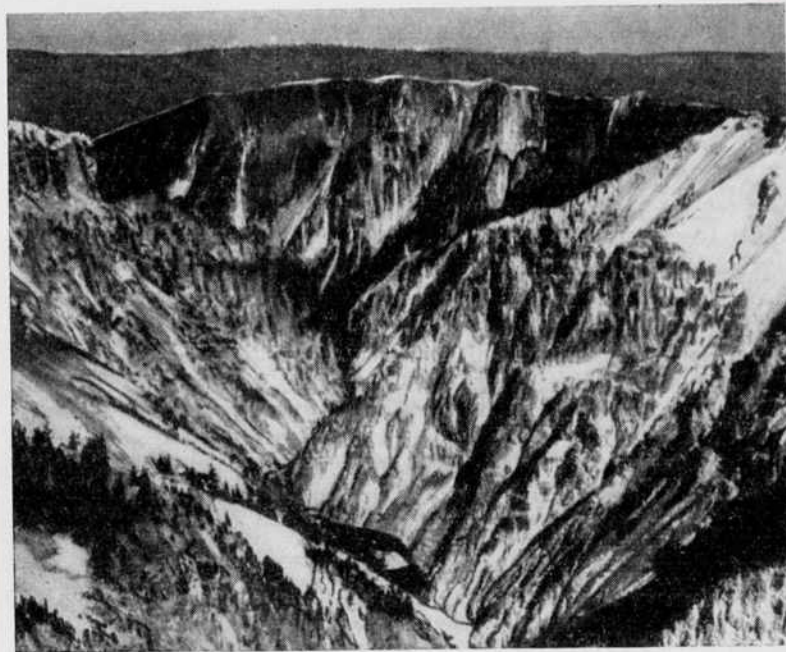
dạng đặc trưng là núi hình nón với miệng ở trên đỉnh thường chứa hồ, và những dòng dung nham phun từ miệng ra. Thí dụ, những ngọn cao nhất ở dãy Cócaxơ như các ngọn Caxơbec, Enbrut và một vài ngọn khác, hay ngọn Ararat ở Thổ-nhĩ-kỳ, Alagezơ, v.v... ở Ac-mê-ni, Đê-maven ở Iran, những núi lửa nhỏ như Lô-pátin, Mutkê-tôp và Ô-brutsep trên cao nguyên Vitim và những núi lửa Pê-rê-tôn-chin và Crô-pôt-kin ở Đông Xa-ian. Ô-vec-nơ ở Pháp, Montê Nuô-vô và đồng Pholê-grê ở Ý, Drachenfen trên sông Ranh và miệng núi lửa hình chảo Eifen ở Đức cũng đều thuộc loại trẻ nhất (trong đám núi lửa cổ). Chúng ta cũng tìm thấy chúng ở nước Cộng hòa Nhân dân Mông-cô (thí dụ, những núi lửa ở miền Đarigan và núi lửa Clê-men ở vùng đất cao Hangai), ở Nam Trung-quốc, Bắc Ấn-độ, Úc, Tiểu Á, v.v... Ở Đông-Bắc Trung-quốc trong nhóm núi lửa Uynk-hôn-đông-gi, còn có trận phun xuất ở vùng gần thị trấn Mecgen vào năm 1724 công nguyên này (theo tài liệu ghi chép của Trung-quốc).

Những vùng núi lửa cổ hơn nữa thấy phân bố không đồng đều ở khắp các lục địa, hình dạng của các núi lửa đều đã bị tổn hại nhiều bởi tác dụng phong hóa và xói mòn, và chỉ còn giữ được những di tích đồ nát của các núi lửa và những di tích các dòng và lớp dung nham (h. 164). Còn có những di tích cổ hơn trong đó chúng ta chỉ tìm thấy những phần bên trong của các núi lửa và những ống khói chất đầy macma. Người ta biết có những di tích đó ở dãy Uran, trong bồn Đôn-ét, ở Vô-ly-ni-a, ở vùng Pyatigoc thuộc miền Bắc Cócaxơ, ở dãy An-ơ và Cac-pat, ở dãy Băn-can, Tây-tạng, Antai, Xa-ian, ở vùng Ngoại Ba-ic-an, bán đảo Sucôt-ca, trên sông A-mua và dọc toàn bộ bờ biển từ thành phố Vladivôxtôc đến sông Anadra (h. 165). Một lớp dung nham khổng lồ thoát ra chủ yếu qua các khe nứt, nằm ở vùng trung tâm Xibê-ri giữa hai sông Yê-ni-xêi và Lê-na ở phần Bắc của bồn trũng Tungut; một diện tích rộng lớn ở phía Nam và Đông của lớp dung nham này bị phủ tuf do nhiều núi lửa và nhiều lỗ nổ phun ra. Cao nguyên Đê-căn ở Ấn-độ với những lớp dung nham cũng là một miền núi lửa cổ như thế. Các đảo ở Bắc-băng-dương như Xpít-bec-gen, Đât Fran-xơ-Iô-xi-fo và Grôn-len cũng có nhiều lớp dung nham cổ phủ lên các lớp đá trầm tích và phần nào xen kẽ với chúng.

Tất cả những diện tích có núi lửa cổ đó biểu thị rõ sự phụ thuộc vào các đới uốn nếp mạnh hay đứt gãy lớn của vỏ Trái đất. Những dải núi lửa hoạt động và những chỗ có dung nham trào ra theo khe nứt đều xảy ra dọc theo những khe nứt của các đứt gãy đó. Ở một số trong những miền đó, đặc biệt trong những đới trẻ, những tàn dư cuối cùng của hoạt động núi lửa còn biểu hiện dưới dạng những suối nước nóng, cho ta thấy rằng các nguồn núi lửa, tức là những ổ chứa macma, ở bên trong, chưa phải đã hoàn toàn nguội lạnh và vẫn tiếp tục nhả nước sơ sinh. Các suối nước nóng trên bờ hồ Ba-ic-an và trong rừng taiga Bac-gu-zin, Ca-clô-vi Vari ở Tiệp-khắc, Piatigoc và Bóc-xô-mi ở miền Cócaxơ, Kixinh-gen ở Đức, Ô-vec-nơ ở Pháp, Đê-maven ở Iran và ở các nơi khác cho thấy những dấu hiệu của hiện tượng núi lửa tắt. Không riêng



H. 166 Lỗ khí phun lưu huỳnh ở miệng núi lửa Ebêcô, đảo Paramusia, các đảo Curin



H. 167 Hẻm vực sông «Đá Vàng» (Yellowstone), đào vào trong những tầng tuf và dung nham sâu đến 360 mét. Mỹ

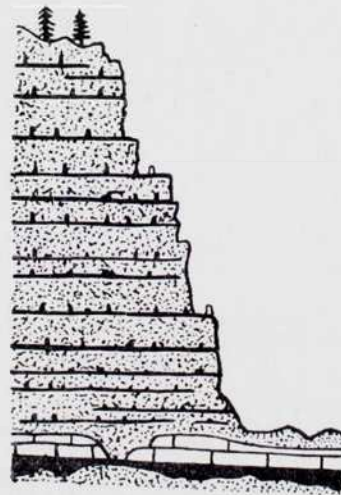
gì những suối nước nóng, mà trong nhiều trường hợp cả những nguồn nước khoáng lạnh cũng là những tàn dư cuối cùng của hoạt động núi lửa thời cổ.

Các sự quan sát những núi lửa hiện đại đã cho thấy rằng khi một núi lửa tắt sau những đợt phun mạnh và các khí phun trở thành nguội lạnh, thì các loại khí thoát ra cũng giảm bớt và ngay ở trung tâm chính cũng chỉ nhả ra khí lưu huỳnh, khí cacbonic và hơi nước. Đến giai đoạn này người ta gọi núi lửa đó là núi phun lưu huỳnh hay *s o n f a t a r a* (h. 166). Đến một giai đoạn sau nữa, núi lửa chỉ phun có khí cacbonic và cacbua hydrô mà người ta gọi là *m o f e t a*. Cho nên trong những miền có núi lửa cổ, các nguồn nước khoáng nóng và lạnh có thể coi như là nước sơ sinh có nguồn gốc núi lửa, chứ không phải là nước khí tượng bị nung nóng và khoáng hóa ở bên trong vỏ Trái đất.

Một trong những miền núi lửa tương đối trẻ đáng chú ý nhất là Công viên quốc gia «Đá vàng» ở dãy núi Đá nước Mỹ. Sông Đá vàng đã cắt thành một khe hẻm qua lớp dung nham và lớp tuf hết sức dày thuộc những đợt phun xuất cổ (h. 167), trong đó còn thấy những di tích cây bị chôn vùi xếp thành 15 bậc. Một khu rừng rộng lớn gồm những cây già cỗi đã mọc trên diện tích này 15 lần và cũng 15 lần núi lửa ở gần đây đã chôn vùi rừng mới trong tro và dung nham. Nhiều cây đã hóa đá trong tư thế dựng đứng và còn để lại hóa thạch dưới dạng thân dựng đứng, hoặc dưới dạng cây đổ. Điều đó cho thấy là những trận phun khốc liệt đã từng xảy ra ở đây 15 lần và hàng vài thế kỷ đã trôi qua trước khi một khu rừng mới lại mọc lên được ở chính chỗ cũ (h. 168).

Trong Công viên quốc gia ấy chúng ta còn tìm thấy nhiều chứng cứ về hoạt động núi lửa mới dưới dạng những nguồn phun hay suối nóng phun (h. 169).

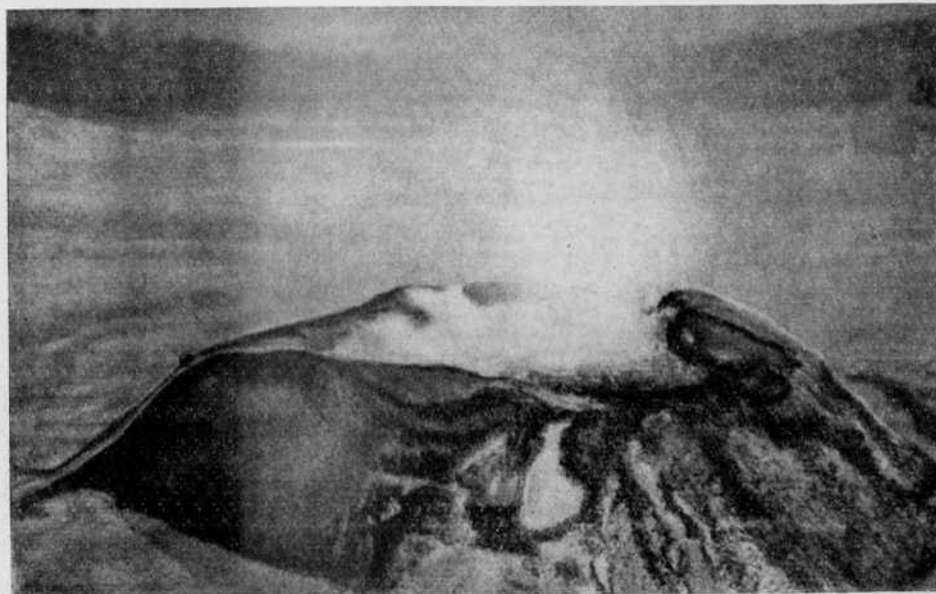
Suối nóng phun là những nguồn nước nóng phun lên theo chu kỳ như là những vòi nước hoặc cao hoặc thấp. Người ta chỉ gặp chúng trong những miền có núi lửa hiện đại như ở Camsatca, Băng-đảo và Tân-tây-lan, và ở những miền núi lửa cổ như ở Công viên «Đá vàng». Một số suối nóng phun xuất hiện từ những lỗ hở ở đáy một bồn nhỏ, một số khác phun ra từ những lỗ xen giữa những lớp tuf silic do nước nóng để trầm đọng lại. Chúng phun nước theo từng thời kỳ cách nhau đều đặn với từng nguồn một; một số cứ sau 10 hay 20 phút phun lên, một số khác cứ sau vài



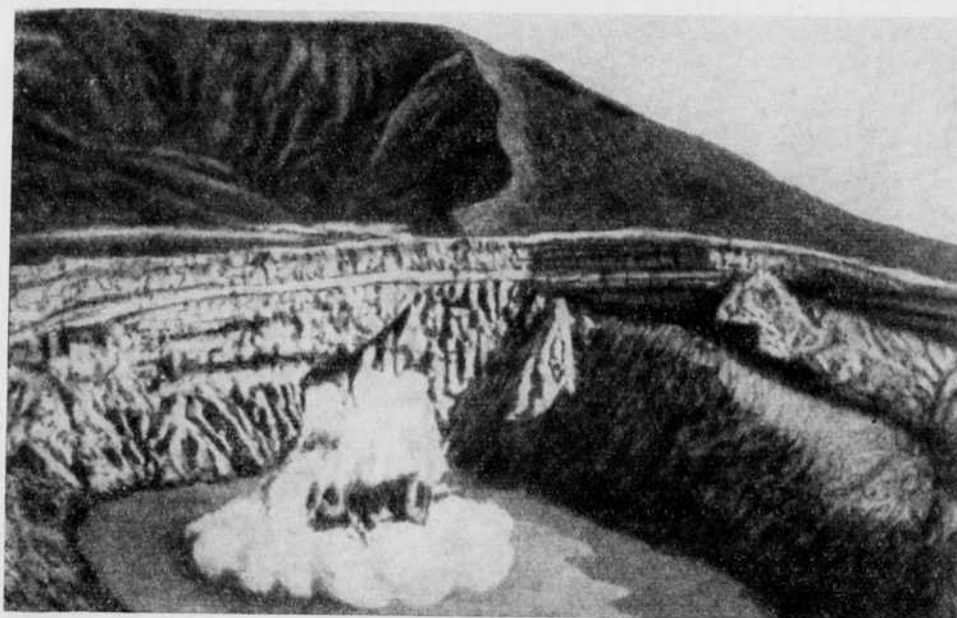
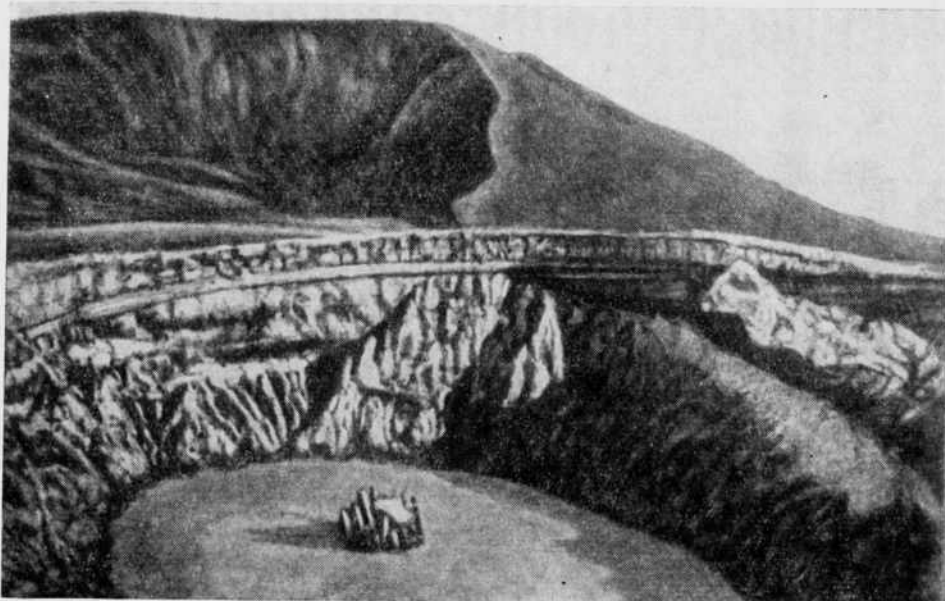
H. 168 Lát cắt các tầng tuf và dung nham với 15 lớp rừng bị chôn vùi, công viên quốc gia «Đá vàng». Mỹ



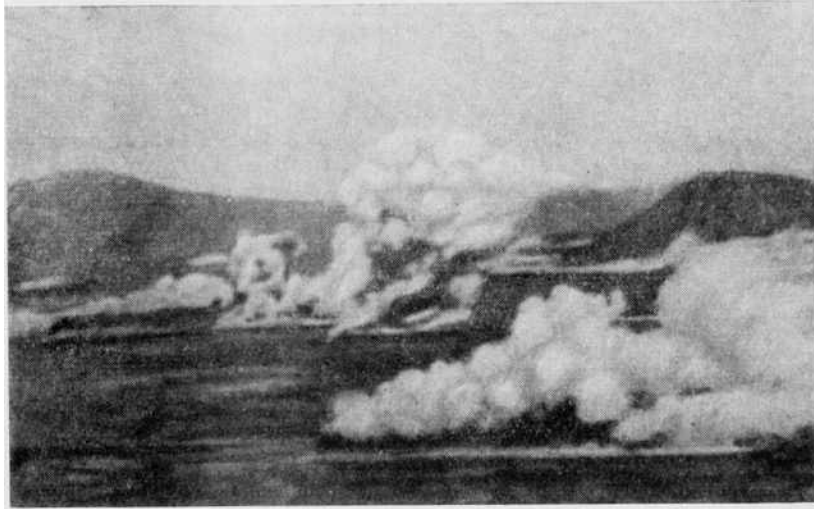
H. 169 Bạc trâm tích tuf silic «Cléopâtre» với tảo đỏ, vàng da cam và nâu, miền «Đá vàng», Mỹ



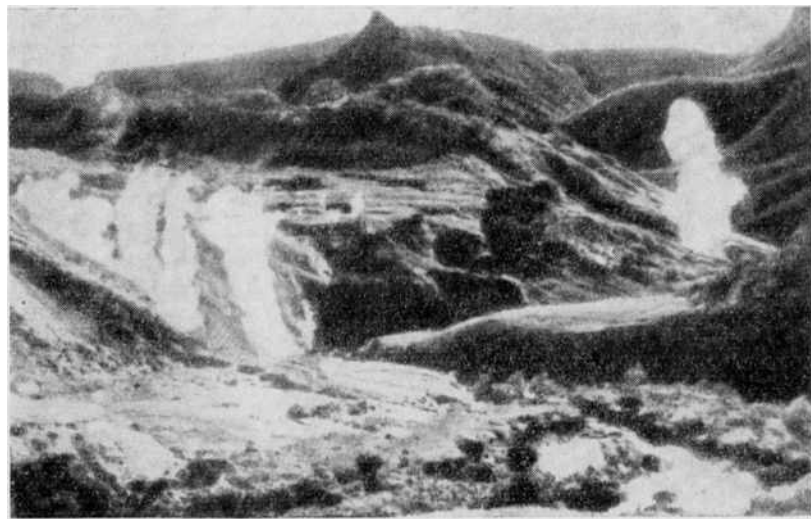
H. 170 Bồn trứng nguồn nước sôi «Bọt biển». Công viên quốc gia «Đá vàng», Mỹ



H. 171 Miệng núi lửa Pôa với phún xuất kiểu nguồn phun Côxta-Rica, Trung Mỹ
(ảnh trên — ở trong tình trạng yên tĩnh, ảnh dưới — trong lúc nguồn phun hoạt động)



H. 172 Một phần thung lũng «Mười nghìn đám khói» ở Alasca



H. 173 Thung lũng «Nguồn phun», Camsatca

giờ, còn có một số khác nữa thì cứ mỗi ngày một lần. Đợt phun được báo trước bởi những va chạm ngầm dưới đất và nước sôi sục trong bốn trứng; sau đó một vòi nước phun tóe lên trên không; nước phun kéo dài theo những thời gian khác nhau rồi lại ngừng. Nhiệt độ của nước suối nóng phun ở vào khoảng giữa 60 và 99 độ bách phân; nó chứa dưới dạng hòa tan chủ yếu là oxyt silic là một thứ mà khi thoát ra sẽ sinh ra những nón nhỏ hay chậu không đều đặn ở quanh lỗ thoát có những bậc bao quanh; nước chảy xuống theo các bậc làm cho kích thước của chúng lớn dần. Suối nóng phun Lớn ở Băng-đảo cứ 24 đến 30 giờ lại phun một lần; ở Tân-tây-lan có hàng chục suối nóng phun ra ở thung lũng Vaicato quanh hồ Rôtômahana, suối nóng phun lớn nhất tên là Têtarata đã tạo thành một loạt những bậc màu tuyết trắng bằng tuf silic. Ở Công viên «Đá vàng» có hàng mấy chục suối nóng phun có kích thước khác nhau (h. 170). Ở vùng lân cận của một số suối nóng phun, một bộ phận rừng cây bị ngập nước khoáng nên tàn lụi dần: cây hóa đá vì bị thâm silic (h. 171 và 172).

Hơn hai chục suối nóng phun lớn đã được phát hiện ở Camsatca gần núi lửa Kicpinur trong thung lũng của sông Gâyze vào năm 1941 (h. 173). Suối nóng phun lớn nhất gọi là nguồn «Không lỗ» phun ra một vòi nước đường kính 3 mét ở phần mới thoát ra và lên cao tới 40 mét, còn hơi nước có khi lên cao tới 400—500 mét.

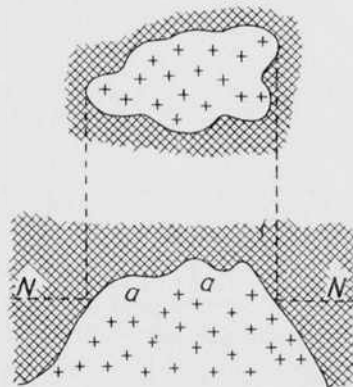
Chê độ phun của các suối nóng phun ở đảo Camsatca khác nhau. Một số có đặc tính là thời gian ngừng phun lâu; trái lại một số khác lại có hoạt động kéo dài và ngừng phun ít.

Thời gian kéo dài của một chu kỳ đầy đủ, nghĩa là kể cả thời gian phun và nghỉ của những nguồn phun ở Camsatca, biến thiên từ 2,5 phút đến 5 giờ. Giai đoạn phun nước và hơi nước kéo dài từ 1 đến 12 phút. Vòi nước phun lên cao từ 1 đến 40 mét. Nhiệt độ của nước nằm trong khoảng 94 và 99 độ bách phân.

Phần đông những suối nóng phun hoạt động không đều đặn. Ở Camsatca chúng hoạt động với mức độ chính xác chỉ chừng 20 đến 40%, nhưng nếu đem so với những suối nóng phun khác trên thế giới thì chúng có phần đều đặn hơn.

Theo thời gian, chê độ của các suối nóng phun biến đổi, thời kỳ hoạt động thường tăng thêm.

Tác dụng xâm nhập. Các macma dâng lên từ lòng Trái đất không phải bao giờ cũng ra được đến ngoài mặt để sinh ra núi lửa và



H. 174 Các lát cắt thể nền: thẳng đứng (dưới) và nằm ngang theo mực NN (trên); a — đá ngoại lai

gây ra phun xuất. Căn cứ vào những khối đá hình thành từ macma thì những đợt trào lên ở bên trong vỏ Trái đất mà người ta gọi là x â m n h ậ p, lại còn quan trọng hơn. Gọi là xâm nhập là vì macma chiếm lần những lớp trong vỏ Trái đất, có khi bằng cách lợi dụng những lỗ hổng có sẵn, nhưng thường thường nó hay tự phá lấy chỗ chui vào trong khi dâng lên cao bằng cách tách rời những lớp đá và làm cho chúng bị chảy vì độ nóng của nó.

Các khối xâm nhập khác nhau về hình dạng và kích thước. Những khối lớn nhất chiếm những khoảng rộng từ vài chục đến hàng vài trăm kilômet vuông (và có thể tích tương ứng), được gọi là t h ể n ền hay b a t ô l i t; chúng có hình dài hay tròn và có nhiều nhánh và hốc; mặt trên của chúng không đều đặn và có những mẫu lối hình vòm. Những khúc hay khối riêng biệt của đá trầm tích lập thành mái của thể nền bị macma chiếm lần, đều bị tách rời khỏi thể nền và chìm trong khối macma dưới dạng đ á n g o ạ i l a i hay x ê n ô l i t. Những thể nền nhỏ chiếm một diện tích chừng vài trăm hay vài nghìn mét vuông thì gọi là t h ể c á n.

Macma thường đội cong những lớp vỏ Trái đất thành hình vòm và đông cứng lại dưới dạng một tấm bánh mỳ và được gọi là t h ể n ằ m hay l a c ô l i t; loại này bao giờ cũng có ở dưới phần đáy của nó một ống khói, theo đó macma đã dâng lên. Các thể nằm chỉ có thể thành tạo ở gần ngoài mặt Trái đất giữa các tầng nằm ngang hay hơi nghiêng và có thể dâng phồng lên dưới tác dụng của áp suất. Ở trên nóc của thể nằm, nếu nó gồm những tầng đá mỏng thì người ta có thể thấy rõ sự xâm lấn của macma giữa các lớp, nghĩa là dọc theo các mặt phân tầng, đôi khi trên một diện tích rộng lớn (h. 174). Một thể nằm có thể coi như một cái núi lửa, nhưng không đạt, vì macma không phá nổi ra ngoài mặt; mặt khác, rất có thể ở một độ sâu nào đó dưới một núi lửa hoạt động, cũng có một thể nằm dưới dạng một bể chứa macma để sinh ra các đợt phun xuất. Hình 175 cho thấy một thể nằm (núi Ayu-Đac) bị tác dụng xói mòn bóc lộ ra ngoài mặt.

Miền nước khoáng ở Côcazơ là nơi mà chúng ta thấy một số những núi cá biệt (tổng số là 17) cho ta một thí dụ hữu ích về các thể nằm. Một số những thể đó đã bị xói mòn, thí dụ như Bêstau, Zomiyepca, Razovanca, núi Sắt, núi Lạc đà và núi Bò là những chỗ mà đá xâm nhập lộ ra ngoài mặt, trong khi đó có những thể khác như Masuc, Lixaya, Yutxa và Xvixtun là những thể nằm còn bị che kín dưới một lớp vỏ trầm tích hình vòm. Hình 176 biểu thị lát cắt ngang của thể Bêstau (1), núi Sắt (2) và núi Razovanca (3) và cho thấy trong khi thể nằm xâm lấn thì các lớp thỉnh thoảng bị xô lệch hay có khi đảo lộn. Núi Sắt và núi Razovanca có cùng một thể nằm với hai đỉnh, ở giữa hãy còn sót lại một phần của lớp mái. Rõ ràng là sự xâm lấn không xảy ra một cách êm đềm như trên hình vẽ của lát cắt lý tưởng (h. 177). Các nguồn nước khoáng nóng và lạnh nổi tiếng với thành phần khác nhau mà người ta gặp trên miền này là những tàn dư cuối cùng của quá trình xâm nhập đã ngừng hoạt động từ lâu và không sinh ra núi lửa. Nhưng không quá xa đây lắm về phía

nam, chúng ta gặp núi Enbrut là một núi lửa to lớn, có vẻ đã hoạt động vào lúc loài người đã biết ghi nhớ, dựa theo truyền thuyết về thần Prômê-tê ăn cắp lửa của trời và bị trừng phạt bằng cách giam cầm ở đỉnh núi này.

Ngoài những thể nền và thể nằm, các đợt xâm nhập còn tạo nên nhiều dạng khác, vừa có loại phức tạp hơn, vừa có loại đơn giản; về những loại này chúng ta sẽ chỉ xét đến những mạch là những dạng thường gặp nhất; các mạch hoặc cắt qua các tầng đá trầm tích theo những phương hướng khác nhau và được gọi là mạch cắt, hoặc nằm dọc theo mặt phân tầng và được gọi là mạch lớp (h. 178). Một vách treo (*H*), một vách nằm (*R*) và một độ dày được phân biệt ở các mạch. Độ dày là đường thẳng góc với hai vách, biến thiên từ một centimet, đến hàng chục và cả hàng trăm mét. Một số mạch ngắn, một số khác chạy dài hàng trăm mét hay nhiều kilômet.

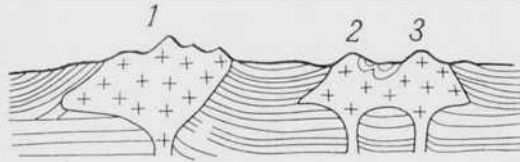
Các mạch thường hay dày thêm hoặc mỏng bớt. Chúng đều bắt nguồn từ cả thể nền lẫn thể nằm, cũng như từ các núi lửa, chủ yếu từ ống khói núi lửa, và là những phần chất đầy macma của các khe nứt (mạch cắt) hoặc là những xâm nhập macma dọc theo bề mặt phân tầng.

Các loại đá hóa thành. Ở phần đầu chương này đã nêu rõ là macma đông cứng trong thể nền, thể nằm, các mạch và các dòng và những lớp dung nham tạo thành



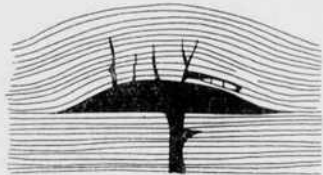
H. 175 Thể nằm do xói mòn để lộ ra. Núi Ayu-Đac (Núi Gầu). Bờ Nam bán đảo Crimê

các loại đá gọi là đá hỏa thành hay đá macma, là những thứ đá hay biến đổi về thành phần và kiến trúc. Các loại này và các đá trầm tích đều được nghiên cứu trong môn thạch học, tức là một ngành lớn của địa chất học; ở đây, chúng ta chỉ có thể trình bày một khái niệm chung chung về thành phần và kiến trúc của chúng.

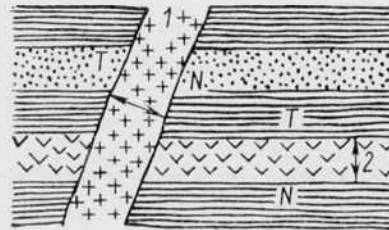


H. 176 Lát cắt các thể nằm của các núi Bêstau (1) núi Sắt (2) và núi Razvanca (3) bị lộ ra do xói mòn. Miền nước khoáng Côcazơ

Các đá hỏa thành được phân chia chủ yếu theo hàm lượng oxyt silic của chúng thành đá a x i t (chứa hơn 65% oxyt silic), t r u n g t í n h (52 đến 65%); b a z ô (42 đến 52%) và s i ê u b a z ô (ít hơn 42%).



H. 177 Lát cắt lý tưởng của một thể nằm với mạch cắt và mạch lớp ở trên mái

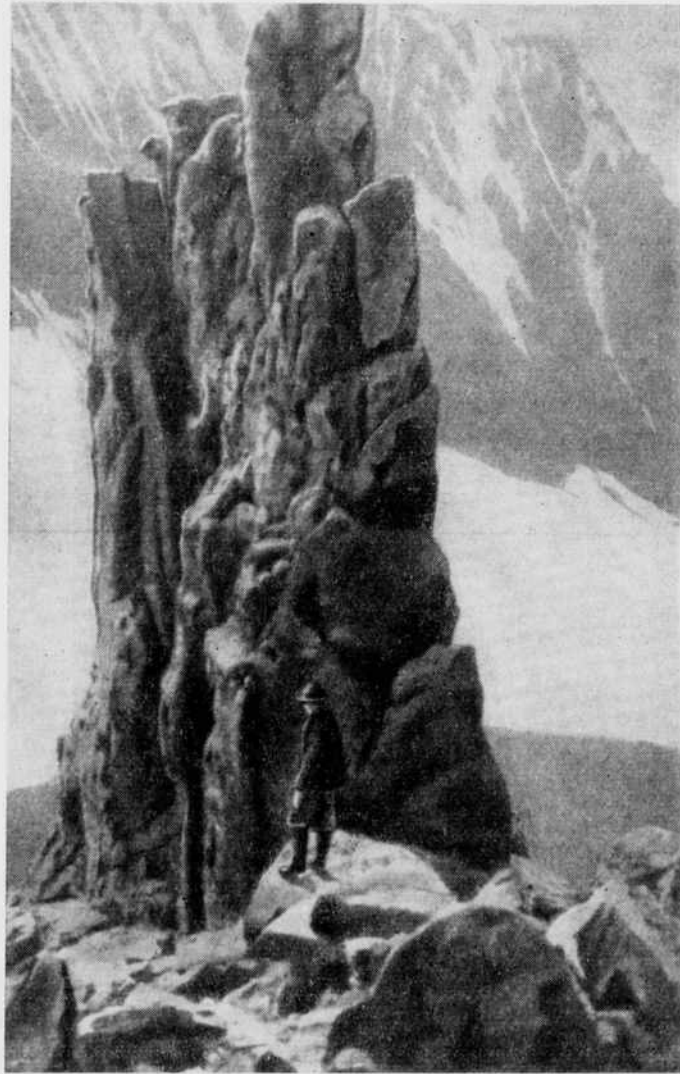


H. 178 Mạch cắt (1) và mạch lớp (2): T — vách treo; N — vách nằm

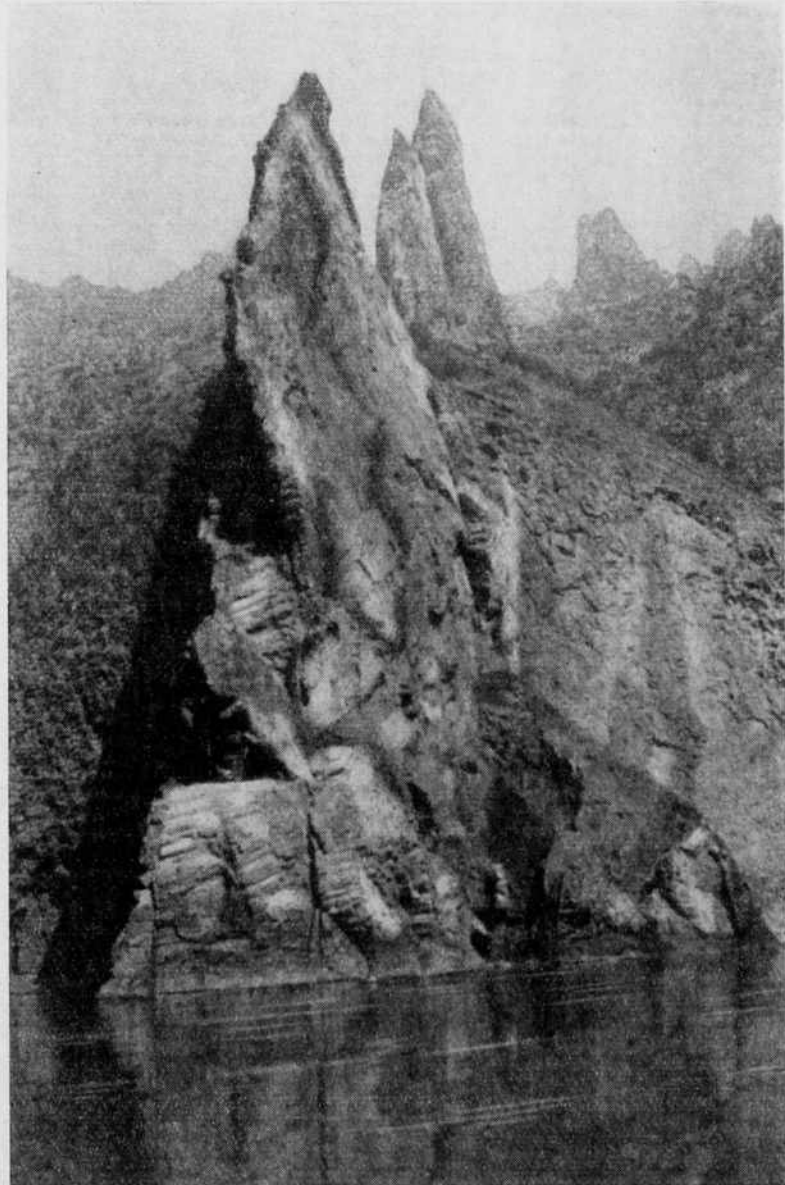
Tùy theo cách thức hình thành của chúng, chúng ta phân biệt được trong đá hỏa thành: a) đ á x â m n h â p hay p l u t ô n i c là những loại đông cứng trong vỏ Trái đất và vì vậy mà có kiến trúc hạt; b) đ á p h ú n x u â t hay đ á n ú i l ú a là những loại thoát ra ngoài mặt dọc theo các ống khói núi lửa hay các khe nứt và đông cứng dưới áp suất khí quyển; c) đ á m ạ c h, nghĩa là macma đông cứng ở những độ sâu khác nhau trong những khe nứt của vỏ Trái đất (h. 179—181).

Dựa theo kiến trúc người ta phân biệt được những loại đá như sau:

1. Đ á d ạ n g h ạ t t h ô hình thành khi macma đông cứng rất chậm ở bên trong vỏ Trái đất và tất cả các khoáng vật có mặt trong thành phần của đá đều đủ



H. 179 Mạch pecmatit lộ ra do tác dụng phong hóa, có
diệp thạch bao quanh. Dãy Tuyêckêxtan



H. 180 Mạch đá phún xuất. Cara-Đac, Crimê

thì giờ dễ phân tách dưới dạng những tinh thể hay hạt với kích thước gần bằng nhau. Có thể nêu những thứ đá như sau làm thí dụ: trong số các đá axit có đá hoa cương, trong số các đá trung tính có đá diôrit và syênit, trong số các đá bazơ có đá gabrô, và trong số các đá siêu bazơ có đá pêridôtit.

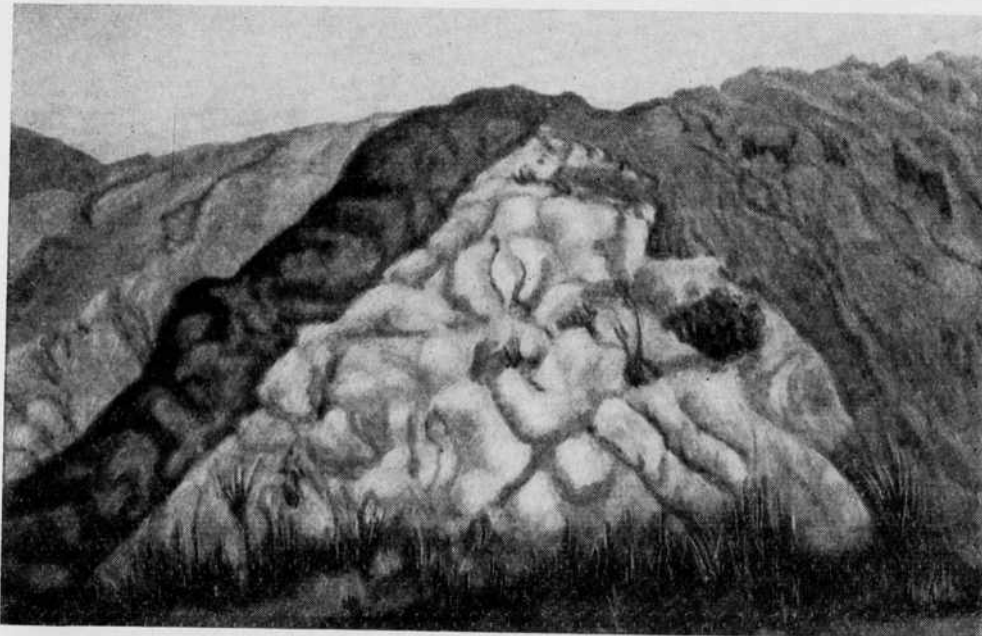
Đá hoa cương hay còn gọi là granit gồm có thạch anh, fenspat và mica với hocblen và hiếm khi có cả ôgit đi kèm theo hoặc thay thế cho mica.

Đá diôrit và syênit gồm có fenspat và mica (hay hocblen, ôgit); sự khác nhau giữa chúng phụ thuộc vào thành phần của fenspat — fenspat kali (ở syênit) và fenspat canxi-natri (ở diôrit).

Đá gabrô gồm có fenspat kali-natri, pyrôxen (điala, ôgit, hypecten) và ôlivin.

Đá pêridôtit gồm có ôlivin và ôgit với đôi khi có lẫn thêm hocblen và mica.

2. Đá p o c p h i a hình thành khi macma đông cứng nhanh hơn ở trên mặt hoặc gần ngoài mặt và được phân biệt ở điều kiện là có một phần những khoáng vật đã đủ thì giờ để tách biệt dưới dạng hạt hay tinh thể có kích thước khá to, trong khi đó phần còn lại đông cứng thành một khối có hạt rất mịn thường chứa thêm ít hay nhiều thủy tinh. Khi dung nham đông cứng nhanh đến nỗi không có khoáng



H. 181 Mạch diôrit trong đá hoa cương trắng xuyên qua đá gnei xám (bên phải). Bồn trũng ở nguồn Lôbasen, sa mạc Pêisan, Trung châu Á

vật nào đủ thì giờ để tách biệt ra, thì hình thành nên thủy tinh núi lửa, là một khối tương đối trong có màu sắc khác nhau và giống như thủy tinh nhân tạo.

Những thí dụ về đá pocphia có thể nêu ra như sau: trong số các đá axit có pocphia thạch anh và liparit; trong số các đá trung tính có đaxit và trachyt; trong số các đá bazơ có pocphirit, andêzit và bazan; trong số các đá siêu bazơ có picrit pocphirit. Những đá sau có cùng thành phần như các đá có hạt thô nói trên (thí dụ: pocphia-thạch anh và liparit tương ứng với hoa cương, trachyt tương ứng với syênit, pocphirit và andêzit tương ứng với điôrit, v.v...), nhưng có kiến trúc khác do điều kiện đông cứng khác hẳn.

3. Đá thủy tinh hoặc hoàn toàn tạo thành bằng thủy tinh, hoặc chứa trong thủy tinh một số khoáng vật đã đủ thì giờ tách riêng. Đá thủy tinh pocphia (vitrophia), thủy tinh bazan (vitrobazan), đá opxidiên, đá bọt, đá pecxen (thủy tinh liên tục có thành phần của liparit và đaxit) là một vài thí dụ về loại này.

Người ta cũng còn phân tích những đá nhiều bọt, tức là một loại đá pocphia và thủy tinh có nhiều lỗ hổng, có kích thước khác nhau do các bọt khí thoát ra khỏi dung nham để lại. Tùy theo kích thước và hình dạng của các lỗ hổng, người ta phân biệt được những loại có cấu tạo bọt biển, bọt khí, lỗ thô và lỗ nhỏ, hết thảy đều phổ biến trong những loại đá phun xuất ra ngoài mặt Trái đất.

Bạn đọc có thể hỏi tại sao các đá pocphia tương ứng về thành phần với đá hoa cương lại gọi là pocphia thạch anh và liparit, và có gì khác nhau giữa chúng không? Vấn đề là trong những đá thuộc loại này, người ta phân biệt những đá mới với đá cổ, hoặc những loại bị hủy hoại nhiều với những loại còn tươi hơn. Các đá pocphia thạch anh và pocphirit thuộc về loại thứ nhất, còn các đá liparit, trachyt, đaxit, andêzit và bazan thì thuộc loại thứ nhì.

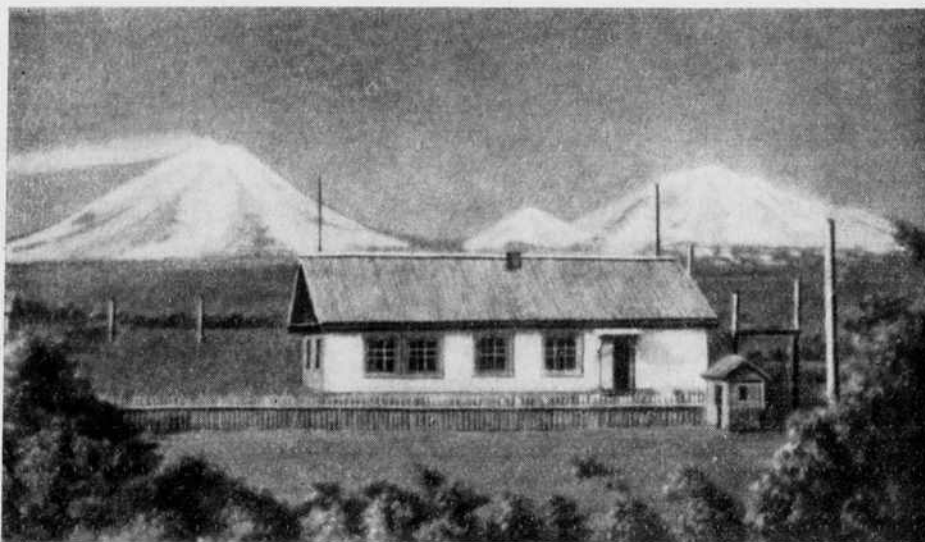
Các đá cổ hơn đặc trưng bởi tính chặt sít, vì chúng đã từng bị biến đổi nhiều dưới tác dụng của những tác nhân hóa học và vật lý; các lỗ hổng nhỏ do các khí để lại sau khi thoát khỏi magma đã biến mất trong những đá đó khi magma nguội đi. Một vài đá trẻ để tách ra một thứ fenspat thủy tinh (sanidin) mà người ta không gặp được ở các đá cổ. Ở các đá cổ này thì thủy tinh đã bị hủy tinh phần lớn. Trong đa số trường hợp dễ phân biệt đá pocphia cổ với các đá mới.

Cần nói vài lời về các loại đá biến chất thành tạo trong vỏ Trái đất từ đá trầm tích khi loại này tiếp xúc với các khối xâm nhập. Nhiệt độ tỏa ra từ các thể xâm nhập trong quá trình chúng nguội dần, cũng như các hơi và khí, đều gây ra những biến đổi nhiều hay ít, đi từ sự xuất hiện những loại khoáng vật mới khác nhau cho tới sự tái kết tinh hoàn toàn của đá trầm tích, nghĩa là biến nó thành ra đá kết tinh. Áp suất lớn ở bên trong và phát triển trong quá trình tạo núi, nhiệt độ cao và những dung dịch chảy qua các đá đều là những tác nhân gây ra sự biến chất.

Đá gnai, đá diệp thạch kết tinh, đá quãczit và đá hoa là những thí dụ về đá biến chất. Đá gnai có thành phần hoa cương được thành tạo hoặc từ sự tái kết tinh hoàn toàn của đá trầm tích và trong trường hợp đó được gọi là *paragneis*, hoặc từ khối xâm nhập đông cứng dưới áp suất trong quá trình tạo núi và có cấu tạo dạng lớp và biến thành *ogneis*. Đá hoa được tạo thành từ đá vôi và đá đolômit; các diệp thạch kết tinh, diệp thạch hocblen, diệp thạch mica, diệp thạch clorit và nhiều loại diệp thạch khác đều hình thành từ những đá trầm tích khác nhau.

Việc nghiên cứu các núi lửa là một nhiệm vụ quan trọng và về một vài khía cạnh thì là một việc đặc biệt khó khăn. Việc nghiên cứu những núi lửa cổ tắt từ lâu và bị xói mòn sâu sắc, tất nhiên không có gì khó khăn hơn là nghiên cứu vết lộ của bất kỳ những đá nào khác, bằng cách đó có thể có một khái niệm về bên trong của núi lửa, về thành phần và kiến trúc, về hình dạng và cách thức làm tắc ống khói, sự liên hệ giữa những đá khác nhau và cách thức phân bố thành tầng trong nón núi lửa.

Các thể nền và thể nằm lộ ra hoặc nhiều hoặc ít do tác dụng xói mòn, khiến ta có thể nghiên cứu thành phần và kiến trúc của những biểu hiện của hoạt động núi lửa ở ngầm dưới đất và vạch được quá trình xâm nhập của chúng vào các lớp của vỏ Trái đất, quá trình đông cứng và ảnh hưởng của chúng đối với các đá vây quanh. Nhưng chính bản thân quá trình hoạt động núi lửa với những biểu hiện khác nhau



H. 182 Trạm núi lửa Camsatca thuộc Viện hàn lâm khoa học Liên-xô xây dựng ở sau nhóm núi lửa Clusepxcaya. Từ trái sang phải: núi lửa Clusepxcaya, Xretni và Plôtki

của nó ở trên mặt Trái đất và tất cả các lần phát triển của nó chỉ có thể nghiên cứu trên các núi lửa đang hoạt động, và trong trường hợp này việc nghiên cứu thực rất khó khăn, vì có những khí ngạt thở và độc, vì có hơi nước nóng bỏng, những đám mây nóng đỏ và những quả bom nóng cháy bị tung lên.

Thế nhưng, từ hồi đầu thế kỷ tới nay, người vẫn đã đạt được nhiều tiến bộ lớn trong việc nghiên cứu các núi lửa hoạt động. Thoạt đầu, các nhà khoa học Mỹ đã chui vào miệng rộng của núi lửa Kilauêa ở Haoai và mặc dù có thể nguy hiểm đến tính mệnh, họ đã đo được nhiệt độ của dung nham nóng chảy, đã lấy được mẫu dung nham và thu thập các khí bốc ra. Do đó đã có thể giải quyết được vấn đề phức tạp về thành phần các khí, đặc biệt là sự tham gia của hơi nước mà nhiều người còn bàn cãi. Về sau, các nhà khoa học bắt đầu đi xuống các miệng của núi Vêzuviut và Xtrômbôli; nhà khoa học Mecali bị hy sinh tính mạng trong núi thứ nhất, còn bác học Kecne thì leo bằng dây xuống sâu 250 mét trong miệng núi thứ nhì. Một nhà địa chất Nhật và một nhà báo đi xuống núi lửa hoạt động Miharayama gần thành phố Yôcôhama.

Họ dùng một thứ thùng bằng thép có hệ thống làm lạnh nhân tạo để đi xuống. Cả hai đều mặc áo bằng sợi đá (thạch miên) và đeo mặt nạ chống hơi độc. Cho đến độ sâu 150 mét họ còn nhìn thấy rõ và quan sát được dung nham sôi sục và những đợt nổ khí và chụp được ảnh. Xuống sâu thêm 30 mét nữa, họ không còn nhìn thấy gì nữa và đành xuống mò. Đến độ sâu 370 mét, cái thùng bị lung lay bởi những đợt nổ khí một cách dữ dội đến nỗi nếu xuống thêm nữa thì không an toàn, và họ đành ra hiệu để đưa lên; kết quả khoa học của đợt xuống thám hiểm trong miệng núi lửa của họ là lấy được những mẫu khí và chụp được hàng trăm tấm ảnh.

Sau nhiều đợt thử không thành công, gần đây người ta đã tiến hành được một cuộc đi xuống miệng núi lửa Clusepxcaya ở Camsatca; núi lửa này rất cao và riêng việc trèo lên tới đỉnh của nó cũng đã đòi hỏi nhiều công sức. Các người có chân trong đoàn thám hiểm Camsatca — nhà địa chất Culacôp, nhà hóa học Trôttxky, công nhân Miculin và nhà trèo núi Coptêlôp đi xuống miệng núi lửa vào năm 1935, thu thập các khí, quan sát những đợt nổ khói và tung cuội và bom.

Những người Mỹ đã tổ chức từ lâu một trạm quan sát chuyên môn trên núi lửa Kilauêa và những người Ý thì lập trạm ở núi Vêzuviut.

Trạm nghiên cứu núi lửa của Viện hàn lâm khoa học Liên-xô xây dựng năm 1935 gần núi lửa Clusepxcaya là núi lửa hoạt động nhất ở Camsatca, đang tiến hành nghiên cứu hoạt động núi lửa trong những biểu hiện khác nhau của nó, nghĩa là cơ cầu của các đợt phun xuất, trạng thái của núi lửa trong những thời gian xen giữa các đợt phun, hoạt động phun khí và phun lưu huỳnh của nó, các suối nóng phun và các nguồn nước nóng (h. 182).

Các cuộc nghiên cứu về những dấu hiệu báo trước các đợt phun xuất, nhằm mục đích báo động kịp thời cho nhân dân, đã được chú ý đặc biệt.

Từ khi có trạm nghiên cứu này, các núi lửa Sivêluch, Clusepxcaya, Tônbasic, Malui Sêmiasic, Carumxki, Jupanôpxki, Avasơ, Mutnôpxki, Xarusep và ngọn Crênitxun đã phun xuất và được quan sát và nghiên cứu về một số mặt.

Các sản phẩm núi lửa (dung nham và những đá núi lửa khác, khoáng vật, vật thăng hoa và khí núi lửa, chủ yếu khí fumarôn), các dạng núi lửa và nhiều đối tượng khác cũng đang được nghiên cứu.

Tác hại và lợi ích của các núi lửa. Đã từ lâu người ta biết rằng các đá núi lửa khi bị phong hóa và phân rã đều tạo thành một thứ đất rất phì nhiêu. Nếu khí hậu thuận lợi, các sườn núi lửa và những vùng chung quanh thường đông đúc dân cư và người ta cấy trồng trọt, mặc dù luôn luôn bị đe dọa về nạn tái phát của núi lửa. Tro núi lửa phun ra dùng làm phân bón cho đồng ruộng và vườn cây, nếu chúng không rơi thành đồng lớn làm cây cối bị chôn vùi và thiêu hủy.

Các trầm tích đá amôniac và nhất là lưu huỳnh trong các miệng một số núi lửa được người ta khai thác, mặc dù đôi khi điều đó rất nguy hiểm cho tính mạng công nhân.

Các nguồn nước khoáng có liên quan với những núi lửa đang hoạt động cũng như đã tắt, từ lâu đã được người ta dùng để chữa bệnh. Cảnh đẹp của những suối nóng phun có chu kỳ thường hấp dẫn người du lịch. Nước nóng có thể được dùng sưởi ấm các tòa nhà chung quanh.

Ở một số nơi khí cacbonic được lấy về để sản xuất khí cacbonic lỏng. Axit boric rất quý giá được khai thác ở núi lửa Vuncanô cho đến khi đợt phun cuối cùng của nó đã làm hỏng hệ thống khai thác. Các lỗ phun khí nóng fumarôn và các nguồn Xôfiôni ở Tôxcana thuộc Ý rất quan trọng vì chứa axit boric; chúng được dùng ngay từ 1818, và những năm gần đây, người ta bắt đầu dùng nhiệt năng của khí fumarôn không phải chỉ để khai thác axit boric, mà là để tạo ra cơ năng và điện năng. Bằng những lỗ khoan sâu từ 60 đến 1561 mét, người ta đã lấy được mỗi giờ 3.000 tấn hơi nước với nhiệt độ từ 100 đến 240° C. Hơi đó chứa đến 6% khí, chủ yếu là khí cacbonic (90%), sunfua hydrô, mêtan, amôniac, nitơ, acgôn và hêli. Các xương máy chế ra axit boric, bôrac, cacbonat natri và amôni và cung cấp một lượng lớn điện năng dùng cho các thành phố lân cận.

Sự thành công của những công trình nói trên đã làm cho người ta nảy ra ý nghĩ sử dụng những khí phun fumarôn ở Nam Ý, ở Califocni, Indônêxia, Sili và Bôlivi. Nhưng những khối lượng lớn tro và khí nhả ra trong thời gian ngắn ngủi của những đợt phun xuất núi lửa còn chưa được người ta sử dụng vì tính chất không thường xuyên của những hiện tượng đó, và sự nguy hiểm lớn đối với việc khai thác bằng máy móc và đối với người làm việc làm cho việc chinh phục các lực lượng núi lửa trở nên rất khó khăn.

Các núi lửa gây rất nhiều tác hại nhưng không lớn như người ta tưởng. Dân cư ở các sườn và các vùng lân cận núi lửa bị tổn thất về sinh mạng và của cải vì những

hiện tượng sau đây có liên quan với tác dụng núi lửa: 1) các trận động đất trước và kèm theo những đợt phun xuất, thường phá hoại nhà cửa, đường sá và làm thay đổi chế độ các suối, 2) những dòng bùn tàn phá các đồng ruộng và vườn cây, làm hỏng đường sá và phá hủy nhà cửa; 3) những trận tro, bom rơi trên diện tích rộng lớn cũng gây những tác hại tương tự; 4) dung nham trùm lấy các đất đai trồng trọt, các đường sá, phò phùng và phá hủy nhà cửa; 5) hậu quả của một số đợt phun xuất có khi là nạn dịch tễ của người và súc vật; 6) những đám mây nóng đỏ tiêu diệt không riêng gì cây cối, mà tất cả vật gì sinh sống trên đường đi của nó như ta thấy rõ trong đợt phun của núi Pêlê đã quét sạch thành phố Xanh-Pie và tiêu diệt 26.000 nhân dân thành phố đó; 7) các làn sóng nổi lên trong những đợt phun xuất ngầm dưới biển có tác dụng tàn phá những bờ biển lân cận.

Tất cả những hiện tượng đó đều gây những tổn thất về sinh mạng; căn cứ theo những con số tin được, thì có tới gần 190.000 người thiệt mạng do những đợt phun xuất núi lửa gây nên từ năm 1500 đến giờ. So với con số những người thiệt mạng trong các trận động đất, lụt và bão, thì con số này còn là thấp.

VIII

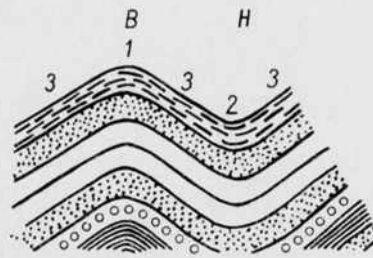
SỰ TẠO THÀNH VÀ PHÁ HỦY CÁC NÚI

Các nét chính về địa hình trên mặt Trái đất. Biển vịnh uốn nếp và đoạn tầng. Hình dạng các nếp uốn và các đoạn tầng. Diaclazơ. Hình dạng các núi. Núi biến vị và núi lửa. Các loại núi biến vị. Sự phá hủy và sự biến mất của các núi. Sự tái sinh của núi. Địa hướng tà và nền bằng. Vận động tạo núi và vận động tạo lục. Các nguyên nhân của biến vị.

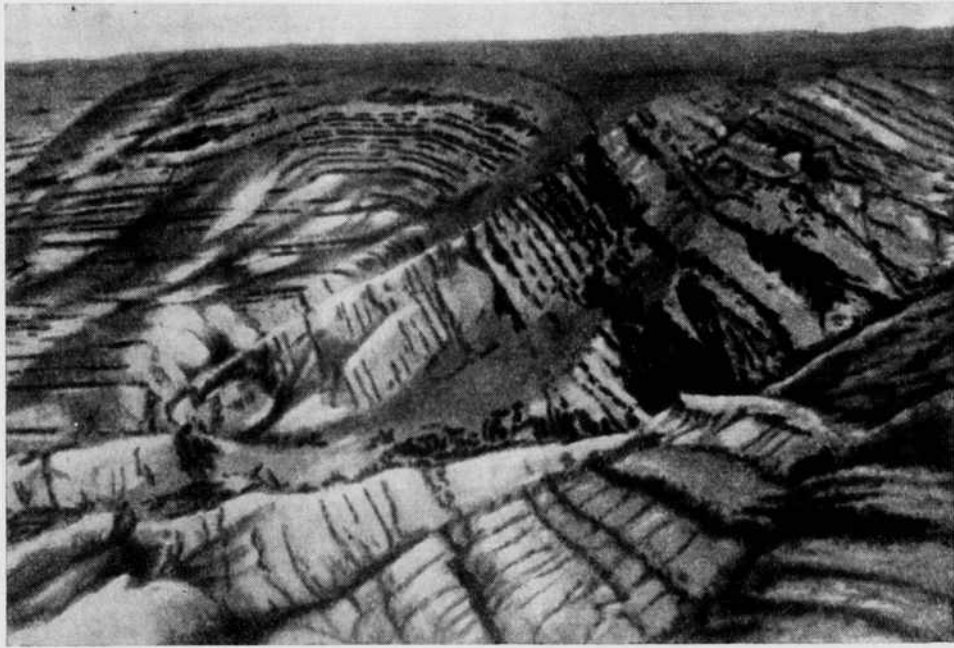
Chúng ta đều biết rằng bề mặt đất gồm có những miền thấp và miền cao. Các miền thấp chủ yếu là đồng bằng, nhưng mặt bằng của nó thỉnh thoảng cũng bị phá vỡ bởi những đồi thấp, thí dụ các cồn cát, cồn lười liềm gồm có cát bồi tích, hoặc bởi những đồi thành tạo bởi đá bị bào mòn do tác dụng phong hóa hay do tác dụng xói mòn của nước biển. Địa hình của các miền cao có khác nhau nhiều hơn và cho thấy những núi cô lập, cao nguyên, dải núi khác nhau, vùng đất cao và miền sơn nguyên. Chúng ta đã xét đến các núi lửa, tức là những núi cá biệt hay những nhóm núi và những dải nhỏ của các núi tương tự tạo thành bằng vật liệu của hiện tượng phun xuất tức là dung nham và tuf.

Tuy nhiên, phần lớn các miền cao đều có nguồn gốc khác, dù rằng chúng thường chứa đá hỏa thành. Chúng sinh ra do những vận động làm biến đổi cấu trúc của vỏ Trái đất và khiến cho các tầng lớp của nó bị đổi chỗ, nghĩa là làm đảo lộn cách thức xếp sắp nguyên thủy của chúng. Trong những vận động đó, các lớp đá thành tạo ở đáy biển hay hồ, hoặc trên mặt đất theo thế nằm ngang hay hơi nghiêng (khi đáy bồn trũng hay mặt đất bị hơi nghiêng) đều bị mất vị trí nguyên thủy, bị dâng lên cao, hạ xuống thấp, bị đổ nghiêng, bị vỡ nhàu như tờ giấy hay tấm vải, bị đứt gãy, chòem lên nhau, thậm chí đảo lộn. Những biến vị đó đã sinh ra phần lớn những miền cao trên Trái đất và căn cứ theo bản chất của chúng, người ta phân biệt được hai loại cơ bản: biến vị uốn nếp và biến vị đứt gãy.

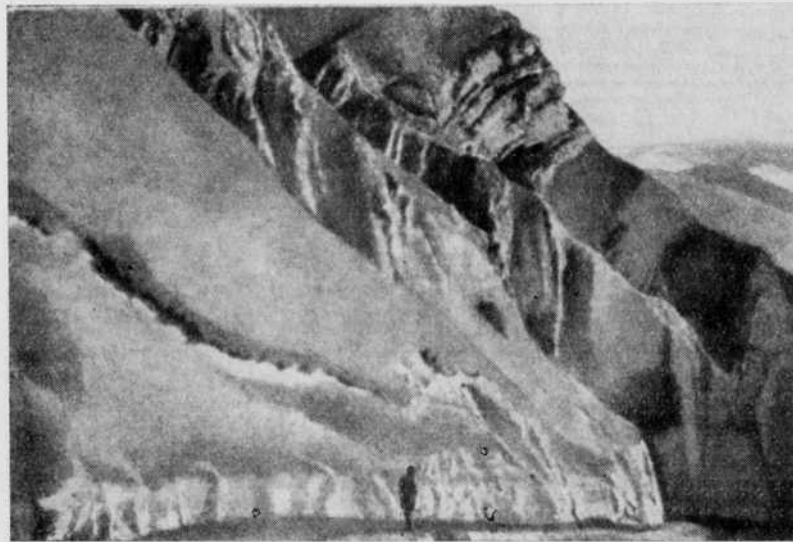
Hình dạng các nếp uốn và các đoạn tầng.
Nếu chúng ta theo dõi một lớp đá trong một nếp uốn, chúng ta sẽ thấy nó lên, uốn cong thành hình vòm và lại hạ xuống.



H. 183 Nếp uốn:
B — bồi tích; H — hướng tích; 1 —
vòm hay yên ngựa; 2 — nếp lồi;
3 — cánh



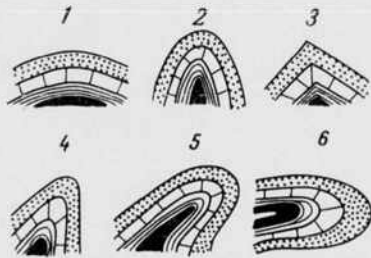
H. 184 Trám tích chứa than uốn nếp phẳng ở vùng đồi trước núi ở dãy Zaia, Zungari



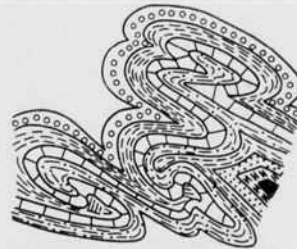
H. 185 Cảnh một nếp búi tà. Đường chiến lược Ôxetin, Cócaxơ

Tất cả các lớp nằm kế dưới hay sát liền ở bên trên đều lặp lại đường uốn cong đó (h. 183). Một nếp uốn lồi cong về phía trên thì gọi là *nếp yên* hay *nếp bô i t à* (vì trong nếp này các lớp nghiêng về hai phía ngược nhau bắt đầu từ trên đỉnh). Một nếp lõm thì gọi là *nếp máng chậ u* hay *nếp hướn g t à* (vì ngược lại, các lớp ở hai bên chúc từ đỉnh xuống phía đáy) (h. 184 và 185).

Một tập hợp của một nếp uốn hướng tà và một nếp uốn bô i t à tạo thành một nếp gấp đủ. Những phần của nếp uốn nằm ở những khoảng cách giữa hai đỉnh hay bản lề thì gọi là *cán h*. Các nếp uốn ít khi thấy riêng biệt, thường thường một nếp uốn thứ nhất lại được kế tiếp bằng một nếp uốn thứ hai, rồi đến một nếp uốn thứ ba và cứ thế mãi, tựa như các nếp nhăn của một quả táo lúi chín. Các nếp uốn cũng thay đổi về hình dạng: chúng có thể hoặc dẹt hoặc tròn, các bản lề có thể có hình cong đều hay có góc cạnh.



H. 186 Các nếp uốn:
1 — thẳng phẳng, 2 — thẳng dọc;
3 — thẳng có đường gấp ở vòm;
4 — xiên; 5 — đảo lộn; 6 — nằm



H. 187 Nếp uốn phức tạp (thứ sinh)

Nếu cả hai cánh đều có độ dốc bằng nhau thì nếp uốn được gọi là *nếp uốn đ o i x í n g*; nếu một cánh dốc nhiều hơn cánh kia thì là *nếp uốn x i ê n*; nếu vòm đổ về một phía cánh, nếp uốn được gọi là *nếp uốn đ ả o l ộ n*; cuối cùng, còn thấy có cả những nếp uốn trong đó bản lề không hướng lên trên cũng không hướng xuống dưới, mà hướng về một bên và cả hai cánh gần như nằm ngang; một thứ nếp uốn như vậy gọi là *nếp uốn n ằ m* (h. 186). Những hình dạng đó của các nếp uốn đều phụ thuộc vào những lực ép: khi lực ép yếu hơn, các nếp uốn sẽ bằng phẳng và thẳng khi lực ép mạnh hơn, các nếp uốn trở thành ngày càng dốc hơn, rồi đổ sang một bên, đảo lộn, nằm, hoặc còn chồm lên nhau và tạo thành những nếp uốn phụ để dẫn đến sự uốn nếp phức tạp mà người ta có thể thấy rõ ở miền núi (h. 187 và 189). Điều đó cho thấy là ở chỗ này vỏ Trái đất đã bị ép mạnh.

Bạn đọc có thể ngờ vực mà nói: không thể như thế được! Những lớp đá rắn như sa thạch, đá vôi và diệp thạch không phải là những thếp giấy hay tấm vải, cũng

không phải là cao su hay da mà anh có thể gấp nếp tùy ý anh được. Đã có lúc các bác học cũng đã nêu những ý kiến ngờ vực như vậy, và do đó họ nghĩ rằng các nếp uốn chỉ đã được hình thành khi các đá còn mềm và là cát, sét hay bùn. Nhưng các công trình nghiên cứu về núi đã cho thấy rằng thực tế các lớp đá đã bị uốn nếp khi chúng đã rắn, vì các lớp đều bị ảnh hưởng nhiều trong quá trình đó — chúng bị khía rách bởi những khe nứt, ở một số chỗ chúng còn bị cả nghiền vụn và các lớp



H. 188 Sự biến đổi từ một nếp đảo lộn sang một đoạn tầng nghịch do có sự đứt gãy của cánh bị kéo dài và do đứt gãy ở trục nếp uốn

thường bị xô lệch với nhau. Tuy nhiên, những đứt gãy đó không đủ để giải thích những quá trình uốn nếp mạnh mẽ và phức tạp. Để hiểu được vấn đề này, chúng ta cần nhớ lại rằng những lớp hiện nay nằm ở trên núi cao và lộ ra ngoài mặt, chính ngày xưa lại nằm sâu trong vỏ Trái đất và chịu sức ép của tất cả các lớp nằm trên. Dưới sức ép nén như vậy, ngay đến những thể đặc rắn cũng đều có thể biến dạng,

mà không bị đứt gãy. Các bác học đã chứng minh điểm này bằng nhiều thí nghiệm. Thí dụ, dưới áp suất lớn, chỉ có thể chảy qua một lỗ hẹp thành tia như nước; những



H. 189 Uốn nếp phức tạp (thứ sinh) của gnei ở Bắc Mông-cô, dãy núi Hôntêi



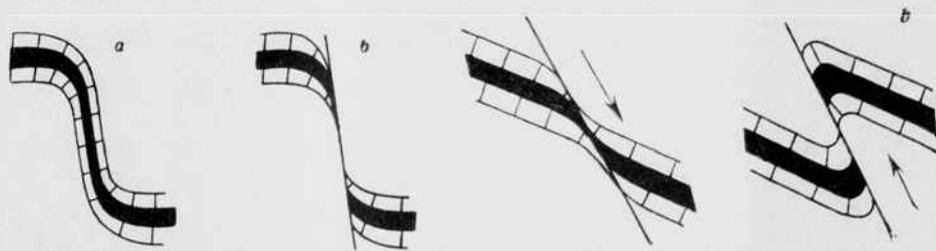
H. 190 Những nếp đảo lộn và đoạn tầng nghịch của điệp thạch cổ. Sông Cadali, quận Bôđaibô, Đông Xibêri

tầm sắt, đồng và thép bị máy lớn uốn cong như ta uốn cong tờ giấy. Thủy tinh rất giòn, nhưng nó cũng có thể bị uốn cong, nếu lực ép tác dụng rất chậm và dần dần. Ngoài ra, ở sâu trong vỏ Trái đất, đã có nhiệt độ nóng hơn và có độ ẩm lớn hơn ở ngoài mặt, và những điều kiện đó đều làm cho chúng dễ uốn. Các người thợ mỏ do kinh nghiệm đều biết rằng các khối đá rắn vừa vỡ ra khỏi một lớp liên tục trong một hầm mỏ hay công trường khai thác, thường dễ làm hơn là những đá đã lộ ra ngoài không khí một thời gian. Nói tóm lại, các đá nằm trong vỏ Trái đất có thể chịu được tác dụng uốn nếp mạnh, và chỉ bị đứt gãy không đáng kể, nhất là bởi sự uốn nếp xảy ra rất chậm.

Nhưng khả năng uốn nếp của đá cũng có hạn. Khi sức ép vượt quá những giới hạn đó thì nếp uốn bị đứt gãy hoặc dọc theo trục của nó hoặc dọc theo một trong hai cánh và các bộ phận của nó chống phủ lên nhau (h. 188). Những nếp uốn bị gãy cũng có thể gặp ở miền núi, là nơi mà đoạn tầng chòm nghịch của các lớp có khi có kích thước rất lớn. Nếp uốn bị đứt gãy và chòm lồi đó đã có dạng của một biên vị đứt gãy hay là đoạn tầng mà biên vị uốn nếp thường chuyển sang, được gọi là nếp uốn đoạn tầng nghịch (h. 190).

Một số nếp uốn đôi khi chỉ có một cạnh bên, nghĩa là chỉ có một cánh và tạo thành một nếp uốn dạng khuỷu của địa tầng (h. 191, a), mà người ta gọi là nếp uốn oằn hay nếp uốn đơn tà (ngiêng về một bên).

Trong loại uốn nếp này, các lớp thường không chịu được sức ép và bị gãy, nếp uốn đã sinh ra một đoạn tầng (h. 191, b), tức là một dạng biến vị đứt rời phổ biến nhất mà người ta còn gặp không phụ thuộc vào những sự uốn nếp, khi có những dịch chuyển theo chiều thẳng đứng xảy ra trong vỏ Trái đất (h. 192, a và 193). Những đoạn tầng nghịch cũng có thể xảy ra không phụ thuộc vào uốn nếp (h. 192, b).



H. 191 Nếp oằn (a) chuyển sang đoạn tầng (b)

H. 192 Đoạn tầng (a) và đoạn tầng nghịch (b) với đoạn cuối của lớp bị uốn cong.

Khe nứt đã khiến cho các lớp đá bị đứt gãy thì gọi là mặt phẳng đoạn tầng; nếu nó không nằm thẳng đứng mà lại nghiêng, như thường xảy ra, thì các lớp nằm trên được mô tả là cánh treo, còn những lớp nằm dưới được gọi là cánh nằm.

Sự khác nhau giữa các đoạn tầng và những đoạn tầng nghịch là: ở loại thứ nhất, cánh treo bị sụt xuống, còn trong loại thứ hai, thì cánh treo lại nâng lên so với cánh nằm. Các đầu mút của lớp đá bị gãy cọ sát vào nhau và hơi cong theo mặt đứt gãy; và dựa trên những mặt cong đó cũng dễ xác định xem đây là một đoạn tầng hay một đoạn tầng nghịch như việc so sánh cả hai phần sẽ cho thấy rõ (h. 192).

Trong quá trình đứt gãy, các tầng đá có khi bị đổi chỗ dọc theo các khe nứt, không phải dịch lên hoặc dịch xuống, mà lại theo phía bên, nghĩa là theo phương nằm ngang. Dạng biến vị này gọi là biến vị đoạn tầng. Chỉ có thể minh họa nó trên mặt phẳng, chứ không theo mặt cắt thẳng đứng như hai dạng nói trên được (h. 194). Trong quá trình dịch chuyển của các lớp dọc theo chỗ đứt gãy thường khi một chuyển động thẳng đứng lại phối hợp với một chuyển động ngang và kết quả là dịch chuyển sinh ra thành nghiêng; dạng biến vị này gọi là hình biến vị đoạn tầng.

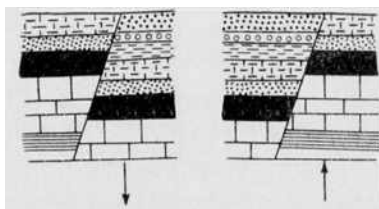
Tất cả các thợ mỏ đều có kinh nghiệm chua chát về những đoạn tầng và những bình đoạn tầng. Khi gặp một chỗ đá bị gãy theo đó có sự dịch chuyển của vỏ Trái



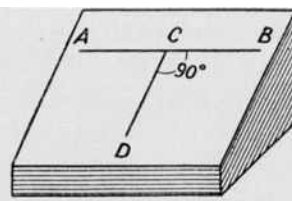
H. 193 Đoạn tầng với đoạn cuối uốn cong của các lớp trong địa tầng Đệ tam, bờ phải sông Cura. Boczômi, Cöczazơ

đất, người thợ mỏ thấy lớp than hay mạch quặng mà anh ta đang theo dõi bỗng nhiên biến mất, tựa như bị cắt mất, nghĩa là chỗ hầm đang đào tận cùng bằng một đoạn không chứa quặng. Phải tìm chỗ nối tiếp của lớp than, hay mạch quặng bằng cách đào sang quá bên phải hay bên trái về phía trên hay phía dưới một chút. Để tránh đoán mò và để tìm phương đúng đắn, người thợ mỏ sẽ dựa vào những dấu hiệu anh ta đã nắm được và biết ngay rằng sự dịch chuyển đó là một đoạn tầng, đoạn tầng nghịch hay bình đoạn tầng.

Cũng cần nói một vài lời về những yếu tố thể nằm của các lớp, mà người ta cần xác định khi muốn nghiên cứu các biến vị (h. 195).

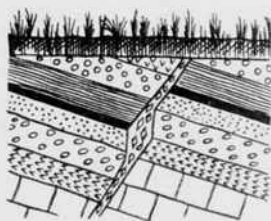


H. 194 Bình đoạn tầng (trên mặt phẳng)



H. 195 Đường phương AB và hướng dọc CD của lớp

Nếu chúng ta vẽ một đường thẳng nằm ngang AB , qua một lớp nghiêng, đường đó sẽ chỉ rõ phương của lớp và được gọi là đường phương. Một đường CD vẽ thẳng góc với đường đó trên mặt phẳng của lớp được gọi là đường dốc vì nó tương ứng với độ dốc lớn nhất của mặt phẳng đó. Phương của những đường này được xác định bằng địa bàn, còn góc dốc thì đo bằng dụng cụ đo độ nghiêng. Tất cả những số liệu đó đều có thể đo bằng một thứ địa bàn đặc biệt gọi là địa bàn

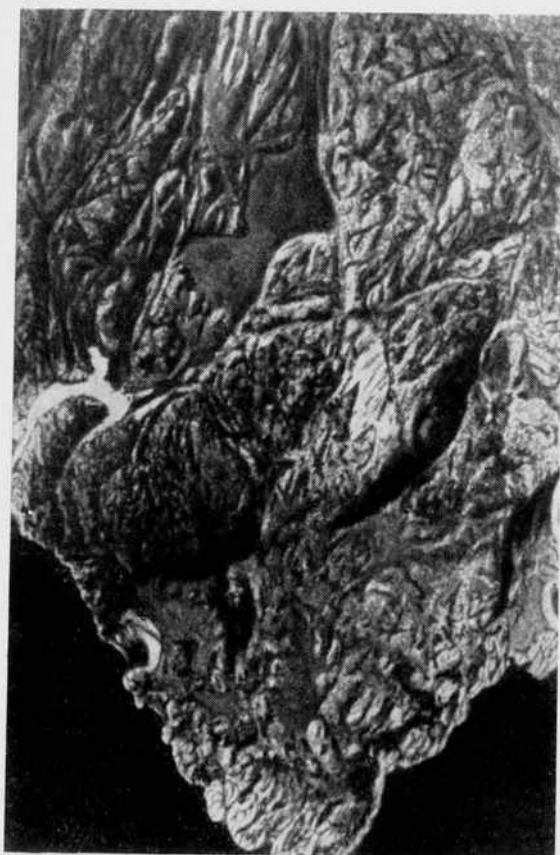


H. 196 Răm kết trong khe nứt đoạn tầng

đo độ dốc, trong đó có cả một bộ phận đo độ nghiêng. Đường phương của nếp uốn được xác định bằng cách đo đường phương của các lớp ở các điểm khác nhau của cánh nếp uốn dọc theo chiều dài của nếp uốn; nó có thể biến đổi tùy theo những chỗ uốn cong của nếp uốn. Độ dốc của cánh được đo ngay trên các cánh; nó cũng biến đổi từ chỗ bồi tà xuống chỗ lồi, trở thành dốc hơn hay thoải hơn ở các nếp uốn phụ. Trong các đoạn tầng và đoạn tầng nghịch, cần phải đo đường phương và góc dốc của mặt phẳng đoạn tầng và của các lớp trong cánh treo và cánh nằm, vì có như thế mới xác định được kiểu dịch chuyển. Cộng thêm với việc nghiên cứu những dấu hiệu khác, nó sẽ cho phép xác định phương dịch chuyển và trong một vài trường hợp, xác định được cả kích thước, nghĩa là biên độ dịch chuyển của đoạn tầng hay đoạn tầng nghịch.

Trong những đoạn tầng và đoạn tầng nghịch lớn, có những đoạn rộng lớn của vỏ Trái đất bị di chuyển tương đối với nhau dưới dạng nêm và khối để sinh ra những miền cao và những vùng trũng, nhưng theo một kiểu mà chúng ta sẽ xét sau, khác với kiểu xảy ra trong vận động tạo nếp (h. 197). Những đứt gãy đó ăn sâu vào trong vỏ Trái đất, và chính macma đã lợi dụng chúng như là những lối thoát dễ dàng nhất để trào ra ngoài mặt. Những khe nứt của các đứt gãy đó được dùng làm lối thoát cho các thể nằm và núi lửa. Khi chứa đầy macma, chúng trở thành những mạch cát của đá hỏa thành. Nhưng, dĩ nhiên, không phải tất cả các khe nứt hình thành trong những biến vị đứt gãy, đều trở thành mạch cá. Đa số vẫn trống rỗng hoặc chứa đầy những vụn đá rơi từ cánh treo và cánh nằm trong quá trình di động của chúng, và tạo thành những loại gọi là đá răm kết cọt sọt (h. 196).

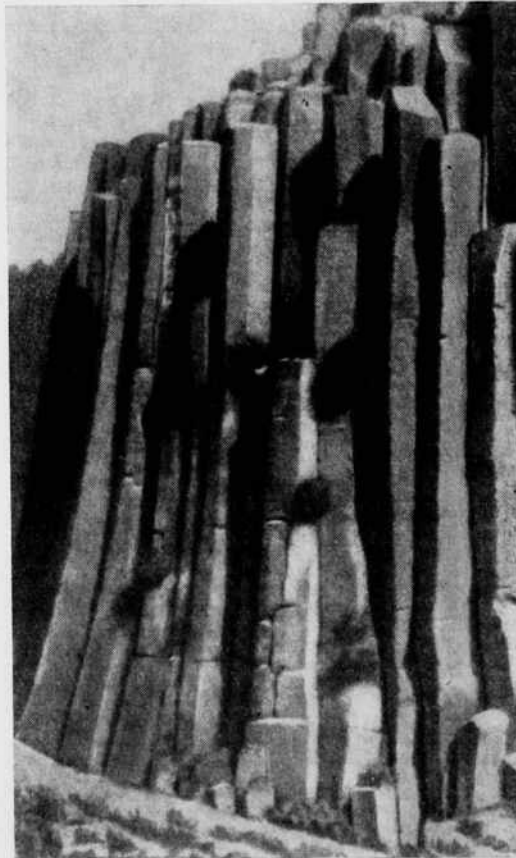
Diaclazo. Thêm vào những khe nứt có liên quan với biến vị uốn nếp và đoạn tầng, chúng ta còn tìm thấy trong đá nhiều khe nứt có nguồn gốc khác. Các khối lỏng chảy trào ra ngoài mặt hay đông cứng trong vỏ Trái đất, lúc đầu đều liên tục, nhưng trong quá trình nguội lạnh chúng co lại, và vì thế nên bị khóa chặt bởi những khe nứt theo nhiều phương khác nhau, một số bị cắt thành những khối lớn, một số thành những cột, một số nữa thì thành những tấm dày hay mỏng. Các đá trầm tích sau khi trầm đọng dưới dạng lớp dày hay mỏng cũng bị biến đổi; chúng ta đã



H. 197 Khe nứt đứt gãy trong lớp móng cổ ở Nam Thụy-diễn phản ánh rõ bởi địa hình
(Ảnh chụp từ máy bay)

biết rằng chúng bị rần lại; thêm vào đó, lúc khô sau khi thoát khỏi nước, chúng cũng bị co rút và nứt nẻ. Những nứt nẻ đó thành tạo trong đá hình khối là kết quả của sự nguội lạnh, và trong đá thành tảng là do kết quả của sự khô, chúng được gọi là khe nứt tách khối hay địa clazơ để phân biệt với những khe nứt sinh ra do sức ép trong quá trình thành tạo nếp uốn, các đoạn tảng và bình đoạn tảng. Trong miền núi chúng ta thường gặp cả hai loại khe nứt đó ở cạnh nhau.

Trong đá hoa cương đồng cứng ở trong vỏ Trái đất, chúng ta thấy có những khe nứt tách khối rất đặc trưng mà người ta gọi là khe nệ m vì chúng làm tách đá hoa cương thành những phần có hình nệm. Hình 198 cho thấy loại khe nứt tách cột rất đẹp và điển hình cho dung nham bazan, nghĩa là một thứ đá phun ra ngoài mặt. Ngoài hai loại khe nứt tách khối đó còn có loại khe nứt tách hộp, trong đó đá bị phân chia bởi ba hệ thống khe nứt thành những hình hộp có dạng khác nhau, khe nứt tách lớp hay phiến trong đó đá bị phá vỡ



H. 198 Những cột bazan ở vùng gần Êrêvan. Lớp phủ Đệ tứ

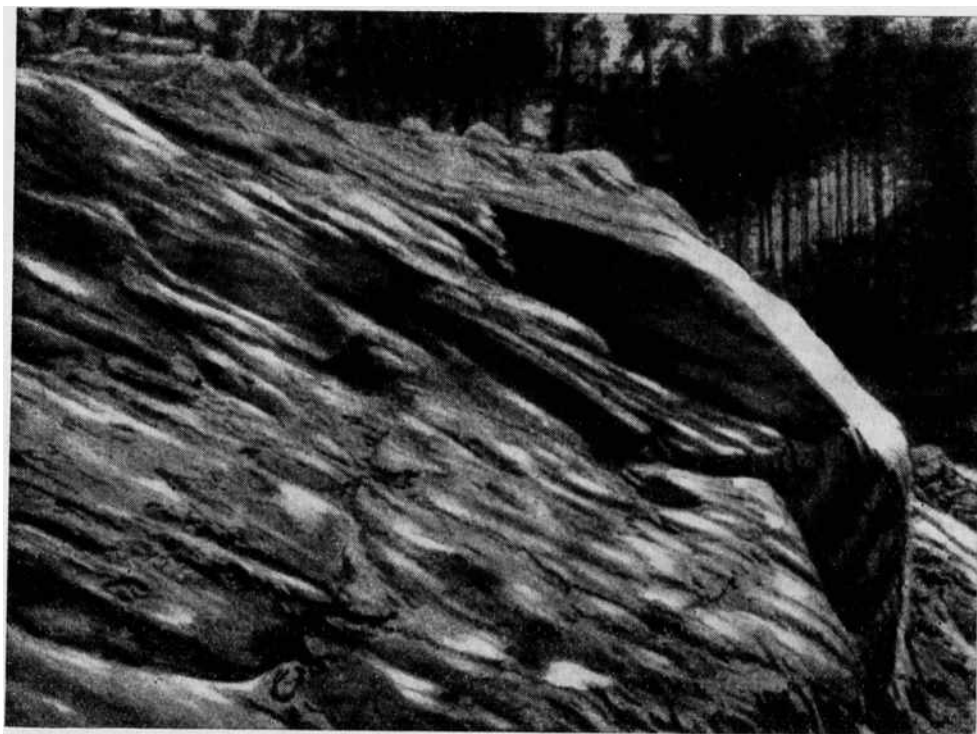
bởi một hệ thống khe nứt thành những lớp hay phiến, và khe nứt tách rời trong đó đá vỡ ra thành những hình cầu có cùng một đường kính.

Ở những bờ sông, bờ biển dốc và trên sườn núi, người ta có thể nom thấy những nếp uốn lớn trong đó cùng một lớp có thể lên cao ở nếp bồi tằm đến hàng trăm mét. Trong nhiều nếp khác người ta có thể thấy các tầng bị vỡ nhàu, vặn xoắn, uốn lượn và trườn lên nhau một cách kỳ lạ như thế nào. Quan sát các đứt gãy cho thấy sự dịch chuyển của các lớp trong cánh treo so với cùng những lớp đó trong cánh nấp (nghĩa là những lớp trước đây liên tục) cũng đạt tới vài trăm mét. Sau khi nghiên cứu những dạng khác nhau của sự dịch chuyển và biên độ của chúng, như vậy giữa là độ lớn của khoảng xô dịch, tất nhiên là chúng ta phải đi đến kết luận rằng: phải có một lực vĩ đại mới gây ra được tất cả những biến động đó đối với tư thế vốn nằm ngang hay hơi nghiêng của các tầng đá của vỏ Trái đất ở đáy một bồn trũng chứa nước. Lẽ tất nhiên là chúng ta muốn biết nguồn gốc của lực đó, nghĩa là nguyên

nhân của những biến vị, tức là của những biến động lớn lao trong cấu trúc của vỏ Trái đất. Chúng ta sẽ xét vấn đề này sau, vì trước hết chúng ta phải biết về những dạng chính của những miền cao sinh ra bởi những biến vị ở ngoài mặt Trái đất.

Hình dạng núi rất khác nhau. Ở một vài nơi, lực của những vận động ngầm dưới đất chỉ hơi làm dâng những lớp đá và làm chúng nổi lên như là một hay nhiều gò dài và rộng, cách biệt nhau bởi những khoảng xen giữa dưới dạng thung lũng. Ở những nơi khác, lực đó hoạt động trong một thời gian dài hơn, các gò nổi lên cao hơn, sườn của chúng dốc hơn. Nhưng phần nhiều nó không dừng lại ở việc tạo nên những nếp đều đặn và êm đềm đó, thí dụ điển hình là dãy núi Jura ở Thụy-sĩ.

Sức ép rất mạnh, các nếp tiếp tục dâng lên cao hơn, chòem lên nhau (h. 199), đổ nhào vào nhau và vỡ gãy, trong khi đó dọc theo những khe nứt, có những khối lỏng chảy trào lên từ lòng Trái đất, lấp đầy những chỗ hổng thường sót lại trong lõi của các nếp, rồi đông cứng lại trong các chỗ hổng đó hoặc trào ra ngoài mặt để tạo thành những núi lửa và những lớp dung nham.



H. 199 Mặt đoạn tầng chòem nghịch trên sa thạch. Lauzit, Höhenxten, Đức

Chính do những biểu hiện khác nhau đó của các lực tạo núi trên Trái đất, mà chúng ta gặp được những dạng khác nhau của các dãy núi, từ những dạng đơn giản nhất đến những dạng phức tạp nhất. Dạng đơn giản nhất là một dải rộng và phẳng, biểu thị một nếp uốn cá biệt và nom giống một khối phồng hay đôi dải hoặc nhiều hoặc ít nổi lên trên mặt đất. Nếu chúng ta theo dõi thứ đối này trên suốt chiều dài của nó, chúng ta sẽ thấy nó hạ thấp về phía hai đầu và nổi tiếp dần với đồng



H. 200 Nếp uốn cong (trên mặt phẳng)

bằng chung quanh, bề cao lớn nhất của nó nằm ở chính giữa. Hơn nữa, chúng ta sẽ nhận thấy rằng các đôi dải hơn ít khi chạy thẳng, mà hai đoạn đầu thường cong về một phía nom như một cái cung dẹt. Đó là đặc tính chung của các nếp uốn; ở phần giữa là nơi mà áp suất cao nhất, nếp uốn dâng lên cao hơn và đồng thời chuyển động tiến về phía trước theo hướng của sức ép cũng lớn nhất, trong khi đó thì hai đầu, là nơi mà sức ép yếu hơn lại chuyển dịch chậm hơn. Như vậy hình cung của nếp uốn cho thấy rõ lực đã hoạt động ở chỗ nào, nghĩa là chính ở phía lõm của vòng cung (h. 200). Các nếp uốn khác uốn cong queo trên mặt phẳng, lúc thì cong về phía này, lúc lại cong sang phía kia.

Nếu sức ép không ngừng lại sau khi nếp thứ nhất đã hình thành, thì sẽ có thêm những nếp thứ nhì, thứ ba và thứ tư. Hình dạng cuối cùng của các núi đó sẽ là những khối phồng tương đối cao, có sườn dốc, nằm kề tiếp gần nhau và hơi cong thành hình cung. Chính ở các miền cao chúng ta thường thấy không phải chỉ một mà có nhiều dải núi, dải nọ sau dải kia, dải lớn nhất hoặc nằm ở giữa hoặc ở ngoài rìa. Các thung lũng, gọi là t h u n g l ũ n g d o c, nằm xen vào giữa chúng.

Khi sức ép rất cao và những nếp uốn chồm lên nhau thì các dải đó ở đôi chỗ có thể nối liền nhau và lúc đó rất khó mà phân biệt chúng, đặc biệt nếu lại có thêm những đứt gãy và những chỗ lộ của đá phún xuất. Các đứt gãy và phún xuất thường hay xảy ra ở phía lõm của vòng cung thuộc nếp uốn rìa, trong khi ở phía lồi thường có thể thấy nhiều nếp uốn đảo lộn, nếp nằm chồm lên nhau, và cả những nếp uốn đoạn tầng chồm nghịch rất lớn.

Như vậy, bây giờ chúng ta có thể phân biệt: 1) những d ả i n ú i đ o n g i ả n gồm có một nếp uốn; 2) những d ả i n ú i p h ứ c t ậ p có nhiều nếp uốn bị phân cách ít hay nhiều với những thung lũng dọc và 3) x ứ n ú i trong đó các nếp uốn kề tiếp sát nhau, bề rộng toàn bộ của tất cả các nếp uốn chỉ hơi kém hơn chiều dài một chút, trong khi đó ở những dải núi thì bao giờ chiều dài cũng lớn hơn chiều rộng gấp nhiều lần (h. 201).

Phần lớn những núi trên Trái đất hoặc là những dải phức tạp hoặc là x ứ n ú i, thí dụ như các dãy Uran, Côcazo, Antai, Thiên-sơn, Anpơ Thụy-sỹ, Himalaya,

Andơ ở Nam Mỹ và Cocdilie ở Bắc Mỹ. Bạn hãy nhìn qua trên bản đồ thì sẽ thấy nhiều dãy núi kéo dài hàng trăm kilômet qua các lục địa và hết thấy đều hơi cong. Phía lõm của dãy Anpơ nhìn về phương Nam, tức là nhìn về phía nước Ý, còn phía lõm của dãy Cacpat nhìn về phương Tây tức là nước Hungari; các dãy Antai, Thiên-sơn và Himalaya đều có cạnh lõm nhìn về phía Bắc, trong khi các dãy Côcazơ, Uran và Andơ có hai vòng cung. Rõ ràng là các lực sinh ra những núi đá này đã hoạt động theo những phương khác nhau ở những miền khác nhau. Chúng ta cũng sẽ nhìn thấy trên bản đồ là có nhiều núi nối liền nhau thành dãy dài: dãy Cocdilie nối liền với dãy Andơ và chạy qua hai lục địa. Dãy Anpơ một mặt nối với dãy Cacpat và dãy Bancăn, còn mặt kia thì nối với dãy Apênin; dãy Thiên-sơn nối với dãy Antai ở phía Bắc, và với dãy Pamia ở phía Nam, và nhờ dãy sau này làm trung gian mà liên hệ cả với dãy Himalaya và những núi ở Iran và Trung-quốc. Chúng ta sẽ thấy rằng: những dãy núi chính dài nhất và cao nhất, không phải là những chỗ phồng cá biệt và bất ngờ ở trên mặt Trái đất, mà sự phân bố của chúng cũng bị chi phối bởi một qui luật chung nào đó và chúng thường tạo thành những dải lớn.



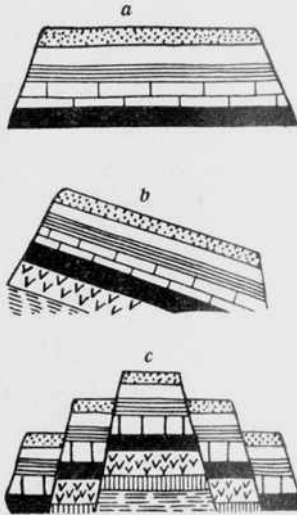
H. 201 Lát cắt của một miền núi uốn nếp sau khi bị xói mòn. Các đường chấm chỉ rõ những nếp yên trong không khí, nghĩa là những phần bị xói mòn của các yên

Ngoài ra, chúng ta cũng thấy có những núi cá biệt, những miền cao riêng lẻ, những dải núi ngắn và những xứ núi nhỏ, thí dụ như các núi ở Anh, Pháp và Đức ở châu Âu, những núi ở Bắc Xibêri, Arabi, và Ấn-độ ở châu Á, những núi ở châu Phi và Brêzín (Nam Mỹ), dãy Alêganit ở Bắc Mỹ và những núi ở châu Úc.

Núi biển vị và núi lửa. Việc nghiên cứu những núi riêng biệt đó cho thấy rằng một số là những phần còn lại của những dải núi dài rất cổ đã bị vỡ nhỏ và đã bị phá hủy một phần; thí dụ, các núi ở Anh có một thời đã có liên quan với những núi ở Bỉ, Pháp và Đức, trong khi đó thì những núi của đảo Đát Mới đã từng là phần kéo dài của dãy Uran ở gần Bắc-băng-dương.

Có những núi khác lại là tiêu biểu cho một kiểu núi lửa hay núi đoạn tầng chứ không phải là núi uốn nếp; các núi ở Ấn-độ và ở Xibêri giữa các sông Yênixêi và Lêna, và một số núi ở châu Phi được tạo thành bằng những lớp dung nham phun ra từ các khe nứt và lan tràn trên những diện tích rộng lớn. Chúng thường có bề mặt bằng và được gọi là b ì n h s o n n g u y ê n.

Những chỗ vỡ nứt lớn của vỏ Trái đất có những đoạn tăng kèm theo cùng với những diện tích rộng lớn sụt xuống hay trôi lên nằm giữa những khe nứt, cũng tạo nên những bình sơn nguyên, tức là những miền cao hình mặt bàn có chiều cao nhiều hay ít và có chiều dài và rộng khác nhau.



H. 202 Bình sơn nguyên — địa lũy:
a — thẳng; b — xiên; c — thành bậc

Một bên bờ của những diện tích đó có khi dâng cao hơn bờ kia và khi đó cao nguyên bị dốc nghiêng về bên này hay bên kia. Những diện tích lân cận bị phân cách bởi những khe nứt thường hay dâng lên theo những độ cao khác nhau và lúc đó bình sơn nguyên gồm nhiều bậc nom tựa những bậc thang không lồ. Ở châu Phi chúng ta gặp những thí dụ về các bình sơn nguyên lớn và nhỏ do những đoạn tăng tạo nên và gồm những lớp ngang hoặc hơi nghiêng.

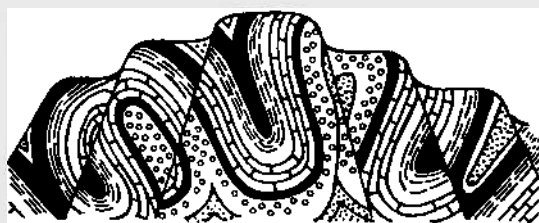
Những miền cao bằng phẳng đó dâng lên giữa hai đứt gãy thì gọi là địa lũy, còn những hồ lõm tức là những thung lũng hình thành bởi sự sụt xuống của mặt đất giữa hai đứt gãy được gọi là địa hào. Như đã nói ở trên, một địa lũy có thể nghiêng hoặc chỉ có một bên nếu đứt gãy chỉ xảy ra ở một bên; nó cũng có thể thành bậc nếu những đứt gãy và những bộ phận của vỏ Trái đất được dâng lên đến những độ cao khác nhau (h. 202). Bờ của địa lũy đều đã bị nước xói mòn và đã bị đục khoét thành những mương xói và ngay cả

những hẻm vực, còn những địa lũy cổ thì đã bị cắt thành những quả núi trên toàn bộ khối địa lũy.

Những đứt gãy lớn của vỏ Trái đất thường xảy ra ở những chỗ mà biên vị uốn nếp đã tạo nên những dãy núi hay những miền đất cao mà chúng ta sẽ thấy, về sau nó đều bị phá hoại bởi tác dụng xói mòn. Trong trường hợp này, những diện tích riêng biệt giữa các đứt gãy không phải gồm những lớp không biên vị, nghĩa là nằm ngang, như trong những thí dụ trên, mà lại có cấu trúc phức tạp tạo thành bởi những nếp uốn thuộc những kiểu khác nhau — thẳng, nghiêng, đảo lộn và có phương hướng khác nhau. Kết quả là chúng ta có những bình sơn nguyên và xứ núi dưới dạng địa lũy có cấu trúc phức tạp. Có rất nhiều những loại núi như vậy ở trên Trái đất. Các dãy Uran, Thiên-sơn, Antai và Xaian ở Liên-xô, dãy núi Đá ở Bắc Mỹ và nhiều dãy khác đều thuộc kiểu này (h. 203).

Nhưng trong những núi uốn nếp chính thức, các biên vị đứt gãy phát triển đồng thời với những biên vị uốn nếp hoặc xảy ra sau, đều là hiện tượng phổ biến. Chúng

ta cũng đã biết về nếp uốn đoạn tầng nghịch; trong một sò dãy núi, những đoạn tầng nghịch đó không phải cắt qua những nếp uốn riêng biệt mà qua hàng loạt những nếp uốn, làm chúng xô lệch với nhau. Dãy Cócaxơ, mà một phần được minh họa trên lát cắt hình 204, là một thí dụ về những thứ núi này, trong đó kiểu uốn nếp là chủ yếu, nhưng thầy phát triển mạnh mẽ những đoạn tầng nghịch.



H. 203 Lát cắt miền núi uốn nếp đứt khối biểu thị một địa lũy thành bậc

Thực hiện nhiên, vị trí ban đầu của các tầng lớp là những lớp đá trẻ nằm trên, những lớp đá già nằm dưới. Nhưng trong tình trạng uốn nếp thì hay có hiện tượng đảo ngược; trong một nếp uốn đảo lộn hay nằm, các tầng tạo thành phần trong, nghĩa là phần lõi, tất nhiên là già hơn những tầng lớp nằm ở hai bên cánh, tuy rằng có khi chúng nằm cao hơn những lớp đó trong cánh nằm. Nếu cánh trên bị phá hủy

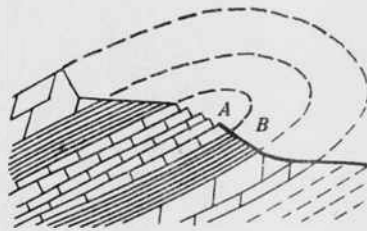


H. 204 Lát cắt sườn Bắc của dãy Cócaxơ chính từ khe Đaryan đến thành phố Ôcjônikitxê

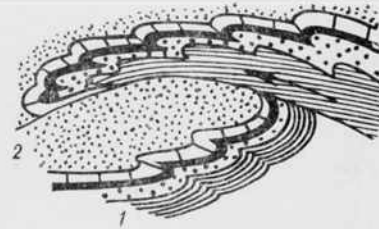
bởi tác dụng xói mòn, chúng ta sẽ thấy một quan hệ không bình thường của vị trí các lớp, nghĩa là những lớp già (A) nằm ở trên và những lớp trẻ hơn (B) nằm ở dưới (h. 205). Còn có những biến vị phức tạp hơn có thể xảy ra trong những nếp uốn đảo lộn mạnh (cho đến thành nằm) dưới sức ép của tác dụng tạo núi phức tạp hơn. Nếp đó tiếp tục vận động tiền lên, bị toàn khối của nếp bồi tà ép lên nếp hướng tà nằm dưới, các lớp trong cánh nằm càng kéo dài thêm và cuối cùng bị đứt ra, nếp bồi tà lúc đó không có cánh nằm nên có thể trượt dễ dàng trên lõi của nếp hướng tà. Kết quả là cánh trên của nếp bồi tà tạo thành một n ề p t á i, trong đó, các đá cổ nhất của lõi bồi tà (1) nằm trên lõi nếp hướng tà trẻ nhất (2) (h. 206). Thứ nếp tái như vậy được gặp trong dãy Anpơ ở Thụy-sỹ, ở Scandinavia, ở Sôtlan và

nhiều nơi khác. Phần tách rời ở bên trên của nếp uốn nằm có thể di chuyển trên khoảng nhiều kilômét và theo một số bác học thì nó có thể trượt được hàng mấy chục kilômét.

Như vậy, tùy theo cách thức thành tạo, các núi trên Trái đất thuộc về hai kiểu cơ bản: a) núi thành tạo do biến vị, và b) núi có nguồn gốc núi lửa. Tuy



H. 205 Nếp uốn đảo lộn bị xói mòn



H. 206 Sự phát triển của nếp tái từ một nếp nằm

nhiên, ta không thể nghĩ rằng không có đá hóa thành trong những núi thuộc kiểu thứ nhất. Macma xâm nhập vào lõi của những nếp uốn đang hình thành ở tất cả những chỗ có biến vị mạnh và như vậy là đá hóa thành cũng có mặt trong kiểu núi này, đặc biệt là ở những núi đá bị xói mòn sâu. Sau khi thành tạo những nếp uốn, thường bắt đầu có những đợt phun xuất ở trong miền núi đó vì macma trào từ bên trong vỏ Trái đất ra và do đó cả hai loại đá xâm nhập và phun xuất thường thấy có nhiều trong các núi thuộc kiểu biến vị. Tuy nhiên, những núi lửa đều toàn bộ gồm có đá phun xuất tức là dung nham và tuf.

Các loại núi biến vị. Những núi biến vị có thể chia thành những loại như sau tùy theo dạng biến vị:

1. Núi uốn nếp chủ yếu thành tạo bởi những nếp uốn, nếu đem so với chúng thì các đoạn tầng và những hiện tượng đoạn tầng chồm nghịch giữ phần không quan trọng, tuy rằng hầu như bao giờ cũng có mặt. Dãy núi Jura ở Thụy-sỹ cho ta một thí dụ về những núi uốn nếp đơn giản nhất (h. 201).

2. Núi uốn nếp đoạn tầng nghịch trong đó các nếp uốn trở thành rất phức tạp do có những đoạn tầng nghịch và đoạn tầng chồm nghịch xảy ra đồng thời và sau uốn nếp. Kiểu này rất phổ biến. Dãy Uran và Côcazơ là những núi thuộc kiểu này ở Liên-xô (h. 204).

3. Núi nếp phủ chủ yếu gồm những nếp uốn nằm, biến thành những nếp tái. Dãy Anpơ ở Thụy-sỹ được coi là thí dụ tốt nhất của kiểu này.

4. Núi hình khối chỉ do những đứt gãy đã chia cắt vỏ Trái đất thành những khối riêng biệt tạo nên; trong khối đó các lớp đều nằm ngang hay hơi nghiêng

về một phía. Thường là những bình sơn nguyên và thây đặc biệt phổ biến ở châu Phi. Ở Liên-xô cao nguyên Ut-Uc giữa biển Caxpien và biển Aran, và bình sơn nguyên Ufa ở dãy Uran (h. 202) đều thuộc kiểu này.

5. Núi đ o ạ n t ấ n g u ồ n n ề p cũng chủ yếu do đứt gãy sinh ra, nhưng các khối cá biệt hơi uốn nếp hay cong; các nếp uốn bị đứt gãy ngay trong quá trình thành tạo. Những loại núi này gặp thây ở phần trung và Tây-Bắc nước Đức.

6. Núi u ồ n n ề p đứt khối có đặc trưng là sau đợt uốn nếp mạnh nhiều hay ít, trong đó có cả hiện tượng nếp tái, chúng bị xói mòn sâu sắc; sau đó những đứt gãy làm chúng tách vỡ thành những khối riêng biệt, nhưng vẫn giữ được tính chất uốn nếp ban đầu. Đó là những núi ở châu Á, tức là dãy Antai, Xaian, Thiên-sơn và dãy Xtanóvôi (h. 203).

Tất cả những loại đó đều được liên hệ bằng những dạng chuyển tiếp.

Sự phá hủy và sự biến mất của các núi. Một người không có một kiến thức nào về địa chất, sẽ tự hỏi: núi gồm những đá cứng như thế thì có thể bị phá hủy được không? Lẽ nào chúng chẳng có thể đứng y nguyên hàng ngàn và hàng trăm ngàn năm như hết trạng thái mà tự nhiên đã sinh ra chúng lúc đầu? Chính là chúng ta thây những di tích tàn phá của những lâu đài và những tháp cổ trên những đỉnh núi, trên những khối đá riêng biệt. Những kiến trúc do người xây dựng nhiều thế kỷ trước đây đến nay đã bị suy tàn, nhưng những đá ở dưới vẫn còn nguyên. Nó vẫn ở đó trước khi người ta đến xây dựng, ngày nay nó vẫn ở đó, và sao nó chẳng vẫn cứ ở đó, như người ta thường nói, cho đến lúc «tận thế».

Vậy mà các núi cũng bị phá hủy và phá đến tận gốc. Có những nơi đã từng lúc có núi cao, thế mà ngày nay chúng ta thường chỉ còn nom thây có đồi và có khi chỉ còn có một bề mặt bằng phẳng. Trước đây có những núi cao ở miền Ucraina — Crivói Rôg và trong bốn trũng Đônnet, nhưng ngày nay chúng ta chỉ thây một đồng bằng lượn sóng với những gò phẳng. Những đồng bằng và đồi nhỏ của miền Cazaxtan là tất cả những di tích còn lại của những dãy núi đã từng có ở miền này. Có lúc dãy Uran còn cao hơn bây giờ nhiều và suốt chiều rộng của nó đều là những dãy núi chạy thành nhiều hàng từ Bắc-băng-dương cho đến gần biển Caxpien ngày nay nó chỉ còn có những dải thấp và những đồi ở phía Đông đường chia nước và chuyển tiếp một cách không thây rõ sang miền đất thấp Tây Xibêri.

Sau khi đọc xong những chương đầu của cuốn sách này, bạn đọc không còn ngờ vực rằng núi có thể bị phá hủy. Bạn đó đã biết công việc làm không mệt mỏi của nước chảy, biết nó xói mòn các lớp đá của vỏ Trái đất như thế nào, nó được ngầm dưới đất trợ giúp như thế nào, biết rõ khi băng hà trườn xuống phía dưới các thung lũng đã bào lòng và lôi cuốn những vật vụn rơi từ sườn núi là nơi mà tác dụng phong hóa đá không ngừng phá đá như thế nào. Tất cả những tác nhân địa chất này đều hoạt động đêm ngày để phá nhẵn tất cả những chỗ mập mạp của vỏ Trái đất, nhằm biến chúng thành những đồng bằng không cao hơn mặt biển mấy, khiến cho nước mưa

sẽ tích lũy tại chỗ chứ không chảy xuống thấp, vì ở chỗ nào nước còn chảy thì nước còn hoạt động.

Mỗi nếp uốn của đá sinh ra bởi sức ép bên, lúc đầu là một chỗ phồng rộng và thấp hoặc cao và dốc, kéo dài hoặc nhiều hoặc ít ở trên mặt Trái đất. Các đứt gãy dọc có thể xảy ra trong những nếp uốn dốc hơn nhất là bị đảo lộn, dọc theo bản lề của chỗ phồng đó, nếu những lớp trên không thể chịu được sức ép và bị vỡ nứt. Những bình sơn nguyên do đoạn tầng sinh ra thoạt đầu là những khối rộng hay hẹp, cao hay thấp, có sườn dốc, có mặt bằng, thường có những bậc ở một bên hay cả hai bên. Các bình sơn nguyên thành tạo bởi những phun xuất núi lửa theo khe nứt, nghĩa là những lớp dung nham, cũng có bề ngoài như vậy. Do đó, tất cả các núi, khi chúng được tạo nên bởi những lực tạo núi, đều không có tính chất đa dạng về hình ngoài, và hình dạng nặng nề đơn điệu của chúng tất nom phải chán ngán đối với người quan sát. Chỉ có những núi lửa chắt lên bằng những dòng dung nham, những vụn và tro là còn có hình dạng khác làm giảm tính chất đơn điệu của các miền núi của vỏ Trái đất.

Tất cả những cái đẹp và tính đa dạng của phong cảnh miền núi đều do những lực phá hoại gây ra, chúng ta đã rõ tác dụng của chúng. Những lực phá hoại đó bắt đầu có tác dụng ngay khi các lực tạo tác bước vào hoạt động, vì nếp uốn và đoạn tầng hình thành rất chậm. Ngay từ lúc một nếp uốn hay một bờ đoạn tầng bắt đầu lộ chút ít lên trên đồng bằng là lập tức chúng chịu tác dụng của nóng và lạnh, mưa và tuyết, gió và thực vật. Ngày nọ sang ngày kia, năm này qua năm khác, và cứ như vậy hàng bao nhiêu thế kỷ, các lực đó gặm nhấm, đào bới, nghiền vụn và ăn mòn những sông đẹt của các nếp uốn và những vách đứng của các đoạn tầng trong khi gió thổi bay và mưa xối rửa tất cả những thứ gì mà các kẻ trợ giúp chúng đã chuẩn bị sẵn. Dần dần từng ít một, các cạnh của nếp uốn và những vách đứng của các đoạn tầng đều bị những luồng rãnh khía cắt; các luồng này mở rộng và ăn sâu thành khe, khe mở rộng thành mương xói, các mương lớn lên, phân nhánh và biến thành thung lũng hay hẻm vực. Các sông của các nếp uốn và những rìa của các đoạn tầng trở thành có hình răng cưa, và những khối đá khác nhau, những tháp, những vách và những đồng đá lộ xuất hiện.

Sự thật là không phải tất cả các đá đều chịu một cách đồng đều tác dụng phong hóa, nên đã sinh ra tính đa dạng của các loại hình. Dĩ nhiên là những lực phá hoại hoạt động được tốt và nhanh trong những đá yếu dễ vỡ thành nhiều mảnh, hoặc dễ hòa tan trong nước. Khi đã tàn công được một trong những lớp đó hay hàng loạt những lớp đó, các lực phá hoại sẽ cắt sâu vào trong chúng với tốc độ đặc biệt nhanh, trong khi những đá ở bên cạnh cứng rắn hơn vẫn giữ được tư thế lập thành những vách, tháp và khối đá tuy cũng bị phân hủy nhưng chậm hơn.

Ở trên những núi cao, mà đỉnh và sông núi vượt cao hơn đường mọc cây còi, thì sức phá hoại của nước được trợ giúp bởi tác dụng phong hóa của băng giá,

tuyết và nước đá. Các khối đá và sông núi vỡ ra thành mảnh và đá dăm, trọng lực và các trận tuyết lở vào mùa đông làm chúng rơi xuống thấp và băng hà mang chúng đi xa.

Các lực khác nhau đã tác dụng như vậy để phá hoại các núi, và sau nhiều nghìn năm dưới tác dụng đó, các nếp uốn ban đầu đơn điệu và khó nhìn, những bình sơn nguyên bằng phẳng đã biến thành những miền núi đẹp và muôn hình muôn vẻ, với những dãy núi răng cưa, nơi những khối đá ngoạn mục, những vách dựng đứng, những sườn dốc, những đồng đá lở, những bãi đá tảng và đá dăm, những thung lũng rộng và hẹp, những khe hẻm, những thác nước, những cuông lưu và băng hà. Vẻ đẹp và tính muôn hình vô tận của các núi đã được hoàn thiện, tạo nên bởi hoạt động chậm chạp, nhưng không mỏi mệt của những lực vô hình; các nếp uốn miền núi và các bình sơn nguyên ngày trước càng dâng cao bao nhiêu, sườn của chúng càng dốc và tính đa dạng của các đá tạo nên chúng càng lớn, thì vẻ đẹp muôn hình và màu sắc của chúng mà chúng ta nhìn thấy ngày nay lại càng phong phú bấy nhiêu. Những nếp uốn phẳng và thấp thì ít đa dạng hơn và những đá đồng điệu cũng sẽ sinh ra những dạng đồng điệu.

Vẻ đẹp và tính đa dạng của các núi cũng phần nào phụ thuộc vào vị trí, hoặc chúng ở đới lạnh miền Bắc hay chúng nằm ở đới nóng miền Nam của Trái đất, vì hoạt động của các lực phá hoại cũng phụ thuộc vào khí hậu của một miền, nghĩa là vào lượng mưa và sự phân bố của mưa, vào số ngày nóng và lạnh, vào mức độ nóng và băng giá, vào lượng mây v. v...

Các núi miền Bắc là nơi mùa đông kéo dài quá nhiều, mùa hạ quá ngắn và ẩm, nên không được đẹp lắm; vào mùa đông các lực phá hoại nằm ngủ yên dưới lớp áo tuyết dày và chỉ có những tảng đá cá biệt nhô lên khỏi tuyết là còn chịu tác dụng phong hóa; nhưng nước là một trong những tác nhân phá hoại chính, lại không hoạt động nhiều tháng trong năm, hoặc chỉ hoạt động ít trong các lòng sông dưới lớp băng. Và độ ẩm lớn nên các sườn núi được bao bọc bởi một lớp rừng rậm và một lớp thảm rêu cũng đều làm chậm hoạt động của một phần những lực phá hủy. Các thung lũng trở nên rất lầy hoặc bị phủ cây bụi, và sông ngòi nhận được ít vật liệu để mang đi. Toàn bộ tiến trình phong hóa đều bị chậm, những khối đá, vách đá rất ít, và hầu như không có gì để cho gió, mặt trời và băng giá tác động đến.

Chỉ có ở miền Bắc xa xôi, trong phạm vi vòng Bắc-cực là nơi hiểm thực vật, các núi cao lại mới có vẻ đẹp, nhưng vẻ đẹp đó cũng có phần đơn điệu. Thường thấy những dãy núi sắc cạnh hay những khối đá lộ lên khỏi lớp tuyết dày và lớp băng, và các vách đá dựng đứng không phủ tuyết nom đen ngòm. Băng giá và gió thay nhau tấn công vào các dãy đó, vào các vách đá và sườn núi trong suốt cả mùa đông dài, mùa xuân và mùa thu; mặt trời và nước hoạt động vào mùa hạ ngắn ngủi, và chỉ có tuyết và nước đá là hoạt động trên phần còn lại của diện tích. Có thể so sánh những quả núi của miền cực Bắc đó với các phần cao nhất của các núi cao nổi lên trên nơi

có mùa đông vĩnh cửu ngự trị, ở những đới khác trên Trái đất. Ở cả hai nơi này, các lực lượng phá hoại đều giống nhau và hoạt động như nhau.

Ở miền Nam, nơi mà các chân núi ở vào vùng có khí hậu nóng và ẩm, còn các ngọn núi đều mang một vòng tuyết, ta mới thấy nổi bật vẻ đẹp và tính muôn hình muôn vẻ của các núi, vì ở đây các lực phá hoại đều hoạt động có kết quả hơn cả.

Nhưng các núi cao vùng sa mạc cũng rất đẹp, dù rằng vẻ đẹp này có hơi đặc biệt. Ở đây, hầu như từ đỉnh xuống đến chân núi là nơi ngự trị của đá trơ trụi, ở chỗ nào cũng thấy những vách đá, những dãy núi và những đồng đá lờ; các sườn thoải thường có cỏ và cây bụi cằn cỗi, trong khi đó ở đáy thung lũng gần những nguồn nước hiếm hoi thấy mọc được những lùm cây, bụi cây và vài khóm lau sậy khẳng khiu, khiến khách đi đường cũng tạm tìm được chỗ nghỉ chân và cho súc vật ăn uống. Nhưng các núi này có hình dạng rất khác nhau và bị khía cắt rất sâu; ở đây các lực ra công phá hoại, nhưng cũng không hoàn toàn như nhau. Ở chỗ này, vì quá hiếm khí ẩm và cây cối, nên tác dụng phong hóa đá do cây cối và nước thấm xuống đất rất yếu. Nhưng trái lại, nhiệt và băng giá cũng như gió thường hay thổi trong các sa mạc, lại có thể hoạt động với toàn năng suất trên những sườn hầu như trơ trụi từ đỉnh núi xuống đến chân núi. Gió bắt đầu thổi cùng với những tia sáng đầu tiên của mặt trời trở nên mỗi lúc mỗi mạnh hơn trong suốt ban ngày và chỉ lặng đi sau buổi hoàng hôn. Gió quét sạch mọi vật liệu đã được nhiệt độ chuẩn bị sẵn trên sườn núi vào lúc ban ngày và được khí lạnh tiếp tục vào ban đêm. Ở đây ít khi mưa, nhưng hễ mưa thì mưa rào. Từ những vách và sườn núi trơ trụi, ít khi được cây cối che chở, nước mưa rứa xối tạt cả mọi thứ mà gió chưa đủ thì giờ hoặc không thể bốc đi được. Những dòng nước bản giận dữ chảy ào ào trong các mương xói và thung lũng, là những nơi thường khi hàng tháng không có lấy một giọt nước; chúng đi chuyên các hòn đá, làm bật rễ các cây bụi và để chúng trầm đọng trên khắp các đồng bằng ở gần chân núi, vì ở đó nước chảy tản rộng và mất sức.

Với khí hậu nóng và ẩm của các miền nhiệt đới, núi non lại có vẻ khác. Chúng bị rừng cây phủ kín từ đỉnh đến chân và người ta không tài nào len lỏi đi qua được, nếu không có một chiếc riu. Tầng đá và vách đá hiểm thẳm và bị lấp dưới cây cối; đá tránh được tác dụng của nóng và lạnh, nhưng các cây cỏ và độ ẩm lớn lại hoạt động mạnh hơn, đất bị bão hòa ẩm đến nỗi ở dưới sâu hàng mấy mét, đá cũng bị hoàn toàn hủy hoại và biến thành latêrit, tức là một thứ đá sét đỏ chứa nhiều hydrôxit sắt và nhôm.

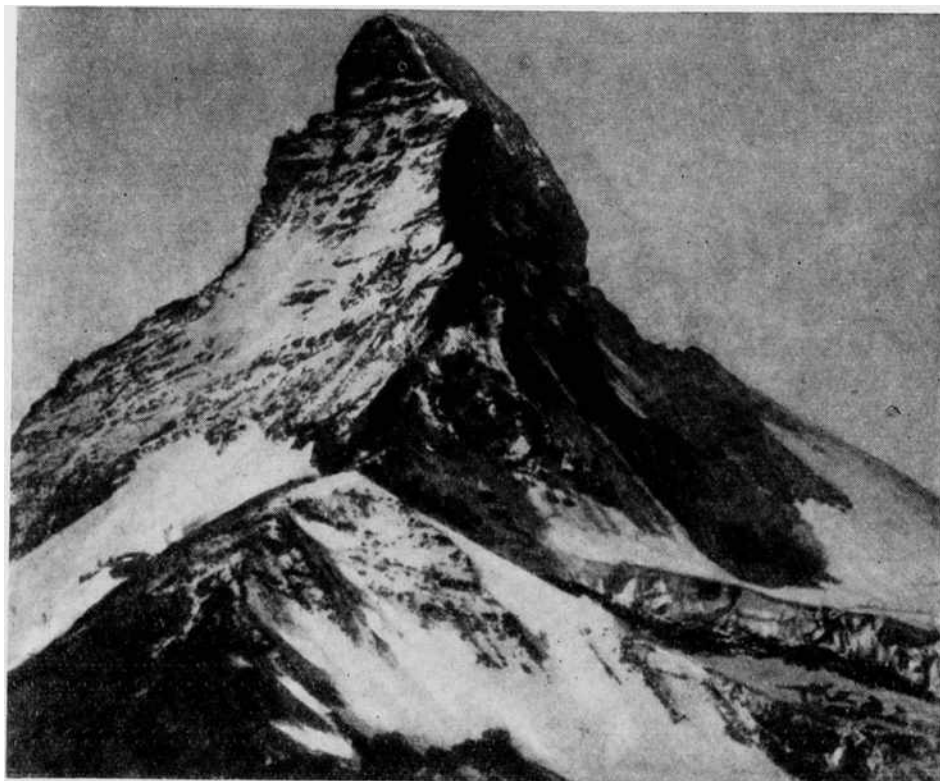
Như vậy hoạt động phá hoại của tự nhiên biến thiên theo khí hậu của miền có núi. Nhưng không có một nơi nào trên Trái đất mà các lực đó lại không phá hoại núi.

Thực rõ ràng là từ các nếp uốn miền núi đơn điệu, từ những diện tích bằng phẳng của các đoạn tầng và từ các cầu trúc núi lửa, các lực phá hoại của tự nhiên đã tạo thành những dãy núi đa dạng và đẹp đẽ. Nhưng công việc của chúng không phải

chỉ có sáng tạo những vẻ đẹp của tự nhiên; vẻ đẹp của núi non chỉ là nhân tiện và tạm thời thôi.

Mục tiêu của các lực phá hoại là hoàn toàn san phẳng các núi. Chúng nhằm bào trụi tất cả các dải núi răng cưa, các ngọn núi nhọn và các vách đá dốc đứng, làm cho chúng trở nên bằng phẳng và biến khỏi bề mặt Trái đất. Và chúng không thể ngừng, chừng nào còn một quả đồi cô độc hay một tảng đá nhô lên; chúng phải phá hủy tất cả, khiến cho các tia nắng không còn dội vào một khối đá nào, khiến cho nước mưa không còn phải rửa trôi một hạt cát nào và khiến cho gió tha hồ tung hoành không còn vật gì cản trở nữa. Và sớm muộn, tùy theo độ cao của núi và độ cứng của đá, các tác nhân phá hoại sẽ đạt mục đích và các dãy núi tráng lệ sẽ biến mất khỏi mặt Trái đất.

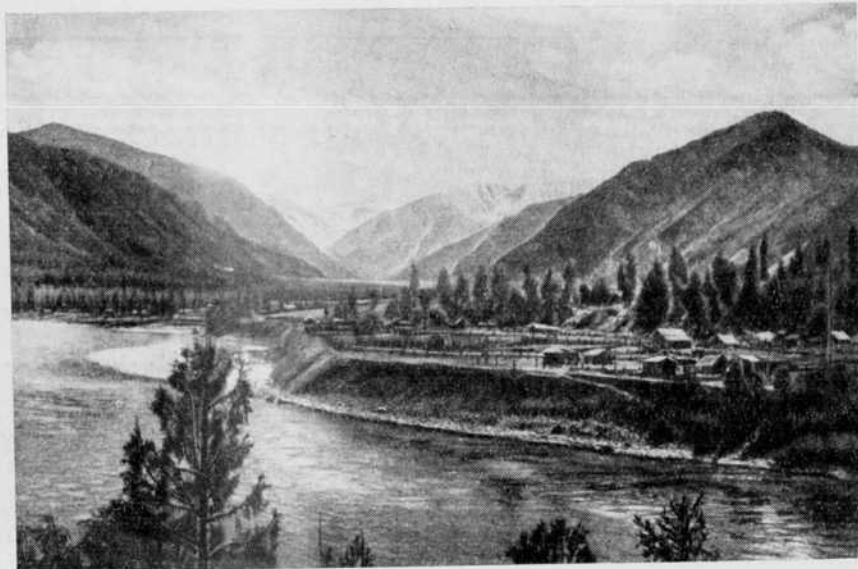
Nếu chúng ta so sánh các dãy núi khác nhau trên Trái đất với nhau, chúng ta sẽ thấy không phải hết thấy đều cao như nhau và đều có hình ngoài giống nhau. Ở một số chỗ, chúng ta thấy những núi cao và đẹp như dãy Antai, dãy Côcazo và dãy Anpơ



H. 207 Dạng núi kiểu Anpi trong miền ôn đới. Núi Matechóc, Anpơ Thụy-sỹ



H. 208 Địa hình Anpi. Đỉnh núi Bêlukha và hồ băng tích trên đèo Berenxky, Antai

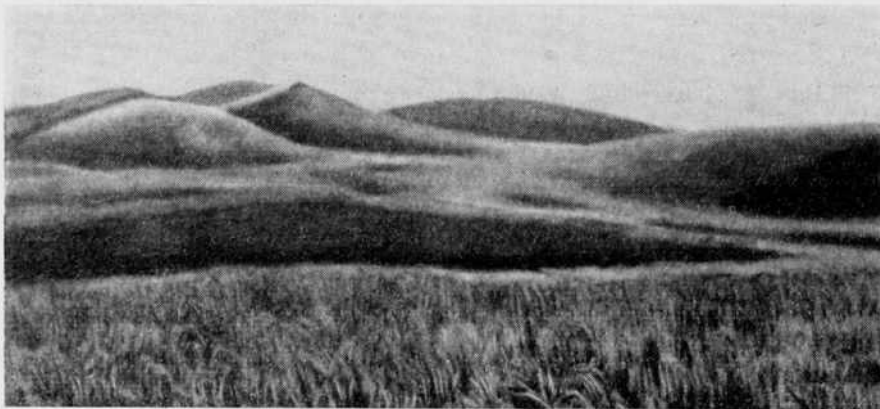


H. 209 Núi cao vừa. Thung lũng sông Yênixêi phía dưới Ghênh Lớn

Thụy-sỹ với những khe hẻm sâu và hẹp, những ngọn nhọn đầu và những dải sắc cạnh, với sườn núi đá dốc; nói tóm lại, đó là những núi mà người ta thường gọi chung là Anpơ hay kiê-u Anpi (h. 207 và 208), vì chúng đều giống với dãy Anpơ Thụy-sỹ là dãy núi được nghiên cứu kỹ lần đầu tiên và do đó dùng làm tiêu chuẩn. Ở một số chỗ khác, chúng ta thấy núi không cao lớn như vậy và cũng không đẹp bằng, với đỉnh tròn tựa hình vòm, với sông núi rộng chạy thẳng hay hơi lượn sóng, với sườn thoải, ít khối đá, vách đá và khe hẻm. Đó là những núi của phần trung Uran và nhiều miền khác ở Xibêri (h. 209) và ở Nam Đức. Đó là những núi c a o t r u n g b i n h.

Ở chỗ khác, chúng ta thấy những núi còn thấp hơn dưới dạng những dải rộng và bằng, không có hoặc có ngọn ít nổi rõ, có sườn thoải và thung lũng rộng hầu như hoàn toàn không có những cảnh đẹp như các khối đá, khe hẻm, vách đứng và thác. Đó là những núi như Timan, Pai-Hôi, Mugôjary và Gubeclin của phần Nam Uran và những núi ở Bắc Đức. Ở những nơi khác nữa, chúng ta gặp những quả núi hay đúng hơn những ngọn đồi tản mát cô lập, xếp thành dãy hay tụ tập thành nhóm giữa những vùng thảo nguyên, hoặc cách biệt nhau bởi những thung lũng và hồ lồi rộng hàng vài kilômét — đó là những thứ núi gần như hoàn toàn không có các sông ngòi sinh động và có hình ngoài đơn điệu một cách chán ngắt, dường như chúng đều được tạo ra theo một mẫu mực duy nhất. Đó là những núi ở Cazăcxtan mà người ta gọi một cách khinh bỉ là núi lùn; chỉ có những ngọn núi cá biệt hay những dải răng cưa nhỏ nổi lên rải rác làm cho con mắt được thoải mái đôi chút, sau khi chịu đựng sự đơn điệu kéo dài hàng vài chục kilômét (h. 210).

Cuối cùng, còn có những nơi mà chỉ có những đồi riêng lẻ hay những di tích còn sót lại của các nếp uốn nằm giữa các thảo nguyên khô bằng phẳng, hoặc giữa bãi sa



H. 210 Đồi thấp ở Cazăcxtan. Núi Caragalin

mạc hay vùng đài nguyên phương Bắc là còn cho phép người ta đoán rằng ở đây cũng đã từng có lúc có núi non dựng lên, có những dải núi xanh um và có sông ngòi róc rắt. Đó là những miền dọc theo chân núi phía Đông của dãy Uran, nhiều nơi ở trong sa mạc Gôbi rộng lớn, ở Mông-cổ và ở phía Bắc bán đảo Côla.

Tất cả những núi đó có rất ít điểm giống nhau, đều cho ta thấy rõ rằng chúng đang ở vào những giai đoạn phá hủy khác nhau. Chúng chứng tỏ rằng các đá cứng không phải là vĩnh viễn, chúng cũng biến đổi và dẽo lúc nào đó cũng biến mất như mọi thứ khác trên Trái đất chúng ta, chỉ có khác là phải vài chục hay cả dẽo hàng trăm nghìn năm núi mới bị phá hủy.

Các lực phá hoại hoạt động trong miền núi một cách âm thầm nhưng bền bỉ, lúc chậm lúc nhanh, tùy theo thời gian trong năm, tùy theo thời tiết và tùy theo miền. Khối đá mà chúng ta ngắm nghía và ngọn núi nhọn sắc nổi trên nền trời xanh tưởng chừng bất biến và vĩnh viễn, nhưng nếu chúng ta có thể đo và chụp ảnh chúng một cách chính xác, rồi quay trở lại vào một, hai trăm năm sau để đo và chụp lại, thì chúng ta sẽ thấy cả khối đá lẫn đỉnh núi đều đã biến đổi về hình dạng và độ cao. Kết quả của hoạt động không mệt mỏi của các lực phá hoại làm các dãy núi và các đỉnh núi đều dần dần hạ thấp, các khối đá thay đổi hình ngoài, biến mất ở chỗ này và nhô lên ở chỗ khác, các sườn núi khi thì trở thành dốc hơn, khi lại hóa ra thoải hơn.

Hàng triệu năm sẽ trôi qua, và nếu chúng ta có thể sống trở lại và nhìn lại một vài quả núi quen biết, chắc chúng ta sẽ phải ngạc nhiên về những biến đổi đã xảy ra. Ở chỗ có những núi kiểu Anpi chúng ta sẽ chỉ còn thấy đất hơi lượn sóng, các ngọn núi hiện nay đượm phủ tuyết và nổi cao trên các tầng mây sẽ không còn là những ngọn núi chọc trời nữa; các băng hà đều biến mất, các núi răng cưa sẽ bị bào phẳng, các thung lũng được mở rộng và các sườn núi đều dịu thoải; lúc đó sẽ không còn khối đá, vách đứng hay khe hẻm. Đáng lẽ có những cuồng lưu róc rạc trên những tầng đá trên đáy thung lũng, thì sẽ chỉ còn một con sông chảy êm đềm giữa các bụi cây. Và nếu chúng ta lại đến chỗ đó sau nhiều thế kỷ nữa, chúng ta sẽ thấy những đồi bằng, những khoảng đất phẳng rộng hoặc một đồng bằng thực thụ.

So sánh các hình 207—210, các bạn sẽ có một khái niệm rõ ràng về những biến đổi đó.

Núi non đều bị phá hủy dần như thế đó, nhưng sự phá hoại càng lâu dài, thì tốc độ phá hoại càng chậm đi. Núi càng cao, sườn càng dốc, các sông núi càng bị khía cắt, các khối đá và khe hẻm trong miền núi càng cheo leo, thì hoạt động của các lực phá hoại càng có hiệu quả. Khi các sông núi trở thành tròn trĩnh, các khối đá cheo leo đã biến mất và sườn núi đã thoải hơn, thì sự phá hoại chậm lại. Một lớp tàn tích và sườn tích dày bao phủ các đá và che chở chúng chống lại các sự thay đổi về nhiệt độ, với mưa và gió; chỉ có nước ngầm dưới đất là vẫn tiếp tục hoạt động ở dưới sâu. Dần dần nước mưa và nước tuyết tan xói rửa lớp đất mềm ở trên mặt và lôi nó xuống các thung lũng, nhưng lại có lớp đất mới xuất hiện ở chỗ đó. Vì vậy nên các núi

thấp và đã bị bào phẳng rất mạnh sẽ tồn tại lâu hơn các núi cao. Nhưng chúng cũng vẫn không thể tránh được bước đường cùng tất yếu của chúng, tức là biến thành những đồng bằng chỉ có những đồi bằng hay những mô đất phẳng, là những di tích còn sót lại của những ngọn núi và dải núi cổ, nổi lên ở chỗ này hay chỗ nọ. Các đồng bằng nằm ở vị trí cũ của miền núi mang tên là bán bình nguyên; các dãy núi dạng lối và đồi nổi lên giữa bán bình nguyên được gọi là đồi sót (h. 211).



H. 211 Lát cắt một bán bình nguyên hình thành ở địa điểm một vùng núi uốn nếp cổ

Các hình 212—214 cho ta thấy nhiều kiểu núi sót, kết quả của sự phá hủy các núi cũ; hình 215 và 216 cho thấy một thung lũng xói mòn và một thung lũng theo đoạn tầng.

Sự tái sinh của núi. Chúng ta biết rằng các núi có thể bị biến mất. Các lực hoạt động không mệt mỏi, âm thầm nhưng rất mạnh đã nghiền vụn và ăn mòn các khối núi khổng lồ nổi cao hơn các tầng mây, trong khi nước suối, sông, và gió tách từng hạt một (theo đúng nghĩa đen của chữ đó) và lôi nó đi để đưa xuống các miền chung quanh và vào các hồ và biển gần nhất. Những đá trầm tích mới — sa thạch, cát, sét, diệp thạch, tất cả các tầng lớp trầm tích đều được tạo thành trong lòng sông, trên đáy hồ và biển từ những vụn đá khác nhau trước đây xây dựng thành các quả núi nay đã biến mất.

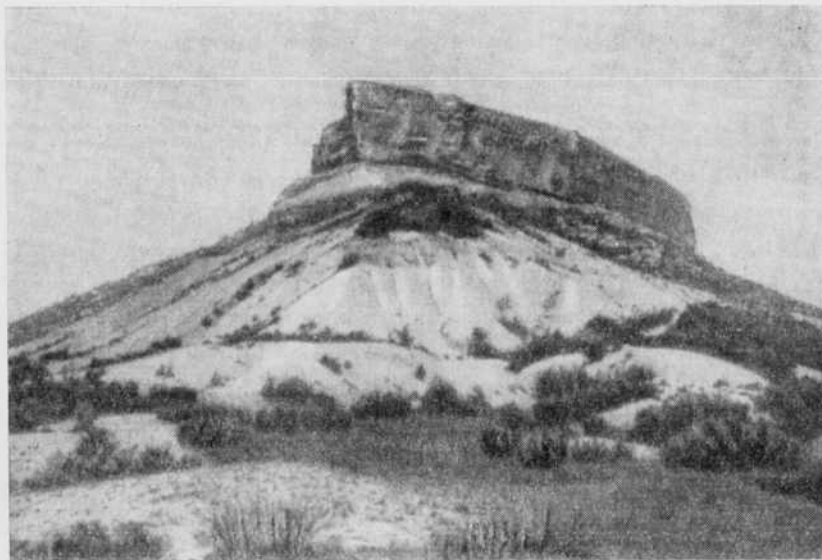
Nhiều thế kỷ sẽ trôi qua và ở chỗ có những hồ và biển đó, các lực tạo núi sẽ lại dựng lên những nếp uốn của các núi mới, gồm chủ yếu những vật liệu trước đây thuộc những núi cổ đã biến mất. Các núi thường hay tái sinh ở chính những chỗ cũ.

Một bán bình nguyên thành tạo trên miền núi cũ thường có những khe nứt của các đứt gãy lớn cắt vỏ Trái đất xuống tới những phần rất sâu. Dưới sức ép của những lực tạo núi, lại thấy có những dải dài của bán bình nguyên bị dâng lên, một số thì dâng nhiều, số khác thì ít, như là những khối hình hộp của vỏ Trái đất, và miền bằng phẳng biến thành bình sơn nguyên có bậc (xem h. 203). Các lực phá hoại đã yếu đi trên bán bình nguyên mà chúng làm cho bằng phẳng, lại bước vào hoạt động ngay khi địa hình mấp mô lại xuất hiện; chúng lại cắt xén những góc cạnh sắc, đào sâu thêm khe hẻm và thung lũng, và lại chia xẻ những bậc của bình sơn nguyên; các dãy núi, ngọn núi và địa hình yên ngựa lại xuất hiện, bình sơn nguyên biến thành một miền núi thuộc kiểu núi uốn nếp đứt khối.

Chúng ta có thể thấy những núi tái sinh như vậy ở nhiều miền. Thí dụ, đã từng có lúc cách đây rất lâu, miền Antai là một vùng uốn nếp cao, mà các lực phá hoại đã



H. 212 Núi sót của các núi đá vôi vùng á nhiệt đới. Tỉnh Quảng-tây,
Nam Trung-quốc

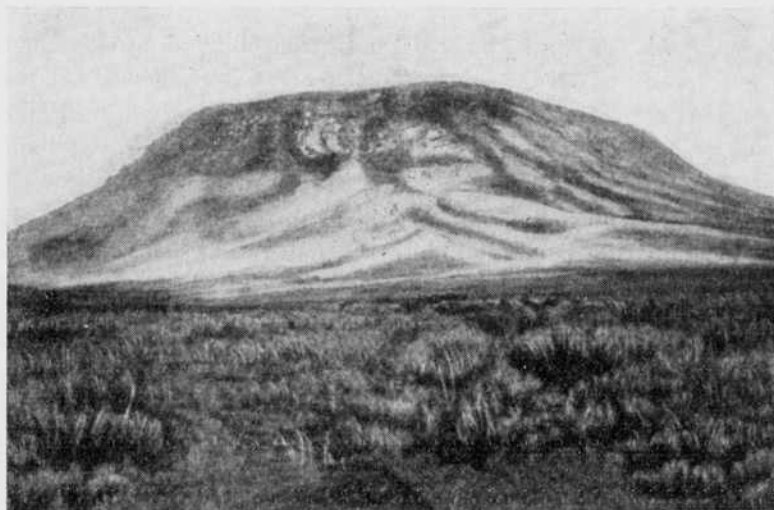


H. 213 Núi sót trong vùng khí hậu ôn đới (đá vôi kỷ Đệ tam).
Núi Têpê-Kecmen, Crimê

biên thành bán bình nguyên. Sau đó, đến một thời đại gần thời đại chúng ta hơn, bán bình nguyên bị phá vỡ và dâng cao để biên thành bình sơn nguyên có bậc. Lúc đó các lực phá hoại lại thức tỉnh và đã tạo nên vùng Antai hiện đại với những phần còn lại của bán bình nguyên, với độ cao khác nhau và có hình dạng mặt bằng; đồng thời các lớp đá ở mọi chỗ đều tạo thành những nếp uốn phức tạp và dốc mà phương hướng không phải bao giờ cũng phù hợp với những dải và sông núi hiện nay. Điều đó chỉ rõ rằng các dạng hiện đại của những núi đó không phù hợp với cấu trúc bên trong của chúng và cấu trúc đó lại cho thấy hình dạng cũ của chúng. Nhưng số phận hết như thế lại đương chờ đợi dãy Antai mới vào một tương lai xa xôi nào đó; nó lại sẽ bị phá hoại như vậy, rồi lại biên thành bán bình nguyên một lần thứ hai nữa.

Địa hướng tà và nền bằng. Những đới đặc biệt hoạt động của vỏ Trái đất trong đó các biên vị sinh ra những dãy núi uốn nếp đều được gọi là địa hướng tà, nghĩa là những hướng tà (hồ sụt lõm) của Trái đất.

Trong các đới đó, vỏ Trái đất tạo thành một vùng trũng trong đa số trường hợp bị biển tràn ngập. Các sản phẩm của tác dụng xói mòn được đưa xuống địa hướng tà từ những vùng chung quanh, và những lớp đá trầm tích như sa thạch, diệp thạch và đá vôi được trầm đọng. Trong một thời gian ngắn, tất nhiên các lớp đó phải lấp đầy vùng địa hướng tà, nhưng vì tính vận động của vùng nên nó tiếp tục sụt lún và hồ lõm vẫn tái hiện theo chu kỳ, kết quả là có những địa tầng trầm tích vĩ đại đã tích lũy trong địa hướng tà.



H. 214 Núi sót của một núi lửa cổ. Núi Canmuc-Tôlôgôi gồm có đá pocphirit và tuf pocphirit. Dãy Kanbinky, Cazăcxtan

Nhưng sớm hay muộn sẽ có vận động ngược lại, không phải sụt lún mà là dâng cao, và các lục địa tạo núi sẽ sinh ra trong địa hướng tà những dãy núi uốn nếp nổi cao lên trên mặt biển.

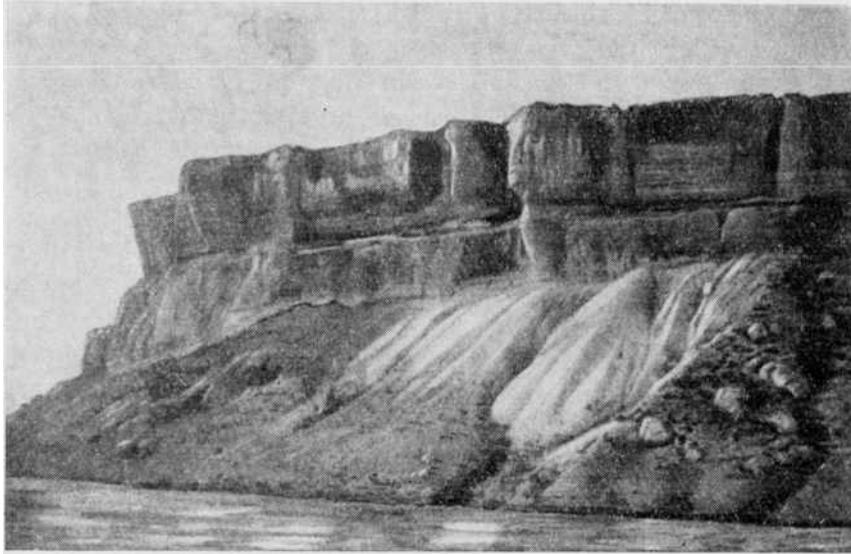
Người ta cho rằng một vùng địa hướng tà có thể vẫn không bị ngập nước để tạo thành một vùng trũng trong phạm vi một lục địa, và các vật liệu dưới dạng trầm tích lục địa sẽ được đưa xuống vùng trũng đó từ những miền cao chung quanh; nhiều lớp đá trầm tích có thể tích lũy trong địa hướng tà để cuối cùng sinh ra những núi uốn nếp. Thung lũng sông Hằng dọc theo chân dãy núi Himalaya được nêu là một thí dụ về vùng địa hướng tà; các lớp trầm tích rất dày tích lũy trong đó và được phát hiện bằng lỗ khoan, chứng tỏ có hiện tượng sụt lún chậm chạp trong miền này.

Các nền tảng đôi lập với các vùng địa hướng tà, vì đó là những miền ổn định nhất của vỏ Trái đất trong một thời gian địa chất nhất định.

Vận động tạo núi và vận động tạo lục. Các quá trình biến vị tạo nên các loại núi được gọi là vận động tạo núi; người ta cho rằng chúng diễn ra trong thời gian ngắn và biểu thị những sự kiện trong lịch sử của vỏ Trái đất, tương tự như cuộc cách mạng trong lịch sử loài người, trong đó các lực ngầm ngấm ngấm và bị áp bức lâu dài của quần chúng bước vào hoạt động và làm thay đổi đến tận gốc rễ độ xã hội hiện hành. Các thời kỳ tạo núi ngắn ngủi cũng làm náo động và biến đổi một cách tương tự cấu trúc của vỏ Trái đất vốn vẫn ở tình trạng tương đối tĩnh trong những thời gian xen kẽ dài hơn.

Nhưng điều đó chỉ là tương đối chứ không phải tuyệt đối. Người ta cho rằng trong những khoảng thời gian xen kẽ đó, vỏ Trái đất cũng chịu những vận động và chuyển dịch, nhưng rất chậm so với những vận động tạo núi. Các vận động đó không làm biến đổi cấu trúc của vỏ Trái đất và giống như những quá trình tiến hóa. Người ta gọi chúng là những vận động tạo lục (nghĩa là tạo ra các lục địa), vì chúng biểu hiện dưới dạng dâng cao hay hạ thấp của những diện tích rộng lớn hay của toàn bộ những lục địa, là những vùng trồi cao, bằng phẳng hay những vùng trũng rộng lớn. Hiện tượng này được chứng tỏ bởi quá trình rút lui chậm chạp của đường bờ biển mà người ta nhận thấy trên những gò lồi hay những thềm ở bờ biển cũ bởi sự hình thành các vụng biển, sự biến các đảo thành bán đảo v. v... hoặc bởi sự tiến lên của biển và hiện tượng tràn ngập các bờ biển. Các vận động này cũng còn được gọi là những dao động chậm của vỏ Trái đất.

Nhưng gần đây một số nhà bác học còn kết luận rằng: các quá trình tạo núi cũng xảy ra rất chậm. Điều này được minh họa rõ ràng bởi hiện tượng sau: có nhiều sông không những đào lòng qua những dãy núi riêng biệt, mà qua toàn bộ những vùng núi, và sự kiện đó chỉ có thể giải thích rằng các con sông đó phải già hơn các núi; các nếp uốn miền núi dâng lên chậm đến nỗi sông ngòi có đủ thì giờ xói mòn chúng và vẫn giữ được phương hướng cũ. Sự tồn tại của những giai đoạn yên tĩnh xen giữa



H. 215 Thung lũng xói mòn trong các địa tầng thoải. Sông Casa ở Crimê, gần Bacsixarai.



H. 216 Thung lũng xói mòn dọc khe nứt đoạn tầng trong địa tầng dốc. Sông Đacbuti trong dãy Zaia, Zungari

những thời kỳ tạo núi cũng bị người ta nghi ngờ. Người ta cho rằng vỏ Trái đất bao giờ cũng chuyển động chậm và không có gì khác về căn bản giữa quá trình tạo núi và quá trình tạo lục. Những dịch chuyển chậm của đường bờ biển theo phương này hay phương khác, sự sụt lún của đất và những biến vị của những trầm tích trẻ nhất đã được nhận thấy ở nhiều miền, và sự thực đã rõ ràng là gần đây trong thời đại địa chất hiện đại, có những phần dâng cao ở trên hầu hết các lục địa. Các phần đó dâng cao đến vài trăm mét và tự thể hiện bằng sự xói mòn tăng thêm trong các miền núi do hiện tượng tăng độ dốc lòng sông gây ra. Như vậy là ngay thời gian hiện nay mà trước đây người ta cho là yên tĩnh, ít hay nhiều cũng là một thời tạo núi.

Nguyên nhân của các biến vị. Các nhà khoa học đã nêu nhiều giả thuyết về nguyên nhân của những biến vị của lớp vỏ Trái đất, nhưng cũng hãy còn là giả thiết, vì chúng ta chỉ nhận thấy những kết quả của quá trình biến vị, còn bản thân quá trình đó ở rất sâu và rất chậm, nên không thể quan sát được.

G i ả t h u y ề t c o r ú t, nghĩa là giả thuyết căn cứ vào sự nén ép của vỏ Trái đất, đã ra đời vào giữa thế kỷ trước, xưa kia phổ biến rất rộng rãi. Giả thuyết của Laplat cho rằng Trái đất lúc đầu là một thể nóng chảy đã nguội dần và sinh ra lớp vỏ rắn. Nhưng phần lõi nóng của Trái đất vẫn tiếp tục mất nhiệt bằng bức xạ vào không gian vũ trụ. Các nhận xét trong hầm mỏ và lỗ khoan cho thấy rõ là càng xuống sâu trong vỏ Trái đất, các lớp ta gặp càng nóng hơn, trong khi đó thì các đợt phun xuất núi lửa chứng thực rằng ở bên trong vỏ Trái đất nhiệt độ lên rất cao và có các khối nóng chảy. Như vậy, lòng Trái đất đương mất nhiệt dần và tất phải co rút thể tích, như bất cứ mọi vật thể nào khác khi nguội dần; vỏ Trái đất trở thành quá rộng so với phần lõi trong đã co rút và tất phải co dúm giống như vỏ quả táo hay củ khoai khi bị khô héo; nghĩa là khi chúng mất nước và bớt thể tích. Sự nhả dúm của vỏ Trái đất biểu hiện dưới dạng biến vị, các nếp uốn của đá là những nếp nhăn. Quá trình này có thể lặp lại theo chu kỳ. Nhiệt bị mất liên tục nhưng nguồn sinh ra biến vị, nghĩa là muốn vượt được sức chống lại của đá đối với uốn nếp, tất nhiên cần sao cho sức căng phát triển dần dần trong vỏ Trái đất đạt được cường độ rất lớn, nói khác đi nó phải tích lũy. Vì vậy nên các biến vị xảy ra theo chu kỳ vào những giai đoạn phân cách nhất định bởi những thời kỳ yên tĩnh kéo dài và lan ra đồng thời trên toàn bộ địa cầu.

Có nhiều giả thuyết rất khác nhau đã được nêu lên, nhưng chúng ta không thể xét hết và phê phán hết ở đây. Chỉ cần nói rằng phần lớn những giả thuyết đó dựa trên những nhận xét về những quá trình khác nhau xảy ra ở rất sâu dưới lớp vỏ cứng, chẳng hạn như các dòng sinh ra trong magma, sự phân dị, nghĩa là sự phân tách magma thành những bộ phận có thành phần khác nhau trước khi đông cứng, sự phân hủy phóng xạ (bù lại phần nhiệt mất đi và có khi bù quá thừa, nghĩa là làm cho lõi bị giãn ra chứ không co bớt), sự nổi trôi của những lục địa nhẹ trên một lớp nặng nằm dưới và sự chậm trễ của chúng trong vận động quay tròn của Trái đất, v. v... Đáng tiếc là

chúng ta vẫn chưa có gì biết chắc về một phần của những hiện tượng đó và chúng ta thậm chí cũng không biết chúng có xảy ra trong vỏ Trái đất hay không, cho nên các giả thuyết đó được xây dựng trên những cơ sở rất lung lay, làm cho người ta muốn hiểu theo cách nào cũng được. Ngược lại, giả thuyết co rút dựa trên những quan sát trực tiếp và trên những sự kiện không chời cãi được. Chúng ta trông thấy những đợt phun xuất núi lửa đưa vào khí quyển một lượng nhiệt lớn dưới dạng khí và hơi nóng; chúng ta thấy những dòng dung nham nguội dần và nhiều nguồn nước nóng cũng đang tỏa nhiệt. Các công trình nghiên cứu địa chất cho ta thấy rằng những đợt phun xuất núi lửa đã xảy ra ngay từ lúc hình thành vỏ Trái đất, và đã từng có những thời kỳ hiện tượng phun xuất lớn mạnh hơn ngày nay. Các dung nham, khí và hơi của núi lửa, nước và muối trong các nguồn nước khoáng (cũng đã từng hoạt động vào tất cả các thời đại địa chất) không chỉ biểu thị một sự mất nhiệt từ bên trong vỏ Trái đất, mà cả sự mất mát rất lớn về vật chất chuyển vận từ bên trong ra đến những lớp vỏ ngoài mặt vỏ Trái đất dưới dạng các xâm nhập vĩ đại của đá macma, và ra hẳn ngoài mặt dưới dạng dung nham, nước và khí.

Chúng ta sẽ không nói gì về lõi Trái đất, vì chúng ta biết rất ít về thành phần và những quá trình xảy ra ở đây. Nhưng các điều nói trên về sự mất nhiệt và vật chất từ những lớp bao quanh lõi đó hoặc từ những lớp thấp nhất của vỏ Trái đất, đều chứng tỏ một cách không chời cãi được là những lớp đó đương co rút, trong khi các lớp ngoài mặt nhận được thêm vật chất dưới dạng xâm nhập, phun xuất và các trầm tích nguồn suối đương tăng thể tích, nghĩa là đương trở thành quá rộng so với những lớp nằm dưới và tất phải tự điều chỉnh lại bằng cách co rút.

Một sự kiện không chời cãi được là những lớp trên mặt đương co rút; các nếp uốn đông đảo đã rút nhỏ diện tích mà các lớp đã chiếm trước đây; các đoạn tầng nghịch và các đoạn tầng chòm nghịch cũng là những chỗ bị co rút, và chỉ có những đoạn tầng là biểu thị phần nào sự giãn dài. Địa hướng tà tức là một đới chuyển động trong vỏ Trái đất, sau khi đã biến thành một dãy núi uốn nếp hay một miền núi, chắc chắn cũng bị co rút. Các khiên Canada, Brêzin, Bantich và Andan rộng lớn, trong đó các lớp uốn nếp rất cổ của vỏ Trái đất bị lộ, rõ ràng chiếm ít diện tích hơn trước lúc uốn nếp.

Trong quá trình co rút đó, phát triển một sức căng rất lớn, chủ yếu là tiếp tuyến và hoạt động theo phương nằm ngang. Sức căng này làm cho những lớp trầm tích mềm và hãy còn dẻo trong đới tạo núi tức là trong vùng địa hướng tà, phải uốn nếp. Trong những miền ổn định hay miền nền bằng là nơi không phải chỉ có một khối hoàn chỉnh, liên tục và duy nhất như nhiều người thường nghĩ, mà chính cũng gồm nhiều bộ phận có kích thước khác nhau, thành phần khác nhau và độ cứng khác nhau, và thành tạo vào những giai đoạn khác nhau; nghĩa là gồm một phức hệ thô, thì sức căng nhả ra sẽ làm cho những bộ phận khác nhau đó dâng lên tới những độ cao khác nhau và có thể có cả chỗ khác bị sụt lún, với sự chòm lẫn lẫn nhau ở các phần rìa kèm

theo những hiện tượng nứt tách và dịch chuyển của toàn bộ các lớp. Các lớp đó trượt lên nhau và làm cho những tầng trầm tích trẻ của ngoài mặt cũng bị uốn nếp.

Nếu chúng ta bác bỏ giả thiết cho rằng những biến vị xảy ra nhanh chóng và chỉ tập trung vào một vài giai đoạn ngắn nào đó, cách nhau bởi những thời kỳ yên tĩnh, mà cho rằng biến vị xảy ra chậm chạp và liên tục, thì chúng ta đã tránh được một trong số những chỉ trích chủ yếu đối với giả thuyết co rút cho rằng các lớp trong vỏ Trái đất không thể tích lũy và sau đó truyền bá sức căng tiếp tuyến trên những khoảng cách rộng lớn. Chúng ta cần thấy rằng các biến vị xảy ra rất chậm và xảy ra ở bất cứ nơi nào mà các lớp hay các phần của vỏ Trái đất có thể phản ứng lại với sức căng bằng dịch chuyển, nghĩa là bằng cách thay đổi vị trí. Sự cọ xát giữa chúng với nhau và quy luật quán tính thường không cho phép chúng phản ứng lại ngay tức khắc với sức căng đó và đòi hỏi phải có một sự tập trung năng lượng nhất định. Hiện tượng này có khi biểu hiện dưới dạng những va chạm cá biệt, những dịch chuyển đột nhiên của các lớp, những nếp uốn, đoạn tầng làm rung động các lớp trên những khoảng dài. Những biến vị nhanh chóng thường nhỏ, nhưng chúng gây ra ở ngoài mặt những trận động đất tương đối mạnh, có khi là động đất gây tai họa mà chúng ta sẽ xét ở chương sau.

Ngày nay, những máy móc chính xác ghi lại những động đất ở nhiều trạm cho thấy rằng vỏ Trái đất rung động rất khế và con người không nhận biết được, nhưng hầu như liên tục, khi ở chỗ này, khi ở chỗ khác. Và điều đó chứng minh tính chất liên tục và chậm chạp của các biến vị. Tuy nhiên, điều đó không có nghĩa là cường độ của các biến vị bao giờ và ở đâu cũng như nhau. Chắc chắn là nó tăng cường trong những thời kỳ cách mạng địa chất và sau đó lại giảm bớt. Sự tăng cường ở một số miền có thể không hoàn toàn trùng với các miền khác; nó có thể sớm hơn hoặc chậm hơn tùy theo sự khác nhau về các điều kiện địa phương có ảnh hưởng lớn đến tính chất của biến vị.

Giả thuyết co rút chỉ xét đến sự nén ép coi là lực đã quyết định tất cả những biến vị, nên nó phiến diện và không thể giải thích được nhiều sự kiện. Giả thuyết mới được nêu ra gần đây mà người ta gọi là giả thuyết mạch động đã đưa vào nhiều điểm bổ sung và sửa đổi cho giả thuyết co rút bằng cách căn cứ không riêng gì vào các quá trình nén ép, mà cả các quá trình giãn nở.

Trái đất đã là một thiên thể phát sáng, cũng như các thiên thể khác, đã từng là vũ đài của cuộc đấu tranh giữa những lực hút và lực đẩy. Sự hút làm cho thể tích rút hẹp và làm cho vật chất được phân bố tùy theo trọng lượng riêng từ trung tâm ra bên ngoài. Sự đẩy đã sinh ra hiện tượng bức xạ và đưa vào không gian vũ trụ những vật chất theo kiểu như các tai lúa mà người ta nhìn thấy trên mặt trời.

Không nên nghĩ rằng cuộc đấu tranh giữa các lực lượng đối kháng này đã đình chỉ sau khi vỏ cứng của Trái đất đã hình thành, nó phải tiếp diễn dưới những dạng khác. Các lực hút biểu thị dưới dạng nén ép của vỏ Trái đất; các lực đẩy gây ra sự nở rộng

của nó. Các lực đó đấu tranh không ngừng, nhưng sự chông lại của các lớp vỏ đòi với những dịch chuyển khác nhau đòi hỏi một sự tích lũy theo chu kỳ của năng lượng để thắng được sự chông lại đó. Tất cả những biến vị như vậy xảy ra theo nhiều đợt nhảy vọt phù hợp với những thời kỳ giải tỏa năng lượng và cách biệt nhau bằng những giai đoạn tập trung năng lượng yên tĩnh hơn và kéo dài hơn.

Sự co rút của vỏ Trái đất biểu thị dưới dạng những vận động tiếp tuyến chủ yếu như sau: trong các đới đông của vỏ Trái đất, nghĩa là các vùng địa hướng tà chứa nhiều hoặc ít trầm tích trẻ, các trầm tích này co rút thành nếp với mức độ phức tạp khác nhau và địa hướng tà thu hẹp dưới sức ép ở bên. Trên các nền bằng và khiên vững chãi và ổn định, sự nén ép làm phức tạp hóa hiện tượng uốn nếp của các lớp móng gồm những trầm tích cổ hơn đã uốn nếp từ trước, làm cong những lớp móng đó thành vùng lồi và vùng lõm, làm cho những trầm tích trẻ nằm trên trước đây chưa bị di chuyển cũng phải uốn thành những nếp rộng, và làm di chuyển những bộ phận rộng lớn của vỏ Trái đất theo khe nứt bằng cách sinh ra những đoạn tăng chòm nghịch và những đoạn tăng nghịch. Diện tích của những nền bằng đó vì thế cũng bị thu hẹp.

Sự nở rộng của vỏ Trái đất biểu hiện dưới dạng chuyển động phóng tỏa là chủ yếu: trong các địa hướng tà hoạt động, đới nếp uốn hình thành trong quá trình co rút bị dâng lên thành những dãy núi và hệ núi ở trên mực cao cũ, trong khi những vùng trũng mới tức là các địa hướng tà lại hình thành ở bên cạnh chúng trong quá trình giãn nở. Những khe nứt tức là đứt gãy xuất hiện trên các nền và khiên là những chỗ cũng dâng cao và mở rộng, có những dải của vỏ Trái đất thể hiện dưới dạng địa lũy và địa hào cũng thay xê dịch dọc theo những khe nứt đó. Kèm thêm với sự giãn nở, còn có hoạt động magma: magma xâm lấn vào các vùng địa hướng tà từ bên trong ra và tạo thành những thể xâm nhập và gây ra phun xuất đá hòa thành, trong khi đó ở trên các nền bằng nó được đưa ra dọc theo các khe nứt dưới dạng lớp và cũng tạo thành những dãy núi lửa.

Căn cứ vào cuộc đấu tranh giữa những lực hút và đẩy vẫn cứ còn tiếp tục sau khi vỏ cứng của Trái đất đã hình thành, giả thuyết này cho rằng Trái đất phát triển theo những đợt nhảy vọt, có sự thay thế nhau giữa các lực đối lập, có hiện tượng lượng biến thành chất, và như vậy là rất phù hợp với học thuyết duy vật biện chứng; sau khi được xây dựng bổ sung, nó có thể trở thành một giả thuyết có thể công nhận được hơn cả, vì nó giải thích tốt nhất về cấu trúc phức tạp của vỏ Trái đất. Nó không phiến diện như tất cả các giả thuyết khác đã được nêu ra và có thể giải thích cả những vận động và biến đổi của magma trong lòng Trái đất, các quá trình phóng xạ, ảnh hưởng của sự quay của Trái đất và nhiều hiện tượng có liên quan nào đó với cuộc đấu tranh giữa các lực hút và lực đẩy.

Cấu trúc của vỏ Trái đất tạo nên bởi những biến vị khác nhau và những đợt xâm nhập, phun xuất kèm theo được gọi là k i ề n t ạ o.

Quan niệm về sự tái sinh của núi chỉ nảy ra trong đầu óc các nhà địa chất từ đầu thế kỷ 20. Trước đây người ta cho rằng: quá trình tạo núi trên Trái đất đã hoàn thành ngay từ kỷ Đệ tam, trước kỷ Đệ tứ hiện đại. Kỷ Đệ tam được coi là trẻ nhất về phương diện tạo núi. Đó là thời kỳ mà tất cả các hệ núi có các ngọn cao nhất trên toàn Trái đất ra đời; trên các đỉnh đó chúng ta thấy tích lũy tuyết và băng quanh năm; các khối tích tụ đó sinh ra băng hà chảy xuống những miền thung lũng chung quanh. Đó là những dãy núi Anpơ và Cacpat ở châu Âu, Cocdilie và Andơ ở châu Mỹ, một vài dãy ở châu Phi, dãy Thiên-sơn, Nam-sơn, Himalaya và nhiều núi khác ở châu Á.

Nhưng các cuộc nghiên cứu địa chất tỷ mỉ hơn về các hệ núi ở châu Âu và châu Á cho thấy rằng: cũng có nhiều núi được thành tạo ở những nơi khác nhau vào cuối kỷ Đệ tam và ngay cả đầu kỷ Đệ tứ, bên cạnh những dải núi cổ đã từng bị bào phẳng và hạ thấp tới một mức độ nào đó bởi những quá trình xói mòn và phong hóa, lại có những núi mới ra đời và trong đó không những chỉ có các trầm tích Đệ tam, mà cả trầm tích Đệ tứ cũng đều bị biến vị để tạo những nếp uốn, ngay cả những nếp chồng nhau và đảo lộn. Thí dụ, trong khi nghiên cứu dãy Canbin là phần nối tiếp của dãy Antai ở bờ trái sông Iêcturơ, tôi nhận thấy vào năm 1911 là đoạn cuối phía Tây của nó gần Xêmpalatin đã bị hạ thấp nhiều và có những hình dạng bằng phẳng, trong khi đó dải nhìn về phía Đông lại dần dần có dạng sắc nhọn và chia cắt hơn, dù rằng trong cả hai trường hợp dãy đó đều chạy dọc theo sông Iêcturơ và đáng lẽ phải có những dạng địa hình như nhau mới phải. Quan sát đó đã khiến tôi cho rằng dãy này chạy từ Tây sang Đông đến gần dãy Antai nằm ở bờ phải sông Iêcturơ và vì vậy nên núi Antai cũng có thể có những dạng trẻ lại. Không tìm thấy tài liệu khoa học nào về vùng Antai chứng minh cho giả thuyết của tôi, nên tôi đã quyết định đi đến vùng này để tự giải quyết vấn đề. Chỉ đến năm 1914, tôi mới thực hiện được ý định và giả thuyết của tôi cho rằng dãy Antai cũng là một dãy núi lớn trẻ lại đã được chứng minh.

Những giả thiết tương tự về tính chất trẻ của những vận động tạo núi cuối cùng cũng đã được một số nhà địa chất nước ngoài nêu ra vào cuối thế kỷ 19 và quan điểm đó ngày càng có ưu thế. Trong bản báo cáo ngắn của tôi viết vào năm 1948, tôi đề nghị gọi những vận động mới nhất đó của cuối kỷ Đệ tam và đầu kỷ Đệ tứ bằng thuật ngữ tân kiến tạo và danh từ này từ đó đã thông dụng trong các nhà địa chất Liên-xô. Các núi nổi lên gần đây trên vị trí của các núi cũ đã bị bào phẳng rất mạnh hoặc nằm gần chúng thì có thể gọi là núi tái sinh.

IX

TẠI SAO TRÁI ĐẤT LẠI RUNG ĐỘNG KHI Ở CHỖ NÀY KHI Ở CHỖ KHÁC

Ảnh hưởng của động đất đối với loài người. Tâm động đất và tâm ngoài. Các đường đẳng chấn và đồng chấn. Thời kỳ động đất. Ghi ký. Các máy ghi động đất. Độ sâu của tâm động đất. Cường độ động đất. Sự phân bố động đất ở các miền. Nguyên nhân động đất. Các báo hiệu. Hậu quả của động đất. Chấn động ngầm dưới biển. Các loại động đất. Liên quan với các hiện tượng tự nhiên khác. Cách phòng ngừa.

Chúng ta thường quen coi Trái đất, lớp đất rắn nằm dưới chân ta, như một vật ổn định và không lay chuyển được. Chúng ta xây dựng những công trình kiến trúc nặng nhât lên trên mặt đất và chỉ cần đào móng sâu hơn, nếu phải xây những kiến trúc nặng hơn. Cho nên khi mặt đất bắt đầu rung động dưới chân chúng ta đến nỗi không thể đứng yên được, khi những cây lớn bị lung lay và những nhà cửa vững vàng đã từng đứng yên hàng vài chục năm nay bị nứt nẻ và sụp đổ trước mắt chúng ta, khi những khe nứt khứa cắt mặt đất và chúng ta nghe thấy tiếng vang động âm từ bên trong đưa ra tựa như lòng Trái đất đương sụp đổ, thì lúc đó chúng ta sợ hãi, mất bình tĩnh và không còn biết chạy đâu để tránh khỏi tai nạn.

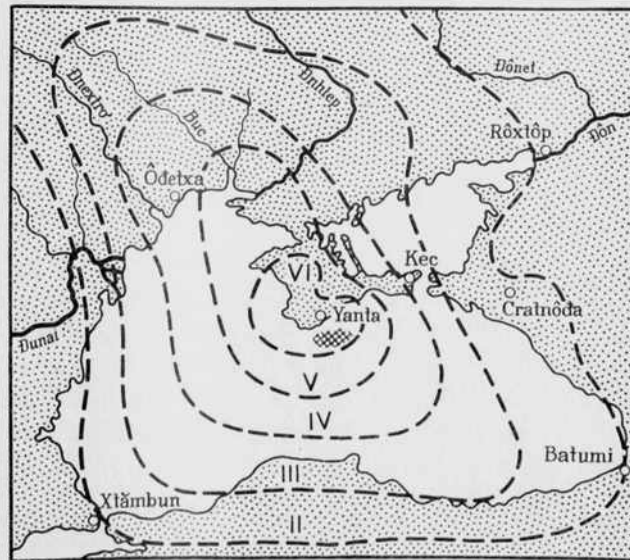
Nhưng, như chúng ta đã nhận định ở chương trên, Trái đất chúng ta thường xuyên rung động. Có những máy rất tinh vi đã phát hiện được: cứ mỗi năm có tới 8 đến 10 ngàn lần động đất, nghĩa là cứ chừng mỗi giờ lại có một lần; thực ra còn có nhiều hơn, vì hai phần ba bề mặt Trái đất bị nước phủ kín, nên không có trạm nào ghi hết được, kể cả những trận động đất yếu, và hơn nữa còn có nhiều diện tích rộng lớn trên các lục địa cũng không có trạm ghi động đất. May thay phần lớn các trận động đất đều yếu đến nỗi người ta không nhận thấy. Người ta chỉ bắt đầu nhận thấy có động đất khi các đồ đạc trong nhà bắt đầu rung chuyển và va chạm nhau; nhưng các trận đó cũng còn chưa có tác hại. Hơi mạnh hơn một chút là những trận làm cho bát đĩa va chạm, đèn treo và tranh ảnh lung lay và các cánh cửa sổ rung chuyển; các trận như vậy đủ khiến ta lo lắng. Nhưng khi vòi vữa bắt đầu rơi lỏ, nhiều đồ đạc đổ vỡ, quả lắc đồng hồ dừng lại, cánh cửa va đập và tường bị nứt nẻ, lúc đó mọi người không muốn cũng phải chạy ra đường, vì họ cảm thấy ở bên ngoài an toàn hơn ở trong nhà, vì nhà cửa lúc đó nguy hiểm chẳng khác gì những bẫy chuột.

Mỗi năm có đến vài chục lần động đất như vậy, nhưng những trận mạnh hơn có thể phá hoại thành thị và giết hại hàng nghìn người thường ít xảy ra. Những trận động đất gây thảm họa trong đó số người bị thiệt mạng chỉ trong vài giây còn gấp nhiều lần hơn so với các thời kỳ dịch tễ hay các trận đánh nhau lớn, lại còn hiểm hơn.

Một trận động đất thường biểu lộ ở trên mặt đất, nhưng tâm của nó tức là nơi nó bắt đầu sinh ra lại nằm trong lòng Trái đất và tập trung trong phạm vi một mặt phẳng hay trong một diện tích nào đó mà giới hạn rõ rệt thì ta không biết.

Để làm giản đơn những tính toán, người ta coi tâm động đất như một điểm gọi là tâm dư i. Làn sóng rung động khởi lên từ điểm đó, lan ra khắp phía và làm cho mọi phần tử rung động. Rung động đó càng suy yếu dần khi làn sóng lan càng xa tâm dư i. Ở ngoài mặt Trái đất, sự rung động lớn nhất xảy ra ở diện tích nằm liền ngay trên tâm động đất; diện tích này gọi là diện tâm ngoài còn điểm nằm trên tâm dưới được gọi là tâm ngoài (h. 220).

Càng đi xa tâm ngoài về các phía, rung động càng khó cảm thấy, cho đến một điểm nào đó người ta không còn nhận biết gì nữa, nhưng các máy móc tinh vi vẫn còn ghi được.



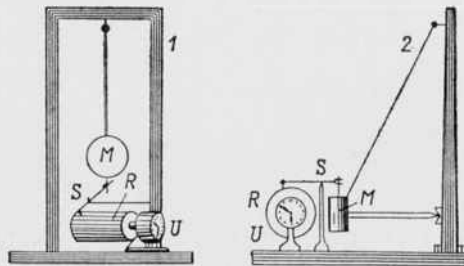
H. 217 Tâm ngoài và đường đẳng chấn của các trận động đất năm 1927 ở Crimê.

Chỗ kẻ đen ở biển gần Yanta chỉ rõ các tâm ngoài. Các số La-mã chỉ rõ lực chấn động.

Động đất được chuyên nghiên cứu bởi một ngành chuyên môn của địa chất học gọi là địa chấn học. Các chấn động mà người ta cảm thấy được thì gọi là đại chấn, còn những chấn động chỉ có máy móc mới phát hiện được thì gọi là vi chấn.

Các trận động đất được cảm thấy mạnh nhất ở chỗ tâm ngoài; ở cách nó một khoảng nào đó về mọi phía chúng ta sẽ tìm thấy hàng loạt những điểm, tại đó động

đất biểu hiện với cường độ bằng nhau. Khi nối những điểm đó bằng một đường, chúng ta sẽ được một đường xoắn ốc, nghĩa là theo đường đó, các chấn động có cường độ bằng nhau. Các đường đẳng chấn sẽ không phải là những vòng tròn thực sự bao quanh lấy tâm ngoài, mà là một đường ngoằn ngoèo, vì các lực biểu hiện một cách biến thiên tùy theo thành phần và cấu trúc của vỏ Trái đất là những yếu tố cũng biến thiên rất rộng rãi (h. 217). Cộng thêm với những đường đẳng chấn, chúng ta cũng có thể vẽ một đường qua các điểm mà người ta nhận thấy động đất cùng một lúc, chúng ta sẽ được những đường gọi là đường đồng chấn; những đường này cũng ngoằn ngoèo, vì tốc độ lan truyền của làn sóng động đất phụ thuộc vào thành phần và kiến trúc của các đá nó lan qua.



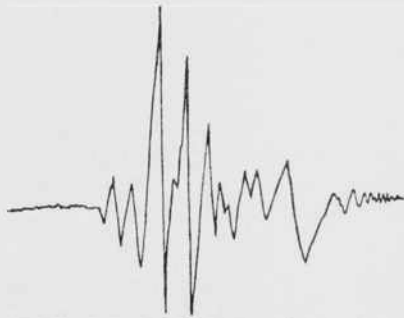
H. 218 Sơ đồ máy ghi động đất với quả lắc thẳng đứng (1) và ngang (2):
M — quả lắc; *S* — kim ghi; *R* — trống quay bọc giấy; *U* — đồng hồ

Những động đất yếu và trung bình thường chỉ gồm có một chấn động kéo dài một vài giây hoặc một phần giây, tuy rằng người ta có cảm tưởng chúng kéo dài hơn.

Những trận động đất mạnh thường bắt đầu bằng một hay nhiều chấn động yếu, sau đó một thời gian mới có một hay vài chấn động chính, những chấn động này mới có tính phá hoại nhất; những chấn động đó suy yếu dần dần và sau đó biến từ đại chấn sang thành vi chấn. Một trận động đất có thể kéo dài từ vài giờ cho đến cả một ngày đêm. Thịnh thoảng một số miền của Trái đất bị rung động với cường độ khác nhau trong khoảng nhiều ngày, hàng vài tuần và có thể hàng tháng. Các chấn động kéo dài liên tục như vậy được gọi là chu kỳ động đất. Các chấn động riêng biệt hay hàng loạt chấn động được phân cách bởi những khoảng cách trong lúc đó chỉ có những rung chuyển yếu hay rất yếu. Hầu hết các trận động đất đều được kèm theo những tiếng động gây cho ta một ấn tượng kinh khủng. Dưới mặt đất khi thì có tiếng gầm vang tựa tiếng sấm, khi thì réo lên như tiếng nước sôi, khi thì âm âm như tiếng tàu hỏa chạy hay tiếng đất trượt, có lúc lại giống tiếng gió reo, tiếng đạn rít hay tiếng nổ vang. Các tiếng động đôi khi có trước các làn sóng động đất và cũng có khi nổi lên sau. Cường độ của động đất không thể xét theo sức mạnh của tiếng động; có khi những tiếng gầm lớn kéo dài liên tục ngầm dưới đất, nhưng không có động đất kèm theo hoặc chỉ được kèm theo bởi một trận rất yếu.

Ghi động đất. Việc nghiên cứu động đất đòi hỏi phải có những máy móc để ghi thời gian, cường độ và phương hướng của mỗi chấn động cá biệt. Những máy đơn giản chỉ ghi được thời gian của chấn động đầu tiên; những loại phức tạp hơn chỉ rõ

cả phương hướng. Nhưng các máy đơn giản đó mà người ta gọi là máy đo độ rung đất, từ lâu đã được thay bằng những máy rất phức tạp gọi là máy ghi độ rung đất. Hình 218 cho thấy sơ đồ của hai kiểu máy ghi động đất. Phần quan trọng nhất của chúng là quả lắc nặng M có thể rung động hoặc trên một mặt nằm ngang hoặc trên một mặt thẳng đứng. Khi không có rung động thì nó đứng yên, nhưng ngay từ chấn động đầu tiên nó đã bước vào dao động và đồng thời đồng hồ U bắt đầu chạy; đồng hồ đánh dấu thời gian bắt đầu động đất, và đồng thời làm quay cái trống



H. 219 Biểu đồ địa chấn của một trận động đất



H. 220 Cách xác định độ sâu của nguồn động đất:
 N — tâm ngoài; D — tâm dưới

R bọc giấy để cho kim ghi S vạch lên một đường thanh cho thấy rõ tất cả những dao động của quả lắc. Đường cong đó gọi là biểu đồ độ rung đất, trên đó có thể phân biệt được tất cả những chấn động cá biệt và xác định được thời gian và cường độ của chúng (h. 219) vì cái trống quay với tốc độ đều, trong khi đó thì kích thước của các đoạn thẳng trên đường cong đều tương ứng với dao động của quả lắc. Dao động này phụ thuộc vào sức mạnh của chấn động. Các dao động vi chấn được biểu thị bằng những đoạn răng cưa nhỏ bé.

Những máy ghi tốt có thể ghi được không chỉ riêng những động đất xảy ra trên diện tích đặt máy, nghĩa là ở chỗ có trạm ghi động đất, hoặc ở vùng lân cận, mà còn ghi được cả những động đất xảy ra ở rất xa và còn cho phép xác định khoảng cách đối với trạm và cường độ của chúng.

Độ sâu của tâm động đất. Vấn đề lý thú về độ sâu của nơi động đất bắt nguồn được giải quyết bằng tính toán, căn cứ trên các biểu đồ động đất. Việc đo các nứt nẻ trên tường các nhà cửa cũng cho ta một phương pháp thô sơ, nhưng rõ ràng

(h. 220). Bằng cách xác định đường nghiêng này các khe nứt lập với mặt đất và kẻ những đường thẳng góc với chúng, chúng ta sẽ tìm được tâm động đất ở điểm cắt của những đường thẳng góc lập với đường thẳng đứng đi qua tâm ngoài.

Các quan sát đã cho thấy đa số động đất bắt nguồn từ độ sâu cách mặt đất dưới 50 kilômet, một số ít từ 50 đến 100 kilômet, và chỉ có những động đất đặc biệt mới xảy ra ở những nơi sâu khoảng từ 300 đến 700 kilômet. Miền chịu nhiều động đất nằm ở quanh tâm ngoài và được gọi là m i ề n c u ờ n g c h ằ n. Phạm vi lan rộng của miền này phụ thuộc không những vào sức mạnh của chấn động, mà còn cả vào độ sâu của tâm. Một trận động đất mạnh có diện tích miền cường chấn nhỏ, thì tâm động đất ở rất nông. Một diện rộng lớn bao giờ cũng chỉ rõ một sức mạnh rất lớn và nguồn nằm ở sâu. Trận động đất kinh khủng xảy ra ở Lisbon năm 1755 lan trên một diện tích rộng gấp bốn lần châu Âu. Trận động đất năm 1881 trên đảo Ixchia (trong Địa-trung-hải) đã phá hủy thành phố Cazamixiôla, chỉ lan rộng trên một diện tích là 55 kilômet vuông và có tâm nằm rất nông.

Cường độ động đất được xác định theo những hậu quả mà động đất gây ra; thang động đất được dùng ở Liên-xô phân biệt 12 cấp động đất:

C ấ p 1 — không nhận thấy. Các vi chấn chỉ được phát hiện bằng máy móc.

C ấ p 2 — rất yếu. Chỉ một số ít người rất nhạy cảm và đương yên nghĩ mới nhận thấy.

C ấ p 3 — yếu. Một ít người nhận thấy tựa như tiếng động của xe cộ chạy nhanh qua.

C ấ p 4 — vừa phải. Một ít người ở ngoài đường và nhiều người ở trong nhà đều nhận thấy; bát đĩa va chạm nhẹ và cửa kính rung chuyển, có tiếng cọt kẹt ở cửa và sàn.

C ấ p 5 — khá mạnh. Nhiều người đương đi lại và làm việc đều nhận thấy; nhà cửa rung động tựa như có những đồ vật nặng bị đổ ở trong nhà; ghế và giường rung động.

C ấ p 6 — mạnh. Mọi người đều biết, nhiều người chạy ra đường. Tranh ảnh và sách vở bị rơi, đĩa bát đồ vỡ, thấy hiện ra những khe nứt nhỏ trên tường vôi.

C ấ p 7 — rất mạnh. Đồ đạc đồ lỏng chổng ở trong nhà, có những khe nứt nhẹ trong tường, từng mảnh vôi vữa, những chạm trổ trên tường, những mảnh ống khói bị rơi. Một số nhà ọp ẹp bị sụp đổ.

C ấ p 8 — phá hoại. Nhà cửa bị tổn hại lớn, có nhiều khe nứt rộng trên tường, một số tường và tất cả các ống khói và tháp đều sụp đổ.

C ấ p 9 — tàn phá. Nhà cửa bằng đá bị thiệt hại nặng, một số bị sụp đổ.

C ấ p 10 — tai họa. Đất trượt và đất lở, khe nứt hiện ra trong vỏ Trái đất; phần lớn các nhà nhẹ bằng đá bị phá hủy.

C ấ p 11 — thảm họa. Khe nứt rộng hiện ra trong vỏ Trái đất, rất nhiều hiện tượng đất trượt và đất lở; phần lớn các cầu và nhà bằng gỗ bị đổ.

C ả p 12 — rất thảm họa. Có những biến đổi lớn lao trong vỏ Trái đất, phá hủy hoàn toàn.

Có ba *nguyên nhân động đất*. Thứ nhất, các hang hốc do nước dưới đất sinh ra trong các đá dễ hòa tan trong vỏ Trái đất có thể gây ra động đất mỗi khi có sự sụp đổ của trần hang. Các đ ộ n g đ ấ t d o s ự p đ ồ có diện tích lan truyền rất nhỏ, có miền cường chấn không đáng kể và có tâm động đất nông, nhưng có thể phá hoại rất dữ.

Thứ hai, các đợt phun xuất núi lửa thường được báo trước hay thỉnh thoảng được kèm theo bằng những trận động đất mạnh hoặc ít hoặc nhiều. Đó là kết quả của sự hạ thấp bất thành linh của áp lực của các khí trong ống khói núi lửa khi nút dung nham bị bật tung khỏi lỗ thông và cũng có thể do sự sụp đổ của trần các hang bỏ trống khi dung nham đã thoát ra ngoài. Các trận đ ộ n g đ ấ t d o n ú i l ử a này có khi phá hoại rất dữ; diện lan truyền và miền cường chấn thường nhỏ và tâm động đất nằm ở nông.

Thứ ba, tất cả những dịch chuyển chậm trong lớp vỏ Trái đất do các biến vị gây ra, như sự hình thành nếp uốn, đoạn tầng, đoạn tầng nghịch và bình đoạn tầng, thường có động đất kèm theo. Những trận đ ộ n g đ ấ t k i ề n t ạ o này là những loại lan rộng nhất và thường là những loại phá hủy nhiều nhất; diện lan truyền và miền cường chấn của chúng có thể biến thiên rất nhiều về kích thước và các tâm động đất có thể nằm ở những độ sâu khác nhau.

Các báo hiệu của động đất. Có những rung động nhẹ của đất do máy ghi được và một phần do người nhận biết được vài giờ trước khi xảy ra động đất phá hoại, đều là những báo hiệu, nhưng không phải bao giờ cũng có; một trận động đất mạnh có thể xảy ra mà không có báo hiệu hoặc những dấu hiệu đó chỉ xảy ra liền ngay trước trận động đất nên không còn có ý nghĩa gì là báo trước cả. Thỉnh thoảng toàn bộ chỉ gồm có những rung động yếu đó mà thôi.

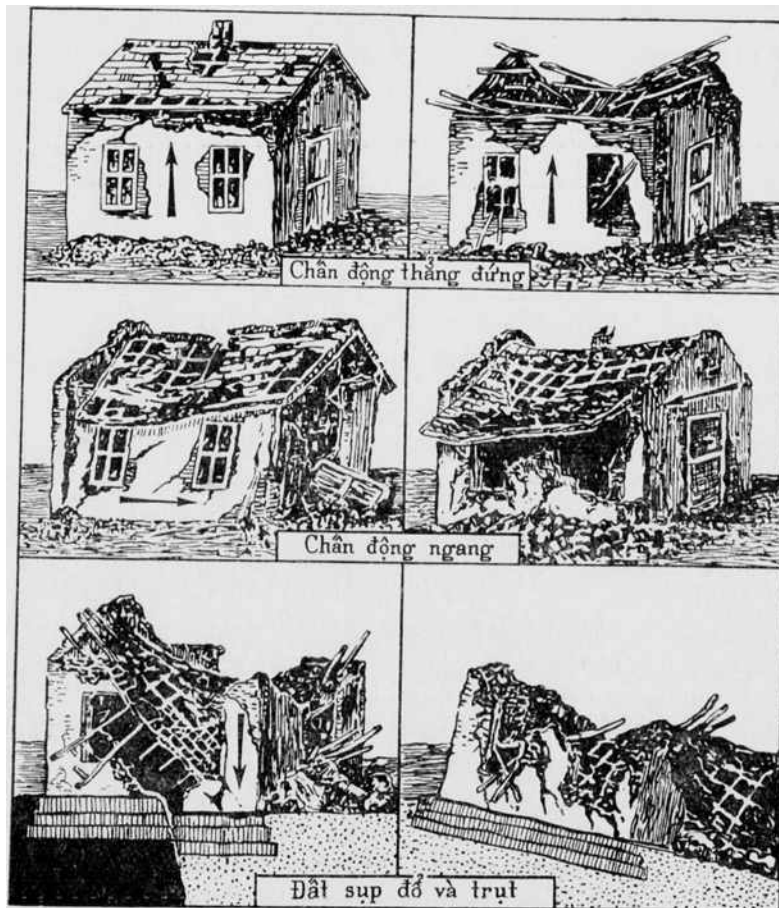
Các động vật rất nhạy cảm đối với những dấu hiệu báo trước động đất. Các động vật nuôi trong nhà như gà, lợn và lừa bỗng trở nên nhón nháo và ồn ào. Những con thú vội chạy vào ẩn trong rừng sâu và gắm rú, cá sấu lội ra khỏi nước; trên đảo Cuba những rắn nước rời bỏ các vườn tược và bò hết ra đồng ruộng để ẩn tránh.

Trước đợt phun xuất ở núi Pêlê mà bắt đầu là một trận động đất, vào đầu tháng 5 năm 1902, các động vật nuôi trong nhà trở nên nhón nháo đứng nằm không yên ngay từ cuối tháng tư: bò kêu, chó rú và sán lại gần người; các thú rừng rời bỏ vùng lân cận núi lửa, chim chóc lìa khỏi rừng và một số lớn rắn rết bò dền nhà ở. Đó là do có những khí sunfuro bốc ra từ những khe nứt mới hình thành và do những tiếng ngấm bao giờ cũng nghe thấy trước cơn thức tỉnh của núi lửa; khi áp tai vào mặt đất có thể phân biệt được những chấn động riêng biệt và tiếng rền như sét nổ do sự tăng áp suất của các khí và hơi nước gây ra. Thực dễ hiểu tại sao những động vật là những loại thính tai hơn người, và lại có tai ở gần mặt đất hơn tai người, nhất là các

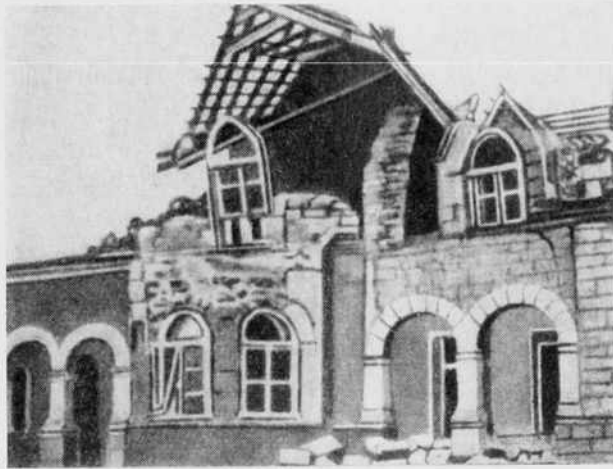
giống vật bò sát mặt đất và sòng trong hang hốc, lại nghe thấy những tiếng đó trước người và do bản năng mà cảm thấy có nguy hiểm đương đe dọa.

Hậu quả của động đất biểu thị bằng những thiệt hại đối với các công trình nhân tạo cho đến mức phá hủy hoàn toàn, bằng những khe nứt, những đoạn tầng và bình đoạn tầng xảy ra trong vỏ Trái đất, bằng những hiện tượng trượt đất và lở đất ở miền núi, bằng sự xuất hiện và biến mất của các nguồn suối và bằng sự tràn ngập và tháo nước của bờ biển.

Mức độ phá hoại đối với nhà cửa phụ thuộc vào phẩm chất của công trình xây dựng, vào thành phần đất đá, vào tính chất và sức mạnh của chấn động và góc xuất của nó (h. 221). Các chấn động thẳng đứng gây có ở tâm ngoài và ở vùng gần nhất không tác hại bằng những rung động kiểu làn sóng đặc trưng cho miền chung quanh.



H. 221 Sự thiệt hại phụ thuộc theo phương chấn động



H. 222 Thiệt hại vì ngôi nhà xây bằng vật liệu tối. Balaklava, Crimê, năm 1927

Các sóng động đất lan truyền ở trong đất gây ra những thiệt hại nặng cho nhà cửa, đặc biệt đối với tường vách nếu chúng lại nằm song song với làn sóng. Không những chúng bị dâng theo làn sóng, mà còn bị bẻ cong. Người ta đều biết rõ là các chấn động hiện ra với góc xuất từ 45° đến 55° gây nhiều tác hại nhất.

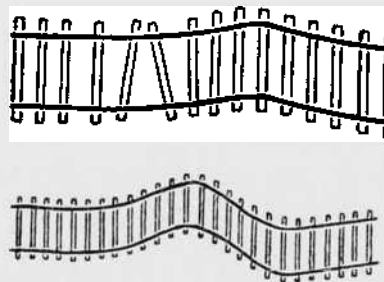
Thành phần của đất cũng có ảnh hưởng đến tốc độ lan truyền của trận động đất, động đất lan nhanh trong đá cứng hơn trong đá bở. Trong những lớp dày gồm đá vụn, thí dụ, trong các lớp bồi tích (bồi tích trong thung lũng), các sóng động đất bị yếu đi hoặc tắt hẳn cùng một lúc; nhưng một lớp mỏng nằm trên đá cứng không đủ thì giờ để hấp thu chấn động và bị nảy trên lớp nền. Trong những điều kiện đó sự phá hoại sẽ lớn hơn chấn động trực tiếp trên đá gốc. Cấu trúc của đá gốc có những hiệu quả như sau: làn sóng đi dọc theo đường uốn nếp và các lớp nhanh hơn là cắt qua chúng. Các đất nguy hiểm nhất thường là đá lở và sa khoáng (đặc biệt trên sườn đồi), những lớp bồi tích mỏng trên đáy thung lũng, các đồng lầy, các hồ bị cây trần lùn và những đầm than bùn; đất khô ít nguy hiểm hơn các loại bị bão hòa nước.

Tác hại đối với các nhà cửa bắt đầu bằng sự phá hủy các ống khói lò sưởi, vôi vữa rơi từng mảng từ trần nhà xuống, các góc mái bị rơi đổ và các khe nứt xuất hiện trên tường. Trong những đợt chấn động mạnh hơn, các góc mái và cả mảng tường nhà cũng bị sụp, mái cũng bị hư hại đôi chút. Các chấn động mạnh nhất biến nhà cửa thành một đồng vụn hoang tàn. Phẩm chất của vật liệu cũng đóng một vai trò quan trọng: các bức tường bằng gạch và vữa sẽ bị hư hại ít hơn những bức xây bằng cuội đá và sét; nhiều trận động đất ở Ngoài Côcazo và trận xảy ra năm 1927 ở Crimê cho thấy có nhiều nhà bị phá hủy chỉ vì chất lượng xây dựng xấu (h. 222).

Sự phá hủy nhà cửa thường có những vụ cháy kèm theo, vì các lò bếp bị phá vỡ, đèn dầu và dây điện đứt nên sinh ra bốc cháy, trong khi đó thì những hư hại trong các

ông dẫn nước và sự bề tắc trong các đường phố đều cản trở công việc của những người chữa cháy. Thí dụ, trong trận động đất xảy ra ngày 1 tháng 9 năm 1923 ở Nhật-bản, hỏa hoạn nổ ra ở Tôkiô tại 76 chỗ sau đợt chấn động đầu tiên với kết quả là chỉ trong 48 giờ mà ba phần tư thành phố bị thiêu ra tro.

Các nhà cửa bị hư hại nặng, đặc biệt trong những trận động đất xảy ra về đêm, dẫn đến những sự thiệt hại về tính mạng một cách không tránh được, vì nhân dân bị chôn vùi dưới các đồng vụn; sự sợ hãi chung, các vụ cháy và phổ xá bề tắc đều làm cản trở sự đào bới kịp thời để cứu những người bị nạn. Vì vậy nên các trận động đất lớn đã gây tai nạn cho biết bao nhiêu người. Thí dụ, năm 1908 trận động đất ở Mêxica (Xixilia) đã giết chết 83.000 người; trận động đất năm 1920 ở tỉnh Cam-túc (Trung-quốc) dẫn đến sự tổn thất gần 200.000 tính mạng, đa số bị chôn vùi trong các nhà ở hang đất lổtxo do chấn động phá hủy. Trận động đất năm 1934 ở Ấn-độ xảy ra ở 12 thành phố và nhiều làng mạc làm cho 500.000 người không



H. 223 Đường ray xe lửa bị uốn cong trong một trận động đất

còn nhà ở và giết mất 10.000 người. Hơn 100.000 người bị thiệt mạng và 521.000 nhà cửa bị phá hủy ở Nhật trong khoảng từ 1904 đến 1914. Trận động đất ở Tôkiô ngày 1 tháng 9 năm 1923 sát hại 96.000 người và biến 412.000 nhà cửa thành tro.

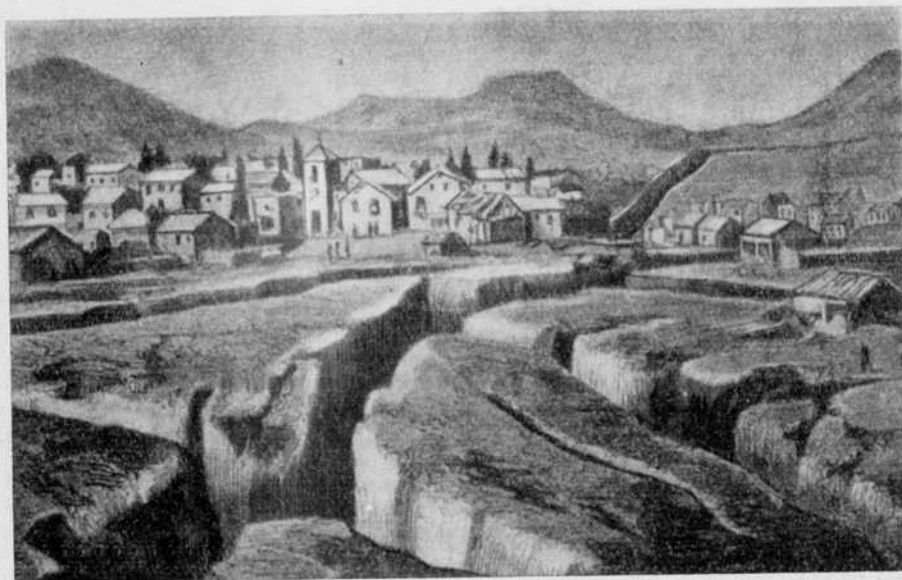
Ngoài những nhà cửa, các công trình ngầm như công, ống dẫn nước, ống dẫn khí đốt, dây điện và dây nói, các cầu đá và sắt (bị chệch khỏi trụ đỡ) và đường xe lửa (cả đường nền lẫn đường ray đều bị vặn cong, h. 223) cũng đều bị ảnh hưởng của động đất.

Các động đất sinh ra những khe nứt trong vỏ Trái đất (h. 224), phần lớn nó ở miền tâm ngoài; đôi khi chúng phóng tỏa ra khắp phía từ một trung tâm nào đó, nhưng thường hay phân bố hỗn độn theo những phương hướng khác nhau, thường chạy theo sườn núi hay chạy dọc bờ biển; chúng rộng từ 20—50 cm đến 10—15 mét, và đôi khi dài đến vài kilômet; độ sâu có khi đến 10 mét. Nhà cửa, nhân dân và súc vật thường bị rơi xuống những khe nứt đó. Các khe nứt hình thành trong đợt chấn động đầu tiên có khi khép lại vào những đợt sau, nhưng thường thường đóng lại rất chậm hoặc vẫn mở nguyên.

Nếu khe nứt chạy trong bồi tích ở đáy thung lũng hay trên đồng bằng và nếu ở đây có một tầng chứa nước ngầm thì từ khe nứt nước, bùn và có khi cả khí phun lên, các khí sẽ bốc cháy trong không khí. Có khi nước và bùn trào lên nhiều đến nỗi miền chung quanh bị ngập lụt.

Có những diện rộng cũng bị sụt lún trong những trận động đất rất lớn (người ta đã quan sát được hiện tượng này ở Ý, Tiểu Á, Ấn-độ, trên bờ hồ Ixur-Cun ở Trung Á, v. v...), đôi khi xuống sâu đến 60 mét; trường hợp này cũng có những đợt phun nước và bùn kèm theo. Một đường ke có nhiều người đang dạo mát bị sụt ở Lixbôn trong trận động đất năm 1755; người ta cũng thấy có hiện tượng sụt đất cả ở trên đất liền lẫn dưới đáy biển ở Mécxina và Tôkiô. Trong trận động đất năm 1861 ở tam giác châu sông Xêlenga ở hồ Baican, một diện tích chừng 260 kilômet vuông, nặng chừng 1300 triệu tấn bị sụt với tất cả nhà cửa và các đàn súc vật khoảng trung bình 2,9 mét xuống dưới mực nước biển.

Các đoạn tầng, bình đoạn tầng và nếp uốn cũng sinh ra trong các đợt động đất. Người ta cũng thấy sinh ra những nếp uốn trong bồi tích ở bờ hồ Ixur-Cun ở cả trên phần bị sụt cũng như ở vùng gần đây. Đoạn tầng và bình đoạn tầng thường hay xảy ra khi những khe nứt hình thành và có đôi khi kéo dài hàng vài kilômet. Đặc trưng nhất là bình đoạn tầng cắt qua nhiều đường sá ở trên đáy một thung lũng rộng lớn ở Nhật trong trận động đất năm 1891 (h. 225). Một đoạn tầng lớn xảy ra trong trận động đất ở Califocni năm 1906; nó chạy dài hàng nhiều trăm kilômet dọc theo bờ biển và chuyển dịch theo chiều cao 1,3 mét và theo chiều ngang 7 mét. Thành phố Xãn Fränxicô bị tổn hại lớn trong trận động đất đó và dù



H. 224 Khe nứt ở Andalusia sinh ra trong trận động đất ngày 22 tháng 12 năm 1884, Tây-ban-nha

rằng nó không nằm trên đường chạy chính của đoạn tầng nhưng cũng có một đường phụ bị dịch chuyển 3 mét theo chiều ngang cắt qua thành phố.

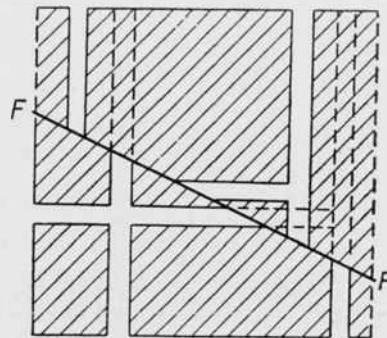
Trận động đất tháng 12 năm 1932 ở Bắc Mỹ lan trên một diện tích chừng 500.000 kilômet vuông ở bang Nêvada và một số bang láng giềng; xét theo những khe nứt, động đất đã làm dịch chuyển phần phía Đông của diện tích đó về miền Nam so với phần phía Tây.

Đất lở, đất trượt và đất cháy xảy ra trong các trận động đất ở miền núi. Trong trận động đất năm 1887 và 1911 ở thành phố Vecnur (bây giờ là Anma-Ata), thấy có nhiều trận lở đất và đất cháy ở núi kề liền thuộc dãy Thiên-sơn; khối lượng đất lở năm 1887 ước tính chừng 440 triệu mét khối, một số những khối bị lở dài tới 2 kilômet, rộng 200 mét và dày 100 mét (h. 226). Cũng có những đất lở xảy ra ở Axam, Nhật, dãy Núi Đá (ở Mỹ) và ở Alatca.

Những biến động trong nước ngầm dưới đất trong quá trình động đất thực hoàn toàn dễ hiểu. Những dịch chuyển của lớp vỏ có thể đóng kín những khe nứt dọc theo đó nước trào lên, hoặc mở thêm những khe mới, như vậy nghĩa là có một số chỗ bị mất các nguồn nước và ở một số chỗ khác lại thấy hiện ra những nguồn mới dưới tác dụng của những chấn động mạnh. Đất lở và đất trượt cũng có thể sinh ra những lối thoát mới cho nước ngầm chảy ra hoặc làm tắc những lối thoát cũ. Một lớp không thấm nước nằm dưới một tầng chứa nước có thể bị đứt gãy do khe nứt và theo đó nước chảy sâu hơn vào bên trong và kết quả là có hàng loạt giếng sẽ bị mất nước.

Chấn động ngầm dưới biển (sóng thần). Nếu tâm động đất, nằm ở một chỗ nào đó dưới đáy đại dương hay biển lớn, chấn động sẽ lan truyền qua toàn bộ bề dày của lớp nước và tàu bè đang đi trên mặt biển đều nhận thấy ngay lúc đó. Trong một chấn động thẳng đứng nghĩa là ở trên tâm ngoài, tàu biển bị dâng cao một cách đột ngột sau lại hạ xuống và nước trên mặt biển dâng lên. Trong những chấn động bên, tàu sẽ bị xô mạnh tựa như mới va phải một ám tiêu ngầm, hay phải một bè gỗ hoặc một đảo băng; những đồ đạc không buộc kỹ đều bị rơi, người khó đứng vững và bánh lái bị rung chuyển với một sức mạnh đặc biệt. Chấn động thường được kèm theo bằng một tiếng động trầm đi qua nước lên khí quyển.

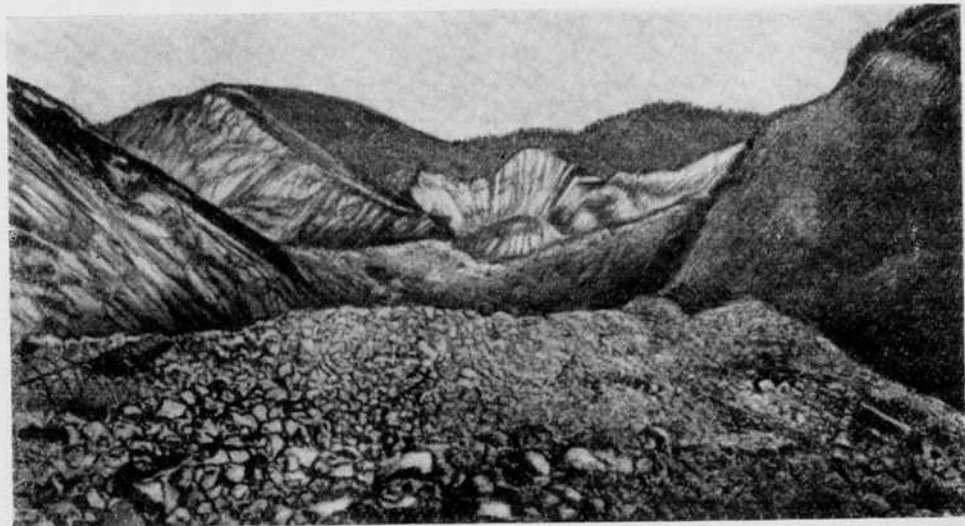
Các động đất ở đáy biển còn phá hoại mạnh hơn khi tâm ngoài nằm gần bờ biển. Trong trường hợp này, biển thường rút xa ra ngoài khơi trong chấn động đầu, sau



H. 225 Đường lằn bị di chuyển trong trận động đất năm 1891 ở Nhật: FF — khe nứt trong đất; đường chấm chỉ rõ vị trí cũ của đường đi trước khi bị lệch

lại quay về dưới dạng một làn sóng rất mạnh đã ập xuống bờ biển và quét sạch mọi vật. Trong trận động đất ở Lisbon năm 1755, sóng biển dâng cao tới 26 mét và dồn vào đất liền tới 15 kilômét, sát hại chừng 60.000 người. Năm 1923 sóng biển lôi cuốn băng trên một quãng dài nửa kilômét từ đường bờ ở Camsatca và chôn vùi vài nhà cửa; miền đài nguyên bị ngập nước trên vài ba kilômét. Ở các phần bờ biển nông thường có những làn sóng hỗn loạn nổi lên. Các làn sóng do động đất sinh ra gần bờ biển sẽ lan rộng khắp nơi trên đại dương, xói mòn bờ và làm ngập các thành phố và làng mạc ở ven biển.

Sự phân bố động đất trên mặt Trái đất cho thấy, chúng thường có liên quan chặt chẽ với những miền có biên vị và có núi lửa. Các thông kê chỉ rõ là 40% động đất xảy ra trên bờ Thái-bình dương từ eo Magenlân, qua quần đảo Alêut đến Tân-tây-lan là những nơi có nhiều núi lửa như chúng ta đã biết. Ở đây, chúng ta thấy có những dãy núi chạy theo dọc bờ các đại lục, nằm kề bên những hồ sâu nhất ở đáy đại dương và dọc ven biển, nghĩa là những chỗ gãy sâu nhất về địa hình. Chừng 50% động đất xảy ra trong «đới đứt gãy» chạy từ Mécxich ở Tây bán cầu qua Đại-tây-dương, dọc theo Địa-trung-hải đến biển Caxpiên và Ấn-độ, miền này đặc trưng bởi những núi uốn nếp trẻ, những hồ sụt, tức là những vùng trũng, và những núi lửa hoạt động. Chỉ có 10% động đất là rơi vào những khối lục địa khác, trong đó phải chú ý đến những nơi bị nhiều nhất là: 1) đới đứt gãy dọc các hồ châu Phi, Hồng-hải và biển Chết; 2) các dãy núi Thiên-son và Pamia và 3) phần Nam của hồ Baican với các vùng chung quanh.



H. 226 Đát sụt lở trong thung lũng sông Ac-Ja trong trận động đất năm 1887.
Alatau Ngoại Ili

Như vậy các miền động đất nhiều nhất là những miền có núi uốn nếp trẻ, có đoạn tầng và có hồ sụt mới, nói chung tức là những miền tạo núi trẻ; các miền ít động đất nhất là những miền có cấu trúc già nhất, đã ổn định từ lâu tức là những nền tảng cổ.

Các miền động đất ở Liên-xô là: 1) miền Ngoại Côcazo thuộc đới Địa-trung-hải và miền Crimê (động đất năm 1927); 2) dãy Thiên-sơn đặc biệt phần chân núi phía Bắc (động đất năm 1887 và 1911 ở Anma-Ata), miền Fecgana và Pamia là miền có những núi uốn nếp đoạn tầng nghịch và uốn nếp đứt khối trẻ; 3) phần Nam của hồ Baican với những miền kế liền về phía Tây hồ, đây là một miền nền cổ nhưng có hồ sụt trẻ (chỉ động đất tương đối); và 4) miền Camsatca và miền ven biển từ sông Anadura đến Voladivôxtôc, thuộc đới Thái-bình-dương (cũng là miền ít động đất).

Trái lại, các nền Nga và nền Xibêri với cấu trúc ít biến động và miền Uran là những dãy núi rất cổ có động đất rất yếu và hiếm; động đất xảy ra nhiều hơn ở miền Antai vì có liên quan với những vận động trong các núi uốn nếp khối này.

Các loại động đất. Như chúng ta đều rõ, động đất được phân loại theo nguồn gốc thành: động đất do sụp đổ, động đất núi lửa và động đất biến vị (hay kiến tạo). Loại thứ nhất hiếm nhất, loại thứ hai xảy ra thường xuyên hơn, và loại thứ ba xảy ra nhiều nhất. Trong số tất cả những loại đó, người ta cũng phân biệt từng kiểu. Các động đất trung tâm có tâm động đất nhỏ hạn chế theo mọi phương và động đất theo tuyến với tâm động đất kéo rất dài theo một phương. Các động đất do sụp đổ và do núi lửa phần lớn thuộc loại động đất trung tâm, trong khi các động đất biến vị thường theo tuyến vì nguồn của chúng (tâm dưới) thường kéo dài hoặc ít hoặc nhiều dọc theo những nếp uốn và những khe nứt của các đứt gãy (đoạn tầng, bình đoạn tầng và đoạn tầng nghịch).

Liên hệ giữa động đất và những hiện tượng tự nhiên khác. Từ lâu, người ta đã thứ tìm hiểu xem có phải các động đất chủ yếu xảy ra vào những thời kỳ nhất định nào trong năm, theo tháng âm lịch nào và vào những giờ nào trong ngày đêm. Các thông kê cho thấy các động đất thực tế thường xảy ra: 1) nhiều vào mùa thu và mùa đông, hơn là vào mùa xuân và mùa hạ (tỷ lệ 4:3); 2) thường xảy ra vào tuần thượng huyền và trăng tròn; 3) thường xảy ra vào lúc Mặt trăng ở gần Trái đất nhất; 4) các chấn động thường có nhiều hơn và mạnh hơn khi Mặt trăng ở đúng kinh tuyến của một điểm nào đó.

Người ta cũng nhận thấy có một số liên quan giữa động đất với gió, mưa và những biến đổi trong áp suất không khí. Thí dụ, các trận gió mạnh cũng sinh ra những rung động vi chấn. Động đất cũng thường thấy có nhiều hơn sau những thời kỳ mưa nhiều. Sự liên hệ rõ ràng hơn cả với thay đổi đột ngột của áp suất không khí cũng dễ hiểu, vì áp suất trong phong vũ biểu sụt xuống 1 milimet tương ứng với sự giảm sút áp suất trên 1 kilômét vuông bằng 13,6 triệu kilôgam. Áp suất không khí lên hay xuống mạnh cũng có thể dẫn đến sự bứt căng đôi với những nếp uốn hay đứt gãy biểu hiện dưới dạng dịch chuyển trong các tầng nền cũng gây ra động đất. Một ảnh

hường tương tự cũng có thể có do sự tăng sức đè nặng lên vỏ Trái đất, do lượng mưa tuyết rơi nhiều về mùa đông và mùa thu, do áp suất của gió và do thủy triều tăng mạnh tùy theo vị trí của Mặt trăng.

Cách để phòng. Người ta không có khả năng ngăn ngừa động đất; chỉ có thể làm thế nào báo kịp cho nhân dân để bảo đảm an toàn, người ta có thể xây dựng nhà cửa cho thích hợp để có thể chịu đựng được những trận động đất mạnh.

Các trạm địa chấn được trang bị bằng những máy ghi động đất rất tinh vi và nhạy cảm và được thiết lập ở những miền hay có động đất, nhằm mục đích báo động cho nhân dân mỗi khi sắp xảy ra động đất; các máy ghi động đất không phải chỉ cần ghi những chấn động mạnh, mà cả những sóng vi chấn; bằng cách nghiên cứu chúng, các trạm cố gắng phát hiện những chuyển động báo hiệu những trận động đất phá hoại. Việc này cho đến nay vẫn chưa làm được đầy đủ.

Các cách bảo đảm an toàn được áp dụng ở tất cả các nước bị ảnh hưởng nhiều của động đất gồm có một số qui định trong việc xây dựng nhà cửa. Chủ yếu là phải làm rộng nền móng, sử dụng những thanh kim loại trong các bức tường bằng gạch, làm vững những vòm nhà và xà nhà, phân cách các ống khói với mái, cầm làm những góc mái nặng và đắp những chạu đỡ, và phải dùng những vật liệu xây dựng tốt. Các nhà cửa xây theo những qui cách nói trên được gọi là nhà chống chấn động, chúng phải đảm bảo an toàn cho các hộ ở trong nhà.

X

SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ TRÁI ĐẤT

Tuổi trẻ của Trái đất. Sự thành tạo những lục địa và biển. Nguồn gốc sự sống. Những hóa thạch và ý nghĩa của chúng. Sự thay đổi của bộ mặt Trái đất. Các chu kỳ biến vị và xâm thực. Biên tiến và biên lùi. Niên đại địa chất. Các nguyên đại Thái cổ, Nguyên sinh, Cổ sinh, Trung sinh và Tân sinh. Tuổi Trái đất được xác định như thế nào. Lục địa trôi.

Không ai có thể kể lại cho chúng ta một cách chính xác rằng Trái đất chúng ta đã hình thành như thế nào, vì không có một nhà khoa học nào có thể quan sát điều đó được. Do đó chỉ có những giả thiết đáng tin nhiều hay ít đã được nêu ra dưới dạng những giả thuyết mà thôi. Như ngày nay chúng ta đều biết, có nhiều giả thuyết hoàn toàn hoang đường đã được đề ra ở những nước văn minh vùng Địa-trung-hải vào thời thượng cổ phù hợp với hiểu biết khoa học vào thời đó. Giả thuyết về nguồn gốc vũ trụ đầu tiên có tính chất khoa học, dựa trên những sự kiện do khoa học xác minh, đã được đề nghị vào thế kỷ 18 bởi Căntơ và Laplat. Các bác học này cho rằng Mặt trời và tất cả các hành tinh quay chung quanh nó đã hình thành do sự ngưng tụ của một đám tinh vân nguyên thủy. Đám tinh vân này đã tự quay ngay từ trước khi sinh ra Mặt trời. Nó lớn hơn cả toàn bộ hệ thống hành tinh và hơi có hình dẹt. Dưới ảnh hưởng của sự nguội dần và của lực hấp dẫn vào trung tâm, đám tinh vân co dần và vận động tự quay của nó sinh ra một vòng vật chất tách ra ở phần xích đạo; vòng đó bị vỡ và biến thành một quả cầu vẫn tiếp tục quay vì hiện tượng co rút thể tích vẫn cứ tiếp tục nên thêm nhiều vòng nữa bị tách ra và lại cũng biến thành hình cầu. Như vậy là tất cả các hành tinh cuối cùng đều đã ra đời và mỗi ngôi lại quay theo một quỹ đạo riêng chung quanh Mặt trời. Phần trung tâm của đám tinh vân về sau đã biến thành một ngôi sao vẫn tiếp tục cháy rực, phát sáng và hun nóng những hành tinh quay quanh nó. Các vệ tinh của các hành tinh sinh ra cũng theo cách đó nghĩa là cũng từ những vòng tách khỏi hành tinh vì tốc độ quay nhanh sinh ra.

Giả thuyết Căntơ - Laplat trong một thời gian dài được người ta coi là đã giải thích đúng đắn quá trình hình thành của Trái đất; nhưng nhờ sự phát triển nhanh chóng của thiên văn học, địa vật lý và địa chất học trong thế kỷ 19 nên người ta đã phát hiện được nhiều điểm sai trong giả thuyết này và do đó lại nêu ra nhiều cách giải thích mới. Thí dụ, nhà khoa học Sămbeclanh cho rằng Trái đất nhỏ bé hình thành theo cách giải thích của Căntơ - Laplat, dần dần lớn lên do tiếp nhận được thêm những thiên thạch tức là những khối ngưng tụ tương tự nhau của vật chất thuộc

tinh vân; những mảnh thiên thạch này rơi từ không gian vũ trụ vào Trái đất. Nhà thiên văn học Ginxơ cho rằng hệ Mặt trời đã được hình thành là do kết quả một ngôi sao khác đi qua rất gần Mặt trời. Sự hấp dẫn của ngôi sao đó gây ra một sự rối loạn lớn trong tư thế cân bằng của những lớp bên trong của Mặt trời và khiến cho Mặt trời phun ra một dòng vật chất rất lớn. Sau đó, dòng vật chất bị chia nhỏ và ngưng đọng để sinh ra tất cả các hành tinh thuộc hệ Mặt trời. Trong một số năm người ta cho rằng giả thuyết này rất hợp lý, nhưng về sau nó lại bị bác, vì người ta thấy rằng: một ngôi sao đi qua gần một ngôi khác mà lại làm cho ngôi đó nhả ra vật liệu là một hiện tượng rất hiếm và không thể giải thích được sự thành tạo các hành tinh quay quanh Mặt trời. Nhiều sai lầm nghiêm trọng trong giả thuyết này, chủ yếu do các bác học xô-viết phát hiện.

Trong những năm 1947—1950, viện sĩ xô-viết Ô. Iu. Smit đưa ra một giả thuyết mới về quá trình thành tạo Trái đất và các hành tinh khác quay quanh Mặt trời. Ông ta cho rằng trong quá trình chuyển động trong hệ Ngân hà qua những đám mây bụi và khí là những vật liệu tạo nên vật chất giữa các vì sao, Mặt trời đã thu hút một phần những thứ đó và khi ra khỏi thì bị bao quanh bởi một đám mây bụi và khí. Theo đúng qui luật hấp dẫn vũ trụ, đám mây này quay chung quanh Mặt trời, các vật thể nằm trong thành phần đám mây bị chuyển động theo mọi phương, va chạm vào nhau, đôi khi phá vỡ nhau, nhưng thường hay tụ tập với nhau, các hạt nhỏ dính vào những hạt lớn; do đó các hành tinh đã hình thành dần dần trong đám mây. Phần gần Mặt trời nhất của đám mây bị nung nóng mạnh nhất, vì vậy nên các hành tinh gần nhất như sao Thủy, sao Kim, Trái đất và sao Hỏa có kích thước nhỏ và gồm vật liệu đặc như đá và kim loại và ít di tích các chất khí, trong khi đó sao Mộc, sao Thổ, sao Thiên vương và sao Hải vương là những hành tinh ở xa hơn thì có kích thước lớn và gồm các chất khí và chất bốc hơi. Các vật thể không kịp nhập vào số các hành tinh nặng ở bên trong tạo thành sao chổi và tiểu hành tinh.

Smit lúc đầu đã nghĩ là các thiên thạch nằm trong thành phần đám mây nguyên thủy đã đóng một vai trò quan trọng trong quá trình tạo thành hành tinh, nhưng về sau ông lại từ bỏ ý kiến đó và cho rằng khối khí - bụi là những vật liệu ban đầu để tạo ra các hành tinh.

Giả thuyết của Smit đã giải thích một cách có kết quả hàng loạt vấn đề về sự tạo thành các hành tinh. Nhưng nó cũng không khỏi không có những khuyết điểm đáng kể.

Giả thuyết của Smit chú ý đến sự thành tạo các hành tinh thuộc hệ Mặt trời, nhưng không bàn đến nguồn gốc Mặt trời; nó giải thích tốt về nguồn gốc các hành tinh kiểu Trái đất, nhưng các hành tinh lớn với những đặc tính riêng của chúng lại không phù hợp với cách giải thích đó. Smit không nghiên cứu sự tiến hóa của Mặt trời hay vấn đề nguồn gốc và sự tiến hóa của các ngôi sao và không sử dụng những tài liệu phong phú của thiên văn vật lý hiện đại. Tất cả những điều đó cho

thầy là giả thuyết của Smit hãy còn chưa đủ khả năng để giải thích sự thành tạo của tất cả các thiên thể.

Phần đông các bác học xô-viê-t nghiên cứu các vấn đề thiên văn học và địa vật lý đều cho rằng Trái đất và những hành tinh khác thuộc hệ Mặt trời không phải được tạo nên bằng những vật chất lấy từ bên ngoài, mà là từ những chất khí và khí-bụi có sẵn trong phạm vi hệ đó.

Giả thuyết Smit và một số giả thuyết khác cho rằng Trái đất và nhiều hành tinh thuộc kiểu này được tạo thành từ vật chất khí-bụi, lúc đầu ở trạng thái nguội lạnh. Về sau, vật chất được phân ra theo trọng lượng riêng bằng cách phân dị theo trọng lực và quả cầu bị phân chia thành các địa quyển có tỷ trọng khác nhau do kết quả của sự dâng lên của những vật thể nhẹ tới những lớp vỏ bên ngoài.

Tỷ trọng trung bình của Trái đất là 5,5, trong khi tỷ trọng trung bình của phần ngoài cùng của lớp vỏ mà chúng ta nghiên cứu được ở ngoài mặt, trong các hầm mỏ và lỗ khoan lại không vượt quá 2,5 đến 3. Tỷ trọng của lõi Trái đất rất cao, từ 8 đến 11. Một số nhà bác học cho rằng lõi Trái đất gồm kền và sắt; một số khác giải thích trạng thái vật lý của phần lõi bằng cách nói rằng: do có áp suất khổng lồ, nên vật chất của phần lõi ở vào trạng thái «kim loại hóa» đặc biệt và cấu trúc nguyên tử của loại vật chất này khác với cấu trúc nguyên tử ở trong vỏ Trái đất, cụ thể là các điện tử ngoài cùng bị lệch chỗ ở mỗi nguyên tử.

Theo giả thuyết của Căntơ - Laplat thì quả cầu nóng chảy của Trái đất đã nguội dần từ bên ngoài và được phủ một lớp vỏ lúc đầu rất mỏng và thường bị rách đứt dưới áp suất của các khí và những khối nóng đỏ. Về sau lớp vỏ đó dày thêm và vững chãi thêm, nhưng ở dưới nó, ở độ sâu 50 đến 100 kilômet, một đới (địa quyển) macma nóng chảy vẫn còn được giữ nguyên.

Việc phát hiện được những động đất có tâm sâu, bắt nguồn ở độ sâu lớn hơn 600 kilômet, đã khiến một số nhà địa chất cho rằng phần vỏ ngoài của Trái đất gồm vật liệu cứng rắn nằm sâu tới ít nhất 800 kilômet. Cấu trúc như vậy của vỏ Trái đất, phù hợp với giả thiết về nguồn gốc Trái đất «lạnh» được tạo thành bằng bụi vũ trụ hơn là với giả thuyết Trái đất nóng và lỏng.

Theo giả thuyết Smit, Trái đất lúc đầu «lạnh», chứa trong thành phần của nó những nguyên tố phóng xạ. Những nguyên tố này khi phân hủy đã trở thành nguồn năng lượng và làm cho Trái đất nóng chảy dần, chỉ có lớp ngoài của Trái đất tức là lớp vỏ vẫn giữ được thể cứng. Nhưng mặt khác, như A. Vinôgradốp đã chỉ rõ, nếu chúng ta coi thiên thạch là những mảnh của hành tinh (điều này ngày nay đã được xác minh chắc chắn), thì chúng ta cũng phải thừa nhận rằng các hành tinh đó trải qua giai đoạn nóng chảy hoàn toàn. Như vậy, theo các giả thiết mới, cả Trái đất có những địa quyển bên trong mang cấu trúc giống như nhiều loại thiên thạch, tất cũng đã phải trải qua những giai đoạn của một thể nóng chảy, trong đó đã xảy ra những quá trình phân dị lỏng, lỏng chảy và xếp thành tầng. Theo quan

diêm của Vinogradôp, Trái đất đã bắt đầu nguội từ bên trong và giữ được lớp vỏ lỏng khá lâu.

Trong tác phẩm của mình nhan đề là «Biện chứng của tự nhiên», F. Ăngghen đã chỉ rõ rằng trên Trái đất ta, cũng như trên hết thảy các thiên thể khác, có một cuộc đấu tranh thường xuyên giữa những lực hút và những lực đẩy và từ khi lớp vỏ cứng hình thành, thì các lực hút đã chiếm ưu thế. «Nhờ ưu thế đứt khoát đối với lực đẩy ở trên trái đất hiện nay, nên lực hấp dẫn, trái lại, đã trở thành *hoàn toàn thụ động*. Chúng ta sở dĩ có được mọi vận động tích cực là nhờ vào lực đẩy từ trên mặt trời đến». * Ý kiến bổ sung đó cho các giả thuyết về sự tạo thành Trái đất rất có giá trị vì không có sự xen kẽ giữa hoạt động của các lực hút và lực đẩy, thì không thể giải thích được cấu trúc của vỏ Trái đất, trong đó chúng ta thấy kết quả của sự hấp dẫn mạnh như các đợt co rút của vỏ Trái đất tạo nếp uốn, cũng như các kết quả của sự đẩy ra đã thay thế cho thời kỳ hấp dẫn. Quá trình giãn nở dẫn đến sự thành tạo những đứt rời, đoạn tầng với những sự chuyển dịch xuống và lên của toàn bộ các lớp, những khe nứt mở miệng và những hiện tượng sụt lún của các phần nhỏ hay lớn của vỏ Trái đất dưới dạng gọi là địa hào. Phần chính lý của Ăngghen cần được tiếp nhận, vì không thể hiểu và giải thích được cấu trúc của vỏ Trái đất nếu không có nó. Một số nhà địa chất nêu ra giả thuyết mạch động đã đề nghị như thế. Theo giả thuyết này, thì sự phát triển của lớp vỏ cứng của Trái đất, sau khi nó hình thành, biểu thị một sự xen kẽ giữa các thời kỳ hay kỳ có hoạt động của các lực hấp dẫn để gây nên những sự nén ép các lớp trong vỏ Trái đất và của những lực đẩy để sinh ra sự giãn nở, đứt gãy, đoạn tầng và địa hào (về chi tiết, xem chương VIII).

Cho rằng lúc đầu Trái đất là một quả cầu nóng chảy hoặc đã thành tạo như một thể lạnh, rồi sau biến thành quả cầu nóng chảy do sự nung chảy từ bên trong, chúng ta có thể vạch ra hình ảnh về quá trình biến chuyển về sau của vỏ Trái đất.

Quả cầu nóng chảy — Trái đất — dần dần nguội lạnh từ ngoài và thể lỏng phải chuyển sang trạng thái đặc và được bao phủ bằng một lớp vỏ gồm những hợp chất của các nguyên tố nhẹ. Lúc đầu lớp vỏ này rất mỏng và vỡ ra ở chỗ này hay chỗ khác dưới áp suất của các khí và hơi thoát ra từ khối nóng chảy. Nhưng dần dần nó cứng rắn hơn, lớn lên về phía dưới do các lớp ở sâu đông cứng lại, và do sự nguội đông từ bên trên của dung nham trào ra ngoài mặt qua những chỗ nứt của lớp vỏ.

Các đứt gãy bây giờ xảy ra ít hơn và chỉ sinh ra ở những chỗ yếu cá biệt, nhưng lại dễ gây tai họa vì chúng được kèm theo bởi những đợt trào ra và phun xuất mạnh mẽ hơn là ngày nay. Dưới áp suất của các khí và hơi, vỏ phồng lên và vỡ ra với những đợt nổ dữ dội, tung ra những mảnh lớn và để cho dung nham trào ra. Tuy

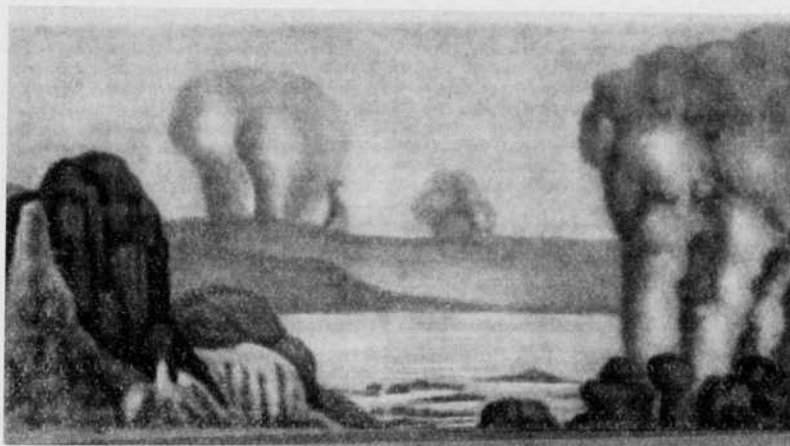
*F. Ă n g g h e n : Biện chứng của tự nhiên. Nhà xuất bản Quốc gia về văn liệu chính trị, 1955 tr. 53. Bản tiếng Nga.

nhiên, cũng có khi dung nham trào lên theo những khe nứt trong lớp vỏ một cách êm đềm hơn.

Vì các quá trình đó không diễn ra một cách đồng đều trên toàn bề mặt, nên lớp vỏ lớn lên không đều và có những bướu lồi phủ lên với kích thước khác nhau dưới dạng những bãi dung nham phún xuất cách biệt nhau bằng những hồ trứng. Đó là những lục địa nguyên thủy và những đại dương đầu tiên đã thành hình, tuy vẫn chưa có nước trên mặt Trái đất như ngày nay; vào lúc đó nhiệt độ của vỏ Trái đất hẳn còn cao hơn điểm sôi của nước, và tất cả lượng nước lúc đó hiện ra dưới dạng hơi nằm trong khí quyển đặc.

Sự nguội lạnh tiếp tục, hơi nước trong khí quyển ngưng tụ và quay về Trái đất dưới dạng những trận mưa lũ kinh khủng và khi tiếp xúc với lớp vỏ nóng lại biến thành hơi ngay. Không khí bão hòa điện, và khó mà tưởng tượng được những tiếng sét kinh khủng luôn luôn gấm rít trên mặt Trái đất và tia chớp rạch nát bầu không khí nặng nề. Lúc đó, cả ngày lẫn đêm không có lúc nào yên tĩnh, vì Trái đất bị bao bọc trong những lớp mây dày và liên tục nên ánh sáng Mặt trời không xuyên xuống được mặt Trái đất đang còn thoát thai trong phong ba và bão táp.

Sau đó, được nước mưa luôn luôn tưới và làm nguội dần nên vỏ Trái đất đã lạnh đi ở ngoài mặt đến mức độ khiến nước mưa rơi xuống không bị bốc hơi ngay, mà đã bắt đầu lấp đầy các hồ trứng. Lúc đầu, nước trong các biển nguyên thủy đó luôn luôn sôi sục và có những tấm màn hơi bao trùm lấy mặt biển; về sau nước ngừng sôi, nhưng biển còn giữ được nóng khá lâu. Người ta cho rằng nước trong



H. 227 Quang cảnh mặt Trái đất sau khi hình thành các biển đầu tiên, nhưng trước khi sự sống xuất hiện

các biển đã mặn rồi, vì các khí thoát ra từ macma đều chứa các loại muối. Nhưng lớp vỏ hãy còn chưa đủ vững vàng, vẫn vỡ ở chỗ này hay chỗ khác và dung nham chảy ra nhiều thành dòng lớn trên các lục địa và thường tiến tới bờ biển. Những trận nổ lớn và những đám mây hơi là kết quả của sự tiếp xúc giữa dung nham và nước. Có lẽ lúc đó không có những núi lửa như các núi lửa hiện đại; vỏ Trái đất còn mỏng và dễ vỡ, các khí, hơi và dung nham phá ra dễ dàng hơn (h. 227).

Giai đoạn sơ kỳ này của Trái đất kéo dài rất lâu, có lẽ dài hơn tất cả các thời kỳ tiếp theo cộng lại. Lúc đó chưa thể có gì sinh sống trên Trái đất được. Các lục địa biểu hiện dưới dạng những dung nham đông cứng với bề mặt rất không đều đặn; hơi nước thoát ra với tiếng rít và các khí, có cả những khí ngạt thở và các loại khí độc, đều bốc ra ở những chỗ khác nhau từ những khe nứt; nước biển còn nóng, nên bốc hơi như các nổi hơi. Không khí nặng nề và bão hòa hơi nước; trời đầy mây đen và tối sẫm; luôn luôn có những tia sét lóe lửa trong ngày âm đạm và đêm đen ngòm. Có những trận mưa dữ dội đổ xuống đó đây, và những dòng nước chảy như thác trên lục địa bắt đầu hoạt động xói mòn, vận chuyển, trầm tích cát và bùn để sinh ra những lớp đá trầm tích đầu tiên. Lúc đó trên Trái đất không thể sống được vì không thở được và chẳng có gì ăn.

Nhưng dần dần các điều kiện càng ngày càng khả quan. Mặt trời ló ra nhiều hơn, các trận bão ít xảy ra hơn, các bồn trũng chứa nước nguội dần và những dạng đầu tiên của sự sống bắt đầu xuất hiện trong nước.

Ng u ó n g ô c s ự s ò n g là điều bí ẩn thứ hai mà đến nay khoa học vẫn chưa giải quyết được (điều bí ẩn thứ nhất là nguồn gốc Trái đất), và tất cả những điều người ta đã bàn về vấn đề này cũng vẫn chỉ là những giả thuyết. Tất cả các lời truyền bá của tôn giáo đều lợi dụng tình hình mơ hồ này để đề nghị những hình thức khác để công nhận một đấng tạo hóa toàn năng của Trái đất và của sự sống. Nhưng đó không phải là một giải đáp, mà chỉ là một cách tránh để cập đến vấn đề, vì sự tồn tại vĩnh viễn của một đấng tạo hóa nào đó do các tôn giáo nêu ra, cũng như tính chất toàn năng của đấng đó, lại là những điều bí ẩn lớn hơn cả nguồn gốc của sự sống trong vũ trụ.

Điều có thể chấp nhận hơn cả là đời sống đã bắt đầu trong đại dương nguyên thủy nóng và giàu các loại muối; điện phát ra dưới dạng tia sét có thể đã ion hóa nước và gây ra sự tích lũy đầu tiên của nguyên sinh chất; những khối prôtêin tựa như sứa đã hình thành và biểu thị những cơ thể đầu tiên; tất cả sự sống — thực vật và động vật — đều đã phát triển từ đó bằng đường tiến hóa phức tạp và lâu dài.

Chúng ta có tài liệu gì để suy luận về những dạng cổ của đời sống trên Trái đất không? Có, chúng ta có những tài liệu đó.

Những hóa thạch và ý nghĩa của chúng. Chúng ta biết rất rõ là nhiều động vật khác nhau như cá, tôm, ếch, sò ốc, đĩa, v.v... sống trong nước sông hay hồ, và rong

tảo, huệ nước, lau sậy cũng mọc ở đó. Trong các biển, thế giới động vật còn phong phú hơn; ở đây, ngoài cá và nhiều loại ốc trai, chúng ta còn thấy có cầu gai, sao biển, huệ biển, san hô, giun, bọt biển và nhiều rong tảo. Xác những động vật này và cành cây, lá cây thường rơi xuống đáy các bồn nước và được chôn vùi dần dần trong các lớp cát vùn hay sét có trong nước dưới dạng vụn đục. Các phần mềm của cơ thể động vật như thịt, phủ tạng, v.v... đều bị thối rữa hoặc bị các động vật khác ăn trước khi chúng được chôn vùi trong trầm tích, trong khi đó các phần cứng như xương, răng, vảy cá, vỏ tôm, cầu gai, sao biển, vỏ ốc sò, vẫn còn giữ được. Trong các lớp cát, sét hay vôi chúng được bảo tồn hàng nghìn năm và dần dần biến thành đá, còn các di tích của cây cối biến thành than. Vào lúc mà sông đổi lòng, hồ bị khô cạn hay biển rút lui, các di tích này có thể được lộ ra và tìm được ở những chỗ khô ráo, ngay cả trên các sườn dốc núi.



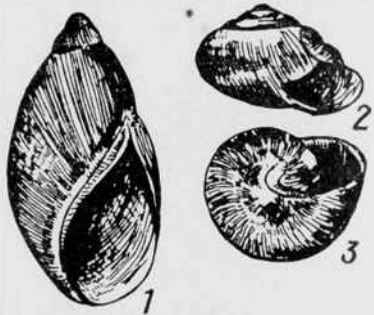
H. 228 San hô *Cyathophyllum heterophyllum* trong trầm tích Đêvôn



H. 229 Cúc thạch *Mimoceras gracile* trong trầm tích Đêvôn (nhìn trên xuống và nhìn bên sang)

Các di tích động vật, thực vật hóa đá hay hóa than đó mang tên là h ó a t h ạ c h (h.228—231). Chúng thường có trong các đá thành tầng và rất quan trọng đối với khoa học, vì chỉ nhờ có những hóa thạch đó mà chúng ta có thể tìm hiểu được rằng đã có những động vật và thực vật nào sống trên Trái đất ta vào những thời xa xưa. Bằng cách so sánh những hóa thạch tìm thấy trong các tầng lớp khác nhau, chúng ta có thể tìm hiểu về những biến đổi đã từng xảy ra trên Trái đất đối với thế giới động vật và thực vật. Việc nghiên cứu các hóa thạch cho thấy rằng những sinh vật sống trên Trái đất vào những thời xa xưa rất khác những loại mà chúng ta trông thấy ngày nay và thời gian càng xa về quá khứ, thì sự khác biệt lại càng lớn giữa những sinh vật đó với các loại hiện đại. Do đó chúng ta có thể căn cứ trên các hóa thạch mà suy luận xem lớp đá nào thành tạo trước và lớp nào sau, và có thể phân biệt các đá trầm tích theo tuổi của chúng. Vì vậy nếu dựa vào những hóa thạch và các đá tạo nên của vỏ Trái đất, chúng ta có thể lập lại toàn bộ lịch sử của Trái

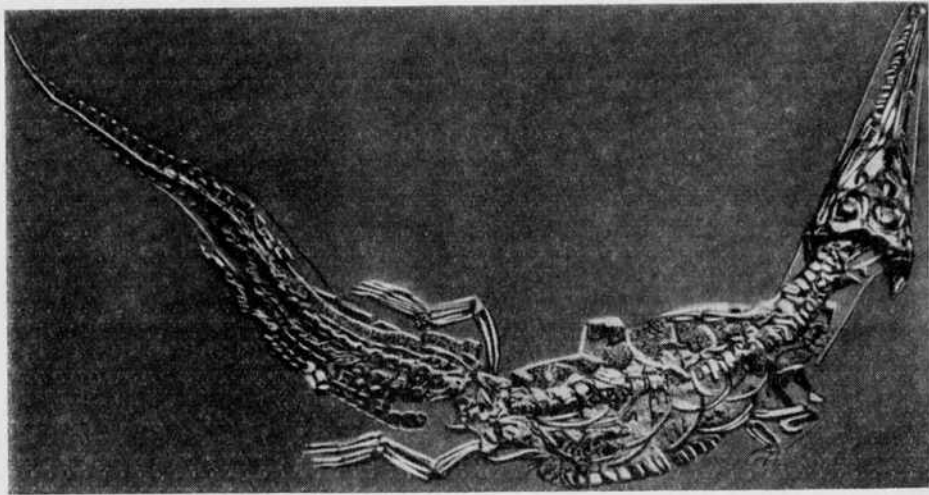
đất chúng ta từ những thời cổ xưa nhất, khi chưa có loài người, và vì vậy nên lúc đó không có một truyền thuyết nào hay niên giám nào cả, để các nhà bác học dựa vào đây mà có được khái niệm về đời sống quá khứ và những sự kiện đã từng xảy ra.



H. 230 Vỏ sò loài nhuyễn thể chân bụng *Physa gigantea* (1) và *Helix* sp. (2, 3) trong trầm tích kỷ Đệ tam

Chúng ta tìm được di tích hóa thạch không phải chỉ của những động vật và cây cối đã từng sống trong nước. Xác các động vật và những bộ phận của thực vật đã từng sống trên mặt đất cũng thường được đưa xuống nước. Gió thổi các cành lá của cây lớn và cây bụi mọc ở bờ sông hay ven biển làm chúng rơi vào nước sông hay nước hồ rồi trầm đọng trên mặt đáy để được vùi lấp cùng với các rong tảo. Nhiều thân cây nguyên vẹn được các dòng nước và thủy triều đưa xuống nước. Nước mưa xói mòn và lôi cuốn xuống sông, hồ và biển những lá và cành, sấu bọ và vỏ các loại nhuyễn thể sống trên mặt đất, xác những con chim nhỏ và các động

vật sống xa mặt nước. Những động vật lớn đôi khi chết trôi trong con lụt, khi lội qua sông hay bị sa lầy, và xương của chúng được chôn vùi cùng với các di tích của cá và trai sò.



H. 231 Bộ xương con thằn lằn cá (*Ichthyosaurus*), một loài bò sát ở biển thuộc kỷ Jura hạ, trên một tấm điệp thạch in ở Zölenhöfen (Bavie)

Trong những đợt phun xuất núi lửa, các di tích cây cối và xác những động vật nhỏ được vùi lấp trong các lớp tuf ở ngay trên mặt đất và trong các bồn nước. Vì vậy trong các lớp đá trầm tích, chúng ta có thể tìm thấy hóa thạch của cây cối mọc trên mặt đất và của nhiều động vật lục địa khác nhau.

Số lượng lớn những di tích thực vật như thân cây, cành lá và rêu tích lũy trên đáy hồ hay trong đầm lầy dần dần biến thành những lớp than bùn, than nâu hay than antraxit. Xương các động vật thình thoảng tích đọng thành những lớp gọi là rām kết xương.

Những biến đổi của bộ mặt Trái đất. Ngay từ lúc mặt ngoài Trái đất có những chỗ dâng cao thành lục địa và những vùng trũng chứa nước thành biển, tùy theo sự đông cứng không đồng đều của lớp vỏ và tùy theo những chỗ phá vỡ thoát ra của macma, thì các tác nhân địa chất mà chúng ta đã biết đều đã bước ngay vào hoạt động. Hoạt động đó nhằm biến đổi mặt ngoài Trái đất mà nhà địa chất nổi tiếng tên là Zuytxơ gọi là «bộ mặt Trái đất».

Hoạt động của các tác nhân địa chất không ngừng một lúc nào cả, tuy nó cũng thay đổi rất nhiều, tăng lên ở một số nơi của Trái đất, nhưng lại yếu đi ở chỗ khác.

Không phải tất cả các tác nhân đều hoạt động không ngừng hay mỗi một tác nhân đều hoạt động theo một cường độ như nhau; thực ra hoạt động của chúng có thể tạm thời đình chỉ. Thí dụ, ở những miền có khí hậu ôn hòa hay lạnh, tác dụng phong hóa theo con đường hóa học và hữu cơ sẽ ngừng trong mùa đông trong khi đó tác dụng phong hóa cơ học lại tăng lên. Vào những ngày yên tĩnh, tác dụng của gió giảm hẳn, nhưng trong khi gió lặng ở một miền thì một trận cuồng phong có thể đương gào thét ở miền khác. Một số núi lửa hoạt động thường xuyên nhưng yếu, một số khác có thể ngừng — nghỉ tạm thời và sau đó lại hoạt động mạnh mẽ và có thể gây tai họa. Vỏ Trái đất rung động liên tục, nhưng các trận động đất mạnh không hay xảy ra luôn. Các biến vị sinh ra chậm chạp và không ngừng, nhưng các biến động mạnh do những trận động đất lớn gây nên chỉ thỉnh thoảng mới xảy ra. Nước chảy hoạt động ngày đêm, nhưng trong thời kỳ nước lên vào mùa xuân và sau những trận mưa lớn, hoạt động của nó tăng cường độ rất nhiều, trong khi đó nó lại giảm hẳn vào mùa đông. Ở miền núi, hoạt động của nước rất mạnh, trên đồng bằng thì không thấy rõ lắm, còn ở sa mạc thì ít khi thấy nước chảy hoạt động, nhưng khi có thì lại mạnh gấp đôi. Tác dụng của sóng vỗ thường có liên quan với tính chất bất thường của gió.

Tác dụng đồng đều nhất thường do băng hà gây ra, nhưng chúng hoạt động với sức mạnh khác nhau ở những đoạn khác nhau trong lòng sông, trong khi đó nếu xét theo những thời kỳ dài, thì hoạt động của băng hà cũng bị biến thiên nhiều.

Sự thiếu tính đồng đều trong hoạt động của những tác nhân địa chất, những biến thiên nhiều hay ít về cường độ hoạt động, đã khiến các nhà địa chất nói đến

những giai đoạn, pha và chu kỳ trong quá trình phát triển của các quá trình địa chất trên Trái đất. Thời gian kéo dài nhiều đời với các chu kỳ và ngắn hơn đời với các pha và giai đoạn. Những thời kỳ này có thể biến đổi không riêng đời với những quá trình khác nhau, mà ngay đời với cùng một quá trình ở những phần khác nhau của Trái đất và vào những thời đại lịch sử khác nhau. Hoạt động mạnh mẽ của một số núi lửa có thể được gọi là một chu kỳ hay một thời kỳ trong đó phân biệt được những lần hay giai đoạn thức tỉnh, phun xuất các vật liệu vụn, trào dung nham và ngừng tắt. Ở một núi lửa, chu kỳ này kéo dài vài ngày, ở núi lửa khác nó kéo dài hàng nhiều năm hay hàng vài chục năm. Cùng một núi lửa cũng có thể theo những thời kỳ khác nhau mà biến đổi về thời gian kéo dài của chu kỳ và ngay cả của những pha riêng biệt nữa.

Các chu kỳ biến vị rất quan trọng trong lịch sử Trái đất, cũng như các chu kỳ xói mòn và thời kỳ băng hà. Chúng ta đã xét nhiều về thời kỳ băng hà ở chương VI và giờ đây chúng ta sẽ xét về những chu kỳ biến vị.

Các chu kỳ kiến tạo. Biến vị tức là những vận động của lớp vỏ làm thay đổi cấu trúc của nó và biến đổi những quan hệ giữa các lớp đá với nhau; tuy biến vị xảy ra không ngừng như ngày này mọi người đều nghĩ như vậy, nhưng không thể nghi ngờ về cường độ biến thiên của những vận động đó. Lịch sử Trái đất xác minh rằng một số khoảng thời gian đặc trưng bởi hiện tượng tạo núi đều được tiếp theo bởi những thời kỳ mà tác dụng xói mòn xảy ra rất mạnh để phá hủy các núi đã thành tạo; tất nhiên hoạt động xói mòn cũng xảy ra ngay từ thời kỳ tạo núi, nhưng về sau nó trở thành chủ yếu. Như vậy chúng ta đã được chứng thực khi nói: những chu kỳ biến vị được kèm theo bởi những chu kỳ xói mòn hay bóc mòn. Danh từ bóc mòn được dùng để chỉ toàn bộ những quá trình phong hóa và xói mòn (bóc mòn nghĩa là để lộ).

Để hiểu được các từ dùng dưới đây và xác định thời gian các chu kỳ, các bạn hãy nhìn qua một bảng niên đại địa chất nêu ở trang 252. Các chu kỳ biến vị (kiến tạo) sau đây đã được phân biệt trong lịch sử Trái đất; một số chu kỳ cổ đã xảy ra trong nguyên đại Thái cổ và Nguyên sinh; chu kỳ *Calêđôni* đặc trưng cho nửa đầu nguyên đại Cổ sinh; chu kỳ *Varixi* (hay *Hecxini*) đặc trưng cho nửa thứ hai của nguyên đại đó; chu kỳ *Anpê* đặc trưng cho nguyên đại Trung sinh và Tân sinh. Ngày nay người ta cho việc chia chu kỳ sau thành chu kỳ *Thái - bìn h - đơ n g* trong nguyên đại Trung sinh và chu kỳ *Anpê* chính thức trong nguyên đại Tân sinh là đúng hơn. Mỗi một chu kỳ này lại được chia thành nhiều pha cách biệt nhau bằng những thời kỳ dài hoặc ngắn có mức độ vận động tạo núi yếu hay hoàn toàn ngừng lại.

Chu kỳ xâm thực. Quan niệm này do nhà khoa học Mỹ Đavit đề ra, giúp ta hiểu sự phát triển của các dạng ở ngoài mặt Trái đất. Mỗi chu kỳ được chia thành nhiều

giai đoạn*. Sau khi một nếp uốn hình thành dưới dạng những phần lồi dài hay ngắn ở trên mặt Trái đất, nước chảy bắt đầu đào những hồ lõm vào trong cánh các nếp uốn và làm biến những nếp đó thành những mương xói và sau thành những thung lũng; nhưng diện tích này còn bị chia cắt yếu ớt và các thung lũng có sườn thoải. Các dòng nước rất đông đảo còn chưa phối hợp thành những hệ phức tạp, mà thường tận cùng thành những hồ nhỏ; các sông chính chảy theo những chỗ dốc tự nhiên của miền. Đó là giai đoạn niên thiếu.

Tác dụng xâm thực ngày càng tăng mạnh hơn, các thung lũng càng trở thành sâu hơn và sườn càng dốc hơn; đã có những sông núi sắc cạnh bắt đầu thành hình và phát triển thành những ngọn núi và địa hình yên ngựa. Các dòng cá biệt liên hợp với nhau thành những hệ thống và một số hồ biến mất. Địa hình đã phân hóa mạnh. Tác dụng xói mòn chiếm ưu thế ở mọi nơi. Đó là giai đoạn thanh niên.

Sự phát triển tiếp tục. Các thung lũng mở rộng do xói mòn ngang; các sông ngòi tạo thành những khúc uốn, đảo và phân chia thành nhiều chi nhánh. Dưới tác dụng bóc mòn, các sườn núi càng thoải dần, các sông núi và các ngọn núi càng tròn dần và đường chia nước hạ thấp. Các dòng nước liên hợp với nhau thành những hệ thống phức tạp. Địa hình phân hóa mạnh nhưng hình dạng địa hình đã thoải nhiều. Tác dụng xói mòn trở nên yếu hẳn. Đó là giai đoạn trưởng thành.

Đường chia nước càng hạ thấp và các sông núi và ngọn núi càng tròn thêm, các sườn trở thành rất thoải, sông mở rộng thung lũng và uốn khúc mạnh tạo thành nhiều hồ móng ngựa và đầm lầy. Sự vận chuyển các vật liệu do sông ngòi giảm bớt nhiều và tác dụng trầm tích là chủ yếu. Địa hình trở thành bằng phẳng. Đó là giai đoạn già nua.

Cuối cùng sự hạ thấp của đường chia nước, sự dẹt bớt sườn dốc, sự biến mất những chỗ gồ ghề của địa hình đạt được cao độ. Tác dụng của nước ngừng lại hoàn toàn, sông chảy rất chậm và uốn khúc rất nhiều, có nhiều thung lũng bị khô. Miền đó bị san bằng nhiều đến nỗi gần như thành một đồng bằng và mang tên là bán bình nguyên. Đó là giai đoạn già cỗi.

Cần chú ý là chu kỳ xói mòn càng tiến thêm thì các giai đoạn cá biệt càng kéo dài. Vào những giai đoạn thanh niên và trưởng thành thời gian kéo dài phụ thuộc vào mức độ đào sâu và chia cắt do sự xói mòn gây ra, nhưng đến những giai đoạn già nua và già cỗi thì thời gian kéo dài phụ thuộc vào sự yếu dần của hoạt động xói mòn, do độ dốc lòng sông gần như không đáng kể và do độ dốc nhỏ của các sườn.

Để lấy làm thí dụ về những miền ở vào các giai đoạn khác nhau của chu kỳ xói mòn chúng ta hãy kể những miền như sau: miền Bắc Cazaxxtan và Phần-lan (giai

* Các pha gồm toàn bộ những quá trình dẫn đến một kết quả nào đó và sau đó chấm dứt, nghĩa là các pha được phân chia ra thành những giai đoạn bởi những khoảng trung gian, còn các giai đoạn thì nằm lẫn một chút vào bên này hoặc bên kia.

nua và già cỗi), sườn phía Đông của các núi Uran (già nua), đường chia nước và sườn phía Tây dãy Uran và nhiều núi ở Xibêri (trưởng thành). Miền Cócaxơ là một thí dụ tốt về giai đoạn thanh niên.

Sự trẻ lại của chu kỳ xâm thực. Chu kỳ xâm thực chỉ có thể chuyển một cách êm đềm từ giai đoạn này sang giai đoạn khác với điều kiện là có một sự ổn định hoàn toàn của vỏ Trái đất trong một miền nhất định, vì những vận động chậm làm tăng cường quá trình uốn nếp, và nhất là những vận động mạnh gây ra những biến đổi về địa hình như đoạn tăng, đoạn tăng nghịch và nếp oằn đều cản trở tiến trình điều hòa của nó. Lịch sử Trái đất cho thấy nhiều thí dụ về những xáo động như vậy. Chúng ta hãy tưởng tượng một bán bình nguyên hoặc một miền ở vào giai đoạn già nua bỗng bị dâng cao nhanh chóng thành ra một bình sơn nguyên giữa hai đoạn tăng, nghĩa là tạo thành một địa lũy thông thường. Ở ranh giới của địa lũy này là nơi mà góc dốc bị biến đổi đột ngột, nước chảy lại hoạt động ngay và đào những khe rãnh. Các khe rãnh đó về sau biến thành mương xói và khe hẻm. Đầu nguồn các khe đó ngày càng ăn sâu vào miền địa lũy. Miền này lại trải qua các giai đoạn thanh niên, trưởng thành và sau một khoảng thời gian dài lại có thể quay trở về giai đoạn già nua; chu kỳ xâm thực sẽ tái diễn, nghĩa là nó trẻ lại.

Sự trẻ lại này sẽ còn phức tạp hơn, nếu bán bình nguyên bị cắt bởi nhiều đoạn tăng thành những dải và nêm dâng lên đến những độ cao khác nhau; các tác nhân xâm thực lại hoạt động ở chỗ ranh giới của mỗi dải và biến những bậc của địa lũy thành núi khối.

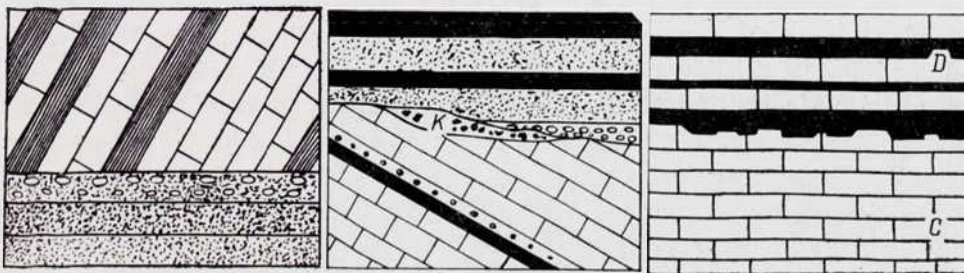
Người ta có thể kể những thí dụ về sự trẻ lại như vậy ở nhiều nơi. Chúng ta hãy kể miền Antai trước là một miền núi uốn nếp, sau bị xói mòn thành bán bình nguyên và bị các đoạn tăng cắt thành những khối hình nêm bị dâng cao lên đến những độ cao khác nhau và đã bị một chu kỳ xâm thực mới biến thành những dãy núi có hình dạng khác nhau. Nhưng người ta có thể thấy ở ngoài mặt của chúng, ở nhiều chỗ có những đoạn phẳng, đó là những di tích của bán bình nguyên cổ. Những phần di tích sót này, cùng với cấu trúc phức tạp của các dãy hiện đại và sự không khớp đều của các lớp với hướng các nếp cổ cho thấy rằng miền Antai là một dãy núi uốn nếp đứt khối, như chúng ta đã từng nói, và sự dâng lên thành khối núi là kết quả của quá trình trẻ lại của chu kỳ xâm thực.

Người ta cũng nhận thấy những dấu hiệu trẻ lại ở nhiều núi khác ở Xibêri; tại đó các dốc đứng, các khe hẻm ở phần trung lưu và hạ lưu của nhiều sông ngòi và các ghềnh cũng với các thác nước đều là những chứng từ của một quá trình xói mòn mạnh mẽ thuộc giai đoạn thanh niên. Đồng thời miền thượng lưu của chính những sông đó, với những thung lũng lấy lợi, với sườn thoải, đường sông núi tròn cạnh, đường chia nước bằng phẳng, những dòng nước chảy chậm và yếu đều nói lên tuổi già nua của nó. Toàn bộ những dấu hiệu đó cho thấy có sự dâng lên gần đây của miền núi đã làm cho tác dụng xói mòn trẻ lại ở phần trung và hạ lưu; nhưng

hiện tượng trẻ lại đó chưa lan lên đến miền nguồn nên miền này vẫn ở giai đoạn già nua. Người ta cũng còn có thể xác định thời kỳ xảy ra sự dâng lên cuối cùng: các khe hẻm của các sông đều bị đào sâu vào lòng những lũng máng băng hà hình thành vào giai đoạn băng hà cuối cùng. Như vậy tức là sự dâng lên đã xảy ra sau khi thời kỳ băng hà chấm dứt.

Lần đóng băng thứ nhất xảy ra trên một miền có địa hình dẹt, do đó sự dâng lên mới phải xảy ra cách đây không lâu, mà ở gần vào hồi đầu thời kỳ băng hà cuối cùng, vì tác dụng xói mòn còn chưa đủ thì giờ cắt sâu vào bán bình nguyên bị dâng cao.

Biển tiến và biển lùi. Chúng ta đã phải đi đến giả thiết: trong lịch sử Trái đất có những đợt lần lạp đi lạp lại của biển trên những miền rộng lớn hoặc nhiều hoặc ít; và cũng có những đợt biển lùi dẫn tới sự tăng thêm diện tích của đất liền. Người ta gọi hiện tượng thứ nhất là biển tiến và hiện tượng thứ nhì là biển lùi. Trong một số trường hợp cả hai hiện tượng đó đều xảy ra cùng một lúc, nghĩa là biển tiến ở một số miền Trái đất tương ứng với biển lùi ở những chỗ khác. Nhưng trong những thời kỳ khác, người ta có thể nhận thấy có sự ưu thế của hiện tượng biển tiến, nói khác đi tức là diện tích đất liền bị giảm bớt, hoặc của hiện tượng biển lùi. Hiện tượng biển lùi thường có liên quan với các quá trình thành tạo núi.



H. 232 Hiện tượng biển tiến với mài mòn khi có sự trái khớp ở góc của các địa tầng

H. 233 Biển tiến trên mặt bóc mòn với di tích lớp vỏ phong hóa (K)

H. 234 Không khớp ấn với thời gian xen kẽ dài trong quá trình thành tạo địa tầng: C — Cambri; D — Đêvôn

Trong những đợt biển tiến, biển có thể tiến lên trên một miền núi, phá dần các nếp uốn và tạo ra ở chỗ đó những bậc thềm sóng gặm. Người ta gọi quá trình này là tác dụng mài mòn của biển và các trầm tích biển lúc đó lắng đọng một cách không khớp đều với những lớp già hơn trước kia đã bị biển vị (h. 232). Nếu biển lấn vào một bán bình nguyên do quá trình xói mòn và bóc mòn sinh ra thì các lớp trầm tích cũng sẽ không khớp đều với những lớp già hơn có độ nghiêng khác

nhau, nhưng người ta có thể quan sát giữa hai hệ lớp những di tích của lớp vô phong hóa (h. 233). Biển cũng có thể tiến lên một miền đồng bằng thành tạo bởi những lớp đá già hơn không bị biến vị. Trong trường hợp này các trầm tích mới xếp lên các lớp cũ có vẻ như khớp đều, nhưng cách biệt bởi một thời gian dài hoặc nhiều hoặc ít. Người ta gọi đó là sự không khớp ẩn. Một cuộc nghiên cứu kỹ lưỡng cho phép ta phát hiện được ở trên mặt các lớp già hơn có những vết tích của tác dụng xói mòn hay của tác dụng phong hóa và có những vụn đá cổ nằm ở lớp dưới cùng của các trầm tích trẻ (h.234).

Niên đại địa chất. Niên đại địa chất là sơ đồ về thứ tự các sự kiện trong lịch sử Trái đất, dựa trên sự nghiên cứu các chu kỳ biến vị, xâm thực, núi lửa, biển tiến, biển lùi và chủ yếu dựa vào các hóa thạch. Nhưng các trầm tích thuộc những thời đại cổ nhất trong lịch sử Trái đất không chứa hóa thạch vì các sinh vật đầu tiên xuất hiện trên Trái đất không có bộ xương hay vỏ cứng để có thể được bảo tồn trong các trầm tích. Dưới tác dụng của nhiệt, của các khí và hơi nước thoát từ những thể xâm nhập rất phong phú, hoặc vì nằm rất sâu dưới những lớp trầm tích trẻ hơn và cũng do ảnh hưởng của nhiệt nên các trầm tích đó hoàn toàn bị biến đổi thành phần ban đầu, có bề ngoài mới hơn và bị biến thành loại đá gọi là đá biến chất.

Các thời đại cổ nhất kéo dài rất lâu, nhưng chỉ vào giai đoạn cuối, khi sự sống đã phát triển và đã phân hóa nhiều hơn, thì mới thấy hóa thạch xuất hiện trong các địa tầng trầm tích; những hóa thạch đó chủ yếu là các loại rong tảo có thể tạo thành những lớp trầm tích dày, những vết in hằn của sứa và bọt biển và những dạng coi như là giáp xác đầu tiên, những san hô nguyên thủy và những di tích của các vết giun bò. Đời sống hãy còn hoàn toàn khu biệt trong nước, các lục địa hãy còn hoàn toàn là những sa mạc.

Các thời đại cổ xưa nhất trong lịch sử Trái đất bắt đầu với sự tạo thành các đá trầm tích đầu tiên mang tên là *nguyên đại Thái cổ*. Một nguyên đại kéo dài rất lâu, trong trường hợp này nó kéo dài hàng nhiều trăm triệu năm. Các thành hệ đá của nguyên đại Thái cổ hãy còn chưa chứa hóa thạch, nhưng sự có mặt của cacbon dưới dạng than chì và những lớp dày đá vôi có thể coi như có lẽ được tạo thành từ bùn vôi hữu cơ. Do đó người ta cho rằng sự sống đã xuất hiện ngay thời kỳ cuối của nguyên đại này.

Trong nguyên đại tiếp theo, các đá trầm tích không bị hủy hoại mạnh bằng thời Thái cổ, nhưng cũng khó phân biệt vì tác dụng hủy hoại cũng lan dần từ loại trước sang loại sau. Thời kỳ này mang tên là *nguyên đại Nguyên sinh*. Các đá đã chứa những di tích không chồi cãi được của thực vật và động vật.

Cả hai nguyên đại này thường hay được phối hợp thành một và gọi là Ackê hay tiền Cambri, nhưng như vậy là sai vì mỗi một giai đoạn kéo dài rất lâu. Ngoài ra, nguyên đại Nguyên sinh còn phân cách với nguyên đại Thái cổ bởi một khoảng

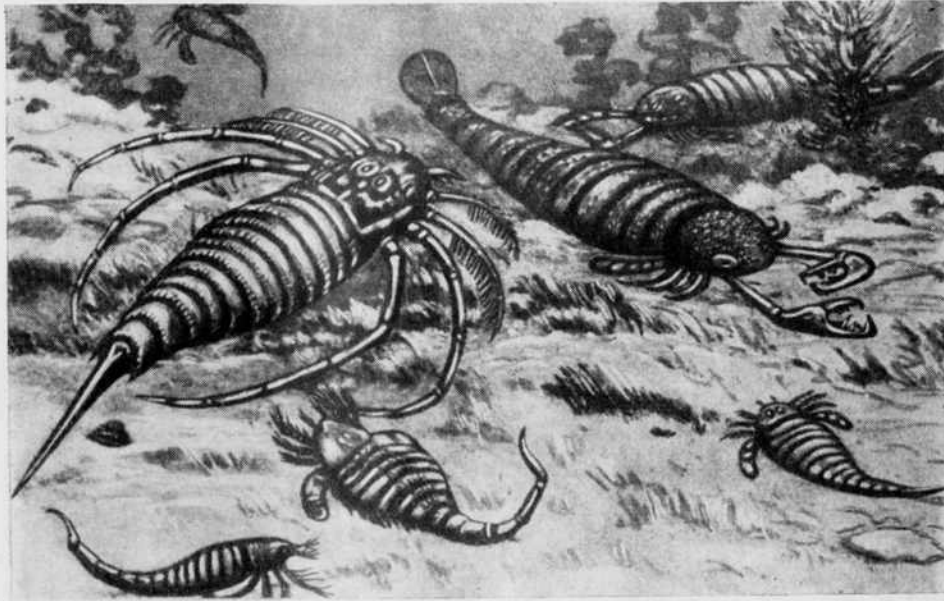


H. 235 Sự sống trên đáy biển
kỳ Cambri:

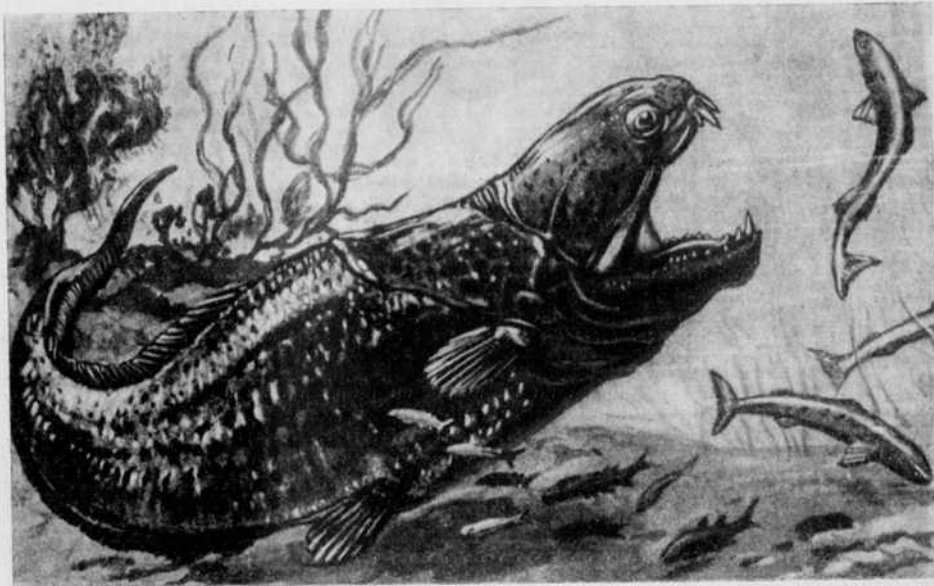
*hình phía trước — các loại
giáp xác, giun và sao biển; ở
phía sau — rong, bọt biển, giáp
xác bơi lội và sứa*

trung gian dài trong đó các đá Thái cổ bị biến vị và có nhiều hiện tượng xâm nhập rộng lớn, tiếp theo đó các núi uốn nếp sinh ra do biến vị đều bị xói mòn sâu sắc trước khi các trầm tích Nguyên sinh bắt đầu trầm đọng. Những khoảng cách kéo dài và đặc trưng đó có thể coi như là những dấu hiệu tốt nhất để phân biệt những nguyên đại với nhau. Những khoảng cách đó nói lên về những hiện tượng biến vị và xói mòn nhiều hơn là hiện tượng trầm tích, cho nên tất nhiên không chứa hóa thạch và vì vậy khó xác định thời gian kéo dài của chúng. Về niên đại người ta kết hợp chúng với nguyên đại trước mà chúng đánh dấu giai đoạn cuối cùng.

Nguyên đại Nguyên sinh cũng tận cùng bằng một khoảng trung gian sau đó bắt đầu nguyên đại Cổ sinh. Nguyên đại này đã bắt đầu chứa nhiều di tích của sự sống muôn hình muôn vẻ và phát triển nhanh chóng. Nhờ các hóa thạch phong phú đó người ta đã có thể chia nguyên đại này thành nhiều kỳ nghĩa là những khoảng thời gian ngắn hơn. Cụ thể là các kỳ Cambri, Silua, Đêvôn, Cacbon và Pecmi. Nguyên đại này đặc trưng bởi sự có mặt đông đảo của các lớp động vật và thực vật thấp nhất, bởi sự xuất hiện của những động vật lục địa và bởi sự phát triển mạnh mẽ



H. 236 Sự sống ở đáy biển kỷ Silua: nhiều tôm không lồ (*Eurypterus*) giữa tảo



H. 237 Đời sống trong biển kỷ Đêvôn; nhiều giống cá có giáp, trong đó có con khủng ngư (*Dinichthys*) to lớn

của các thực vật lục địa. Trong nguyên đại này người ta thấy có hai chu kỳ biến vị: Calêđôni và Varixi, mỗi chu kỳ lại gồm nhiều giai đoạn, nhiều chu kỳ xâm thực và phun xuất núi lửa, hai hay ba đợt biển tiến lớn, một đợt biển lùi rộng rãi và một thời kỳ băng hà vào lúc cuối.

Trong kỳ C a m b r i đời sống hã y còn tập trung trong nước trong lúc đó lục địa chỉ là sa mạc. Khi đó đã có một số lượng lớn những giáp xác (trùng ba lá), những loại động vật hình chén cỏ (là loại trung gian giữa bọt biển và san hô), các uyển túc đầu tiên và các loại chân bụng đầu tiên (h.235); còn về thực vật thì rong tảo là chủ yếu. Vào lúc đầu của thời kỳ giữa kỳ có một đợt biển tiến rộng rãi xảy ra ở Xibêri, trong khi đó đến thời kỳ bắt đầu cuối kỳ đã thấy xảy ra lần đầu tiên những biến vị của chu kỳ Calêđôni và có sự tăng cường của tác dụng phun xuất núi lửa.

Kỳ S i l u a kết thúc thời kỳ ưu thế của đời sống dưới nước vì vào hồi cuối kỳ này đã thấy có những động vật lục địa đầu tiên (bọ cạp) và thực vật trên cạn đầu tiên (cây lộ trần) xuất hiện. Các loại giáp xác và uyển túc chiếm ưu thế trong các biển, nhưng các loại chân đầu, bút thạch, san hô và những cá đầu tiên cũng đều đã



H. 238 Rừng đầm lầy có các cây đuôi ngựa và dương xỉ kỷ Cacbon



H. 239 Rừng thuộc kỷ Cacbon: cây đuôi ngựa và dương xỉ, giồng lưỡng cư Êrôp và lưỡng cư hình rắn

xuất hiện (h.236). Các loại động vật hình chén có bốn mắt. Thủy phát triển hai lần của chu kỳ kiến tạo Calêđôni vào giai đoạn giữa và cuối kỷ dẫn tới hiện tượng biển lùi và hiện tượng phun xuất tăng cường.

Kỷ Đêvôn đặc trưng bởi sự lan tràn rộng rãi của các thực vật lục địa. Các loại cá, chủ yếu là những dạng có giáp cứng đã hoàn thành quá trình phát triển mạnh mẽ; không những chúng chỉ sống trong biển, mà còn ở cửa sông và vụng, và có lẽ đã có loại cổ găng bò lên đất liền vì có một số thở được cả bằng phổi (h.237); người ta cũng tìm thấy những di tích của loại lưỡng cư sống ở lục địa lần đầu tiên. Các loại uyển túc, nhiều bộ của các động vật nhuyễn thể, các san hô và những loại giáp xác không lồ cũng đều phát triển sinh sản rất mạnh trong các biển, trong khi đó thì các loại bút thạch biển mặt nhiều và các loại trùng ba lá cũng giảm sút rõ rệt về số lượng. Lấn cuối cùng của chu kỳ Calêđôni vào hồi đầu kỷ gây ra một đợt biển lùi rất rộng lớn. Đợt này được tiếp theo bằng một đợt biển tiến vào giai đoạn giữa kỷ; chu kỳ kiến tạo Varixi bắt đầu vào cuối kỷ. Hoạt động núi lửa rất mạnh mẽ, đặc biệt vào giai đoạn đầu và cuối kỷ Đêvôn.

Kỷ C a c b o n đặc trưng bởi sự lan tràn rất khác thường của thực vật trên đất và đặc biệt là những loại ấu hoa. Chúng tạo thành những rừng trên các bờ biển lấy lợi và sinh ra rất nhiều lớp than dày ở nhiều nước (h. 238 và 239). Các loại lưỡng cư khác nhau sống trong các rừng, những loại bò sát bắt đầu xuất hiện và có những sâu bọ khổng lồ (chuồn chuồn, bọ rầy và bươm bướm) bay bồng trong không khí. Các trùng ba lá lúc đó đang dần dần bị tiêu diệt trong các biển, các loại san hô, uyển túc, nhiều loại nhuyễn thể và có nhiều loại động vật chân rể phát triển mạnh mẽ; còn đối với động vật có xương sống thì các loại cá mập giữ vai trò chủ yếu. Nhiều lần của chu kỳ Varixi đã gây nên những đợt biển lùi và những trận phun xuất núi lửa.

Kỷ P e c m i khác kỷ Cacbon ở chỗ: có hiện tượng khí hậu trở thành khô và lạnh, sinh ra tác dụng băng hà rộng lớn ở Nam bán cầu; có sự phát triển các sa mạc, sự giảm bớt các biển và có sự thành tạo những lớp muối dày trong các vụng biển ở Bắc bán cầu.

Các quá trình này đều liên quan với nhiều lần của chu kỳ biến vị Varixi là thời kỳ tạo nên những dãy núi và gây ra những đợt biển lùi; hiện tượng núi lửa tăng rất mạnh. Có nhiều loài bò sát ăn thịt và ăn cỏ đã bắt đầu xuất hiện trên lục địa (h.240); trong khi đó nhiều đại biểu của thực vật thời Cacbon bị tiêu diệt và có những dạng mới xuất hiện trong các rừng; có nhiều lớp than cũng được thành tạo ở nhiều chỗ khác nhau. Các loại trùng ba lá tiêu diệt hoàn toàn trong các biển, trong khi đó thì các loại chân đầu, đặc biệt là các loại cúc thạch lại phát triển rất mạnh.

Nguyên đại Trung sinh hay là nguyên đại của sự sống vào giai đoạn trung gian được chia thành các kỷ Triat, Jura và Crêta. Đặc trưng của nguyên đại này là sự phát triển rất mạnh của những loại bò sát, của những động vật nhuyễn thể như các tiền thạch, cúc thạch và của những thực vật có tổ chức cao hơn như các loại tùng bách và Sagu. Nhiều chu kỳ xâm thực và phun xuất núi lửa và một số lần thuộc chu kỳ biến vị Thái-bình-dương đã gây ra những đợt biển tiến, biển lùi và làm biến đổi bộ mặt của Trái đất.

Kỷ T r i a t là thời kỳ tương đối yên tĩnh của vỏ Trái đất. Hiện tượng biển lùi lan rộng đến giữa kỷ; còn biển tiến xảy ra trong cuối kỷ, đều do những quá trình dâng lên và sụt xuống nhẹ gây ra chứ không phải do những quá trình tạo núi. Các loại bò sát với những đại biểu thuộc tất cả các nhóm chính đã chiếm ưu thế trên mặt đất; các loại có vú đầu tiên xuất hiện vào cuối kỷ. Có nhiều cúc thạch khác nhau và nhiều loại bò sát ở nước sinh sống trong các biển.

Kỷ J u r a đặc trưng bởi sự phát triển mạnh của các vận động tạo núi, bởi những đợt biển lùi và sự lan rộng của thực vật lục địa. Các loại thực vật này đã sinh ra hàng loạt những bể than; về than thì kỷ này chỉ thua có kỷ Cacbon. Các loại bò sát đạt ưu thế tuyệt đối trên mặt đất và trong các biển và gồm rất nhiều loại cộng thêm với các nhóm cúc thạch và tiền thạch, thấy có những dạng mới của các loại



H. 240 Quang cảnh sa mạc kỷ Pecmi: ở phía trước — bò sát răng đimêtrôđôn (nhỏ không có gờ ở sòng lưng); ở phía sau — bò sát *Naosaurus*

hai mảnh, những san hô tạo ám tiêu và cầu gai đều phát triển đầy đủ và phổ biến trong các biển. Các loại chim đầu tiên bắt đầu xuất hiện và đua tranh với những loại bò sát biết bay (h. 241). Tác dụng núi lửa tăng cường vào cuối kỷ.

Kỷ C r ê t a đặc trưng bởi tác dụng tạo núi mạnh mẽ, bởi hiện tượng biển lùi rất rộng lớn vào thời kỳ đầu và biển tiến vào thời kỳ cuối và bởi sự tăng cường hoạt động núi lửa. Các cây cỏ có lá rộng bản đầu tiên và các loại biển hoa hạt kín xuất hiện. Hệ động vật biểu thị những nét chính giống như kỷ Jura (h.242), sự xuất hiện của những động vật chân rết và nhiều loại bọt biển, cũng như những trầm tích của các tầng lớp phấn trắng đều là những nét đặc trưng. Sự tiêu diệt của các loại cúc thạch và sự phát triển của những loại hai mảnh khổng lồ bắt đầu diễn ra. Chim gồm những loại có răng.

Nguyên đại Tân sinh, hay nguyên đại của đời sống mới được chia thành kỷ Đệ tam và Đệ tứ. Sau hàng loạt những biến đổi xảy ra trong nguyên đại này thì mặt ngoài Trái đất và sự phân bố của những lục địa, đại dương, miền núi cao và các miền thấp đều đạt được tình trạng hiện đại. Vị trí thống trị của các loại bò sát

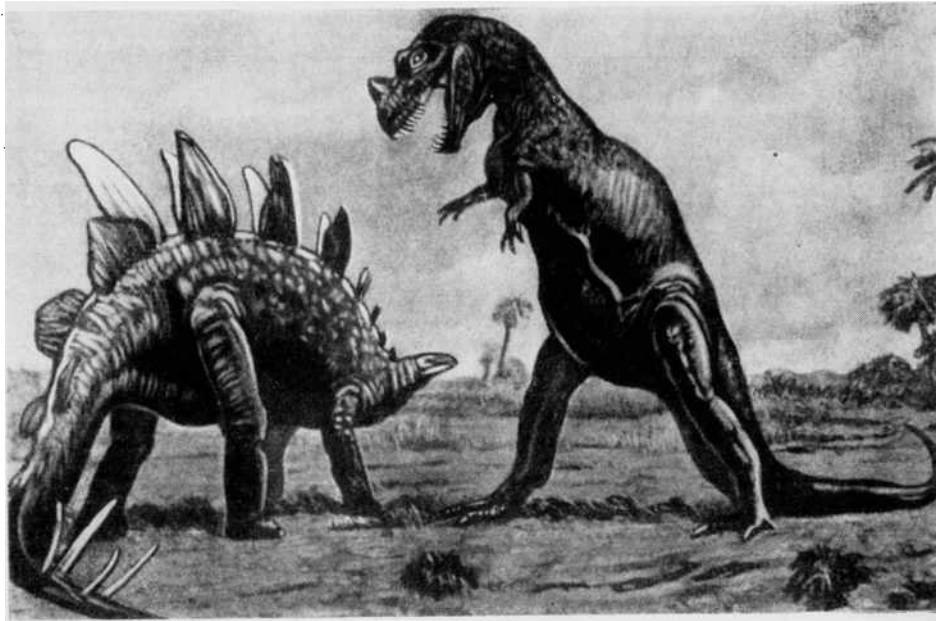


H. 241 Thần lân bay thuộc kỷ Jura: giồng thần lân cánh Pterodactylux có bộ da trần và thủy tổ các loại chim là giồng Archêopteryx có lông vũ

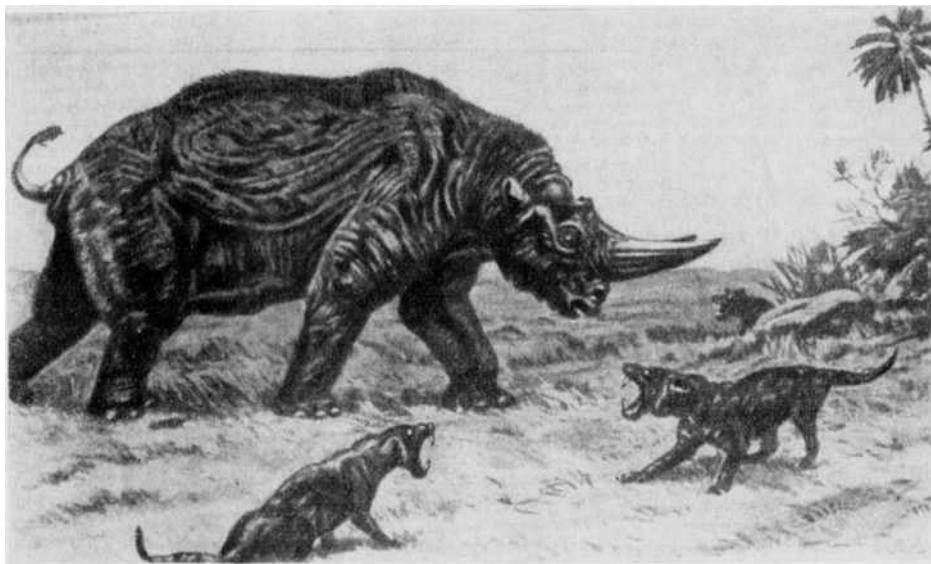
trong nguyên đại Trung sinh đến đây chuyển sang cho các động vật có vú và chim, loài người xuất hiện vào cuối nguyên đại này và đã trở thành vị chúa tể của Trái đất. Các cây nhiều lá và các loại hòa thảo giữ vai trò quan trọng bậc nhất trong thế giới thực vật. Phần gần thời hiện đại của nguyên đại này có nét độc đáo là hiện tượng hóa lạnh rất mạnh của khí hậu và sự phát triển của nhiều thời kỳ băng hà.

Kỷ Đệ tam đặc trưng bởi nhiều lần của chu kỳ biến vị Anpi xảy ra trong các địa hướng và thuộc nguyên đại Trung sinh và các miền ven rìa của Thái-bình-dương, dần dần làm cho địa hình của Trái đất và sự phân bố các lục địa và biển tiến gần tới tình trạng hiện nay. Những vận động mạnh mẽ đó làm tăng hoạt động núi lửa một cách đặc biệt và sinh ra vòng núi lửa và động đất quanh Thái-bình-dương.

Các động vật có vú (h. 243) và các loại chim, các cây có nhiều lá (h.244) và loài hòa thảo sinh sản rất nhanh và chiếm ưu thế trên mặt đất, trong khi đó cũng có nhiều loại có vú (cá voi và loại có chân bơi) bắt đầu giữ một vai trò quan trọng trong



H. 242 Thân lằn kỷ Crêta: giồng Xtêgôsaaurux ăn cỏ với hai hàng xương dẹt chạy dọc sống lưng và giồng Cêratôsaaurux ăn thịt



H. 243 Quang cảnh kỷ Đệ tam: giồng Acxinoithêrium là một giồng có vú dạng tê giác, bị các con Hyaênôđôn tấn công

biển; có những loại chân rẽ khổng lồ (trùng tiền), những loại hai mảnh và chân bụng tạo ra những tầng dày, trong khi đó thì các loại cúc thạch và tiền thạch biến mất. Vào cuối kỷ, khí hậu trở nên rất lạnh và giai đoạn băng hà đầu tiên mang tên là Gunzi được coi như thuộc vào thời này.

Kỷ Đệ tứ là kỷ còn đương tiếp diễn và cũng còn được gọi là kỷ Nhân sinh để nói lên vai trò chủ chốt của loài người, xảy ra qua những lần cuối của chu kỳ Anpi cho đến tình trạng hiện nay của Trái đất. Các đợt xen kẽ giữa khí hậu lạnh và nóng là nguyên nhân của ba thời kỳ băng hà Mindêli, Rixi và Vuôcmi, cách nhau bằng những giai đoạn gian băng. Có hiện tượng di cư của hệ động vật ở những miền chịu ảnh hưởng của tác dụng băng hà, các dạng sông ở miền gần Bắc-băng-dương di chuyển xuống miền Nam và lần át các động vật ưa nóng làm cho chúng hoặc tiêu diệt hoặc phải di chuyển xa hơn nữa về phương Nam. Trong những giai đoạn gian băng, mực nước đại dương dâng lên, vì nước đá chảy tan làm cho khối nước tăng xảy ra các đợt biển tiến (và trong các giai đoạn đóng băng là biển lùi). Vào hồi giữa kỷ Đệ tứ, loài người xuất hiện (h.245) ở nhiều địa điểm khác nhau, căn cứ theo những di tích khác nhau về đồ dùng, tuy rằng loài người chính đã bắt nguồn từ một động vật dạng khỉ từ thời trước. Hàng loạt những miền thấp bị dâng



H. 244 Rừng vào nửa thứ hai kỷ Đệ tam; về sau sinh ra những lớp than nâu.
Cọ và tùng bách

lên được đánh dấu bằng những bậc thềm biển và sông, đó là đợt dâng cuối cùng, do có sự trở lại của tác dụng xâm thực.

Ngoài ra, cũng có những chỗ bị sụt và nước lấn vào những miền lục địa cũ ở phần Đông của biển Địa-trung-hải, ở phần Nam của Hắc-hải và ở Bắc và Đông Xibêri khiến cho đảo Xakhalin bị tách rời khỏi lục địa; có những hồ sụt sinh ra như dãy hồ ở châu Phi, các địa hào ở Hồng-hải, biển Chết và hồ Baican. So với kỷ Đệ tam, tác dụng núi lửa yếu dần, tuy rằng vào hồi đầu kỷ, còn thấy núi lửa phun khói và để trào dung nham ở Côcazơ và Đông Xibêri.

Bây giờ để cho tiện lợi chúng ta hãy làm một bảng niên đại của lịch sử Trái đất và chú ý rằng các khoảng thời gian tương ứng với một chiều dày nào đó của các đá trầm tích mà toàn bộ được gọi bằng một danh từ nhất định. Thí dụ, khoảng thời gian gọi là «nguyên đại» tương ứng với một phân vị địa tầng gọi là một «giới»; «kỷ» tương ứng với một «hệ» địa tầng; «thế» tương ứng với một «thông» địa tầng và «thời kỳ» tương ứng với một «bậc» địa tầng.

Nguyên đại (Giới)	Kỷ (Hệ)
1. Thái cổ	
2. Nguyên sinh	
3. Cổ sinh	{ Cambri Silua Đêvôn Cacbon Pecmi
4. Trung sinh	{ Triat Jura Crêta
5. Tân sinh	{ Đệ tam Đệ tứ

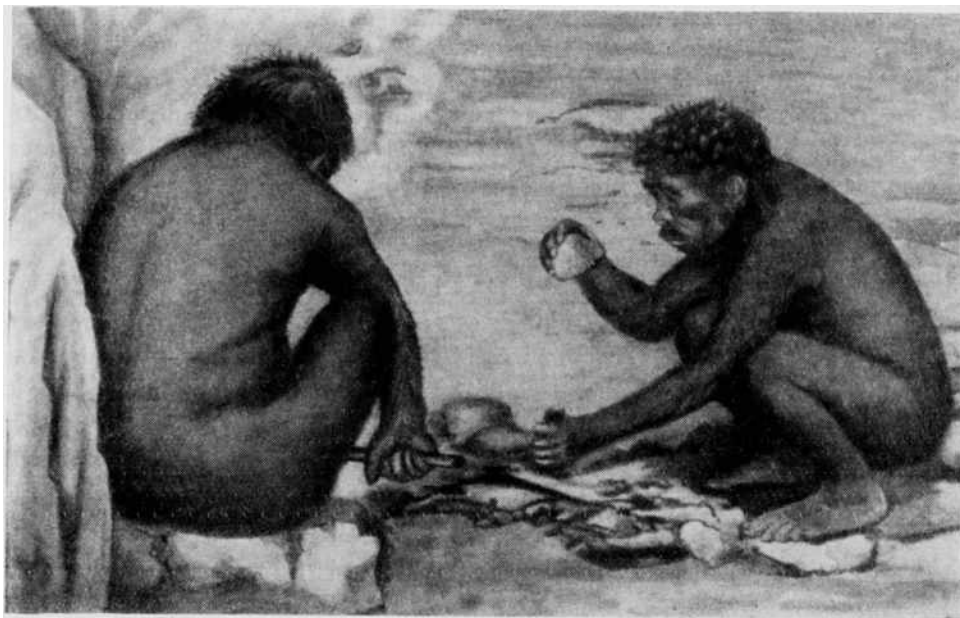
Ngày nay phần đông các nhà địa chất chia kỷ Silua thành hai kỷ gọi là O c đ ô v i c ở phần dưới và S i l u a hay G ô t l a n đ i ở phần trên.

Tuổi Trái đất. Bảng niên đại của chúng ta chỉ cho ta một ý niệm về sự kế tiếp của những khoảng thời gian xác lập cho lịch sử Trái đất. Nó cho biết kỷ Cambri có trước kỷ Silua và theo tuổi thì là kỷ thứ nhất của nguyên đại Cổ sinh là nguyên đại tận cùng bằng kỷ Pecmi; nó cho ta thấy rằng thời chúng ta đương sống là thứ mười trong số những kỷ được xác định chính xác bằng việc nghiên cứu các hóa thạch chôn vùi trong các địa tầng của vỏ Trái đất và mười kỷ đi tiếp sau hai nguyên đại rất dài trong đó sự sống đã bắt đầu xuất hiện. Nhưng bảng này không cho ta

biết tuổi theo số năm nghĩa là theo những đơn vị thời gian mà chúng ta thường dùng trong lịch sử loài người. Đồng thời cũng rất thú vị nếu chúng ta biết thời gian kéo dài của mỗi kỷ và tuổi của Trái đất nói chung.

Vấn đề này, tất nhiên, từ lâu đã làm các bác học chú ý đặc biệt từ khi khoa học bác bỏ niên đại không thể tin được của thánh kinh Thiên chúa giáo, theo đó thì tuổi Trái đất tính từ lúc nó được đấng «Tạo hóa toàn năng» sáng tạo. Theo nhà thờ Anh quốc, Trái đất cho đến nay được 5.969 tuổi, trong khi đó thì niên đại Nga cổ cho rằng nó được 7.474 năm. Các số liệu nêu ra ở chương VI cũng đủ để bác bỏ những con số nói trên vì chúng ta thấy cần có chừng 2.000 năm mới đủ để băng hà lớn miền Bắc rút lui khỏi miền Nam Thụy-điển chỉ có một khoảng 400 kilômet; khoảng thời gian này thực là một phần rất nhỏ bé của thời kỳ băng hà cuối cùng mà người ta cho rằng đã kéo dài hơn 50.000 năm. Nhưng toàn bộ thời kỳ đó cũng chỉ là một phần nhỏ của kỷ Đệ tứ.

Thực rất lý thú khi ta nhận thấy niên đại của thánh kinh không phù hợp cả với niên giám và các truyền thuyết của nhiều dân tộc khác. Thí dụ, niên giám của Babylon cổ nói rằng sau khi thế giới hình thành, các tổ tiên người Babylon trị vì miền đó trong thời gian dài vài trăm nghìn năm. Các truyền thuyết Nhật-bản cho ta biết rằng các đảo Nhật đã có người ở từ nhiều triệu năm. Các nhà sử học Trung-



H. 245 Người nguyên thủy ghè đá lửa để làm đồ dùng thô sơ

quốc cổ cho rằng đã có 3.266.000 năm phân ra làm 10 thời đại đã từng trôi qua trước khi vua Nghiêu trị vì vào năm 2.357 trước công nguyên. Theo một số tài liệu Trung-quốc khác thì ước chừng là hai triệu năm. Tất nhiên các số liệu Nhật-bán và Trung-quốc phải coi là quá đáng vì ngày nay người ta tính ra rằng toàn bộ thời gian kéo dài của kỷ Đệ tứ, như chúng ta sẽ thấy ở phần dưới, chỉ khoảng một triệu năm, và thời gian này bao gồm tất cả lịch sử loài người, kể cả người nguyên thủy thời đồ đá cũ mà không còn truyền thuyết nào đến tới chúng ta.

Người ta đã dùng nhiều phương pháp để thử tính tuổi của Trái đất. Thời gian cần thiết cho sự thành tạo tam giác châu sông Nin được tính theo diện tích của nó, theo bề dày của các lớp và tốc độ trầm đọng của chúng do sông sinh ra. Người ta đã thử xác định số năm cần thiết để thành tạo các đá trầm tích trong các biển của tất cả các kỷ bắt đầu từ nguyên đại Cổ sinh, bằng cách dựa vào toàn bộ bề dày của chúng và tốc độ xói mòn trên lục địa tính cho cả diện tích xói mòn lẫn diện tích trầm tích. Cấp địa nhiệt được dùng để xác định thời gian cần thiết cho Trái đất nguội lạnh dẫn cho đến khi đạt tình trạng ngày nay. Học thuyết tiền hóa được áp dụng để tính thời gian từ lúc đời sống hữu cơ bắt đầu. Các số liệu thiên văn học như sự biến đổi về tâm sai của Trái đất, các thời kỳ viễn điểm và cận điểm, quá trình vận chuyển của hệ Mặt trời trong sông Ngân, tâm sai của sao Thủy, các giả thuyết về nguồn gốc thủy triều của Mặt trăng, cũng đều đã được sử dụng để tính tuổi Trái đất. Sự tích lũy muối trong các đại dương đã giúp người ta tính được thời gian kéo dài từ khi chúng bắt đầu hình thành. Nhưng tất cả các phương pháp đó đều cho những kết quả rất khác nhau và không đảm bảo; thí dụ, người ta thấy tuổi Trái đất biến thiên từ 20 triệu năm lên đến 5.000 triệu năm. Sở dĩ như vậy vì các phương pháp đó đều căn cứ hoặc vào giả thiết cho rằng các quá trình xói mòn và trầm tích cũng như sự tích lũy muối đều xảy ra với một cường độ không đổi trong suốt các kỷ cũ cũng như ngày nay, hoặc dựa trên những giả thuyết về tính không đổi của các số liệu thiên văn, thực ra cũng là một điểm còn ngờ vực.

Người ta đã thu được những kết quả tốt hơn với những phương pháp căn cứ vào sự biến đổi của một số nguyên tố thành một số nguyên tố khác phát minh ra được vào thế kỷ 20. Tất cả các vật chất chứa radii lập thành hai nhóm nguyên tố biến đổi chuyển dần từ nhóm nọ sang nhóm kia. Một nhóm bắt đầu với thori, nhóm kia bắt đầu với urani, cả hai đều tận cùng thành chì; radii là một trong những thành phần trung gian của nhóm urani-chì. Trong nhóm này, nếu nó càng gần giai đoạn cuối thì sự biến đổi từ nguyên tố này sang nguyên tố khác lại càng nhanh.

Như vậy, nếu chúng ta lấy một khoáng vật chứa urani và chì hay thori và chì và xác định lượng của cả hai, chúng ta có thể tính được thời gian đã trôi qua từ lúc khoáng vật đó hình thành, và nếu chúng ta có thể tìm thấy những khoáng vật đó lẫn trong các trầm tích thuộc các kỷ khác nhau thì chúng ta sẽ có thể xác định tuổi mỗi loại trầm tích bằng phương pháp này.

Phương pháp thứ hai là xác định lượng hêli phóng ra trong những quá trình biến đổi trung gian của urani và thôri; tuổi của đá được xác định bằng tỷ lệ giữa urani và thôri một bên và hêli một bên.

Phương pháp thứ ba căn cứ vào quá trình phân hủy phóng xạ của kali dẫn tới sự tạo thành aegôn. Vì kali có mặt rất phổ biến, nên có thể dùng phương pháp này để tìm ra tuổi tuyệt đối của nhiều đá bằng cách xác định tỷ lệ kali và aegôn. Còn có nhiều phương pháp khác nữa căn cứ trên tác dụng phân hủy phóng xạ của những nguyên tố khác. Phương pháp chi là chính xác nhất, trong khi đó phương pháp hêli và aegôn đôi khi còn cho những kết quả sai lầm lớn.

Tuổi của nhiều đá và khoáng vật thuộc các kỳ địa chất khác nhau đã được xác định bằng những phương pháp đó và những số liệu sau cho thấy thời gian kéo dài của các nguyên đại và kỳ tính theo hàng triệu năm (theo bảng lập năm 1950 bởi Macbly và Hônmet).

Kỳ		Kỳ	
Đệ tứ	1	Pecmi	25
Đệ tam	59	Cacbon	55
Crêta	70	Đêvôn	55
Jura	25	Silua	120
Triat	30	Cambri	80
Tổng cộng		520	

Như vậy thời gian kéo dài của các nguyên đại là (tính theo hàng triệu năm):

Tân sinh	60
Trung sinh	125
Cổ sinh	335

Các con số này không thực là chính xác, vì việc xác định đôi khi còn có những sai lầm vài triệu năm. Khi người ta làm được nhiều lần công việc xác định này ở nhiều nước và tính thời gian của những thể khác nhau của cùng một kỳ, thì những sai lầm này sẽ giảm đi nhiều. Sự chính xác trong phạm vi sai số một triệu năm sẽ có thể coi là đạt yêu cầu vì chiều theo thời gian rất lớn mà người ta thường phải tính đến thì một triệu năm là một trị số nhỏ bé không đáng kể.

Xét toàn bộ thì niên đại này cho thấy thời gian kéo dài của các kỳ tăng nhiều về thời xưa. Điều này tương ứng với những số liệu khác căn cứ trên những biến đổi của mặt ngoài Trái đất, vào độ dày của các tầng đá ứng với thời gian đó và vào sự phát triển của đời sống hữu cơ.



Kỷ Carbon



Kỷ Độ tam



Thê Pleistoxen

H. 246 Sự tách vỡ của lục địa nguyên thủy để sinh ra các lục địa hiện đại (theo Vêghêne)

Thời gian kéo dài của nguyên đại Nguyên sinh và Thái cổ chưa được xác định chính xác vì người ta hãy còn chưa chắc chắn về lúc bắt đầu của mỗi nguyên đại đó.

Người ta cho rằng cả hai nguyên đại đó kéo dài ít nhất 1.500 triệu năm, trong đó khoảng 500 hay 600 triệu năm thuộc nguyên đại Nguyên sinh. Tuổi của Trái đất từ ngày bắt đầu hình thành những lục địa và đại dương đầu tiên có thể vào khoảng 2.000 triệu năm.

Lục địa trôi. Một giả thuyết mới được nêu lên gần đây do nhà bác học người Đức Vêghêne (1912) và nhà bác học Mỹ Taylo vào năm 1910 nêu lên với ít chi tiết hơn lại giải thích một cách khác về sự thành tạo các biển hiện đại. Các bác học này cho rằng các phần lõi nguyên thủy của mặt ngoài Trái đất đều tập trung vào một điểm tương tự như những bọt nhỏ ở trên mặt nước. Các bọt đó hút lẫn nhau và lập thành những thể lớn hơn. Như vậy nên đã hình thành lục địa rộng lớn

đầu tiên gọi là toàn lục địa, tức là lục địa mẹ, gồm tất cả những lục địa hiện đại kể cả Nam-băng-châu. Về sau, trong kỷ Cacbon, toàn lục địa bắt đầu gãy vỡ thành nhiều phần, châu Úc và Nam-băng-châu trôi về phía Nam, còn châu Mỹ trôi về phía Tây.

Sự gãy vỡ thành mảnh tiếp tục hàng nhiều chục triệu năm và cái hồ Đại-tây-dương nằm phân cách hai châu Mỹ với châu Âu và châu Phi chỉ hình thành vào kỷ Đệ tam và có hình dạng cuối cùng vào kỷ Đệ tứ (h.246). Sở dĩ quan niệm về sự thông nhất các lục địa nguyên thủy nảy nở là do quan sát trên bản đồ: hình ngoài của bờ Đông và Tây của Đại-tây-dương quả có ăn khớp với nhau, đặc biệt bờ châu Phi với bờ Nam Mỹ nếu để gần nhau qua đại dương sẽ thấy chúng chạm nhau gần như suốt dọc bờ biển, những chỗ trống nhỏ có thể được giải thích dễ dàng bằng hiện tượng xói mòn. Điều này đã được nhà bác học người Nga Burkhanốp chú ý đầu tiên, từ năm 1877.

Nhưng người ta tất sẽ đặt câu hỏi: tại sao lúc đầu các lục địa lại thông nhất thành một khối rồi sau lại trôi giạt riêng biệt?

Vêghêne cho rằng toàn lục địa bị vỡ thành mảnh là do sự tự quay của Trái đất. Trái đất tự quay quanh trục của nó từ Tây sang Đông và phần Tây của toàn lục địa dần dần bị chậm lại sau trong vận động đó và sẽ tách ra khỏi phần Đông do quán tính, nghĩa là xu hướng của các khối vẫn giữ nguyên tại chỗ, chông lại với lực vận động của bề mặt Trái đất hướng về phía Đông trong khi Trái đất quay. Người ta đương tiền hành xác định một cách chính xác vị trí của các bờ Đại-tây-dương để xem có phải các lục địa đã tách rời nhau thật không?

Nhưng tất nhiên, các bạn sẽ hỏi tại sao các khối khổng lồ của các lục địa lại có thể chuyển động, dù rằng rất chậm, ở trên mặt Trái đất.

Các bạn đã làm quen với trọng lực do sức hút của Trái đất gây nên. Chính do lực đó mà chúng ta đứng được trên mặt Trái đất mặc dù sức quay nhanh của Trái đất; chính vì có lực đó mà một quả bóng hay một hòn đá ném lên trên không lại rơi xuống. Chính cũng vì lực đó mà quả cầu gồm những lớp có thành phần khác nhau; khi nó còn ở trạng thái nóng chảy, các vật chất nặng nhất như sắt, chì và các kim loại khác tập trung thành những khối lớn ở phần trung tâm của Trái đất, trong khi đó các vật nhẹ nổi lên trên mặt và nguội đi để tạo thành vỏ Trái đất. Do đó Vêghêne đi đến kết luận: các lục địa gồm có đá nhẹ nên nổi lên trên một lớp đá bazan nặng ở bên trong giống như các đảo băng nổi trên mặt nước. Và nếu chúng nổi tất nhiên chúng có thể di chuyển, rất chậm lẽ tất nhiên, vì lớp bazan quánh hơn nước nhiều.

Lớp trên gồm các đá trong đó silic và nhôm chiếm phần chủ yếu nên gọi là lớp «sial» (bằng cách phối hợp những vần đầu của chữ silic và alumini), trong khi đó lớp nặng nằm dưới để cho sial nổi trên, thì gọi là «sima» vì ngoài silic còn có một lượng lớn manhê.

Giả thuyết của Vêghêne giải thích sự thành tạo những dãy núi cao Cocdilie và Andơ nằm ở rìa bờ biển của châu Mỹ bằng sự kiện là trong quá trình trôi dạt của lục địa này về phía Tây, các tầng trầm tích gần bờ phía Tây bị ép mạnh do sức cản của lớp «sima» đối với sức ép của lớp «sial» theo hướng Tây gây nên.

Giả thuyết của Vêghêne lúc đầu chính phục được nhiều nhà khoa học, nhưng hiện nay cũng bị nhiều người phản đối vì sự phân bố của những dãy núi khác nhau trên mặt Trái đất không phù hợp với nó và lắm khi còn đối lập với nó. Châu Âu và châu Phi cũng phải ép về phía Tây theo với sự quay về phía Đông của Trái đất, nhưng lại không có những dãy núi dọc theo bờ phía Tây, trong khi đó ở châu Á các dãy núi lại nằm dọc bờ phía Đông là bờ mà nếu theo giả thuyết này thì không bị lớp «sima» ép.

Ngày nay các nhà địa chất coi giả thuyết trôi lục địa là không đủ tư cách để giải thích những biến đổi trên bộ mặt Trái đất.

XI

NHỮNG TAI HỌA TRONG LỊCH SỬ TRÁI ĐẤT

Tai họa là gì? Lụt. Lũ đá hay là cuồng lưu. Đất lở. Đất trượt. Đất sụt. Cuồng phong — ximun, bão. Tuyết lở. Phún xuất của các núi lửa — Vêzuviut, Pêlê, Bandaixan, Cracatao, Xanta Maria. Động đất — Lixbôn, Mêxina, Crimê, Anma-Ata, Cócaxo, châu Mỹ, Tân-tây-lan, Nhật-bản. Các tai họa trong quá khứ. Xêđôm và Gômôra. Atlantit. Biên tiến và biên lùi. Thời kỳ băng hà. Sự tiêu diệt các quần hệ động vật và thực vật. Trận đại hồng thủy.

Một biên cố bất ngờ kéo dài trong một thời gian tương đối ngắn và gây thiệt hại về tính mạng và tài sản được gọi là tai họa. Một tai nạn xe lửa, máy bay hay ô-tô, một nạn nhà đổ và một vụ cháy đều là những tai họa ngắn hạn. Các tai họa do các lực tự nhiên gây nên cũng thường xảy ra bất ngờ và ngắn hạn, hoặc có thể kéo dài vài giờ, vài ngày hay có thể hàng vài tuần. Loại ngắn hạn gồm những hiện tượng như đất lở, tuyết lở và động đất, loại dài hạn như lụt, đất trượt và phún xuất núi lửa. Các tai họa thuộc loại này có thể dự báo trước và có thể tìm biện pháp bảo đảm an toàn. Chúng không xảy bất thình lình hay bất ngờ, nhưng vẫn gọi là tai họa.

Trước đây trong địa chất, những hiện tượng phá hoại bất thường đều được gọi là tai biến. Vào lúc khoa học này còn non trẻ, người ta gán cho chúng tính chất phổ biến và lấy nạn hồng thủy coi như là một dẫn chứng không chối cãi được. Các nhà khoa học dựa vào chúng mà giải thích về các kỳ địa chất. Vào thế kỷ 18 Bufôn, nhà địa chất lỗi lạc người Pháp, còn nói trong công trình khảo cứu nổi tiếng gồm 10 tập của ông nhan đề «Các thời đại của tự nhiên» rằng cứ vào cuối của mỗi thời đại do ông xác minh, lại có những tai biến xảy ra dưới dạng phún xuất, động đất và ngập lụt làm biến đổi hoàn toàn bộ mặt Trái đất và phá hoại tất cả sự sống. Sau đó sự sống lại được tái tạo vào giai đoạn đầu của thời đại tiếp sau dưới một dạng hoàn thiện hơn nhờ một đợt tái tạo mới. Học thuyết về những tai biến theo chu kỳ này được công nhận rộng rãi và ngự trị đến những năm ba mươi của thế kỷ 19. Lúc đó Laien cho biết là lịch sử Trái đất là một sự biến đổi không ngừng và chậm chạp của bộ mặt Trái đất do cùng những lực tự nhiên mà chúng ta vẫn thường thấy ngày nay gây nên trong khi đó thì các tai họa chỉ là những hiện tượng đột xuất. Về sau Đacuyn chứng minh rằng thế giới hữu cơ cũng tuân theo những qui luật về phát triển và biến hóa liên tục và dần dần, chứ không phải là do những đợt tiêu diệt và tái sinh theo chu kỳ quyết định.

Tuy ngày nay học thuyết của Bufôn bị bác bỏ, vì người ta đã chứng minh rằng các tai họa không giữ vai trò chủ yếu trong quá trình làm biến đổi đời sống và bộ mặt của Trái đất, nhưng vẫn không thể coi chúng là những hiện tượng kém quan trọng. Điều này đặc biệt đúng đối với những tai họa kéo dài vì chúng có tác dụng phá hoại và tái tạo rất lớn. Do đó chúng ta dành cả một chương để nói về những biến cố này trong lịch sử Trái đất.

Những thế kỷ đầu của lịch sử Trái đất mà chúng ta đã mô tả trong chương trước có đáng coi là những tai họa hay không, dù rằng chúng kéo dài rất lâu? Vỏ Trái đất chỉ mới hình thành xong là đã bị vỡ ở chỗ này hay chỗ khác và có những dòng dung nham trào ra ngoài hoặc phun ra như những vòi lửa vào những lúc các khí thoát ra một cách bất ngờ. Những tia điện lóe ra dưới dạng sét và phá các khối đá trong một bầu không khí nặng nề kinh khủng, bão hòa hơi nước và các khí. Về sau, khi các biển bắt đầu hình thành, các chấn động trong lớp vỏ và đứt gãy vẫn tiếp tục, có lẽ lúc đó các núi lửa lại phun mạnh hơn. Có những trận mưa bão kinh khủng, kèm theo sấm sét dữ dội đã đổ xuống mặt đất và biển. Những tai họa thường ngày và kéo dài đó dần dần trở thành chuyện tiếp và hãn hữu, khiến cho sự sống có thể phát sinh và phát triển, chứ vào các thời đại trước thì nó tât đã phải bị hủy diệt ngay lập tức.

Chúng ta hãy quay lại thời hiện đại và xét những tai họa khác nhau của nó.

Lụt. Chúng ta hãy bắt đầu bằng hoạt động của nước chảy. Tác nhân này hoạt động liên tục và đồng đều. Nhưng thỉnh thoảng các dòng nước và sông ngòi lại trào lên qua bờ, làm ngập những vùng chung quanh và gây tác hại. Mỗi mùa xuân khi nước lên, lại có thể xảy ra ngập lụt nếu mùa đông có nhiều tuyết và nếu tuyết tan cùng một lúc vào mùa xuân cung cấp nhiều nước hơn lượng nước mà sông ngòi có thể chứa được. Ở những miền có mùa đông âm thì lụt lội thường xảy ra vào mùa thu hay mùa đông và có những trận mưa lớn và liên tục khiến cho nước dâng mạnh. Phần Nam nước Pháp, Tây-ban-nha và Ý thường bị ảnh hưởng của những trận lụt như vậy. Ở những nước khác, lụt lại xảy ra vào mùa hạ khi mưa nhiều. Thuộc các khu vực này có miền Ngoại Baican, đặc biệt là vùng Amua và Primôrie, nước lên vào mùa xuân tương đối không nguy hiểm lắm vì mùa đông ở đây ít tuyết.

Không phải tại mưa mà chính tại gió sinh ra những trận lụt làm cho Leningrat bị ảnh hưởng nhiều, chủ yếu vào mùa thu: gió thổi từ phương Tây, từ vịnh Phần-lan dồn nước vào cửa sông Nêva, chặn lối thoát khiến nước dâng và trào qua bờ làm ngập lụt phò xá của thành phố nằm trên một tam giác châu bằng phẳng. Nước thường hay dâng vào mùa thu, nhưng các trận lụt gây tai họa chỉ xảy ra một lần trong một trăm năm. Hai trận cuối cùng xảy ra vào năm 1824 và 1924. Có những trận lụt tương tự lại do bão biển gây ra và là đặc trưng cho những miền đất thấp ở cửa các sông Ân, Hằng, Hoàng-hà và Trường-giang, vì nước sông bị sóng biển cản lối thoát. Các

bờ sông thấp, dù ở xa cửa sông cũng có thể bị ngập khi có nhiều gió rất mạnh thổi từ biển vào; hiện tượng này được quan sát thấy ở Đức, Hà-lan và Anh trong những trận bão rất lớn ở biển Bantich và biển Bắc.

Một con sông trào nước qua bờ sẽ xói mòn đường sá, phá hoại những chỗ lát đường (đặc biệt chỗ nào lát bằng những khối gỗ vì lúc đó gỗ bị nổi trong nước và bị cuốn đi mất) phủ lấp ruộng nương và đồng cỏ bằng một lớp cát và bùn, xói ngầm những nền nhà bằng đá và làm trôi dễ dàng những nhà bằng gỗ bị bóc khỏi nền. Trong những nhà còn đứng nguyên nước làm ngập các phần nền và sàn khiến chúng bị ẩm rất lâu sau khi nước đã rút. Các đồng củi và gỗ xếp trên bờ sông đều bị cuốn mất sạch. Thóc lúa và hàng hóa xếp trong các nhà bị lụt đều bị hỏng và máy móc bị gỉ hết.

Dưới đây là hai thí dụ về lụt.

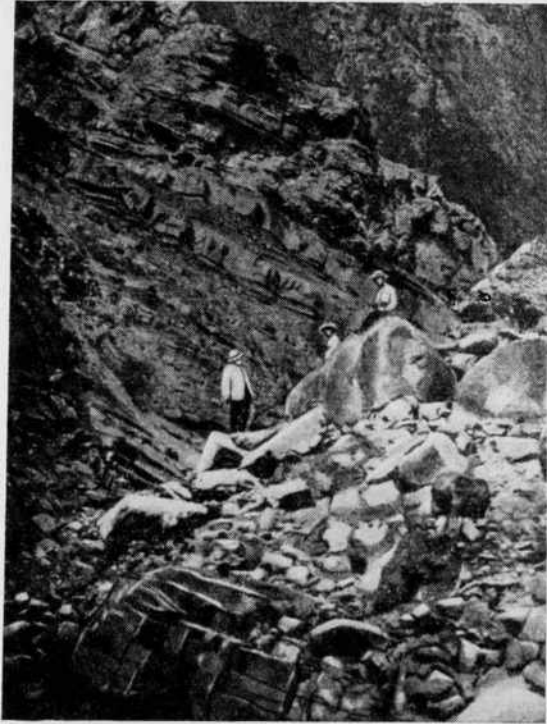
Vì lòng sông bị ứ bùn do những đất lôt-xo bị xói lở từ những miền núi đưa xuống nên trong miền hạ lưu sông Hoàng-hà ở Trung-quốc chảy trên đồng bằng lớn Trung-hoa với mực nước cao hơn mặt đất giữa những con đê nhân tạo. Mỗi mùa xuân các con đê đó lại bị xói lở hoặc ở chỗ này hoặc ở chỗ khác nên nước sông lại tràn ngập trên những khoảng rộng nhiều hay ít, làm ngập lụt làng mạc, đồng ruộng và vườn cây. Nhân dân phải thường xuyên đấu tranh chống những chỗ vỡ đê và gọi con sông là «cái họa của Trung-quốc». Chỉ từ sau ngày giải phóng nhờ có Chính phủ nước Cộng hòa nhân dân Trung-hoa đã tiến hành những công trình thủy lợi lớn dựa vào sự tham gia đông đảo của nhân dân nên mới phòng ngừa được những nạn vỡ đê, và nước thừa của sông Hoàng-hà được phân tán thành những hệ thống thủy nông và những kênh cho thuyền bè đi lại được.

Vào nửa sau của tháng giêng năm 1937, có những trận mưa rào lớn kéo dài xen với những trận tuyết rơi nên đã xảy ra một trận lụt chưa từng có ở nước Mỹ. Tất cả các chi nhánh sông Mixixipi, đặc biệt là các sông Ôhiô, Accanxat và sông Đỏ, bắt đầu dâng và đến ngày 25 tháng giêng lụt đã đe dọa. Vào lúc đó đã có hơn một triệu người trong thung lũng sông Ôhiô bị ảnh hưởng. Đến ngày 27 tháng giêng người ta thấy cần phải tản cư nhân dân sống trong toàn bộ thung lũng sông Mixixipi từ sông Ôhiô xuống đến cửa sông Mixixipi, tức là một dải đất rộng 80 kilômet chạy dài theo hai bờ sông vì cả phần đất này đều bị nạn lụt đe dọa. Chỉ riêng sông Ôhiô đã đổ ra 135.000 hectôlit nước mỗi phút và rõ ràng là các đê dọc sông Mixixipi được đắp nên dự tính chống những trận lụt có nước chảy chỉ chừng 108.000 hectôlit mỗi phút không đủ để chịu đựng áp suất lớn của nước vào đợt này. Người ta đã phải đưa đến ngay hôm đầu 35.000 xe cam-nhông để sơ tán nhân dân, nhưng vẫn còn nhiều người không kịp rời khỏi miền nguy hiểm. Ở miền xuôi, nước dần dần tràn ngập các thành phố và trong đa số trường hợp, các nhà cửa, nhất là các nhà bằng bê tông đều sụp đổ sau vài giờ; những người lánh lên các tầng cao trước khi nước bắt đầu tràn đến, cũng bị cuốn theo với nhà cửa. Dòng nước tăng tốc độ tới 56 kilômet một giờ và nước sông quét sạch mọi công trình xây dựng. Ba phần

tư tổng số nhà cửa ở một số thành phố trong vòng một ngày bị phá sạch và tuyệt đại đa số nhân dân không có chỗ trú; sự phá hủy các tháp chứa dầu lửa ở vùng cao của thành phố Luivin là nơi không bị ngập đã gây ra hỏa hoạn. Đáng lẽ phải giúp đỡ nạn nhân, thì có nhiều tổ chức ăn cướp đã đi bằng xuồng máy đến để cướp bóc. Mưa lại liên tục, và giá rét lại càng làm tăng thảm họa. Các tổn thất tính ra lên tới khoảng 2.000 đến 3.000 triệu đôla.

Lũ đá hay là cuồng lưu. Ở các miền có khí hậu khô thì những trận mưa rào lớn đột xuất sinh ra các dòng nước lũ rất dữ dội gọi là lũ đá cũng gây ra tai họa. Thí dụ, vào ngày 8 tháng 7 năm 1921 đã xảy ra một trận mưa rào tại thành phố Anma-Ata vào buổi trưa và kéo dài 4 giờ. Vào buổi tối sông Malaya Anmaatinca trào lên khỏi bờ và tràn vào thành phố với những làn sóng cao 1 đến 2 mét, và mang theo vào những cây thông lớn bật rễ từ sườn núi Thiên-sơn, những khối gỗ và tấm gỗ từ các nhà cửa nông thôn bị phá hoại trong vùng thung lũng núi. Dòng nước chính đổ xuống phố chính lôi cuốn những nhà nhỏ bằng gỗ với tất cả các người ở bên trong. Nước cũng làm ngập các phố phụ, các sân vườn và gây tai họa khắp nơi. Nhiều nhà bằng đất sét bị tổn hại và có nhiều nhà gỗ rộng lớn bị dời đi. Dòng nước lôi theo một khối lượng lớn cuội, sỏi, và đá tảng có khi nặng vài tấn và để chúng trầm đọng thành một lớp dày tới 1,5 mét. Một cái rãnh sâu 2 mét do nước đào ra ở vùng đất cao của phố chính và có những tảng đá nặng tới 25 tấn bị xô xuống rãnh. Nhiều người bị nước cuốn và bị chết đuối. Số người chết vào khoảng 500. Vào nửa đêm dòng nước ngừng chảy. Theo tính toán sơ lược thì có chừng 3,6 triệu tấn vật liệu được đưa đến thành phố. Và như vậy là hoạt động trong 5 tiếng đồng hồ, dòng nước đã để trầm đọng 200 tấn vật liệu trong một giây. Những lũ đá có tác dụng phá hoại ở miền núi mà ta gọi là cuồng lưu cũng thấy có vào ngày hôm đó ở cách 25 kilômet về phía Tây và 60 kilômet về phía Đông thành phố Anma-Ata. Phần chính khối nước mưa xuống ở trên núi, còn ở Anma-Ata trong ngày hôm đó chỉ mưa có 27 milimet nước.

Một trận mưa rào gây tai họa đã xảy ra ở dãy núi Khama Đabăn ở bờ phía Nam hồ Baican gần ga xe lửa Xliudiãnca vào ngày 29 tháng 6 năm 1934. Trước đó trời đã mưa ròng rã trong ba ngày ở miền núi và làm đất bị sũng nước. Ngày cuối cùng các dòng nước xiết chảy theo những thung lũng nhỏ nhất xuống, trước đây không bao giờ có nước. Nước chảy trên các sườn thành một lớp liên tục. Vào đêm hôm 28 tháng 6 sông Xliudiãnca trào qua bờ đón nước vào ga thành một dòng lớn, làm ngập nhà ga, cuốn đi tám ngôi nhà, nghiêng vỡ đập bằng bê tông của bể chứa nước thành nhiều mảnh và cuốn một số mảnh đá xuống hồ Baican. Tất cả các vườn rau đều bị tổn thất. Diện tích của chúng biến thành một bãi phủ đầy đá tảng lớn, đường kính hơn 1,5 mét, trong khi đó tất cả các đường sắt ở trong ga đều bị phủ một lớp cát và bùn dày chừng 1 mét. Nhiều toa tàu bị ngập bùn đến hết bánh xe. Cát và bùn trầm đọng trên đường cái đã được ước tính lên tới 150.000 mét khối. Ở một số nơi,



H. 247 Miệng của khe hẻm Hung dữ ở bên bờ trái thung lũng sông Cura ở Boczômi sau trận lũ đá vào đầu tháng 8 năm 1912. Người đứng là V.A.Öbrutsep

con sông đào một lòng mới sâu 6 mét và lôi cuốn nhiều cây lớn xuống hồ Baican. Trên vùng núi, đất bờ rời trượt theo sườn núi và đổ xuống từng khối. Trong thung lũng Xliudiänca ở cách về phía trên làng vài kilômet gần công trường khai thác, từ lâu lắm vẫn có một khối đá cao hơn người; sau khi có lũ đá chảy qua nó bị trôi đầu mất. Chỉ mưa có 50 milimet nước ở trong làng trong ba ngày, nhưng trong khi đó ở trên vùng núi ít nhất phải mưa tới 500—600 milimet.

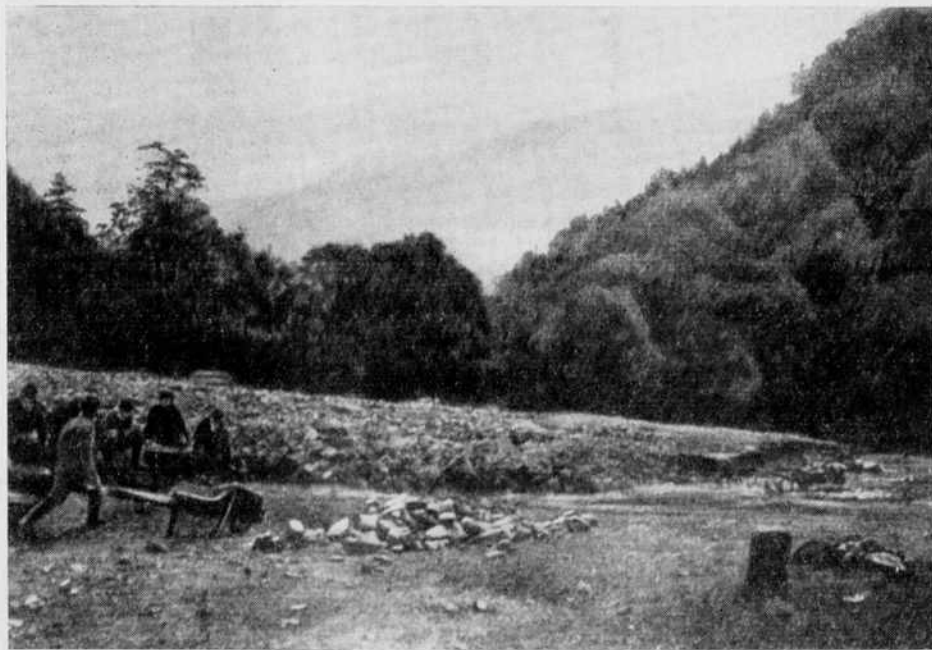
Vào tháng tám năm 1912, tôi đã được chứng kiến một dòng lũ đá đáng sợ ở Boczômi miền Ngoại Cöcazơ. Sau một trận mưa rào ngắn và nhiều nước, khe hẻm Hung dữ ở bờ trái thung lũng sông Cura đổ xuống thung lũng này một khối lớn đá, cát và bùn làm lấp đường cái một lớp dày 2 mét và phải vài ngày mới dọn sạch khe hẻm này mang tên là Hung dữ, chính là vì nó thường sinh ra những dòng như vậy sau mỗi trận mưa rào. Khe hẻm ngắn nhưng phân nhánh và sườn dốc của nó hầu như trở trụi. Nước rứa trôi rất nhanh một khối lượng lớn vật liệu từ hai bên sườn và biến thành một dòng cuồng lưu dữ tợn mang theo đá và bùn xuống đáy khe hẻm (h.247 và 248).

Đất lở là những tai họa thường xảy ra do quá trình phong hóa và xói mòn, do động đất và do làm ăn cầu thả của người ta gây ra.

Những khối đá lở từ sườn dốc xuống làm lập đường sá, tàn phá rừng cây và vườn cây, phá hoại nhà cửa và giết chết người. Thí dụ, một tảng đá có đường kính lớn hơn 3 mét đã lở từ khối núi Con Mèo ở bờ Nam bán đảo Crimê vào mùa đông năm 1923, rồi rơi xuống phá hủy một nửa số nhà cửa ở chân núi. Giờ đây chúng tôi mô tả một số trận đất lở đã gây ra những thiệt hại nặng.

Năm 1881, sườn một ngọn đồi gần làng Enmơ ở Thụy-sĩ bị đổ do sự bất cân trong lao động ở một công trường khai thác. Một khối đá 10 triệu mét khối bị lở trên một sườn dốc 70° và nhào xuống với sức mạnh đến nỗi có nhiều mảnh bắn tung lên cao 100 mét trong không khí lên sườn bên kia của thung lũng, trong khi đó có nhiều mảnh bắn tung ra khắp phía tới một khoảng cách 1.500 mét. Đất lở đã chôn vùi một diện tích 89 hecta, phá hủy 83 ngôi nhà và giết chết 115 người, tai họa xảy ra trong không đầy hai phút (h.249).

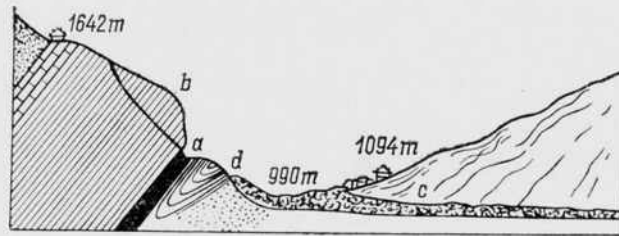
Năm 1911, do kết quả của một trận động đất, một khối đá gồm 2.200 triệu mét khối lở từ một sườn dốc trong thung lũng sông Bactang gần làng Xerezơ ở Pamia, đã chôn vùi toàn bộ thung lũng kể cả làng mạc, chắn ngang sông và tạo ra một cái hồ lớn. Người ta đã lo là nước trong hồ chảy ra sẽ xói mòn những đất đá bờ của



H. 248 Trăm tích do lũ đá sinh ra ở khe hẻm Hung dữ đã vùi lấp đường cái ở bờ trái sông Cura ở gần Bôczômi, tháng 8 năm 1912

chỗ đất lở và sinh ra một dòng nước lớn có thể gây ra lụt lội ở phần dưới nơi có nhiều dân cư và có thung lũng phì nhiêu. Nhưng khối đất lở gồm chừng 6.000 triệu tấn đã tó ra rất vững và bị xói rất chậm đến nỗi ngày nay vẫn còn cái hồ đó (h.250).

Trong trận động đất năm 1887 ở thành phố Vecnur (ngày nay gọi là Anma-Ata) hiện tượng đất lở đã xảy ra trong thung lũng Acja ở dãy núi Tranxili Alatau, từ độ cao 300 mét và trên một diện tích là 2,8 triệu mét vuông. Những khối lớn đá hoa

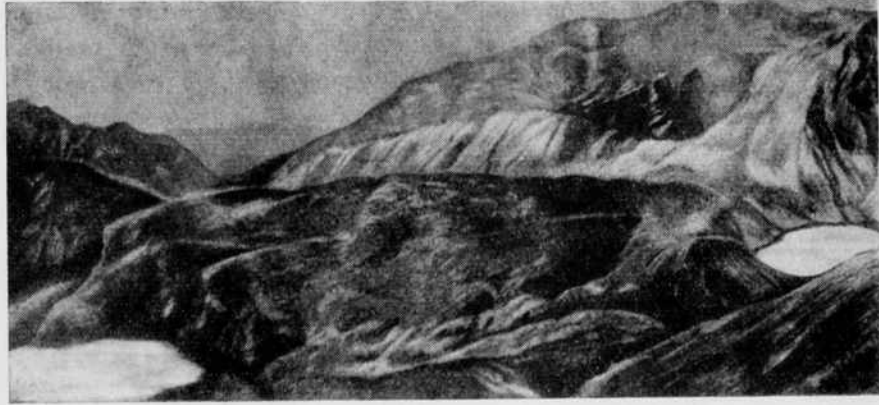


H. 249 Đất sụt lở gần làng Enmơ ở Thụy-sỹ:
a — công trường khai thác đá; *b* — khối đá diệp thạch bị tách rời; *c* — diện tích bị vụn đá vôi lấp; *d* — vị trí của làng bị chôn vùi

cương diorit và diệp thạch nặng tới 500 tấn mỗi khối lấp đầy thung lũng và tạo thành một khối đá vụn che phủ toàn bộ khu rừng phong phú trong thung lũng và đã biến nó thành một sa mạc. Khối đá vụn đó dài 2 kilômet, rộng 200 mét và dày 100 mét, nó có một thể tích bằng ít nhất 40 triệu mét khối. Trong trận động đất này, cũng như trong trận sau xảy ra vào năm 1911, có nhiều nơi trong vùng núi bị đất lở làm chôn vùi những lều của người Cazác. Toàn bộ khối đất lở trong vùng này vào năm 1887 lên tới 440 triệu mét khối; các trận đất lở đã đóng góp một công cơ học rất lớn.

Một trận đổ núi trong khe lũng Đanxơ của sông Côđo (gần Xukhumi, vùng Côcazo) vào năm 1898 đã tạo ra một cái đập cao 150 mét và một cái hồ rộng ở phần trên. Hồ này tồn tại trong vài tuần. Trong thế kỷ 19, một trận sụp đổ đá vôi từ dãy Yaila gần làng Cuchue Côi ở bờ Nam bán đảo Crimê đã chôn vùi nhiều nhà cửa và vườn cây và xô đổ một số nhà xưởng biển. Chỉ riêng việc mô tả những trận đất lở xảy ra trong những thế kỷ gần đây cũng đủ đầy cả một cuốn sách.

Đất trượt cũng phải coi như là những tai họa địa chất, tuy rằng chúng xảy ra chậm hơn đất lở và biểu thị dưới dạng di chuyển của những khối lớn nhiều hay ít, trượt theo sườn dốc trong khoảng thời gian vài phút, vài giờ hoặc vài ngày. Chúng sinh ra do tác dụng của nước ngầm nhưng cũng thường hay xảy ra do động đất, hoặc là kết quả của hiện tượng xói mòn bởi nước chảy hay sóng vỗ ở phần thấp của sườn, hoặc bởi những công trình đào đất hay do sức nặng của các nhà cửa trên sườn dốc (h.251).



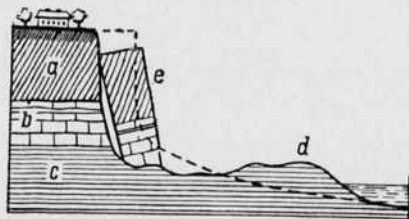
H. 250 Đất sụt lở ở Uxôi, Pamia: khối đất lở ở phía trước; bên phải và bên trái là hồ Sadau-Cun và Xêrêzơ hình thành trên chỗ đất sụt lở



H. 251 Đất trượt trong trầm tích Đệ tam và Đệ tứ trên sông Tômi ở phía trên thành phố Tômxơ

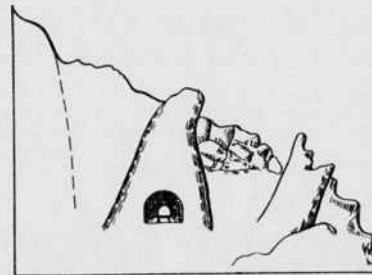
Việc mô tả những trận trượt đất gây tai họa cũng có thể chiếm nhiều trang, nhưng chúng ta chỉ có thể nêu ra đây một vài thí dụ.

Đợt đất trượt ở bờ biển gần dãy đá vôi ở Anh rất điển hình. Bờ biển gồm đá vôi trắng, sa thạch vôi đá lửa và cát bờ thuộc hệ Crêta nằm trên một lớp sét không thấm nước tuổi Jura. Các lớp nghiêng về phía biển và nước ngấm chảy trên lớp sét tạo thành nhiều nguồn và tạo điều kiện cho các tầng nằm trên dễ trượt. Sau mùa mưa năm 1839 các tầng đó bão hòa nước và tăng trọng lượng, nên toàn bộ bờ biển bắt đầu di chuyển vào ngày 24 tháng 12, nó bị vỡ thành nhiều tầng lớn phân cách bởi những khe nứt và mương xói, rồi trượt xuống biển. Sức ép của các khối đá làm cho đáy biển nổi lên thành một đường gờ dài một kilômet và cao 12 mét gồm những đá phủ rong tảo, vỏ trai sò, sao biển bị bóc ra, v.v... và ngày nay lập thành nhiều khối đá.



H. 252 Lát cát chỗ trượt đất gần Ôđêtxa:

a — sét; b — đá vôi; c — sét xanh; d — đáy biển dâng cao; e — khối trượt; đường chấm chỉ rõ trắc diện bờ biển trước khi xảy ra trượt đất



H. 253 Mũi «Các cột thư nai» trên hồ Baican với các khe nứt đoạn tầng cả hai bên đường hầm

Gần Ôđêtxa, bờ biển gồm có sét Đệ tam nằm trên một lớp đá vôi với sét xanh nằm dưới nữa. Nước ngấm chảy theo lớp sét xanh xuống biển và thường hay sinh ra đất trượt (h.252). Có những khối lớn đất đá bị vỡ ra khỏi bờ, trượt rồi đổ nhào; toàn bộ bờ biển bị những khe nứt và mương xói khía cắt, trong khi đó thì có những lượn cát nổi lên từ đáy biển. Hiện tượng đất trượt đó đã làm giảm dần diện tích của vùng nông thôn quanh Ôđêtxa, làm hại những vườn cây và phá hủy nhà cửa. Hiện tượng này lại tăng thêm từ khi người ta bắt đầu khai thác đá vôi để xây dựng trong thành phố và những công trường khai thác đã để lộ lớp sét dưới cho tác dụng của trầm tích khí quyển hoành hành.

Bờ Nam của bán đảo Crimê bị tác dụng đất trượt hầu như suốt dọc bờ. Ở đây, trên mặt những lớp điệp thạch và sa thạch bị uốn nếp mạnh thuộc kỷ Triat và Jura

hạ, có một lớp dày gồm sườn tích thô thành tạo bởi sự phá hủy và sụp đổ của những lớp đá vôi dày nằm trên thuộc tuổi Jura thượng và tạo thành sườn dốc của Yaila. Nước mưa và nước nguồn từ Yaila thâm vào thứ sườn tích này và làm cho nó trượt theo những sườn dốc của diệp thạch cùng với nhà cửa và vườn cây khiến cho nhà cửa bị nứt vỡ và phá hủy. Bờ biển Hắc-hải từ Tuapxe đến Xukhumi cũng không ổn định; tác dụng xói mòn bờ của sóng vỗ, và những công trình đào đường và đặt đường xe lửa thường là những nguyên nhân chính của hiện tượng đất trượt.

Bờ phải sông Vônga thường trượt lở ở nhiều chỗ như ở Ulianôp, Vônxcơ, Xaratôp, Xuzran, Batraki, v.v... vì nó gồm có những lớp không thấm nước và tầng chứa nước và nghiêng về phía sông. Các điều kiện tự nhiên thuận lợi cho hiện tượng trượt đất lại còn được làm tăng thêm bởi tính bất cẩn của con người, khi họ cắt xén những phần thấp dưới sườn để làm phố và đường cái dẫn tới bờ sông và để nặng thêm các phần sườn bên phía trên bằng cách xây dựng nhà cửa. Như vậy đến một lúc nào đó thể nào nhà cửa cũng sẽ bị phá hủy một cách không tránh được. Trước đây chưa có hệ thống dẫn nước trong thành phố nên nước càng tích đọng rồi thâm xuống các tầng chứa nước.

Bờ phía Tây hồ Baican từ nguồn sông Angara đến ga Kunturc là kết quả của một đoạn tầng lớn đã tạo nên hồ trung của hồ. Khi làm đường xe lửa, người ta không chú ý đến điều này, người ta đào nhiều hầm và hào qua những đoạn cuối các mỏm đá giữa các thung lũng ở gần sườn dốc bên bờ hồ quá. Ở đây, các đá cứng bị cắt đứt bởi nhiều khe nứt chạy song song với đoạn tầng chính và vì vậy mà không vững chãi. Kết quả của những chấn động nhỏ vẫn còn tiếp diễn gần chỗ đoạn tầng đã làm cho vách các hào bị lở đổ, đường bị cong và các khối đá trên vòm hang bị rơi đổ (h.253).

Trong chương III chúng ta mô tả những hiện tượng *đất sụt* do tác dụng hòa tan của nước ngầm trong thạch cao và đá vôi và do sự thành tạo các hang động có trần bị sụp đổ gây nên. Hiện tượng sụt đất gây tai họa khi có nhà cửa bị sụp đổ. Người ta cũng thường gây ra sụt đất bằng cách hút nước ở các giếng phun (nêu việc bơm nước tạo ra hang hốc) và bằng cách lấy nước và cát từ một lớp chứa nước hay từ một túi nước hình thấu kính.

Đó là cách giải thích trận sụp đổ gác chuông Xanh Mac ở Vornizơ và tai họa đã tàn phá 14 ngôi nhà quanh quảng trường ở thành phố Pila (Ba-lan) là nơi mà người ta đã đào một giếng khoan để lấy nước và cát.

Cuồng phong thường gây tai họa lớn. Các trận bão cát ở châu Phi rất đặc trưng cho sa mạc Xahara và mang tên là k h ă m x i n ; loại gió bão tương tự ở Arabi thì gọi là x i m u n. Một giờ trước khi có gió ximun, người ta có thể thấy những đám mây vàng ở phương Nam, không khí trở nên ngột ngạt, mọi người lo lắng và ngay cả lạc đà cũng không đứng yên. Một số người bị ù tai vì bão cát và cũng có khi xảy ra tai nạn chết người, có lẽ do bị cảm nắng. Vì vậy mà người ta cho là gió

ximun có tính chất độc. Do bị cọ xát trong khi có gió ximun các hạt cát đều nhiễm điện và quần áo len có thể phát tia điện. Ximun nguy hiểm nhất trong miền có cát di động. Ở đó các cồn cát lười liếm biến thành một biển cát hoạt động. Nếu một thương đội gặp phải cơn ximun thì phải để lạc đà nằm đưa lưng về phía gió còn người thì nấp vào chúng, nằm ép bên cạnh chúng và trùm kín thân bằng chăn; phải bịt tai và lỗ mũi bằng bông và thở nhẹ để cho khỏi bị cát vào phổi. Khi gió ximun đã qua rồi người ta thường phải bới cát để gỡ lạc đà khỏi bị chôn vùi. Một trận ximun thường chỉ kéo dài vài giờ, nhưng khi nó kéo dài lâu hơn thì đoàn người và động vật không thể tránh khỏi bị tiêu diệt.

Sự xâm lấn của cồn cát và cồn cát lười liếm vào đồng ruộng, vườn cây, làng mạc và thành thị cũng có thể coi là một thứ tai họa, tuy rằng sự tấn công này phát triển chậm phải mất hàng nhiều tháng, hay nhiều năm (h.98 và 101). Cũng có những trường hợp có các ốc đảo bị cát chôn vùi trong một thời gian ngắn nhưng hiện tượng này rất hiếm.

Các trận cuồng phong thỉnh thoảng nổi lên dọc bờ phía Đông của châu Á và Bắc Mỹ còn đáng sợ hơn nhiều. Ở châu Á người ta gọi là bão hay đại phong (tiếng



H. 254 Đê biển bảo vệ trên đảo Uzédôm (biển Bantich) bị phá hủy trong trận cuồng phong tháng chạp năm 1913 — tháng giêng năm 1914

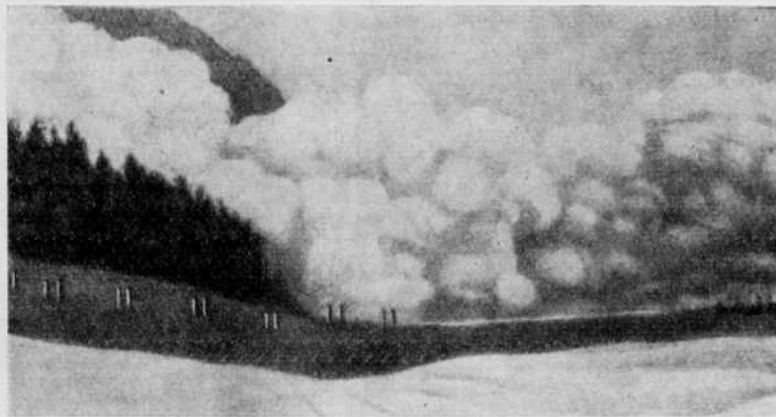
Trung-quốc đại là lớn và phong là gió); chúng nổi lên dưới Bắc chí tuyến và thổi về phía Bắc dọc theo bờ biển Trung-quốc và dọc theo quần đảo Philipin và Nhật. Ở châu Mỹ chúng nổi lên trong biển Caraip và đổ vào bờ Nam và Đông của nước Mỹ. Các trận bão đó tiền đền với một sức mạnh kinh khủng, làm cây bật rễ, lay đổ cột điện, thổi tốc mái nhà và làm đổ sập những ngôi nhà nhẹ; chúng thường có những trận mưa lũ kèm theo; dọc theo bờ biển, sóng vỗ làm ngập đất liền (h.254). Các trận bão bao giờ cũng gây những thiệt hại vật chất và làm tổn thất nhiều sinh mệnh của người và động vật bị vùi lấp trong các đồng đồ nát và bị chết đuối.

Các cuồng phong thỉnh thoảng cũng nổi lên ở những chỗ khác nhưng ít khi phát triển với sức mạnh như các trận bão. Có thể kể những trận bão bụi mùa xuân ở Ucren, chúng lôi cuốn những lớp đất từ các ruộng vừa mới gieo hạt và để lộ các hạt hay ngay cả những tùm rế của các đợt gặt hái mùa đông; có thể kể về những trận gió khô ở phía Đông sông Vônga thổi từ các sa mạc Trung Á và phá hoại cây cối; có thể kể đến gió bora ở Nôvôrôxic, là một loại cuồng phong làm cho nhà cửa, phở xá và tàu bè đậu ở bến đều bị phủ một lớp nước đá và gây ra những thiệt hại lớn.

Tuyết lở ở miền núi là những tai họa thường xảy ra hàng năm. Những khối lớn tuyết có thể tích lũy trên sườn dốc khuất gió của các núi, rồi lở ra, rơi xuống dưới dạng tuyết lở hay tuyết trượt và gây thiệt hại.

Người ta phân biệt ba loại tuyết lở: tuyết lở khô, ẩm, và băng lở.

Tuyết lở khô xảy ra vào mùa đông khi tuyết rơi nhiều trên các sông núi và sườn núi và không bị chảy tan, nó tích lũy nhiều đến nỗi chỉ cần một rung động nhẹ trong không khí, một tiếng súng nổ hoặc chỉ cần một tiếng nói vang cũng làm cho nó lở ra. Hiện tượng này lại càng dễ xảy ra nếu tuyết tươi rơi trên một diện tích nhẵn của lớp tuyết cũ đã đóng đông sau một đợt chảy tan. Các khối tuyết lở



H. 255 Tuyết lở khô dạng bụi ở dãy Anpơ Thụy-sỹ



H. 256 Tuyết lở ướt ở dãy Anpo
Thụy-sỹ

đổ ào ào xuống phía dưới, đồng thời tung vào không khí những đám bụi tuyết chẳng khác gì những đám mây thực sự (h.255).

Tuyết lở ẩm xảy ra vào mùa đông sau những trận rơi tuyết nhiều, khi tan giá và cũng xảy ra cả vào mùa xuân khi tuyết tan; đây là loại tuyết dính hoặc ít hoặc nhiều, chứa nhiều nước. Các khối tuyết trở thành nặng thêm trong khi tan giá, trong khi đó mặt nằm dưới trở thành trơn vì nước tuyết tan; cuối cùng tuyết vỡ ra và trượt xuống dưới đồng thời cũng lồi theo những lớp tuyết trên dọc đường ở phần dưới sườn núi; có những khối tuyết riêng biệt trượt xuống và dính thêm tuyết ở bên dưới. Các khối tuyết lở này có bề mặt rất gồ ghề và không sinh ra những đám mây tuyết trong khi rơi (h. 256).

Băng lở là phần tận cùng của băng hà treo, đôi khi tách rời khỏi khối chính và rơi xuống chân sườn núi dưới dạng một đồng vụn hỗn độn. Như tên nó đã chỉ rõ loại lở đổ này gồm có nước đá.

Trên các miền núi cao, các trận tuyết lở thường gây những thiệt hại lớn: chúng phá hoại các rừng nằm trên đường trượt của chúng, làm tắc lối thoát trong các thung

lũng sông, cản trở đường xe lửa và những đường sá khác khiến cho giao thông bị gián đoạn, chôn vùi nhà cửa cùng với người và súc vật trong nhà, thường làm tọc mái, phá đổ tường và cửa sổ. Ở chỗ dừng của tuyết lở, lớp tuyết thường lên cao tới 10—20 mét khiến cho người ta phải đào hào sâu để giải thoát các nhà cửa, làm quang đường sá và cứu sống người và súc vật. Các thống kê dưới đây cho ta một khái niệm về những tổn thất do tuyết lở gây ra trên một vùng của nước Thụy-sỹ vào đầu tháng hai năm 1689 khi có một đợt tuyết rơi đặc biệt lớn.

Người bị chết	120	Bò bị chết	326
Người cứu được	180	Đê và cừ bị chết	584
Nhà cửa bị phá hủy	119	Cây cối bị gãy đổ	1830
Kho thóc và hiến chứa cỏ bị phá	629		

Đó là một tai họa chưa từng có. Những trận kém quan trọng thường có luôn và những trận nhỏ xảy ra hàng năm ở các dãy Anpơ Thụy-sỹ, Pháp và Ý.

Ở Liên-xô nhiều nơi ở vùng Côcazo bị ảnh hưởng của tuyết lở. Những trận tuyết lở hàng năm ở trên con đường chiến lược xứ Gêocgi thỉnh thoảng làm gián đoạn giao thông trong vài ngày. Trong miền Antai, Thiên-son và Pamia các trận tuyết lở cũng hay xảy ra, nhưng vì dân cư sống thưa thớt trên miền núi nên chúng không gây nhiều tổn thất lắm. Trên bán đảo Côla, trên khối núi Khibinur, tuyết lở đã bắt đầu tác hại đến nhà cửa và nhân dân thuộc miền mỏ apatit và thuộc thành phố Kirôp; một số nhà cửa và người ở bị chôn vùi vào tháng hai năm 1938. Người ta đã xây dựng những công trình chống tuyết lở ở sườn núi Khibinur.

Trong miền núi, các đồng tuyết tích hàng năm ở một số chỗ thuận lợi và do đó gây ra những trận tuyết lở tùy theo lượng tuyết, số ngày có tuyết rơi liên tục và tùy theo những tan giá bất thần. Người ta biết được đường lối thường qua lại của những trận tuyết lở, cho nên nhân dân không xây dựng nhà cửa dọc theo những lối đó. Tổn thất chính do những trận tuyết lở gây nên thường xảy ra ở những chỗ bất ngờ trong những điều kiện không thông thường; chúng phá hoại cả những đôi rừng và chôn vùi nhà cửa nằm ở phần thấp trên sườn núi. Ngay những người leo núi giàu kinh nghiệm, đương đi theo sườn núi có tuyết tụ hoặc ở bên phía dưới cũng thỉnh thoảng gặp tai nạn.

Cách bảo vệ chống những tai họa đó như sau: các sườn dốc có tuyết tích tụ được cắt thành bậc, hoặc người ta xây một loạt những vách đá dọc sườn núi (h.257); cả hai cách đều ngăn không cho tuyết lở ra. Dưới tuyết rừng, cây cối trồng trên sườn dốc cũng có tác dụng tương tự. Đường sá được bảo vệ bằng những hầm gỗ. Thí dụ, trên con đường chiến lược xứ Gêocgi đoạn đường hay bị ảnh hưởng của tuyết lở hàng năm chạy theo những đường hầm dài đến vài trăm mét. Hiện tượng băng lở tương đối hiếm và thỉnh thoảng xảy ra khi nước đá tách vỡ từ các băng hà tận

cùng trên sườn núi. Trong đợt tiền theo chu kỳ, băng hà Đepdarac thuộc núi Cazơbec ở vùng Côcazơ, thỉnh thoảng làm tắc thung lũng sông Têrec và con đường chiến lược xứ Gêocgi. Đợt làm tắc lớn lần cuối cùng xảy ra vào năm 1832 đã lao xuống 12,8 triệu mét khối nước đá và đá, theo khe hẻm sông Amalitca đổ vào thung lũng sông Têrec với tốc độ 2,5 kilômét mỗi phút.

Khi băng hà tiền, nó tạo ra một vách bằng nước đá ngang qua phần hẹp của khe hẻm sông Amalitca và chặn nước lại; nước tích lũy và sau đó phá qua cái đập đó rồi lôi cuốn một khối lớn nước đá và đá xuống phía dưới khe hẻm.

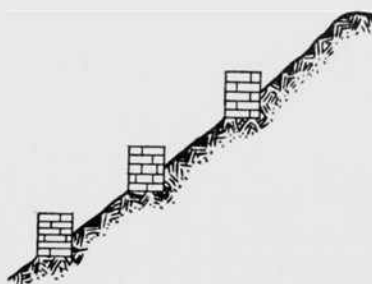
Một tai họa tương tự đã bị băng hà Xaniban gây ra vào năm 1902 xảy ra băng lở làm bề tắc sông Gênan-đon và chôn vùi chừng 100 người đương điều trị ở nguồn nước nóng Cacmadôn; trận băng lở này là do động đất gây ra.

Tai họa do nước bị bề tắc bởi đoạn trước của một băng hà đương tiền hoặc do nước tích lũy trong các hang nước đá cũng xảy ra nhiều lần trên dãy Anpơ ở Thụy-sỹ và xứ Xavoia.

Phún xuất núi lửa thường được kèm theo bởi những tai họa to lớn mà nếu ta muốn mô tả hết thì phải viết cả một cuốn sách. Về những tai họa thời xưa, chúng ta biết nhiều nhất về trận tàn phá hai thành phố Hêculanum và Pômpeii vào năm 79 công nguyên này ở chân núi Vêzuviut mà người ta vẫn coi là núi lửa tắt. Miệng của nó lúc đó còn có cả rừng che kín, đây là nơi mà Xpactacut — người lãnh tụ của các người nô lệ nổi dậy, đã tìm chỗ lánh mình; sườn núi rất phì nhiêu đã được nhân dân trồng trọt, và có nhiều làng mạc trú ngụ được xây dựng ngay ở dưới chân núi. Căn cứ theo lời tả lại của Plin Trẻ là người đã chứng kiến trận phún xuất thì núi lửa bỗng nhiên phun mà không có dấu hiệu gì báo trước cả; Plin Già tức là nhà tự nhiên học và là chú của Plin Trẻ đã bị chết trong cơn thảm họa. Bài mô tả của Plin Trẻ là tài liệu nói về núi lửa cổ nhất.

Núi Vêzuviut đã bắt đầu hoạt động với một tiếng nổ dữ dội làm vỡ tung cái nút ở lối thông và bắn nó lên trên không dưới dạng mưa đá; sau đó một khối lớn đá bọt trắng bị tung lên và rơi xuống chôn vùi thành phố Pômpeii; sau đó tiếp đến đá bọt xám, sau đến những xỉ đá xám hơn và trong lần phun chính có những lượng tro khổng lồ làm tối sầm suốt các vùng trời chung quanh.

Những trận động đất mạnh kèm theo phún xuất đã phá hoại toàn vùng; mưa đổ xuống sườn núi lửa và trộn lẫn với tro để tạo thành những khối bùn chảy xuống thấp và tràn ngập thành phố Hêculanum. Dung nham dưới dạng một dòng Caxtêlô



H. 257 Kè bảo vệ chông tuyết lở

đi Xixtecnica có lẽ đã trào ra vào giai đoạn cuối và chảy vào những đồng lầy không dân cư ở chân sườn phía Bắc. Đó là trận tai họa đã tiêu diệt 25.000 người. Họ bị chôn vùi trong tro hoặc bị chết đuối trong dòng bùn, như các công trình khai quật đã cho thấy rõ và đã bới từ đất ra những nhà cửa, pho xá, tất cả các đồ thường dùng trong nhà và các di tích người chết trong những tư thế khác nhau ở giữa pho hoặc ở trong nhà.

Một tai họa tương tự đã xảy ra trong thế kỷ chúng ta, vào năm 1902 trên đảo Mactinic, một trong những đảo thuộc quần đảo Anti nhỏ, khi núi lửa Mông Pêlê thức tỉnh. Nó cũng đã được người ta coi là núi lửa tắt và trong nhân dân không có một truyền thuyết nào nói về hoạt động của nó. Sườn nó có rừng mọc, có một hồ nhỏ giữa khu rừng ở ngay trong miệng núi lửa, là nơi có chim chóc và thú rừng cư trú.

Vào cuối tháng tư núi lửa bắt đầu để lộ dấu hiệu sống lại bằng những đợt rừng mình nhỏ yếu và bằng cách nhả khói và hơi vói tro từ miệng ra và những khí lưu huỳnh thoát ra từ các khe nứt làm chết ngạt nhiều chim chóc. Các động vật bắt đầu rời khỏi rừng, nhưng nhân dân sống trong nhiều trại lập trên sườn núi và trong thành phố Xanh Pie đều ngại rời bỏ cửa cái và vẫn cứ ở lại. Vào ngày 5 tháng 5, một dòng bùn chảy xuống phá hủy một xưởng máy ở sườn núi; có lẽ cái hồ trên miệng núi đã bị phá tung bởi một đợt nổ. Vào ngày 7 tháng 5, lại thấy rơi tro đặc và bom nóng đỏ và thấy có mưa đông rất lớn sinh ra những dòng bùn. Cuối cùng một đám mây khổng lồ thoát ra từ miệng núi lửa với một tiếng nổ lớn vào ngày 8 tháng 5 và đổ ào xuống sườn núi với tốc độ của một chuyến xe lửa tốc hành, đồng thời cũng bốc lên cao và tỏa ra khắp phía rồi biến thành một cột mây màu tím đen cuộn xoắn và luôn luôn loè tia sét.

Cột mây dâng lên cao vài kilômet và phá hủy mọi vật gặp ở dọc đường đi của nó từ núi xuống bờ biển. Vài phút sau trận nổ, thành phố Xanh Pie nằm cách miệng núi lửa 8 kilômet theo đường thẳng bị tàn phá hoàn toàn và 26.000 dân bị tiêu diệt¹. Đám mây nóng đỏ đốt cháy lá, cành, cỏ và cây bụi, thổi tốc hết mái nhà, phá hủy tường vách các nhà, làm chết ngạt và đốt cháy nhân dân bằng khí nóng đỏ trộn với tro. Ngay cả ở ngoài lối đi của đám mây, nhưng ở gần nó, người cũng bị ngạt thở và cây bị chết khô.

Nhiều đám cháy nổ ra ở các tàu biển đỗ ở cảng Xanh Pie cũng làm nhiều người thiệt mạng. Trong đợt nổ, dung nham rất quánh từ miệng núi lửa trào lên dưới dạng một cột nóng đỏ và tạo thành cái «ghim» của núi Pêlê cao chừng 140 mét. Cái ghim này về sau bị hủy dẫn vì bị vỡ thành nhiều khối (h.258). Một thời gian dài trước khi núi lửa trở về trạng thái yên tĩnh, núi lửa còn tiếp tục hoạt động bằng cách phun ra những đám mây nóng đỏ; nhưng chúng theo lối khác để đổ ra biển

1 Chỉ có một người tù ngồi dưới hầm nhà là sống sót.



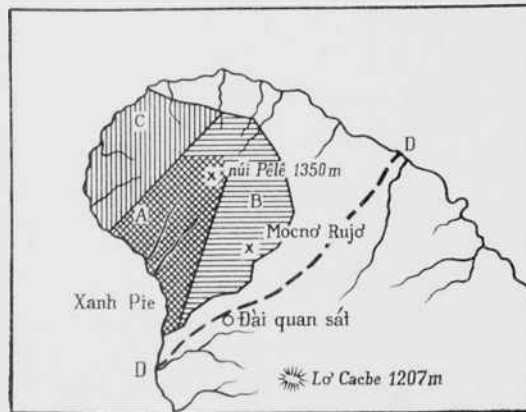
H. 258 «Ghim» trên núi Pêlê
đảo Mactinic phun ra từ miệng
núi lửa trong tình trạng nóng đỏ
trong đợt phun lửa năm 1902

đọc theo thung lũng sông Trắng và sông Khô. Các cuộc nghiên cứu cho thấy rằng có những khối tro, bom lớn và nhỏ, những tảng đá to bằng cái nhà hai tầng bị mây nóng đỏ lôi đi và để lại ở dọc đường này. Tai họa kinh khủng này đã cho phép các bác học nghiên cứu được một kiểu phun xuất trước đây không ai biết, do đó họ gọi là kiểu Pêlê. Bản đồ phần Bắc đảo Mactinic cho thấy diện tích các đám mây nóng đỏ và tro tàn phá (h. 259).

Trận phun xuất của núi lửa Bandaixan ở Nhật ngày 15 tháng 7 năm 1888, lại có tính chất khác. Vào hồi 7 giờ sáng người ta nghe thấy có tiếng vang động ở dưới đất, nửa giờ sau tiếp đến những chấn động, và chẳng bao lâu nữa lại có một cột hơi và bụi bốc lên cao gần 1.300 mét trong không khí. Sau đó đến lượt 15 đến 20 tiếng nổ ném tung ra những khối đá rắn gần như theo chiều nằm ngang. Cột khói dâng lên gần 6.000 mét, các tro nóng làm cho toàn miền bị tối om; một trong những đợt nổ đã tạo ra miệng núi lửa hình móng ngựa đường kính rộng 2 kilômet, và tung theo chiều ngang tất cả những vật liệu bị nổ vỡ dưới dạng một trận lở đá nóng; trước đó có một cơn cuồng phong thổi với tốc độ 40 kilômet một giây làm đổ hết cây cối. Một diện tích rộng 71 kilômet vuông bị phủ các đá vụn và có 400 người thiệt mạng. Toàn bộ đợt phun xuất chỉ kéo dài có hai giờ, nhưng bầu trời tối sẫm

trong tám giờ liền. Núi lửa này đã ngừng hoạt động từ 1000 năm trước; đợt thức tỉnh này đã phá hủy đã phá hủy gần hết nón cũ cao 670 mét.

Đợt phun của núi Cracatao, một núi lửa ở quần đảo Xônđơ, vào ngày 26 và 27 tháng 8 năm 1883 là một tai họa bất thường; nó được kèm theo bởi những tiếng nổ và chấn động giống như tiếng súng đại bác và Ấn-độ, châu Úc, Tân Ghinê, Philipin, nghĩa là cách xa tới 3.600 đến 4.800 kilômet cũng còn nghe thấy. Sức ép của không khí do những đợt nổ gây ra làm rung chuyển các nhà cửa ở cách xa 850 kilômet. Một nửa núi lửa trước là một hòn đảo nằm giữa Java và Xumatra bị biến một phần xuống dưới biển còn một phần biến thành vụn đá và tro. Tro phun lên đã làm cho bầu trời tối đen đến nỗi một chiếc tàu biển đang đi trên mặt biển Java phải dừng lại; một trận mưa tro, mưa bùn mịn và những mảnh đá bọt rơi xuống



H. 259 Bản đồ phần Bắc đảo Mactinic:
A — diện tích bị tàn phá bởi đám mây nóng đỏ vào ngày 8 tháng 5 năm 1902; B — sự lan rộng diện tích phá hủy trong đợt phun xuất ngày 30 tháng 8; C — diện tích bị phủ nhiều tro; D — D — ranh giới diện tích bị phủ tro

boong tàu; người ta rất khó thở vì khí lưu huỳnh; có những mảnh đá to bằng đầu người rơi xa núi lửa đến 20 kilômet, còn những mảnh to bằng nắm tay bị đưa đi xa đến 40 kilômet. Chúng bị tung với tốc độ một viên đạn đại bác. Sóng biển sinh ra khi núi lửa sụp đổ là một mối nguy hiểm lớn; ở gần bờ đảo Java và Xumatra sóng cao tới 25—30 mét, tràn ngập bờ, quét sạch làng mạc và làm chết 35.000 người. Các làn sóng đó lan đến tận Ấn-độ, Nam Phi và bờ biển Bắc Mỹ giữa Panama và Alatca. Lớp tro ở quanh Cracatao dày 16 mét, còn ở trên đảo Xumatra nó cũng dày đến 1 mét. Tro mịn bay trong khí và che ánh sáng mặt trời ở Nhật và ở nhiều nơi

khác cách xa hơn 3.000 kilômet. Thử tro này cứ bay bổng trong khí quyển một thời gian rất lâu và là nguyên nhân khiến cho Mặt trời và Mặt trăng nhìn thấy ở châu Phi, châu Mỹ và trên các đảo Thái-bình-dương có màu xanh nhạt. Nó cũng là nguyên nhân gây ra hiện tượng hoàng hôn đỏ rực rất đặc biệt mà người ta thấy ở khắp nơi trên thế giới vào cuối năm 1883 và đầu 1884.

Chúng ta cũng nói qua về đợt phun của núi lửa Xanta Maria ở Guatêmala (Trung Mỹ) xảy ra vào ngày 24 tháng 10 năm 1902, sau một thời gian nghỉ hoàn toàn. Nó bắt đầu bằng một trận động đất, sau đó đến một đám mây đá và tro bị tung lên cao 10.000 mét; đợt phun tro và đá bọt tiếp tục trong 18 tiếng; các vật vụn rơi xa núi lửa 14 kilômet.

Trận phun xuất kết thúc vào ngày 26 tháng 10; nó đã tung ra 5,5 kilômet khối vật liệu vụn và để rơi những vật liệu đó thành một lớp phủ che kín miền chung quanh dày từ 1 đến 3 mét, có khi hơn và phá hoại nhiều cây cối. Một miệng núi lửa mới sâu 600 mét và rộng 1 kilômet đã hình thành trên sườn núi lửa và vẫn tiếp tục phun hơi và tro một cách yếu ớt. Vào cuối năm, nó bắt đầu chứa nước; vào năm 1906, thỉnh thoảng lại có những đợt nổ làm tung nước lên trời tựa như một nguồn phun.

Trong những trận phun xuất của các núi lửa Banadaixan, Cracatao, và Xanta Maria không có dung nham chảy ra, và nói chung không phải là dung nham, mà là các chất khí và các vật liệu vụn của các đợt phun xuất mới gây ra tổn thất về tính mạng con người như chúng ta đã thấy trong đợt phun của núi Vêzuviut vào năm 79 và núi Pêlê vào năm 1902.

Do không khí bị hun nóng trong khi đương xảy ra phun xuất ở núi lửa Tambora trên đảo Java (ngày 10 tháng 4 năm 1815) nên đã sinh ra một cơn gió lốc; nó quét sạch làng mạc và rừng cây, bốc lên trên không cả cây cối, nhà cửa, trâu bò và làm quay tít cho đến khi sức gió yếu đi vào một giờ sau; có nhiều vật bị bốc lên như thê sau rơi xuống biển. Hơn 56.000 người chết trong đợt phun này.

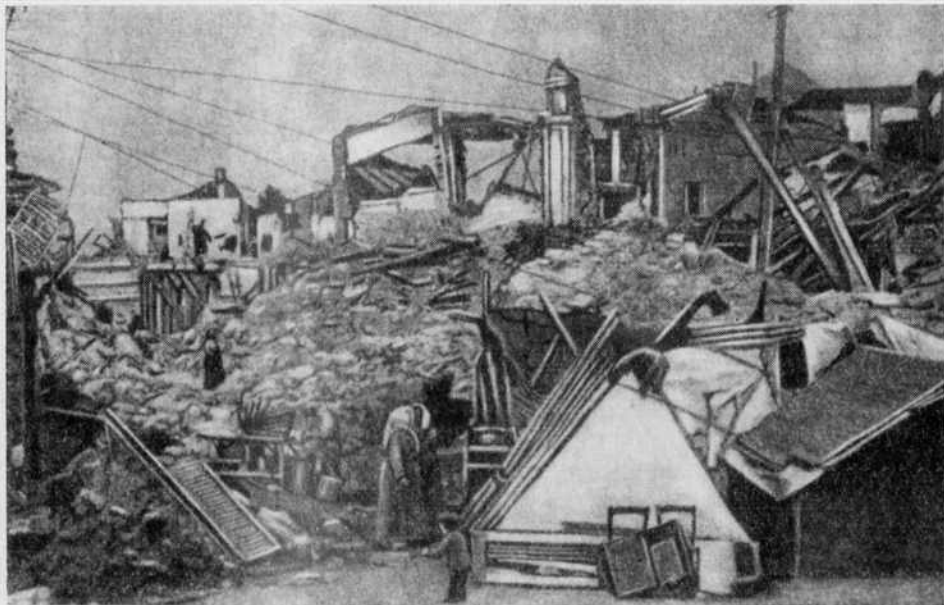
Con số hãy còn rất chưa đầy đủ về người chết trong 57 đợt phun xuất núi lửa từ năm 1.500 đến nay, lên tới khoảng 190.000 người, trong đó 93% là ở bán cầu Thái-bình-dương và chỉ có 7% ở bán cầu Đại-tây-dương là nơi mà các tổn thất chỉ thường xảy ra ở Ý, Xixilia và Băng-đảo. Các thiệt hại về gia súc, nhà cửa và đồn điền trồng trọt bị phá hủy thì không thể tính xuể. Nguyên nhân chủ yếu của tai họa là những đám mây nóng đỏ, tro, bom, khí nóng, khí ép và sóng biển; dung nham lại chính không tai hại lắm. Các khu rừng và đồng ruộng bị bốc cháy, và cả những dịch tễ súc vật cũng đều coi là kết quả của phun xuất.

Xét về ảnh hưởng đối với nhân loại thì *động đất* đứng đầu trong các tai họa xảy ra trong lịch sử Trái đất. Việc mô tả chúng cũng đòi hỏi cả một cuốn sách, nhưng chúng ta chỉ có thể mô tả ở đây một vài thí dụ. Trong tai họa này, tính mệnh con người chủ yếu bị thiệt hại do những vụ sụp đổ nhà cửa và cháy kèm theo; một phần

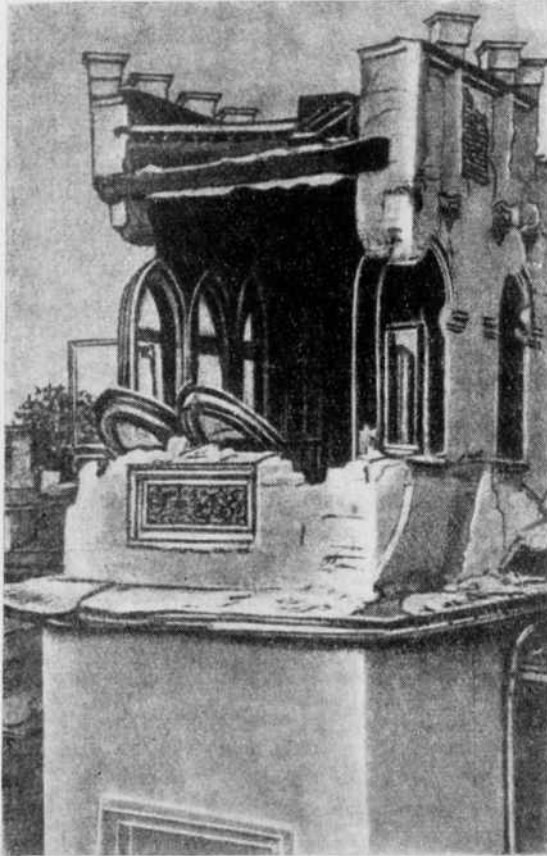
quan trọng cũng do sóng biển gây ra; đó là những ngọn sóng nổi lên vì chấn động ngầm ở biển và làm tràn ngập bờ biển; các hiện tượng đất lở và đất trượt trên miền núi và đất sụt là nguyên nhân quan trọng nhất vào loại ba. Các thiệt hại về vật chất chủ yếu cũng còn do sự phá hủy nhà cửa và nhiều công trình kiến trúc khác gây nên; tương đối có ít tổn thất về đất đai trồng trọt. Nhưng cũng có cái may là người ta có thể phòng ngừa và hạn chế bớt những kết quả tai hại của động đất bằng cách xây dựng những kiến trúc chống động đất; trong khi đó đối với tai họa về phún xuất, biện pháp hợp lý nhất là kịp thời tránh xa những miền nguy hiểm bị núi lửa hăm dọa, nhưng người ta không muốn đi. Biện pháp này thực ra cũng không đảm bảo hoàn toàn như chúng ta đã thấy trong các thí dụ kể trên.

Trận động đất năm 526 công nguyên này đã tàn phá bờ biển Địa-trung-hải, giết hàng loạt người với con số khoảng từ 100.000 đến 200.000.

Trận động đất năm 1693 trên đảo Xixilia giết chết 60.000 người. Trận động đất ở Lixbôn năm 1755 lan ra trên một diện tích bằng bốn châu Âu; nhiều thành phố ở Bồ-đào-nha bị phá hủy và một số thành thị ở Tây-ban-nha như Madorit, Xêvin, Cadix cũng bị ảnh hưởng. Số người bị chết vì nhà cửa sụp đổ lên tới 32.000, và còn có thêm 60.000 bị chết đuối trong nước biển vì lúc đầu biển rút sau lại quay trở lại dưới dạng sóng khổng lồ. Ở Lixbôn làn sóng này cao tới 26 mét; nó quét xuống



H. 260 Sự phá hủy rộng lớn ở thành phố Xan-Giòvani. Trận động đất Mèxina, ngày 28 tháng chạp năm 1908



H. 261 Tầng gác trên của một ngôi nhà bị phá hủy. Yanta, trận động đất năm 1927

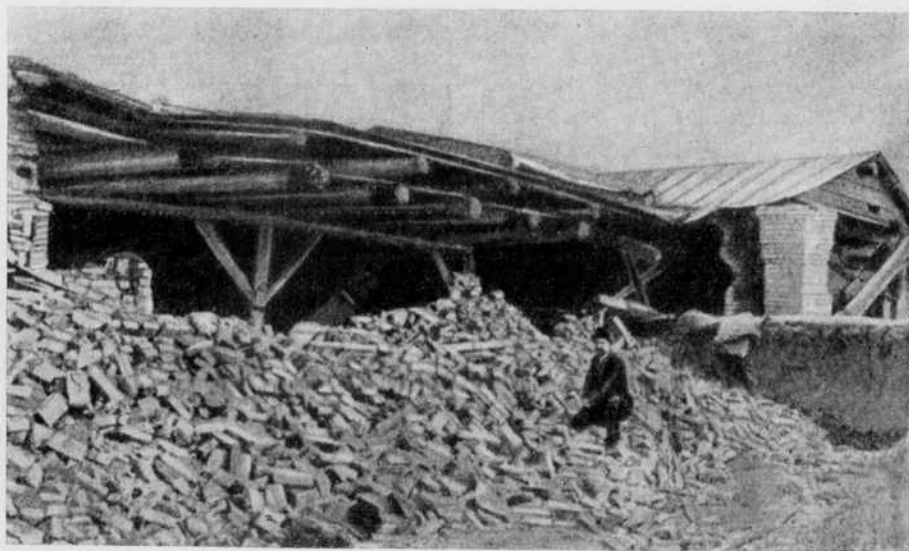
biên một số lớn người chạy ra đường ke lánh nạn. Ở Cadix nó dâng lên cao 20 mét. Ở Maroc và Madêira sóng cao 5 đến 6 mét.

Trận động đất năm 1908 ở Mêxina xảy ra ở cả hai bờ của địa hào giữa Xixilia và Ý đã giết chết 83.000 người và phá hủy hầu hết các thành phố trên bờ biển; thủy sinh ra những khe nứt và có những dải đất (kể cả ke ở Mêxina) bị sụp xuống biển (h.260). Những thủy thủ của hạm đội Nga đã đến giúp đỡ đầu tiên. Nhà cửa bị phá hoại rất nhiều vì vật liệu xây dựng tồi — đá hòn chứ không phải là gạch, và dùng sét chứ không dùng xi măng. Cũng những tác nhân tương tự đã làm tăng tai họa xảy ra năm 1927 trong trận động đất ở Crimê, đa số những kiến trúc xây dựng bằng vật liệu tốt đều đứng vững, trong khi đó các nhà cửa làm bằng vật liệu tồi đều sụp đổ (h.261). Trong trận động đất này, có nhiều người đã sợ rằng bán đảo Crimê bị chìm xuống Hắc-hải chẳng khác gì đã có lần xảy ra đôi với phần tiếp tục về phía Nam của núi Taurut mà ngày nay đang nằm ở đáy biển sâu của phần Nam Hắc-

hải. Nhưng việc xác định tâm ngoài của trận này và của các trận động đất tiếp sau cho ta thấy chúng có vị trí trên dãy biển cách bờ biển Crimê 30 kilômet và có lẽ tương ứng với đường đứt gãy phân chia phần thấp với phần dâng cao. Phần dâng cao chính là bán đảo Crimê. Các trận động đất cho thấy rằng dọc theo đường đứt gãy ấy thỉnh thoảng xảy ra những dịch chuyển và rất có thể cánh Nam của đoạn tầng này vẫn tiếp tục sụt xuống và cánh Bắc vẫn trôi lên. Giả thiết này được chứng minh bằng sự dịch chuyển của «đường sô không» đã ghi được tại các trạm động đất, đường này nghiêng về phía biển. Do đó rất có thể là trong những trận động đất sau này bán đảo Crimê vẫn tiếp tục dâng lên, nghĩa là không có nguy cơ bị chìm ngập.

Trận động đất năm 1887 ở thành phố Vecnur (Anma-Ata) phá hủy 1500 nhà cửa, nhưng không giết hại quá 330 người, kể cả những người ở vùng chung quanh. Sở dĩ như vậy là vì các nhà ở phần lớn chỉ có một tầng, phổ xá rộng rãi, nhà cửa cách xa nhau và dân cư thưa thớt (h. 262).

Các miền bị ảnh hưởng động đất nhiều nhất ở Côcazơ là các chân núi thuộc dãy Côcazơ Lớn, trong vùng có những thành phố Sêmakha và Nukha, và ở Côcizơ Nhỏ trên địa phận nước Ac-mê-ni. Trận động đất năm 1902 ở Sêmakha phá hủy 9.000 ngôi nhà và làm thiệt hại 4.000 ngôi, giết chết 86 người và làm bị thương 60 người, làm chết 400 bò. Ở đây cũng vậy, số người thiệt mạng sở dĩ ít là vì nhà cửa đa số chỉ có một tầng và động đất xảy vào ban ngày. Nhưng trận động đất xảy ra



H. 262 Nhà tắm ở thành phố Vecnur (Anma-Ata) sau trận động đất đầu tháng giêng năm 1911



H. 263 Trận động đất ở Nhật ngày 1 tháng 9 năm 1923. Di tích tàn phá của một nhà máy dệt và các nhà lân cận ở Tôkiô

cùng năm ấy ở Andizan và Fecgana tác hại hơn nhiều; động đất xảy ra về đêm và giết chết 4.500 người và 7.000 súc vật.

Trên bờ châu Mỹ nhìn ra Thái-bình-dương, đặc biệt có phần Nam và Trung Mỹ là hay bị động đất. Bốn phần năm thành phố Riôbamba bị phá hủy và gần 40.000 người bị chết vào năm 1797; thành phố láng giềng nhỏ Latacuna bị phá hoại gần như cứ 10 năm một lần. Chỉ cần 30 giây là đủ cho trận động đất năm 1812 phá hủy thành phố Caracac. Từ đó, nhà nào cũng có một bức tường an toàn là chỗ để những đồ dùng dễ vỡ; người ta đều chọn bức tường nhìn về phía Bắc vì các chấn động phá hoại phần lớn đi từ Tây sang Đông.

Tân-tây-lan cũng bị ảnh hưởng động đất. Năm 1931, tai họa tàn phá thành phố Napiê ở bờ Đông của đảo phía Bắc; tất cả các nhà bằng đá đều bị phá hủy và tất cả các tháp dầu đều bùng cháy; không có nước để dập tắt lửa nên nạn cháy cứ hoành hoành ở trung tâm thành phố trong bảy giờ liền sau đợt chấn động đầu tiên. Khu cảng bị san bằng vì ét-xăng bốc cháy. Ở vịnh Haucơ có 5 thành phố bị tiêu hủy; các thành phố này vẫn cháy khi các chấn động còn tiếp tục. Đất trượt và bị những quãng nứt nẻ tới 30 mét ở dọc bờ biển trên một khoảng dài 120 kilômet; cửa các sông thay đổi vị trí và toàn bộ hệ thống công rãnh đều bị phá sạch; ở một vài chỗ

bờ biển dâng lên và biển rút ra xa; các nguồn phun nổi lên trong miền động đất, trước hết phun nước về sau phun bùn khiến cho sông bị bẽ tắc và sinh ra lụt.

Ở bờ phía Tây của Thái-bình-dương có nước Nhật là nơi chịu nạn động đất nhiều nhất. Từ 1604 đến 1914, có tới 103.189 người bị chết và 521.000 ngôi nhà bị phá hủy. Tàn khốc nhất là trận động đất ngày 1 tháng 9 năm 1923 xảy ra ở bờ phía Đông của hòn đảo chính Hôn-xu. Tôkiô — thủ đô Nhật-bản, và hai thành phố lớn Yôcôhama và Yôcôxuca đều bị phá hủy trong hai ngày bởi động đất và cháy; tám thành phố nhỏ hơn cũng bị tiêu hủy hoàn toàn và 11 thành phố bị thiệt hại nặng. Trận động đất này phá hủy 653.000 ngôi nhà và có 3.060.000 nạn nhân, 142.000 người mất tích. Tồn thất lên tới 10.000 triệu đồng ien. Ở Tôkiô lửa bùng cháy ở 76 chỗ ngay sau chấn động đầu tiên; hệ thống dẫn nước bị phá vỡ, phố phường bị bẽ tắc, gió lớn và diện tích bị cháy quá rộng đều khiến việc chữa cháy không thực hiện được và kết quả là ba phần tư thành phố bị thiêu ra tro, các kho dầu hỏa và dầu nhờn bị bốc cháy ở Yôcôhama. Dầu bốc cháy lan rộng trên mặt nước trong vũng biển và bèn lửa vào các tàu bé bằng gỗ. Hàng vài nghìn người bị chết cháy và chết ngạt. Một ngọn sóng do động đất sinh ra đã phá bờ biển và quét sạch hơn 500 ngôi nhà; người ta đã ghi được 356 chấn động trong hai ngày 1 và 2 tháng 9 (h.263).

Nói tóm lại, chỉ trong bảy trận động đất lớn xảy ra trong khoảng giữa 1755 và 1915 đã làm thiệt mạng 300.000 người, trong khi đó trận động đất năm 1923 ở Nhật làm chết 142.000 người. Theo những tài liệu cổ có 1.415.000 người chết trong những trận động đất xảy ra ở Trung-quốc giữa khoảng từ 1038 đến 1850 và thêm vào đó gần 200.000 người bị chết năm 1920. Số di sò người bị chết lên cao như vậy là vì có nhiều người chết trong những hang đào vào đất lổtxo là nơi trú ngụ của một phần lớn dân cư miền Bắc Trung-quốc hồi trước. Thông kê rất thiếu sót này cho thấy rằng động đất gây nhiều tổn thất về tính mạng và tài sản hơn là các tai họa khác nhiều.

Tai họa xảy ra trong quá khứ. Tất cả những tai họa vừa kể trên hoặc xảy ra trước mắt chúng ta hoặc trong thời đã qua, nhưng rất gần ta, nghĩa là vào những nghìn năm về trước. Không nghi ngờ gì là trong thời thượng cổ cũng có tai họa, và chắc là có những tai họa rất lớn. Chúng ta có thể xếp vào loại tai họa này, truyền thuyết thánh kinh nói về hai thành phố Xôđôm và Gômôra bị chôn vùi trong đất và người ta cho rằng đó là hình phạt đối với dân cư vì những tội lỗi của họ. Hai thành phố này có vị trí trên địa phận hiện nay có biển Chết. Chính biển này, theo như địa chất học đã chứng minh, nằm ở ngay một địa hào nghĩa là trong một hồ sụt là chỗ tận cùng của một đới sụt lún chạy từ trung tâm châu Phi dọc theo các hồ lớn và thể hiện vùng hồ trũng của Hồng-hải và thung lũng của Biển Chết và sông Jocđan. Do đó, rất có thể là kinh thánh đã kể lại dưới hình thức bóp méo sự thật một sự kiện có thực đã xảy ra trong thời cổ tức là sự sụp đổ của hai thành phố trong một trận động đất.

Một tai họa còn lớn hơn đã tiêu hủy đất Atlantit là tên một xứ nằm trên các đảo rộng lớn ở Đại-tây-dương về phía Tây eo Gibranta. Theo «Timaêut» và «Critiat» là hai bài đối thoại của Platôn thì 8.000 năm trước thời Xôlôn, có nhiều quân đội của vua xứ Atlantit đến xâm chiếm toàn bộ miền Địa-trung-hải và chỉ có thành phố Athen là đã chống lại một cách có hiệu quả. Nhưng chính thành phố này đáng lẽ cũng bị thua nếu không có trận động đất dữ dội làm cho xứ Atlantit bị chìm xuống dưới biển trong một đêm, trong khi đó các sóng do động đất sinh ra đã tàn phá bờ biển Địa-trung-hải. Truyền thuyết này có cơ sở tin được vì tất cả những đảo ở Đông Đại-tây-dương đều có núi lửa và có một số tài liệu địa chất và động vật học cũng bênh vực thuyết cho rằng khi xưa có tồn tại một miền đất rộng giữa châu Âu và châu Mỹ.

Tai họa làm sinh ra biển Êgiê có lẽ đã xảy ra cũng trong điều kiện tương tự nghĩa là do sụt lún vào đầu kỷ Đệ tứ khiến cho nước biển Địa-trung-hải tràn vào Hắc-hải.

Tất cả những tai họa nêu trên đều là những kết quả tự nhiên của phun xuất núi lửa, động đất và nhiều lực tự nhiên khác, nhưng chúng đều có diện tích phát triển hạn chế. Nhưng liệu trong lịch sử Trái đất có những dẫn chứng nào về các tai họa lớn lan tràn rộng rãi và do đó có thể có ảnh hưởng căn bản đối với thế giới hữu cơ không?

Biển tiến và biển lùi. Thời kỳ băng hà. Chúng ta đều đã biết về những hiện tượng biển tiến, nghĩa là những đợt tiến lên của nước biển làm tràn ngập nhiều khu vực rộng lớn; chúng ta cũng biết về các thời kỳ băng hà trong đó còn có những diện tích rộng lớn hơn bị phủ dưới một lớp băng. Trong lịch sử Trái đất cả hai hiện tượng này đều có thể được coi là tai họa, dù chúng không xảy ra một cách đột nhiên và không xảy ra trong một khoảng thời gian ngắn, mà trái lại phát triển dần dần và kéo dài hàng vài chục nghìn năm.

Cả hiện tượng biển lùi, nghĩa là nước biển rút, và biển tiến đều xảy ra trong mỗi kỷ địa chất. Một số chỉ xảy ra đối với một đại lục, một số khác có ảnh hưởng đồng thời đối với tất cả các lục địa. Điều kiện sống phải biến đổi cả trên lục địa lẫn dưới biển trong quá trình biển tiến và biển lùi. Khi biển lùi, khí hậu trở nên khô hạn hơn và có tính chất lục địa hơn, còn khi biển tiến thì khí hậu ẩm hơn và có ít biến đổi hơn về nhiệt độ. Đới gần bờ ở biển, nghĩa là đới nông (sâu dưới 200 mét) là nơi tập trung của đông đảo sinh vật khác nhau, tăng lên trong quá trình biển tiến và do đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của sự sống và cho sự phát sinh nhiều biển chủng, nhiều loài và giống mới. Trong quá trình biển lùi đới này thu hẹp rất nhiều; trên diện tích bị khô dần, tất cả các động vật sống trong biển đều bị tiêu diệt dần, trong khi ở chỗ còn ngập nước, bắt đầu diễn ra một cuộc đấu tranh sinh tồn mạnh mẽ đối với những sinh vật không bị ràng buộc với đáy, còn những loại nào không kịp thích nghi với những điều kiện mới thì cũng đều bị tiêu diệt.

Hiện tượng băng hà cũng làm thay đổi một cách căn bản điều kiện sinh sống trên Trái đất. Tràn lan trên những diện tích rộng lớn, nước đá đã tiêu diệt mọi sự sống, khí hậu trên các lãnh thổ bao quanh lớp băng bị thay đổi; nó trở nên lạnh thêm và rừng rú thay thế cho thảo nguyên, rồi đến lượt nó cũng lại bị thay bằng đất đai nguyên. Những loại động vật và thực vật ưa nóng đều bị tiêu diệt hoặc di cư dần xuống phương Nam, trong khi đó chúng bị những loại thích nghi với lạnh và ẩm chiếm dần mất chỗ. Một số bị chết, một số khác biến đổi hình dạng. Trong quá trình lớp băng rút lui, quần hệ động vật và thực vật lại di chuyển theo hướng ngược lại nhưng không phải với toàn bộ thành phần cũ, có một số dạng cổ đã bị chết và một số mới xuất hiện. Khí hậu cũng thay đổi ở bên ngoài những miền có băng hà. Người ta cho rằng trong những thời kỳ băng hà ở những miền ôn đới, thì có những đới có khí hậu mưa nhiều hình thành ở phía Nam các miền đó.

Như vậy tức là hiện tượng biến tiến và biến lùi, cũng như băng hà đều có thể coi một cách hợp lý là những hiện tượng gây tai họa. Nhưng người ta có thể sẽ nói rằng nếu toàn bộ lịch sử Trái đất chủ yếu gồm nhiều đợt biến tiến và biến lùi, chẳng hoá ra chỉ gồm toàn là tai họa sao? Câu trả lời vừa là «đúng như vậy» vừa là «không phải thế». Đúng như vậy, vì rằng sự khác nhau giữa những tai họa kéo dài này với những tai họa khác chỉ là vấn đề thời gian, về mức độ kéo dài của hiện tượng, và đó cũng chỉ là một dấu hiệu qui ước mà thôi. Không phải thế, vì rằng trong những khoảng cách giữa các đợt biến tiến và biến lùi và giữa những thời kỳ băng hà, các điều kiện sinh tồn vẫn giữ gần như y nguyên trong một thời gian dài hoặc nhiều hoặc ít. Nói chung, các tai họa kéo dài này không giống chút nào với những tai họa do Bufôn nêu ra trong cuốn «Học thuyết về Trái đất» của ông ta, vì trong những đợt đó, hết thảy đời sống đều bị hủy diệt hoàn toàn vào lúc cuối mỗi thời. Các tai họa kéo dài liên tục có kết quả là làm cho một số dạng bị tiêu diệt, làm cho một số khác biến đổi và một số khác nữa xuất hiện.

Sự tiêu diệt của các quần hệ động vật và thực vật. Lịch sử sự sống trên Trái đất đã cho thấy rõ ràng là trong một số thời kỳ có những giống, họ, bộ và lớp của động vật và thực vật ra đời, đạt được sự phồn vinh tốt bậc và phân bố rộng rãi, và sau đó bị tiêu diệt hoặc bị giảm sút rất nhiều.

Thí dụ, nhóm động vật hình chén cổ, tức là những sinh vật kỳ lạ trung gian giữa bọt biển và san hô, đã xuất hiện, đạt được sự phát triển chưa từng có và lại bị tiêu diệt ngay trong kỷ Cambri. Các loại cúc thạch, tức là những động vật nhuyễn thể thuộc lớp chân đầu, có vỏ cuộn xoắn, xuất hiện vào nguyên đại Cổ sinh, phát triển, phân hóa mạnh để sinh ra rất nhiều loài và giống trong nguyên đại Trung sinh và bị tiêu diệt gần hết vào hồi đầu kỷ Đệ tam. Các loại bò sát xuất hiện vào cuối nguyên đại Cổ sinh, trở thành chúa tể trong giới tự nhiên trên lục địa, trong không khí và trong nước đến nguyên đại Trung sinh, rồi lại rút lui về hậu trường trong kỷ Đệ tam để nhường chỗ cho các động vật có vú; loại sau này chiếm ưu thế trong thời

Miôxen và Pliôxen và đến nay lại nhường quyền bá chủ cho một giống của chúng tức là Người xuất hiện và phát triển trong kỷ Đệ tứ. Các trùng ba lá, tức là những loại có vỏ cứng kỳ lạ, là một nhóm rất phân hóa trong kỷ Cambri và Silua và chiếm vị trí đứng đầu trong hệ động vật ở biển, nhưng lại bị mất vai trò chúa tể đó khi nhóm động vật chân đầu xuất hiện, vì bọn này là những động vật không xương sống nguy hiểm và hung dữ nhất ở dưới biển.

Nhờ có khí hậu nóng và ẩm trong kỷ Cacbon nên các thực vật bào tử như dương xỉ, cỏ đuôi ngựa và thạch tùng mới phát triển một cách khác thường và tạo thành những rừng rộng lớn trên các vùng đầm lầy. Trong kỷ Pecmi, vì khí hậu khô và lạnh hơn nên nhiều loài và giống thực vật cũ đó bị tiêu diệt và được thế chân bởi nhóm thực vật hạt trần, thiên tuế và tùng bách là những cây do gió làm thụ phấn và thích nghi tốt hơn với khí hậu khô; chúng chiếm ưu thế trong nguyên đại Trung sinh, trong khi đó vào kỷ Đệ tam chúng lại bị chiếm chỗ bởi những thực vật hạt kín thích nghi tốt hơn với những thay đổi mạnh mẽ về điều kiện khí hậu.

Còn có thể nêu ra nhiều thí dụ như vậy. Vai trò chủ yếu trong việc thay đổi các hình dạng của cuộc sống là do những biến đổi về khí hậu kèm theo với những đợt biến tiến và biến lùi, do những giai đoạn tạo núi và các thời kỳ băng hà quyết định.

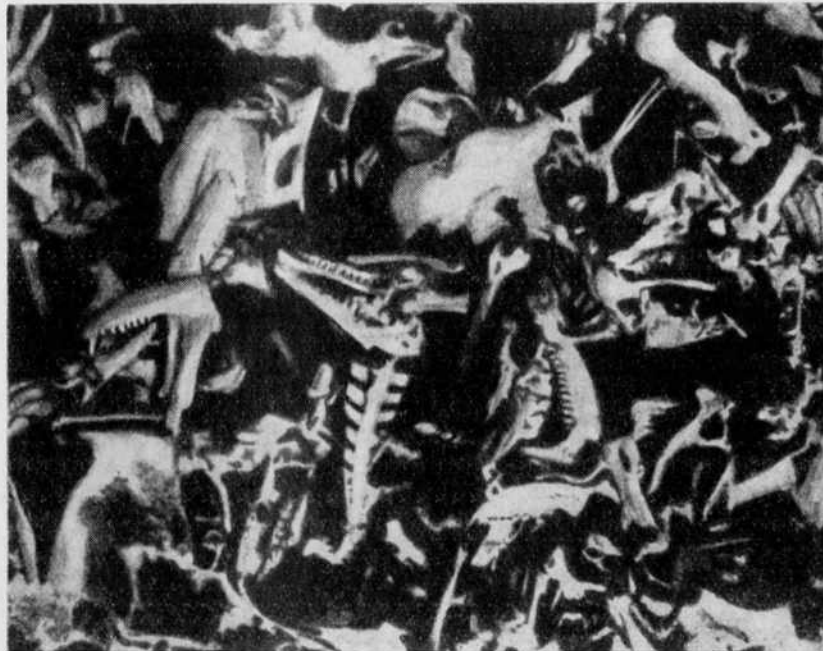
Nhưng cộng thêm với những biến đổi chậm của quần hệ động vật và thực vật, đi đôi với những biến đổi về khí hậu mà người ta chỉ có thể coi là tai họa với những ý nghĩa như đã nói trên, chúng ta còn có thể tìm thấy trong niên giám của Trái đất những bằng chứng cụ thể về những tai họa thực thụ. Các tai họa này đã tiêu diệt một số rất lớn động vật và thực vật trong một khoảng thời gian ngắn. Di tích của chúng tạo thành những tầng đất trong vỏ Trái đất và có thể xứng đáng mang tên là n g h ì a đ ì a hay những bãi xác.

Chúng tôi đã nói về sự kiện ở công viên Đá Vàng (Mỹ) là bờ của khe hẻm cho thấy có 15 lớp cây cối hóa đá nằm lẫn với tuf núi lửa. Những rừng cây già đã mọc và sống ở đây 15 lượt và mỗi lần lại bị tiêu hủy bởi những đợt phun xuất núi lửa. Các lớp than mà người ta thấy ở nhiều chỗ trên Trái đất nằm lẫn với những tầng sa thạch, sét và đá vôi, về căn bản cũng là những nghĩa địa cây cối đã từng sống dưới những điều kiện thuận lợi thành rừng trong một thời gian, nhưng sau lại bị tiêu hủy bởi một đợt nước hồ hay biển lấn vào hoặc một trận lụt nước sông.

Người ta tìm thấy những nghĩa địa xác bò sát thuộc thời Crêta ở Bắc Mỹ và Đông Phi. Ở Mông-cổ trong những đợt khảo sát của Viện Cổ sinh vật học thuộc Viện Hàn lâm khoa học Liên-xô, người ta cũng phát hiện ở nhiều nơi có những tích tụ xương của các giống pangôlin thời Crêta và có cả ổ với trứng của chúng. Và ở nhiều chỗ khác còn thấy tích lũy những di tích xương động vật có vú kỷ Đệ tam. Người ta cũng biết có những nghĩa địa tương tự như vậy gồm những xác của các bò sát và động vật lưỡng cư thời Pecmi ở Nam Mỹ và ở Đức. Có những chỗ tích tụ di tích các động vật có vú kỷ Đệ tam cũng đã được phát hiện ở Liên-xô như miền

Bêxarabi, bán đảo Taman và ở Tây Cazaxctan gần hồ Senca-Tengiz, trong lưu vực sông Tucgai và gần Paplôda trên sông Icturt. Người ta cũng mới tìm thấy những nghĩa địa như vậy trong các lớp thấp của những cuội kết và cát kỷ Đệ tam ở hạ lưu sông Chu, ở dãy Ketmen gần Tasken và trong cát ở Cuzurn-Cum. Ở đây xương các loại pangôlin thời Crêta, mai rùa và thân cây đều bị hủy hoại nhiều, bị mài tròn và trộn lẫn với cuội. Toàn bộ biểu thị những di tích của một nghĩa địa rộng lớn của động vật và thực vật sông vào cuối kỷ Crêta trên khu vực này và có lẽ chúng bị lũ đá xói mòn vào hồi đầu kỷ Đệ tam.

Nghĩa địa các loại lưỡng cư và bò sát ăn cỏ và ăn thịt kỷ Pecmi và Triat do giáo sư Amalitki tìm thấy ở Bắc Đovina đã được người ta biết từ lâu; bộ xương của những động vật này đã được bày trong cả một gian bảo tàng, một bộ phận của sưu tập được trưng bày ở Bảo Cở sinh vật học thuộc Viện Hàn lâm khoa học ở Matscova. Nghĩa địa này chạy từ sông Unza qua sông Bắc Đovina gần tới sông Cama và người ta tìm thấy xương trong một lớp sa thạch lẫn cuội và cát dày từ 20 centimet đến ba mét, ở trên và ở dưới có lẫn đá macnô hoàn toàn không chứa di tích nào cả. Một đợt biển lùi có lẽ đã tạo điều kiện thuận lợi để sinh ra những đầm lầy rộng lớn và



H. 264 Tầm đá chứa xương tê giác ở đời Cacnêgiê. Bang Nêbraxca, Mỹ

sông ngập nước, và thuận lợi cho đời sống của một số động vật trên miền này. Về sau đã xảy ra một đợt biến thiên nhanh và chôn vùi xác của chúng.

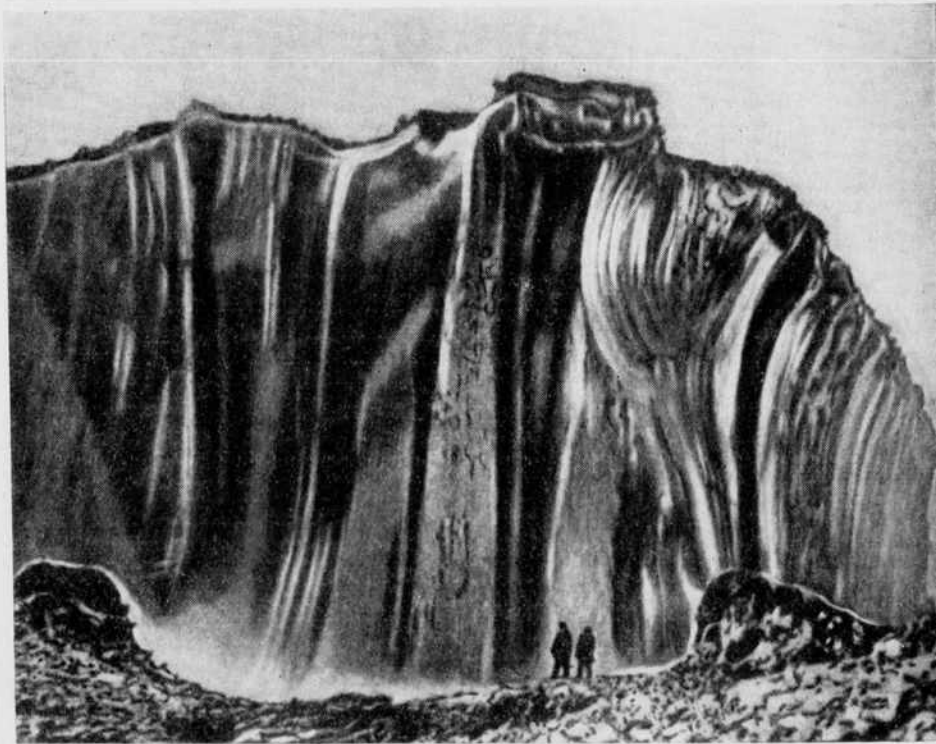
Trầm tích nhựa than ở Ranchô la Brêa gần Lôt-Angiolet, Califocni rất nổi tiếng vì có chứa xương các động vật có vú và xương chim kỷ Đệ tứ. Ngày nay chỗ này là một chỗ hồ lồi rộng hình thành do khai thác nhựa than rắn; ở đáy của hồ lồi giữa các cây lau sậy và cây bụi, có những hồ nước sủi bọt của một loại khí cháy được; nước có màu nâu sẫm, bẩn và có mùi dầu. Đó là nước mưa tích đọng trên dầu mỏ quánh nặng, tức là trên nhựa than, nằm ở toàn bộ phần đáy của hồ lồi. Tai họa cho con vật nào khát nước muốn tìm đến uống ở bờ vũng nước hay một con chim nào muốn đậu xuống đây, vì thế nào chúng cũng bị sa lầy. Đây thực là một cái bẫy khổng lồ đã giết hại những động vật có vú và chim trong hàng nhiều trăm và nghìn năm, xương của chúng được bảo tồn trong nhựa than. Người ta tìm thấy chúng trong khi khai thác nhựa than rắn, nhưng đã vứt đi mất hàng trăm bộ trước khi các bác học nhận thấy rằng các loại xương đó thuộc những động vật thời kỳ băng hà, và bắt đầu cho khai quật đúng qui cách. Người ta đào được hàng mấy nghìn bộ xương và mảnh xương của những loài hổ răng kiếm (hơn 3.000), nhiều loại chó sói, sư tử, báo puma, mèo rừng, chồn, cáo, gấu, đại bàng, chim condo, diều hâu, cú, chim ưng, và hiện nay những di tích này được trưng bày ở các bảo tàng nước Mỹ. Các động vật ăn cỏ tìm được gồm có lạc đà, hươu, nai, bò tót, lợn rừng, ngựa, tapia, voi răng mấu, voi mamut chúa; những loại gặm nhấm gồm có giông zizen, thỏ, thỏ rừng, chuột; còn loại ăn sâu bọ thì có giới, chuột chũi.

Quá trình hình thành nghĩa địa rộng lớn này có thể hình dung như sau: các loại ăn cỏ và gặm nhấm đến gần nước hoặc đứng ở bờ các đầm lầy nguy hiểm này bị sa lầy dần; tiếng kêu thảm thiết của chúng trước khi chết và những phần thân còn lộ trên mặt nước lại là mồi dử những động vật ăn thịt và những chim bắt mồi đến thêm và lại bị sa lầy và chết khi chúng đậu bên cạnh các xác cũ hay rơi trên mặt đầm lầy trong khi tranh cướp mồi ăn. Một điểm khá lý thú là phần lớn các xương đều thuộc những động vật non, ít thậm trọng hơn các con vật già. Các xương bị trộn lẫn lộn và các bộ xương bị phân tách được giải thích là do tính di động của khối lỏng nhựa than, do những khí bốc thoát ra gây nên và làm cho các vật bên trong bị xáo lộn.

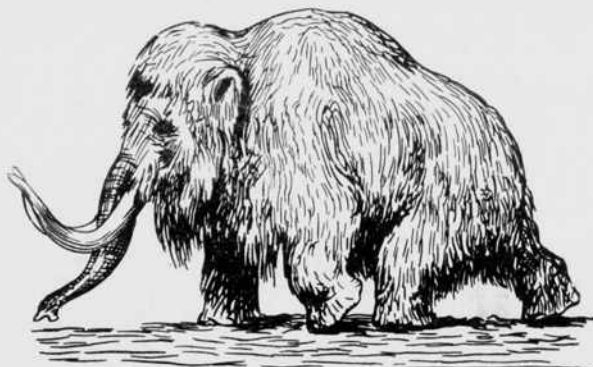
Còn một nghĩa địa lớn hơn, nhưng thuộc kỷ Đệ tam đã được phát hiện trên đồi Cacnêgi và trên đồi Đại học ở bang Nêbraxca. Hàng chục nghìn bộ xương thuộc họ tê giác như giông thú 2 sừng, giông môruput và giông khùng tê đã bị chôn vùi ở đây trong một lớp chỉ dày có 15—65 centimet. Trong một tầm đá có kích thước 1,65 × 2 mét (một phần của tầm đá được nêu rõ trên hình 264) chứa tới 22 bộ sọ của giông thú hai sừng và một khối lớn những mảnh xương xáo lộn.

Theo những con số ước tính thì trên đồi Cacnêgi có 164.000 mảnh xương thuộc 820 bộ xương của các loại tê giác đã được khai quật, một số lớn thuộc bộ xương

giống thú hai sừng. Ở trên đồi Đại học có nhiều bộ xương thuộc một loại lạc đà nhỏ dạng nai đã được phát hiện trong hai lớp thuộc một đồi lân cận. Tất cả các xương đều được bảo tồn rất tốt và không mang dấu vết bị cắn bởi răng các động vật ăn thịt hay gặm nhấm. Điều đó cho thấy là xác các động vật này không lộ ở trên mặt lâu và được chôn vùi rất sớm. Chỉ có thể giải thích hiện tượng tích lũy lớn như vậy về di tích các động vật ăn cỏ thuộc một số ít loài ở tại một địa điểm bằng một tai họa đã tiêu diệt toàn bộ những bầy động vật một cách nhanh chóng. Người ta cho rằng một đợt hạn hán kinh khủng đã buộc những động vật này tập trung tại một chỗ tìm nước trong lòng khô ráo của một con sông rồi chúng cùng bị chết khát ở tại đây. Theo Đacuyn đã có những trường hợp tương tự xảy ra khiến cho từng đàn súc vật bị chết khát trong những đợt hạn hán ở Acjăngtin vào năm 1827 và 1830. Nhưng vì không thấy những vết răng cắn xé trên các mảnh xương nên người ta cho rằng xác chết đã sớm được chôn vùi dưới những lớp trầm tích do một dòng nước lũ đưa đến sau một trận mưa rào lớn kết thúc đợt hạn hán. Cát bao quanh lớp xương



H. 265 Trường của băng hà cổ ở bờ vách đứng đảo Lurakhốp Lớn. Nghĩa địa voi mamut.



H. 266 Voi mamut

có nguồn gốc sông ngòi. Cũng có thể cho rằng các động vật đó đã bị chết trong một đợt dịch tễ.

Đảo Lurakhốp Lớn, là một đảo nằm ở cực Nam quần đảo Nôvôxibiêc, căn bản là một nghĩa địa voi mamut. Trong các lớp trầm tích kỷ Đệ tứ có rất nhiều ngà voi mamut bị chôn vùi và thỉnh thoảng toàn bộ xác voi mamut và nhiều động vật có vú khác được bảo tồn nhờ lớp đất đóng băng vĩnh viễn. Ở sườn dọc bờ biển bị sóng vỗ các ngà voi được thoát khỏi băng bao phủ vào mùa hạ và rơi ở bãi biển; trong thời trước có những nhà buôn từ lục địa đến đây để tìm lượng ngà voi cổ (h.265). Những di tích phong phú của những động vật to lớn tìm thấy trong một hòn đảo nhỏ không đủ cung cấp thức ăn cho chúng đã được giải thích bằng sự kiện là vào hồi đầu kỷ Đệ tứ, đất liền của Xibêri còn lan ra xa về phương Bắc nhiều hơn ngày nay, và vào cuối thời kỳ băng hà cuối cùng nó bị đứt đoạn, có nhiều phần rộng lớn bị chìm xuống biển. Các đàn voi mamut sống trên miền này tìm được chỗ an toàn trên những miền còn nguyên vẹn. Đảo Lurakhốp Lớn là một trong những chỗ trú khiến cho động vật tập trung rất đông. Nhưng lúc đó nó đã bị tách rời khỏi lục địa bởi một cái eo rộng và vì thế nên đã trở thành nghĩa địa của các động vật này, chẳng bao lâu chúng đều đã bị chết đói cả. Đó, đúng là một tai họa thực thụ. Người ta cũng còn tìm thấy các mảnh xương trên các đảo khác, nhưng với số lượng ít hơn. Bản năng đã dẫn các động vật này chạy về phương Nam đến các lục địa, và do đó nên phần lớn chúng đều tập trung trên cái đảo nằm ở phía cực Nam này. Hình 266 vẽ lại một con voi mamut.

Trận đại hồng thủy là một tai họa duy nhất có tính chất thế giới, được thánh kinh kể lại là nó đã xảy ra vào lúc có người. Địa chất học không tìm thấy một bằng chứng nào về tai họa này trong các tầng thuộc kỷ Đệ tứ. Vì nếu thế thì khắp nơi đã phải có những di tích các động vật và thực vật bị tiêu diệt nằm trong cùng một tầng. Nhưng nhiều dân tộc trên khắp các lục địa đều có truyền thuyết nói về nạn hồng thủy. Câu chuyện cũng biến thiên khá nhiều tùy theo hoàn cảnh từng địa

phương. Thí dụ, một số dân tộc sống trên miền gân Bắc-băng-dương cho rằng: hồng thủy xảy ra do có hiện tượng tuyết tan đột xuất, trong khi đó thì các dân tộc sống ở ven biển phần nhiều hay nói rằng đó là do lục địa bị ngập nước biển hoặc bị sụt xuống biển.

Sở dĩ như vậy là vì truyền thuyết được đặt cơ sở trên hiện tượng thực tế, tức là trên tai họa đã xảy ra vào nhiều thời kỳ và trong những dạng lụt khác nhau và đã ảnh hưởng đến phần lớn nhân dân trên Trái đất. Nhà địa chất người Áo Zuytxơ đã nhận thấy luận đề của cuốn thánh kinh về truyền thuyết này rất gần với bài mô tả trận lụt trong bản hùng ca lớn nói về những hoạt động của Ixđuba mà người ta tìm thấy trong những đoạn của niên giám của đạo sĩ người Babilon tên là Bêrôzút (viết chữ dạng nôm lên bản đá). Nghiên cứu bài mô tả các sự việc xảy ra, Zuytxơ đã đi đến kết luận là trận lụt vĩ đại ở thung lũng sông Ôphrat đã xảy ra thực do một trận động đất lớn trong miền vịnh Ba-tur gây nên. Và có lẽ truyền thuyết trong thánh kinh đã căn cứ vào trận lụt này mà nói về trận đại hồng thủy. Động đất đã làm cho biển rút ra xa rồi lại tiến vào như một cơn sóng thủy triều vĩ đại, bị một cơn gió lốc kinh khủng từ miền Nam đổ lên làm tăng sức mạnh; lớp sóng đã tràn ngập toàn bộ miền trung xứ Mezôpôtami. Nhưng các niên giám xứ Babilon không nói rằng đó là một trận lụt trên toàn thế giới; bản ghi chép chỉ mô tả như là một biển cô địa phương. Cũng đã xảy ra những trận lụt tương tự và đó là nguồn cung cấp cho những truyền thuyết ở nhiều xứ khác, nhưng nguyên nhân của chúng cũng có thể rất khác nhau — thí dụ, những trận lụt không bình thường do sông gây ra sau những trận mưa, những đợt tuyết tan bất thường, những cơn bão ở bờ biển, những sóng thủy triều do động đất và phun xuất núi lửa (như đợt phun năm 1883 của núi Cracatao). Vì vậy nên ta hiểu tại sao các truyền thuyết của nhiều dân tộc lại biểu thị được nhiều dạng khác nhau; căn cứ trên những hiện tượng có thực, các truyền thuyết thường được tô điểm thêm tùy theo sức tưởng tượng của người ta.

XII

TRÁI ĐẤT CHỨA NHỮNG TÀI NGUYÊN GÌ

Khoáng sản có ích và đặc tính của chúng. Quan hệ giữa khoáng sản có ích và đá. Sự thành tạo đá và khoáng sản có ích. Khoáng sàng nội sinh và ngoại sinh, nguyên sinh và thứ sinh. Quy luật phân bố tự nhiên của khoáng sản có ích. Tính đa dạng của vỏ Trái đất — địa hướng tá, khiên và địa dài. Sự phân bố các khoáng sản có ích trên lãnh thổ Liên-xô. Nhiệm vụ của địa hóa học.

Vỏ Trái đất chứa nhiều khoáng sản cần thiết cho con người văn minh; các khoáng sản đó cần được đào lên, khai ra từ những lớp khác nhau của Trái đất và vì thế gọi là khoáng sản có ích. Ngay người nguyên thủy đã biết dùng khoáng sản ấy dưới dạng những mảnh đá lửa và đá rắn khác nhằm mục đích tự bảo vệ tốt hơn chống lại những động vật ăn thịt hung dữ, nhằm tự kiếm thức ăn thịt và để chiến đấu với nhau, nghĩa là nhằm dùng trong chiến tranh dưới dạng sơ thủy của nó. Người ta càng tiến thêm trong quá trình phát triển thì việc sử dụng các khoáng sản có ích lại càng mở rộng và phức tạp hơn. Kỹ thuật hiện đại hoàn toàn không thể có được, nếu không sử dụng rộng rãi các khoáng sản có ích, dĩ nhiên chỉ có những thức ăn, quần áo thô sơ và những nhà ở đơn giản như các lều người du mục và nhà lá, là có thể tạo ra bằng thực vật và sản phẩm động vật mà không cần đến khoáng sản có ích mà thôi.

Khoáng sản có ích và đặc tính của chúng. Một số khoáng sản có ích có thể đem dùng ngay khi vừa mới khai thác từ trong đất ra, thí dụ như than, than nâu, than bùn, sét, cát và đá mài. Một số khác đòi hỏi một quá trình gia công đơn giản như rửa, cắt, cưa, chọn lựa, xay nghiền và làm giàu thêm; đó là đối với mica, atbet, hồ phách, phosphoric, muối mỏ, các dung dịch muối, vàng cám, đá lát và đá quý. Còn những loại khác đòi hỏi những quá trình gia công phức tạp hơn ở các xưởng máy để thu được những sản phẩm hữu ích; trong số đó, chúng ta thấy có tất cả các loại quặng, nghĩa là những hợp chất của kim loại với ôxy, lưu huỳnh, axen, v.v... và cả dầu mỏ, tuy rằng loại này cũng có khi được sử dụng dưới dạng tự nhiên để đốt.

Những đặc trưng của khoáng sản có ích làm cho chúng phân biệt với các tài nguyên tự nhiên khác như động vật và thực vật, than trắng (năng lượng nước), than vàng (năng lượng mặt trời) và than xanh (năng lượng gió), là tính hiếm và không thể tái sinh được của chúng. Các nguồn lợi do các quá trình tự nhiên sinh ra trong những thế kỷ dài đằng đằng của lịch sử Trái đất đều hạn chế và không được tái tạo với mức độ cần thiết để đáp ứng nhu cầu thực tế. Một mặt điều đó

khiến người ta phải dùng chúng với ý thức tiết kiệm; mặt khác, dân số tăng lên, công nghiệp phát triển và sự hao dần của những khoáng sàng đã được khai thác, khiến người ta phải tìm kiếm những khoáng sản mới và tìm những phương pháp sử dụng có tính chất kinh tế hơn, buộc người ta phải khai thác những mỏ nghèo và sử dụng những chất thay thế.

Quan hệ giữa khoáng sản có ích và đá. Trong việc tìm kiếm những khoáng sàng có ích mới thì quan trọng nhất là sự hiểu biết về các quá trình địa chất đã sinh ra các khoáng sàng ấy trong các thời đã qua của đời sống Trái đất; ngày nay các quá trình đó vẫn tiếp tục sinh ra chúng, nhưng rất chậm đến nỗi trong nhiều trường hợp, không thể coi những sản phẩm đó là dự trữ công nghiệp được. Việc nghiên cứu các quá trình địa chất giúp chúng ta giải thích nguồn gốc các khoáng sản có ích và các qui luật phân bố của chúng; do đó nó giúp ta những kinh nghiệm để tiến hành tìm kiếm một cách có hiệu quả hơn những mỏ mới còn chưa biết, cũng như giúp ta đánh giá trữ lượng và tầm quan trọng thực tế của chúng.

Khoáng sàng có ích là nơi tập hợp của một hay nhiều loại khoáng vật, do đó nên nói chung cũng được thành tạo bởi những quá trình đã sinh ra các khoáng vật. Đá là những tập hợp rất lớn của khoáng vật, trong khi đó những chỗ tụ tập để tạo thành khoáng sàng có ích thường là những trường hợp riêng biệt của quá trình tạo đá, tùy thuộc một số điều kiện đặc biệt đã gây ra sự tập trung khá lớn của những khoáng vật đó để có thể khai thác được. Điều này được xác định bằng giá trị của khoáng vật và do đó có thể khác nhau rất nhiều, từ những lớp rất dày hay những khối rất lớn đến những mạch mỏng hoặc đến cả những quặng phân tán. Chỉ có những khoáng sản có ích như sét làm gạch, cát và nhiều loại đá xây dựng là thể hiện ngay dưới dạng lớp hay hệ lớp của chính các đá đó.

Chúng ta đều đã biết rằng đá hình thành bằng ba cách. Một số do magma đông cứng sinh ra, nghĩa là những khối lỏng chảy trào từ trong lòng Trái đất ra ngoài mặt. Đó là những đá *hỏa thành* và được chia thành đá *xâm nhập* hay *đá plutonic*, đã đông cứng ở một độ sâu nào đó, và *đá núi lửa* hay *phún xuất* đã đông cứng ở bề mặt. Nhiều đá khác được tạo ra dưới dạng trầm tích hóa học hay cơ học trong các bồn trũng chứa nước, do quá trình tách ra từ các dung dịch hoặc do sự lắng đọng từ các chất lơ lửng trong nước. Do đó người ta gọi chúng là *đá trầm tích* hay *đá vụn*. Còn một số khác thì có nguồn gốc hoặc từ đá hỏa thành hoặc từ đá trầm tích, nhưng về sau bị biến đổi do áp suất sinh ra trong quá trình tạo núi, do sự tái nóng chảy hay sự đốt nóng mạnh mẽ, do bị nhiễm khí và hơi nước trong quá trình sụt lún xuống những độ sâu lớn, hoặc do sự tiếp xúc với những khối magma mới xâm nhập. Người ta gọi đó là những *đá biến chất*.

Do đó, các *khoáng sàng có ích* coi như là những trường hợp riêng biệt của quá trình tạo núi cũng biểu thị dưới ba dạng chính đó. Những khoáng sàng có liên quan

với sự thành tạo đá phun xuất thì gọi là khoáng sàng macma hay nội sinh, nghĩa là được tạo nên bởi những quá trình ở sâu. Các khoáng sàng hình thành trong các bồn nước hay trên đất liền do những quá trình phong hóa đá trên mặt Trái đất thì gọi là khoáng sàng trầm tích hay khoáng sàng phong hóa hay ngoại sinh, nghĩa là những khoáng sàng sinh ra bởi những quá trình ở ngoài mặt.

Các khoáng sàng thành tạo hoặc cải biến trong quá trình biến đổi của đá thì gọi là khoáng sàng biến chất.

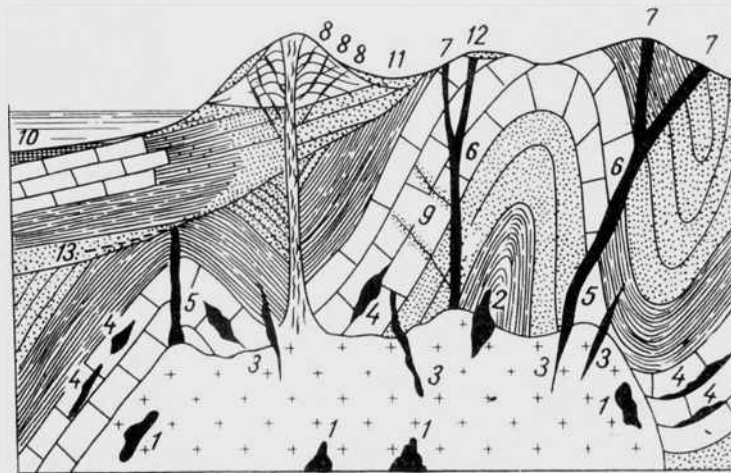
Nhưng nguồn gốc ban đầu của tất cả các khoáng vật tạo nên vỏ Trái đất và do đó của cả những khoáng sàng có ích đều là do macma. Các phân tích cho thấy rằng các đá hỏa thành chứa tới mức độ này hay mức độ khác tất cả những nguyên tố hóa học có mặt trên Trái đất. Các vật chất tìm thấy trong các khoáng sàng ngoại sinh trước đây đã có mặt dưới một dạng nào đó trong các đá hỏa thành và đã được giải thoát bằng lối phong hóa và xói mòn; về sau chúng nằm trong các dung dịch hoặc trong các sản phẩm phong hóa và lại tích lũy thành khoáng sàng; vì vậy nên những khoáng sàng nói chung là khoáng sàng thứ sinh, còn những loại có liên quan với các đá macma đều căn bản là khoáng sàng nguyên sinh. Ngay cả những đá trầm tích cổ nhất cũng là những sản phẩm của sự phân hủy lớp vỏ Trái đất nguyên thủy, vì thế nên các khoáng sàng có ích ngoại sinh cổ nhất cũng là khoáng sàng thứ sinh. Vào những kỷ sau của lịch sử Trái đất, các thể xâm nhập macma từ dưới sâu lên lại tạo ra những khoáng sàng nguyên sinh mới trong khi đó thì các quá trình phong hóa và xói mòn đã lấy những vật liệu từ những thể này và từ những đá hỏa thành cổ và từ những khoáng sàng thứ sinh cổ, để tạo ra những khoáng sàng thứ sinh mới. Quá trình biến đổi của đá đồng thời cũng sinh ra những khoáng sàng biến chất. Ngày nay, cả ba loại quá trình đó vẫn còn tiếp tục.

Giờ đây chúng ta hãy xét qua về những quá trình tạo thành khoáng sàng có ích.

Macma ở trong lòng Trái đất chứa những nguyên tố hóa học khác nhau cần thiết cho sự tạo thành khoáng vật. Các khoáng vật bắt đầu thoát ly khỏi macma ngay từ lúc nó bắt đầu nguội trong quá trình kết tinh của khối nóng chảy. Hợp chất của các kim loại nặng, chủ yếu là sắt mà macma chứa rất nhiều, sẽ tạo thành những tập hợp gọi là thể dị ly. Quá trình làm thoát những thể đó thì gọi là quá trình phân dị kết tinh, nghĩa là quá trình làm cho macma bị phân tách và phân rã.

Trong những trường hợp khác, khối nóng chảy bị vỡ ra thành nhiều phần có thành phần khác nhau, nhưng hãy còn ở thể lỏng; một số phần chứa nhiều hợp chất của kim loại nặng, đặc biệt với lưu huỳnh. Khi đông cứng, những phần đó cũng sẽ chứa những tập hợp quặng. Quá trình này gọi là quá trình phân dị lỏng.

Trong cả hai trường hợp chúng ta đều được những tập hợp to lớn hoặc nhiều hoặc ít của một số quặng như sắt từ tính, sắt titan, và sắt crôm và nhiều loại pyrit — nằm ngay trong đá hỏa thành dưới dạng khoáng sàng tự tập và khoáng sàng lớn. Chất quặng lỏng có khi chui vào đới đá xâm nhập cùng với macma lỏng chảy và sinh ra khoáng sàng nằm giữa các đá trầm tích. Lúc đó người ta gọi là khoáng sàng tiêm nhập. Cả ba loại này tạo thành những khoáng sàng macma chính thức (h.267).



H. 267 Sơ đồ về nguồn gốc các khoáng sàng quặng:

1 — loại tự tập; 2 — loại tiêm nhập; 3 — loại khí thành; 4 — loại tiếp xúc; 5,6,7 — loại thủy nhiệt rất sâu, sâu vừa và nông; 8 — loại núi lửa; 9 — loại thay thế; 10 — loại trầm tích hiện đại trên đáy bốn nước; 11 — loại do phong hóa (trọng sa bồi tích); 12 — loại do phong hóa (trọng sa tàn tích); 13 — loại trọng sa cổ

Tất cả các đợt phun xuất đều cho thấy rằng macma đông cứng để thoát ra một lượng lớn những khí và hơi nước gọi là khí thoát. Chúng không phải chỉ gồm có những vật chất khí như ôxyt cacbon, lưu huỳnh và những hợp chất của fluo và clo với hydrô, mà cả những hợp chất của kim loại nhẹ và nặng với lưu huỳnh, clo, photpho, fluo, v.v... Trong những đợt phun xuất núi lửa phần lớn những khí thoát này bị tán mát, rải rác trong khí quyển, nhưng một số đọng lại trong các khe nứt và trên vách miệng núi lửa và tạo thành những lớp lưu huỳnh, muối amôniac, ánh sắt, sunfua axen, v.v... Khi macma nguội đồng ở bên trong dưới dạng xâm nhập thì các khí thoát sẽ tụ đọng trong các đá vây quanh và tạo thành những tập hợp dưới dạng lớp, mạch hay mạch nhỏ của các khoáng vật khác nhau.

Trong số những khoáng sàng khí thoát chúng ta phân biệt được:

1. Khoáng sàng tiếp xúc hình thành ngay vào lúc bắt đầu đông cứng và gồm chủ yếu những hợp chất của sắt, hiếm hơn có hợp chất của đồng và càng hiếm nữa thì có các hợp chất của các kim loại khác.

2. Khoáng sàng khí thành hình thành hơi muộn hơn không những ở ngoài thể xâm nhập, mà ngay trong những lớp ngoài mặt đã đông cứng của nó. Các khoáng sàng này gồm có những quặng ôxy hóa của thiếc, tungsten và sắt kèm theo với những hợp chất của lưu huỳnh với sắt, bixmut, molybden, v.v....

3. Muộn hơn nữa là khi quá trình đông cứng đã tiến sâu, những phần lỏng còn lại của macma giàu silic và những hợp chất dễ bốc hơi sẽ chui lên qua những khe nứt của thể xâm nhập và lớp bao của nó rồi trở thành cứng rắn dưới dạng pecmatit để tạo thành những mạch không đều và chỉ chứa ít kim loại nặng và nhiều hợp chất của các nguyên tố hiếm tập trung trong những phần sót của macma ở phần sâu của nó. Pecmatit gồm nhiều thạch anh, fenspat, mica, apatit, đá quý và nhiều khoáng vật khác.

Sự thành tạo các pecmatit chưa kết thúc quá trình đông cứng và nguội của thể xâm nhập. Quá trình còn kéo dài nhiều nghìn năm, tùy theo kích thước của thể xâm nhập và độ sâu của nó.

Các khí và hơi nước tiếp tục thoát ra từ những phần sâu của thể xâm nhập, nhưng ở lớp vỏ là chỗ nguội đông sớm nhất thì chúng chuyển sang thể lỏng và biến thành dung dịch chứa những hợp chất của các yếu tố khác nhau, trong đó có cả những kim loại nặng. Các dung dịch này dâng lên theo những khe nứt cho đến ngoài mặt đất và vì nhiệt độ và áp suất hạ xuống nên chúng đọng lại ở dọc đường thành nhiều loại khoáng vật. Do đó đã sinh ra những khoáng sàng dưới dạng mạch có độ dày khác nhau và thành phần khác nhau mà người ta gọi là khoáng sàng thứ yếu. Trong số này, chúng ta phân biệt được loại khoáng sàng ở rìa sâu gồm chủ yếu những quặng vàng, đồng và một phần sắt, thiếc, tungsten và molybden chuyển từ khoáng sàng khí thành sang; các khoáng sàng sâu vừa giàu về quặng bạc, chì, kẽm, và tới một mức nào thì giàu về vàng, sắt và đồng; và những khoáng sàng nông đặc trưng bởi các quặng thủy ngân và antimon với một ít bạc, chì và kẽm. Thạch anh là một bạn đồng hành của các quặng và tạo thành khối chủ yếu của các mạch; barit, canxit và đolomit cũng là những quặng đi kèm ở những độ sâu kém hơn.

Các khoáng sàng thủy nhiệt hình thành trong các đợt phun xuất núi lửa lại lập thành một nhóm riêng. Mặc dù trong trường hợp này nhiều khí thoát bị mất đi trong không khí, nhưng macma nuôi dưỡng núi lửa ở bên trong cũng để thoát những khí và hơi nước trong quá trình đông cứng và sinh ra những dung dịch đọng lại trong thể núi lửa và ở dưới núi thì sinh ra những khoáng vật dưới dạng mạch. Chúng ta thấy trong thành phần của chúng cũng có những kim loại giống như trong

các khoáng sàng thủy nhiệt có nguồn gốc xâm nhập, nhưng không phân bố đều đặn theo độ sâu; đây là những quặng vàng cùng với bạc và thiếc, đồng, chì, kẽm, v.v...

Các dung dịch thủy nhiệt dẫn từ dưới sâu lên cũng hiện ra ở ngoài mặt dưới dạng nguồn nước khoáng nóng và lạnh mà chúng ta đã quen biết và gọi là nước sơ sinh. Chúng chứa những khí như cacbonic và sunfua hydro và những hợp chất của các kim loại nặng và nhẹ; phần chủ yếu gồm những hợp chất dễ hòa tan của kali, natri, canxi và manhê — tức là các loại cacbonat, sunfua và clorua trong khi đó những hợp chất của các kim loại nặng khó hòa tan trong nước, phần lớn đã tách ra trên dọc đường đi lên trên mặt Trái đất. Nhưng trong một số trường hợp, các nguồn nước nóng đưa ra ngoài nhiều hợp chất của các kim loại nặng khiến chúng trầm đọng ở chỗ này hay chỗ khác; thí dụ, các nguồn nước nóng ở Califocni đưa ra ngoài và để trầm đọng thân sa, tức là sunfua thủy ngân. Hàm lượng kim loại trong nước của các nguồn khoáng cũng giải thích quá trình hình thành các mạch chứa quặng.

Giờ đây chúng ta hãy xét đến những khoáng sàng thứ sinh hay là nguyên sinh. Các quá trình phong hóa và xói mòn sẽ hủy hoại khoáng sàng nguyên sinh đã được tác dụng tạo núi và xói mòn để lộ ra ngoài mặt Trái đất. Các khoáng vật của chúng tách thành hai phần: phần khó hòa tan vẫn còn lại dưới dạng cặn bã của khoáng sàng nguyên sinh hoặc được di chuyển một cách cơ học trên một khoảng cách nhất định bởi nước, gió và băng và rồi được trầm đọng lại. Những loại khoáng sàng này gọi là khoáng sàng trọng sa gồm những kim loại rất bền và khó hòa tan và những hợp chất của chúng; loại này gồm có vàng tự sinh, platin, thiếc, vonframit, quặng sắt từ tính và những khoáng vật không hòa tan như kim cương, granat, hồng ngọc, ngọc bích và monazit. Do tính chất bền vững và nặng, nên các khoáng sàng trọng sa thường chứa nhiều những khoáng vật và kim loại đó hơn là những khoáng sàng nguyên sinh, vì những hợp chất nhẹ và kém bền vững đã bị lôi cuốn đi mất một phần lớn, như vậy có nghĩa là khi khoáng sàng trở thành trọng sa thì nó đã được làm giàu thêm bằng đường lối hóa học và cơ học.

Phần hòa tan của khoáng sàng nguyên sinh được sông đưa xuống các bồn trũng chứa nước như hồ và biển. Ở đó trong hoàn cảnh tập trung rộng lớn, hoặc do hoạt động của những động vật và thực vật hạ đẳng, các hợp chất của những kim loại nặng sẽ tách ra và tạo thành những khoáng tầng sắt và mangan ở đầm lầy, hồ và biển, và những thể vùi nhỏ của quặng đồng trong sa thạch và diệp thạch; các khoáng tầng muối với thành phần khác nhau đã hình thành trong các hồ và vụng do quá trình bốc hơi mạnh của nước. Các khoáng sàng có ích này được gọi là khoáng sàng trầm tích.

Nhưng những phần bị hòa tan của các khoáng sàng nguyên sinh cũng lại có thể thâm vào nước ngầm và trầm đọng lại trong những khoảng trống của các bồi tích bề mặt vụn bờ và thường tích lũy để tạo thành những khoáng tầng có giá trị

khai thác dưới dạng nư, ồ, và thau kính; quặng sắt và mangan, dưới dạng thể vùi, quặng đồng, dưới dạng kết hạch của pyrit lưu huỳnh và các quặng coban và kẽm. Người ta gọi đó là khoáng sản kết hạch.

Những khoáng sàng ngoại sinh nhưng không kim loại, cũng gồm có khoáng sàng nguyên sinh, sinh ra do hoạt động của thực vật và động vật lấy vật liệu trong không khí dưới dạng cacbon nằm trong thành phần khí cacbonic. Đó là những khoáng sàng than bùn, than nâu, than đá và dầu mỏ hình thành trong các đầm lầy trên lục địa, trên bờ biển, bờ hồ và ở những phần nông ven bờ của các biển. Các quá trình này được quyết định bởi năng lượng mặt trời, và đã gây ra hiện tượng tích lũy dần dần của các vật liệu còn sót lại của các thực vật cao và hạ đẳng dưới dạng than bùn và than đá, và của các rong tảo và động vật hạ đẳng dưới dạng dầu mỏ.

Các khoáng tầng phốtphorit và guano cũng là những khoáng sàng nguyên sinh có nguồn gốc ngoại sinh, sinh ra do hoạt động của những động vật cao đẳng. Chúng tập trung chất phốtpho lấy từ thức ăn, rồi thải ra dưới dạng phân.

Ngũ oxit nư ở khoáng cũng có thể được coi như là khoáng sản, hơn nữa các nguồn sơ sinh cũng là sản phẩm của tác dụng phun trào (của cả xâm nhập lẫn phun xuất), nhưng các loại quặng khác nhau, cho nên có thể coi chúng là những khoáng sàng nguyên sinh, trong khi đó các nguồn khí tượng lại nhận được thành phần khoáng vật thuộc loại này hay loại khác từ những đá trầm tích đã thành tạo từ trước; thí dụ, nguồn nước muối là một loại khoáng sàng thứ sinh.

Sự phân bố tự nhiên của khoáng sản có ích. Giờ đây chúng ta biết rằng các khoáng sàng có ích hình thành do những quá trình xảy ra cả ở bên trong cũng như bên ngoài vỏ Trái đất, nghĩa là do hoạt động của các lực địa chất bên trong và bên ngoài của nó. Những hoạt động của những lực đó cũng còn quyết định thành phần, cấu trúc của mặt ngoài Trái đất và địa hình của Trái đất. Do đó, tất phải có một qui luật điều hòa sự phân bố các khoáng sản có ích trên toàn bộ các phần khác nhau của mặt đất. Thực rất lý thú và cần thiết phải nắm được những qui luật đó để tìm hiểu xem chúng ta có thể gặp những loại khoáng sản có ích nào trên một diện tích có thành phần và cấu trúc nhất định và chúng ta phải làm thế nào để có thể đặt hướng tìm kiếm chúng một cách đúng đắn nhất.

Như chúng ta đã biết, địa hình của mặt ngoài Trái đất biến đổi rất nhiều. Các lực địa là một sự tập trung của các dãy núi anpi, những bình sơn nguyên, những miền núi trung bình, những miền đồi và những vùng thấp bằng phẳng có kích thước rất khác nhau. Sự phối hợp của những dạng muôn hình muôn vẻ này đã sinh ra do hoạt động phối hợp của các lực bên trong và bên ngoài.

Những vận động của các lớp vỏ đã tạo ra những dãy núi và bình sơn nguyên, làm cho các miền rộng lớn dâng lên hay sụt xuống chậm chạp. Dâng lên trong quá trình vận động đó, magma ở bên trong xâm lấn các tầng của vỏ Trái đất và sinh

ra các thể xâm nhập có kích thước khác nhau và những mạng mạch có liên quan với chúng. Macma thường thoát ra ngoài mặt và sinh ra núi lửa, các lớp, các dòng dung nham và những tầng tuf.

Tất cả những mập mô đó do các lực bên trong sinh ra đều lại bị tách rời, bị biến đổi và cuối cùng bị bào nhẵn bởi các lực bên ngoài, nghĩa là bởi hoạt động của sự phong hóa, của nước chảy và nước tĩnh và của băng hà. Các lực này hoạt động không mệt mỏi, phá hoại những chỗ mập mô của địa hình và tạo nên những đá mới từ các vật liệu vụn đó — tức là những loại bồi tích khác nhau ở trên lục địa, những tầng cát, sét, bùn, cuội và đá vôi trong hồ và biển. Chúng ta cũng đã biết rằng hoạt động này của các lực bên ngoài và bên trong đã sáng tạo, biến đổi, phá hủy và sinh ra những loại khoáng sàng có ích mới. Việc nghiên cứu thành phần của vỏ Trái đất và lịch sử một miền đã cho phép xác định về khả năng của khoáng sàng ở trong miền, và biết được chúng được phân bố ở đâu và thế nào.

Tính đa dạng của vỏ Trái đất. Các dãy núi gồm những nếp uốn của đá đã được tạo nên chủ yếu trong các miền địa hình ở n g t à, nghĩa là những vùng trũng dài và rộng hoặc nhiều hoặc ít giữa đất liền hay dọc theo những miền ven rìa của các lục địa. Các vùng trũng này có đáy thình thoảng bị sụt lún, đã để tích đọng dần dần những tầng đá trầm tích dày mà vật liệu là do các sông ngòi từ các vùng chung quanh đưa xuống, và do sóng vỗ xói bờ đưa ra. Khi vùng trũng đã chứa đầy hoặc nhiều hoặc ít những trầm tích thì lúc đó bắt đầu có hiện tượng tạo núi. Nguyên nhân của hiện tượng này hiện nay còn chưa rõ lắm và còn được bàn cãi nhiều. Nhưng không thể ngờ vực gì là các tầng đá trầm tích tích lũy trong các vùng trũng như vậy đều dâng lên dưới dạng những nếp uốn phức tạp hoặc nhiều hoặc ít để sinh ra những dãy núi. Đồng thời vì đáy của vùng trũng trong quá trình sụt lún xuống sâu dưới vỏ Trái đất sẽ gặp những lớp có nhiệt độ cao nên các lớp thấp nhất của vùng trũng đã có thể nóng chảy và macma sẽ lân vào các tầng trầm tích trong quá trình tạo thành các nếp uốn. Hiện tượng xâm nhập biểu hiện dưới dạng những khối có kích thước khác nhau và rất nhiều mạch, và cũng có thể xuyên ra ngoài và tạo thành núi lửa.

Việc nghiên cứu các dãy núi đã cho thấy rằng quá trình thành tạo các nếp uốn thường kèm theo với xâm nhập macma. Và vì rằng macma là nguồn gốc nguyên sinh của tất cả các quặng, nên hiện tượng tạo núi thường kèm theo sự hóa quặng các loại từ loại macma đến loại thủy nhiệt, nghĩa là đưa đến sự tạo thành những khoáng sàng nguyên sinh có nguồn gốc ở sâu.

Chúng ta có thể tìm được những khoáng sản có ích nào trong một miền núi dâng lên trong miền địa hướng tà? Câu trả lời phụ thuộc vào tuổi của miền. Nếu miền đó trẻ và mới dâng lên, chúng ta có hy vọng tìm thấy những khoáng sàng thủy nhiệt nóng, cũng như các khoáng sàng có nguồn gốc núi lửa, miễn là chung quanh có một số núi lửa nào đó. Những khoáng sàng khác hiện còn bị giấu kín ở những phần rất sâu không với tới được, nếu miền núi đã hơi già hơn, các lực bên ngoài

đã đủ kịp cắt sâu các nếp uốn và do đó, chúng ta có thể tìm được thêm, ngoài những loại nói trên (lúc đó có thể đã bị phá hủy một phần), các loại khoáng sàng sâu vữa. Cuối cùng, ở miền núi cổ đã bị xói mòn nhiều, chúng ta có thể tìm thấy ngay gần ngoài mặt không những các khoáng sàng sâu mà cả khoáng sàng khí thành, tiếp xúc và macma với những phối hợp khác nhau biến thiên tùy theo mức độ xói mòn. Bên cạnh những khoáng sàng nội sinh này, các miền núi có tuổi khác nhau còn có thể có những khoáng sàng ngoại sinh như quặng sắt và quặng đồng trầm tích, những lớp than và phôtphorit, nếu những điều kiện thuận lợi cho chúng được hình thành ở một số địa điểm trong miền địa hướng tà.

Lịch sử Trái đất cho thấy rằng các miền núi uốn nếp được tạo thành liên tiếp ở nhiều nơi trên phần lớn các đại lục, vì theo thời gian các địa hướng tà đều đổi chỗ. Các dãy núi dâng cao dần dần trở thành có tuổi, bị xói mòn, thấp dần, biến thành những núi có độ cao trung bình, sau nữa thành một miền đồi và cuối cùng thành bán bình nguyên và ở vùng lân cận, hoặc ở bên này hoặc ở bên phía kia, vỏ Trái đất lại võng xuống, một địa hướng tà mới lại hình thành và lại chôn vùi trầm tích để về sau lại sinh một dãy núi mới, để rồi lại chịu đựng số phận như thế.

Thí dụ, ta thấy ở miền Bắc Âu, những di sót của các núi nguyên đại Thái cổ và Nguyên sinh dưới dạng khiên, gọi là khiên Bantich, nay đã biến thành bán bình nguyên. Đây là châu Âu cổ nhất hay còn gọi là Thái cổ Âu. Về phía Tây nối tiếp với một miền núi gồm những nếp uốn thuộc chu kỳ Calêdoni xảy ra vào nửa đầu của nguyên đại Cổ sinh, miền núi này bao gồm miền tây bán đảo Xcandinavi, nước Anh, Bắc Pháp và nước Đức. Đây là miền Cổ Âu. Xa hơn về phía Nam từ Ba-lan sang đến Pháp và Tây-ban-nha thấy có những nếp uốn thuộc chu kỳ Varixi xảy ra vào nửa sau của nguyên đại Cổ sinh và tạo thành miền Trung Âu. Cuối cùng, ở phía Nam dọc bờ biển Địa-trung-hải chúng ta thấy những dãy núi Tiểu Á, Côcazơ, Bancăn, Cacpat, Anpơ, Pyrê-nê, Apênin và Atlas, dựng lên trong chu kỳ Anpi xảy ra vào nguyên đại Trung sinh và Tân sinh và tạo thành Tân Âu.

Như vậy là quá trình tạo núi trong địa hướng tà sinh ra bộ mặt hiện đại của châu Âu đã di chuyển từ Bắc xuống Nam và theo đó hoạt động macma cũng dịch chuyển, nên đã sinh ra những khoáng sàng quặng, cũng như hoạt động của các lực bên ngoài đã để lộ những lớp nằm sâu hơn trong các nếp uốn bằng cách phá hủy dần dần các khoáng sàng nằm trong các tầng cao và sinh ra những khoáng sàng thứ sinh bằng những vật liệu phá hủy đó.

Nhưng, như chúng ta đã biết, quá trình tạo núi không giới hạn trong các miền địa hướng tà. Áp suất phát triển trong vỏ Trái đất và làm dâng những trầm tích tích lũy trong địa hướng tà (là những đới động nhất của vỏ Trái đất) cũng hoạt động cả ở các miền khác, trên những vùng trước là địa hướng tà nhưng đã biến thành những miền núi bị xói mòn hoặc ít hoặc nhiều và bị san bằng. Các vùng đó ít động hơn và vững chắc vì có sự uốn nếp cũ và sự xâm nhập của macma đã xuyên

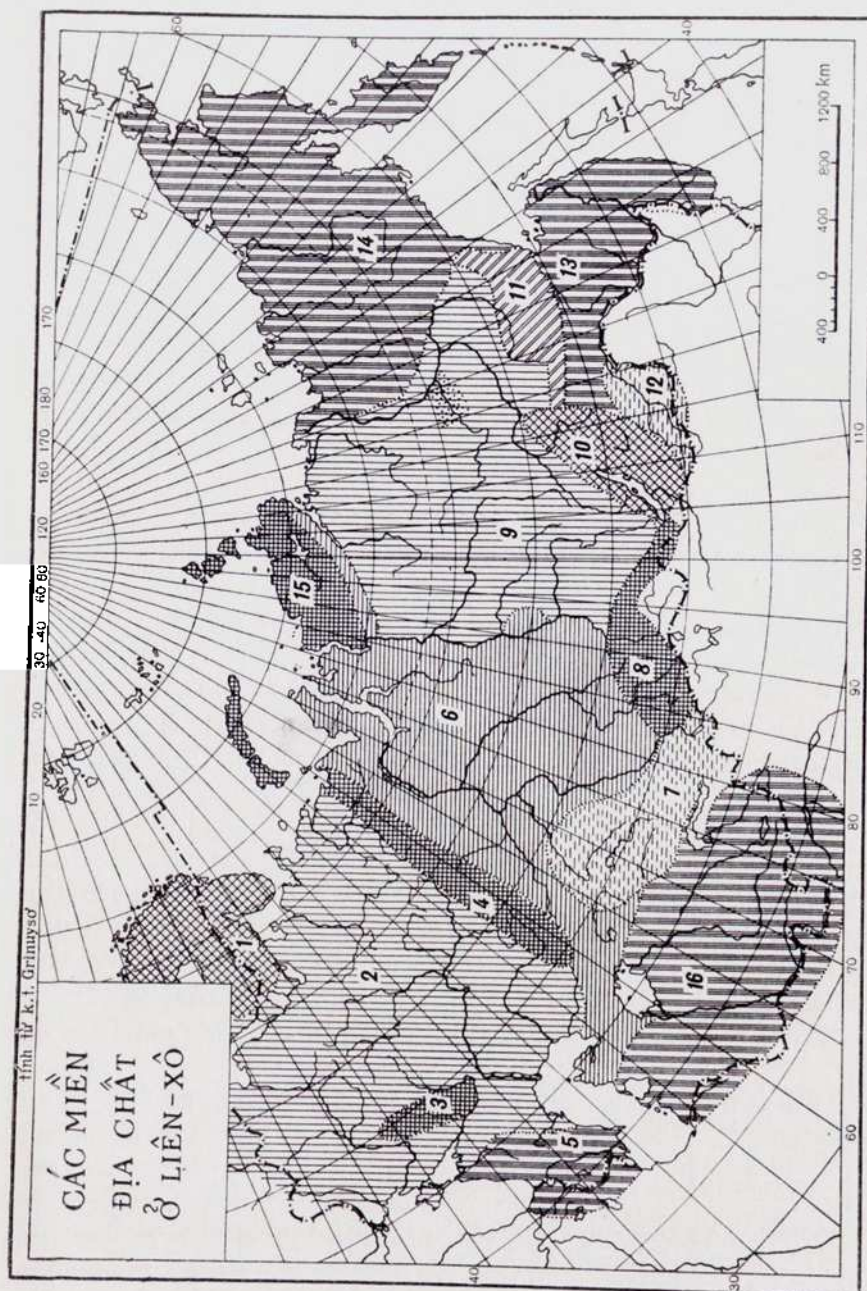
qua nó dưới dạng đá hỏa thành. Ở đây, cũng thấy sinh ra những nếp uốn mới nhưng yếu ớt, đứt gãy và đứt rời là hiện tượng chủ yếu: có những hệ tầng rất dày bị dịch chuyển, chồm lên nhau, có những đoạn của vỏ Trái đất bị dâng lên, một số dâng nhiều hơn, một số khác ít hơn, để tạo thành những địa lũy và địa hào. Bị áp suất đưa lên từ dưới sâu, magma cũng dâng lên theo khe nứt của đứt gãy và tạo thành những thể xâm nhập mới trong các tầng đá và những mạng mạch, và chui ra ngoài mặt để tạo thành núi lửa hay những lớp phủ dung nham phun xuất. Hoạt động này của magma cũng liên quan với sự thành tạo các khoáng sàng có ích, nguyên sinh. Trong khi đó các khoáng sàng trầm tích và khoáng sàng phong hóa được tạo ra trong các hồ, đầm lầy và trên mặt các miền vững chắc đó.

Các miền cổ nhất của vỏ Trái đất đã trải qua tác dụng tạo núi từ thời tiền Cambri và không bao giờ lại bị uốn nếp mạnh lần nữa thì gọi là các nền cổ. Trong miền nền, người ta phân biệt phần kh i ê n, tức là phần mà từ giai đoạn uốn nếp cuối cùng có đặc tính là dâng cao một cách ổn định và chưa bao giờ bị biến che phủ lại. Nhưng nhiều phần rộng lớn của các nền thường bị sụt lún và dâng lên theo chu kỳ và bị biến lún vào; chúng bị phủ bởi một lớp khá dày gồm đá trầm tích không bị gập nếp bởi những đợt uốn nếp mạnh và có những lớp hầu như nằm ngang. Những phần như vậy của các nền được gọi là đ i a đ à i.

Các nền lập thành phần trung tâm của các lục địa: ở châu Âu-Á — đó là nền Nga với các khiên Bantich và Ucren, nền Xibêri với các khiên Anaba và Andan và khối nhô của nền móng cổ trên rìa của nền tại dãy núi Yênixêi, miền dâng cao Đông Xaian và Baican, nền Trung-quốc (Bắc Trung-quốc) với những khiên nhỏ, và những khiên Arabi và Ấn-độ. Ở Bắc Mỹ — đó là nền Bắc Mỹ với khiên Canada; ở Nam Mỹ — đó là nền Nam Mỹ với khiên Brêzin. Hầu như toàn bộ châu Phi là một nền với một số khiên, cũng như châu Úc, — với một khiên rộng ở phía Đông. Hầu như toàn bộ lục địa Nam-cực là một nền với một khiên cổ rộng lớn.

Những khiên bị xói mòn sâu sắc có thể chứa những khoáng sàng nguyên sinh thuộc những độ sâu như khoáng sàng magma chính thức, khoáng sàng khí thoát và tương đối hiếm hơn là khoáng sàng thủy nhiệt ở rất sâu. Các khoáng sàng biến chất sinh ra trong thời tiền Cambri thường hay có trên các khiên. Cũng có thể có nhiều loại khoáng sàng thứ sinh; đó là những khoáng sàng thành tạo ở ngoài mặt khiên bằng những sản phẩm hủy hoại của những khoáng sàng nguyên sinh dưới dạng trọng sa, quặng sắt hồ và đầm lầy, cũng như các lớp than trong các trầm tích hồ có tuổi khác nhau. Khi khiên bị đá phun xuất xuyên qua thì nó cũng có thể đem theo những khoáng sản có ích kiểu núi lửa.

Các nền trong đó phần móng cổ bị phủ bởi những tầng trầm tích có tuổi khác nhau và không bao giờ bị uốn nếp mạnh, có thể chứa những khoáng sàng thứ sinh hình thành bằng những sản phẩm phá hủy của các khoáng sàng nguyên sinh nằm trong lớp móng cổ? Nhưng thường hay thấy những khoáng sàng trầm tích của



H. 268 Các miền địa chất ở Liên-xô:

- 1 — khiên Bantich; 2 — nền Nga; 3 — bồn trũng Đônét; 4 — Uran; 5 — Côcazo; 6 — miền thạp Tây Xibêri;
- 7 — đôi thạp Cazácxtan; 8 — miền Antai-Xaian; 9 — nền Xibêri; 10 — sơn nguyên Baican; 11 — khiên Andan;
- 12 — miền Đông Ngoại Baican; 13 — lãnh thỏ A-mua — Utxuri; 14 — miền Đông-Bắc; 15 — miền Taimura; 16 — Trung Á

than, quặng sắt, photphorit, các loại muối và dầu mỏ sinh ra trong biển tràn ngập miền nền và trong những vụng cũng như trong các hồ và trên đất liền trong quá trình biển rút lui để cho nền lộ ra khỏi mặt nước. Ở một vài chỗ có lớp móng cổ lộ lên trên mặt nền người ta có thể gặp những loại khoáng sản có ích như ở miền khiên.

Như vậy các lục địa hiện đại biểu thị một tập hợp đa dạng của các miền có lịch sử địa chất khác nhau, và do đó có thành phần khác nhau. Bên cạnh các khiên cổ ổn định và bị xói mòn sâu, chúng ta thấy có những nền kém vững chãi hơn bị phủ bởi những đá trầm tích có tuổi khác nhau nhưng ít xáo động, và có những miền địa hướng tà rất không ổn định biến thành những miền núi có tuổi khác nhau, do đó có mức độ xói mòn khác nhau và được thành tạo mới nhất và phức tạp nhất. Các khoáng sản có ích được phân bố trong các miền đa dạng này tùy theo thành phần và lịch sử khác nhau của từng miền. Do đó với những hiểu biết về cấu trúc địa chất của một xứ, chúng ta có thể nói được về khả năng tìm được những loại khoáng sản nào ở các vùng khác nhau trong xứ đó.

Sự phân bố các khoáng sản có ích trên lãnh thổ Liên-xô. Liên-xô bao gồm một phần sáu bề mặt Trái đất và nằm trên hai đại lục, Liên-xô tất nhiên có những miền có lịch sử địa chất khác nhau và có cấu trúc khác nhau, và do đó cũng phải có những phối hợp rất khác nhau về khoáng sản có ích. Chúng ta hãy nêu một cách ngắn gọn sự phân bố các khoáng sản có ích trên toàn lãnh thổ Liên-xô (h.268).

Chúng ta thấy có rìa phía Đông và phía Bắc của khiên cổ Bantich ở phần châu Âu thuộc Liên-xô (Carêli và bán đảo Côla); phần lớn lãnh thổ nằm trong nền Nga rộng lớn mà phần Nam có khối núi tiền Cambri thuộc Uren nổi lên; đứng ra không nên gọi nó là khiên, mà là một đoạn của lớp móng cổ thuộc một địa đài bị bóc lộ vì tác dụng dâng cao và xói mòn, và nó bị phủ bởi trầm tích Đệ tam và một phần bởi trầm tích Trung sinh, còn ở phần phía Tây, ở Vôlun thì nó bị trầm tích biển Cổ sinh đại che phủ và những trầm tích này cũng chỉ bị hơi biến vị uốn nếp yếu và cục bộ. Bên cạnh đó là bốn trũng Đônnet tức là một địa hướng tà Cổ sinh đại bị uốn nếp mạnh và đã có một thời là một miền núi thực sự. Ở phía Đông địa đài được bao quanh bởi hệ núi Uran; đây cũng là một miền địa hướng tà Cổ sinh đại và các dãy núi đã bị xói mòn sâu. Ở phần Nam, chúng ta thấy những núi Crimê và Côcazo bắt nguồn cuối cùng trong một địa hướng tà kỳ Đệ tam với những dạng địa hình kiểu Anpi.

Các khoáng sản có ích nói chung được phân bố ở những miền có kiến trúc khác nhau nói trên như sau:

Ở các rìa bị xói mòn sâu của k h i ê n B a n t i c h chúng ta chỉ tìm thấy có những loại khoáng sản macma chính thức, pecmatit và biến chất; quặng sắt (quaczit sắt và hêmatit) thuộc những thành hệ trầm tích biến chất, pyrit (pyrôtin đồng, pyrôtin kẽm và pyrôtin sắt) dưới dạng mạch sâu; mica và fenspat trong các mạch pecmatit, gronot trong điệp thạch Thái cổ. Trên khối núi Khibin gần thành

phò Kirôp có những khoáng sàng apatit lớn và nhiều khoáng vật hiếm khác nhau tìm thấy trong xâm nhập Cổ sinh đại trẻ hơn. Các đầm lầy và hồ cũng chứa quặng sắt thuộc kiểu mới thành tạo thuộc loại phong hóa, trong khi đó than sungit ở Carêli là một lớp than cổ biến chất.

Nền Nga bị phủ bởi những lớp đá trầm tích có tuổi khác nhau, chỉ hơi bị biến vị và không có xâm nhập xuyên qua, chứa những hóa quặng hình thành ở nông. Hàng loạt những khoáng sàng đã được phát hiện trong miền này: than ở bồn trũng Matscova và Pêchora; quặng sắt — trầm tích và phong hóa — ở miền Kirôp, Tula và Lipet; quặng sắt hồ ở miền Nôpgôrôt; dầu mỏ ở nhiều nơi trên dãy Đông Uran từ sông Cama đến hạ lưu sông Vônga — quận Emba ở biển Caxpi và bắc Côcazor — Grôzônur và Maikôp; muối mỏ và nhiều loại muối khác ở Xôlicam, Bacmut, Iletxcaya Zasita, v.v.; bôxít (quặng nhôm) ở Ticvin; muối hồ ở các hồ tại miền Đông hạ lưu sông Vônga và ở Xivat; phôtphorit trong các trầm tích có tuổi khác nhau. Người ta đã tìm thấy những khoáng sàng lớn của quặng sắt biến chất dưới những tầng đá trầm tích trong lớp móng tiền Cambri thuộc nền ở miền Cuôcxơ. Cũng có những khoáng sàng tương tự lộ ra trong đá tiền Cambri ở miền Crivôi-rôc xứ Uren. Cũng trong những thành hệ thuộc đới tiền Cambri này người ta thấy có mica, fenspat trong pecmatit, khoáng tầng graphit, những lớp than nâu và quặng mangan trầm tích trong những trầm tích Đệ tam phủ trên ở gần Nicôpôn.

Địa hướng tà bị xói mòn của bồn trũng Đônêt chứa nhiều lớp than trong các tầng đá trầm tích tuổi Cacbon, trong khi đó ở trong các tầng Crêta và Đệ tam nằm trên, chúng ta tìm thấy những trầm tích đá phấn trắng, macnô ximăng và đất khuê táo. Các mạch quặng bạc và chì ở dãy Nagonny và khoáng sàng thủy ngân ở Nikitôpca có liên quan với một ít thể xâm nhập.

Địa hướng tà bị xói mòn sâu ở miền Uran, trong đó có nhiều thể xâm nhập khác nhau, nó là một miền giàu khoáng sàng macma chính thức, pecmatit, khí thoát và quặng thủy nhiệt sâu; ở đây có những khoáng sàng gốc và trọng sa của vàng và platin; các quặng sắt từ tính, sắt titan và sắt crôm, tungsten và kền, đồng và pyrit chứa đồng, pecmatit với mica và êmorôt, manhêzit và atbet. Cũng thấy có sắt trầm tích và sắt do phong hóa và quặng nhôm, trong khi đó trên các sườn mà chúng ta gặp những tầng trẻ, cũng có những lớp than và quặng sắt và mangan trầm tích.

Các dãy núi trẻ của miền Côcazor rất giàu các loại xâm nhập chứa khoáng sàng thủy nhiệt ở những độ sâu khác nhau có quặng vàng, đồng, bạc-chì-kẽm, molybden và tungsten, cũng như các khoáng sàng tiếp xúc của quặng sắt. Có những khoáng sàng dầu rộng lớn ở miền Azebaizan (Bacu); miền Tây Gêocgi có những khoáng sàng trầm tích của than và mangan.

Ở Xibêri, chúng ta gặp một miền thập rộng lớn ở phía Tây sông Ôbi gồm có những thành hệ trầm tích mới nhất nằm trên những lớp già hơn, có lẽ đã bị biến vị và bị xâm nhập xuyên qua, nhưng người ta chỉ biết qua những tài liệu lổ

khoan, chứ chưa thể tới được. Các trầm tích ngoài mặt không chứa gì cả ngoài than bùn, cát và sét.

Xa hơn về phía Nam, ở phần Bắc Cazăcxtan là miền đồi núi Cazăc; cấu trúc ở đây rất phức tạp. Sau các chu kỳ tiền Cambri, rõ ràng đây là một địa hướng tà cổ thuộc nguyên đại Cổ sinh bị chu kỳ Calêdoni biến thành một miền núi uốn nếp, về sau bị xói mòn. Một đợt sụt lún mới tạo ra ở chính chỗ đó một địa hướng tà Cổ sinh thượng, rất rộng nhưng nông và có nhiều đảo — tức là những di tích của các núi Calêdoni. Chu kỳ Varixi biến nó thành một miền núi uốn nếp cũng bị xói mòn; trong nguyên đại Trung sinh, có nhiều hồ trên miền này, trong khi đó đến đầu kỷ Đệ tam miền thảo nguyên bị biến tràn vào. Chu kỳ Anpi tác dụng vào nó và sinh ra những đứt gãy và những đoạn tầng chòm nghịch không đủ để biến nó thành một miền núi uốn nếp đứt khỏi, trừ phần Đông là nơi mà các dãy Canbin, Xauc và Tacbagatai bị dâng thành địa lũy. Tác dụng xâm thực vì vậy đã có thể san bằng rộng rãi địa hình của phần lớn xứ này. Miền địa hướng tà cổ này bị nhiều thể xâm nhập xuyên qua nên chứa nhiều thành hệ giấu quặng thuộc hầu hết các loại, từ loại macma đến loại thủy nhiệt sâu vừa: vàng quặng và vàng trọng sa, thiếc tungsten, đồng, bạc-chì-kẽm dưới dạng mạch, quặng sắt biến chất tiếp xúc, nhiều loại quặng đồng phân tán, khoáng tầng cương ngọc, những lớp than thuộc các kỷ Cacbon và Jura, muối hồ, thạch cao và các quặng nhôm do tác dụng phong hóa sinh ra.

Miền núi Antai-Xaian nằm kề miền thảo nguyên về phía Đông và chạy qua Nam Xibêri đến hồ Baican, biểu thị một miền núi uốn nếp đứt khỏi nổi lên tại một miền núi uốn nếp cổ — tức là miền núi Calêdoni và ở phần phía Tây cũng có núi Varixi bị dâng cao từ địa hướng tà lên. Thành hệ chứa quặng nội sinh rất giàu và phân hóa: vàng quặng và vàng trọng sa, tungsten, molybden, đồng, atbet, than chì, ngọc nephrit, quặng sắt và quặng đồng tiếp xúc, pyrit đồng, bérin, quặng nhôm do phong hóa sinh ra, và ở đôi chỗ có than Đệ tam. Các miền trung sâu Cuzonet và Minusin — tức là miền địa hào cắt qua miền núi này — chứa than tuổi Cacbon, Pecmi và Jura, miền trung Minusin cũng có muối hồ và ở chỗ lộ đá Cổ sinh đại thủy có quặng sắt và đồng.

Nền Xibêri khác với nền Nga ở chỗ là nó không có trầm tích biến thái Trung sinh và Đệ tam, chủ yếu chỉ có trầm tích Cổ sinh cũ và những xâm nhập rộng lớn và những diện lan tràn của đá hóa thành — tức là đá trap của Xibêri. Các lớp này có liên quan với những khoáng sàng sắt và pyrit đồng chứa kền và platin, những trầm tích biến thái thuộc nguyên đại Cổ sinh — như nguồn muối, muối mỏ và các dấu vết có dấu mỏ, trong khi đó thì các lớp than (và than chì trong các trầm tích tuổi Pecmi trong bồn trung Tungut) và các diệp thạch cháy được trong các bồn trung Iéccut và Vilui lại có liên quan với các trầm tích hồ tuổi Pecmi và Jura. Các chỗ



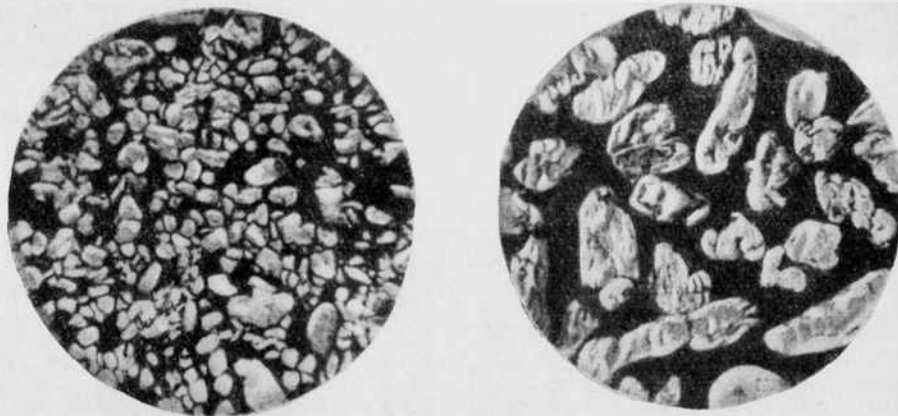
H. 269 Thung lũng chứa vàng của sông Nurgri. Quận Bôdaibô. Mặt cát cũ và gò đất chứa vàng bị rửa lữa



H. 270 Mặt cắt của bồi tích chứa vàng dọc sông Nacatami, quận Bôdaibô: phía dưới — lớp cuội nhỏ có vàng; phía trên — trầm tích thô của băng tích đáy

lộ ra của lớp móng Tiền Cambri dưới dạng dãy núi Yênixêi và khiên Anaba chứa vàng quặng và vàng trọng sa; ở nền Xibêri đã phát hiện được những khoáng sàng lớn kim cương.

Miền núi Baicac chiếm diện tích ở phía Tây hồ Baican, bờ hồ và vùng núi Patôm-Vitim là một miền núi uốn nếp Tiền Cambri bị xói mòn sâu và bị những thể xâm nhập rất lớn xuyên qua, ở phần Nam thì có những chỗ phun trào đá lửa thành dọc theo các khe nứt của các đứt gãy, và do đó đã sinh ra nhiều địa lũy và địa hào; các địa hào chứa những hồ Jura. Các thành hệ quặng cổ của nó gồm có vàng quặng và vàng trọng sa, quặng sắt tiếp xúc và biến chất, ở đôi chỗ có quặng đồng, mica và fenspat trong pecmatit. Các trầm tích Jura và Đệ tam chứa than. Các thành hệ quặng tungsten, thiếc, molybden, vàng và bạc-chì đã được phát hiện ở rìa phía Nam là nơi nó nằm kề các núi uốn nếp Cổ sinh (h. 269—271).



H. 271 Vàng trọng sa mịn và thô ở hồ quặng lưu vực sông Bôdaibô vùng khai thác vàng Léna

Khiên Anđan tiếp với miền núi về phía Đông là một bán bình nguyên nằm trong miền uốn nếp Thái cổ bị ảnh hưởng của đợt biến tiền kỳ Cambri và bị che phủ bởi những trầm tích hồ kỷ Jura; khiên này về sau bị các xâm nhập và phun xuất trẻ xuyên qua và kết quả là mang lại thành hệ quặng vàng; chúng ta cũng gặp thành hệ quặng vàng và sắt và những khoáng sàng mica, cương ngọc và pha lê trong lớp móng Thái cổ, và những lớp than trong trầm tích kỷ Jura.

Miền Đông Ngoại Baicac có cấu trúc phức tạp. Sau đợt xói mòn các núi Tiền Cambri nó là những địa hướng tà Cổ sinh trong đó đã xảy ra uốn nếp Calêđôni và Varixi; một vùng trũng đã hình thành ở chính vị trí các địa hướng tà này vào hồi đầu nguyên đại Trung sinh; biến tiền vào vùng trũng dưới dạng một

vịnh dài sau biển thành nhiều hồ vào cuối kỷ Jura. Các vận động thuộc chu kỳ Thái-bình-dương tạo ra những núi uốn nếp mới từ các khối trầm tích tiền Cambri và Cổ sinh và những nếp thuộc kỷ Triat và Jura.

Tất cả những chu kỳ uốn nếp đều có kèm những xâm nhập, còn chu kỳ cuối cùng thì có cả những đợt phun xuất tiếp tục qua các kỷ Đệ tam và Đệ tứ.

Lịch sử phức tạp này có kết quả là đã sinh ra những thành hệ quặng phong phú và đa dạng. Chúng ta thấy có những quặng sắt tiếp xúc, pecmatit và mạch khí thành với mica, đá quý fluorit, thiếc, tungsten và molybden, cũng như các mạch thủy nhiệt với độ sâu khác nhau có vàng, đồng, bạc, chì, kẽm, cả antimon và thủy ngân; các trầm tích hồ kỷ Jura và Crêta chứa than; các khoáng sàng phong hóa thể hiện dưới dạng trọng sa vàng, tungsten và thiếc.

Lịch sử miền A - mu a và miền Đông - Bắc Xi b ê r i cũng rất phức tạp. Lớp móng uốn nếp Tiền Cambri thường bị phủ bởi những trầm tích Cổ sinh, Trung sinh và ở rìa phía Đông bởi những trầm tích biển Đệ tam, hết thấy đều đã trải qua tất cả các chu kỳ uốn nếp có kèm theo xâm nhập và phun xuất. Do đó chúng ta tìm thấy ở đây những thành hệ quặng có tuổi khác nhau và thuộc các loại khác nhau: quặng vàng Tiền Cambri, Cổ sinh, Trung sinh và Đệ tam, quặng sắt và than chì Tiền Cambri; quặng sắt tiếp xúc Đệ tam; thuộc nguyên đại Trung sinh và một phần kỷ Đệ tam có thiếc, tungsten, molybden, đồng, bạc-chì-kẽm và antimon; các trầm tích lục địa chứa than Trung sinh và Đệ tam, các trầm tích ven biển có dầu mỏ.

M i ề n T r u n g Á biểu thị hai vùng có lịch sử khác nhau và thành phần khác nhau về phương diện tài nguyên khoáng sản. Ở phía Tây sông Amu-Đaria, có những đồng bằng Tuyêcmêni được bao quanh về phía Nam bởi các núi trẻ Côpet-Đac là phần tiếp tục của dãy Côcazor và về phía Bắc bởi cao nguyên Ut-Uc. Các miền này chứa những khoáng sản có ích sau: dầu mỏ ở Nebit-Đac («núi dầu»), dầu mỏ và ôzôkêrit ở bán đảo Sêlêken, các khoáng tầng thênacđit (natri sunfat) ở thung lũng Côrat-Đac, lưu huỳnh trong cát ở Cara-Cum, các lớp than, phôtphorit và các mạch quặng đồng ở các núi trên bán đảo Mangurtlac. Nói chung các tài nguyên này đều có nguồn gốc trầm tích, trừ các mạch.

Các dãy núi Thiên-sơn và Pamia-Alai sinh ra do sự uốn nếp của các chu kỳ Calêđôni và Varixi và trẻ lại trong các nguyên đại Trung sinh và Tân sinh, chạy theo phía Đông sông Amu-Đaria. Miền Pamia cũng bị uốn nếp trong chu kỳ Anpi. Các xâm nhập có tuổi khác nhau sinh ra những khoáng sàng ở sâu mà ngày nay chúng ta gặp nằm cạnh các khoáng sàng trầm tích và thứ sinh. Các dãy núi chứa những khoáng sàng vàng, thiếc, tungsten, đồng và bạc-chì-kẽm nghĩa là những loại khoáng sàng thủy nhiệt ở độ sâu khác nhau, và những khoáng sàng tiếp xúc của quặng sắt, thạch anh tuôcmalin với manhêtit, tungsten, acxenpyrit và pecmatit với mica và fenspat. Các khoáng sàng trầm tích của than và quặng sắt có ở miền đối trước núi.

Trong vùng trũng rộng lớn Fecgana chúng ta tìm thấy những khoáng sàng than Jura và dầu mỏ và ở đới đứt gãy có những khoáng sàng thủy nhiệt nóng của antimon và thủy ngân. Muối mỏ hồ, lưu huỳnh, phèn, photphorit, atbet và than chì bổ sung thêm cho tính đa dạng của các nguồn lợi ở miền này. Đây là một miền mà các tài nguyên chỉ được phát hiện hoặc khai thác một cách đúng đắn bắt đầu tiên hành từ những đợt khảo sát sau Cách mạng tháng Mười.

Nhiệm vụ của địa hóa học. Các nghiên cứu về thành phần địa chất và cấu trúc của một miền có thể vạch lại lịch sử phát triển của nó cho đến tình trạng hiện nay làm cho chúng ta có thể suy luận về những khoáng sàng có ích mà ta có thể tìm thấy trong miền. Nhưng các tài liệu đó không đủ để xác định các khoáng sàng tất phải có trong miền. Để giải quyết vấn đề này, để chính xác hóa những dự kiến, cần phải nghiên cứu sâu hơn về các quá trình tạo khoáng vật. Đó là lĩnh vực của địa hóa học, một khoa học trẻ tuổi nảy nhánh từ địa chất học và phối hợp những phương pháp nghiên cứu của khoáng vật học và hóa học với phương pháp địa chất học.

Vấn đề là các quá trình tạo khoáng xảy ra trong vỏ Trái đất ở những độ sâu khác nhau, và trong những điều kiện rất khác nhau, thực ra rất phức tạp và chỉ có thể lặp lại và nghiên cứu một phần nào trong phòng thí nghiệm. Macma dâng từ bên trong ra, chứa nhiều nguyên tố khác nhau và tạo thành những thành hệ quặng nguyên sinh, từ đó sinh ra những thành hệ quặng thứ sinh. Nó có thể có thành phần hóa học khác nhau ngay từ lúc đầu. Xâm lấn vào các tầng đá của lớp vỏ trong quá trình hình thành thể xâm nhập, nó hòa tan một số đá này hay đá khác do tiếp xúc—đá vôi, diệp thạch, sa thạch, đá macnô hay các đá hỏa thành cổ hơn — và buộc phải thay đổi thành phần. Kết quả là nó giàu thêm nước thâm trong các đá, cũng như thêm silic, nhôm, vôi và những hợp chất kiềm, tùy theo thành phần của các đá bị xuyên qua. Thành phần của macma, thể nằm của khối xâm nhập và sự đông cứng ở một độ sâu nào đây đều là nguyên nhân của quá trình phân dị, nghĩa là sự phân thành những macma bộ phận có thành phần thể này hoặc thể khác và của quá trình để thoát khí thành phần của nó, và cả bản chất của thành hệ quặng. Bản chất của các đá, thành phần của chúng, thể nằm và độ khe nứt cũng đều rất quan trọng. Thí dụ, một số đá, đặc biệt là các loại chứa vôi, thuận lợi cho việc thành tạo quặng hơn các đá khác; thể nằm, độ cứng, tính phân tầng và độ nứt của các đá trong một số trường hợp rất thuận lợi cho sự thành tạo quặng, nhưng trong một số trường hợp khác lại gây khó khăn; chúng cũng có ảnh hưởng đến hình dạng của các khoáng sàng.

Vì vậy nên mặc dầu có tính chất tương tự chung của các loại thành hệ quặng — macma, khí thoát và thủy nhiệt — chúng ta cũng vẫn nhận thấy những sự khác nhau cục bộ, nghĩa là ưu thế của một số quặng và tính hãn hữu hay vắng mặt của những loại khác. Thí dụ, thịnh thoảng loại khoáng sàng macma thực sự vắng mặt, hoặc không có pecmatit hoặc khoáng sàng tiếp xúc lại không thấy có. Thành phần

của macma sinh ra pecmatit đặc biệt thể hiện rõ trên loại này; các pecmatit do đá axit sinh ra khác các loại pecmatit do đá bazơ sinh ra; chúng cũng còn khác cả về tính khoáng hóa. Một số khối hỏa thành lại sinh ra thành hệ quặng nghèo và đơn điệu, một số khác thì giàu và đa dạng.

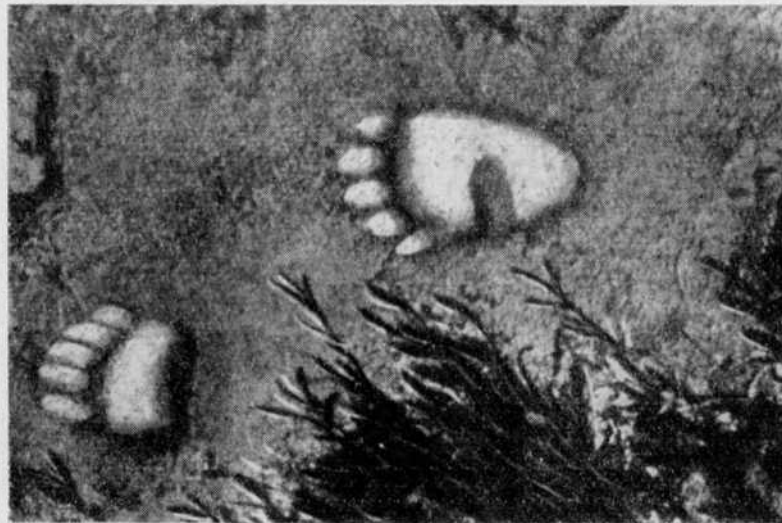
Tất cả những điều kiện khác nhau này mà ta quan sát được trong tự nhiên, đòi hỏi phải nghiên cứu sâu các đá macma và toàn bộ phương thức thành tạo quặng trong một miền để nắm được tất cả các trường hợp và tiến tới giải quyết được một cách sát hơn và để thành tạo các khoáng sàng mà người ta có thể tìm được ở đây. Tất nhiên, cũng phải chú ý đến lịch sử của miền. Đó là nhiệm vụ chính của địa hóa học.

XIII

NGƯỜI SƯU TẦM DI TÍCH TRẺ TUỔI

Các dấu vết trên cát, bùn và đá kể lại gì với chúng ta. Dấu vết hóa thạch: hạt mưa, ngân sòng, hang chuột chũi và hốc đào của loài nhuyển thề. Hồ sơ các tài liệu chép tay và hồ sơ của Trái đất. Thí dụ về cách nghiên cứu các dấu vết. Nghiên cứu vết đá lộ, địa hình và khoáng sản có ích. Các hóa thạch, sưu tập và bảo tồn chúng. Trang bị của người sưu tầm di tích.

Trên mặt cát ẩm hay bùn ở bờ bằng phẳng của các hồ hay biển hay trên sét quánh của đất nẻ tưa khô ráo, bạn cũng có thể quan sát thấy các dấu vết của nhiều động vật khác nhau, nhưng các dấu vết đó còn giữ được lâu hơn là các dấu vết trên mặt tuyết hay cát. Các dấu vết trên tuyết hay cát đều dễ bị hủy hoại ngay sau một trận mưa tuyết mới hay sau một cơn gió, còn các dấu vết trên sét sẽ khô cứng cùng với đất sét và sẽ được giữ nguyên cho đến đợt lụt lần sau, và đến lần này thì chúng đã cứng rồi nên không bị hủy mà chỉ bị phủ lên bằng một lớp sét mới, nghĩa là chúng được lớp này làm cho chúng thành hóa thạch (h. 272).



H. 272 Vết chân gấu trên đất sét ở sườn núi. Camsatca

Nhiều năm về sau khi biển rút đi hay các trầm tích ven biển hiện đại bị dâng lên, quá trình phong hóa và xói mòn sẽ phá lớp sét đã phủ lấp các dấu vết cũ và có nhà khảo sát nào đó sẽ nhận thấy và mô tả chúng.

Những *dấu vết hóa thạch* như vậy đã được các nhà khoa học ở nhiều nước chú ý và mô tả. Đó là dấu vết của những loại bò sát lớn và nhỏ, lê la trên những bờ ẩm thấp của các hồ hay biển cổ (h. 273), lầy thân ép sâu vào đất mềm, những dấu vết của các loại giun và các loại giáp xác bò trên bùn mềm ven bờ. Các dấu vết đó đã bị một lớp trầm tích mới che lấp trong trận lụt và được bảo tồn thành hóa thạch.



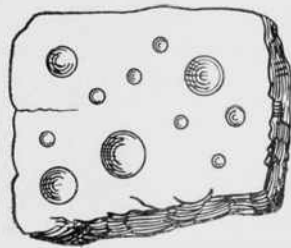
H. 273 Vết chân giống bò sát 3 ngón *Tridactylus*, đi từ trên bờ xuống chỗ nước nông, tìm thấy trên một tấm sa thạch trong lớp Lili Pôn. Bang Matxasuxet, Mỹ

Như vậy, chúng ta lại bất ngờ mà được biết thêm rằng không phải chỉ có các hóa thạch xác động vật và thực vật, mà còn có cả hóa thạch của các dấu vết được bảo tồn, đó là những vết in hằn ngắn hạn, nghĩa là chỉ có trong một thời gian ngắn, bàn chân một con vật chạy hoặc vết hằn của thân một động vật bò lê trên mặt đất. Bây giờ chúng ta sẽ không còn lầy gì làm lạ khi thấy dấu vết của các h a t m u a riêng rẽ cũng được bảo tồn thành hóa thạch. Các hạt nước mưa ấy đã một lúc nào đó rơi trên bờ hồ hay bờ biển khô ráo và ngày nay còn để lại dấu vết dưới dạng hốc tròn có đường kính khác nhau, có ria ngoài hơi nổi cao do giọt mưa rơi xuống bùn sinh ra (h. 274).

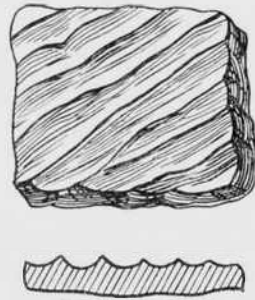
Còn có cả những dấu vết của vận động làn sóng của nước dưới dạng gọi là ngân sóng và ngân dòng chảy, nghĩa là những mấp mô hình thành trên mặt đáy cát hay sét bởi sự rung động nhẹ của nước trong hồ hay biển hay bởi dòng nước ở sông (h. 275). Các dấu vết này gồm có những gờ bằng phân cách nhau bởi những đường rãnh nghĩa là những mấp mô giống như các ngân sinh ra trên mặt cát dưới tác dụng của gió (như chúng ta đã biết ở chương V). Người ta thường gọi chúng một cách không đúng đắn là vết sóng vỗ, nghĩa là chúng có liên quan với những gờ hình thành

ở bờ biển. Loại gờ này hiếm hơn nhiều và có hình dạng khác (h. 276). Khi nghiên cứu cẩn thận cấu trúc của chúng, hình dạng gờ và cỡ hạt trên các gờ và trong các rãnh, có thể xác định được là chúng do gió sinh ra trên mặt đất hay do dòng nước hoặc sóng sinh ra ở dưới đáy nước, và có thể biết được cả hướng của dòng chảy, của sóng hay của gió.

Trên bờ dốc của một con sông hay trên sườn một mương xói, hay trong vách một cái hồ trong đó người ta đã đào lấy cát hay sét làm gạch, bạn có thể thấy dưới một lớp đất mùn thực vật sẫm màu hay dưới đất đen, trong lớp đất vàng bên dưới



H. 274 Vết giọt mưa trên một tảng đá



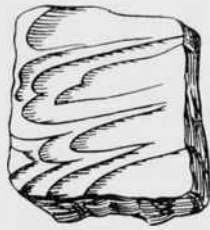
H. 275 Ngăn sóng trên một tảng đá; bên dưới — lát cắt của tảng đá qua các đường sóng của vết nhăn

có những vết màu xám hay đen, tròn hay không đều đặn, có kích thước khác nhau. Đó là những h a n g c h u ộ t chũm hóa thạch nay những hốc do động vật đào ra và sau được lấp đầy bằng những vật liệu rơi từ bên trên xuống; trong đó chúng ta tìm thấy xương các động vật hay những di tích của các thức ăn của chúng. Trên những khối thuộc một vài loại đá, đặc biệt là đá vôi, trên bờ biển ở trên mực nước ngày nay, chúng ta thường thấy nhiều thứ hốc sâu kỳ lạ. Đó là các lỗ do một số loài nhuyễn thể hai mảnh đào vào đá để trú ngụ vào thời kỳ mà mực nước ở cao hơn ngày nay. Còn có thể tìm thấy cả những mảnh vỏ trong các hốc đá. Những dấu vết này chứng tỏ rằng bờ biển đã dâng cao, biển đã rút lui hoặc đáy biển bị sụt lún.

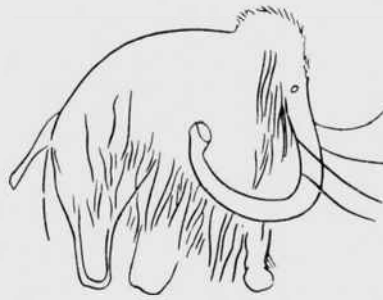
Tất cả các dấu vết nói trên đều là những tài liệu giúp chúng ta suy luận về quá khứ xa xăm của Trái đất. Chúng tựa như những bản chép tay được bảo tồn trong nhà lưu trữ và dựa vào đó nhà sử học có thể phán đoán về những sự kiện đã qua trong đời sống của một nước nào đó. Nhà sử học không chỉ nghiên cứu nội dung các văn bản chép tay, mà còn xét cả kiểu viết, cách biểu thị của các chữ khác nhau

đã từng biến đổi theo thời gian, ông ta nghiên cứu màu sắc và phẩm chất của giấy viết và màu sắc của mực dùng để viết bản chép tay. Các tài liệu cổ hơn được viết lên giấy da làm bằng da động vật hay trên giấy chỉ thảo làm bằng cây chỉ thảo.

Các tài liệu cổ hơn nữa không phải viết bằng mực mà được khắc vào những thê gỗ hay dập lên các bản sét sau được nung rắn. Những tài liệu cổ hơn bậc nữa, nghĩa là các tài liệu thuộc những thời khi loài người còn chưa đặt ra chữ viết để diễn tả các tiếng nói, nhưng đã biết vẽ các súc vật mà họ săn bắn được hoặc họ phải đánh giết để bảo vệ đời sống, đó là những hình vẽ bằng sơn đỏ hay đen lên trên vách các



H. 276 Vết in hân của
sống vồ trên một tảng đá



H. 277 Hình con voi mamut do
người nguyên thủy vẽ

hang động và trên mặt trơn nhẵn của các vách đá, hoặc hình vẽ khác bằng đục (h. 277). Các nhà sử học, khảo cổ học và nhân chủng học đều cần các tài liệu đó để lập lại lịch sử loài người.

Nhưng các nhà địa chất cũng cần tìm hiểu các bức vẽ của người cổ, vì nhờ đó mà họ có được khái niệm về các động vật đã từng sống cùng thời gian với người cổ. Thí dụ, hình vẽ con voi mamut (h. 277), mặc dù thô sơ nhưng đã vạch được đúng dần hình dạng bên ngoài của thân thể con vật, vị trí các ngà và nhất là bộ lông phát triển nói lên rõ ràng là con vật sống trong điều kiện khí hậu lạnh. Về điểm này, ta thấy nó thực có giá trị, nếu ta đem so sánh hình vẽ cổ đó với mô hình lập lại của thân thể con voi mamut mà các bác học hiện đại đã làm được bằng cách dựa vào xác của con vật này mà người ta tìm thấy còn nguyên vẹn trong đất đóng băng vĩnh cửu ở Bắc Xibêri (xem hình 266).

Người ta cũng nghiên cứu lịch sử Trái đất qua các tài liệu, nghĩa là qua những dấu vết mà chúng ta đã nêu lên, và còn nhờ vào nhiều dấu vết khác do tất cả các quá trình địa chất để lại trong khi chúng tạo thành và làm biến đổi bộ mặt Trái đất. Toàn



H. 278 Thớ tầng xiên chéo trong sa thạch kỷ Đêvôn. Dãy núi Xalaia, Tây Xibêri

bộ những dấu vết đó lập thành một hồ sơ địa chất vĩ đại mà nhà địa chất phải tìm đọc và giải thích, cũng như nhà sử học đọc và giải thích các văn bản chép tay của một nhà lưu trữ quốc gia. Nhà địa chất theo dõi những dấu vết đó từng bước một, nghiên cứu chúng một cách cẩn thận, so sánh chúng với nhau và tổng hợp các nhận xét của mình nhằm đi đến kết luận cuối cùng. Nhà địa chất thực ra chính là người đi sưu tầm di tích.

Nghiên cứu các chỗ đá lộ, địa hình và khoáng sản có ích. Trong các chương trước, chúng ta đã mô tả các quá trình địa chất khác nhau và kết quả của chúng, nghĩa là các dấu vết do chúng để lại. Giờ đây chúng ta sẽ nêu ra một số thí dụ để thấy người ta làm thế nào để giải thích các tài liệu đó của hồ sơ Trái đất.

Chúng ta đương nghiên cứu một thung lũng miền núi cắt qua những tầng đá trầm tích uốn nếp — đá vôi, sa thạch và diệp thạch — và tìm thấy ở lòng sông và ở hai bên sườn thung lũng những tầng đá hoa cương, một loại đá không có ở một chỗ nào khác trong phạm vi thung lũng này. Chúng ở đâu đến? Chúng ta sẽ nói: rất có thể, đó là những tầng đá lang thang do một băng hà đưa đến; băng hà này đã từng có lúc chảy đến thung lũng này từ một thung lũng lân cận. Bằng cách nghiên cứu cẩn thận hình dạng của thung lũng, chúng ta sẽ nhận thấy rằng tầng trên lát cắt

ngang của nó, nó không có hình tam giác hay hình thang mà có hình hòm tức là có đúng hình dạng thông thường của các thung lũng có băng hà chảy qua (xem hình vẽ trong chương VI). Trên đáy thung lũng, chúng ta sẽ đi lên một thứ gờ ngang không rõ lắm hoặc trên một nhóm đồi nằm cạnh những hồ trũng ở giữa chúng; ở chỗ đó lộ chúng ta sẽ tìm thấy gờ nổi hay đồi được tạo nên bằng những tảng đá có kích thước khác nhau, gắn lại với nhau bằng sét và một số bị mài nhẵn và có khía rạch. Thực rõ ràng đây là một đồng băng tích cuối cổ. Các tảng đá lang thang, hình dạng của thung lũng và băng tích cuối cùng đều chứng tỏ rằng thung lũng này đã từng có lúc bị băng hà chiếm cứ và chính băng hà đã để lại những di tích này. Bằng cách tổng hợp các quan sát ở nhiều nơi trong thung lũng, chúng ta sẽ đi đến kết luận làm sáng tỏ cả một trang lịch sử của miền này, một trang nói về quá trình băng hà hồi xưa ở đó.

Ở một bờ dốc, chúng ta thấy một hệ dày gồm những lớp sa thạch bờ, hầu hết là cát, trong đó sự phân tầng, nghĩa là thể nằm của các lớp mỏng khác nhau, lại không song song với những mặt giới hạn trên và dưới của mỗi lớp, mà lại chạy xiên chéo khi thì sang bên phải, khi sang bên trái và nghiêng theo những độ dốc khác nhau. Sự phân tầng như vậy, gọi là phân lớp xiên (h. 278) và đặc trưng cho những trầm tích ở một môi trường trong đó dòng nước thường thay đổi luôn, thí dụ ở lòng sông, gần bờ biển hay hồ bằng phẳng, và trên những vùng có cát di động.

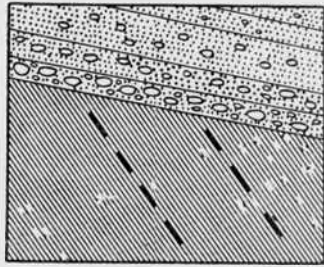
Dựa vào cả một loạt những dấu vết nhỏ, nhà địa chất có thể xác định rằng môi trường trầm tích của lớp cát dày này là môi trường lục địa dưới dạng cồn cát hay cồn cát lười liềm, môi trường sông hay trong môi trường nước yên tĩnh.

Ở sườn của một nương xói hay trên bờ sông, chúng ta tìm thấy một vách đứng mà ở phần đáy có những lớp đá trầm tích (thí dụ, điệp thạch) nghiêng mạnh về bên phải (h. 279). Chúng tựa như bị cắt ở phần giữa và bị phủ ở trên bởi một lớp cuội kết nghiêng nhẹ về cùng một phía; chúng ta sẽ xét đến các hòn cuội của đá cuội kết và nhận thấy rằng một phần các hòn đá cũng là loại điệp thạch đã thấy ở dưới, còn phần kia gồm những đá khác. Lên trên nữa trong lớp này ta thấy số lượng cuội giảm bớt và cuội kết chuyển dần sang sa thạch. Trong lớp sa thạch chúng ta tìm thấy những vết in hằn của các thực vật kỷ Jura và trong điệp thạch thì thấy có những vỏ của các thực vật thời Jura hạ.

Vết đá lộ này đã kể lại cho ta một câu chuyện dài; suy luận theo những lớp điệp thạch đã từng có lúc là bùn mịn trầm đọng ở xa bờ và dựa vào những loại các thực vật là những động vật bơi lội ở ngoài khơi, ta có thể biết rằng trong thời Jura hạ miền này có biển khơi che phủ.

Sau đó xảy ra biến vị mạnh, các lớp điệp thạch bị uốn nếp, các nếp uốn có lúc đã tạo thành một phần của miền núi, nhưng về sau lại bị xói mòn sâu sắc, và bên trên các lớp đó lại thấy trầm đọng một lớp cuội kết vào thời Jura.

Nhưng lịch sử tiếp theo thì không được rõ: trong sa thạch chúng ta chỉ tìm thấy dấu vết của thực vật và chúng ta không thể nói đó là một đợt biển tiến lên miền núi, hoặc lớp cuội kết trầm đọng ở đây là do sông xói mòn một thung lũng miền núi, hoặc ở bờ một cái hồ; hiện tượng này xảy ra vào lúc nào cũng không rõ lắm, vì các



H. 279 Biển tiến cuội kết ở trên diệp thạch cổ

di tích thực vật chỉ cho phép ta nói về tuổi chung của chúng là Jura. Như vậy là các tài liệu có trong vết lộ này không đầy đủ, và để làm sáng tỏ một số vấn đề chúng ta cần phải tìm thêm những vết lộ khác ở trong miền này. Chúng ta thường hay gặp những thiếu sót như vậy trong lịch sử Trái đất và chỉ có thể bổ sung một cách dần dần bằng những chi tiết nghiên cứu ở trong miền bởi nhiều nhà khoa học.

Không riêng thành phần, mà cả màu sắc các đá trầm tích và kích thước các hạt

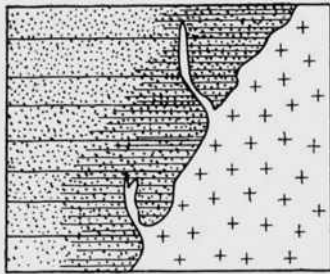
đá cũng đều quan trọng đối với người sưu tầm di tích. Màu đỏ cho biết rằng miền cung cấp vật liệu cho sa thạch, đá macnô và sét có khí hậu nóng nhưng đủ ẩm cho nên ôxyt sắt đỏ ít hydrat hóa mới hình thành, còn trong điều kiện khí hậu ẩm và ôn hòa, thì ôxyt sắt có màu vàng và độ hydrat hóa cao. Màu lục phần nhiều do các hợp chất ôxyt sắt và cho thấy rằng trên đáy bốn trũng có đá trầm tích lục tụ đọng, nước không đủ ôxy để làm cho prôtôxít bị ôxyt hóa hoặc là có những điều kiện làm thuận lợi quá trình khử ôxy của ôxyt khiến cho màu đỏ, màu vàng chuyển thành màu lục. Đất trầm tích có hạt rất mịn như diệp thạch và sét thuận cho thấy rằng chúng được tạo thành từ những hạt nhẹ nhất nổi lơ lửng trong nước biển ở cách xa bờ hoặc ở trong các bốn trũng trên lục địa là nơi mà chỉ có các hạt nhỏ như vậy mới được đưa đến. Các lớp sét thuận thường xếp xen với các tầng sét cát hay sa thạch có sét; điều đó nói lên rằng điều kiện khiến cho các vật liệu đó được vận chuyển tới bốn trũng thường xuyên bị thay đổi. Thí dụ, những lớp rất mỏng của sét thuận và sét cát được xếp xen kẽ nhau trong sét do băng hà sinh ra; các lớp thứ nhất trầm đọng vào mùa đông khi hiện tượng băng tan giảm nhiều và nước dưới băng chảy yếu chỉ lôi cuốn được những hạt mịn nhất, trong khi đó đến mùa hạ, nước trở nên phong phú và lôi cuốn thêm được cả cát. Đó là loại sét dải, mà số lớp đã cho phép nhà khoa học xác định thời gian rút lui của lớp băng ở miền Xcandinavi đã kéo dài trong bao nhiêu nghìn năm, như đã nói ở chương VI.

Như vậy, nhiệm vụ đầu tiên của nhà địa chất sưu tầm di tích là n g h i ê n c ú c á c c h ỗ đ á l ộ, nghĩa là những chỗ mà đá gòc lộ ra ngoài mặt ở miền cần nghiên cứu. Anh ta phải xác định có những loại đá nào lộ ra, thứ tự xếp sắp của chúng trong mỗi chỗ lộ, thành phần và màu sắc, vị trí nằm ngang hay biển vị của chúng, tính

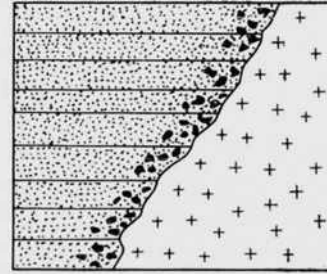
chất phù hợp hay không phù hợp của chúng. Anh ta phải đo được đường phương và độ dốc của các lớp nếu chúng bị xáo trộn, và vạch những khe nứt nếu chúng tạo thành những hệ thống đều đặn và chạy qua tất cả các lớp.

Nếu chỗ đá lộ gồm có đá hóa thành thì nhiệm vụ nghiên cứu của người sưu tầm di tích lại hơi khác. Đá xâm nhập sẽ biểu hiện hoặc dưới dạng một khối đồng nhất trong đó chỉ cần phải đo các khe nứt và sự xếp sấp của các tinh thể để có thể vạch lại hướng chảy của macma; hoặc anh ta có thể quan sát những thể vùi t h u ộ c một số đá khác bị macma thu thập trong quá trình xâm nhập, hoặc những thể dị ly nghĩa là những tập hợp của một trong số những khoáng vật nằm trong thành phần tạo đá (chẳng hạn, màu đen là mica đen, và hiếm hơn nhiều có màu trắng là fenspat và thạch anh).

Các đá núi lửa có thể cho thấy có tính phân lớp, nghĩa là tính chất xếp thành lớp của các dung nham có thành phần và kiến trúc khác nhau, hoặc sự phân lớp giữa dung nham và tuf. Trong trường hợp này người sưu tầm di tích phải đo thể nằm của chúng.



H. 280 Chỗ tiếp xúc giữa hoa cương trẻ và sa thạch cổ hơn (sa thạch ở bên trái, hoa cương ở bên phải)



H. 281 Chỗ tiếp xúc giữa hoa cương cổ và sa thạch trẻ hơn (sa thạch ở bên trái, hoa cương ở bên phải)

Sự có mặt của cả đá macma và trầm tích trong cùng một chỗ đá lộ, làm cho nhiệm vụ người sưu tầm di tích thêm khó khăn. Thí dụ, chúng ta tìm thấy đá hoa cương nằm tiếp với một lớp đá trầm tích gồm có sa thạch (h. 280). Một cuộc nghiên cứu cẩn thận về ranh giới của chúng, tức là c h ỗ t i ếp x ú c, sẽ cho thấy rằng sa thạch nằm sát cạnh đá hoa cương không bình thường mà bị biến đổi, biến chất và ở chỗ này hoặc chỗ khác thấy có những mạch mỏng xuất phát từ đá hoa cương cắt vào lớp sa thạch. Điều đó đủ nói lên rằng đá hoa cương trẻ hơn sa thạch, trong khi đó thì các hóa thạch tìm thấy trong sa thạch sẽ giúp ta xác định tuổi của hoa cương. Thí dụ, nếu chúng có tuổi Đêvôn thượng thì đá hoa cương phải trẻ hơn tuổi Đêvôn.

Ở chỗ đá lộ khác trong vùng này, chúng ta sẽ tìm thấy cũng loại đá hoa cương đó nằm liền với một lớp sa thạch, thoạt nom thấy cũng giống loại nói trên (h. 281);

nhưng khi nghiên cứu chỗ tiếp xúc sẽ thấy không có mạch hoa cương trong sa thạch và sa thạch cũng không bị biến đổi mà lại chứa những mảnh vụn và những hạt rời rạc của hoa cương ở gần chỗ tiếp xúc. Điều đó chứng tỏ rằng hoa cương già hơn: không những nó đã cứng rắn rồi, mà còn bị tác dụng xói mòn làm lộ ra ngoài mặt và chính sa thạch đã trầm đọng lên trên mặt bào mòn của nó (h. 282).

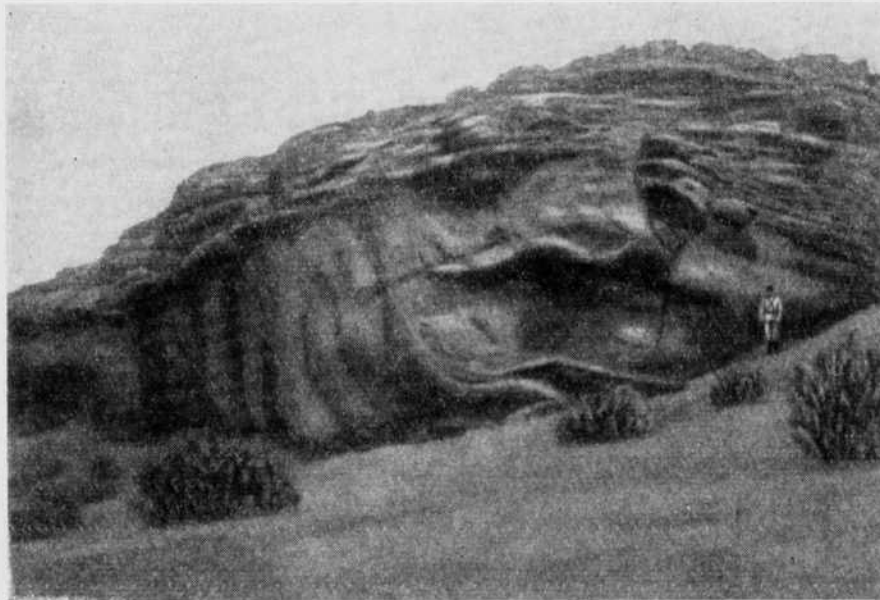
Nếu chúng ta tìm thấy hóa thạch có tuổi Pecmi hạ chẳng hạn trong lớp sa thạch, chúng ta có thể kết luận rằng hoa cương già hơn Pecmi và do phôi hợp kết quả của hai chỗ lộ chúng ta sẽ xác định được là thể xâm nhập hoa cương xảy ra trong kỷ Cacbon và vào lúc đầu đúng hơn là vào lúc cuối, vì sự xói mòn của thể xâm nhập tất phải xảy ra trong một thời gian khá dài.

Nghiên cứu địa hình. Nhiệm vụ thứ hai của nhà địa chất — sưu tầm di tích, đi đôi với nhiệm vụ thứ nhất, là nghiên cứu địa hình của miền, vì người ta cần biết quan hệ của nó với thành phần và cấu trúc của Trái đất để nắm được lịch sử của miền. Nhà địa chất đó phải xét xem có phải miền này là một bộ phận của miền núi, miền bình sơn nguyên hay đồng bằng, hoặc là một phôi hợp của những dạng đó, miền núi đó có những dạng sắc cạnh gọi là kiểu Anpi hoặc có dạng tròn hơn và nhẵn hơn và gọi là núi có độ cao trung bình, hoặc chúng gồm những phần phẳng hay những dãy hoặc nhóm đồi. Các dạng của những phần dâng cao, tính chất của các sườn, của thung lũng sông và chiều rộng của chúng, sự có mặt hoặc vắng mặt của các bậc thềm sông, các đặc trưng của lòng sông và dòng sông, v. v... đều giúp cho nhà địa chất xác định mức độ của chu kỳ xâm thực đương diễn ra trong miền. Tuổi, thành phần và thể nằm của các đá ở chỗ đá lộ phôi hợp với địa hình sẽ giúp nhà địa chất nắm được một số chi tiết về lịch sử của nó, nhưng dù sao nó vẫn phụ thuộc vào tình trạng tốt xấu của chỗ đá lộ, tính quán triệt của việc nghiên cứu, kinh nghiệm và tính cần cù của người sưu tầm di tích.

Để làm thí dụ, chúng ta hãy xét một bán bình nguyên, mức độ già cỗi trong chu kỳ xói mòn. Các đồi bằng hay còn gọi là núi sót hoặc ngọn làm chúng nổi lên đó đây ở trong vùng; ở một số địa phương chúng ta thấy một dãy đá cứng, một chỗ lộ đá hoa cương đã bào nhẵn nổi lên giữa bụi cỏ hoặc các vụn của nó phủ trên mặt đất giữa cỏ cây; trong một nương xói, chúng ta thấy những chỗ lộ của nhiều lớp vôi, sa thạch hay diệp thạch bị phá hủy. Nhà địa chất sưu tầm di tích sẽ nghiên cứu tất cả các tài liệu đó mà thoạt nom tưởng kém quan trọng. Anh ta sẽ đo vị trí của các lớp, đường phương và độ dốc, sẽ xác định thành phần của tất cả các chỗ lộ, sẽ cõ tìm hóa thạch trong đá, sẽ ước định tuổi của các lớp và tính liên tục của các sự kiện quá khứ, sẽ đưa những nhận xét lên bản đồ của miền và sẽ kể lại cho người bạn đường không chuyên môn của anh ta (là người đi giúp anh trong công tác) toàn bộ lịch sử của miền: nói về các núi đã từng có lúc nổi lên tại đồng bằng này, nói về các loại đá trong miền và đường phương của các nếp uốn. Anh cũng sẽ kể cho người bạn rằng: những núi này có núi lửa hay các khối đá macma ở sâu không, chúng thành tạo vào lúc nào và

bị phá hủy vào lúc nào. Khi nghiên cứu các dấu vết tức là tài liệu về các sự kiện quá khứ — nhà địa chất sưu tầm di tích đoán ra lịch sử của miền mà bạn đồng hành của anh đã đi qua hàng bao nhiêu năm mà vẫn không biết rằng mình đi trên những di tích cuối cùng của các núi Anpi, không biết là miền mình đi qua xưa kia là miền núi cao và ngồi một cách bình tĩnh lên trên có ở một điểm trước đây đã có lúc sôi sục dung nham núi lửa (h. 283).

Nhiệm vụ thứ ba của nhà địa chất sưu tầm di tích cũng được tiến hành đồng thời với hai nhiệm vụ trên là tìm kiếm và nghiên cứu các loại khoáng sản có ích khác nhau có thể có trong các đá trên miền nghiên cứu. Anh ta phải xác định phẩm chất và thể nằm của chúng và căn cứ trên các tài liệu đó mà hiểu rõ là khoáng sản phát hiện được có đáng tiền hành thăm dò hay không, vì nếu thăm dò thì cũng không thể quyết định rằng trong các chỗ lộ có nhiều khoáng sản hay ít, nghĩa là nó có tầm quan trọng thực tế hay không? Nếu đó là một chỗ lộ tốt thì có thể sơ bộ đánh giá dự trữ khoáng sản có ích bằng những quan sát tại chỗ và bằng nghiên cứu trong phòng thí nghiệm; các phân tích sẽ xác định tỷ lệ quặng hay các khoáng vật khác trong mạch, trong khoáng tầng hay trong đá: Nếu chỗ lộ đá không đủ để suy luận thì cần phải thăm dò tức là đào những giếng thăm dò, đào những hào sâu nhiều hay ít ở



H. 282 Sa thạch kỷ Jura nằm trên hoa cương cổ hơn. Còctan ở chân núi phía Bắc của dãy Zaia, Zungari

trên sườn hay trên đồng bằng và khoan nhiều lỗ khoan. Đó là nhiệm vụ thăm dò. Trong công việc này, nhờ có những phát minh ra các loại máy chính xác, nên người ta đã có thể áp dụng những phương pháp địa vật lý trong những năm gần đây; các phương pháp này căn cứ trên sự xác định từ tính, tính dẫn điện, trọng lực và sự lan truyền sóng động đất sinh ra trong các đứt gãy trong các loại đá và khoáng sản có ích khác nhau.

Trong quá trình tìm kiếm khoáng sản có ích, người sưu tầm di tích phải chú ý đến những di tích của những công trình khai thác quặng cũ — những hồ hình phễu, những lỗ hở hình khe, những hầm mỏ và lò đã lập, những chỗ tích tụ xỉ cũ và những chỗ luyện quặng, v. v... các trầm tích trong đó quặng đã được khai thác từ thời thượng cổ cũng có thể tìm thấy khoáng sản gần các mỏ cũ này.

Các hóa thạch, sưu tập và bảo tồn của chúng. Chúng ta đều đã biết rằng di tích các động và thực vật cổ được chôn vùi trong các lớp đá trầm tích đều rất quan trọng để xác định tuổi tương đối của các tầng đá chứa chúng. Không những chúng cho biết tuổi mà còn cho biết rõ cả môi trường bao quanh chúng trong thời chúng còn sống. Thí dụ, di tích của tảo cho thấy các đá chứa chúng trầm đọng trong nước, di tích các cây cối lục địa làm cho ta nghĩ đến trầm tích trong hồ, đầm lầy hay biển nhưng gần bờ (nếu những lớp chứa chúng lại xen kẽ với những tầng chứa xác sinh vật ở biển).

Xương các động vật có vú ở lục địa thường gặp được trong các trầm tích lục địa hay hồ. Các loại sò có vỏ mảnh dày thường sống ở biển nông là nơi mà sức sóng lan xuống đến đáy, còn các loại sò có vỏ mỏng thường sống ở chỗ sâu. Hóa thạch san hô khiến ta nghĩ đến nước biển ấm, một số động vật nhuyễn thể thường ưa nước lạnh. Răng cá mập chỉ tìm thấy trong các trầm tích biển, trong khi đó xác của cá Cỏ sinh đại thường gặp trong các trầm tích của sông, vụng và biển nông. Vết in hân của sâu bọ chỉ thấy trong các trầm tích lục địa.

Các trầm tích biển, đặc biệt trong vùng nước nông, thường chứa nhiều hóa thạch hơn các trầm tích lục địa, và quần hệ động vật ở trong đó cũng đa dạng hơn nhiều, chúng thường chứa nhiều bọt biển, san hô, huệ biển, sao biển, cầu gai, các loại nhuyễn thể, uyển túc và giáp xác. Chỉ những dạng thấp nhất như nhiều loại trùng lỗ, trùng tia và tảo silic là có thể tìm thấy trong các trầm tích nước sâu.

Trong các trầm tích lục địa, các di tích cây cối thường có nhiều hơn di tích động vật, dù rằng ở một số chỗ thì các di tích động vật lại rất phong phú và xương của động vật có xương sống tạo thành những lớp liên tục, thí dụ, các trầm tích Pecmi dọc sông Bắc Đovina, các trầm tích Triat ở vùng Kirôp và các trầm tích Crêta và Đệ tam ở Bắc Mỹ, Mông-cô và Cazăcxtan.

Các đá trầm tích thường hay chứa hóa thạch, nhất là đá macnô, đá vôi có bitum và đá vôi lẫn sét, cát vôi và cát có glôcôni, và thường hay có trong sa thạch và điệp thạch sét. Đá quăczit và sa thạch thạch anh thường rất nghèo di tích hữu cơ; các đá

cuội kết chỉ có thể chứa những di tích lớn và cứng rắn chịu được ma sát, va chạm của cuội và đá tảng ở đới sóng vỗ hay ở lòng sông; thí dụ như xương và răng động vật có xương sống, mảnh vỏ dày của các loại sò và cành cây. Các di tích hữu cơ, đặc biệt của các động vật thường là nguồn gốc sinh ra những kết hạch giàu chất vôi hoàn toàn bao quanh lấy hóa thạch và chỉ khi nào đập vỡ các lớp ngoài của kết hạch mới tìm thấy hóa thạch ở trong lõi. Trong đó thường có cục thạch, nhiều loại nhuyễn thể khác, cá, xương động vật có xương sống, có khi cả bộ xương nằm bên trong còn bên ngoài là các lớp kết hạch càng ngày càng lớn dần. Như vậy cần đập vỡ các kết hạch gặp trong các lớp đá trầm tích để xem chúng có chứa hóa thạch không. Tất nhiên là không có di tích hữu cơ trong đá xâm nhập; chúng cũng rất hiếm trong đá núi lửa, nhưng trong đá tuf, đặc biệt trong loại có hạt mịn và phân tầng rõ ràng, chúng ta thỉnh thoảng tìm được những vết in hằn rất tốt, nhất là của thực vật.

Hóa thạch có thể có trong đá hoặc riêng biệt hoặc có thể tụ tập rất nhiều và còn có thể tạo được cả một lớp liên tục. Thí dụ, các lớp như vậy có thể hình thành do



H. 283 Hiện tượng biến tiền trong trầm tích kỷ Đệ tam hạ (đồi trắng ở phía sau) trên những lớp than bị biến vị mạnh (đồi xám ở phía trước). Tuzodi-Jélansic, bồn trũng Tugai, Cazácxtan

san hô, tảo, uyển túc, loài nhuyễn thể, xương và các mảnh xương. San hô tạo thành toàn bộ những ám tiêu hóa thạch, tảo sinh ra những tầng dày, còn vỏ sò ốc sinh ra những lớp vỏ sò ốc. Cây cối phần lớn tạo thành những vết in hằn trong các lớp đá mỏng và có thể có rất nhiều trên toàn bề mặt. Các lớp và mạch than chủ yếu gồm những vật liệu thực vật đã biến hóa thành một khối liên tục, những dạng cá biệt (lá và cành) thường khó phân biệt riêng lẻ, dù rằng có những vết in hằn rất đẹp trong đất hoặc trong mái của một lớp than.

Di tích các động vật không xương sống thể hiện dưới dạng những bộ phận cứng của thân như vỏ của các loại nhuyễn thể và uyển túc, cuông và «tay» của các huệ biển, vỏ và gai của các loại cầu gai, vỏ của trùng lỗ và xác cứng của giáp xác. Vật chất nguyên thủy của các bộ phận đó đã được thay thế bằng cacbonat vôi, hiem hơn thì bằng ôxyt silic và đôi khi bằng pyrit lưu huỳnh; vị trí trước đây của những phần mềm của thân cũng được đá chui vào lấp đầy.

Xương riêng biệt hay toàn thể bộ xương, sừng và răng động vật có vú, giáp cứng của các loại cá có giáp, của các loại bò sát và lưỡng cư cũng như các loại răng và gai của chúng cũng thường được bảo tồn. Chỉ trong những trường hợp đặc biệt, trong thứ đất đóng băng vĩnh viễn ở Xibêri và trong nhựa than ta thấy bảo tồn cả những phần mềm như phủ tạng và da.

Những phát hiện này đều có giá trị khoa học đặc biệt lớn lao. Nhờ đó mà ta có thể lập lại được một cách chính xác mô hình của loại tê giác có lông và voi mamut; trong khi đó thì việc lập lại mô hình các động vật cao đẳng khác do một số bác học đã thứ làm tất nhiên không được đảm bảo là đúng hoàn toàn, vì người ta thường căn cứ vào các bộ xương, lắm khi cũng không đầy đủ và không có tài liệu về tính chất và màu sắc của bộ da bên ngoài.

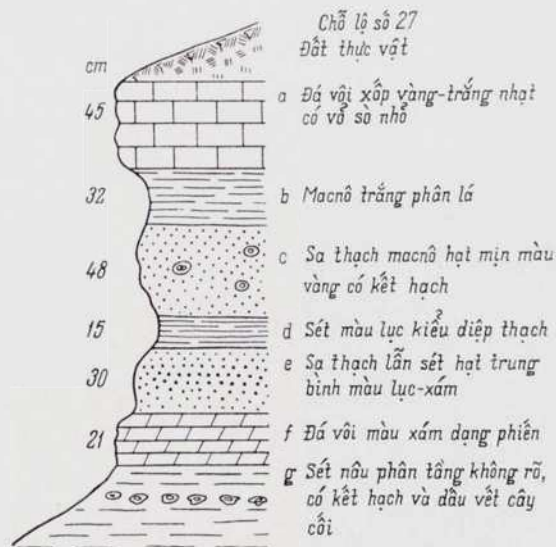
Bao giờ cũng dễ tìm thấy di tích động vật nhất trong lớp ngoài bị phong hóa của đá, ở những chỗ đá lộ và những đồng đá lở ở dưới chân đồi vì chúng có khi có thành phần khác và rắn hơn đá chứa chúng và do đó, chúng lồi ra khi đá bị phong hóa và được giải thoát, khi đá bị phá vụn. Vì vậy nên nhà địa chất sưu tầm di tích trước hết quan sát kỹ những sản phẩm nhỏ của tác dụng phong hóa ở trong đồng đá lở ở trên mặt các tầng đá, dưới chân đồi và ở ngay trên mặt chỗ đá lộ. Nếu đá có chứa một loại hóa thạch động vật nào, thể nào cũng nom thấy nó khi quan sát cẩn thận. Những hóa thạch lấy được trong đá lở và trong các khối riêng biệt không nên để lẫn với các hóa thạch lấy được ở chính chỗ đá lộ, vì các loại kia có thể rơi từ những tầng khác xuống. Trong quá trình nghiên cứu địa chất, mỗi chỗ đá lộ được đánh một số riêng trong phần mô tả và trên bản đồ trong khi đó thì các lớp đá khác nhau trong chỗ lộ lại mang thêm những số hiệu bằng tự mẫu kèm theo với số hiệu của chỗ lộ. Hóa thạch lấy được tại chỗ đá lộ cũng lại mang một con số với một tự mẫu tương ứng với tầng chứa chúng, trong khi đó các hóa thạch lấy được trong đá lở sẽ chỉ mang một con số (h. 284).

Các hòn cuội trong lòng sông hay suối cũng nhiều khi là một hóa thạch bị mài tròn và có thể dùng làm mốc để đi tìm vết lộ của thứ đá tương ứng ở phía thượng lưu.

Sau khi tìm thấy di tích hữu cơ trong một chỗ lộ đá thì phải gỡ nó khỏi đá bằng búa và đục, nên cố gắng gỡ lấy một miếng đá to, trong đó có hóa thạch; để rồi sau có thể tách thật cẩn thận thành những lớp nhỏ, hoặc ghè dần các cạnh thừa nếu đá không phân lớp. Tất nhiên, không được đập búa vào chính hóa thạch. Một miếng đá chứa nhiều di tích thì tốt hơn hết là nên đem cả về nhà để gỡ dần cẩn thận khi có thì giờ. Nếu đá mềm, phải lấy hóa thạch một cách rất thận trọng cùng với đá bao quanh bằng một cái đục, các hóa thạch lấy được trong nhiều lớp khác nhau thuộc cùng

một chỗ đá lộ, và dĩ nhiên những loại lấy được từ những điểm lộ khác nhau đều không được để lẫn lộn. Không nên chú quan dựa vào trí nhớ; phải cho ngay mỗi mẫu một con số và một tự mẫu, viết bằng bút chì không phai ngay trên mẫu hoặc trên một nhãn và phải gói mẫu vào miếng giấy.

Các vết hằn của thực vật trên mặt phân lớp của diệp thạch hay sa thạch phần lớn gồm màng than rất mỏng dễ vỡ. Muốn vận chuyển cần phải che lên trên mặt một miếng bông rồi đem gói trong giấy. Người ta cũng dùng bông để bảo vệ các vỏ sò dòn, những xương nhỏ, những vết in hằn của sâu bọ, v. v... Các loại vỏ sò nhỏ và những di tích khác thường được bảo vệ tốt nhất trong hộp hay trong ống bơ sắt; cần đặt chúng giữa lớp bông và kèm theo nhãn chỉ rõ điểm lộ và lớp đá chứa chúng. Các gói hóa thạch được mang về nhà (hay đưa về trại của sưu tầm di tích) trong một balô hay túi dệt (hoặc một cái rọ hay bị thủng), rồi được xem lại, kèm thêm nhãn viết lại cẩn thận chỗ lấy được, sau đó mới đóng hòm. Để tránh lẫn lộn trong khi xem xét và so sánh, cần viết rõ lên mỗi mẫu số hiệu của nó bằng bút chì không phai. Nếu cần gửi các mẫu về một thành phố khác bằng bưu kiện, cần phải đặt chúng trong lớp bông và giấy, rồi xếp chúng chặt chẽ với nhau trong hòm gửi.



H. 284 Mẫu vẽ sơ đồ và ghi chép về vết lộ đá vào sổ tay người địa chất

Muốn gỡ các hóa thạch từ những kết hạch chứa chúng thì tốt nhất là nên nung chúng trên lửa nhỏ, khi đốt đã đủ nóng (tuy nhiên không nung đỏ) sẽ đặt chúng vào trong nước hoặc tưới nước. Kết quả là kết hạch sẽ vỡ thành mảnh theo bề mặt của hóa thạch và giải thoát nó. Xương các động vật có xương sống thường chứa trong những kết hạch to lớn chỉ có thể gỡ được ra trong những đợt khai quật chuyên môn và do những người có kinh nghiệm làm. Nếu người sưu tầm di tích phát hiện được những kết hạch như vậy, anh ta chỉ cần ghi lại và biên rõ địa điểm chính xác trên bản đồ, rồi báo cáo về cho Viện Hàn lâm khoa học hoặc cho một trường đại học để ở đó người ta tổ chức việc khai đào. Trong một số trường hợp, các xương như thế có thể chứa trong sét, đất sét thịt, cát hay sa thạch nhưng trong tình trạng hủy hoại đến nỗi chúng rất dễ bị bỏ vụn khi ta muốn gỡ ra; một người tìm kiếm ít kinh nghiệm không nên thử gỡ chúng ra làm gì, mà chỉ nên ghi lại, vạch rõ địa điểm trên bản đồ, rồi báo cáo địa điểm, vì cách gỡ những di tích như vậy đòi hỏi những phương pháp đặc biệt và nhiều kinh nghiệm.

Trang bị của người sưu tầm di tích. Ở đây, chúng tôi sẽ không mô tả trang bị của một nhà địa chất chuyên môn đi công tác trong một cuộc khảo sát, vì có thể xem trong những cuốn sách thích ứng. Chúng tôi chỉ nêu ra đây cách trang bị của một nhà địa chất nghiệp dư muốn học những phương pháp làm việc ngoài trời và nghiên cứu địa chất trong miền anh ta ở.

Trang bị của một nhà địa chất-sưu tầm di tích gồm có một cái búa, một cái đục, một địa bàn địa chất, một cuốn sổ tay, một kính lúp, một cái balô hay túi, một mớ giấy gói và bông.

C á i b ú a (nếu có thể kiếm được) — gọi là búa địa chất, có một đầu dẹt và một đầu nhọn nằm thẳng góc với cán, hoặc nó có hình tháp như một cái cuốc của người thợ mỏ; loại sau tiện cho công tác trên đá vụn bờ, loại thứ nhất tiện cho công tác trên đá rắn. Búa phải có kích thước trung bình, đầu búa nặng chừng 500 gam. Nếu không có búa địa chất thì cũng có thể dùng búa thợ rèn hay búa thường, nhưng không nên dùng búa mềm khi cần đập đá cứng, vì nó sẽ bị bẹp hay mẻ khi đập và chóng hỏng.

C á i đ ụ c là một đoạn thép dài 12—15 centimet và nặng khoảng 250—500 gam, vát sắc một đầu còn một đầu có tiết diện tròn hoặc chữ nhật. Đục sắt thì cần phải có đầu sắc cạnh bằng thép, vì có thể mới đục được khoáng vật, hóa thạch và để lấy những mẫu đá. Khi làm việc thì đầu sắc đặt vào trong khe nứt và dùng búa đập vào đầu dẹt.

Đ ị a b à n đ ị a c h â t khác với địa bàn bỏ túi thường ở chỗ là hộp được gắn vào một tấm nhôm hay đồng hình vuông hay chữ nhật dẹt cùng với bảng chia độ và kim nhiễm từ, ở chỗ là hai phương *E* và *W* nghĩa là Đông và Tây lại đảo ngược nhau về vị trí. Bảng chia độ theo ngược hướng chạy của kim đồng hồ, nó được chia từ 0° đến 360°. Thêm vào đó còn có một quả dọi nhỏ có kim nhọn được mắc ở dưới kim

địa bàn và chạy trước một bảng ghi từ 0° đến 90° ở cả hai bên của điểm E và dùng để đo độ dốc của lớp. Khi mua địa bàn cần chú ý xem nó có nút hãm kim địa bàn dưới dạng một cái núm ở ngoài ô địa bàn (nó phải ép kim địa bàn vào mặt kính khi để địa bàn vào trong bao đựng) và phải xem xem nó có nhạy không và kim có dao động tốt không, dao động cứ giảm dần. Hộp địa bàn cần có một cái nắp bằng đồng hay bằng nhôm. Nên có một túi bằng da hay bằng vải cứng để đựng địa bàn. Các địa bàn làm bằng nhựa hiện nay cũng dùng được.

Kính lúp có khung bằng kim loại, sừng hay xương. Một chiếc kính lúp bội số 5 là tốt nhất.

Cuộn sổ tay và bút chì là những thứ rất cần để ghi lại những nhận xét; rất nên có giày kẻ ô để vẽ vết lộ.

Cái túi rất cần để chứa và mang các mẫu thu lượm được, để đựng thức ăn trong những hành trình dài, và một mớ giấy và bông. Một cái balô thì chứa đượ nhiều và không cản trở công tác, tuy rằng mỗi lần cần bỏ vật gì vào hay lấy ra thì lại phải tháo ở sau lưng ra. Các thứ túi lưới mà người đi săn thường dùng và những túi đi đường đeo bằng quai lên trên vai cũng đều tốt cả.

Giày và bông rất cần để gói mẫu đá và hóa thạch, kèm theo với nhãn và số hiệu để tránh lẫn lộn trong khi vận chuyển.

Người sưu tầm di tích cần có nhiều túi nhỏ để đựng các mẫu đá bỏ và dễ vụn; người ta thường làm bằng giấy. Nhưng tốt hơn hết là nên có 20 đến 30 túi nhỏ (dài 15—16 cm và rộng 10 cm) làm bằng vải thô hay vải bao tải có dây rút và đánh số bằng bút chì không phai; tốt nhất là nên để các mẫu đá lượm được vào trong những túi đó theo thứ tự thu lượm, người sưu tầm di tích chỉ ghi vào sổ tay số túi chứa mẫu lấy được ở một vết lộ. Nếu làm thẻ thì đỡ phải gói mẫu vào giấy và viết nhãn ngay ở ngoài trời. Tất cả những việc đó sẽ chỉ phải làm ở nhà khi tiến hành xếp loại các mẫu của sưu tập và các túi đó lại được tự do để dùng cho đợt khảo sát sau.

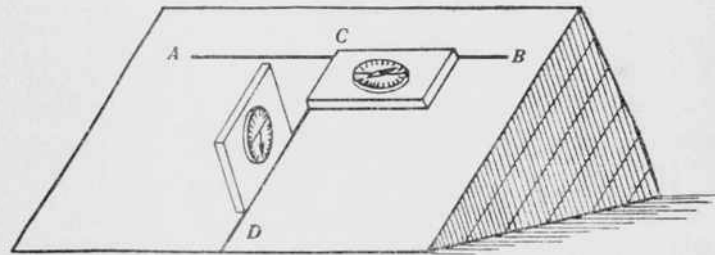
Việc ghi nhận ký một cách chi tiết (bằng mực vào cuộn vở) tất cả những nhận xét thu lượm được trong đợt khảo sát là rất có lợi. Lúc ở ngoài trời, các nhận xét chỉ được ghi vào sổ tay một cách vội vã và ngắn gọn khi mô tả chỗ đá lộ. Ở nhà, khi trí nhớ còn chưa bị lu mờ, cần ghi lại những chi tiết và cần vẽ lại cẩn thận bằng bút chì màu.

Kích thước mẫu có thể lấy từ 3×5 đến 7×10 cm (đây là nói về chiều rộng và chiều dài; còn bề dày thì tùy theo tính chất của đá, nhưng nói chung không vượt quá bề rộng). Một người sưu tầm di tích trẻ tuổi không cần thiết lấy những mẫu to. Cần ghè đẽo các phía và cạnh của miếng mẫu cho nó để lộ những chỗ tươi hơn là lấy bề mặt đã bị phong hóa. Tất nhiên, không được ghè đẽo các hóa thạch. Các mẫu cần được đựng trong những hộp giấy cứng dẹt có kích thước bằng mẫu.

Người sưu tầm di tích cần có một dao cùn để gọt bút chì và để thử độ cứng của khoáng vật và đá. Nên có một cái thước có độ dài một thước để đo độ dày của các lớp và mạch.

Nếu có thể, người sưu tầm di tích nên có một bản đồ địa hình tốt của miền; nó sẽ rất cần để định hướng, để chọn đường và để ghi những chỗ lộ đá quan sát. Cần cắt bản đồ thành nhiều mảnh vừa bỏ túi và bôi chúng lên vải màn hay vải thô, vì một bản đồ bằng giấy mà gấp nhỏ nhiều như vậy sẽ chóng rách theo chỗ đường gấp nếu ta luôn mang theo trong túi. Cần giữ bản đồ cẩn thận cho khỏi bị ẩm và nếu có bị ẩm thì cần phải phơi ngay cẩn thận và là phẳng.

Nên có một máy ảnh xách tay để chụp địa hình của miền và chụp những chỗ lộ đá, thêm vào với việc mô tả chúng.



H. 285 Đo đường phương và độ dốc của địa tầng

Để kết thúc, chúng ta nêu lên cách xác định thể nằm của tầng đá trầm tích bằng địa bàn. Ở vị trí nằm nghiêng, mỗi lớp lại có một đường phương nhất định và dốc theo một góc nhất định về phía này hay phía nọ. Đo đường phương, hướng dốc và góc dốc tức là xác định thể nằm của lớp đá. Bạn hãy chọn một mặt phẳng nhẵn trên mặt phân tầng của một lớp ở chỗ lộ và đặt địa bàn lên trên với cạnh dài của tâm đáy nằm theo vị trí ngang bả n g; lấy bút chì kẻ một đường dọc theo rìa cạnh đó bạn sẽ được đường phương AB. Sau khi thả lỏng núm hãm kim địa bàn và chờ cho kim đứng yên, bạn hãy ghi con số đọc được theo một đầu kim. Giả thiết rằng một đầu kim địa bàn chỉ NO 40° còn đầu kia chỉ SW 222°. Như vậy tức là đường phương có phương vị là NO 40° hay SW 220°; nên ghi theo đầu Bắc thì tiện thông nhất hơn. Bây giờ lại quay tâm đáy của địa bàn 90° nghĩa là đặt cạnh hẹp của nó dọc theo đường phương, nhưng sao cho đầu Bắc của tâm đáy, nghĩa là phần bảng ghi độ có vẽ chữ N theo hướng dốc của lớp. Chỉ ghi theo đầu B ắ c chứ không ghi theo đầu Nam của kim nam châm. Thí dụ, nó chỉ NW 310°; như vậy tức là lớp có đường phương Tây-Nam — Đông-Bắc và có hướng dốc theo phía Tây-Bắc. Phương vị của hướng dốc

bao giờ cũng phải khác phương vị của đường phương một góc là 90° , vì đường dốc bao giờ cũng thẳng góc với đường phương (h. 285).

Giờ lại lật tấm đáy địa bàn về bên và đặt nó nằm thẳng đứng với cạnh dài trên đường dốc CD ; quả dọi quay quanh trục đỡ kim nam châm sẽ chỉ rõ góc dốc nghĩa là độ dốc của lớp, chẳng hạn là 32° . Kết quả của đo lường sẽ được ghi lại như sau:

Đường phương $NO\ 40^\circ$; độ dốc $NW\ \angle\ 32^\circ$.

Chúng ta không ghi phương vị của hướng dốc, vì nó chỉ khác phương vị của đường phương có 90° . Do đó có thể chỉ ghi có độ dốc thôi, nhưng lúc đó cần ghi cả phương vị của nó nghĩa là $NW\ 310^\circ\ \angle\ 32^\circ$. Cách ghi như vậy đủ xác định được ngay đường phương là $NO\ 40^\circ$.

Nếu người sưu tầm di tích chỉ có một địa bàn bỏ túi thường đựng trong hộp tròn, anh ta chỉ có thể xác định đường phương và hướng dốc một cách ắt chùng bằng mắt, bằng cách xem đường phương lệch với đường Bắc-Nam của địa bàn đặt theo đường kim địa bàn chỉ là bao nhiêu độ đem so với hướng dốc của lớp. Góc dốc cũng phải ắt chùng bằng mắt.

Đường phương và độ dốc của các mạch và khe nứt cũng được đo như đo các lớp trên một mặt bằng. Nếu không tìm thấy mặt nào bằng phẳng cả thì phải đo bằng mắt trong không khí và như thế tất nhiên không được chính xác bằng.

* * *

*

Chúng tôi kết thúc cuốn sách này ở đây, trong đó chúng tôi đã cố gắng nêu rõ tầm quan trọng thực tế của khoa học về Trái đất, cũng như đã giải thích cái gì có thể quan sát và quan sát như thế nào, với một ít tập dượt và với những dụng cụ đơn giản nhất. Song ở bất cứ nơi nào, người địa chất nghiệp dư sẽ tìm được đủ tài liệu để quan sát về thành phần và cấu trúc của Trái đất và mối liên quan của nó với địa hình hiện đại. Anh ta có thể phát hiện và thu lượm hóa thạch, mô tả những chỗ đá lộ đáng chú ý, tìm ra những dấu hiệu của các khoáng sản có ích và trở thành một người am hiểu về miền lân cận. Mục đích của cuốn sách này là giới thiệu cho anh ta những nguyên lý của địa chất học và giúp anh ta trong công tác nói trên.

MỤC LỤC

Mở đầu	3
I. Dòng suối thử thi những gì?	7
II. Có thể học được cái gì ở trên bờ biển	32
III. Nước hoạt động như thế nào ở dưới đất.	51
IV. Các tác nhân hủy hoại đá	66
V. Hoạt động của gió trên mặt Trái đất	88
VI. Các đá du hành	114
VII. Các sản phẩm của lòng Trái đất	147
VIII. Sự tạo thành và phá hủy các núi.	181
IX. Tại sao Trái đất lại rung động khi ở chỗ này khi ở chỗ khác	215
X. Sơ lược về lịch sử Trái đất	229
XI. Những tai họa trong lịch sử Trái đất.	259
XII. Trái đất chứa những tài nguyên gì	291
XIII. Người sưu tầm di tích trẻ tuổi	310

