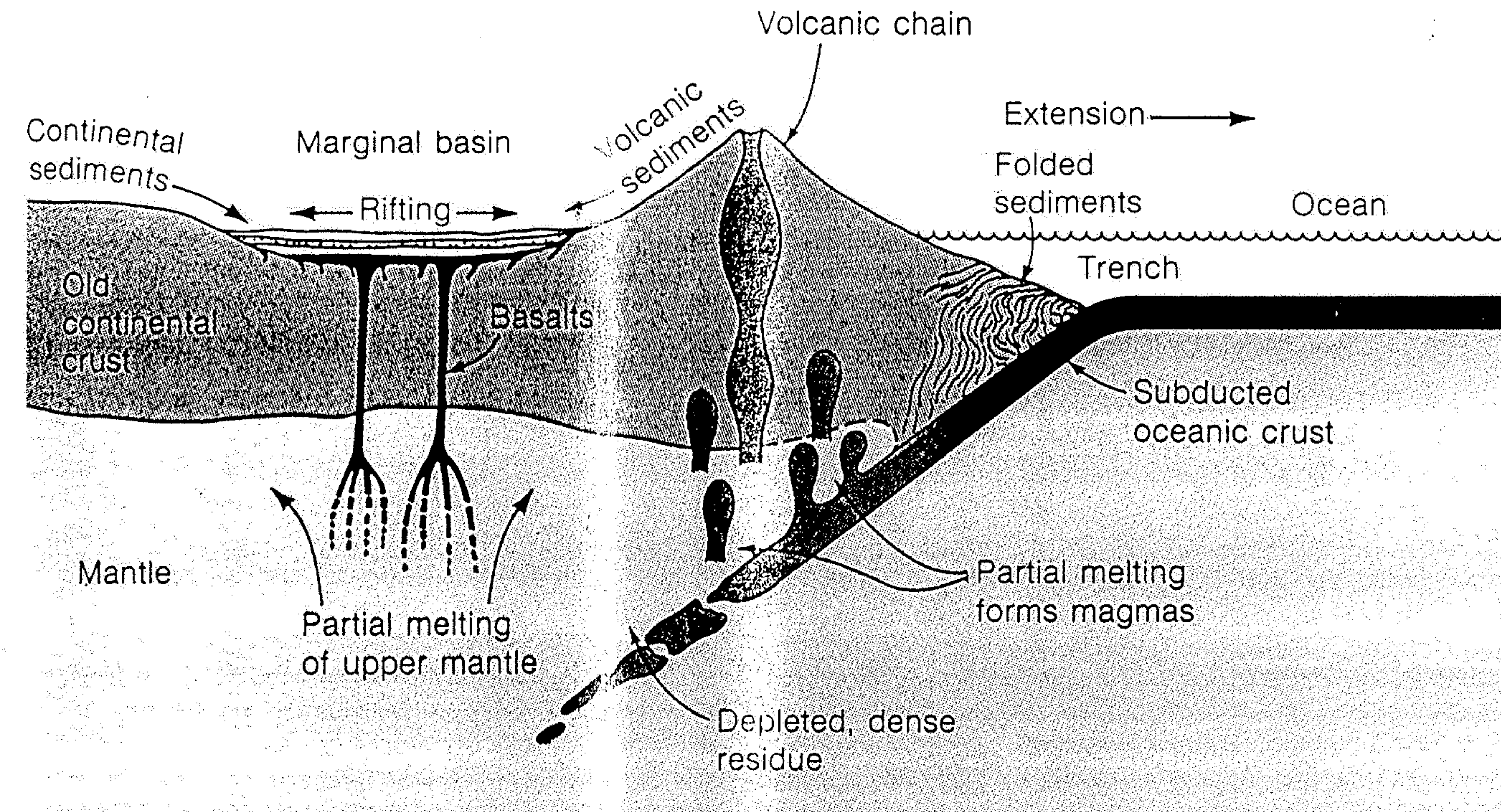
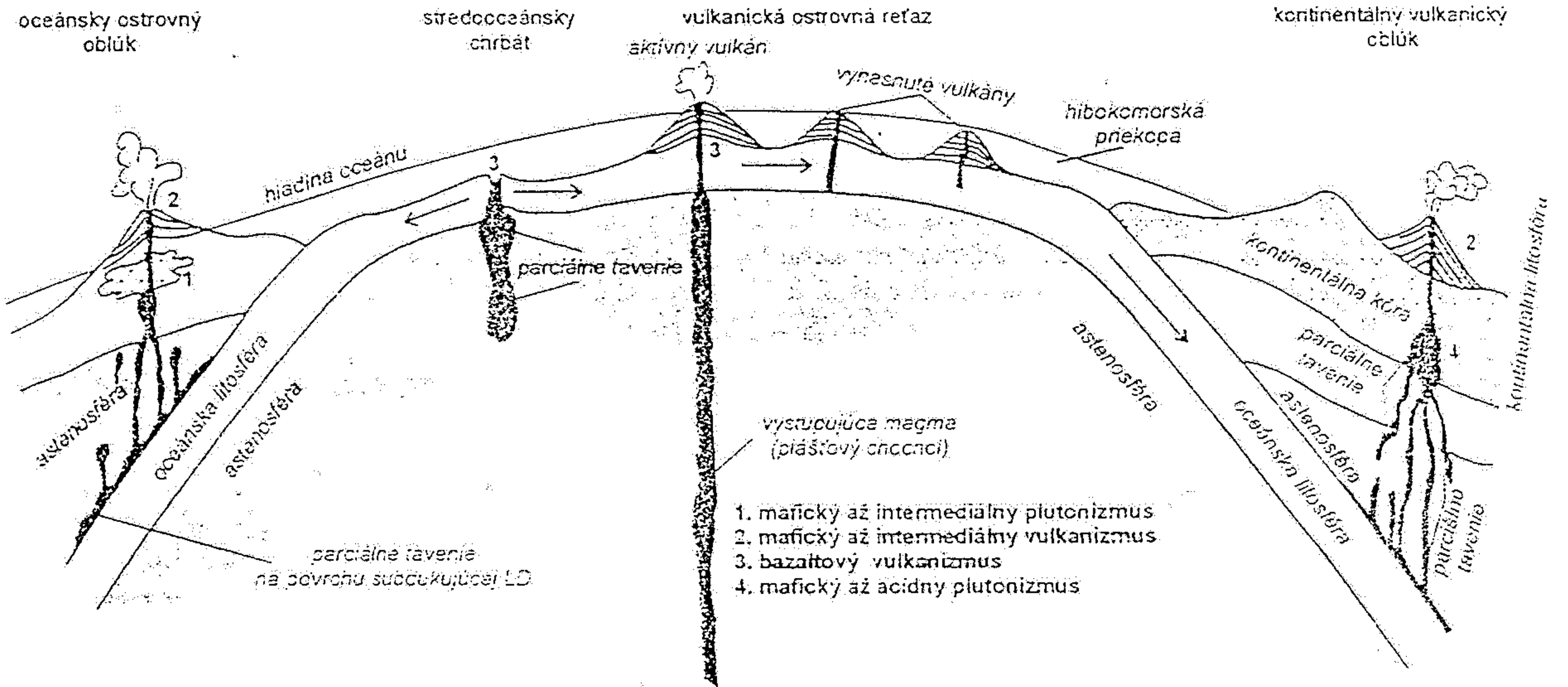


Figure 3.16 The rock cycle as interpreted in plate-tectonic terms.

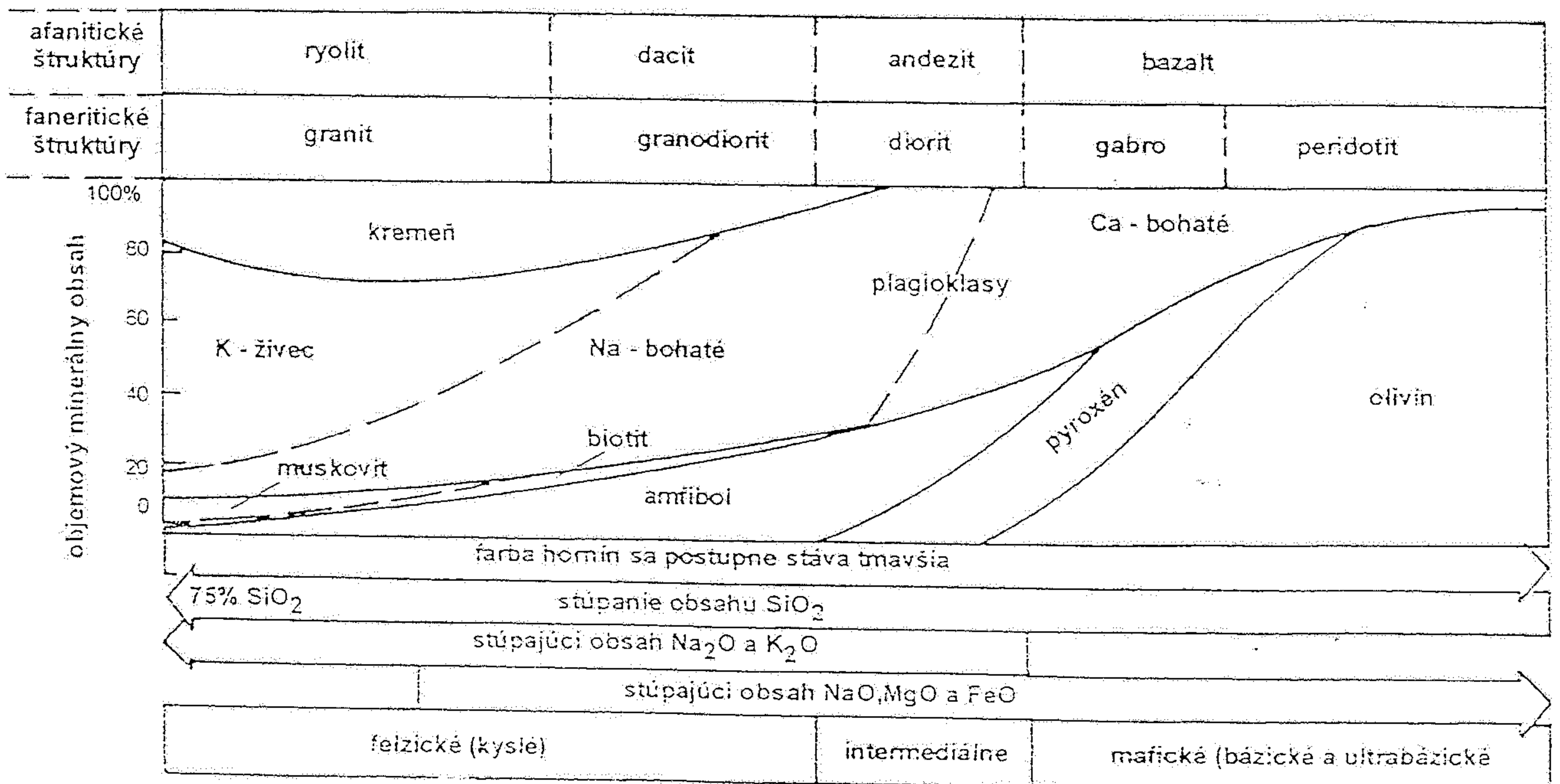
Figure 15-13

A marginal basin often opens behind volcanic island arcs where oceanic crust is being subducted under a continental margin. Some of the subducted crust and overlying mantle melts, forming a magma. Most of the magma solidifies near the base of the continental crust, but some of it overflows as lava from volcanoes. As subduction ceases, a basin opens up behind the volcanic arc and fills with lavas and sediments. [From "The Oldest Rocks and the Growth of Continents" by S. Moorbath. Copyright © 1977 by Scientific American, Inc. All rights reserved.]





Obr. 6.18. Tri hlavné typy magmy - bazaltová, andezitová a ryolitová sa tvoria v podmienkach výrazne spätých s pohybom litosférických dosiek. Tieto pohyby podmieňujú tavenie hornín zemskej kôry a vrchného plášťa a majú rozhodujúci význam pri tom, či vzniknutá magma utuhne pod povrchom v podobe intruzívnych telies magmatických hornín, alebo dôjde k jej extrúzií až na zemský povrch.



Obr. 6.11. Schematický diagram percentuálneho zastúpenia horninotvorných minerálov v najrozšírenejších magmatických horninách. Hranice medzi jednotlivými horninovými typmi sú gradačné. Obsah jednotlivých minerálov v tom istom horninovom type môže často v značnom rozsahu kolísat'. Napríklad obsah K-živcov v granitoch sa môže pohybovať od vyše 60% do 20% v blízkosti hranice s granodioritom.

Figure 5.3 Flood basalts. (A) Areal extent of Columbia River flood basalts. (B) At least five separate lava flows appear one atop

another in this photograph; Yellowstone National Park.

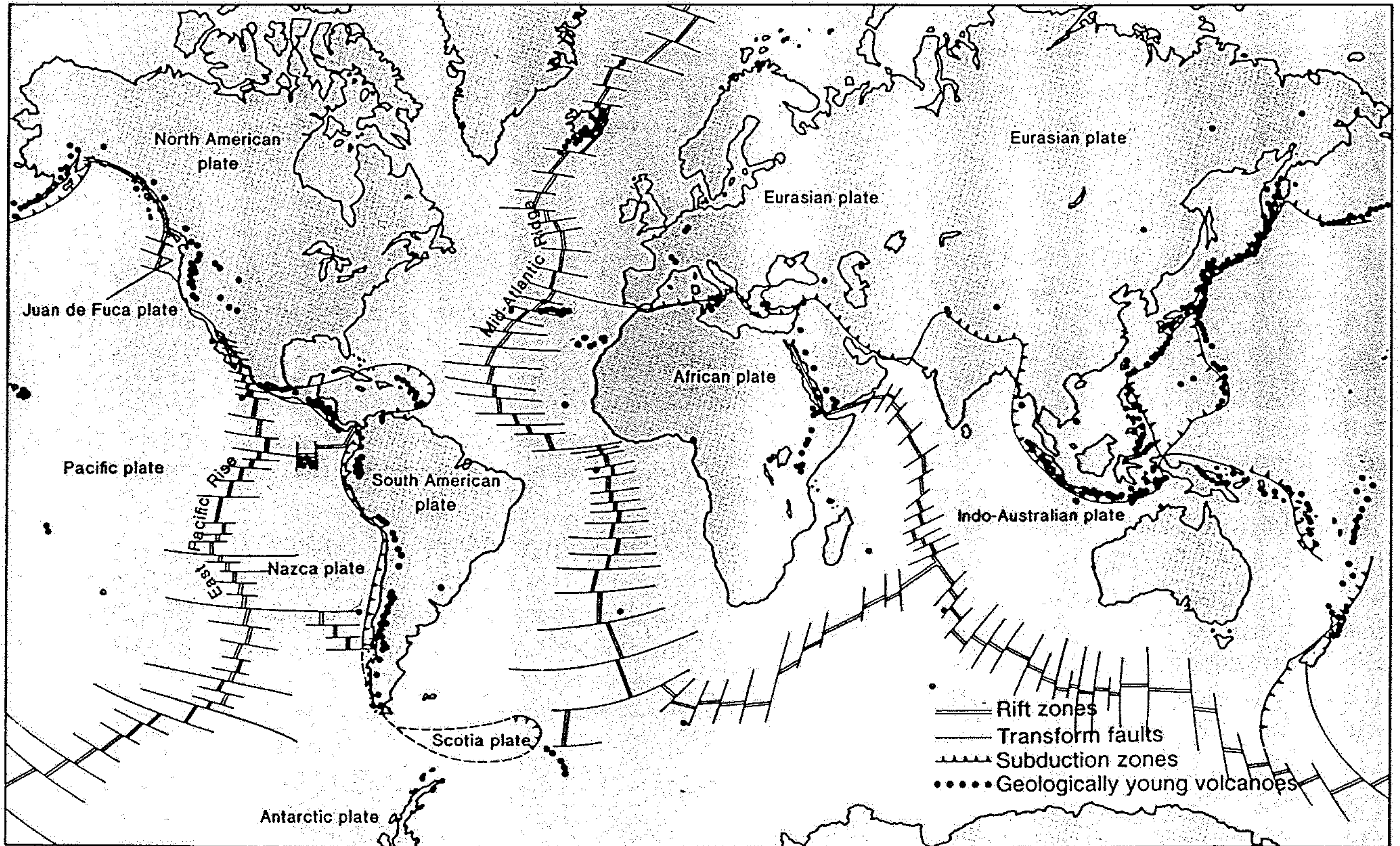


Figure 5.4 Volcanoes of the world.

Source: After R. Decker and B. Decker, *Volcanoes*. Copyright © 1981 W. H. Freeman and Company.

	MORB	IATB	IACAB	OIAB
SiO ₂	50,67	49,2	49,4	44,5
TiO ₂	1,28	0,52	0,7	2,15
Al ₂ O	15,45	15,3	13,29	14,01
FeO tot.	9,67	9	10,15	12,51
MnO	0,15	0,18	0,2	0,19
MgO	9,05	10,1	10,44	10,12
CaO	11,72	13	12,22	10,36
Na ₂ O	2,51	1,51	2,16	2,47
K ₂ O	0,15	0,17	1,06	0,53
P ₂ O ₅	0,2	0,06	0,2	0,42
Rb	1	4,6	14	22
Ba	12	110	300	380
Nb	3,1	0,7	1,4	53
La	3	1,3	10	35
Ce	9	3,7	23	72
Sr	124	200	550	800
Nd	7,7	3,4	13	35
Zr	80	22	40	220
Sm	2,3	1,2	2,9	13
Y	29	12	15	30
Th	0,2	0,25	1,1	3,4
U	0,1	0,1	0,36	1,1

ab. 3: Příklady složení bazaltů z různých geotektonických prostředí (upraveno podle různých zdrojů In Wilsonová 1988).
Vysvětlivky: MORB (Middle ocean ridge basalt) - bazalt ze středooceánského hřbetu, IATB (Island arc tholeiitic basalt - tholeitický bazalt ostrovních oblouků), IACAB - (Island arc calc-alkaline basalt - alkalicko-vápenatý basalt ostrovního oblouku), OIAB - (Ocean island alkaline basalt - alkalický basalt oceánských ostrovů - vnitrodeskový)
FeO tot. - veškeré železo analyzované jako FeO, hodnoty hlavních oxidů uvedeny v hmotnostních procentech, hodnoty stopových prvků a vzácných zemin v ppm - 1 ppm 0,0001 procenta

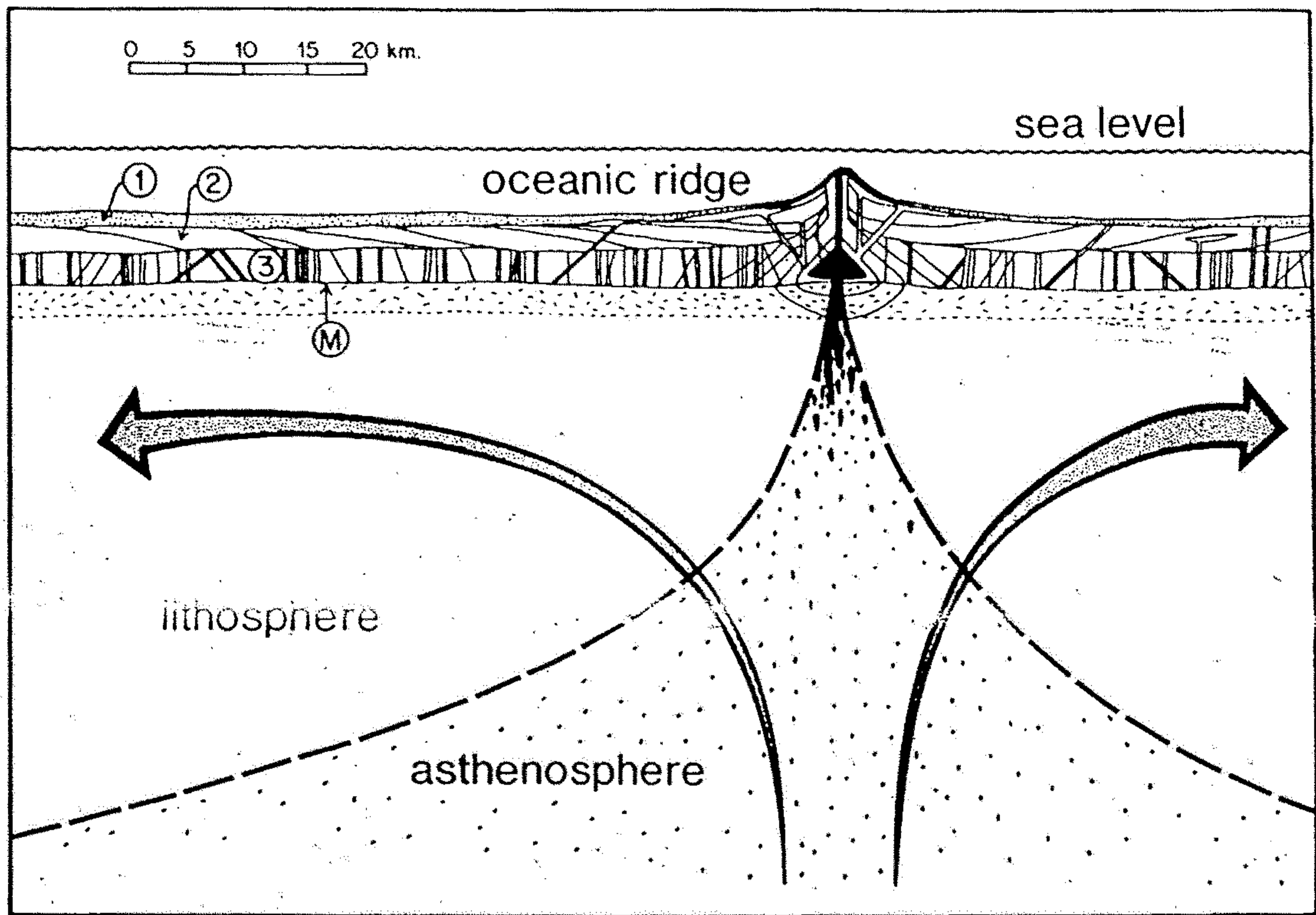
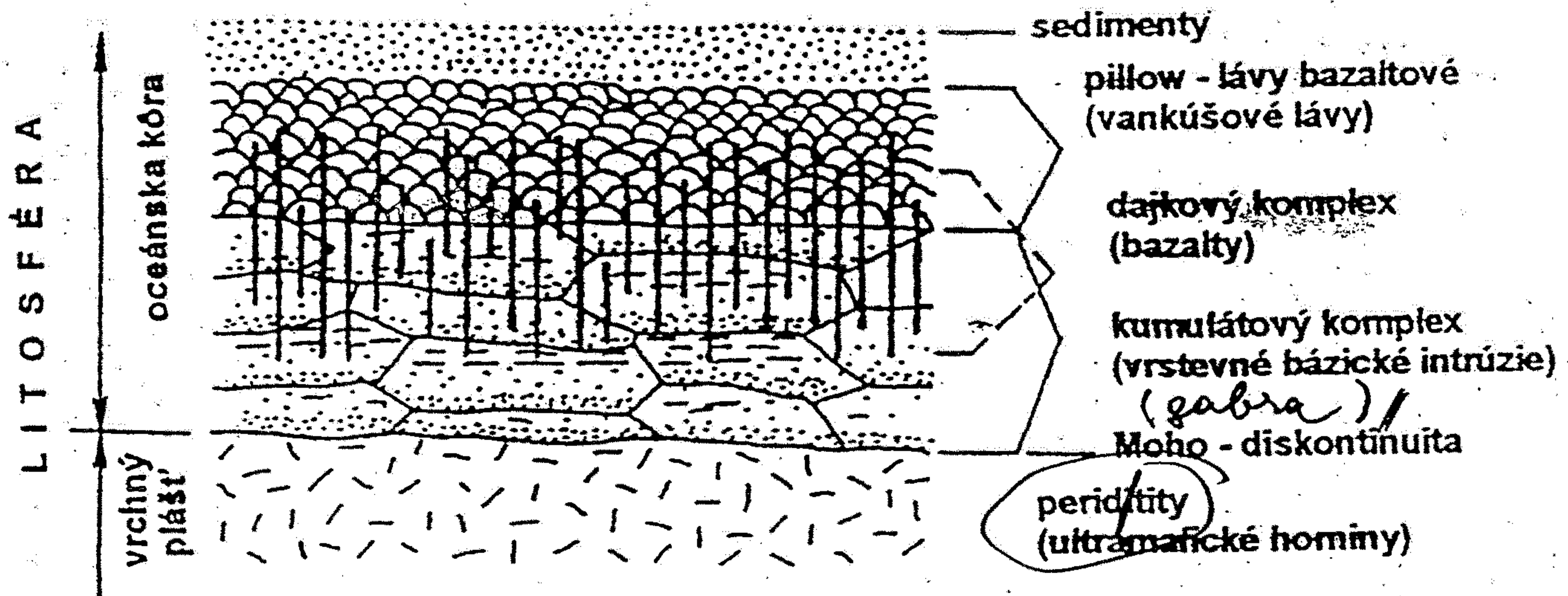
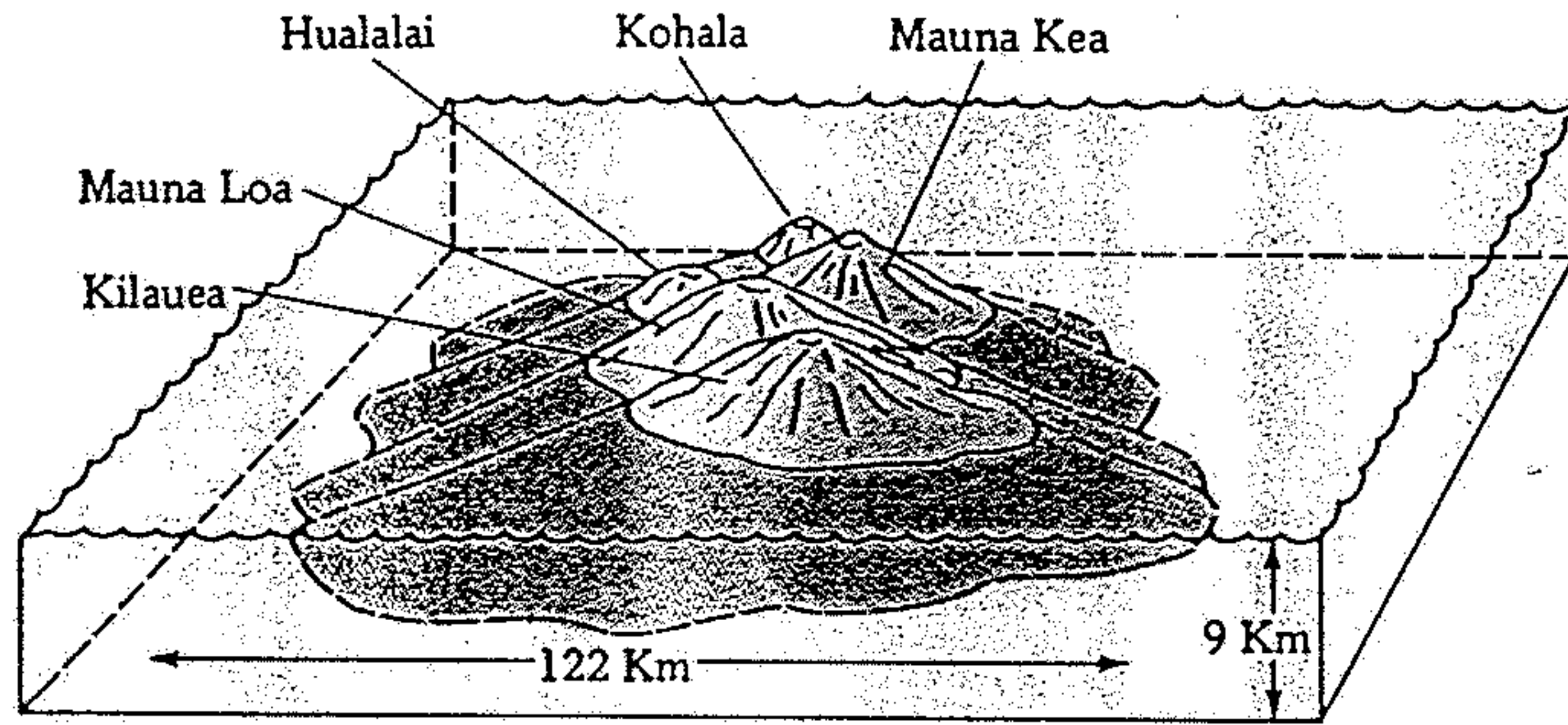


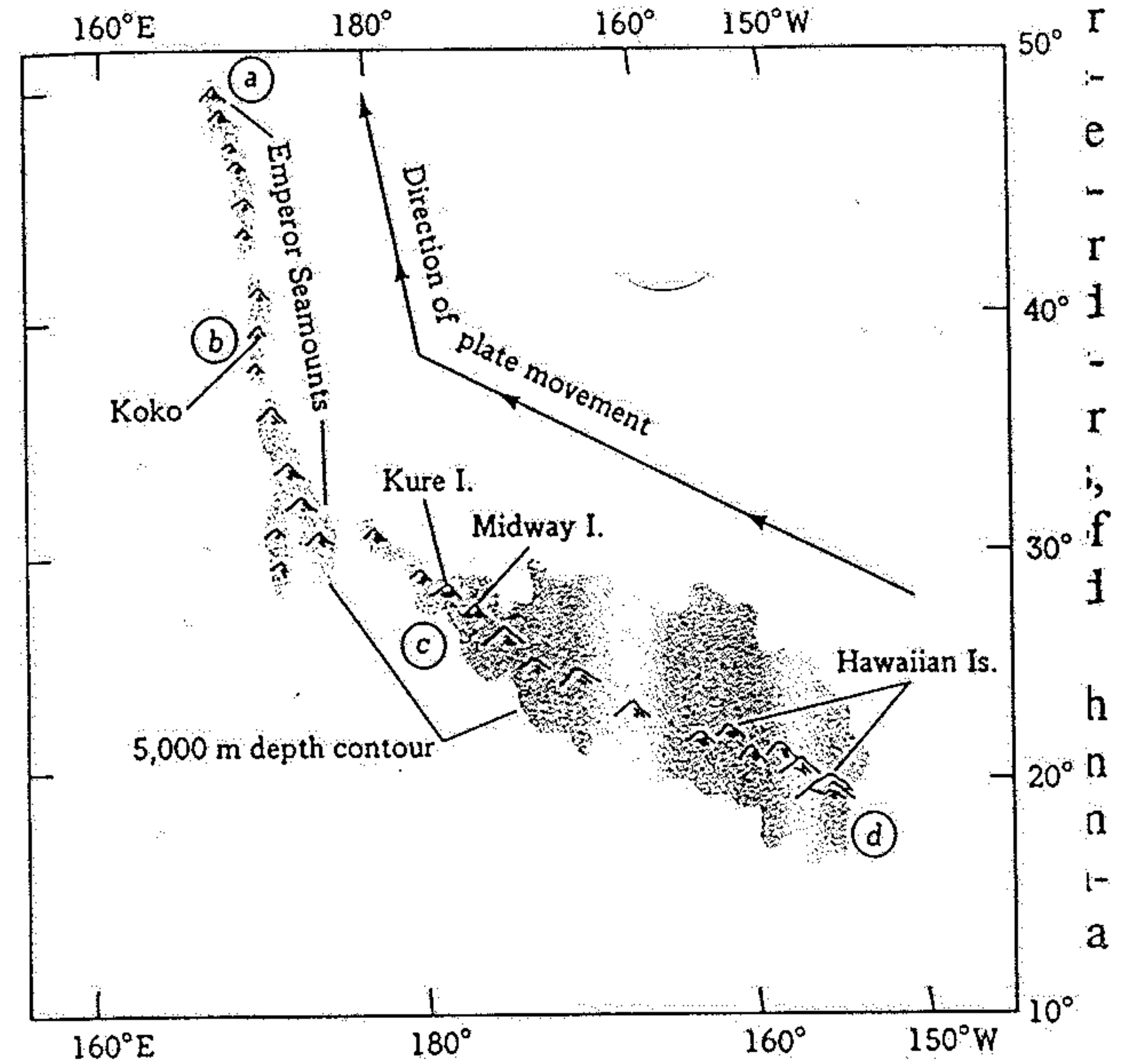
Figure 6.6. Diagrammatic cross section of a mid-ocean ridge or divergent plate boundary. Curvilinear mantle flow lines (arrows) lie in the plane of the paper. Basaltic magma is illustrated as black blobs. Layers 1, 2, and 3 are deep-sea sediments, basaltic flows, and gabbroic and diabasic intrusives, respectively (see Chap. 5). The base of the lithosphere, indicated by heavy dashed lines, is the region where the more rigid mantle above becomes more plastic downward (i.e., the asthenosphere), probably as a consequence of the presence in the asthenosphere of grain-boundary melt at higher temperatures. km = kilometers.



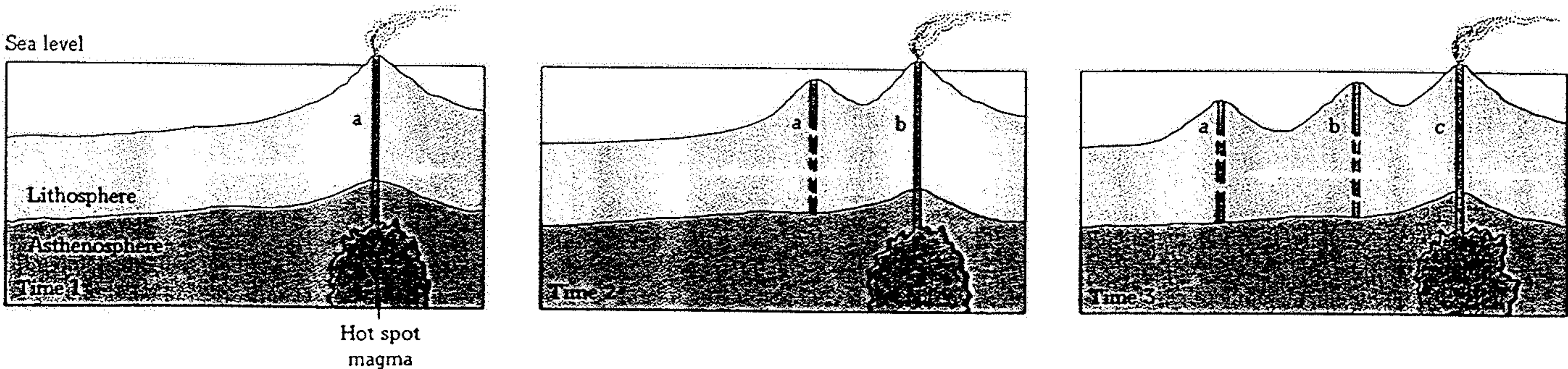
(a plume), which causes crustal extension and produces a



4.14 Schematic drawing of the five volcanoes that have been built up from the sea floor to merge and form the island of Hawaii (viewed here from the southeast.)



4.15 Schematic section and plan view of a plume similar to that postulated for producing the volcanoes of the Hawaiian Islands. As the lithospheric plate moves slowly over a cylindrical upwelling of magmatic material, a new volcano develops from time to time, older volcanoes becoming inactive as the plate moves away from this hot spot.



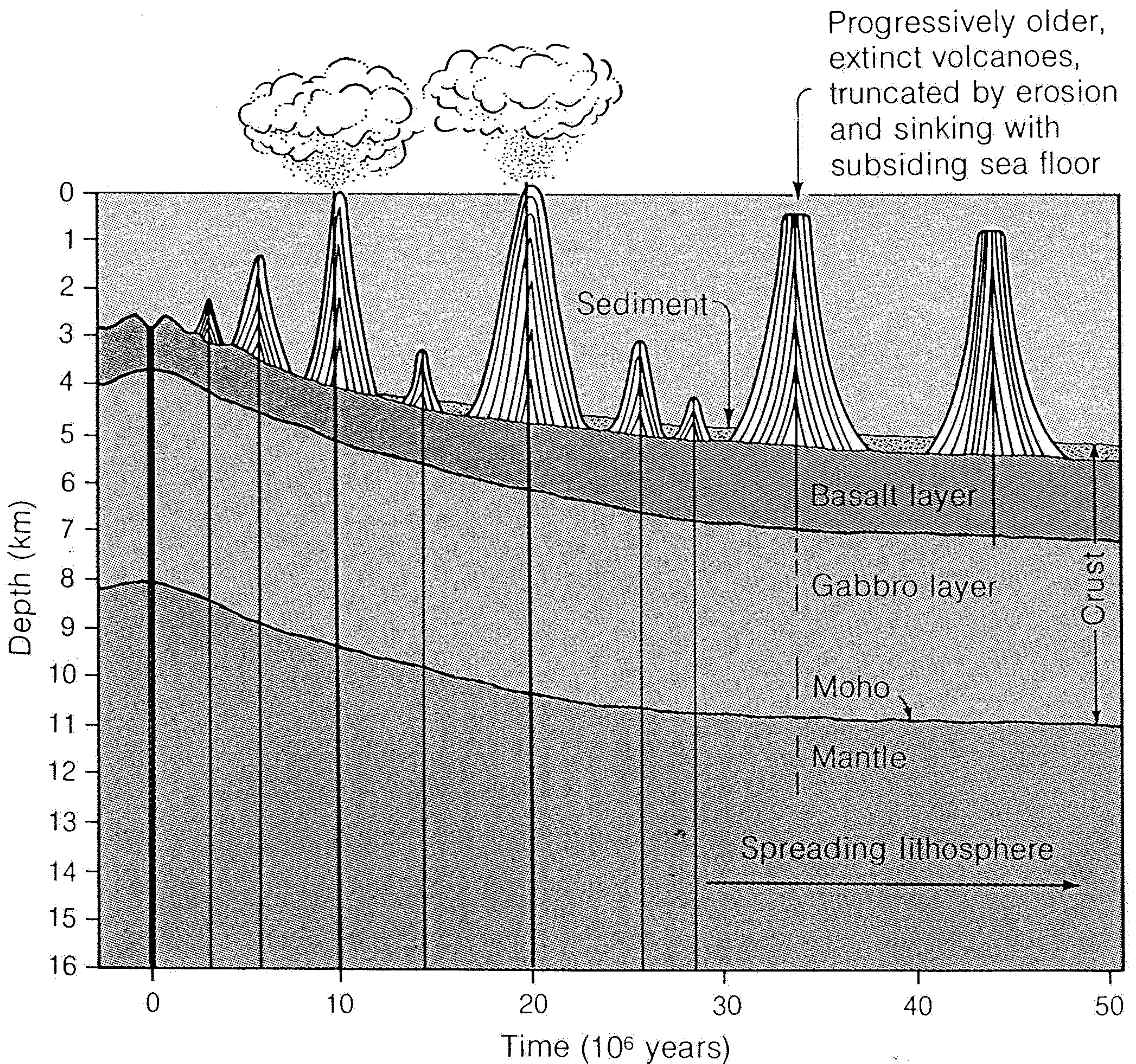


Figure 16-39

Guyots probably began as undersea volcanoes that grew near spreading centers. Many projected above sea level, became extinct, and were eroded down to flat-topped cones by wave action. The volcanoes rode along on the moving plate as they grew, were then truncated, and finally sank beneath the sea surface as the plate that carried them subsided. [After "The Deep Ocean Floor" by H. W. Menard. Copyright © 1969 by Scientific American, Inc. All rights reserved.]

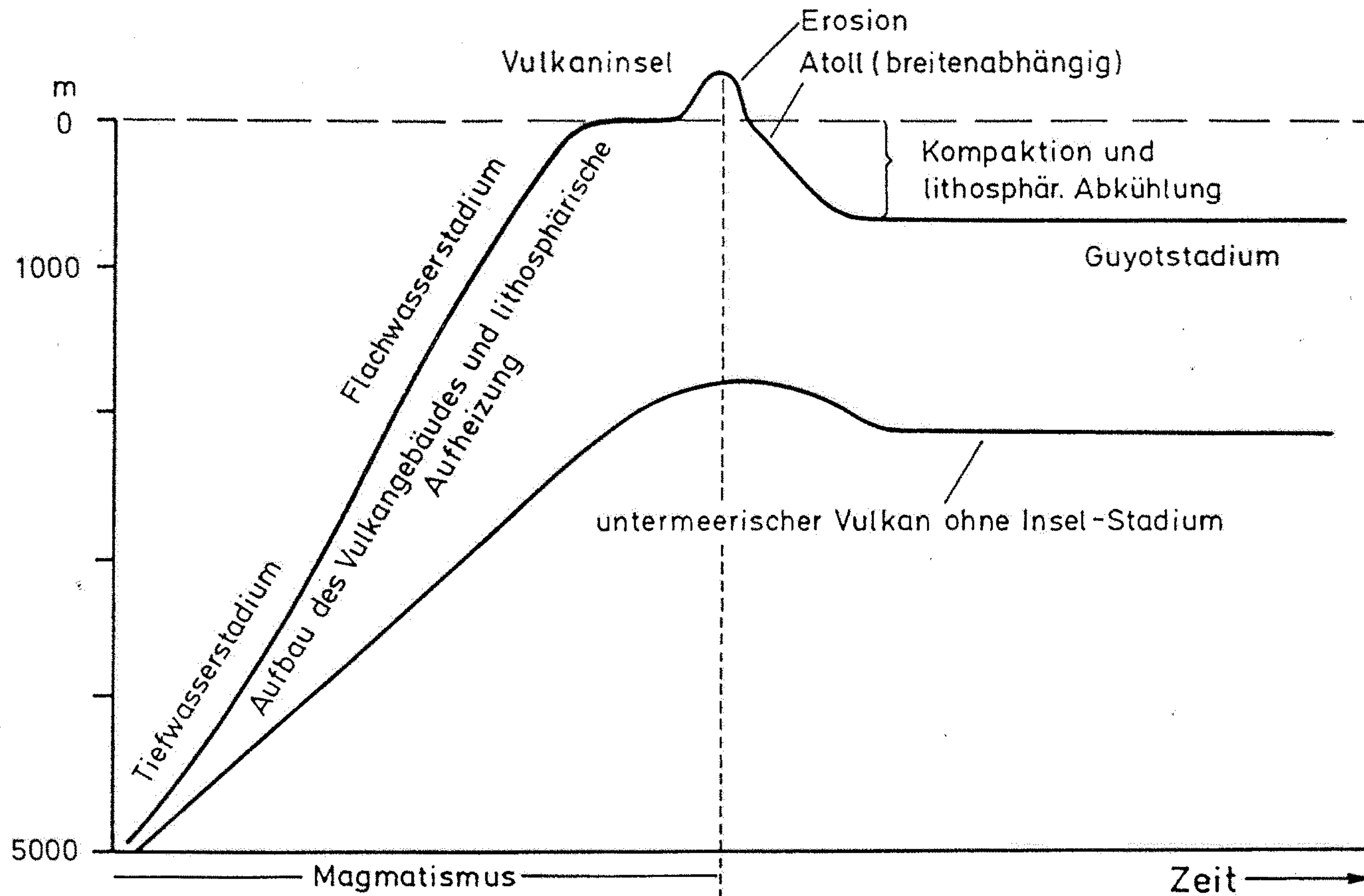
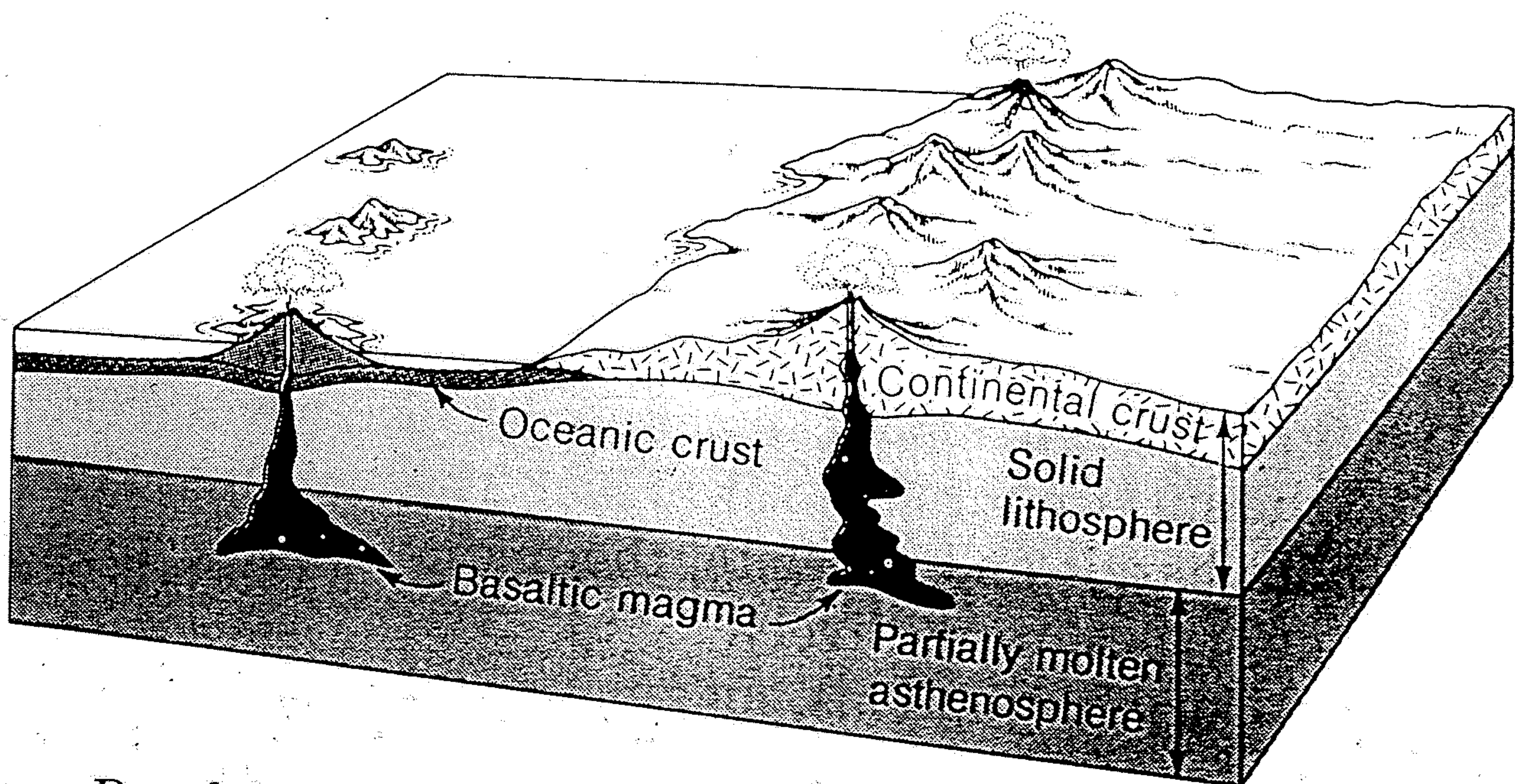
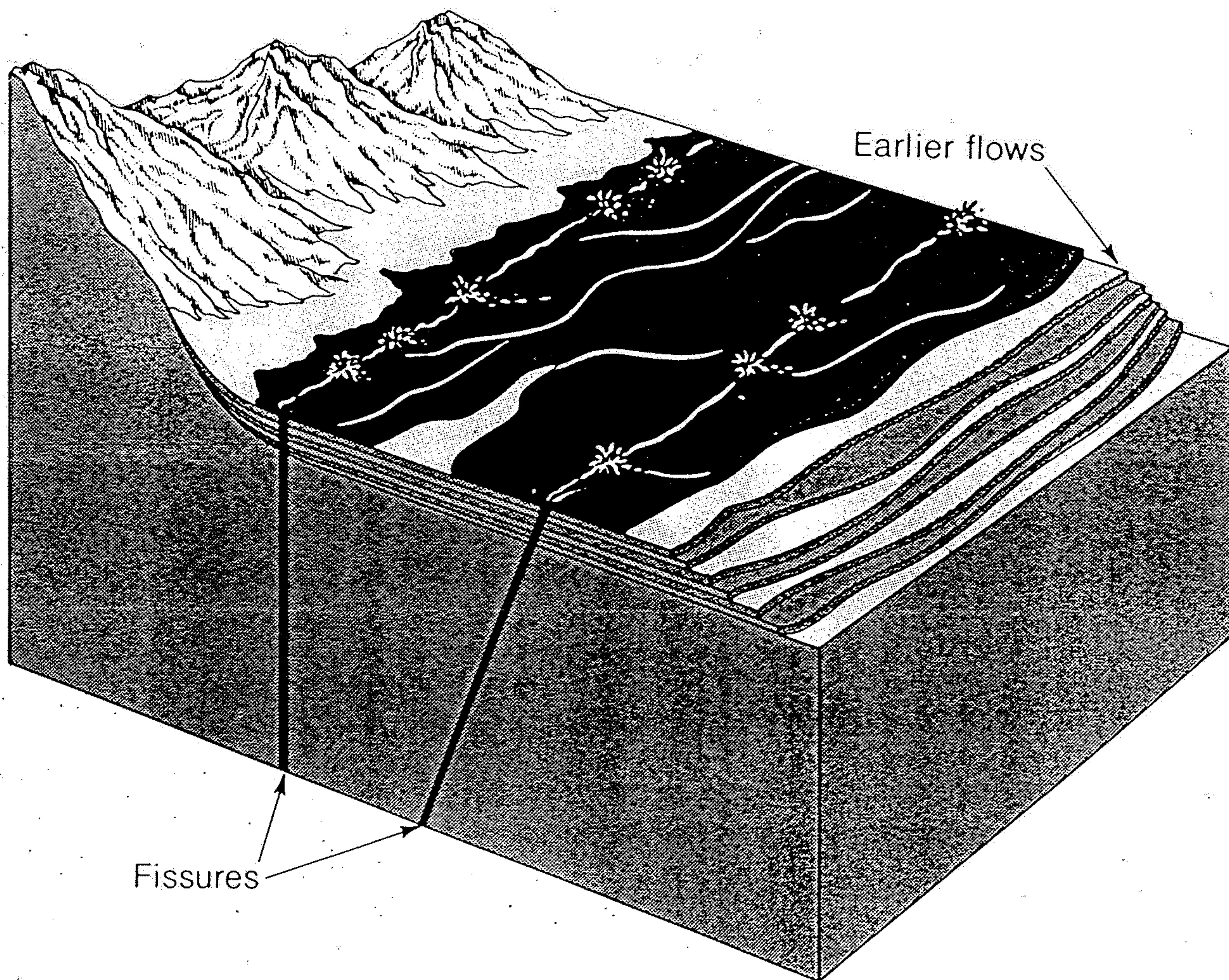


Abb. 12.48

Das Leben eines Vulkans auf ozeanischer Lithosphäre. Die Kurven stellen die Höhe eines Vulkans im Lauf der Zeit dar. Mantelmagma dringt durch die Lithosphäre empor und heizt sie auf (vgl. Abb. 9.13). Nach einiger Zeit tritt das Magma am Meeresboden aus und baut ein Vulkangebäude auf. Wegen des großen Wasserdrucks unterbleibt im Tiefwasserstadium i.w. die Blasenbildung und es kommt zur Ausbildung von Laven. Fragmentierung tritt nur durch Abschreckung auf (hydroklastische Fragmentierung). Die Meerestiefe, unterhalb der eine Blasenbildung unterbleibt, wird als 'Pressure compensation level' (PCL) bezeichnet. Die untere Kurve zeigt einen submarinen Vulkan, dessen Magmenproduktion nicht zu einem Vulkaninselstadium reichte. Bei starkem, langanhaltendem Magmatismus wächst der Vulkan weiter und erreicht das Flachwasserstadium. Hierbei entstehen neben Laven auch pyroklastische Fragmente, die durch Massenströme den Abhang des Vulkans hinuntertransportiert werden. Erreicht der Vulkan den Meeresspiegel, kann sein Höhenwachstum durch die marine Abrasion und durch phreatomagmatische Explosionen für eine gewisse Zeit aufgehalten werden. Es folgt das Inselstadium (z.B. Gran Canaria). Wenn die Magmenquelle im Mantel versiegt, beginnt der absteigende Teil der Kurve, der die Effekte der Erosion, Abrasion, Kompaktion des Vulkangebäudes und der Abkühlung der Lithosphäre summiert (z.B. Mauritius). In tropischen Meeren kann es zur Ausbildung eines Atolls kommen (Abb. 6.24). Schließlich erreicht der Vulkan das Guyotstadium (= Seamounts mit abgeflachtem Top)(verändert nach SCHMINCKE & BOGAARD, 1991).



Basaltic magma, which originates in the partially molten asthenosphere, rises through the lithosphere to erupt as basaltic lava on the surface.



In a fissure eruption of highly fluid basalt, lava rapidly flows away from fissures and forms widespread layers, rather than building up volcanic mountains. [After R. S. Fiske, U.S. Geological Survey.]

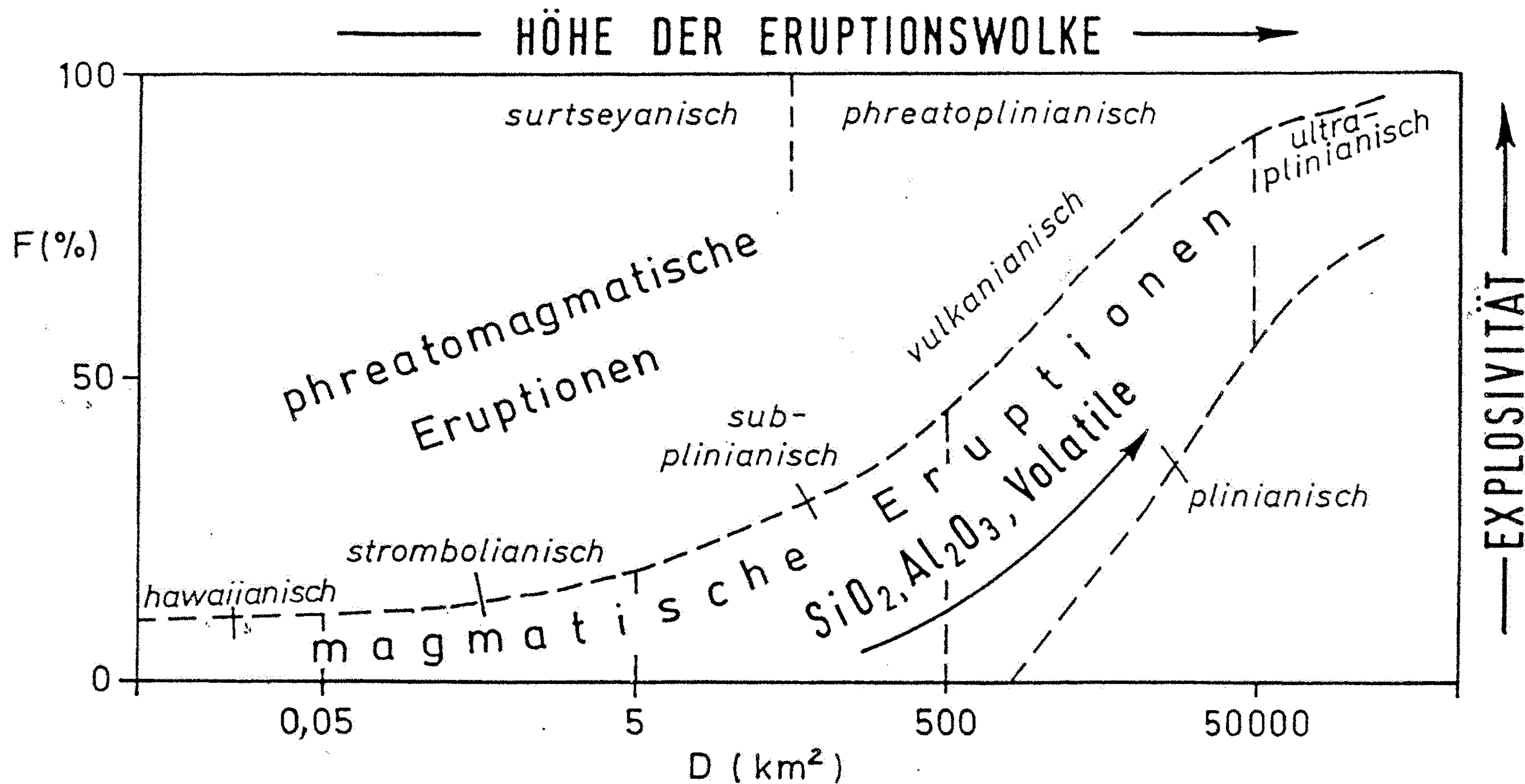


Abb. 12.23

Klassifikationsschema explosiver Eruptionen anhand der von pyroklastischen Fallablagerungen bedeckten Fläche (D) und des Grades der Tephrazerkleinerung (F). Je nach Verfügbarkeit von externem Wasser unterscheidet man zwischen gemäßigt phreatomagmatischen, sog. vulkanianischen, und extrem phreatomagmatischen, sog. surtseyanischen und phreatoplinianischen Eruptionen. D = Fläche, die von der 1%-T_{max}-Isopache eingeschlossen wird; T_{max} = Maximalmächtigkeit der Ablagerung; F = Gewichtsprozent der Fraktion < 1 mm einer Probe, welche an dem Schnittpunkt der 10 %-T_{max}-Isopache mit der Ausbreitungsachse (der Ablagerung) genommen wurde (verändert nach CAS & WRIGHT, 1987).

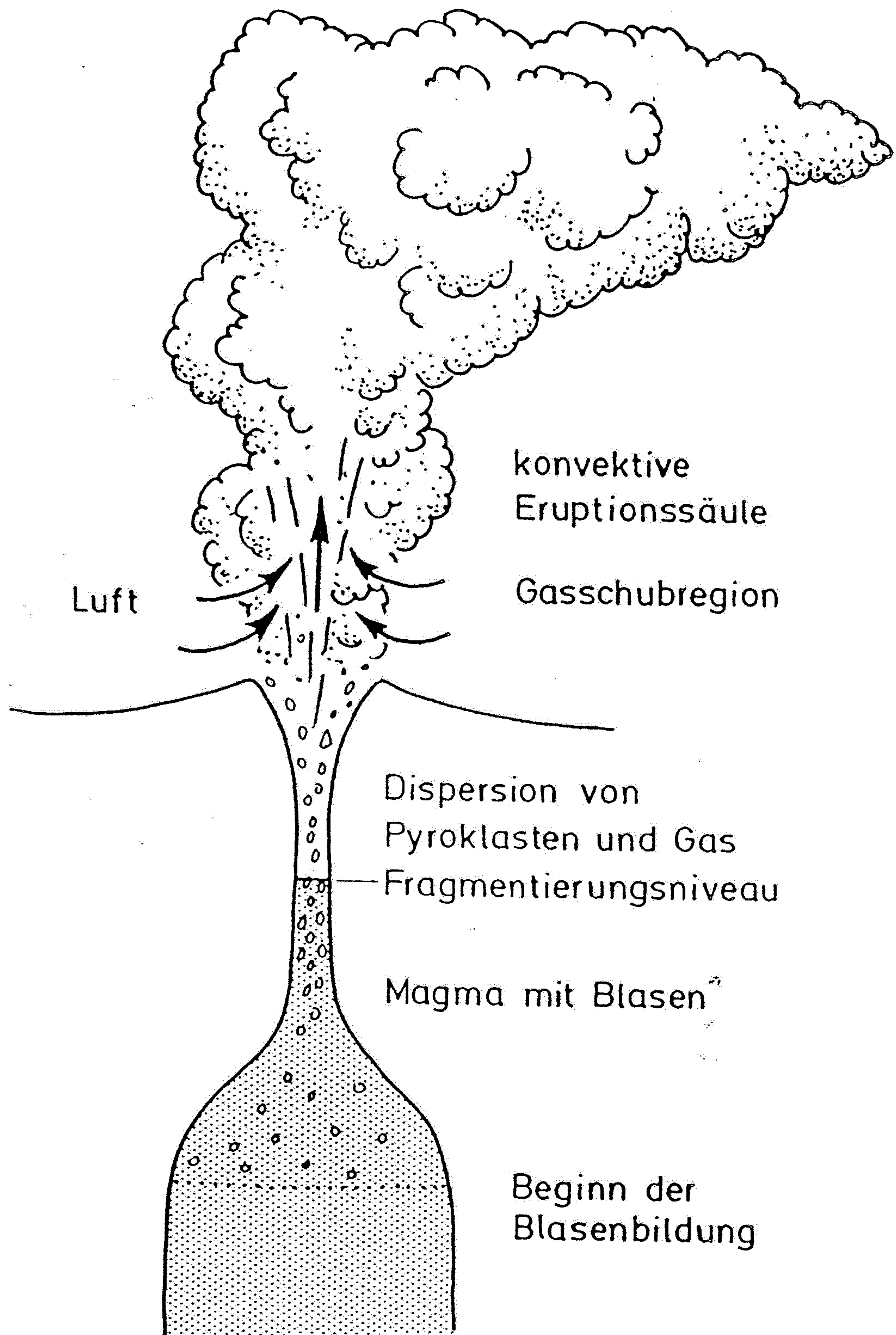
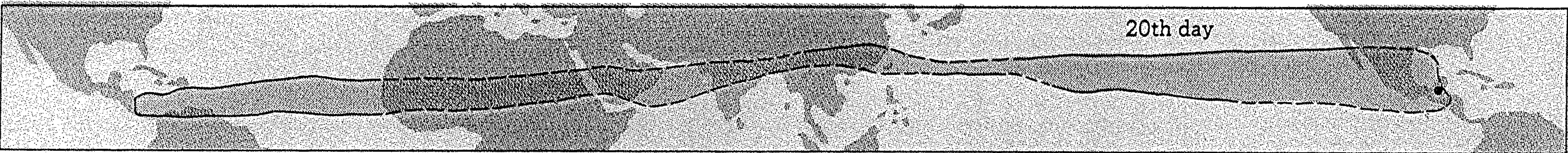
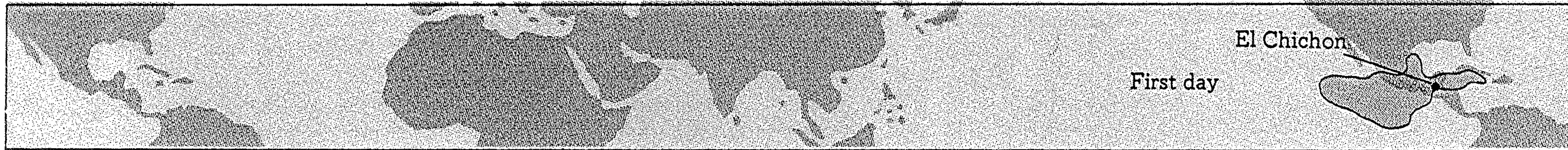


Abb. 12.24

Schema einer subaerischen, explosiven Eruption. Durch Abkühlung und Druckentlastung treten die in der Schmelze gelösten juvenilen Volatile aus und bilden Blasen. Bei einem Blasenanteil von ca. 75 % wird die Zerrfestigkeit der Schmelze überschritten, und die Schmelze wird durch die Expansion der Blasen zerfetzt (**pyroklastische Fragmentierung**). Da hierbei das treibende Medium die vom Magma mitgeführten juvenilen Volatile sind, bezeichnet man diese Eruption als magmatisch. Oberhalb des Fragmentierungsniveaus liegt eine niedrigviskose Dispersion aus 700–900 °C heißem Gas, Magmafetzen und Kristall- und Gesteinsbruchstücken vor, die, durch die Gasexpansion

angetrieben, mit Geschwindigkeiten von bis zu 600 m/s aus dem Schlo herauschießt. Die Magmafetzen erstarren im Verlauf der Eruption zu aufgeschäumtem Glas. Im unteren Teil der Eruptionswolke (Gasschubregion) wird Luft aus der Umgebung angesaugt, die sich mit der Dispersion vermischt, aufheizt und expandiert. Im darüberliegenden konvektiven Teil der Eruptionswolke wird die Tephra durch starke Turbulenz in Schwebelage gehalten. Die expandierte Dispersion steigt in der Atmosphäre bis zu der Höhe auf, in der ihre Dichte der umgebenden Luftschicht gleicht. Dort breitet sich die Wolke pinienförmig aus und wird vom Wind verdriftet (nach SCHMINCKE, 1986).



B4.1.1 World maps showing distribution of sulfur-rich volcanic cloud following eruption of El Chichon, April 4, 1982. Information obtained from satellite imagery. [After M.R. Rampino and S. Self. "The Atmospheric Effects of El Chichon," *Scientific American*, 1984, v. 205, pp. 48-57.]

Abb. 12.27

Schlackenkegel und Maare in der Eifel (Abb. 12.30). Basaltisches Magma dringt entlang einer Bruchzone auf. Ist die Bruchzone frei von Grundwasser, entsteht ein Schlackenkegel durch ausschließlich strombolianische Tätigkeit (links, Abb. 12.28). Trifft das Magma auf begrenzte Grundwassermengen kommt es zu einer initialen phreatomagmatischen Explosion und anschließend zum Aufbau eines Schlackenkegels (Mitte). An größeren Bruchzonen und vor allem an ihren Kreuzungspunkten sind größere Grundwassermengen verfügbar. Hier kann es zu starken phreatomagmatischen Explosionen kommen, die ein Maar schaffen (rechts, Abb. 12.29). Man geht davon aus, daß im Kontaktbereich Magma-Wasser (in einigen Zehner bis mehrere hundert Metern Tiefe) Explosionen stattfinden, bei denen kurzzeitig feine Risse im Magma entstehen. Das Wasser dringt schlagartig in die Risse und wird vom Magma überkritisch aufgeheizt. Steigt diese Magma-Wasser-Mischung im Zuge der phreatomagmatischen Eruption auf oder wird von seismischen Schocks durchlaufen, expandiert das Wasser in jedem feinen Riss zu Wasserdampf. Die Punkt-signatur symbolisiert im Schlot die Schlotbrekzie (Diatrema) und außerhalb des Maars den aus Base-surge- und Fallablagerungen aufgeschütteten Tuffring (Die vulkanischen Transport- und Ablagerungsprozesse werden weiter unten behandelt; nach LORENZ, 1988).

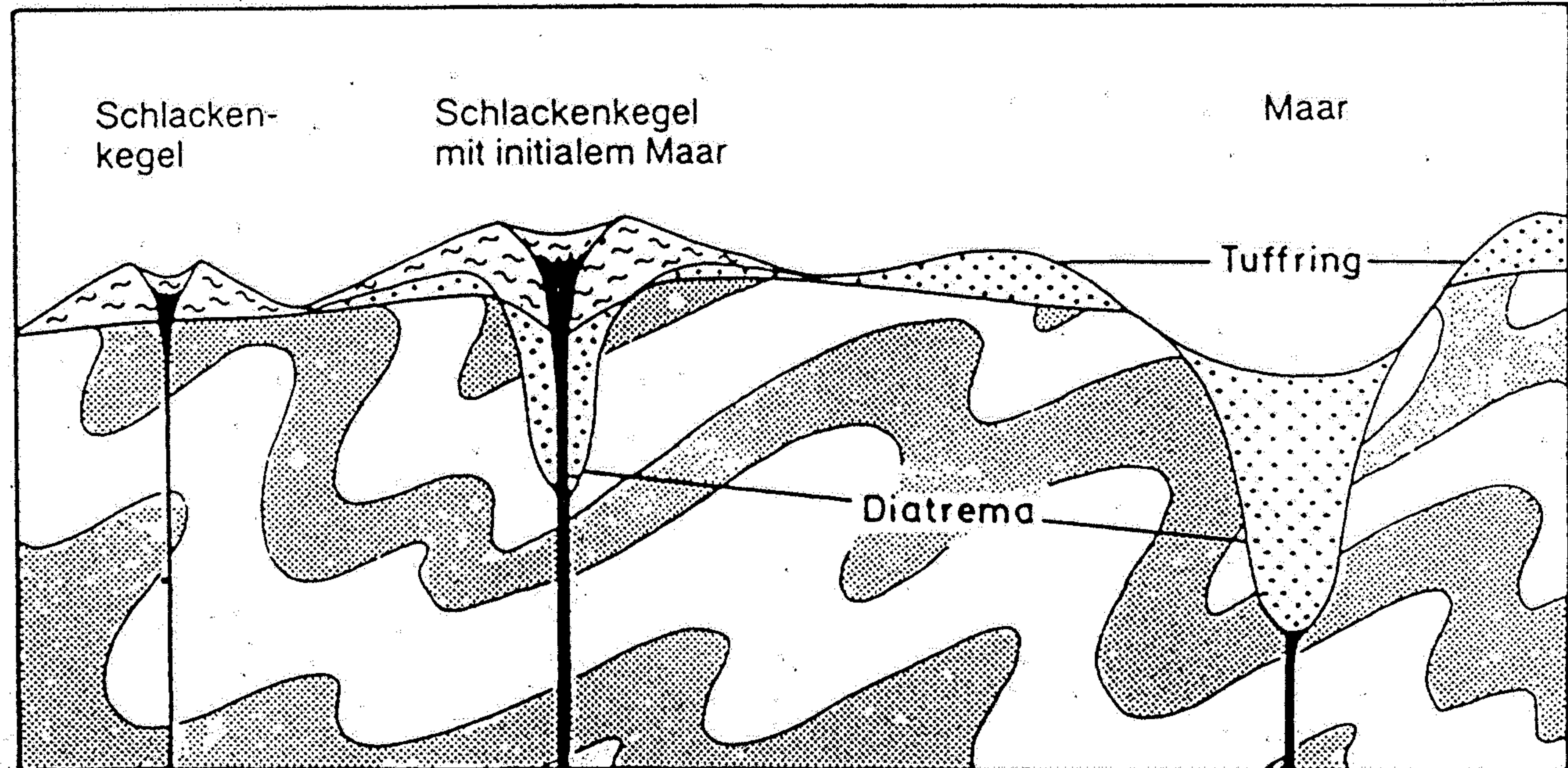
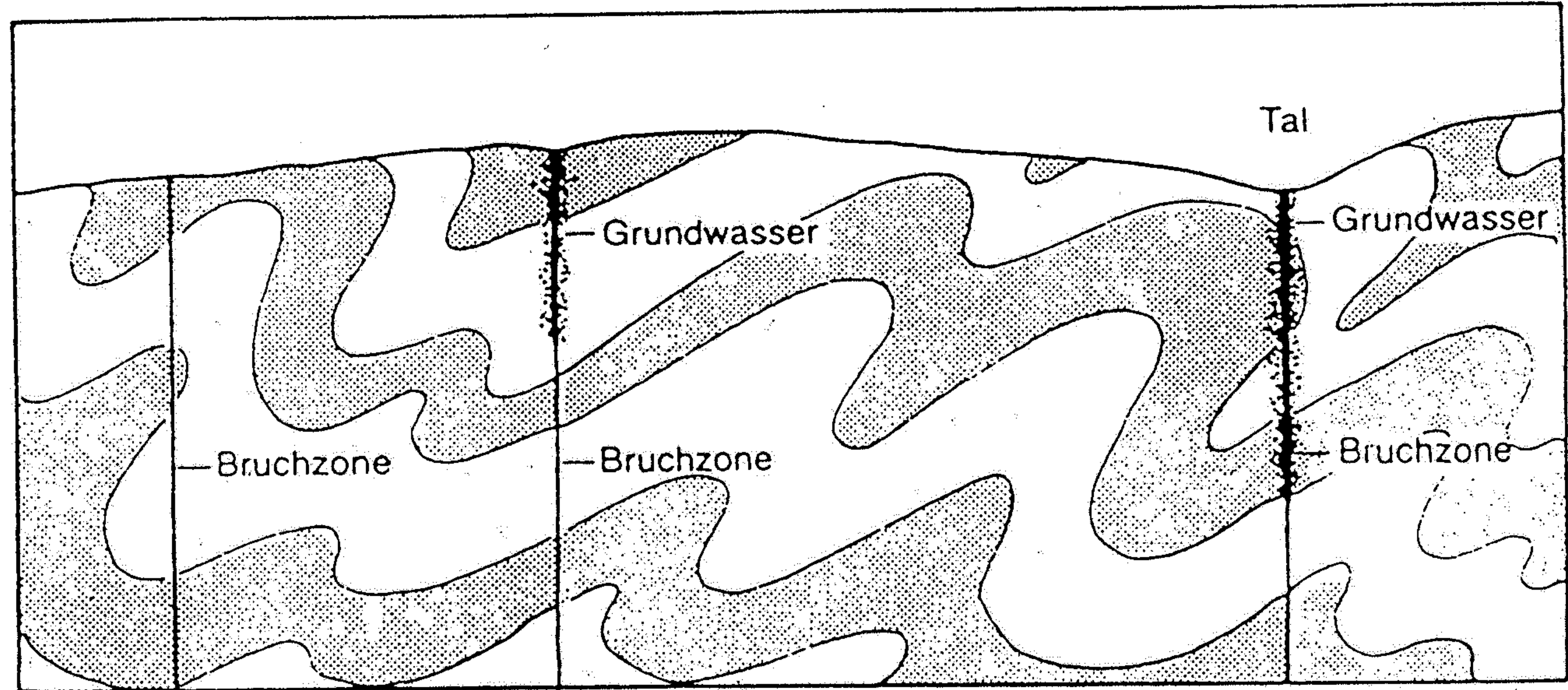
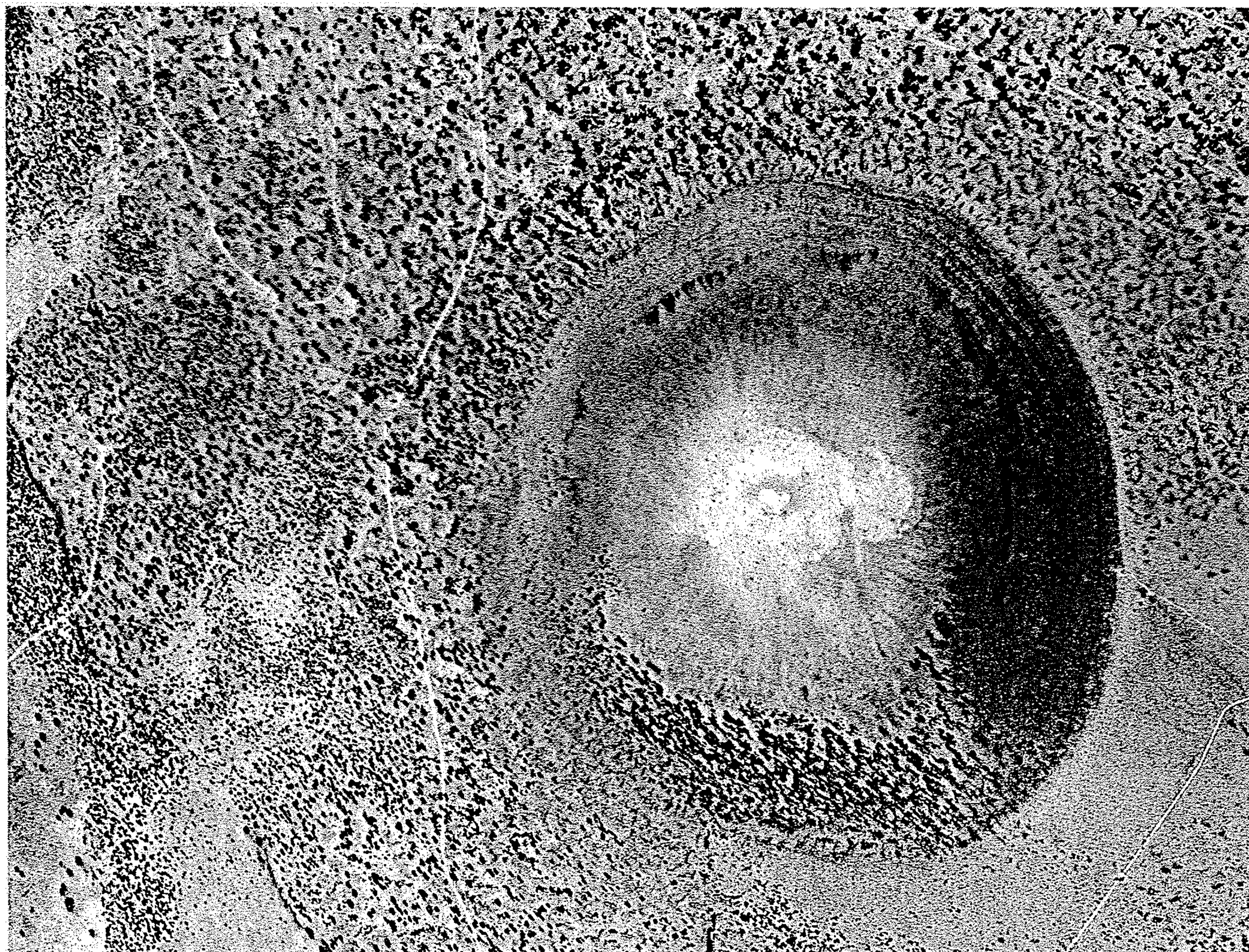
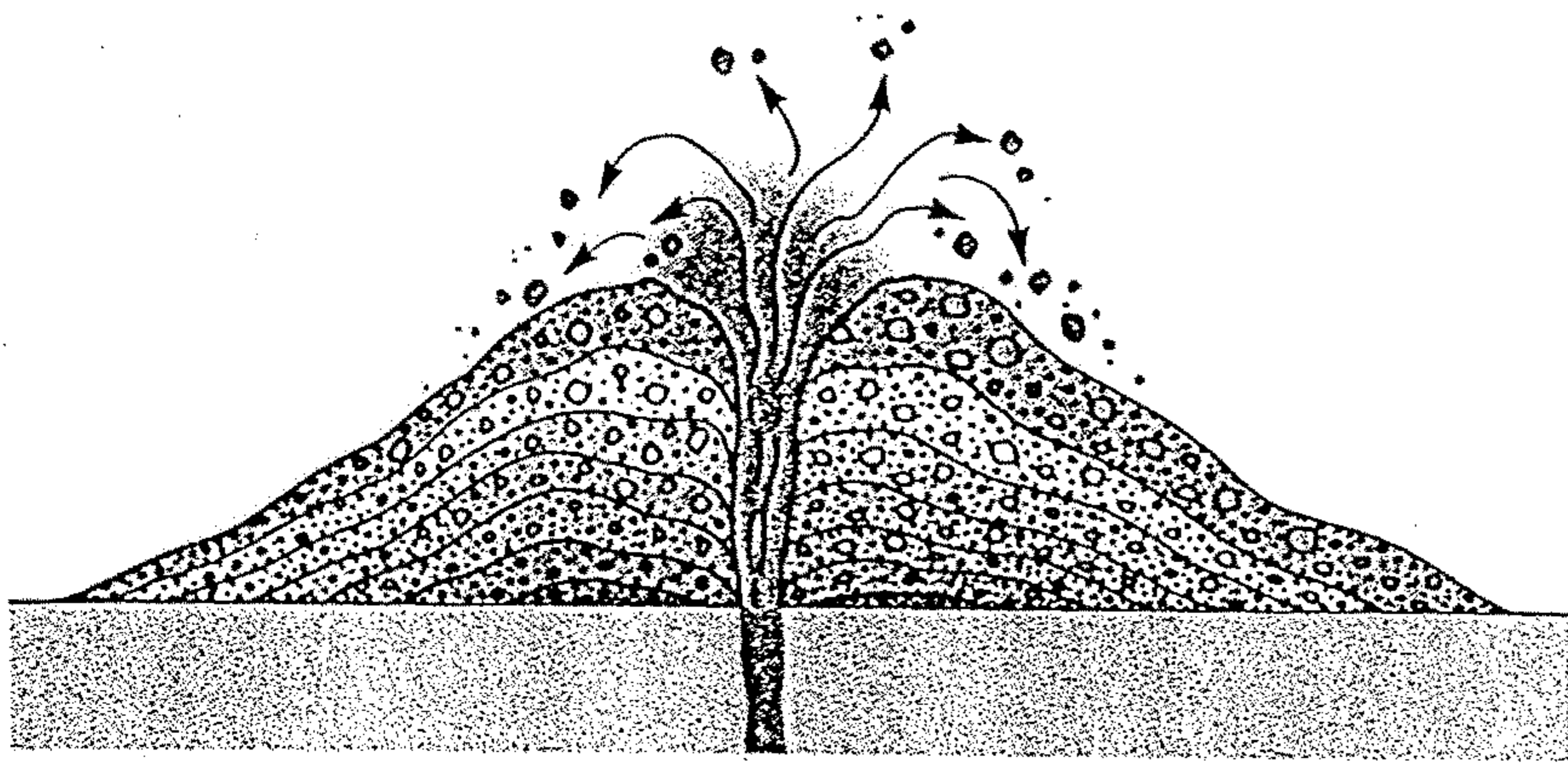




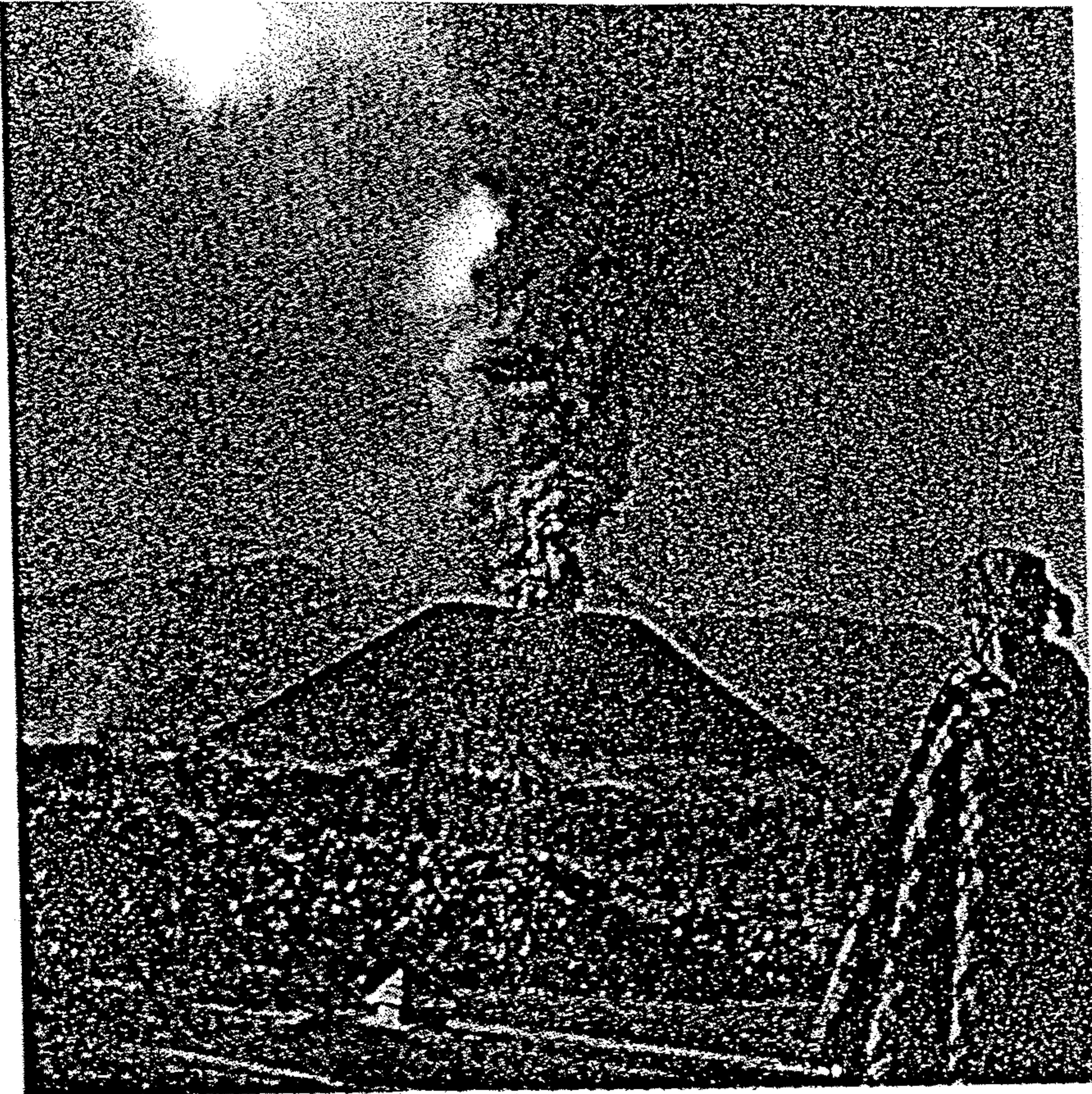
FIGURE 18-28 *Crater Elegante, a dry maar in the Sonora Desert, Mexico. The crater is about 4500 feet across and 796 feet deep, with its lowest point 200 feet below sea level. The walls are chiefly basalt flows, but fragments of underlying permeable sediments are common in the thin graded beds that form the 150-foot thick ejecta blanket on the crater rim. (Photo U.S. Geological Survey, by permission of the Government of Mexico.)*

FIGURE 18-29 *Hole in the Ground, a maar-type crater in central Oregon.*





A



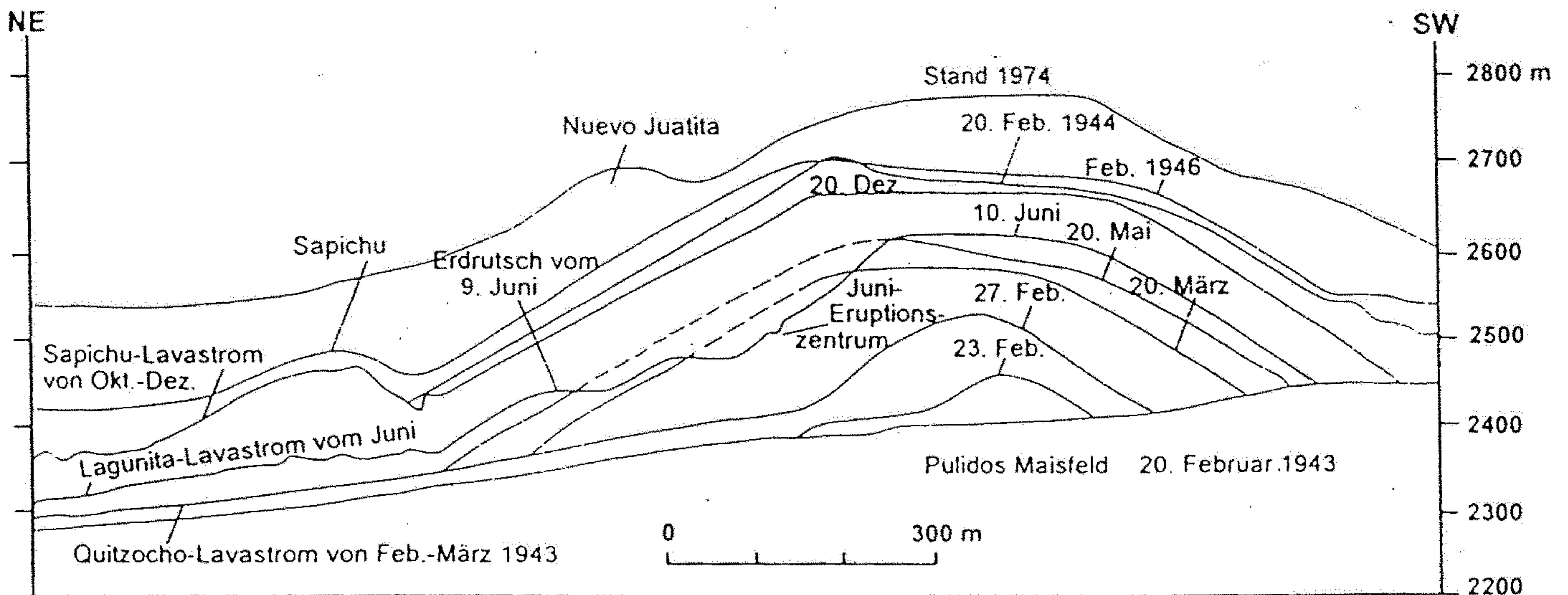
B

Abb. 12.28

Der Parícutin in Mexico. Am 20.2.1943 beobachtete der Bauer Pulido, wie sich auf seinem Feld eine schmale Spalte öffnete und heißer Rauch austrat. Noch in der folgenden Nacht wuchs an der Stelle ein Schlackenkegel auf 40 m Höhe. In den ersten neun Jahren wurden 2 km³ Magma und ca. 40 Mill. t Wasserdampf gefördert (aus ZEIL, 1990). Darunter: Wachstum des Parícutin bis 1974, schattiert: Wachstum im ersten Jahr (aus LUHR & SIMKIN, 1993).

Figure 5.9 Cinder cones. (A) Schematic of cinder cone formation. (B) Parícutín, a classic cinder cone.

Photograph B by K. Segerstrom, USGS Photo Library, Denver, CO.



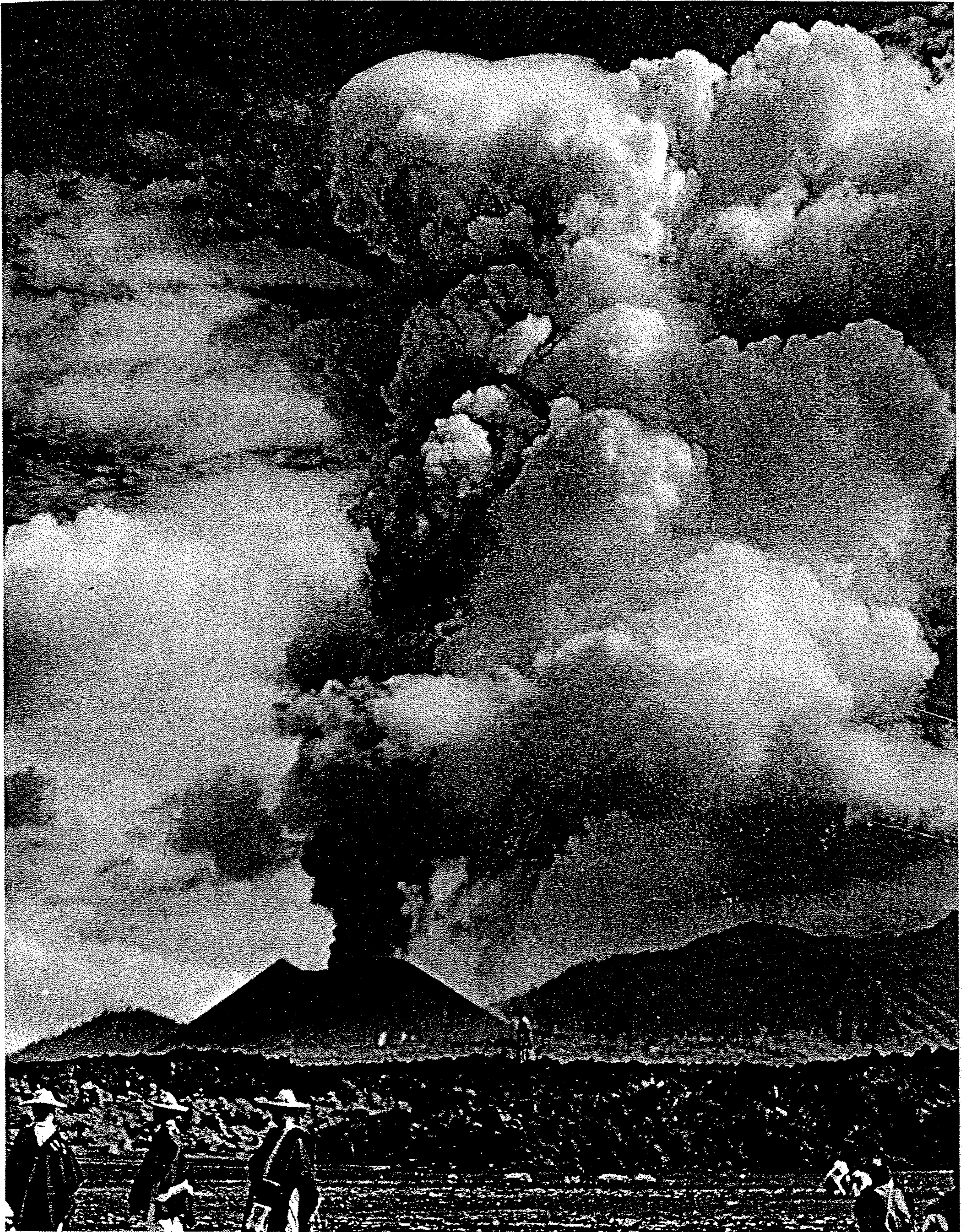


FIGURE 18-9

Paricutin Volcano, Mexico, a large cinder cone in eruption (July, 1945). Lava emerging from the base of the cone has covered the village of San Juan until only the church steeple projects above the black basalt. (Photo by Tad Nichols, Tucson, Arizona.)

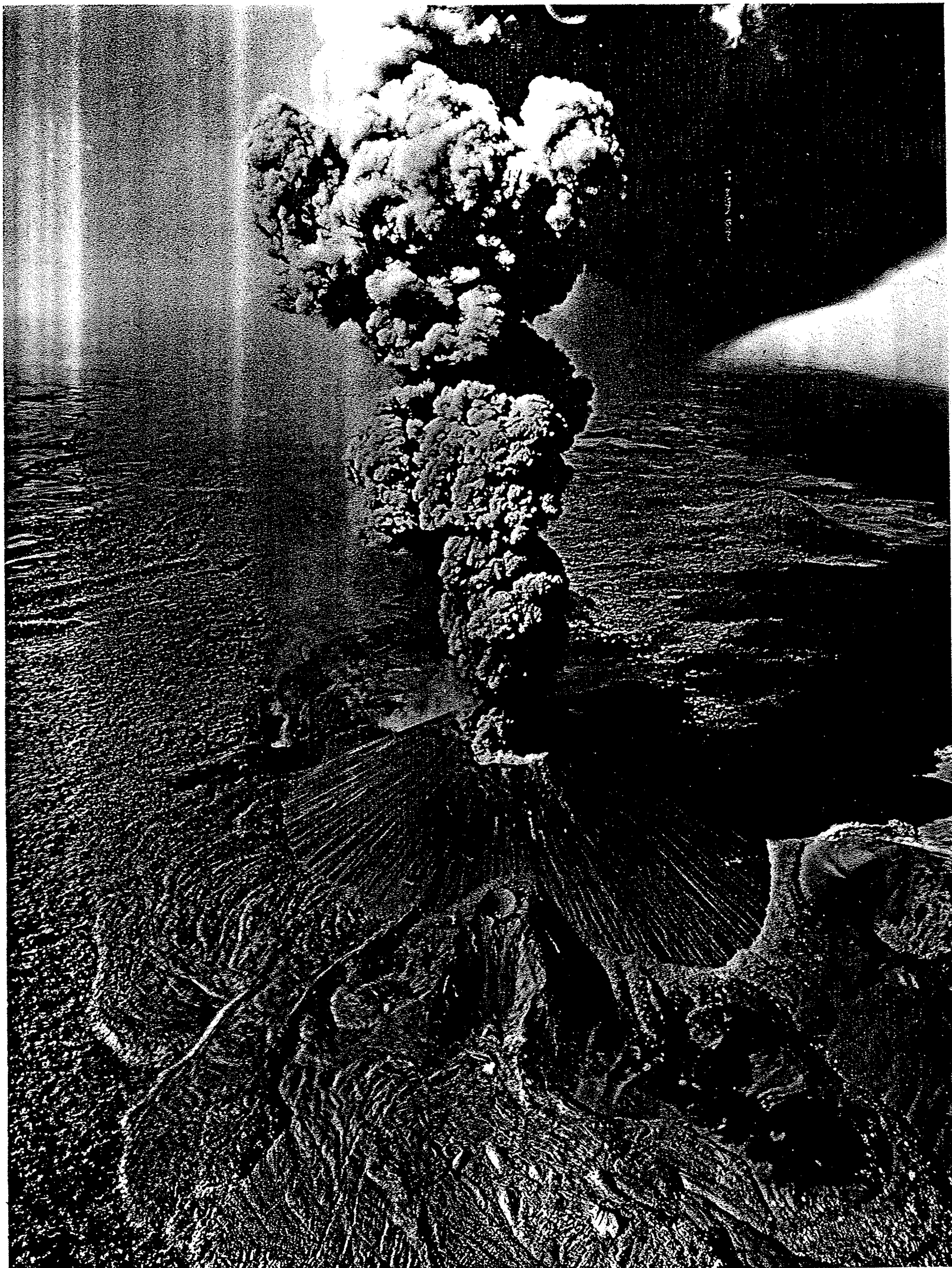
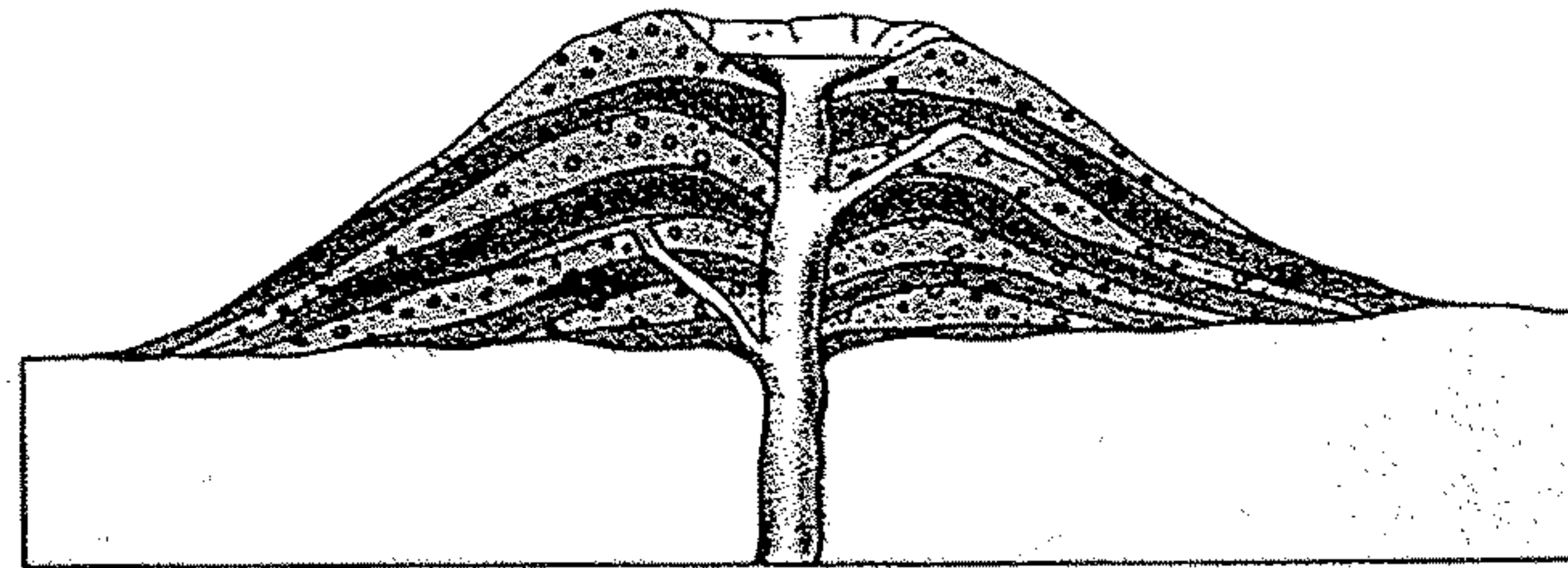
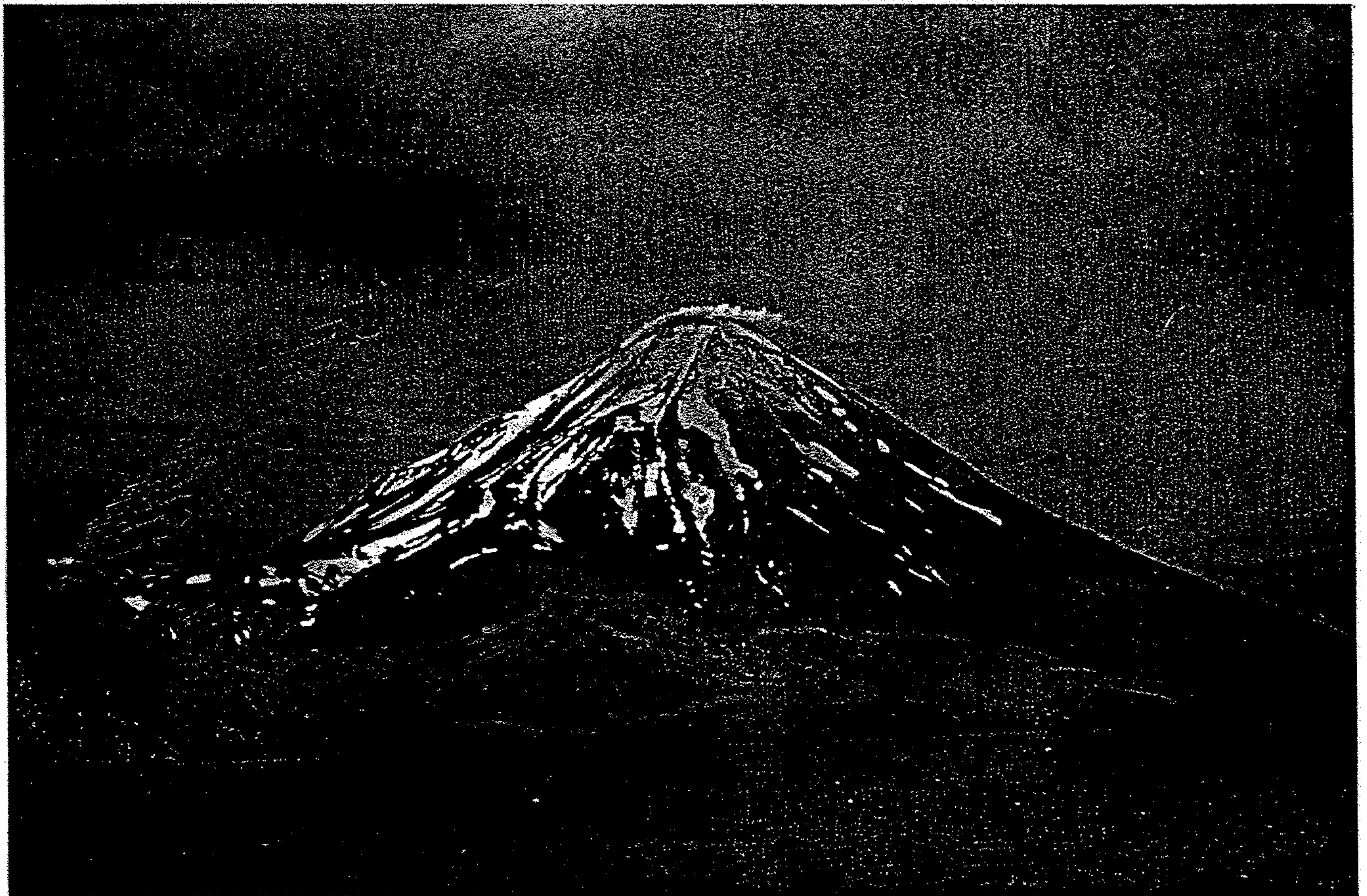


Figure 16-26

Cerro Negro in 1968. This volcano, near Managua, Nicaragua, is a cinder cone built on an older terrain of lava flows. [Photo by Mark Hurd Aerial Surveys.]



A



B

Figure 5.10 (A) Schematic cross-section of a stratovolcano (composite volcano), formed of alternating layers of lava and

pyroclastics. (B) A composite volcano in the Aleutian islands. Photograph B by R. E. Wilcox, USGS Photo Library, Denver. CO

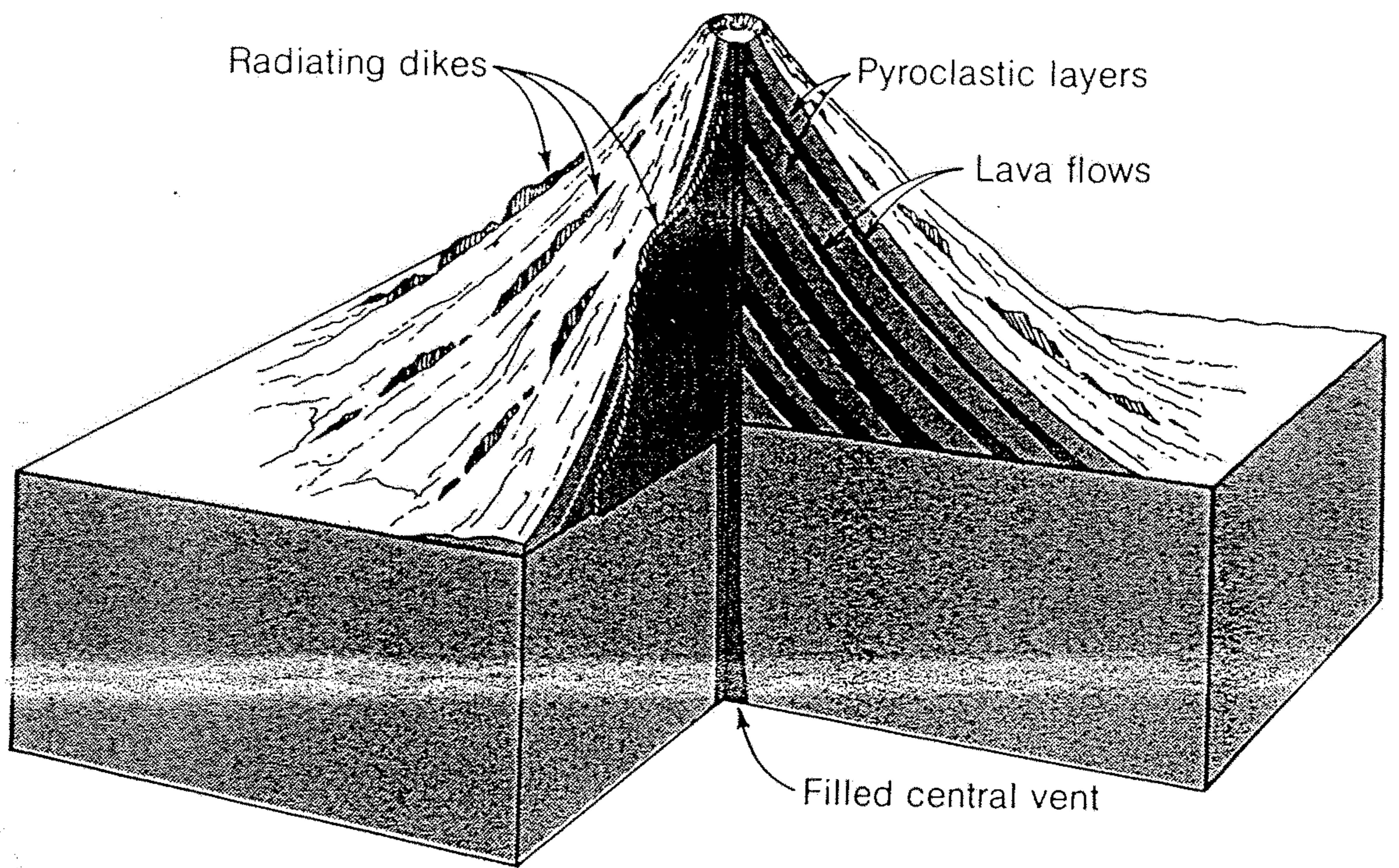
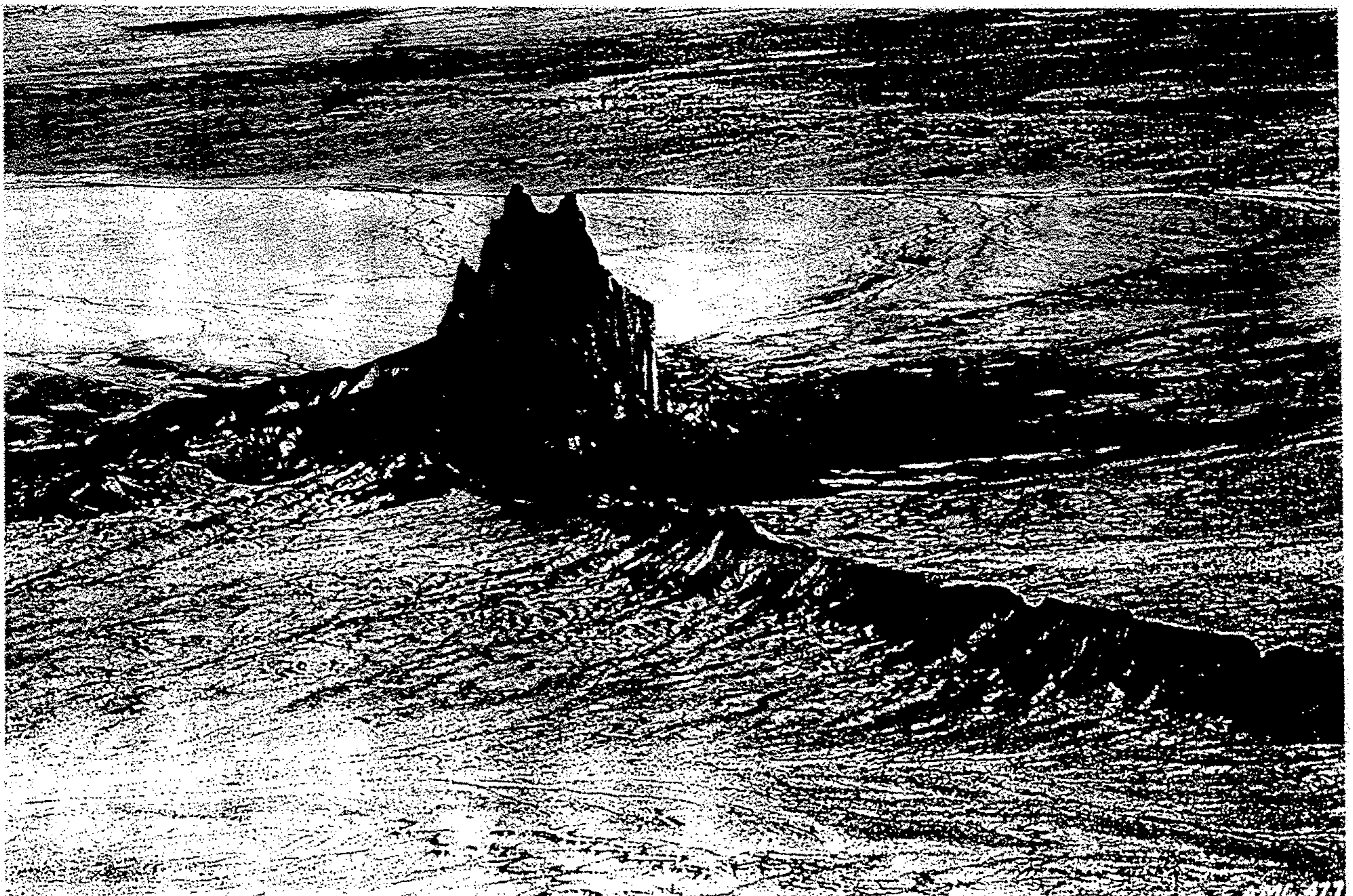
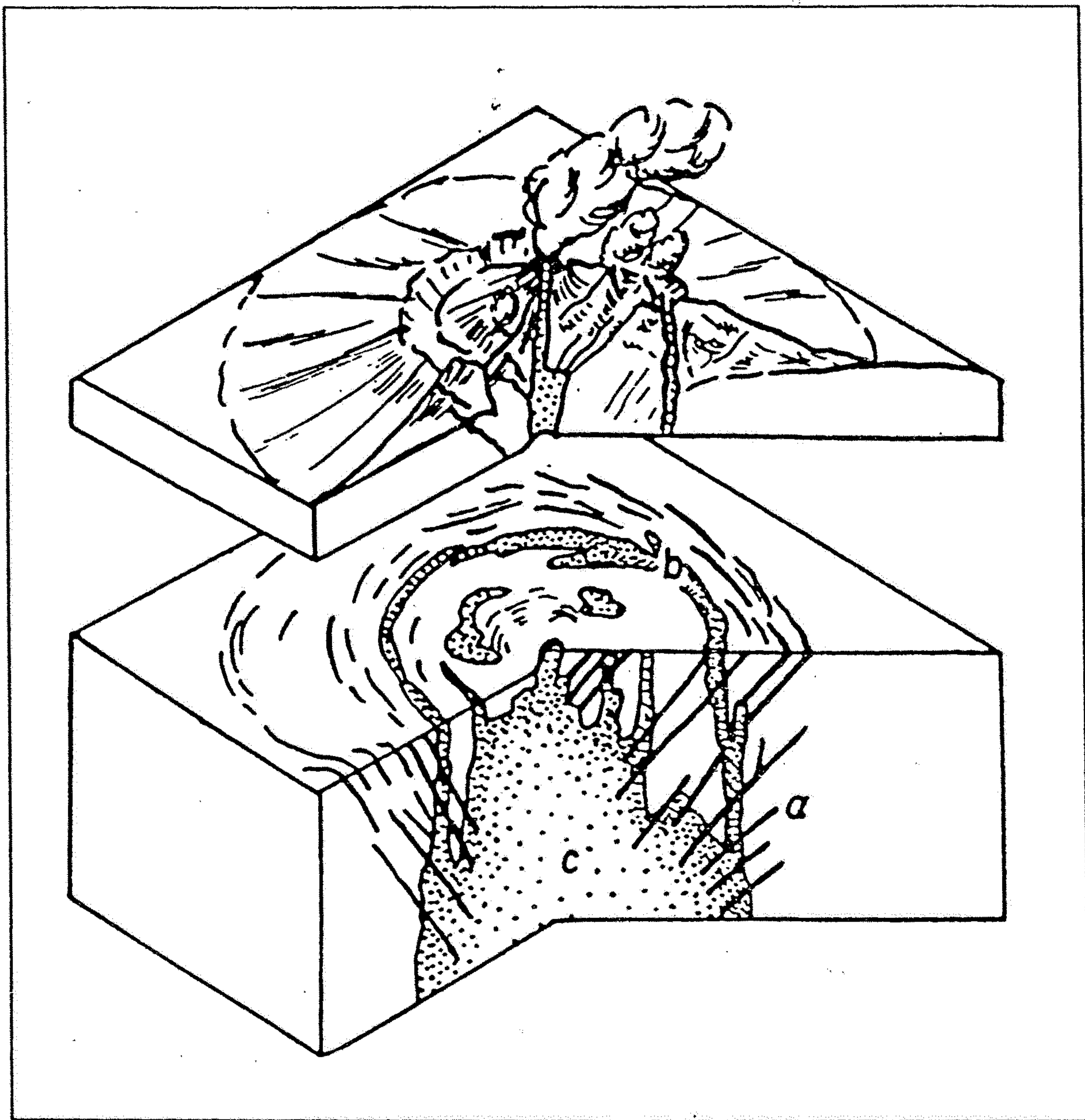


Figure 16-27

Structure of a composite volcano built up of layers of pyroclastic material and lava flows. Lava, solidified in fissures, forms riblike dikes that strengthen the cone. [After R. G. Schmidt, U.S. Geological Survey.]

Figure 5.15. An eroded volcanic neck, exposed near Shiprock, Navajo Nation, New Mexico. Radial, nearly vertical dikes emanate from the volcanic throat. (Source: Courtesy of the American Museum of Natural History.)





Obr. 99: Schematické řezy ringovým komplexem (podle Cloose in Jaroš, Vachtl 1978):

a) kuželové žíly, b) prstencové žíly, c) centrální subvulkanická intruze.

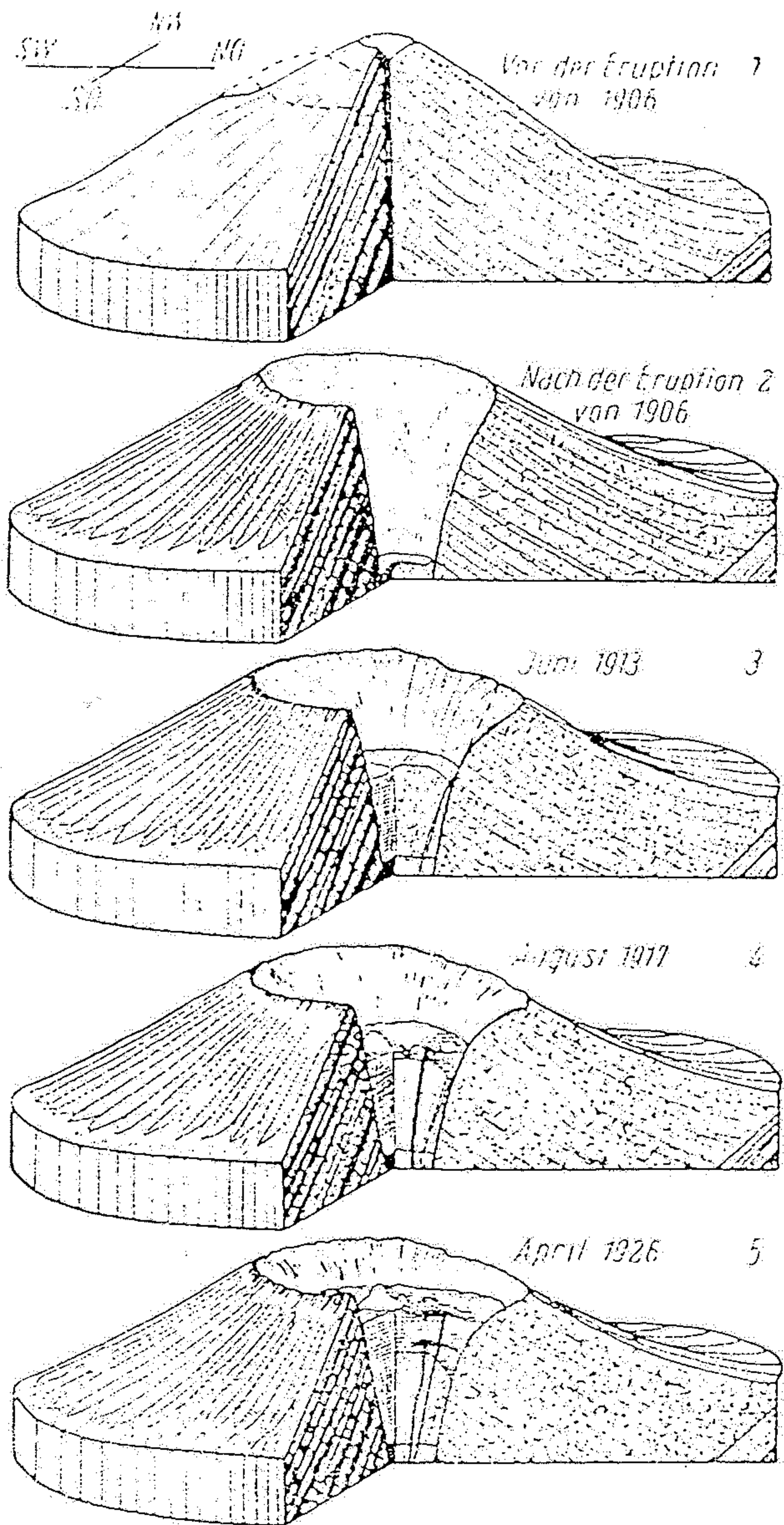


Abb. 226. Entwicklungsstadien des Vesuvkraters in den Jahren 1906 bis 1926. (Nach B. G. ESCHER aus R. A. DALY, 1933.)

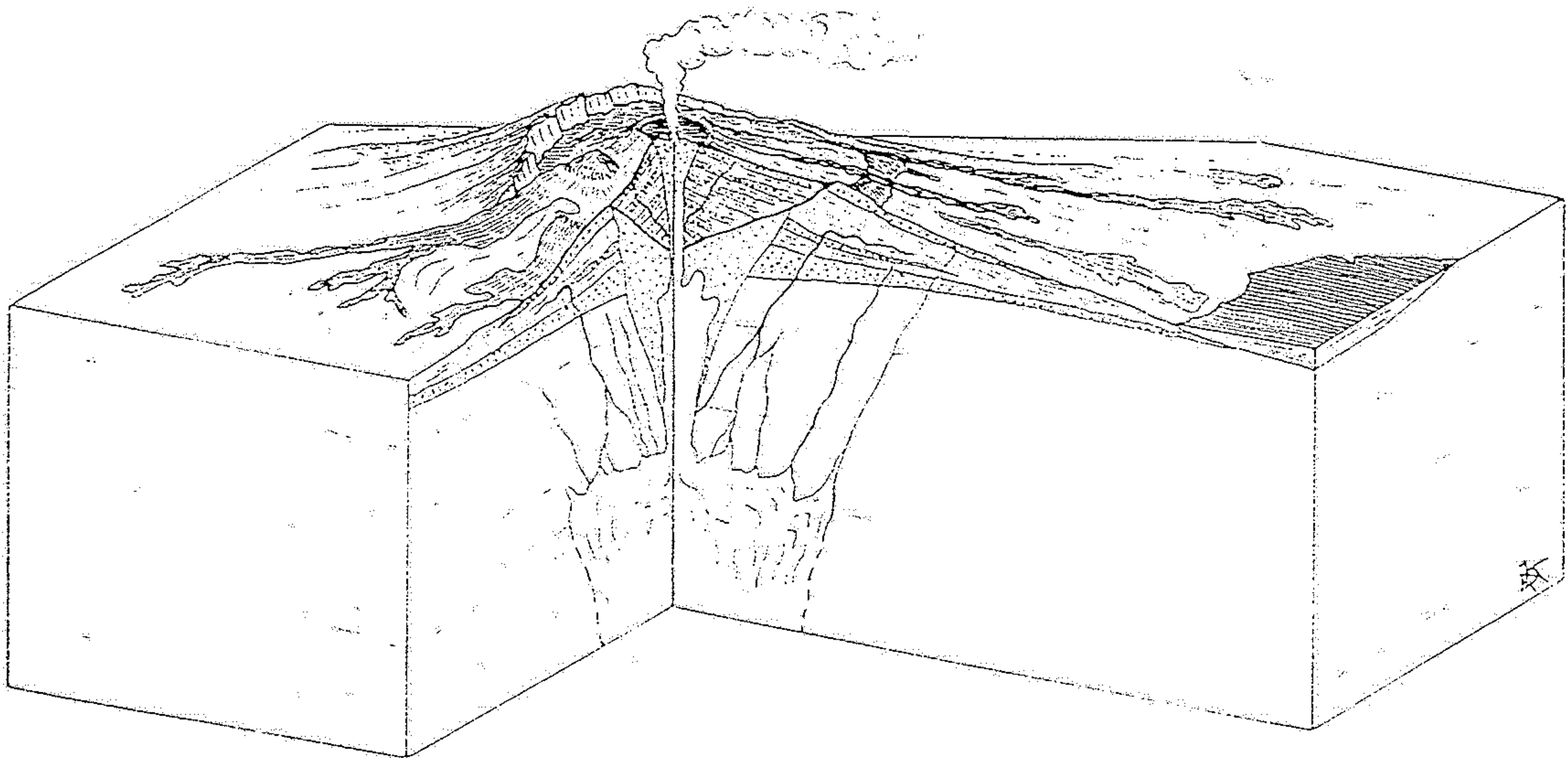
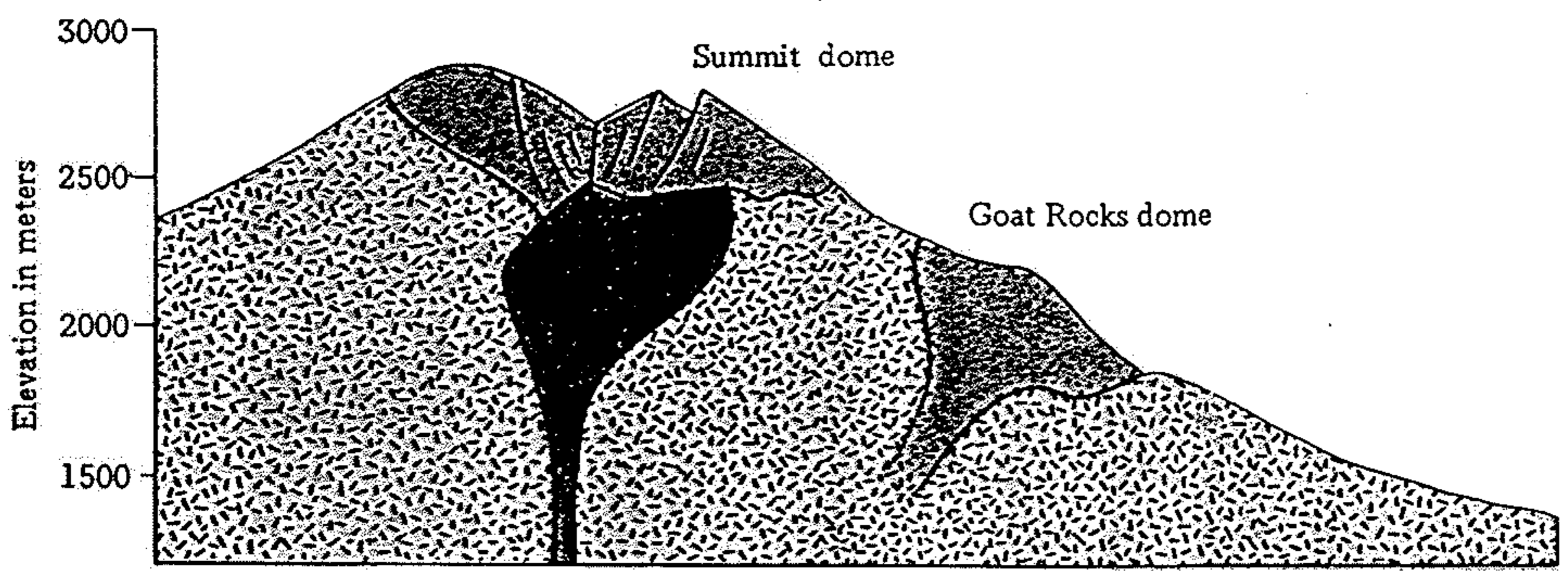
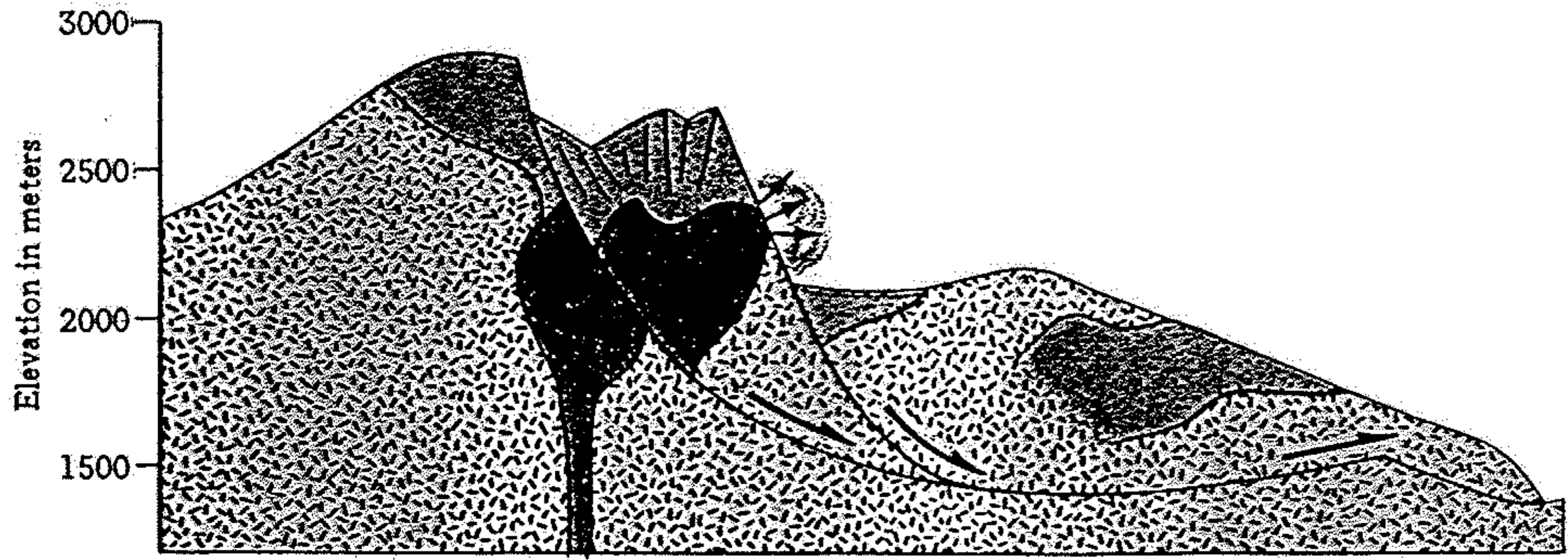


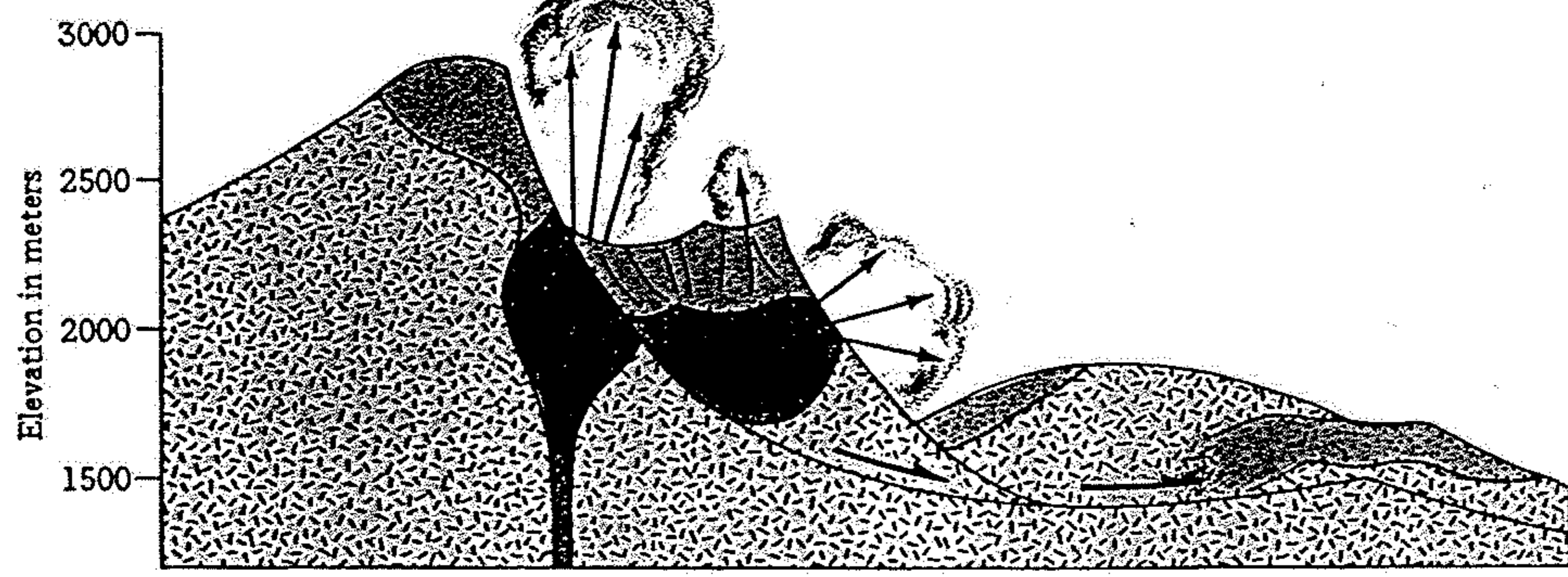
Abb. 233. Blockdiagramm des Monte Somma und des Vesuv. (Zusammengestellt nach A. RITTMANN und H. CLOOS.)



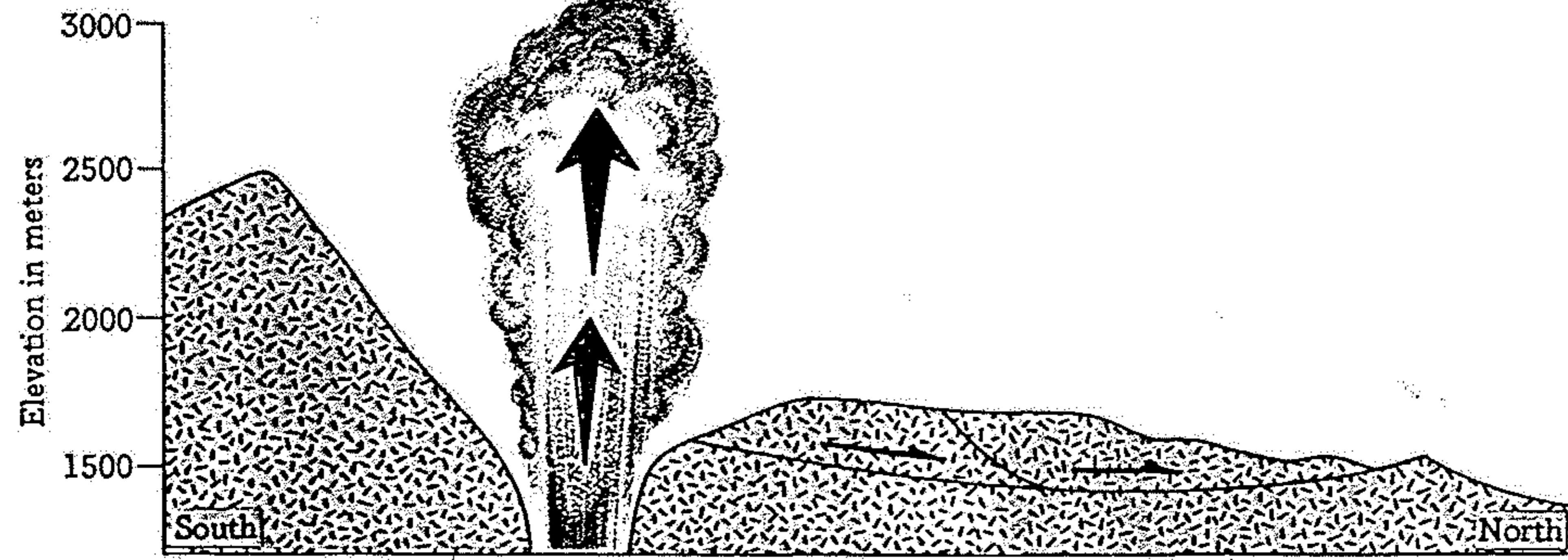
(c)



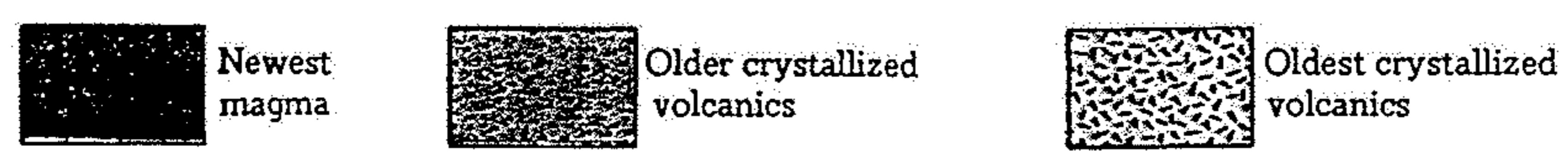
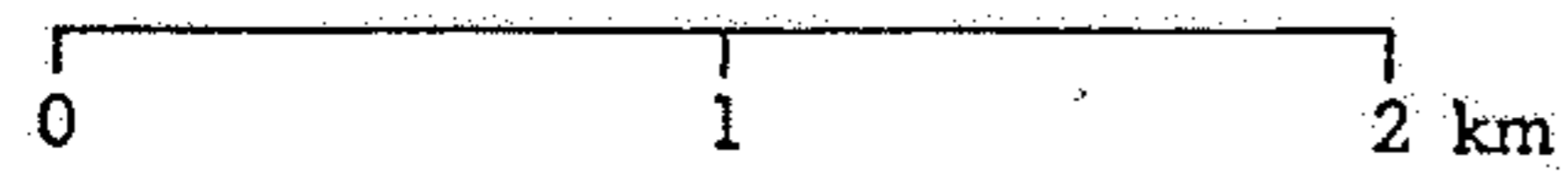
(d)



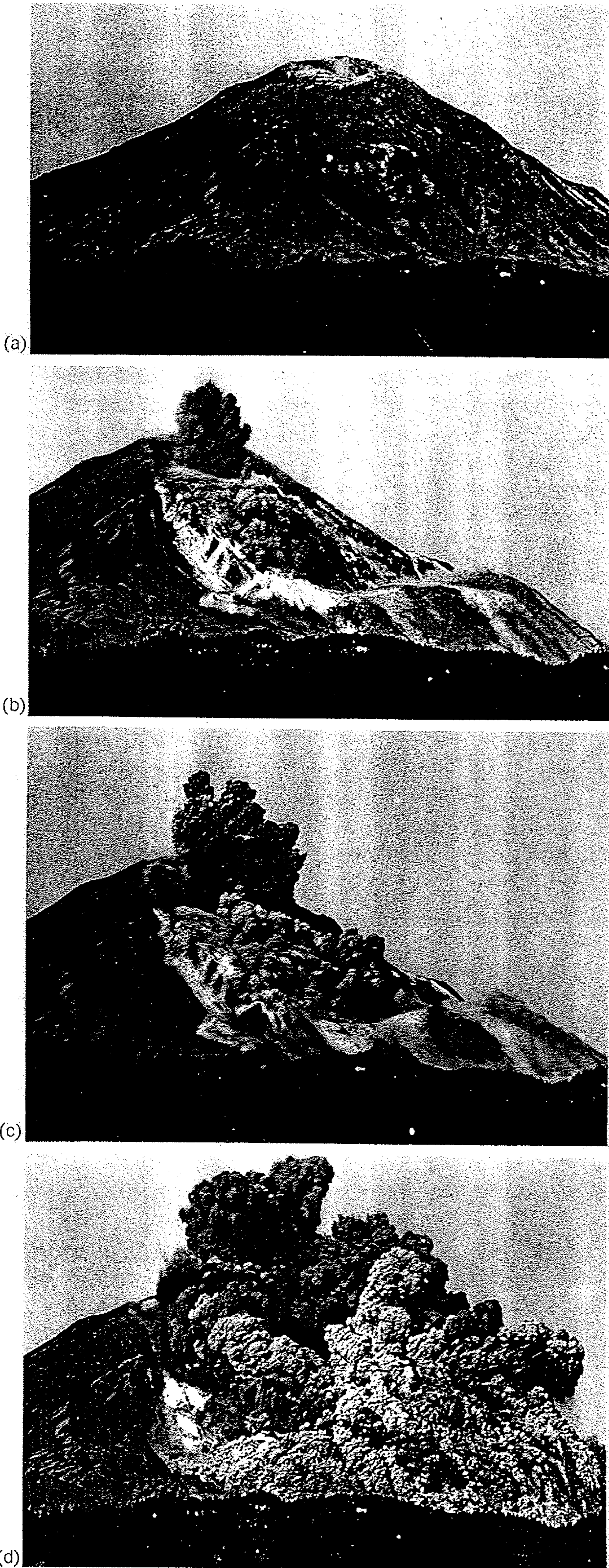
(e)



(f)

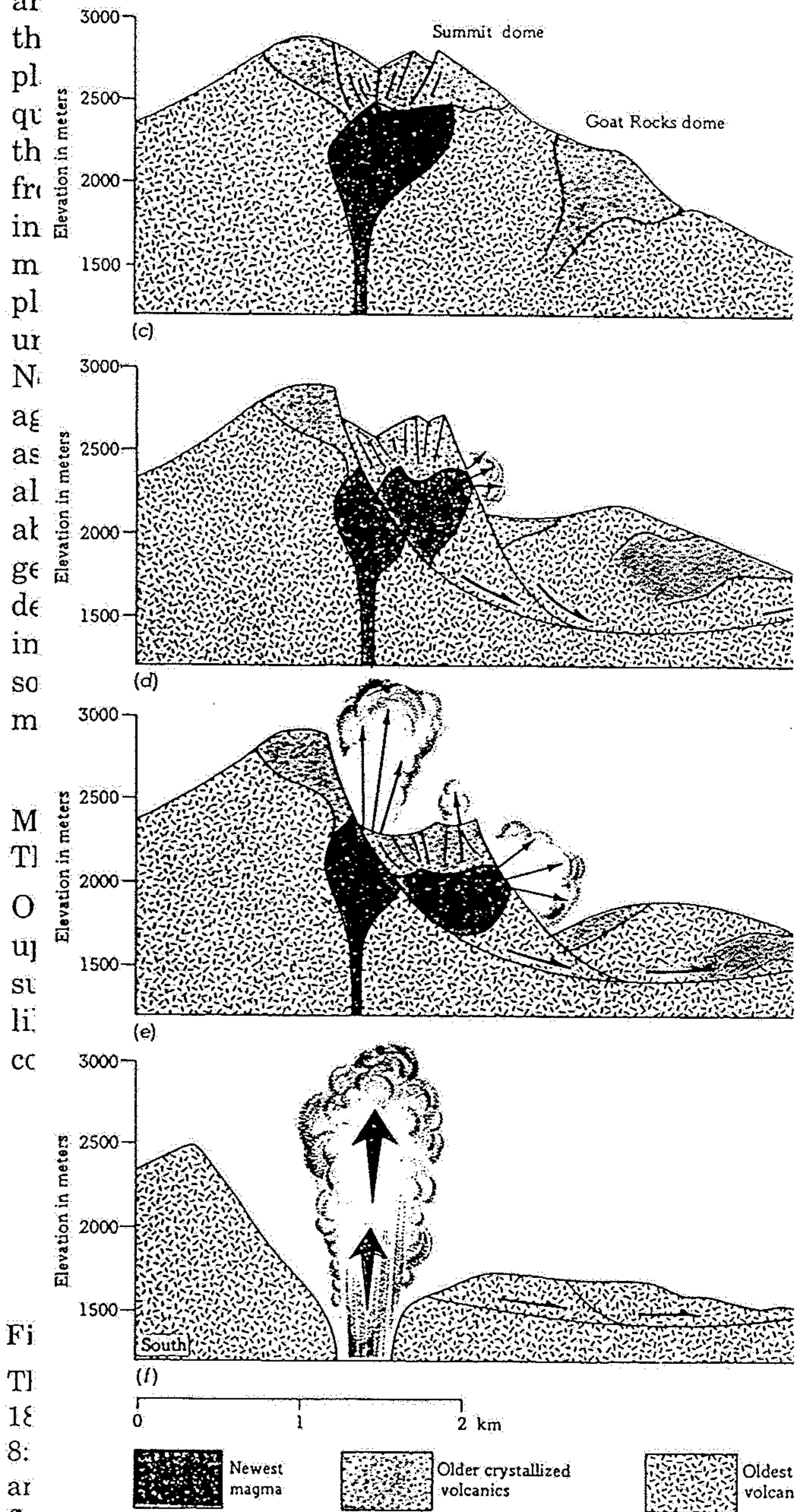


4.13 Changes in the profile of Mount St. Helens during the morning of May 18, 1980. (a) Before eruption: Magma (dark red color) had intruded beneath older domes (light red color). (b) The eruption started at 8:32 A.M. when an earthquake caused the bulge on the volcano's north side to give way. About 20 seconds after the landslide started, explosions began where the new magma was exposed. (c) The landslide released steam and lava inside the volcano. About 30 seconds after the landslide, massive explosions from side and top of the fractured block created the lateral blast that went north from where the bulge had been. (d) After landsliding exposed the main volcanic conduit, a vertical eruption column of steam and ash rose more than 25 kilometers. (From J. G. Moore and W. C. Albee, *The 1980 Eruptions of Mount St. Helens, Washington, U.S. Geological Survey, 1981.*)

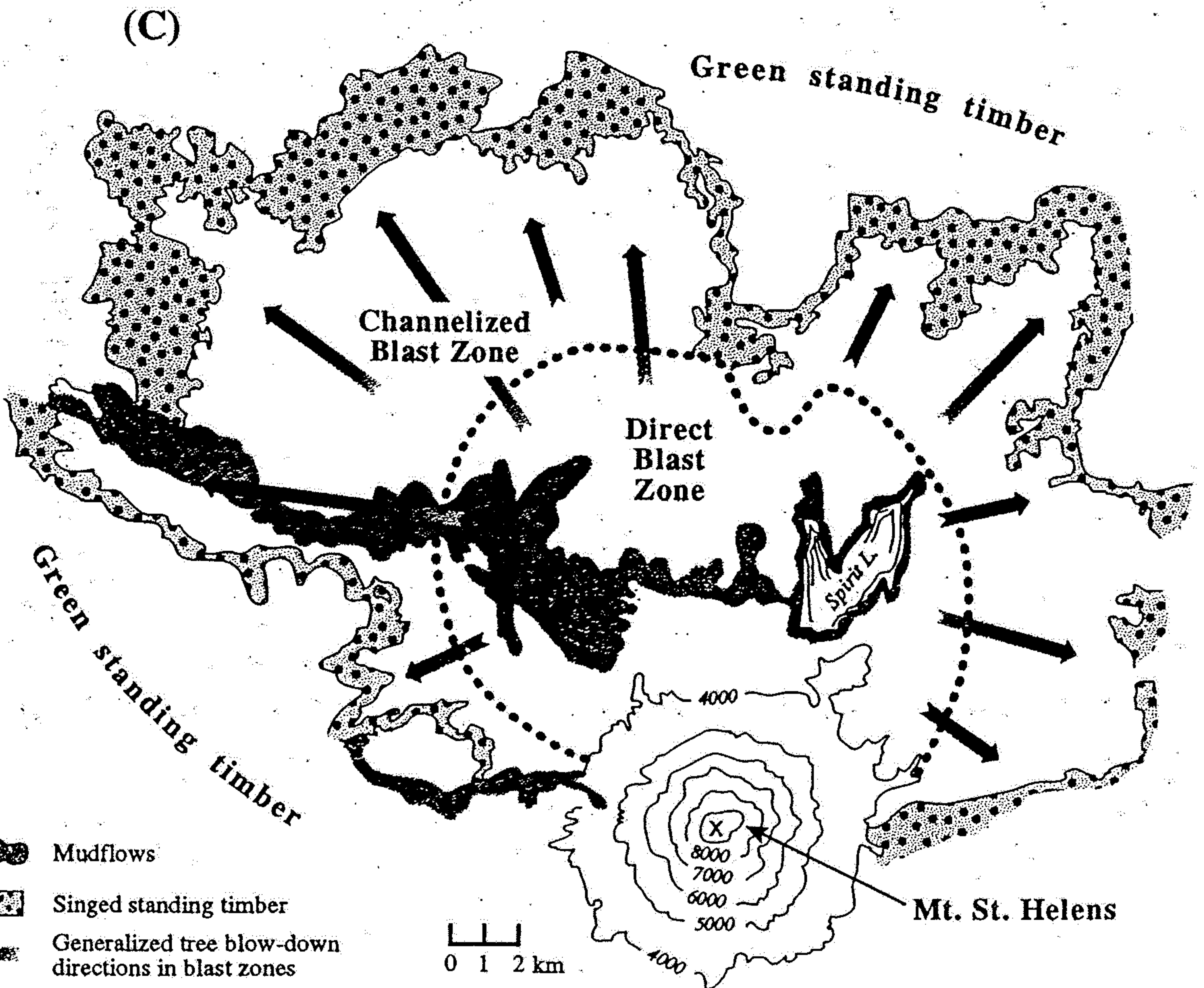
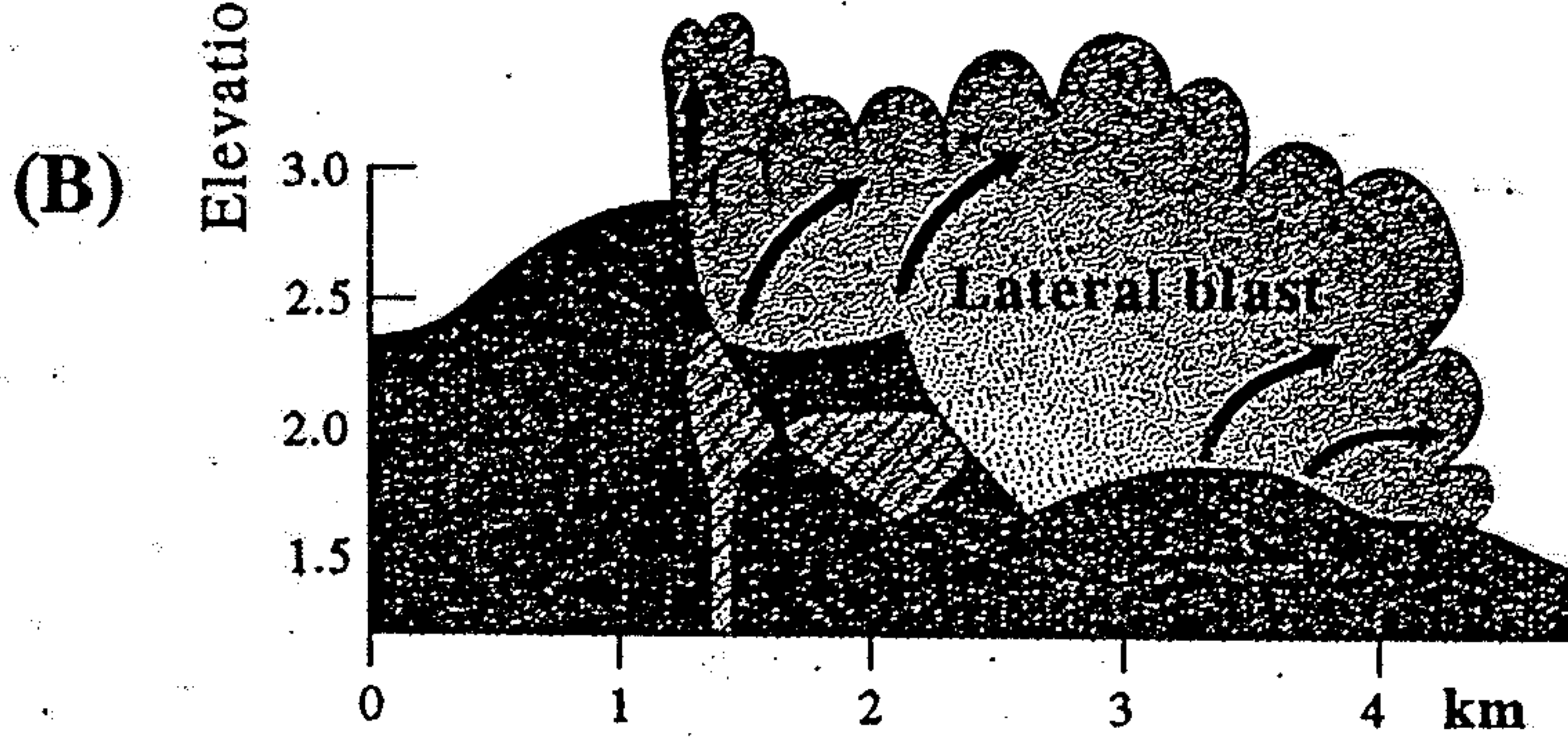
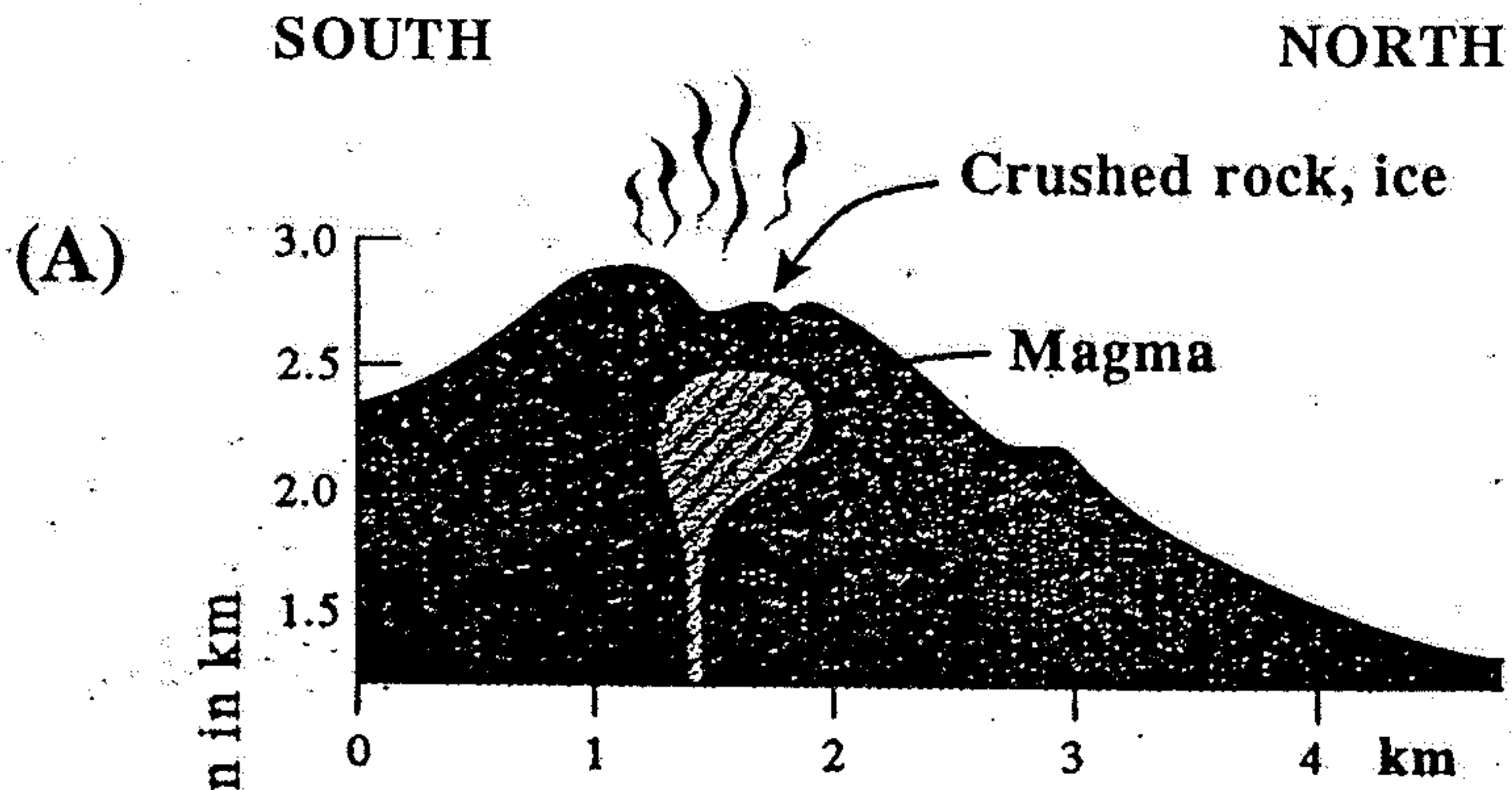


The Global Pattern of Volcanism

As we observed at the outset of this chapter, most volcanoes occur in connection with plate boundaries (see Figure 16-2), 15% in belts of tension, where plates diverge and 80% in belts of compression, where plates converge.



4.13 Changes in the profile of Mount St. Helens during the morning of May 18, 1980 eruption: Magma (dark red color) had intruded beneath older domes (light red color) and an eruption started at 8:32 A.M. when an earthquake caused the bulge on the volcano to give way. About 20 seconds after the landslide started, explosions began where the magma was exposed. (c) The landslide released steam and lava inside the volcano. About 20 minutes after the landslide, massive explosions from side and top of the fractured block caused a lateral blast that went north from where the bulge had been. (d) After landsliding, a vertical eruption column of steam and ash rose more than 1 km high. (From J. G. Moore and W. C. Albee, *The 1980 Eruptions of Mount St. Helens*, Washington Geological Survey, 1981.)



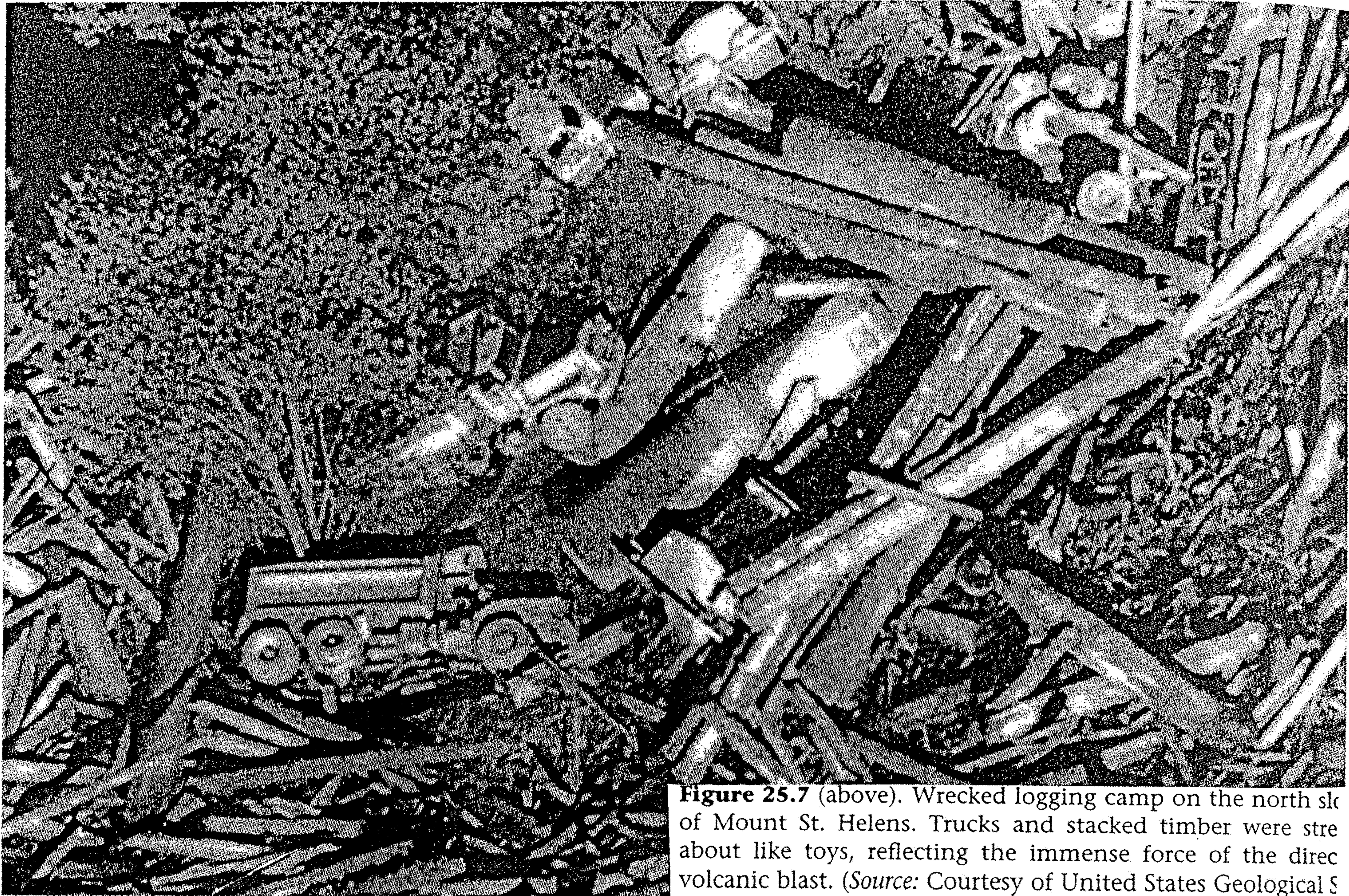
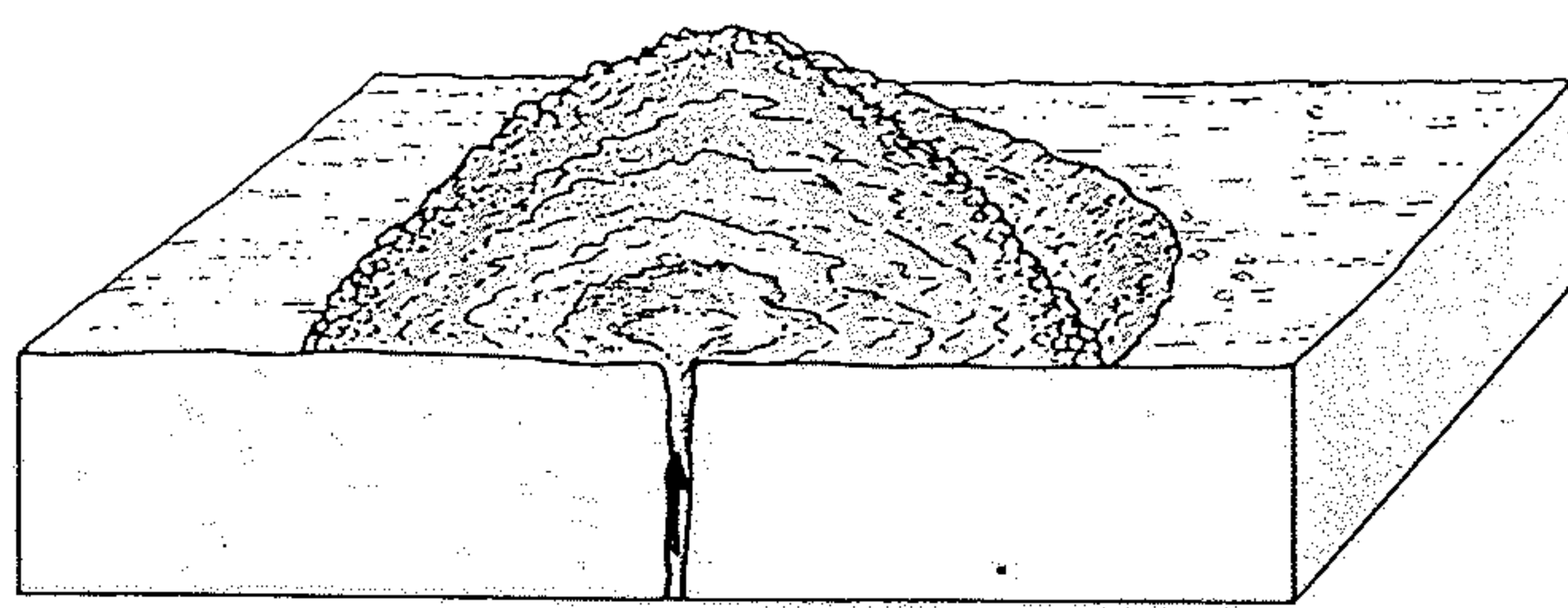


Figure 25.7 (above). Wrecked logging camp on the north slope of Mount St. Helens. Trucks and stacked timber were strewn about like toys, reflecting the immense force of the direct volcanic blast. (Source: Courtesy of United States Geological Survey.)



A



B

Figure 5.7 Volcanic dome formation. (A) Schematic of volcanic dome formation. (B) Dome being built in summit crater of Mount St. Helens.

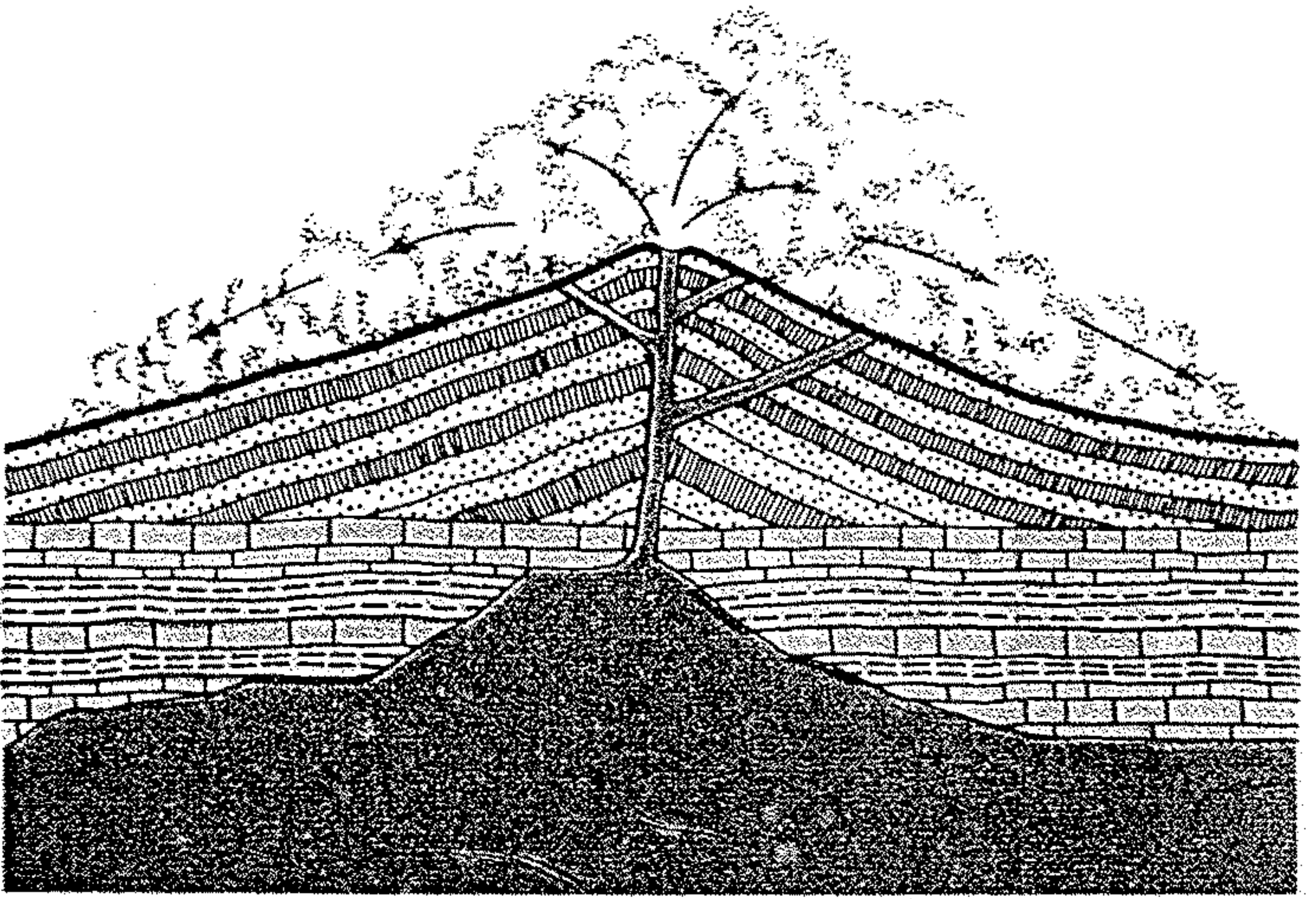
Photograph B courtesy of USGS Photo Library, Denver, CO.

THE BODY OF THE EARTH: INTERNAL PROCESSES

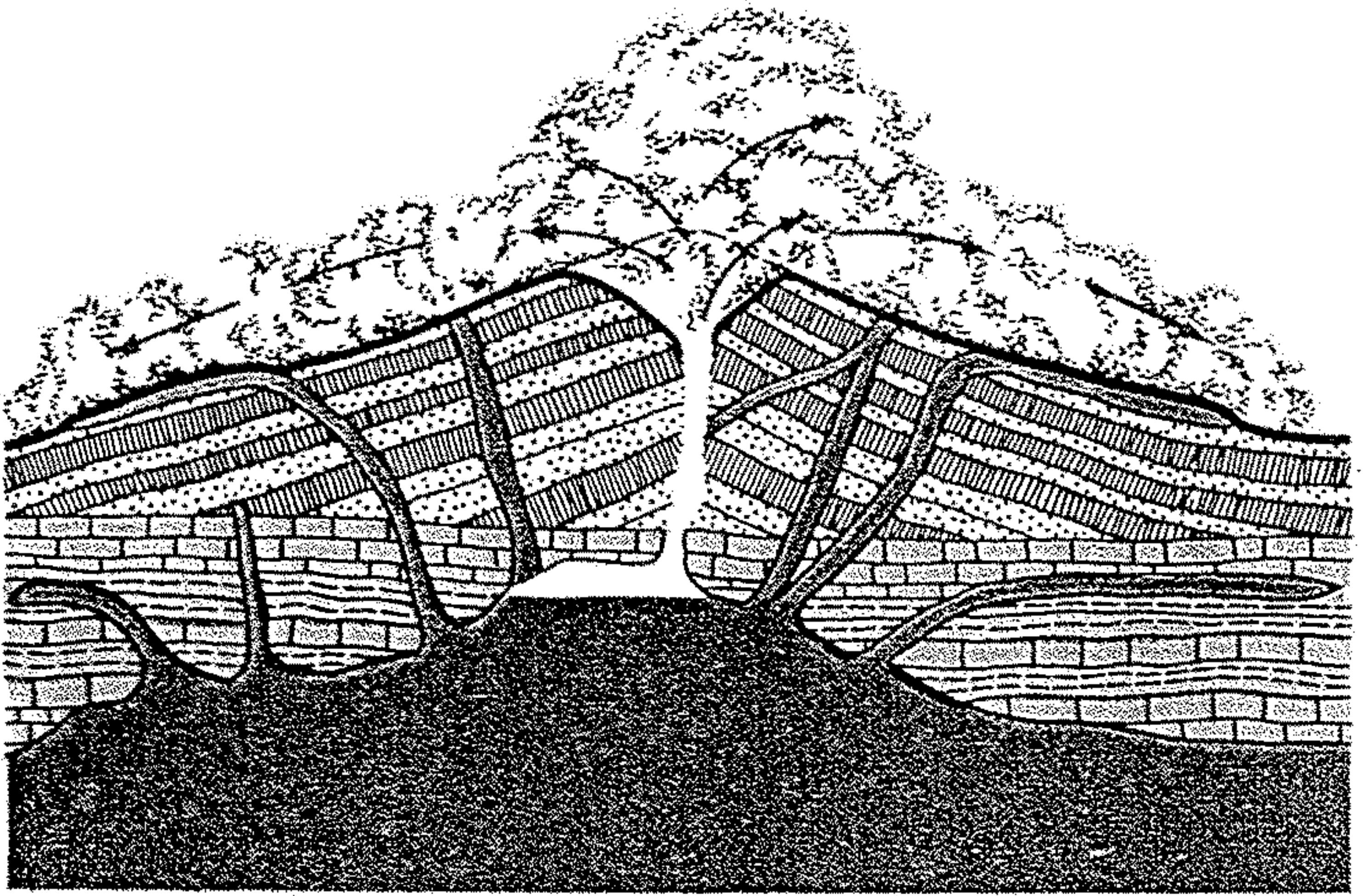


Figure 16-30

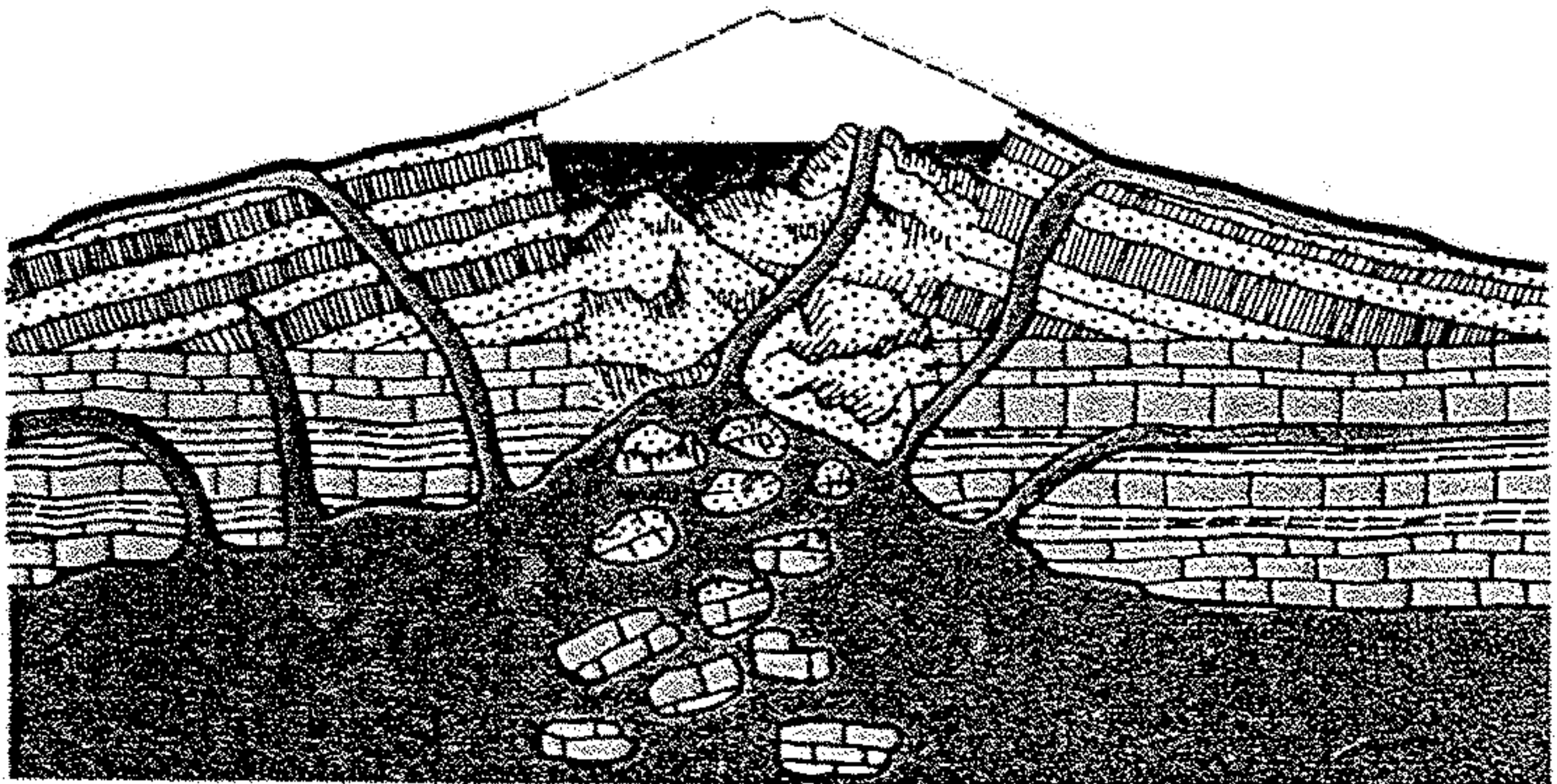
Crater Lake, Oregon, fills the caldera in the stump of the collapsed summit of Mount Mazama. [From U.S. Geological Survey.]



(a)



(b)



(c)

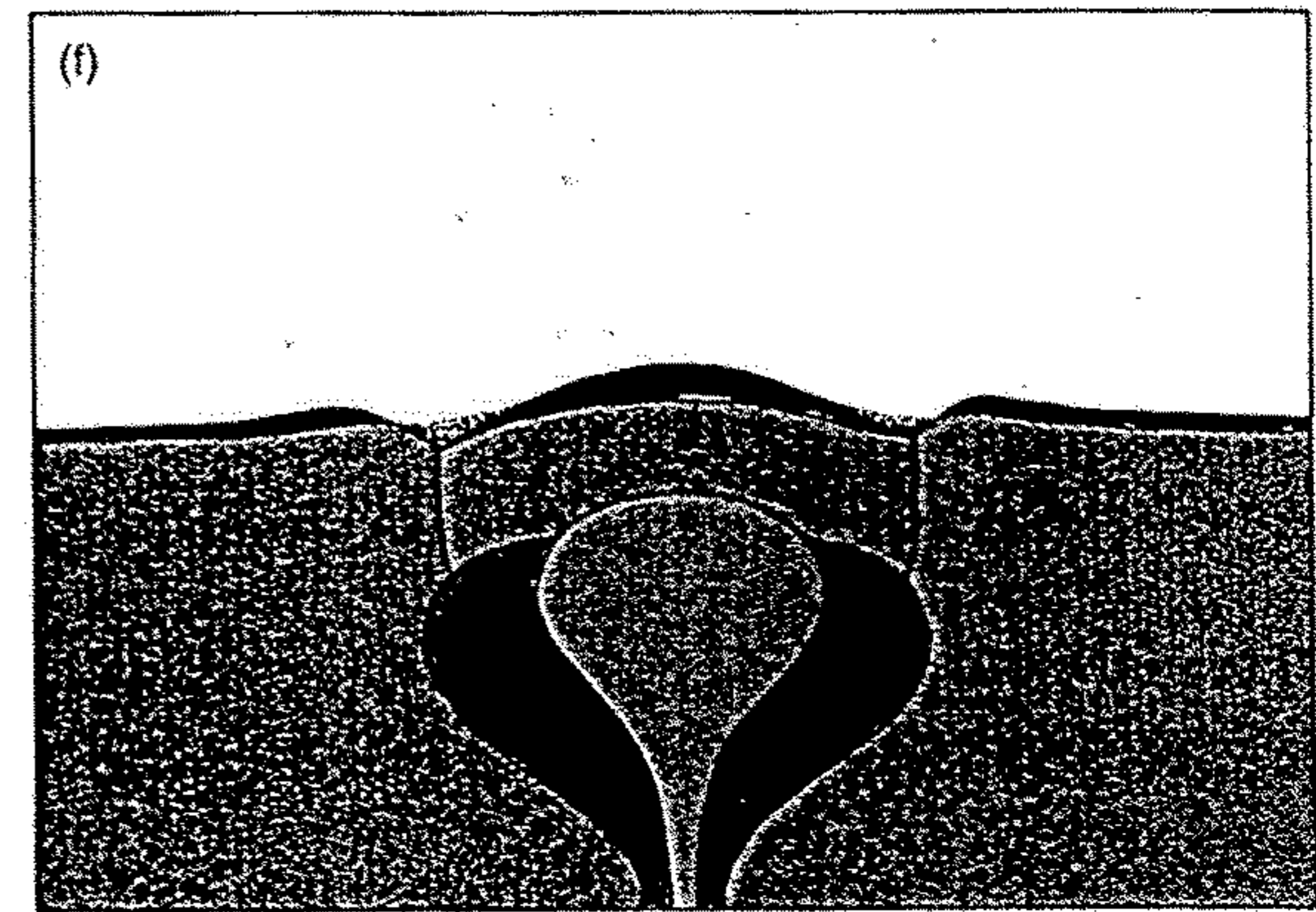
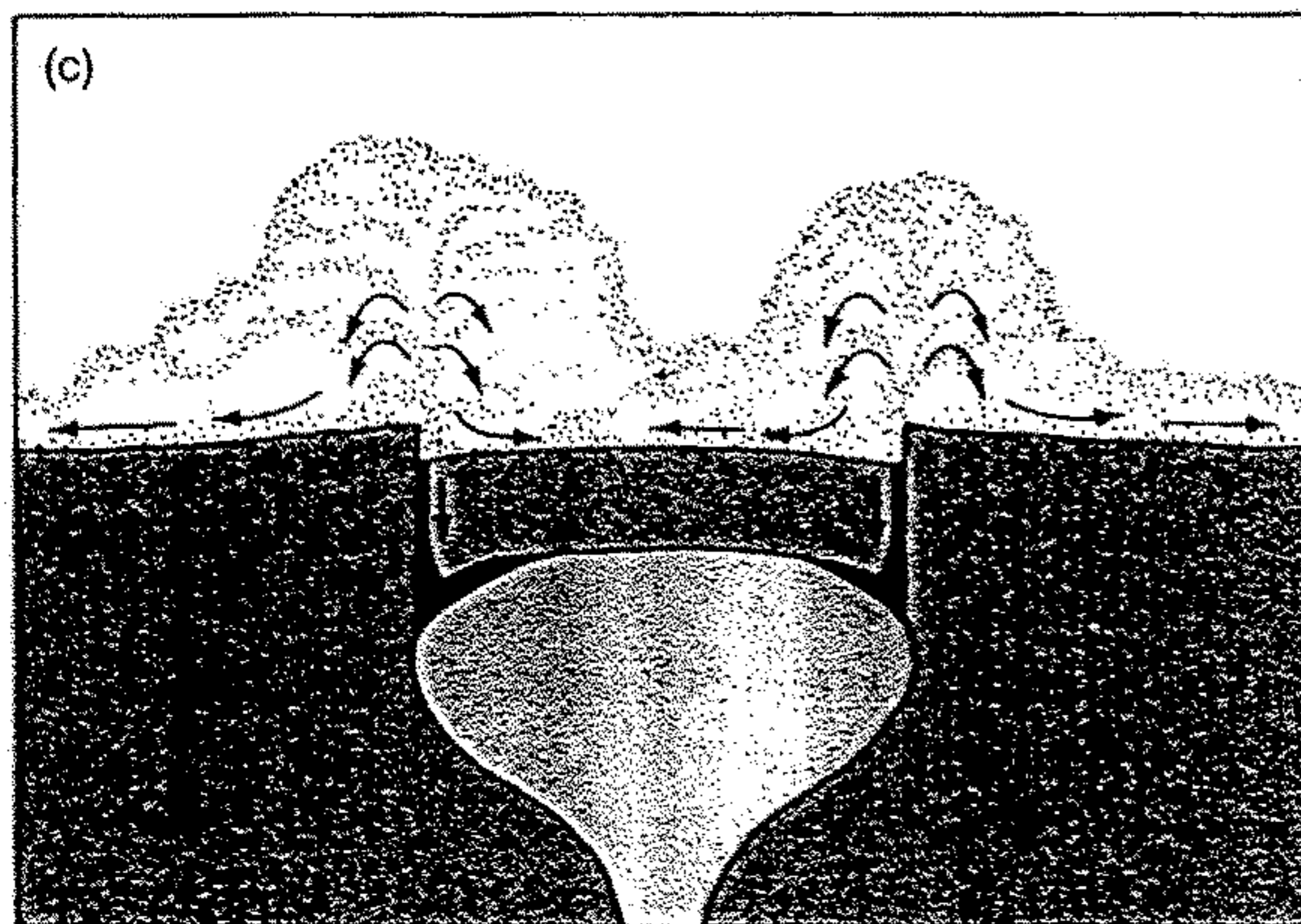
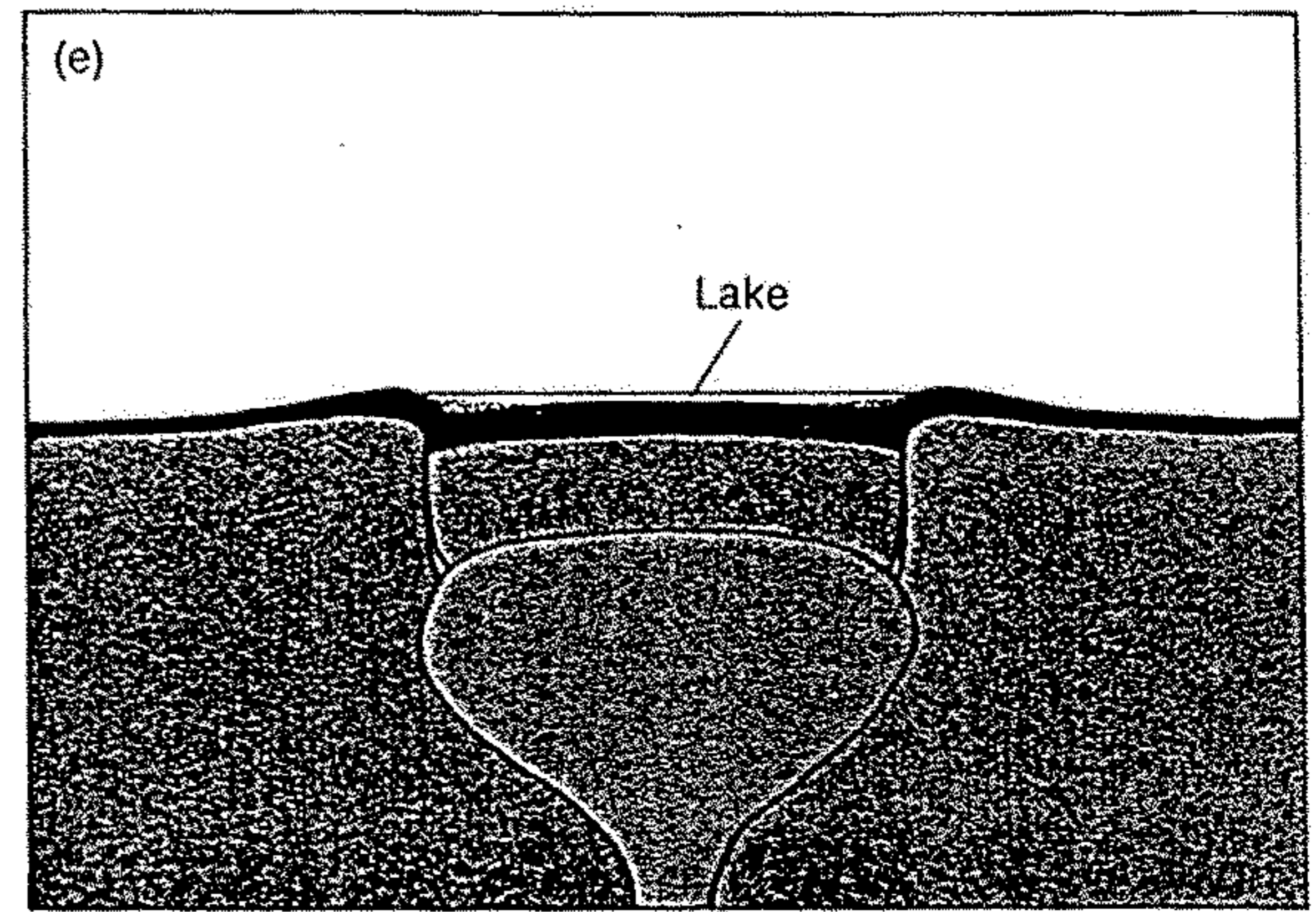
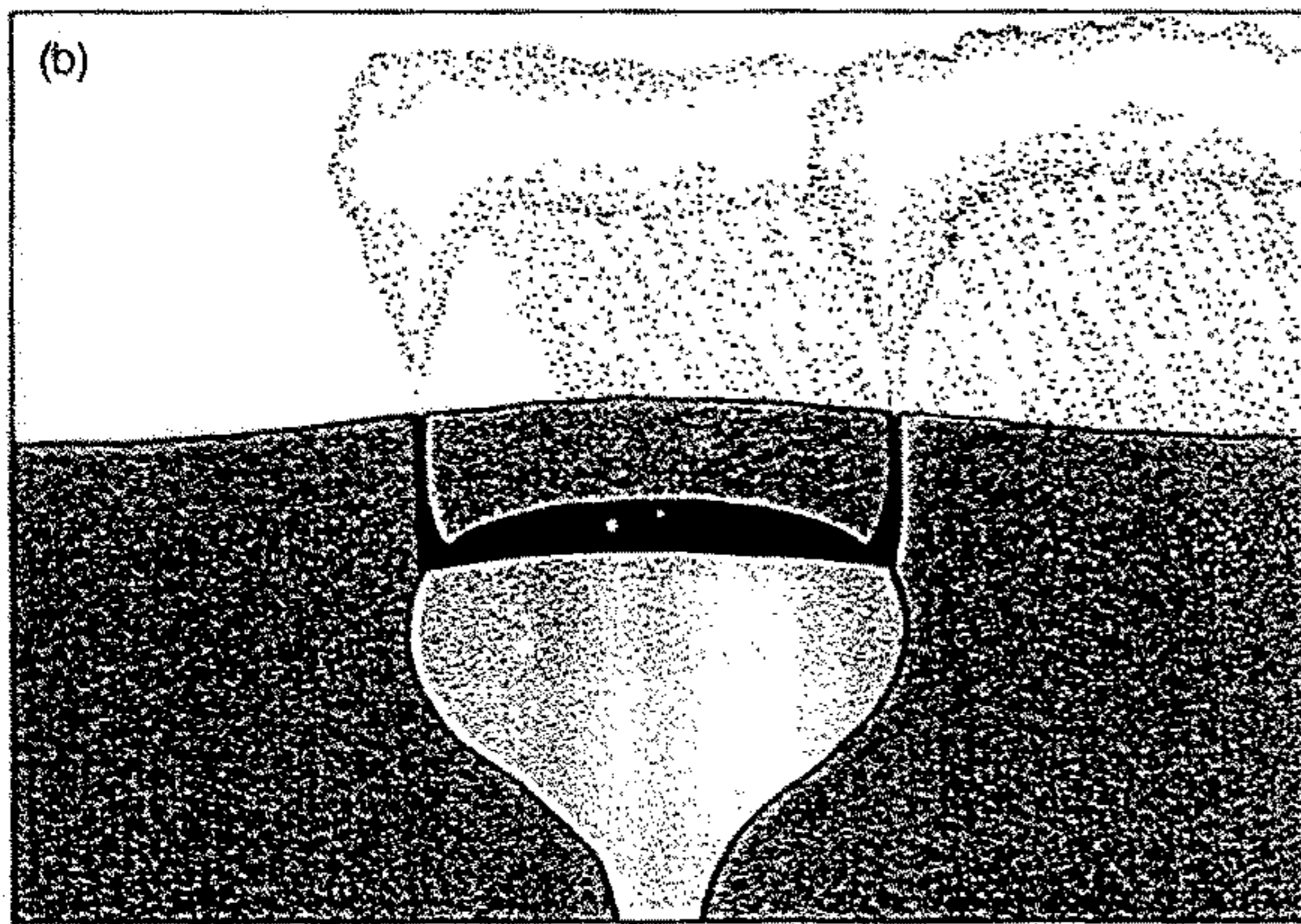
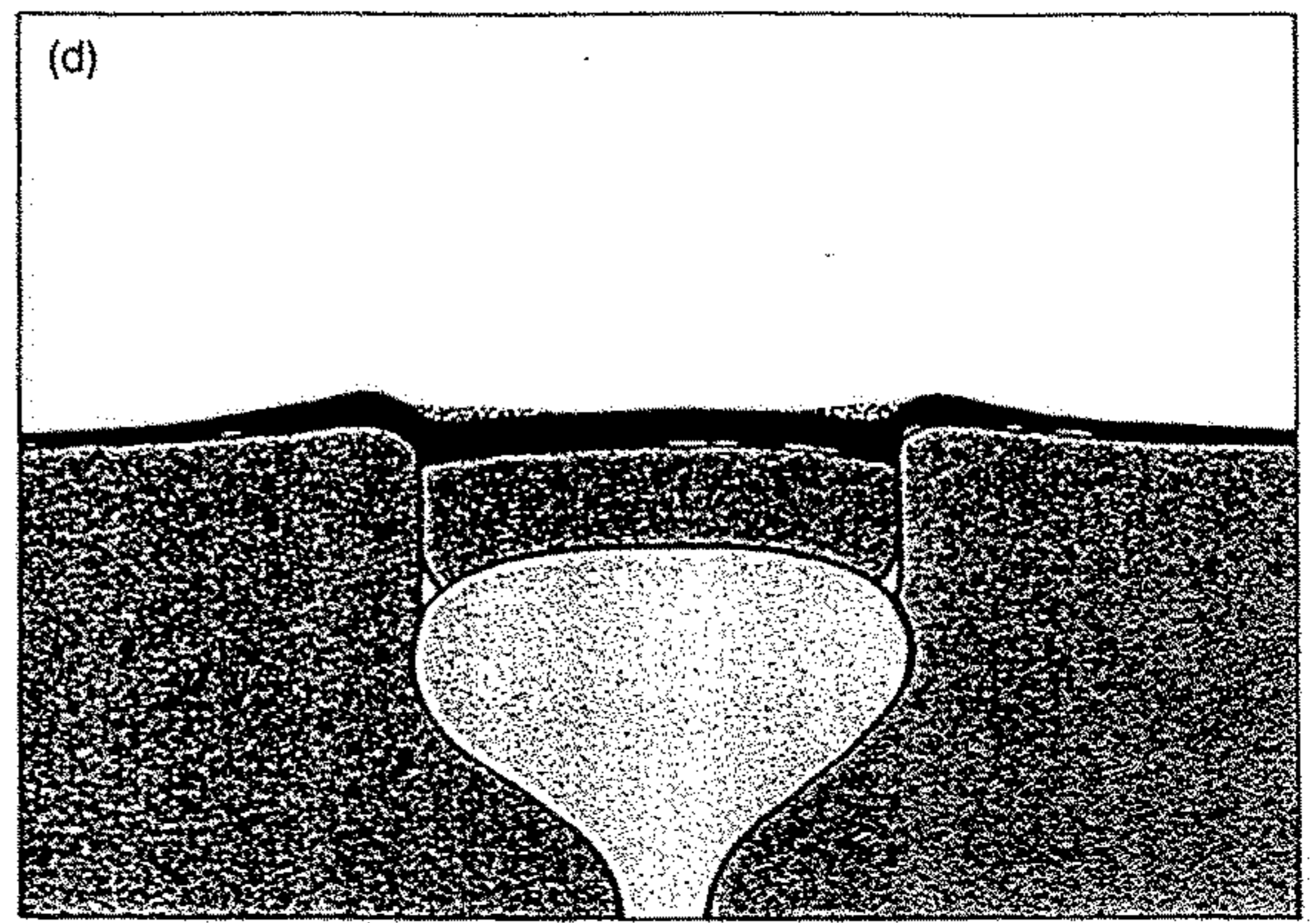
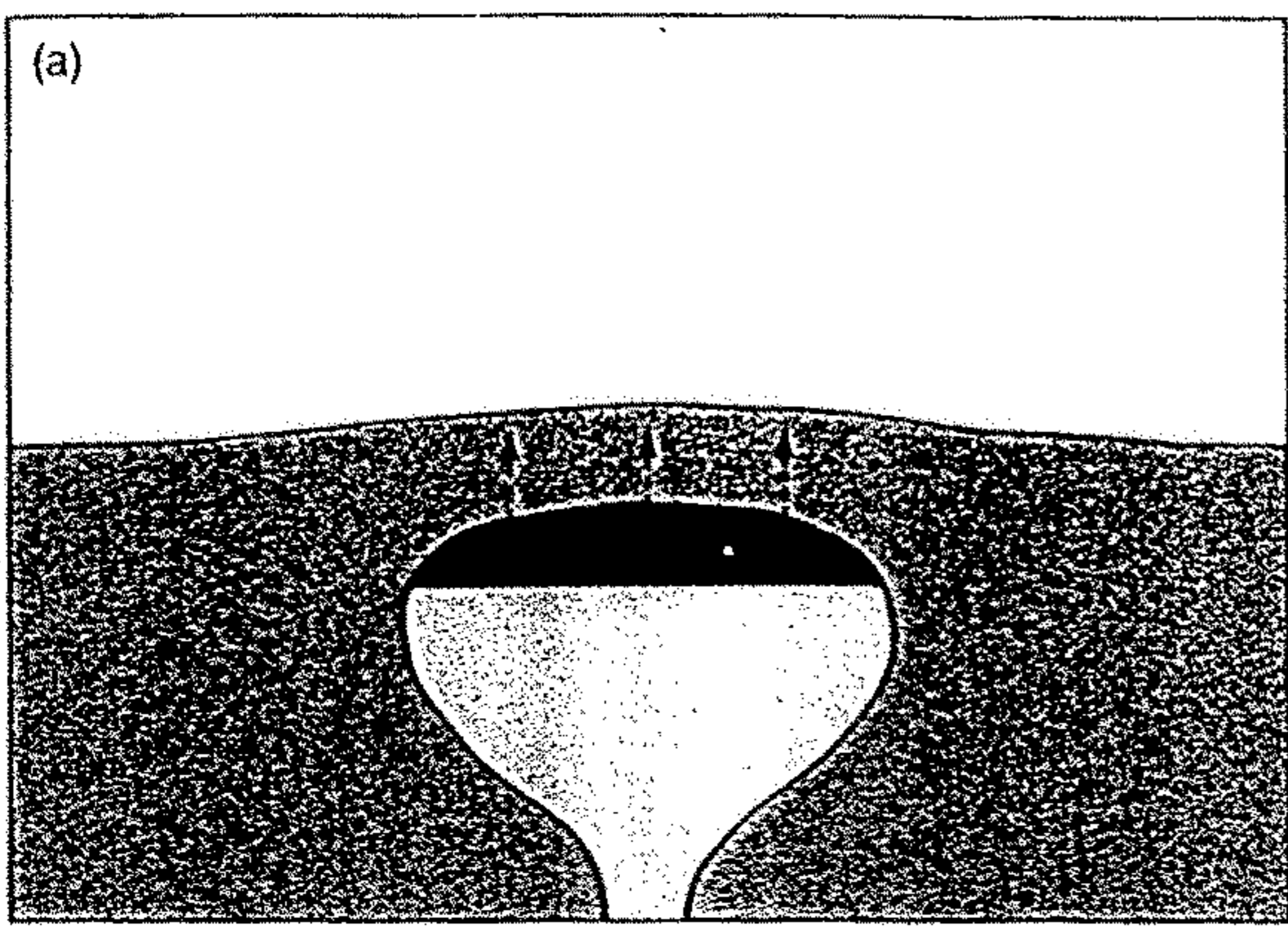


Figure 16-29

Stages in the evolution of a resurgent caldera. (a) Magma fills a magma chamber a few kilometers below the surface, doming the surface; (b) ring-shaped fractures form around the dome, and the gas-charged magma at the top (orange) explodes, erupting columns of incandescent pumice and ash into the atmosphere; (c) the magma chamber emptied, the roof collapses along the fracture, accompanied by the ejection of pyroclastic flows; (d) the caldera and surrounding area

are covered by a blanket of welded pyroclastic debris or ignimbrite; (e) the caldera wall begins to erode, and a lake may form in the depression; (f) some hundreds of thousands of years later, fresh magma enters the magma chamber and the caldera floor begins to dome again. Minor volcanic activity may persist along the ring fracture for millions of years. [Modified from "Giant Volcanic Calderas" by P. Francis. Copyright © 1983 by Scientific American, Inc. All rights reserved.]



Abb. 12.39

Luftbild des 6723 m hohen Lulllaillaco in den chilenisch-argentinischen Hochanden (untere Bildkante ca. 10 km lang). Der jüngste Ausbruch des komplexen Stratovulkans produzierte zähe andesitische Lava. Solche Laven haben im Vergleich zu dünnflüssigen basaltischen Laven ein größeres Höhen/Längen-Verhältnis

und sie zeigen eine steile Front und Flanken mit Seitenwällen ('Levees'). Die talwärts gezogenen großen Falten auf der Oberfläche der Ströme reflektieren das Geschwindigkeitsprofil während des laminaren Fließens (mit frdl. Genehmigung der Fuerza Aerea de Chile, Servicio Aerofotografico, Santiago).

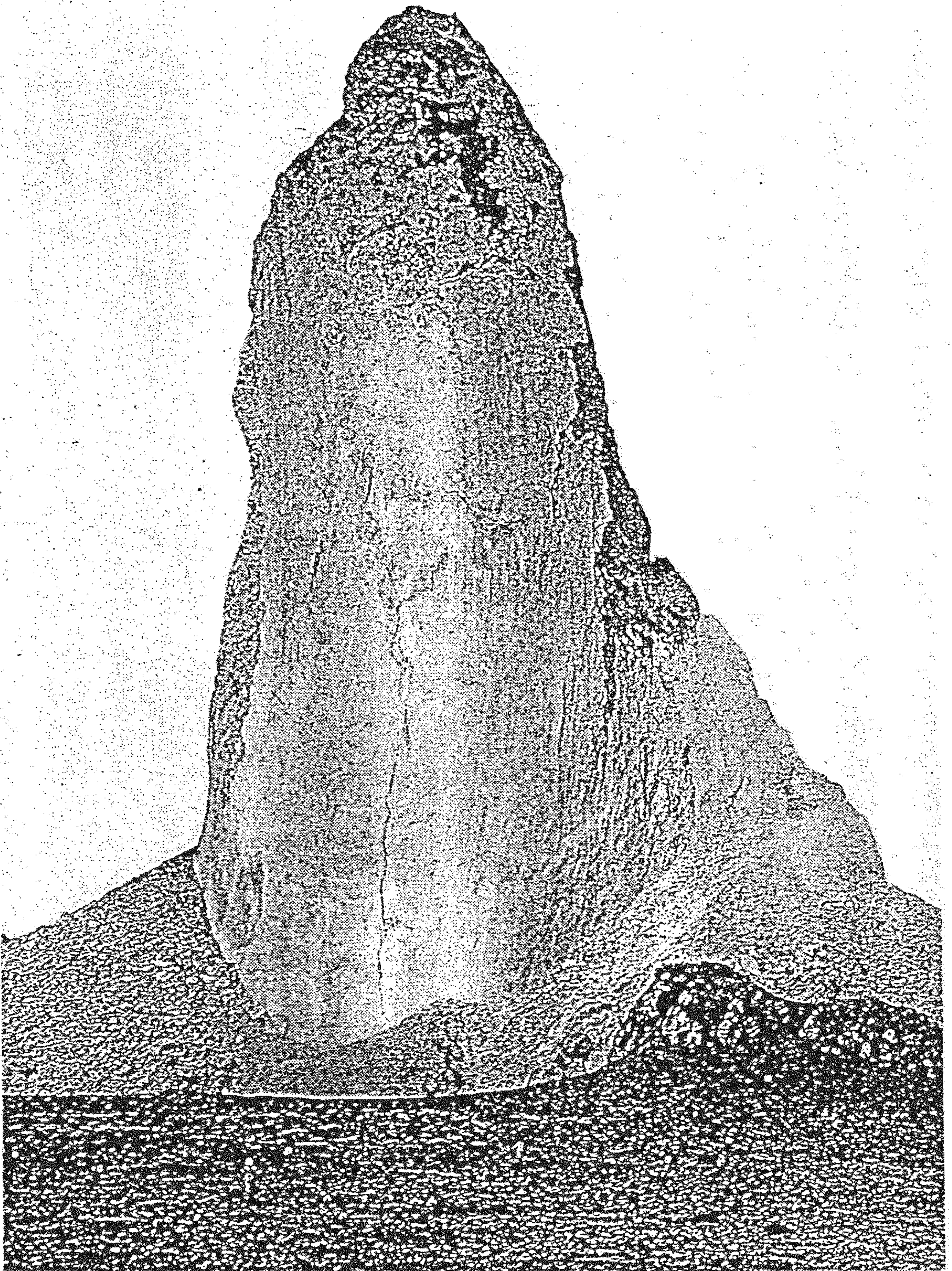
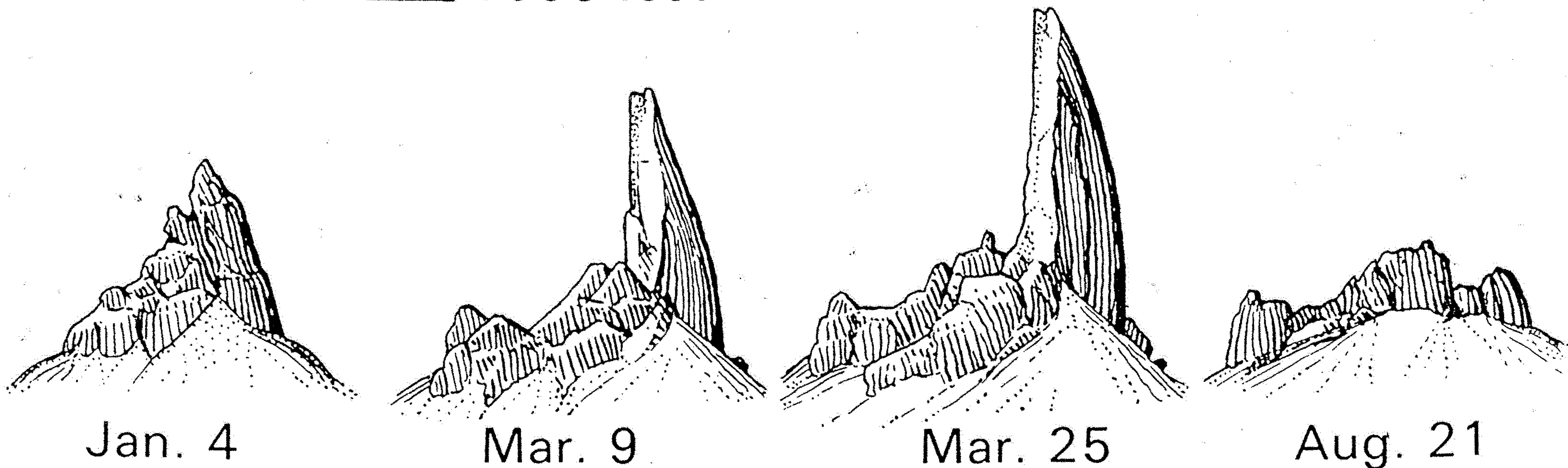


Abb. 12.31

Nach den verheerenden hochexplosiven Ausbrüchen des Montagne Pelée auf Martinique am 8. Mai und am 30. August 1902, begann sich im November hochviskose Lava 10 m am Tag nach oben zu schieben. Im Mai 1903 war der Lavadom auf 310 m Höhe und 50 m Breite angewachsen (Menschen im Vordergrund als Maßstab). Am 22. Juli 1903 kollabierte der Dom unter Explosionen (aus LACROIX, 1904).

1000 feet

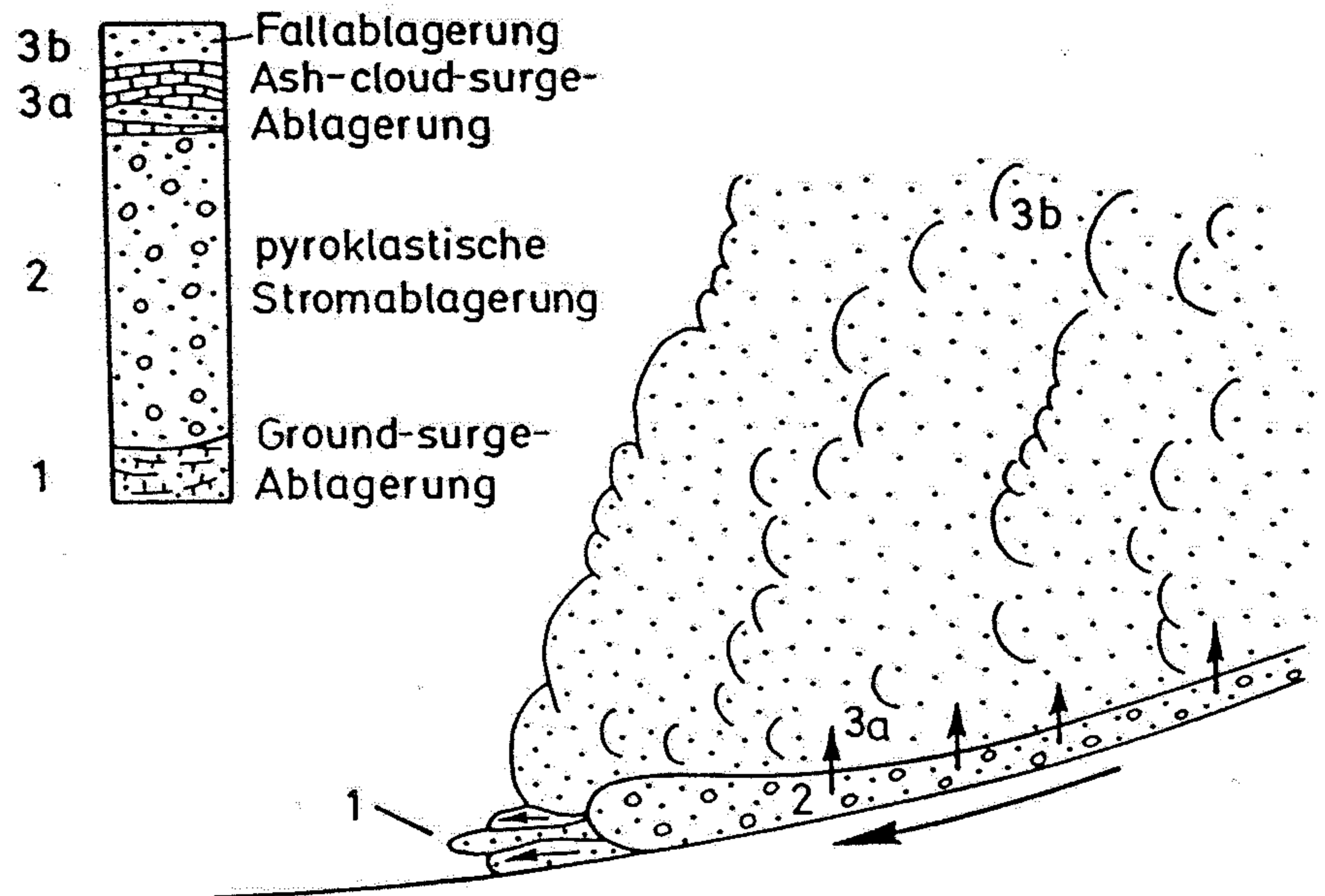


Four stages in the eruption of Mount Pelée, Martinique. (After A. Lacroix, 1904.)



Abb. 12.42
Pyroklastischer Strom am
Montagne Pelée auf Martinique,
1903. Dieser **Block-und-Asche-
Strom** entstand durch die Explo-
sion eines Lavadoms, dessen Reste
am rechten Bildrand noch zu
sehen sind (gestrichelte Linie). Der
pyroklastische Strom ist komplett
von einer Aschewolke eingehüllt
(Abb. 12.43) (aus LACROIX, 1904).

Abb. 12.43
Aufbau und Ablagerungen eines
pyroklastischen Stromes. Der
pyroklastische Strom (2) ist in eine
Aschewolke (3) eingehüllt, die aus
aufgeheizter Luft, vermischt mit
aus dem Strom entweichenden
feinen Partikeln und heißem Gas,
besteht (Abb. 12.42). An der
Stromfront können ebenfalls Gas
und Asche herausschießen und
eine z.T. schräggeschichtete basale
Lage bilden (1, Ground-surge-
Ablagerung). Auf der massigen
Stromablagerung (2) sedimentiert
nach und nach die Aschewolke als
feine Fallablagerung (3b). Durch
seitliche „Böen“ an der Basis der
Aschewolke können sog. Ash-
cloud-surge-Ablagerungen ent-
stehen (3a) (nach CAS & WRIGHT,
1987).



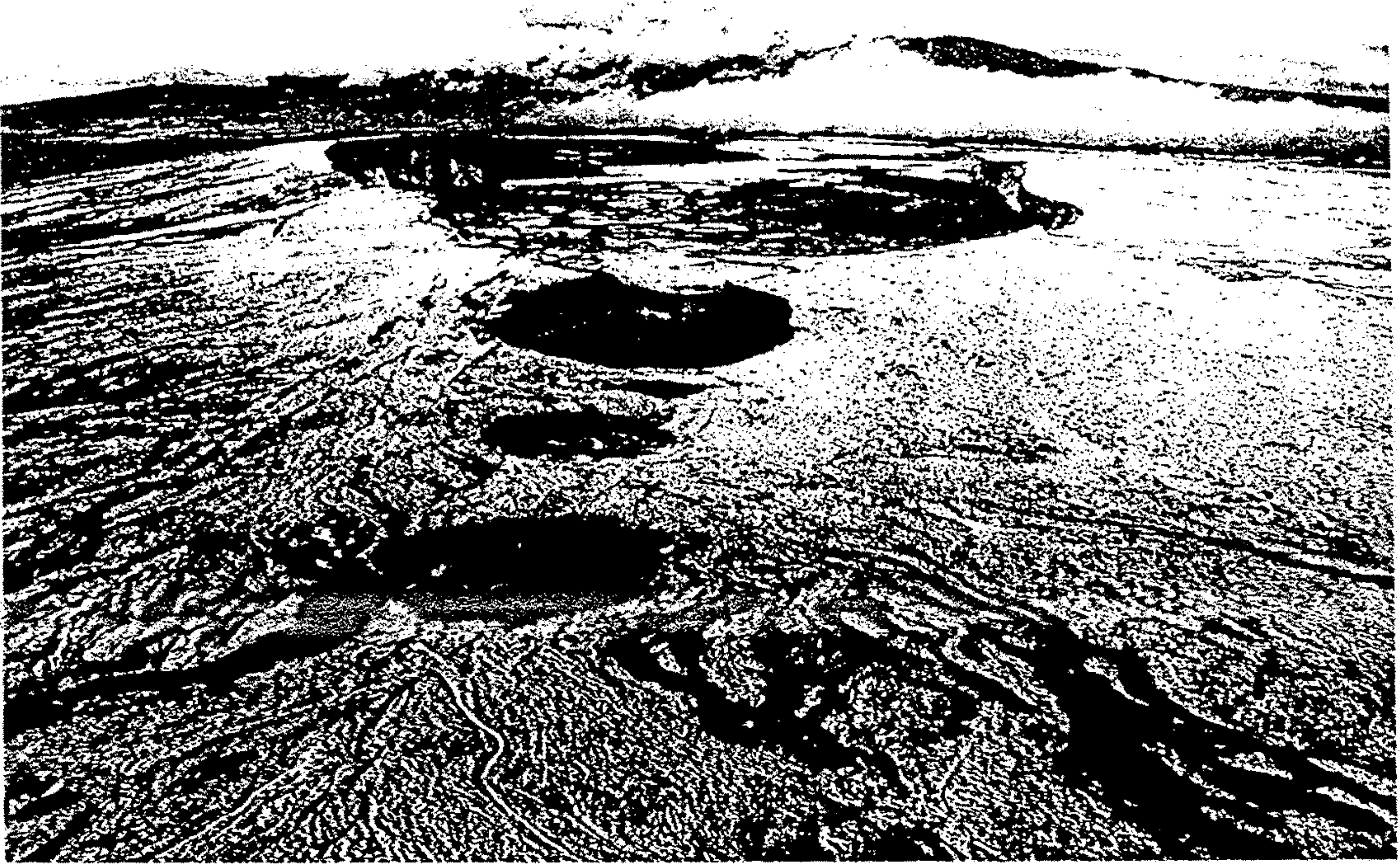


Figure 16-22

The shield volcano Mauna Loa on Hawaii, the giant among the active volcanoes of the world. Smaller

craters lead upward to Mokuaweoweo caldera, the large depression at the summit. [U.S. Air Force photo.]

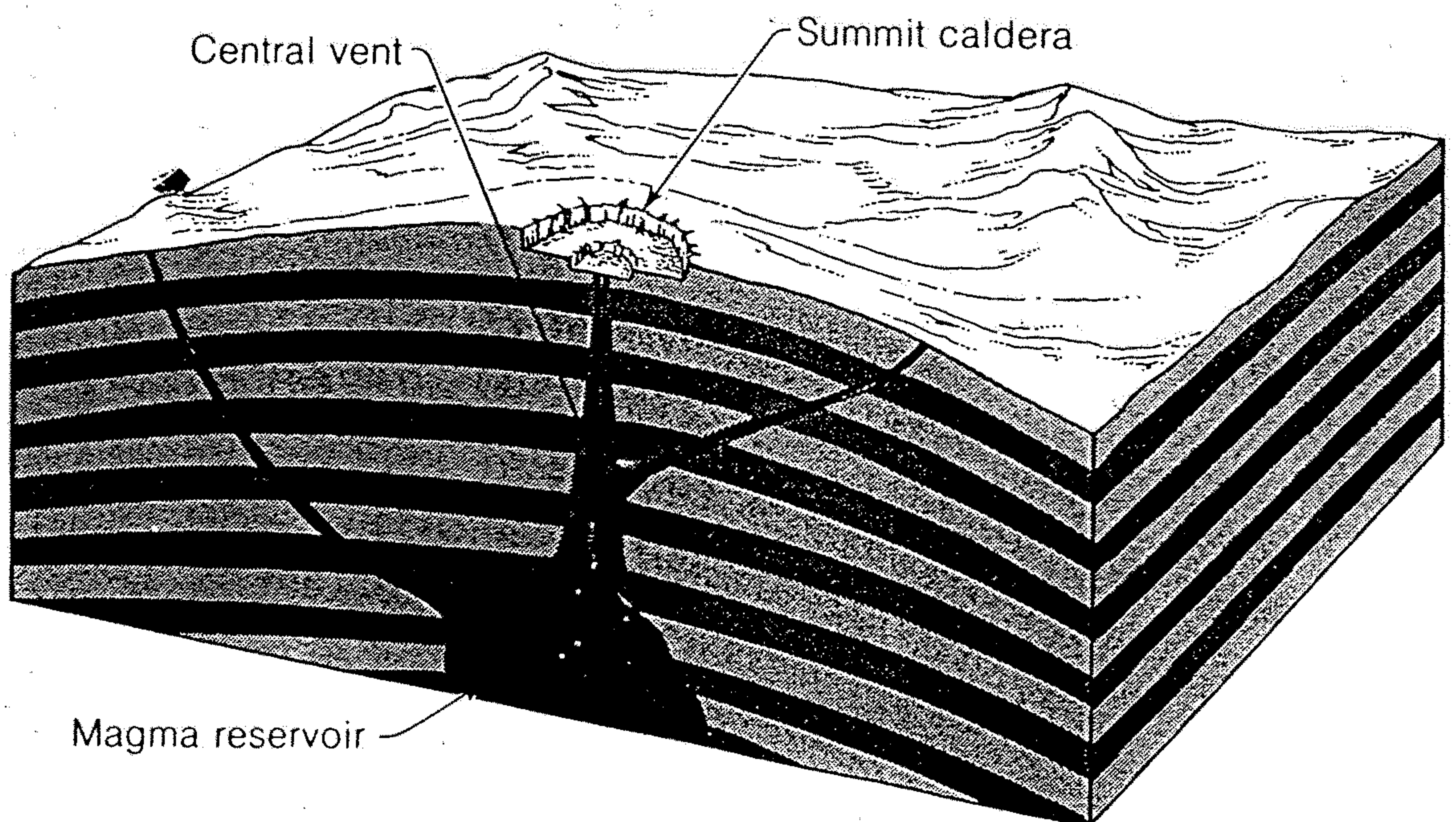


Figure 16-21

Schematic diagram showing how a shield volcano is built up from the accumulation of thousands of thin basaltic lava flows that spread widely and cool as gently sloping sheets. Each layer shown represents the accumulation of many hundreds of thin lava flows. [After R. G. Schmidt, U.S. Geological Survey.]

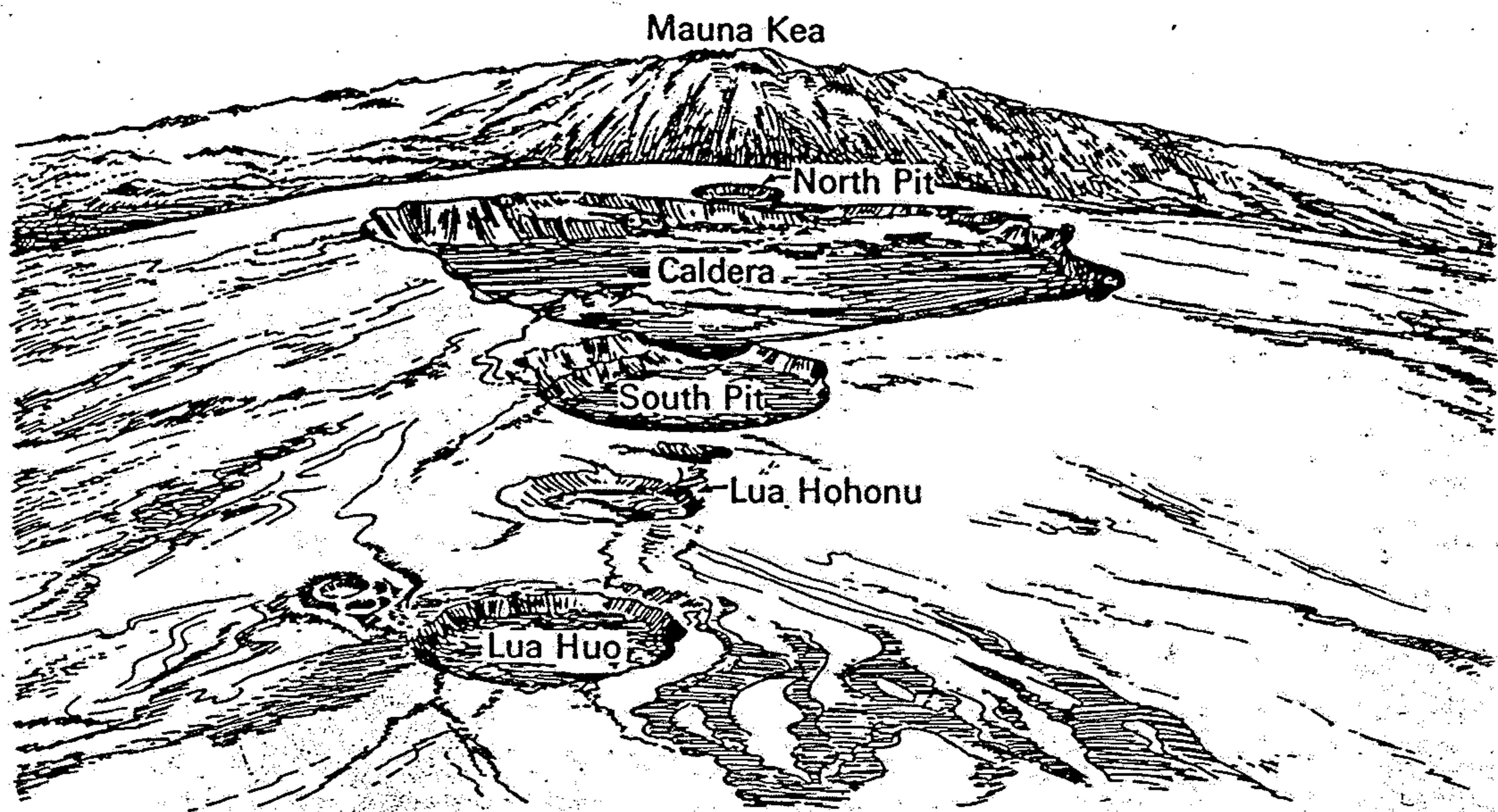


FIGURE 18-4 Sketch of the caldera at the summit of Mauna Loa. The associated pit craters extend along the rift zone of dikes and fissures. (After H. T. Stearns and G. A. Macdonald, 1946.)

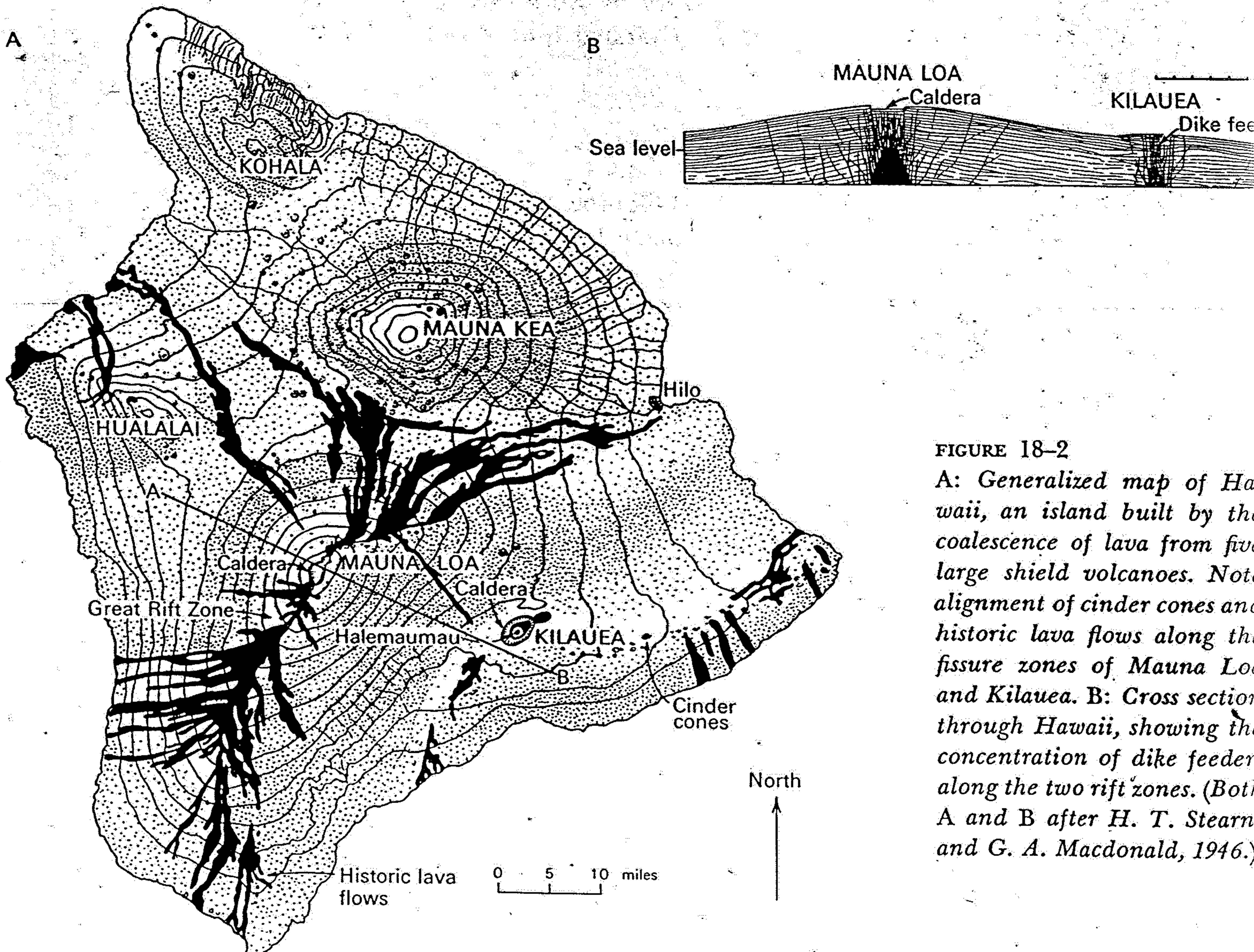
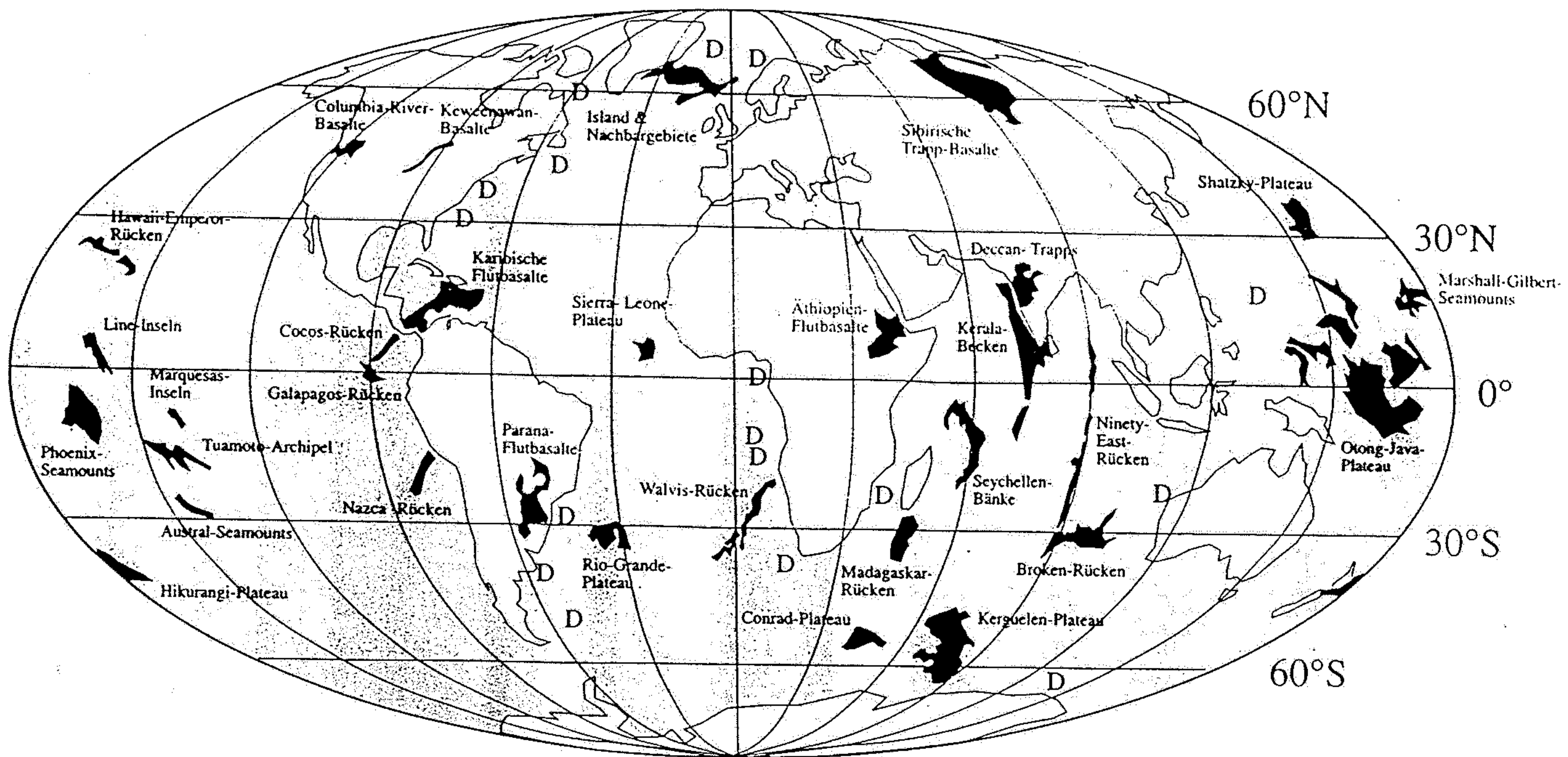


FIGURE 18-2
 A: Generalized map of Hawaii, an island built by the coalescence of lava from five large shield volcanoes. Note alignment of cinder cones and historic lava flows along the fissure zones of Mauna Loa and Kilauea. B: Cross section through Hawaii, showing the concentration of dike feeders along the two rift zones. (Both A and B after H. T. Stearns and G. A. Macdonald, 1946.)



D = Dipping reflector sequences

■ Large igneous province (LIP)

Abb. 12.34

Die großen mafischen Vulkanprovinzen (Large igneous provinces, LIP) der Erde. Nach dem MOR-Magmatismus dürfte der an Manteldiapire gebundene LIP-Magmatismus die höchste Produktionsrate mafischer Magmen aufweisen. Dazu sind auch die Dipping reflector sequences zu rechnen, die beim Auseinanderbrechen von Kontinenten entstehen (Abschn. 10.2) (nach COFFIN & ELDHOLM, 1994).

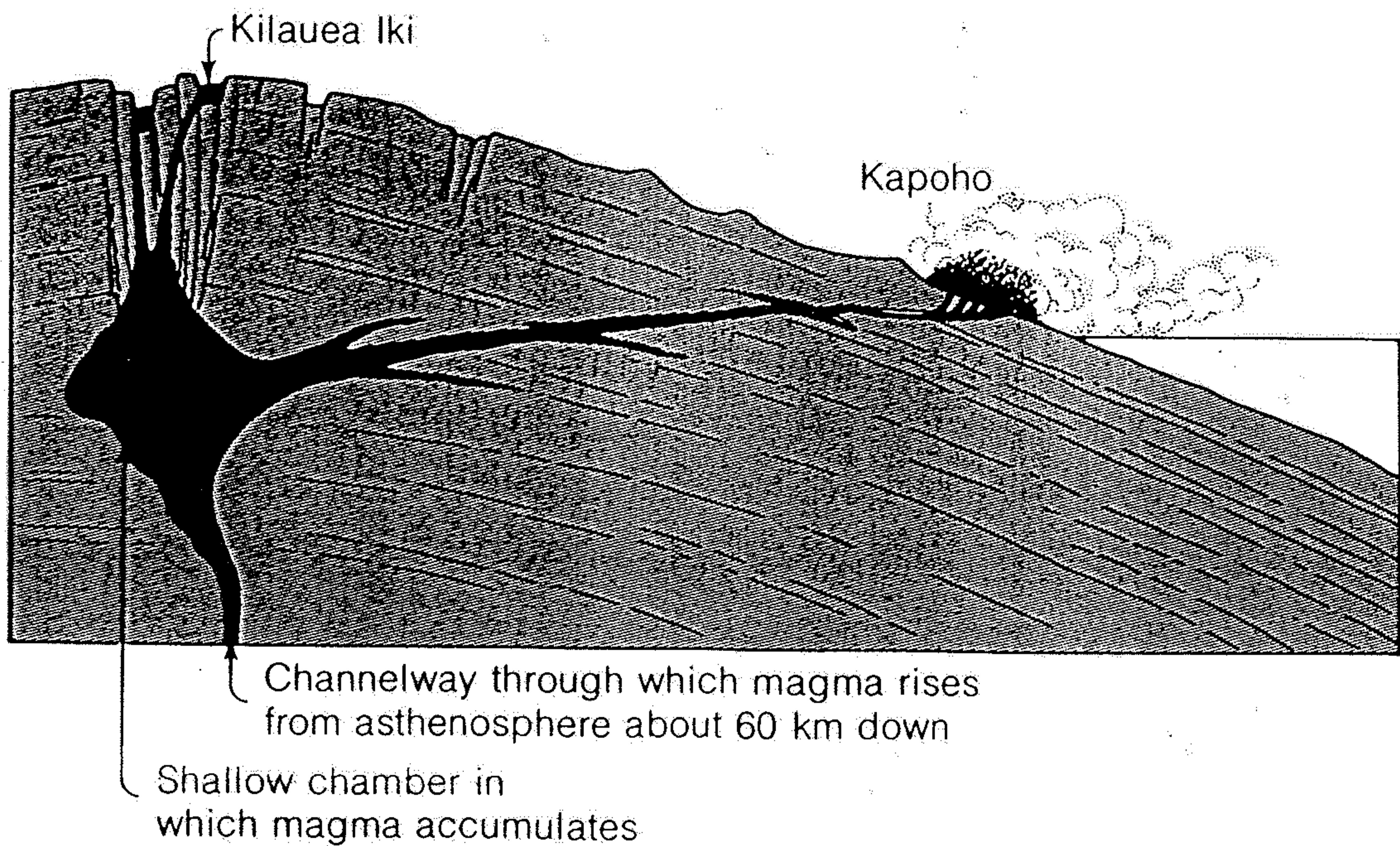
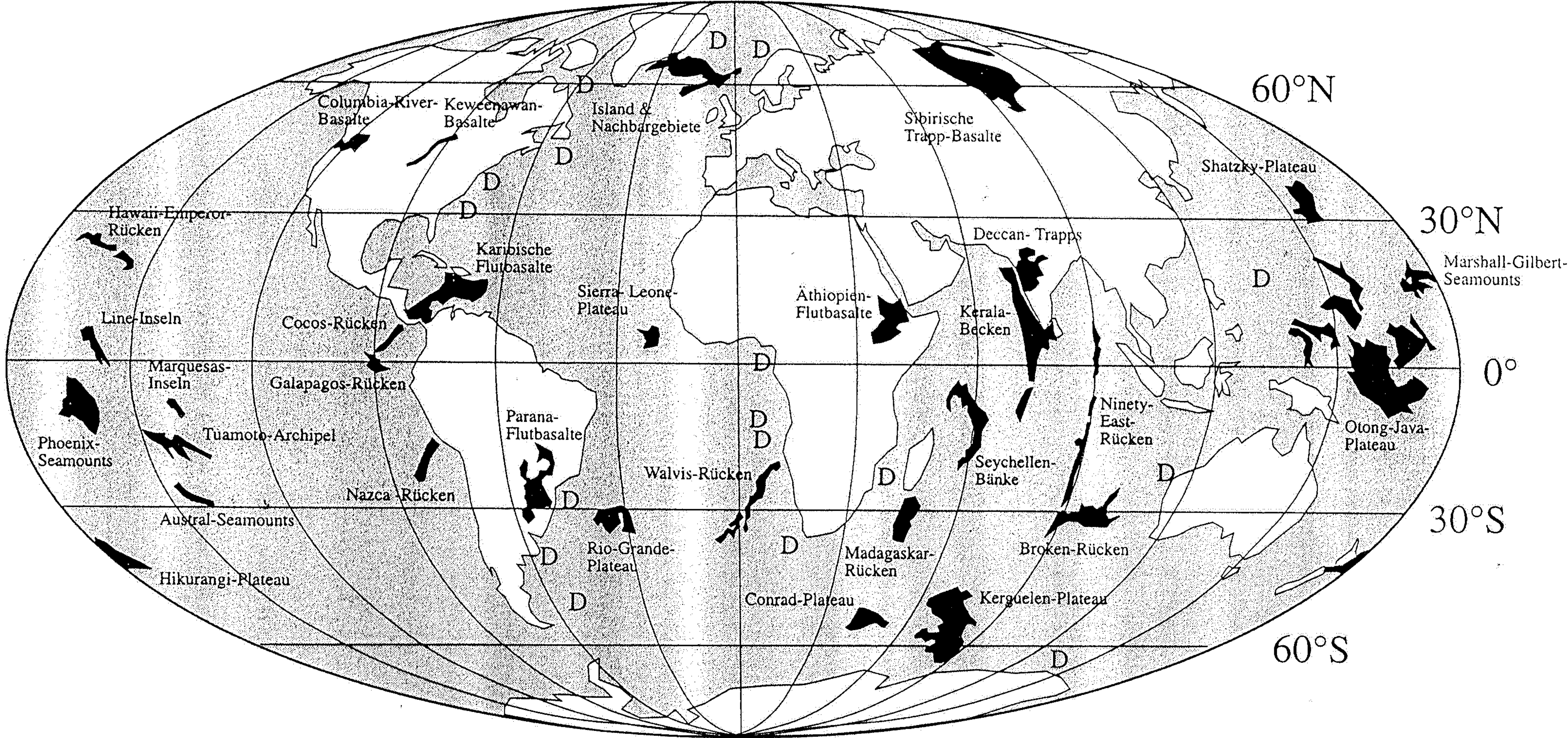


Figure 16-34

Schematic diagram of the 1960 eruption on the flank of Kilauea, which destroyed the village of Kapoho on Hawaii. In an earlier stage, lava filled Kilauea Iki crater on the summit, forming a lake 125 m deep, but more than half drained back into the vent. Following the cessation of activity at Kilauea Iki, the flank eruption at Kapoho, 45 km away, covered about 10 km² with lava. [After J. P. Eaton and R. G. Schmidt, U.S. Geological Survey.]



D = Dipping reflector sequences

■ Large igneous province (LIP)

Abb. 12.34
 Die großen mafischen Vulkanprovinzen (Large igneous provinces, LIP) der Erde. Nach dem MOR-Magmatismus dürfte der an Manteldiapire gebundene LIP-Magmatismus die höchste Produktionsrate mafischer Magmen aufweisen. Dazu sind auch die Dipping reflector sequences zu rechnen, die beim Auseinanderbrechen von Kontinenten entstehen (Abschn. 10.2) (nach COFFIN & ELDHOLM, 1994).

Tab. 12.3 Große Flutbasaltprovinzen (vgl. Abb. 12.34)(nach WHITE & MCKENZIE, 1995).

Provinz	Alter (Ma)	Eruptionsdauer* (Ma)	Fläche (x 10 ³ km ²)	Volumen** (x 10 ³ km ³)
Columbia River (W-USA)	15,5 – 17,2	1,7 (90 %)	164	174
Deccan (Indien)	66 ± 1	~ 1 (80 %)	> 1000	1000 – 2500
Keweenawan (N-USA)	1095 ± 5	2–3	> 350	1300
Nordatlantik (Grönl.-Faröer)	54,5 – 57,5	~ 3	> 1300	1800
Paraná (Südamerika)	127 – 137	~ 2	> 1200	> 1500
Sibirischer Trapp (Rußland)	248 ± 3	~ 1 (75 %)	> 2500	> 2000

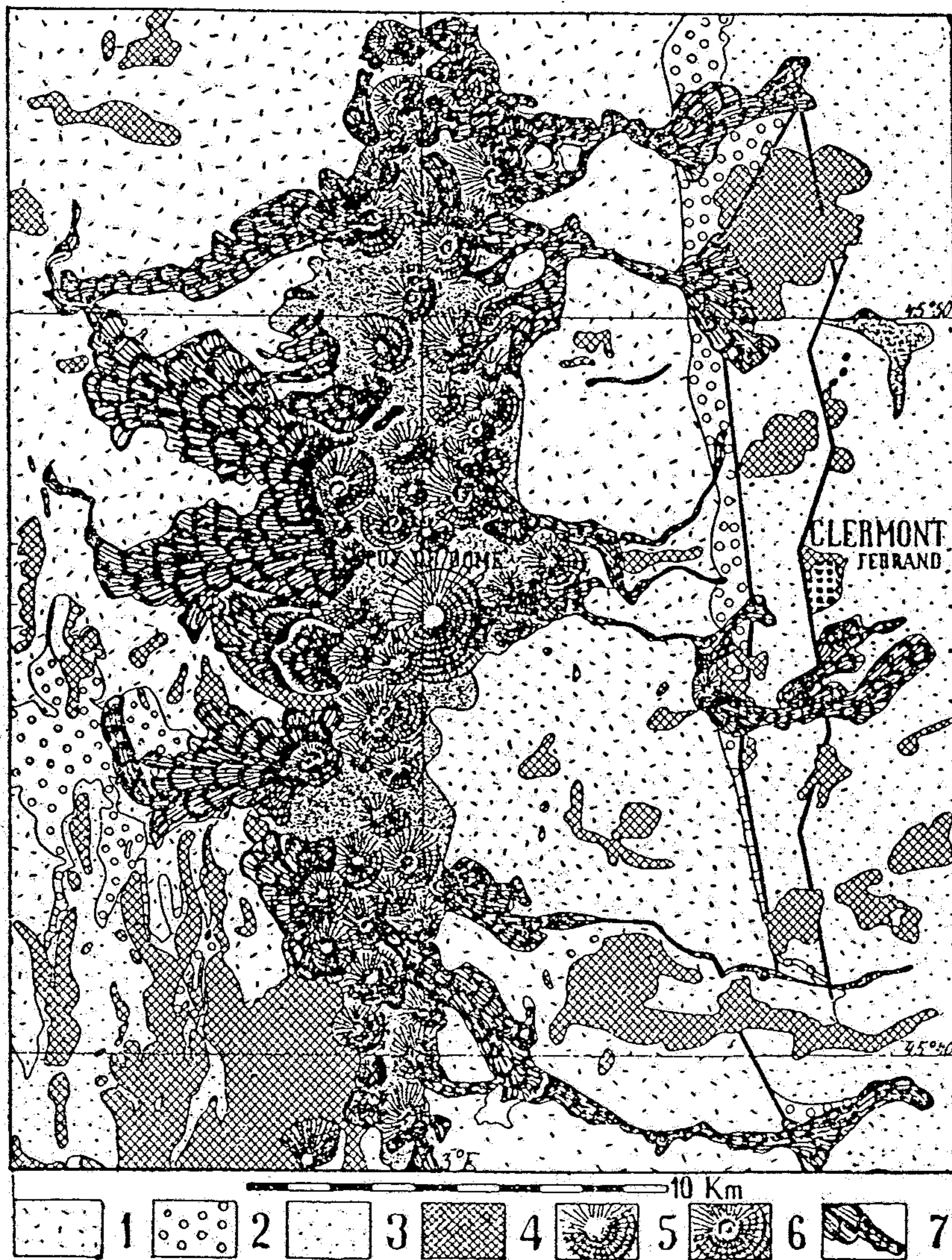
*Abschätzung der Haupteruptionsphase; wo bekannt, wird in Klammern der Prozentsatz angegeben, der in dieser Zeit eruptiert ist.

**Abschätzung umfaßt die Effusiva und die suprakrustalen Stöcke, Gänge und Sills



Figure 16-17
View across Imnaha River
canyon and part of the
Columbia Plateau in Oregon.

Flood basalts form the layered
rocks. [Photo by H. -U.
Schmincke, Ruhr University,
Bochum, Germany.]

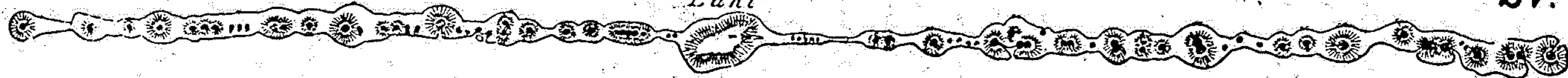


Obr. 231. Řada vulkanických kuželů (la chaîne des Puys) v Auvergni. 1 = krystalické břidlice v podloží, 2 = třetihorní basální slepenec, 3 = terciér a kvartér, 4 = tabulovité čedičové příkrovy, 5 = trachytová vytačená kupa (Puy de Dôme), 6 = sopečné kužele, 7 = čedičové lávové proudy; silné čáry v okolí Clermont Ferrand jsou mladé zlomové linie. (Z knihy W. RAMSAYE, Geologiens grunder.)

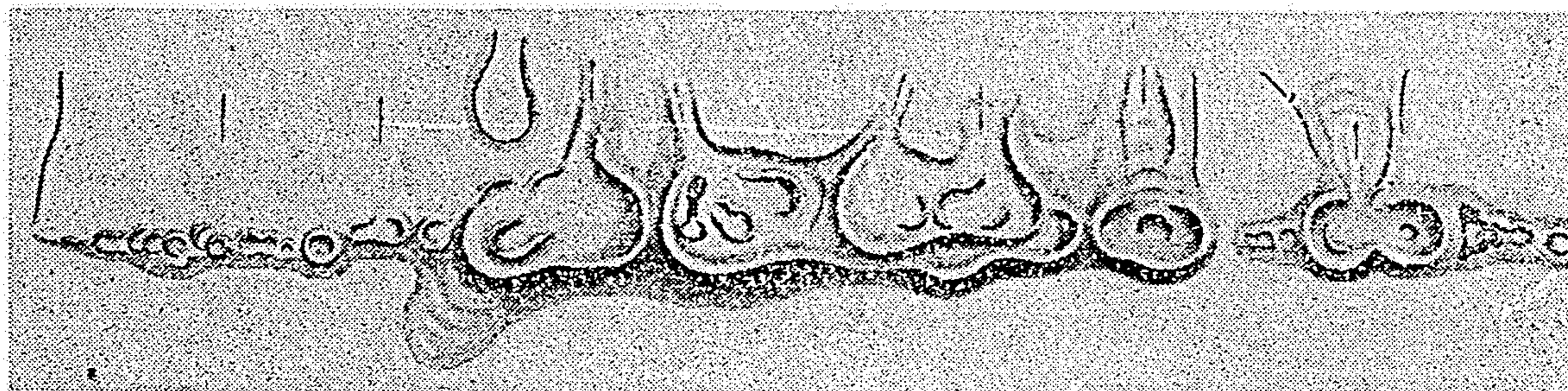
JZ.

Laki

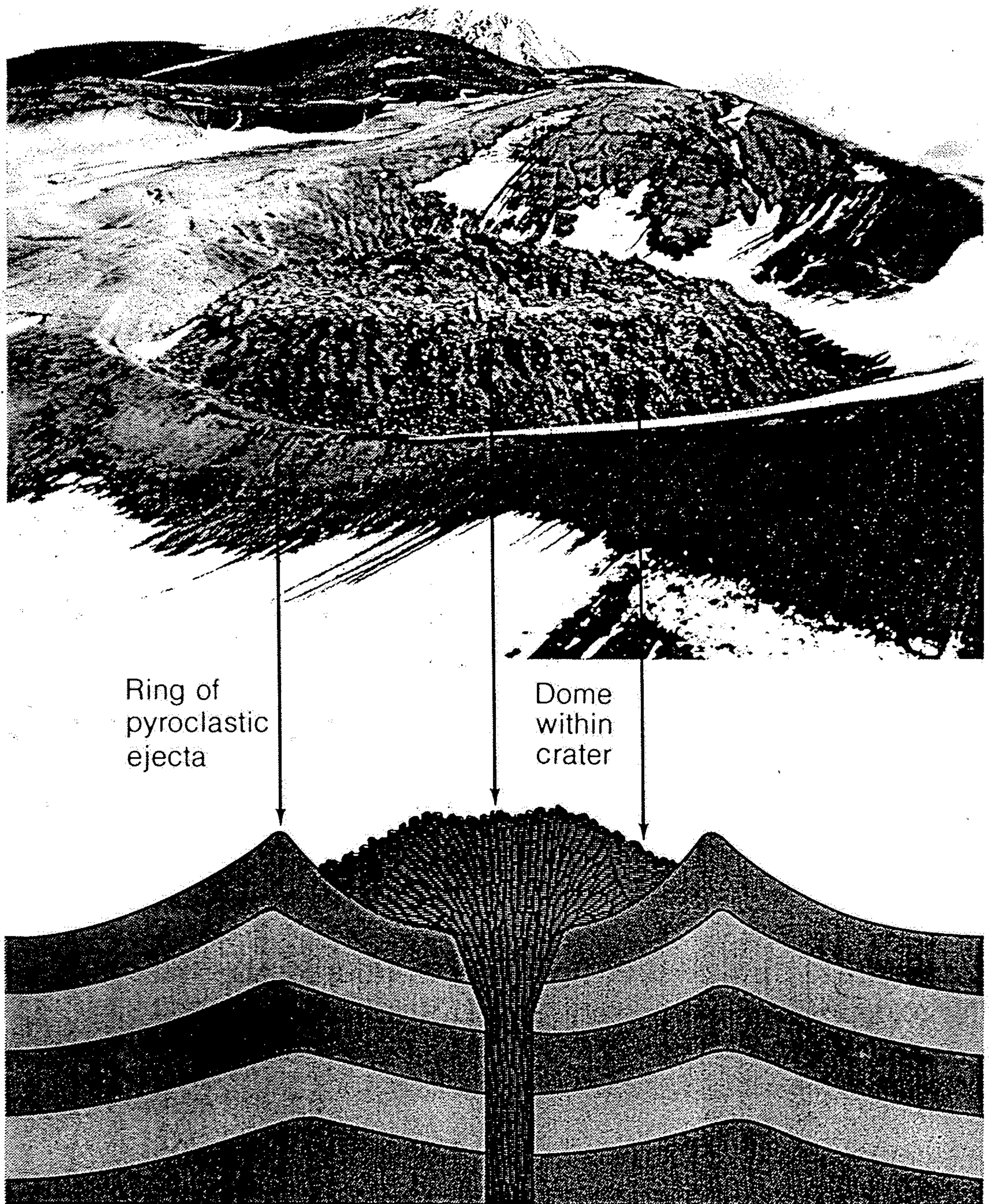
SV.



Obr. 227. Lineární erupce. Řada kráterů seskupených na puklině Laki na Islandě. Celková délka = 24 km. (Podle HELLANDA z E. HAUGOVY: Traité de géologie I.)



Obr. 228. Kráterová řada na lineární erupci v okolí jezera Mývatn na Islandě. (Podle J. V. KAŠPARA.)



Ring of
pyroclastic
ejecta

Dome
within
crater

Figure 16-23

Volcanic domes are bulbous masses of lava. The lava masses are so viscous that instead of flowing they pile up over the vent. Shown here is Novarupta Dome in the Katmai region of Alaska. [After A. Chidester and R. G. Schmidt, U.S. Geological Survey.]

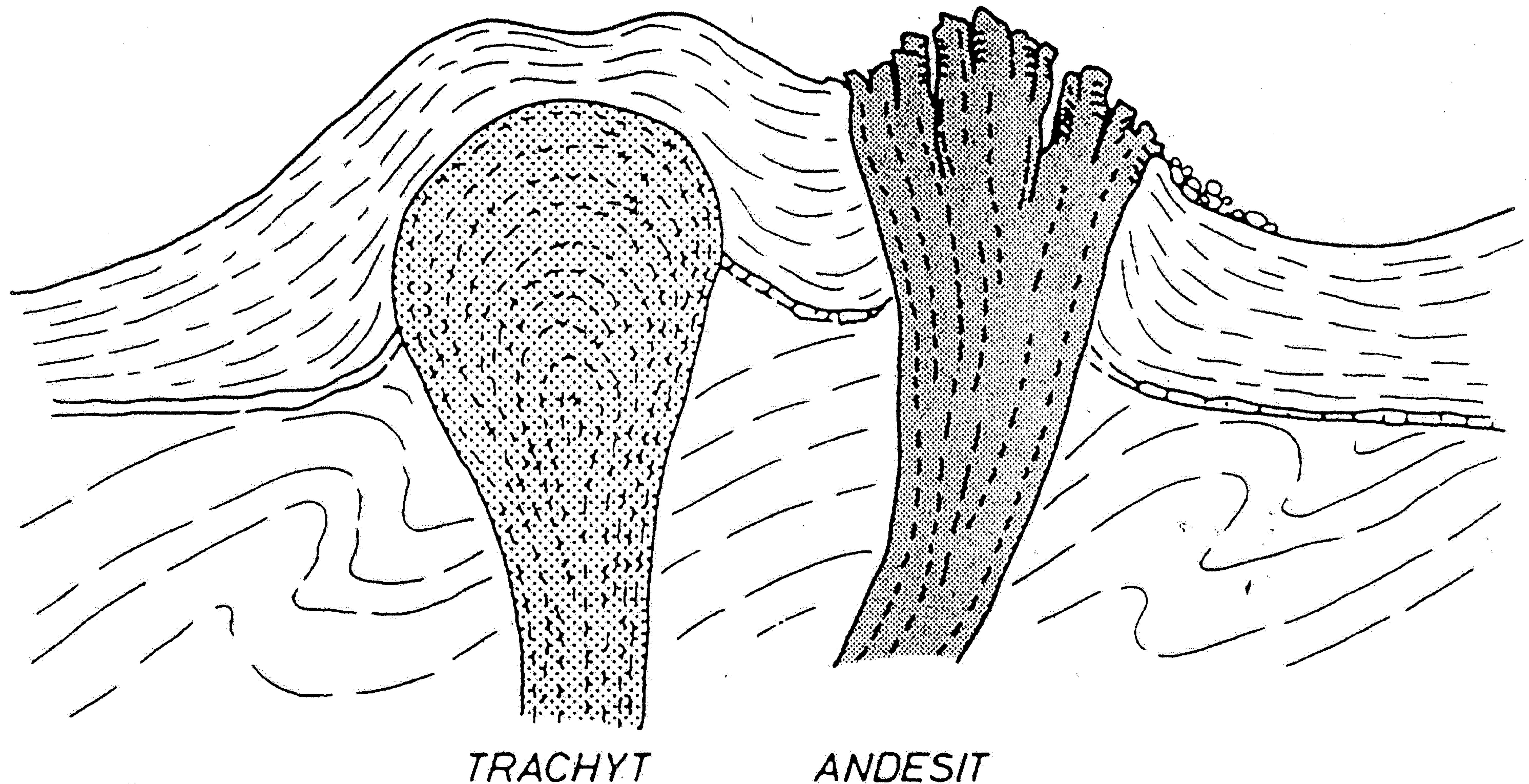


Abb. 12.32

Die Quellkuppe des Drachenfels und die Staukuppe der Wolkenburg im Siebengebirge, rekonstruiert aus der Anordnung der Gefüge: Platznahme von zähen, volatilarmen Schmelzen an und nahe der Oberfläche; Bildbreite ca. 2,7 km (nach SCHOLTZ, 1931).

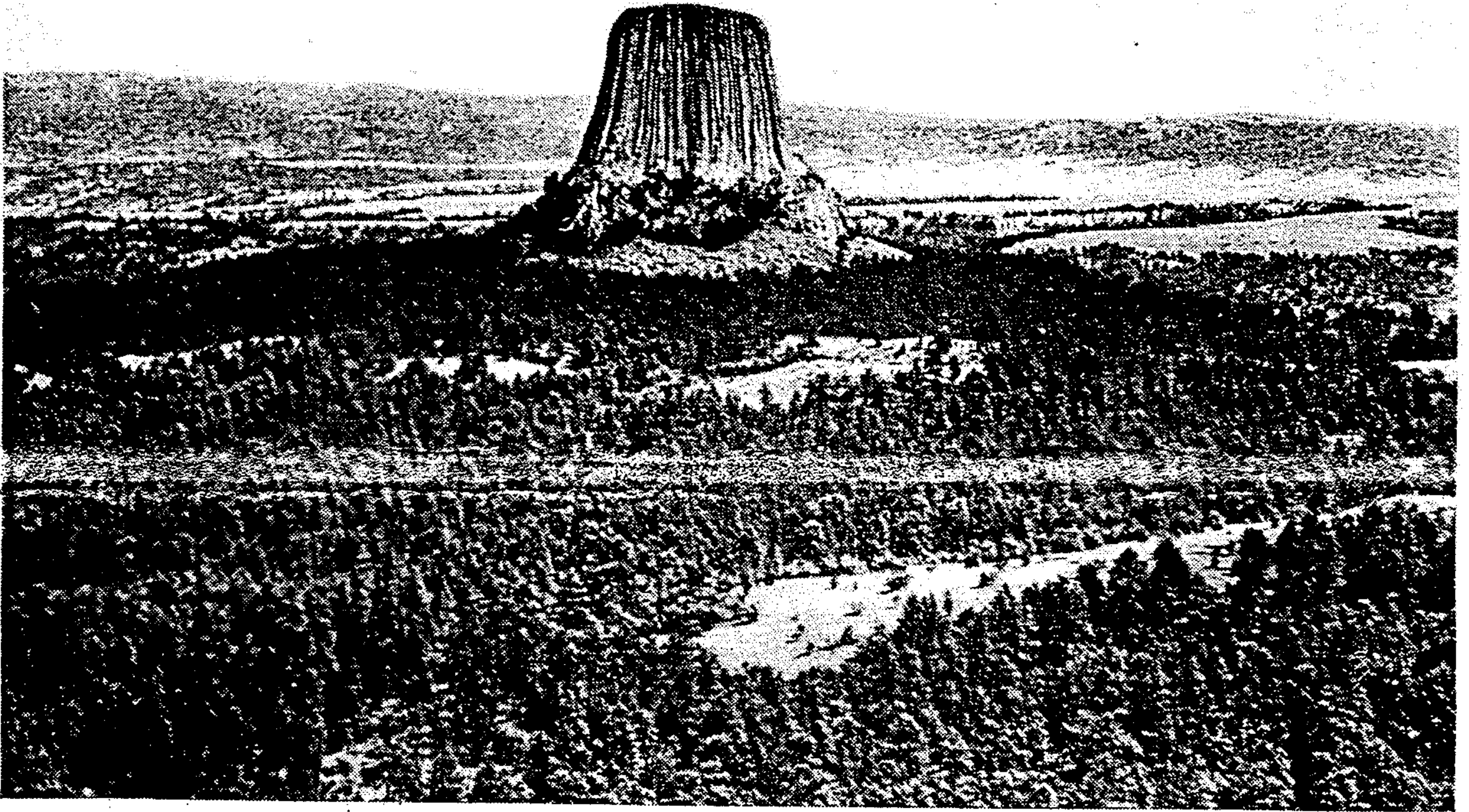


Abb. 200. Der Teufelsturm (Devils Tower), Wyoming, USA. Herauspräparierter Phonolithkörper mit hexagonaler Säulenabsonderung. (Foto G. A. GRANT, National Park Service.)

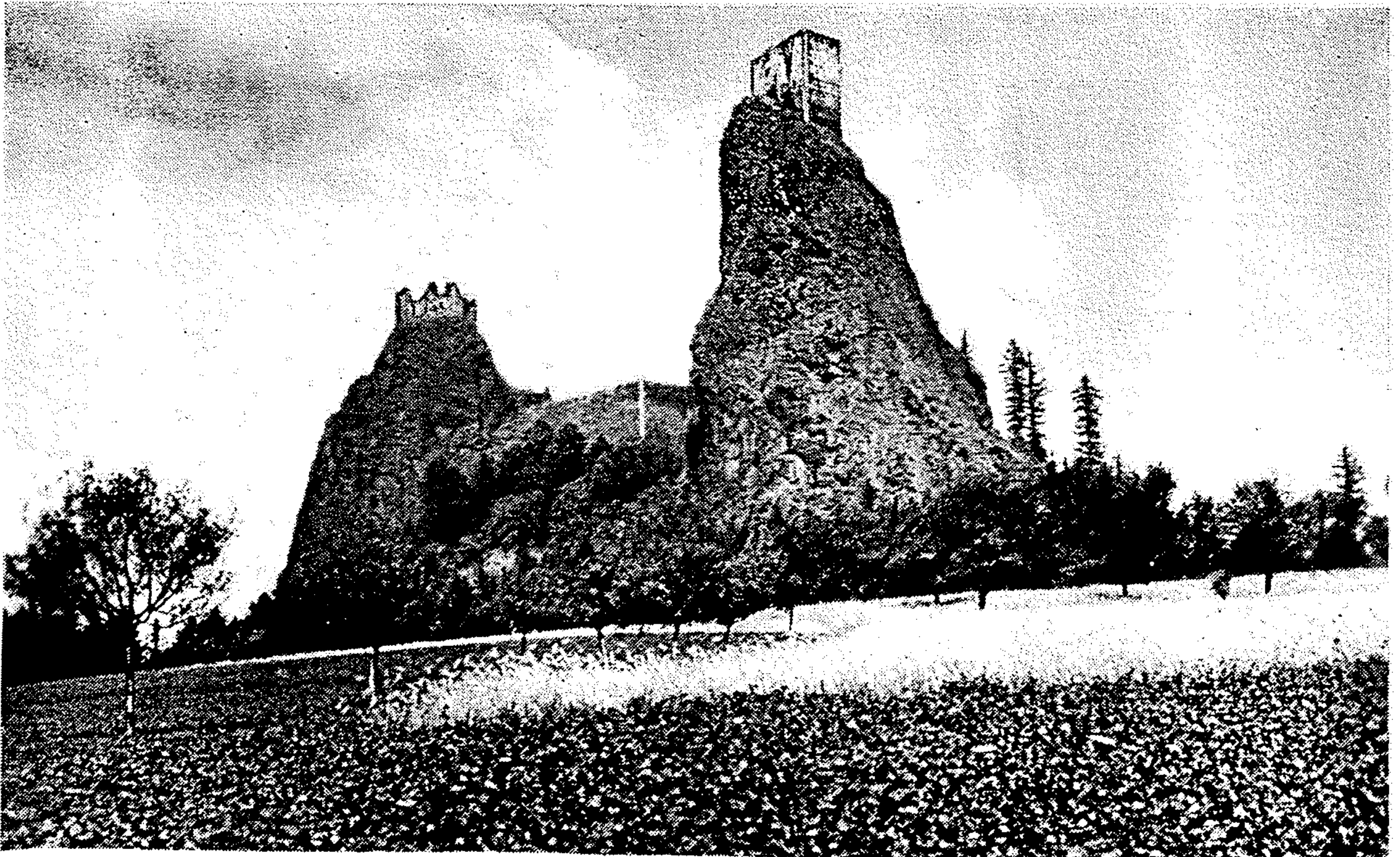
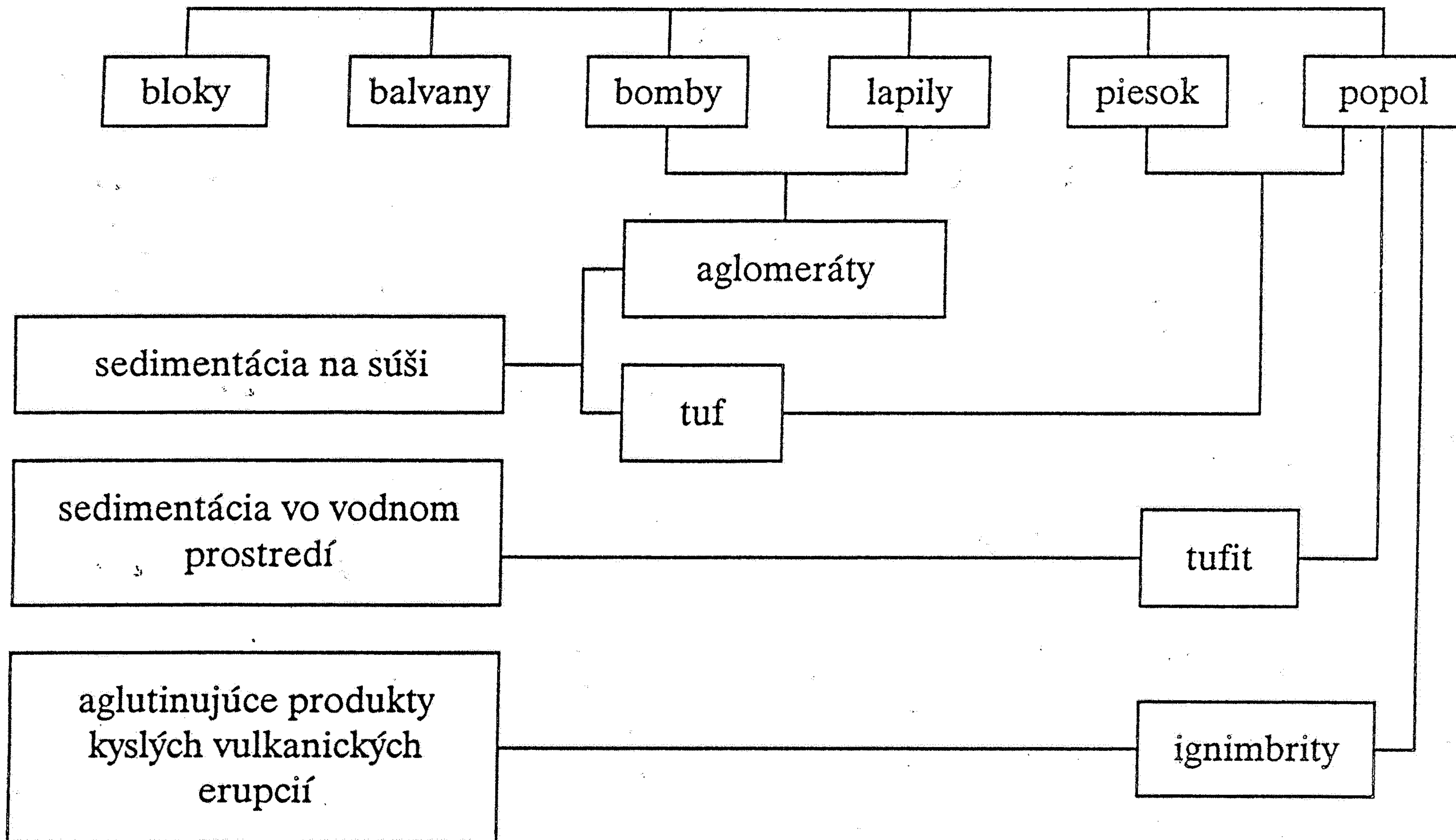
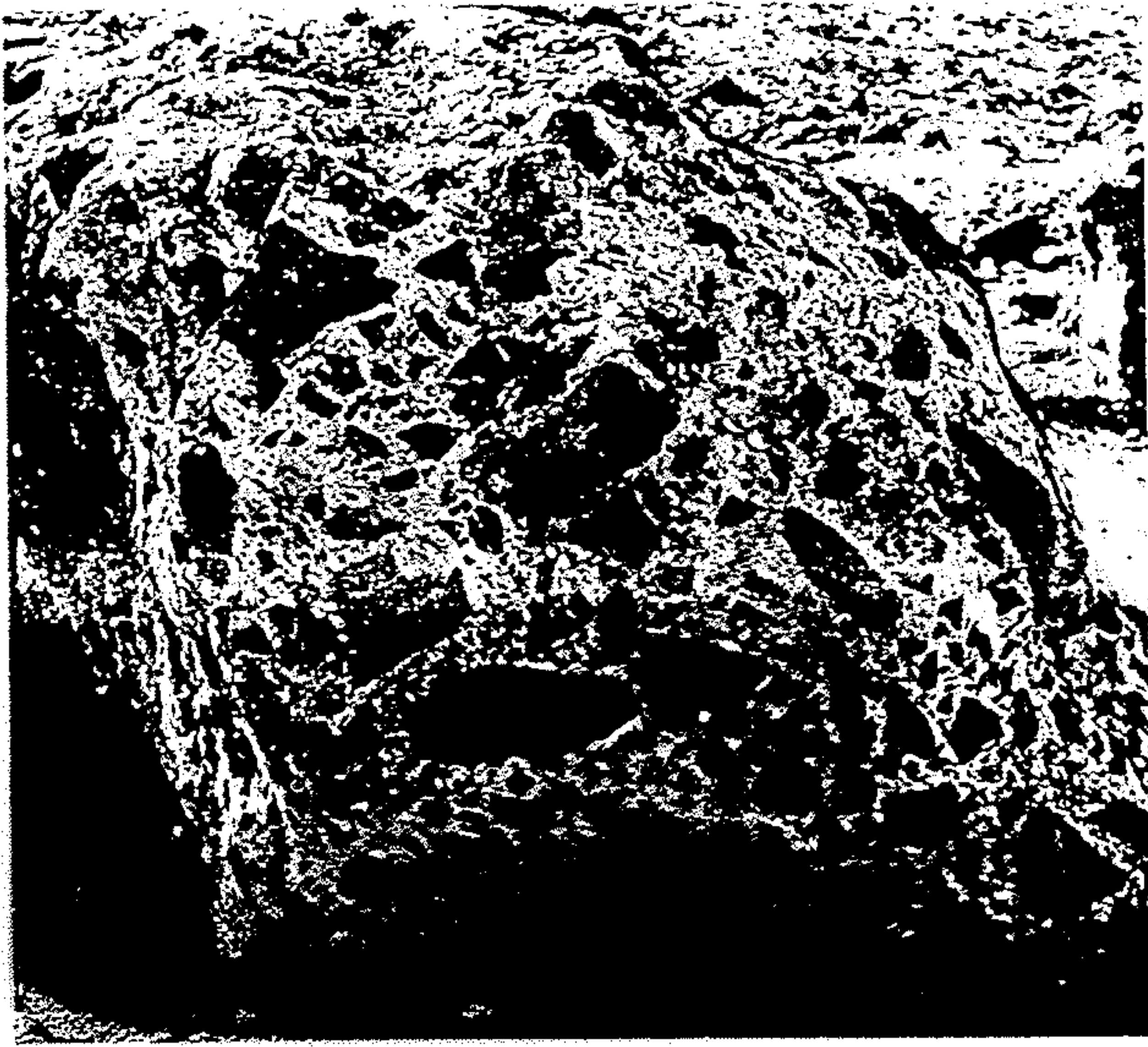


Abb. 201. Herauspräparierter Basaltgang. Trosky im Böhmischem Paradies (Nordböhmen). (Foto des Klubs tschechoslowakischer Touristen.)

Tab. 7.4. Zjednodušená schéma členenia vulkanoklastických hornín





b

Figure 16-11

Volcanic breccia, Augustine volcano, Alaska. [Photo by H. -U. Schmincke, Ruhr University, Bochum, Germany.]



Figure 16-12

Hand-sized specimen of welded tuff (ignimbrite) from an ash-flow sheet. The dark lenses are collapsed pumice fragments enclosed in a light-colored matrix composed mostly of welded glassy shards. Laboratory experiments indicate that welded tuffs form at temperatures in the range 700–900°C. [Photo from R. G. Schmidt and R. L. Smith, U.S. Geological Survey.]

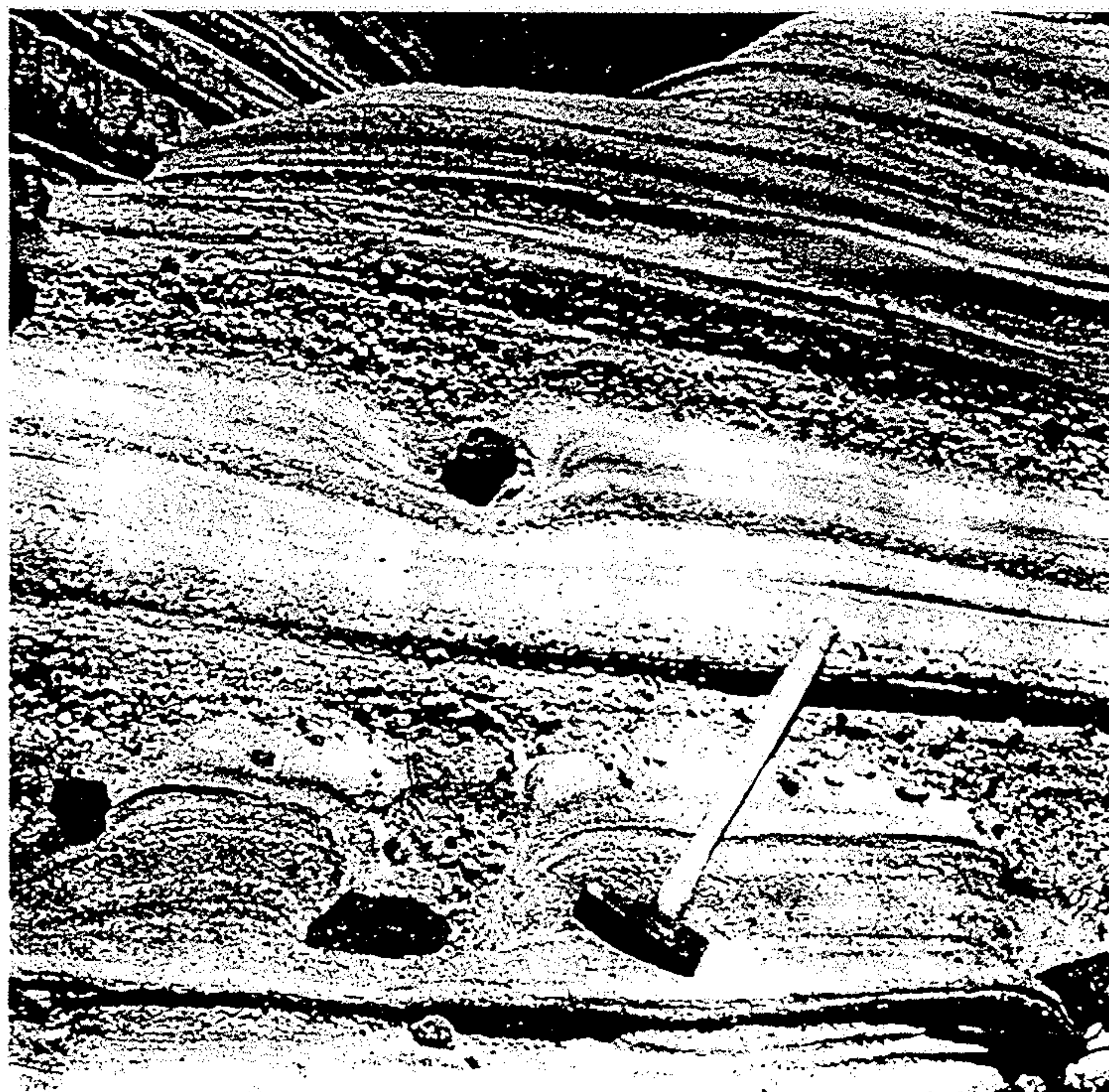
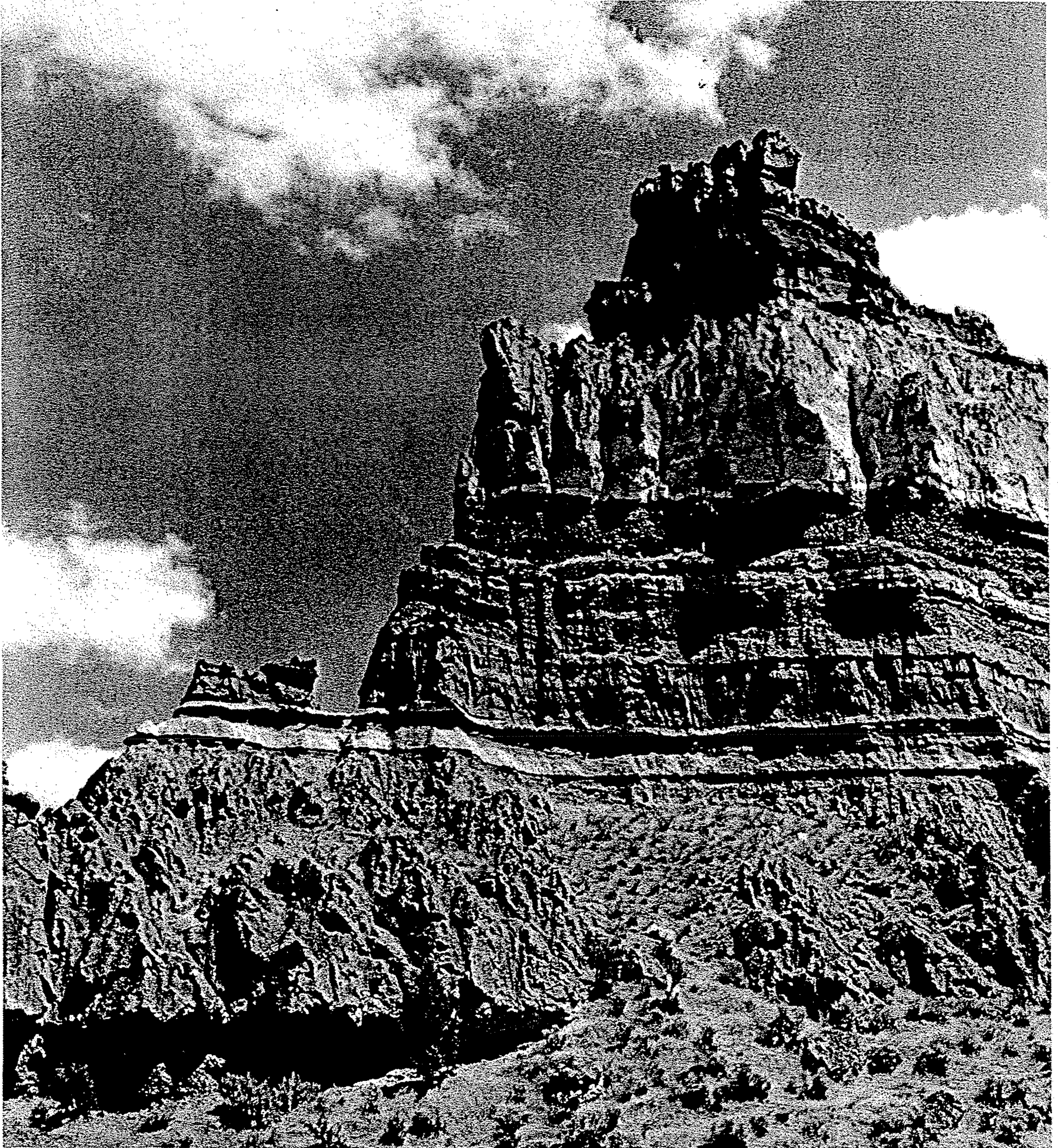
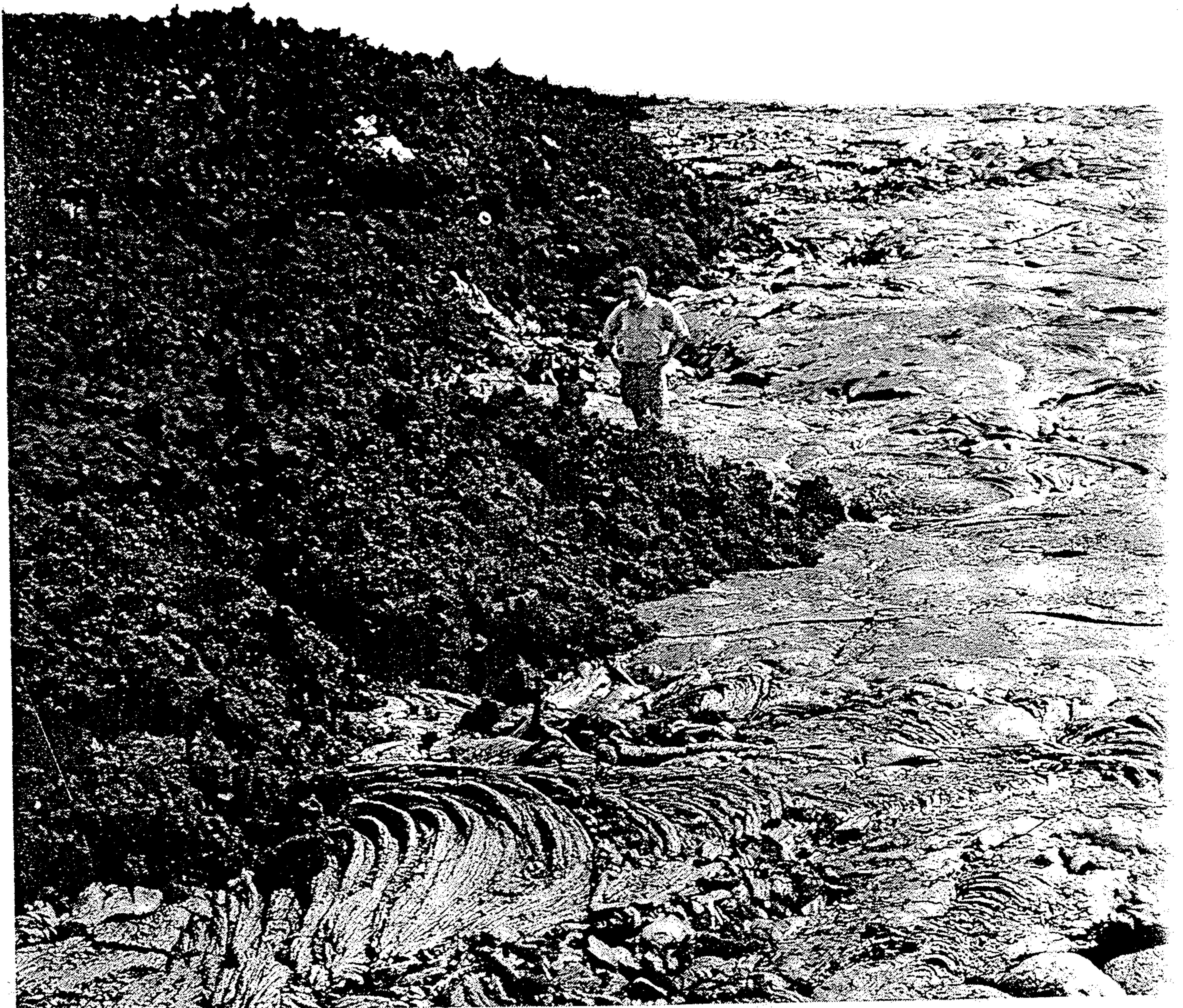


Abb. 161 Vulkanischer Tuff, Valle Muria, Lipari (Foto H. Pichler)

FIGURE 18-16 *Pyroclastic deposits of Pliocene age, Cove Palisades, Oregon. The two thick medium-gray beds are welded tuffs; the thinner and lighter-gray beds are ash falls composed of sharp, unwelded glass shards, the much darker beds are chiefly stream gravels and sands. (Photo by the Oregon State Highway Commission.)*



VOLCANISM



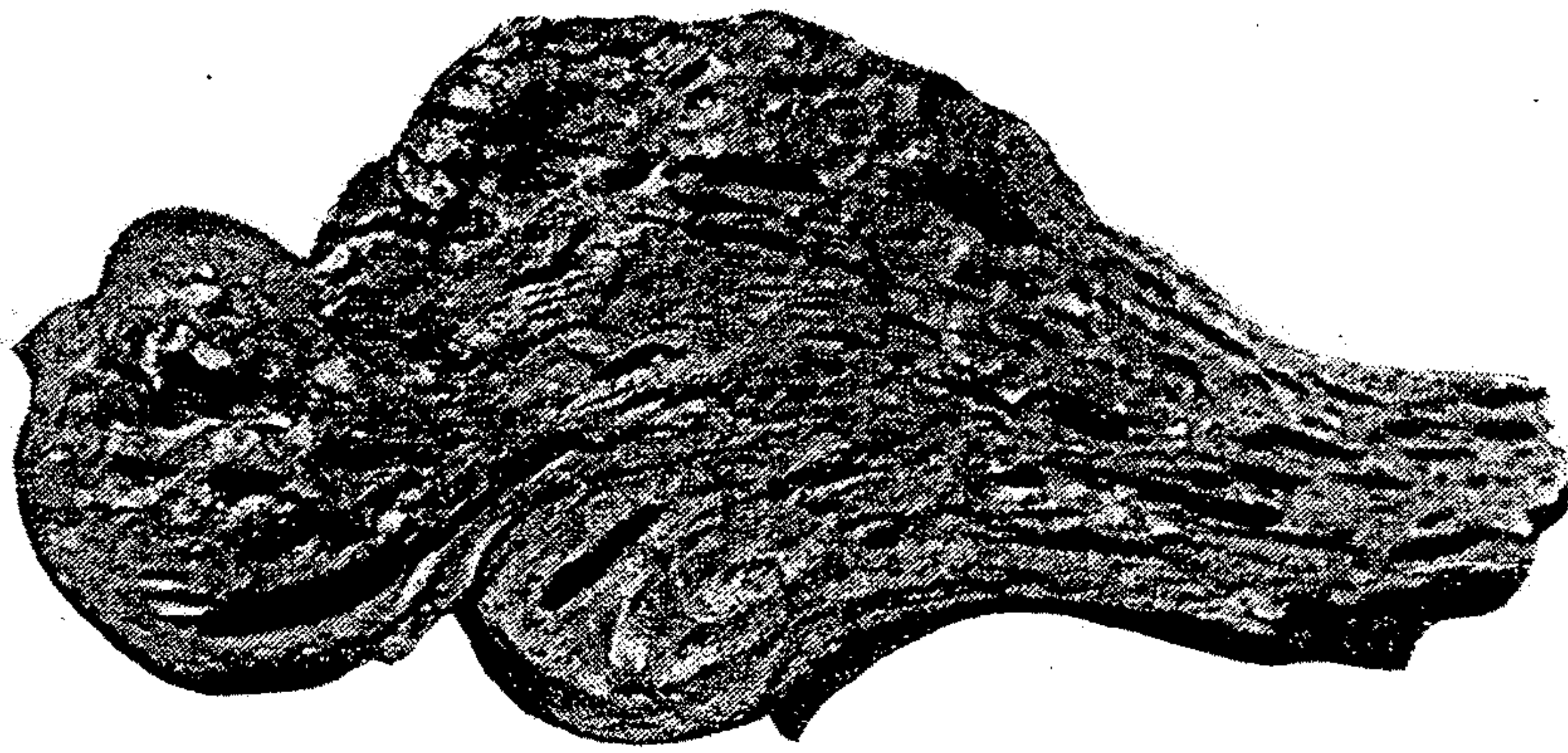


Abb. 239. Durchschnitt durch Stricklava. Craters of the Moon, Nat. Mon., Idaho (USA). Sammlung des Geologischen Institutes der Karlsuniversität. $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe. (Foto R. KETTNER.)

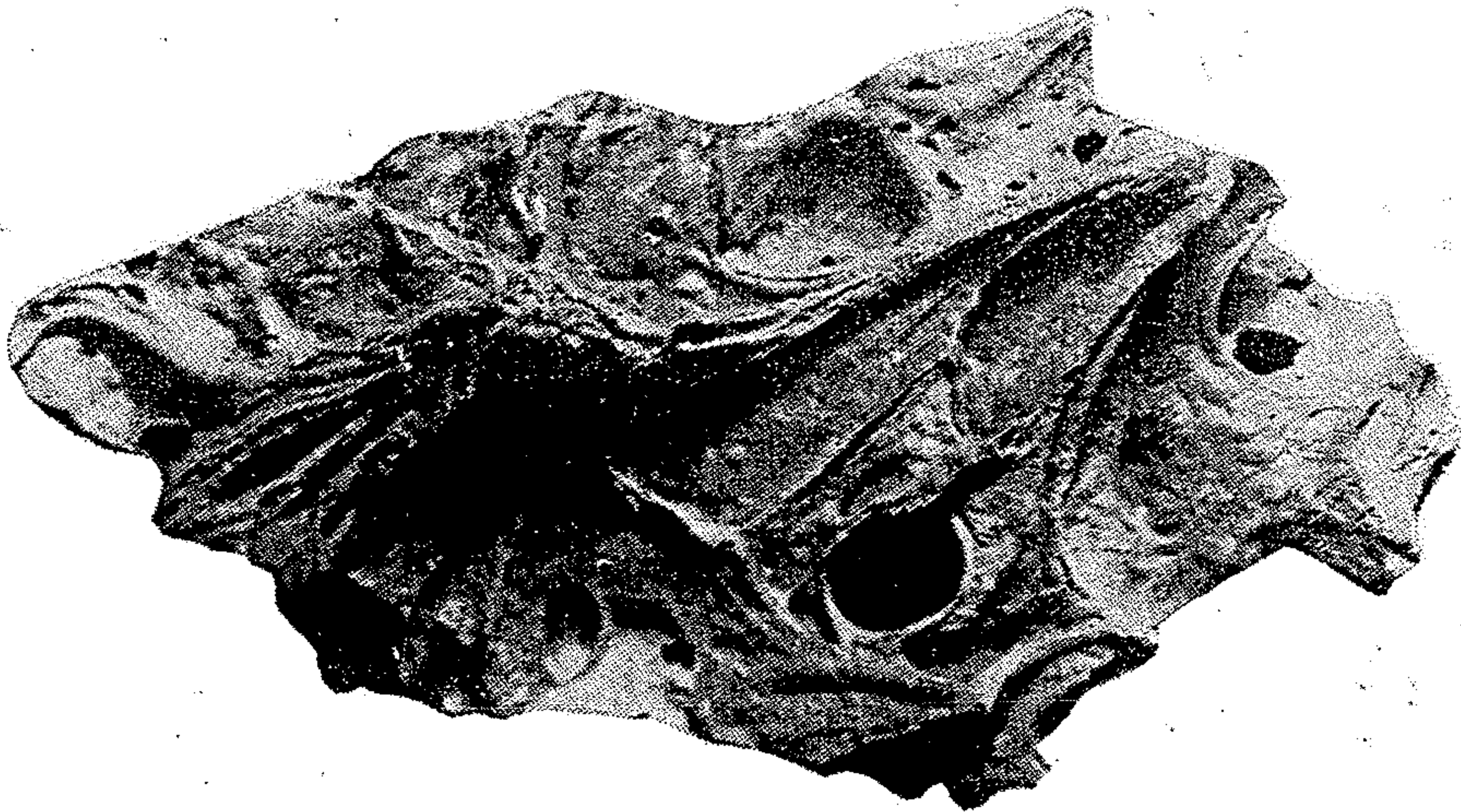


Abb. 240. Tropfsteinbau (-Textur) der Lava an der Decke eines Lavatunnels. Craters of the Moon, Idaho (USA). Sammlung des Geologischen Institutes der Karlsuniversität. $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe. (Foto R. KETTNER.)

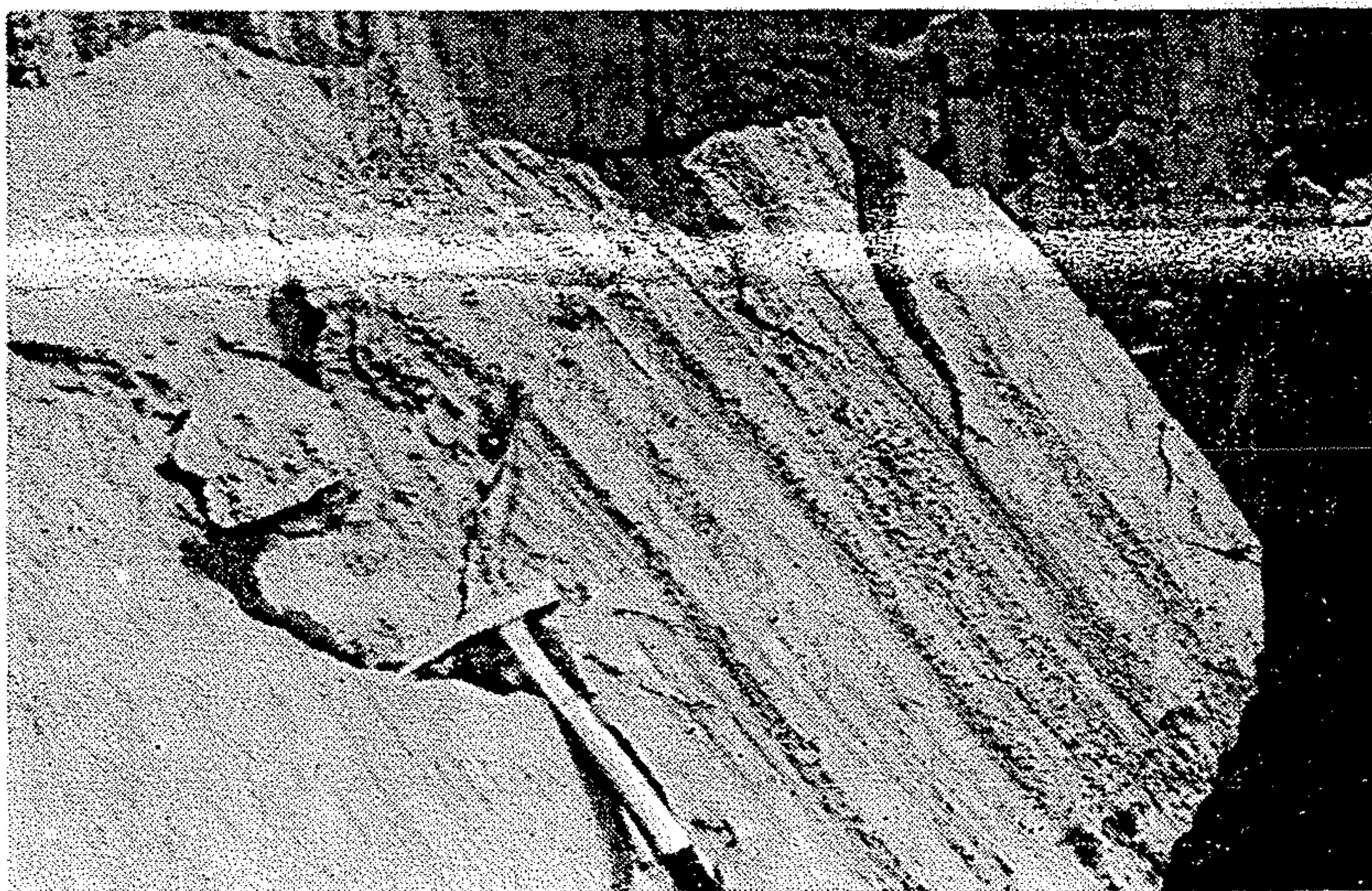


Abb. 241. Gefurchte Lavaaufquetschungen, Bonito Lava flow unter dem Sunset-Crater bei Flagstaff in Arizona. (Foto Q. ZÁRUBA.)



FIGURE 18-20

Underwater photo of pillow lavas on the sea floor off Hawaii. Note starfish relaxing on a small pillow near center, bottom edge of photo. (Photo by James G. Moore.)

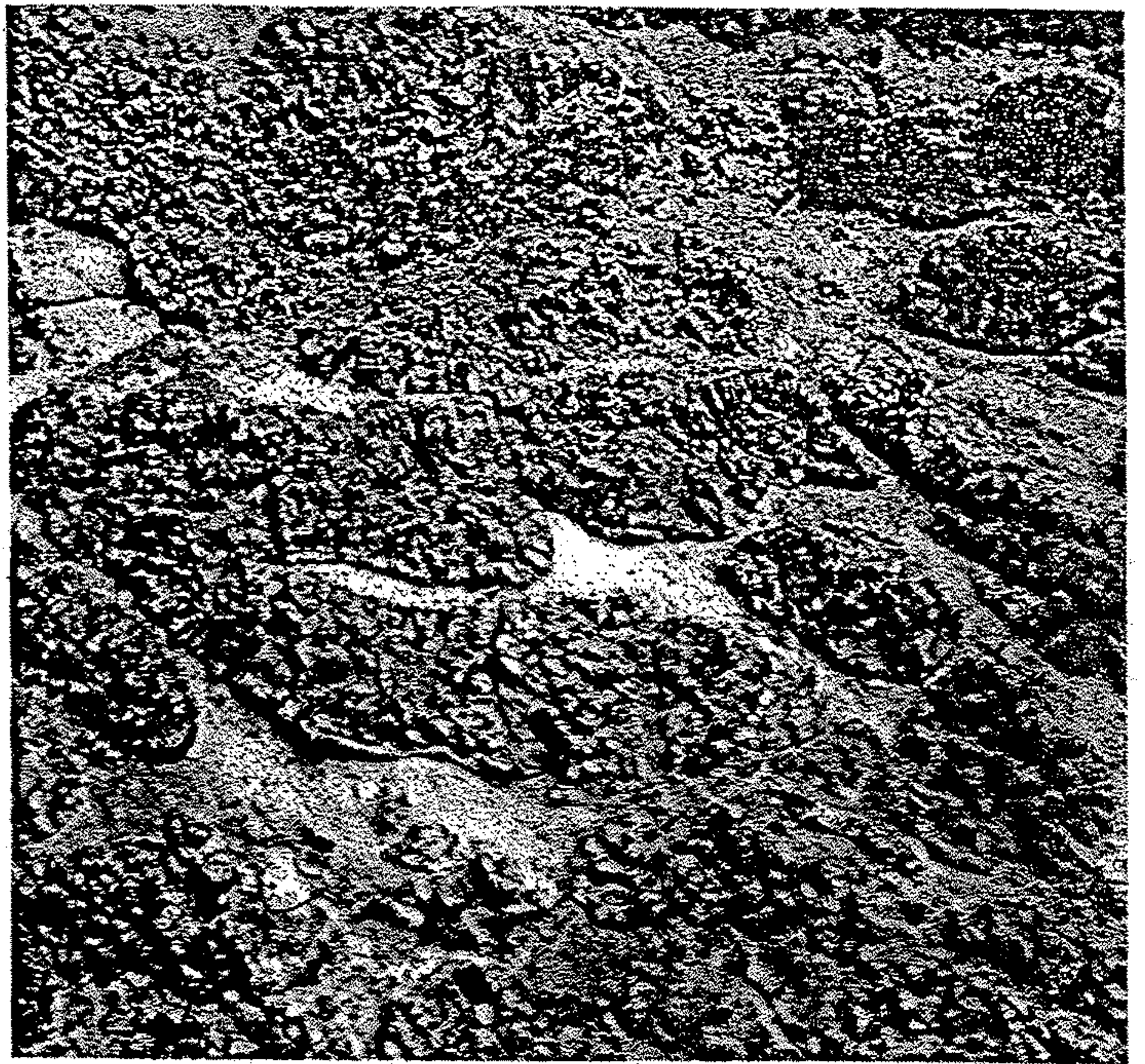


FIGURE 18-21

Pillow lavas of Miocene age. Roadcut near Ellensburg, Washington. The lava, flowing from the left, entered a shallow lake. Light-colored mud squirted up between the pillows from the lake bottom. Length of view, 12 feet. (Photo by A. C. Waters.)



FIGURE 18-23

Altered pillow breccia, Siletz basalt (Eocene), western Oregon. Isolated large pillows are enclosed in a matrix of broken pillows, fragments of pillow rinds, and altered palagonite breccia. Note how the cavity fillings of alteration minerals (white carbonate and zeolites) bring out details of the chill and vesicular zones within the



5 cm

Abb. 12.38

Gesteinsanschliff einer porphyrischen Andesitlava (Perm, Nordchile). Die hellen Kristalle sind Plagioklas-Einsprenglinge, die schon in der Magmenkammer vor der Effusion „schwammen“, die feinkörnige Grundmasse ist erst bei der Abkühlung der Lava auskristallisiert.

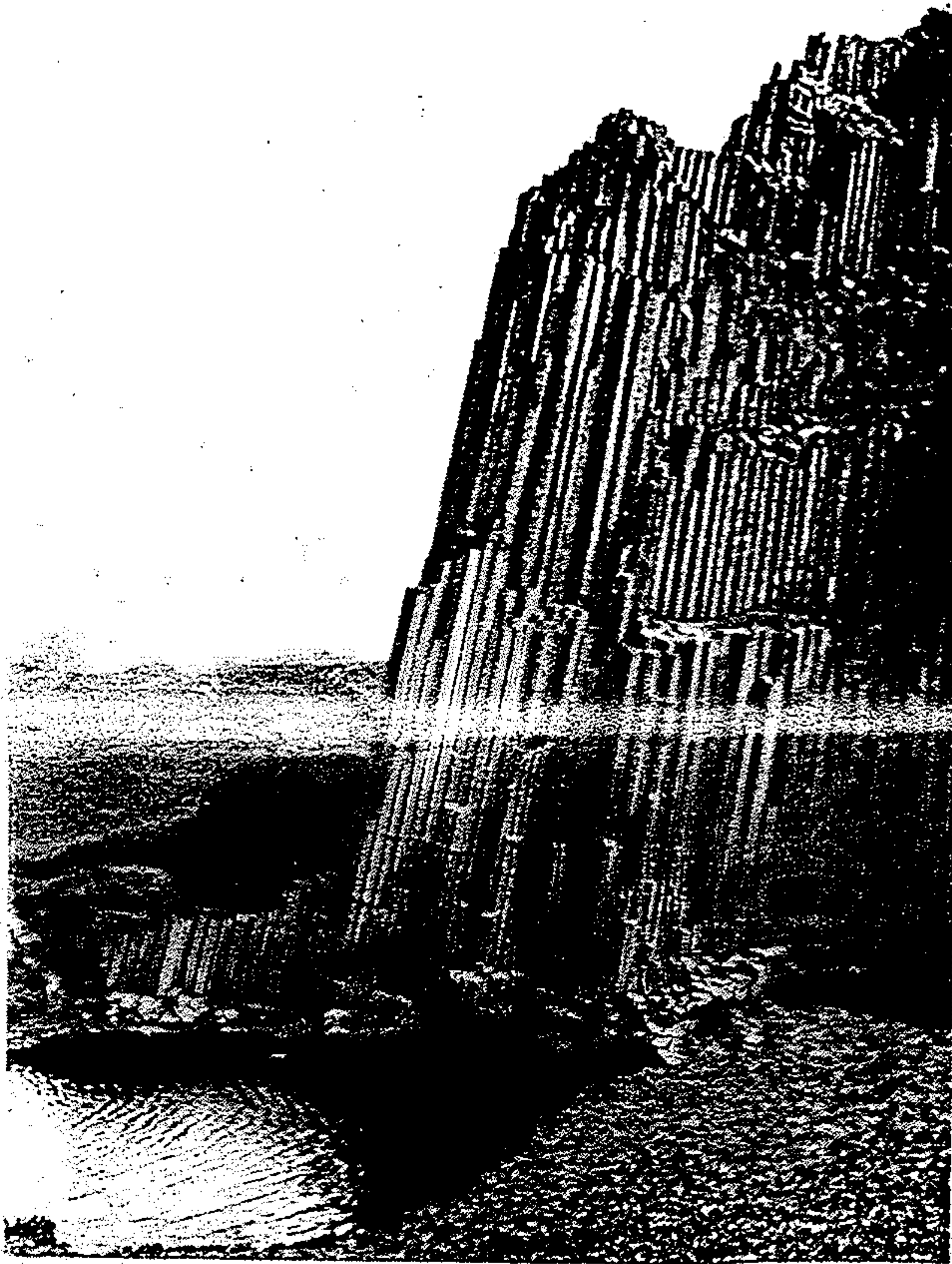


Abb. 198. Säulenförmige Absonderung von Basalt bei Kamenický Šenov. (Foto Prof. Dr. Q. ZÁRUBA.)

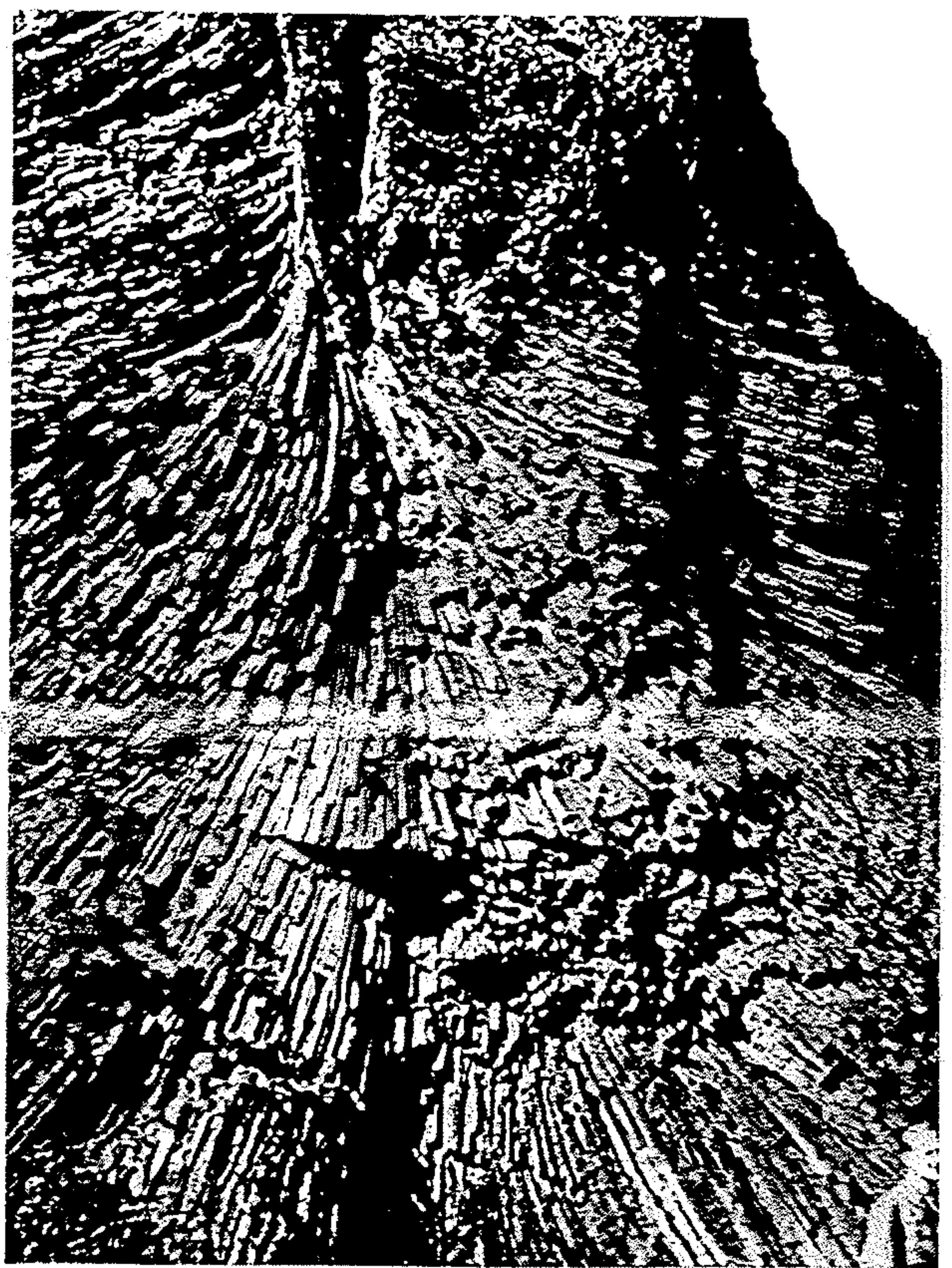


Abb. 199. Fächerförmig angeordnete Basaltsäulen. Vrkoč südlich von Ústí nad Labem. (Foto R. KETTNER.)

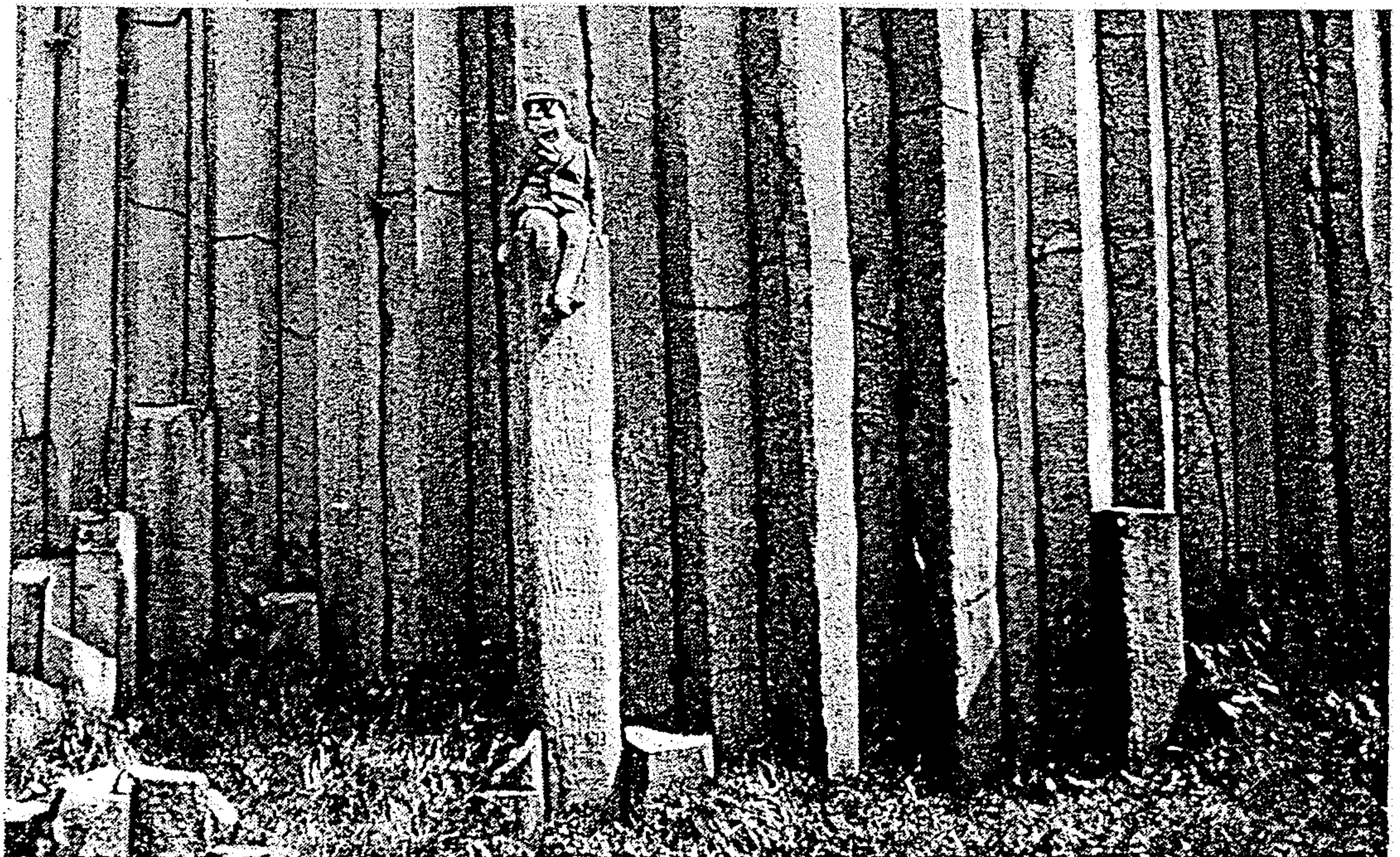


Abb. 213. Säulenförmige Absonderung des Basalts bei Kamenický Šenov. (Foto R. KETTNER.)

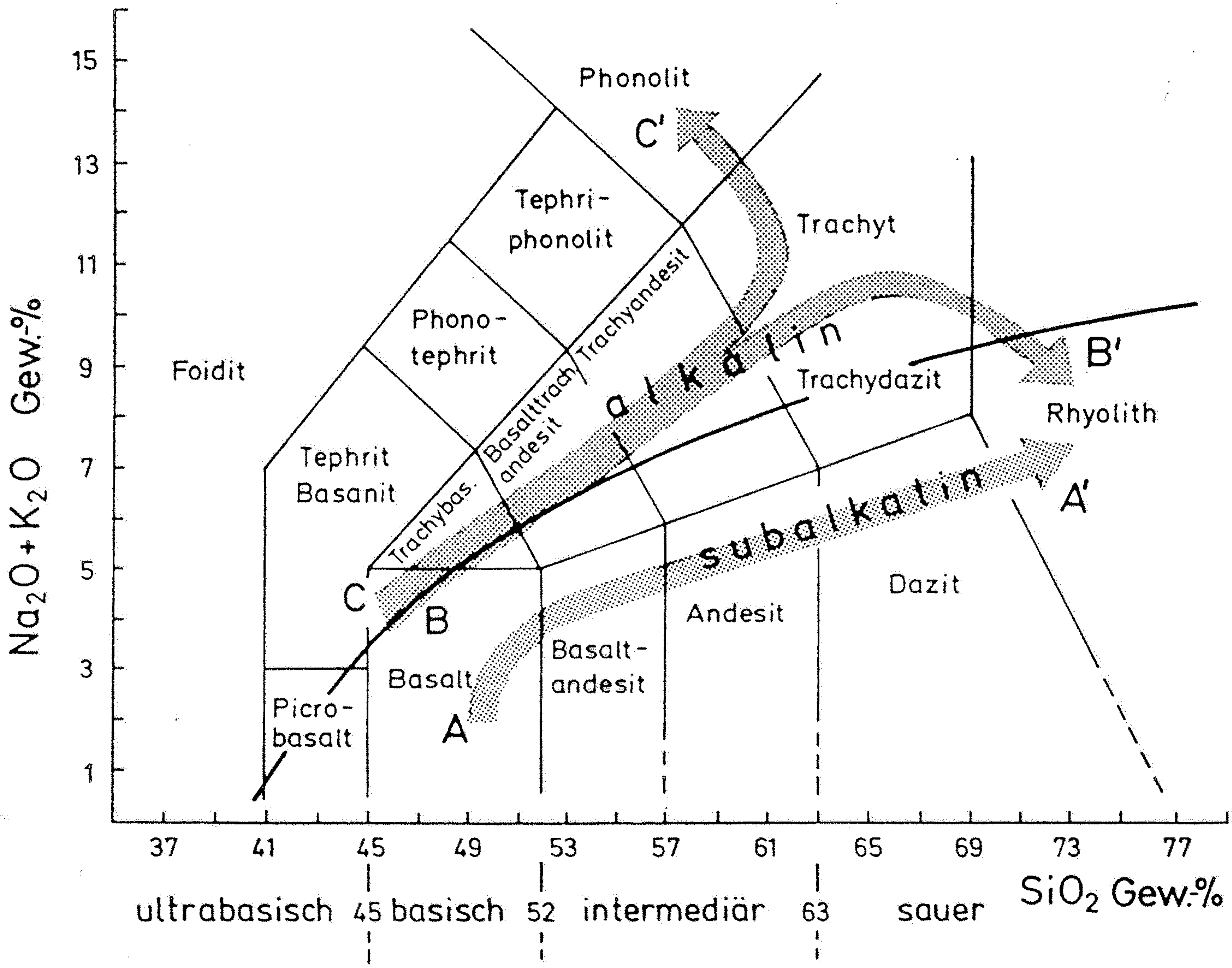


Abb. 12.2
 Klassifikation der Vulkanite (und Magmen) anhand der chemischen Zusammensetzung im TAS-Diagramm (TAS = **T**otal **A**lkali-**S**ilica): SiO₂ versus K₂O + Na₂O (in Gewichtsprozent) (verändert nach LE BAS et al., 1986; Unterscheidung in alkalisch und subalkalin nach IRVINE & BARAGAR, 1971).

Tab. 12.1 Durchschnittliche Gehalte an Hauptelementoxiden wichtiger Vulkanite; Angaben in Gewichtsprozent (nach PICHLER und STENGELIN, unveröffent.)

	Rhyolith	Dazit	Trachyt	Andesit	Phonolit	tholeiitischer Basalt
SiO ₂	72,8	64,8	58,3	54,2	56,0	49,8
Al ₂ O ₃	13,6	16,5	18,0	17,7	19,6	15,6
FeO	1,3	2,2	2,5	3,5	2,6	2,3
Fe ₂ O ₃	0,8	3,0	2,0	5,5	1,9	7,2
MnO	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
MgO	0,5	1,9	2,1	4,4	0,9	7,2
CaO	1,4	4,8	4,2	7,9	2,5	11,7
Na ₂ O	3,7	3,7	3,8	3,7	8,7	2,7
K ₂ O	4,6	1,6	7,4	1,1	5,6	0,4
TiO ₂	0,2	0,6	0,7	0,8	0,6	1,8
P ₂ O ₅	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
H ₂ O	0,8	0,6	0,7	0,8	1,2	0,9

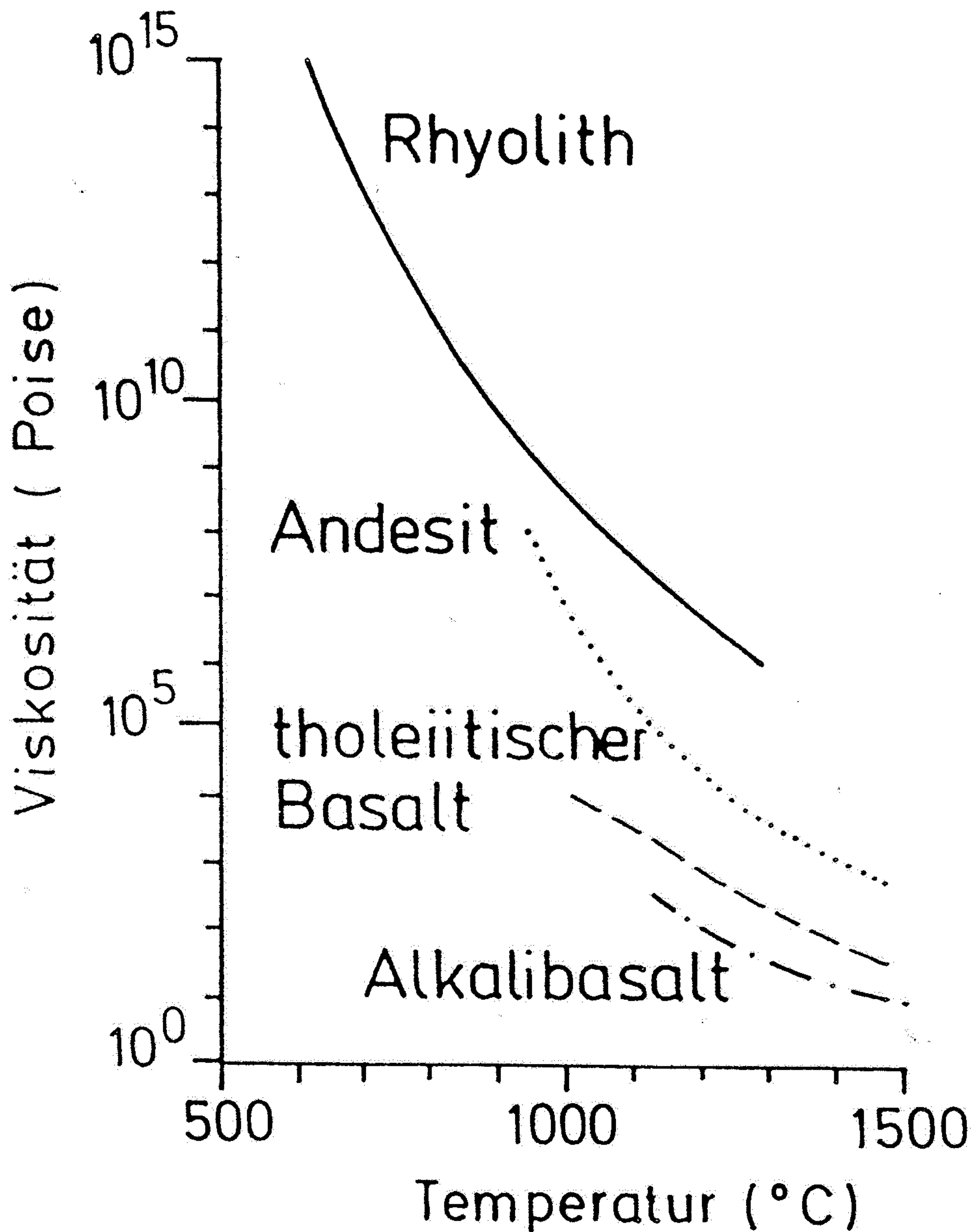


Abb. 12.6

Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur in Silikatschmelzen unterschiedlicher Zusammensetzung (vgl. Kasten 12.1, nach MURASE & MCBIRNEY, 1973, mit freundl. Genehmigung der Geological Society of America, Copyright © 1973, USA).

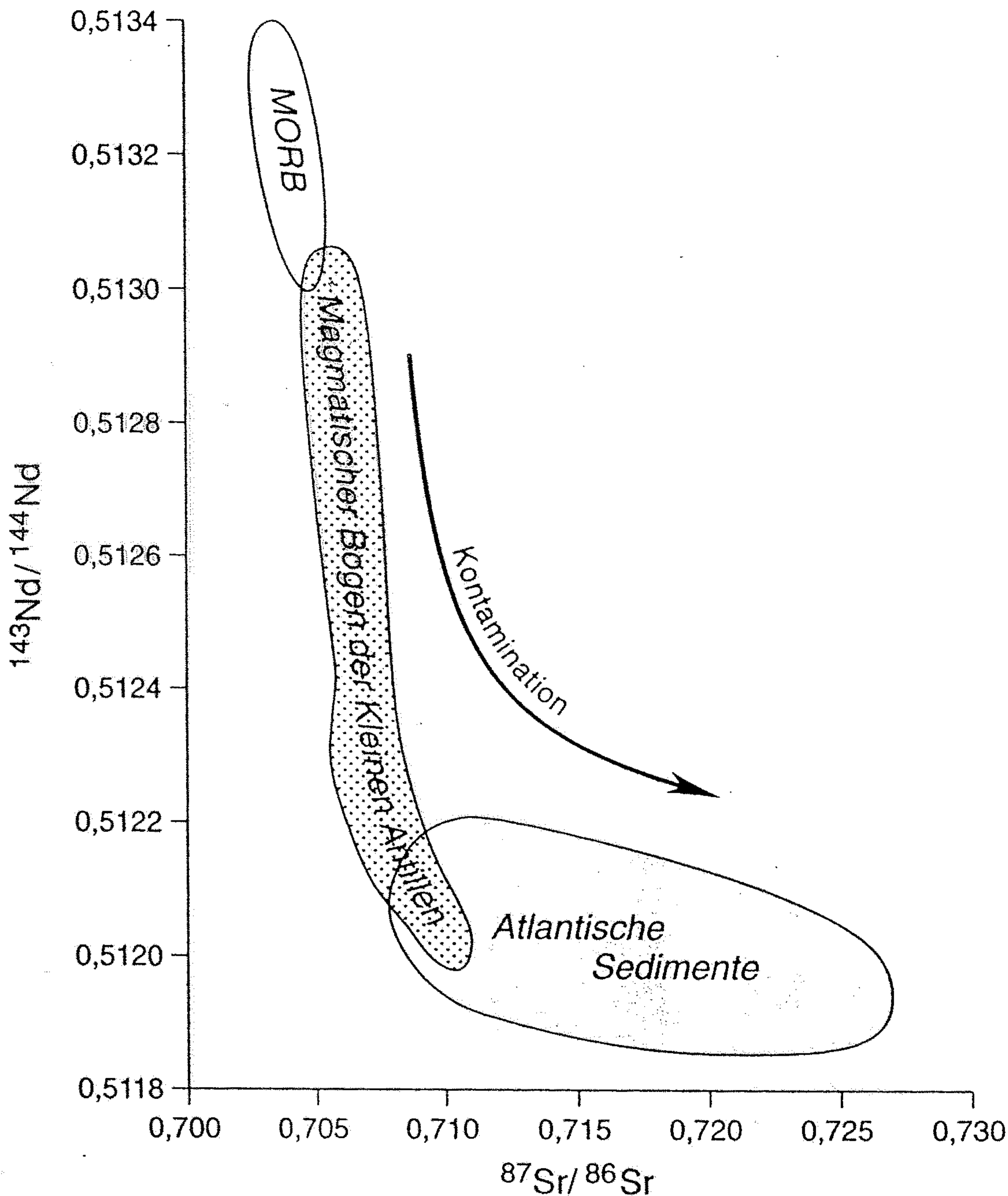


Abb. 12.12

Die Magmenentwicklung der Niederen Antillen. Die Inselbogen-Magmatite zeigen eine Variation ihrer Sr- und Nd-Isotopen-Verhältnisse, die vom Feld der MOR-Basalte zum Feld der Atlantik-Sedimente reicht. Die aus dem Diagramm abzuleitende Kontamination durch sedimentäres Material kann schon bei der Magmenbildung über der abtauchenden Platte durch subduzierte Sedimente stattgefunden haben oder erst beim Magmenaufstieg durch die Inselbogenkruste (nach WILSON, 1989).

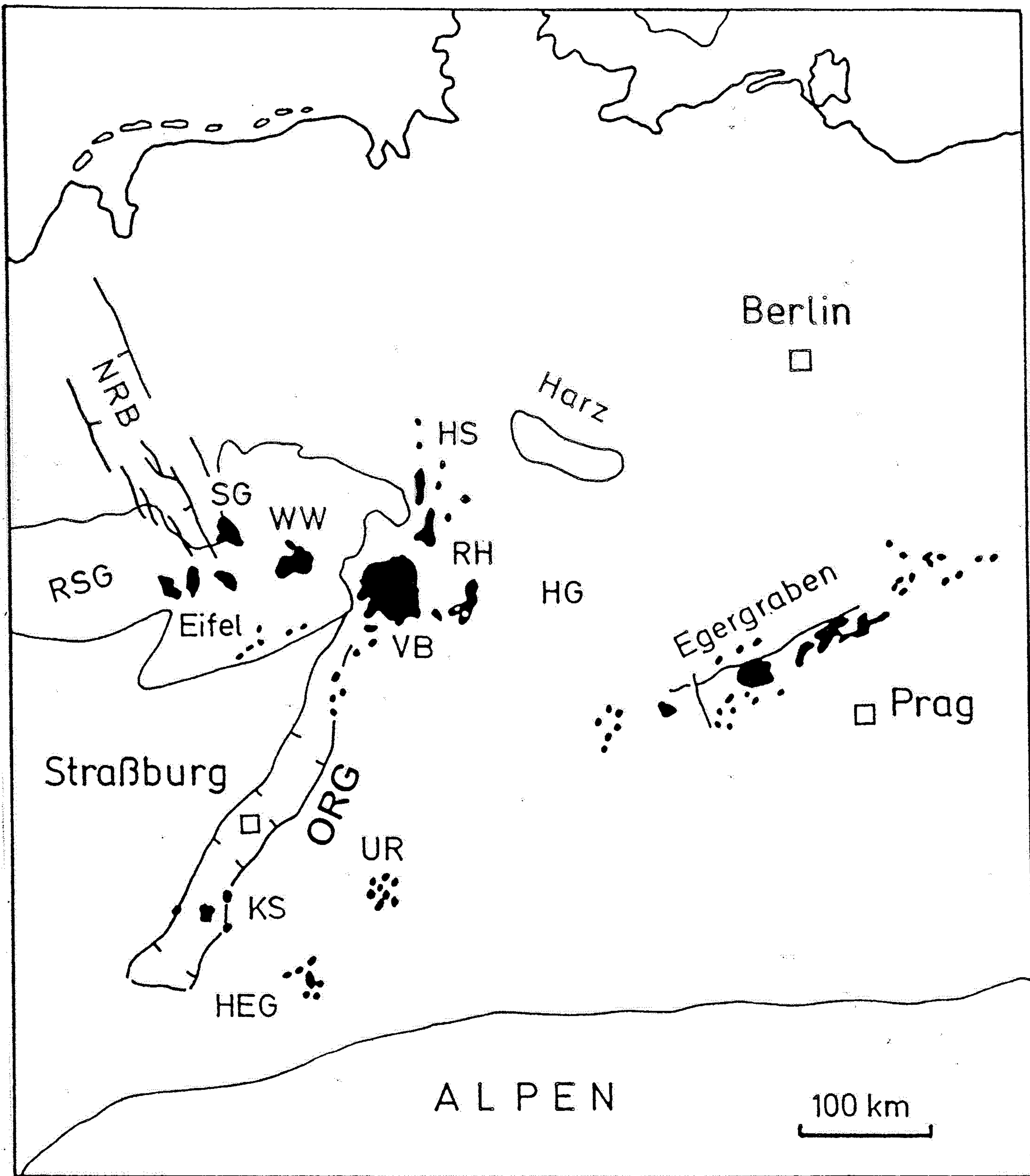


Abb. 12.30

Lage der känozoischen alkalinen Vulkanfelder in Mitteleuropa. Ihre Entwicklung ist an eine Bruchtektonik gebunden, die aus dem Spannungsfeld der Alpenaufaltung und der Öffnung des Nordatlantiks resultiert. HEG: Hegau, HG: Heldburger

Gangschar, HS: Hessische Senke, KS: Kaiserstuhl, NRB: Niederrheinische Bucht, ORG: Oberrheingraben, RH: Rhön, RSG: Rheinisches Schiefergebirge, SG: Siebengebirge, UR: Urach, VB: Vogelsberg, WW: Westerwald (nach SCHREIBER, 1996).

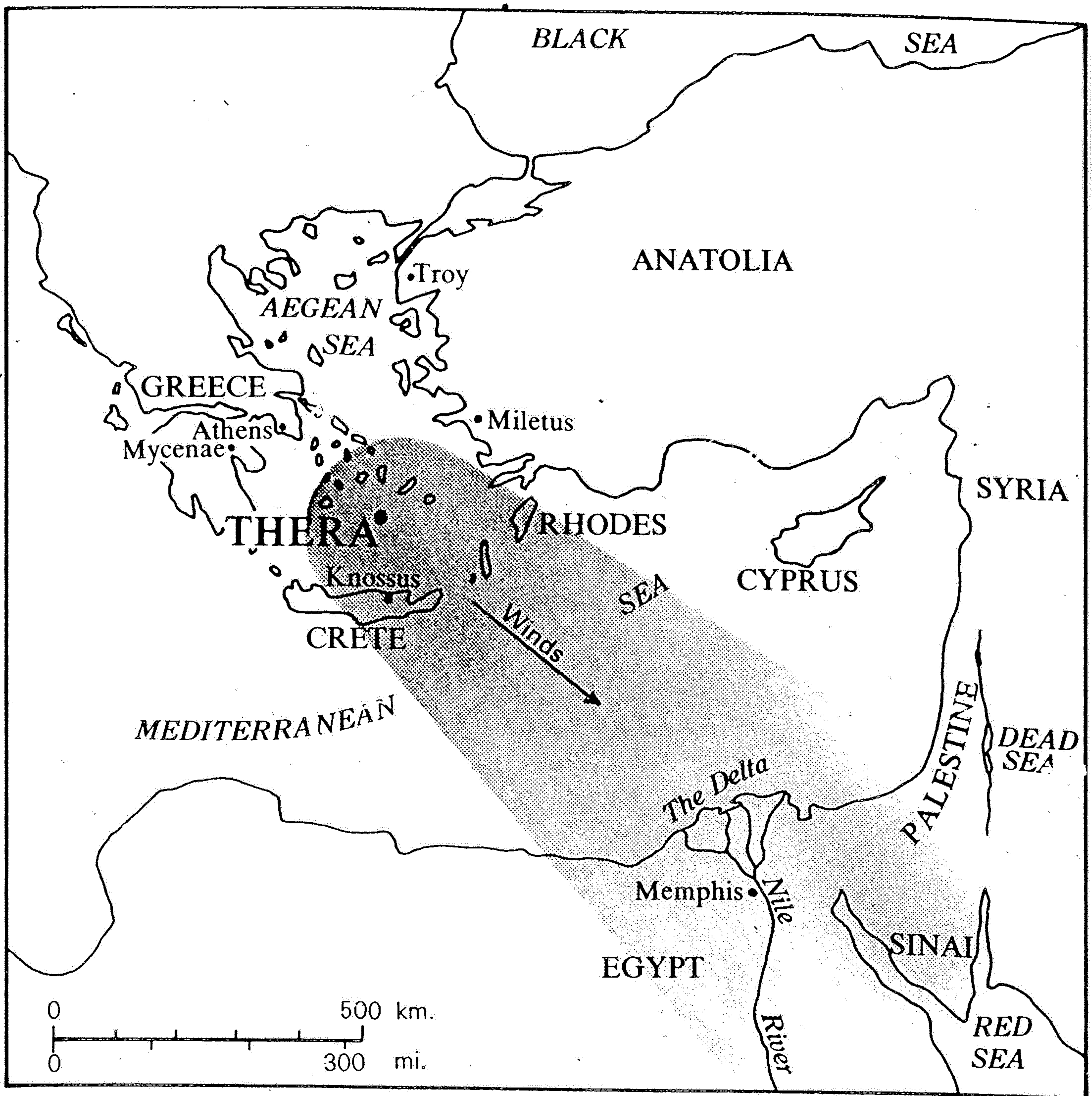
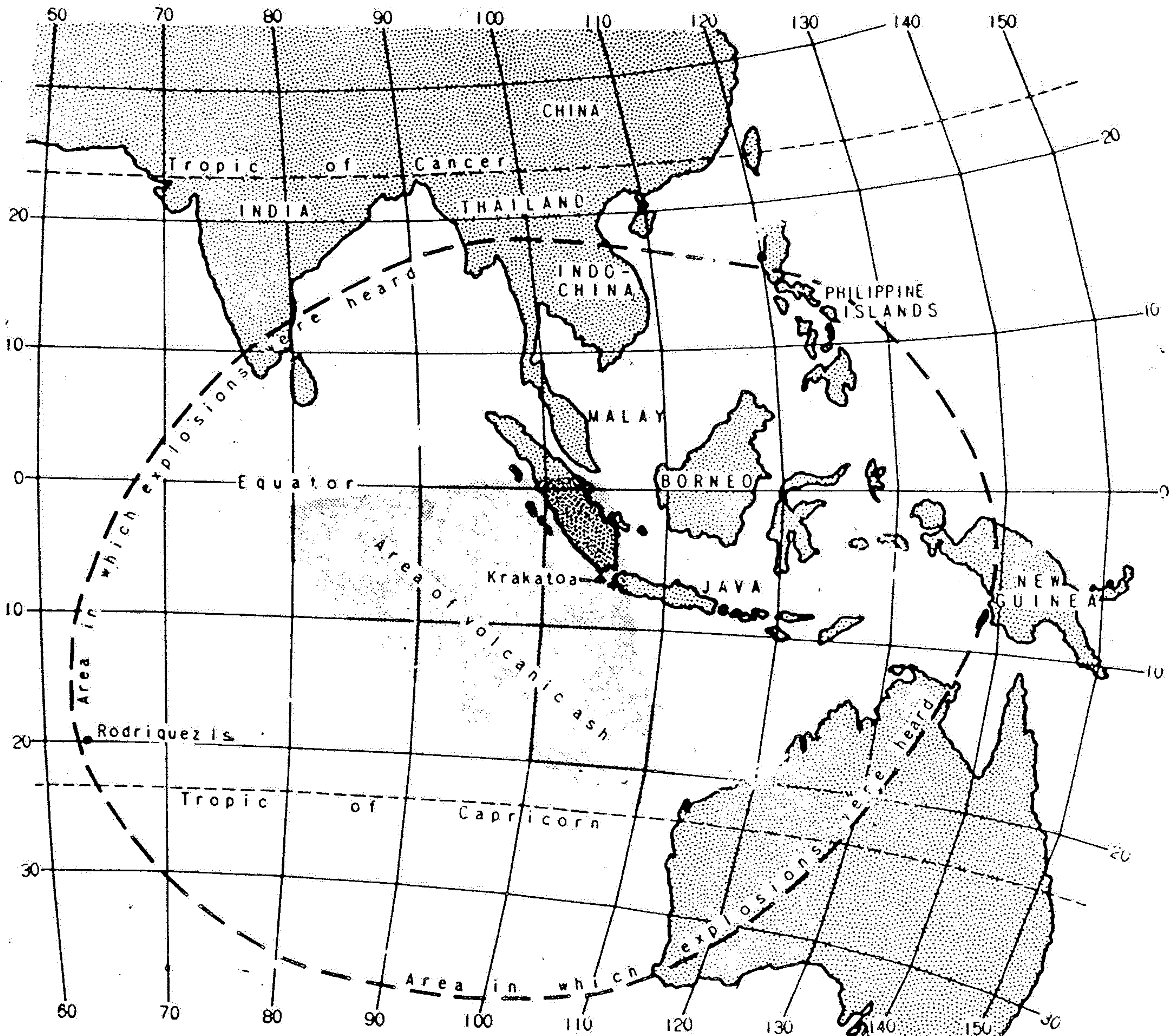


FIGURE 1.3

Location of volcano Thera relative to historically prominent areas of the eastern Mediterranean. Shaded zone represents probable fallout pattern of volcanic ash.

FIGURE 1.2

Krakatoa volcano and areas of audible noise and significant ash fall from its eruption of 1883. (After F. M. Bullard, 1976, *Volcanoes of the Earth*; by permission University of Texas Press.)



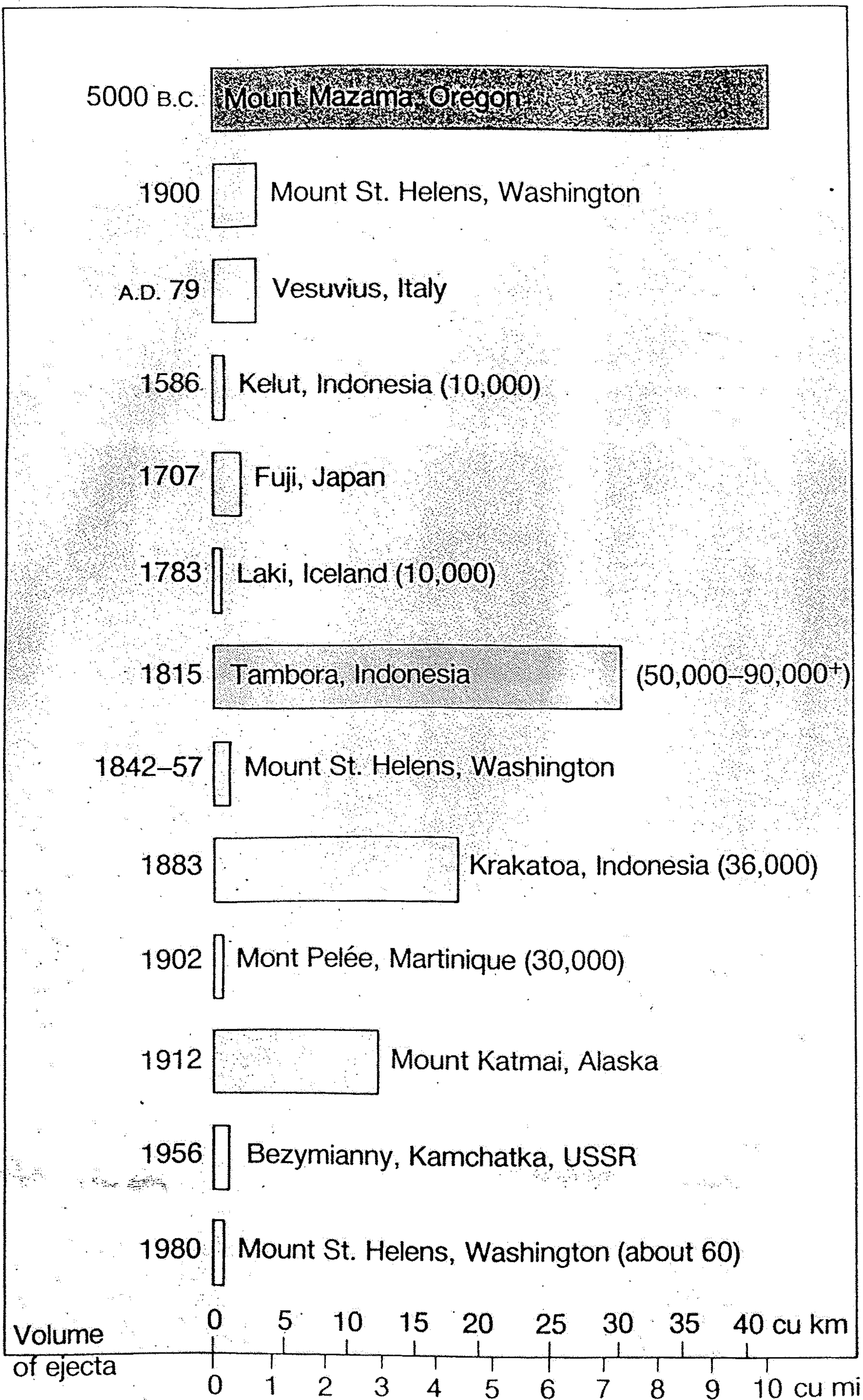


Figure 5.14 Volume of pyroclastics ejected during major explosive eruptions. Numbers of casualties, where available, are given in parentheses.

Source: Data from U.S. Geological Survey.

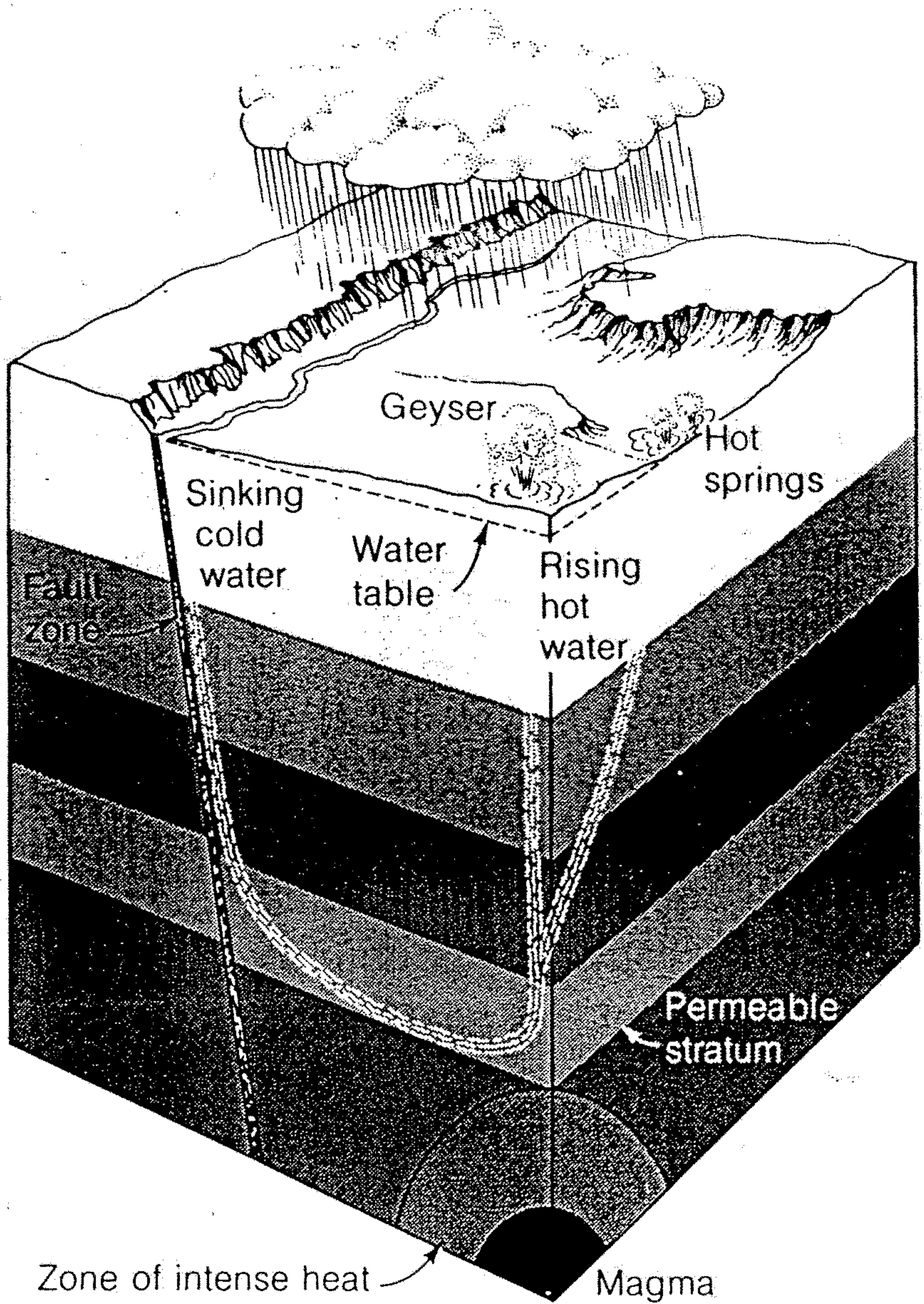
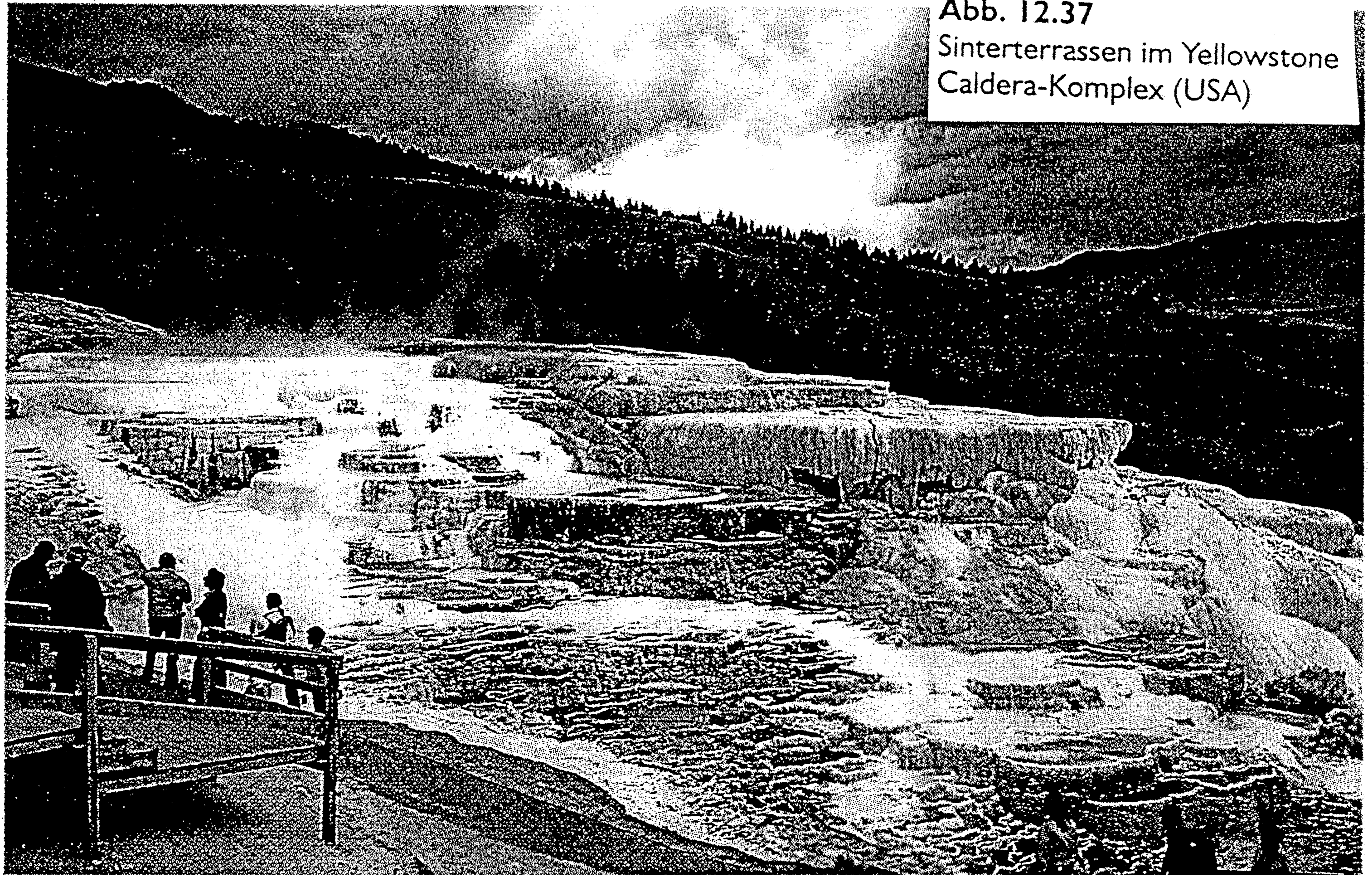


Figure 16-32

Surface water percolating down along fractures occasionally reaches the vicinity of a magma chamber. The heated fluid rises through other channels to erupt from geysers and hot springs as steam and hot water. [After D. E. White, U.S. Geological Survey.]

Abb. 12.37
Sinterterrassen im Yellowstone
Caldera-Komplex (USA)



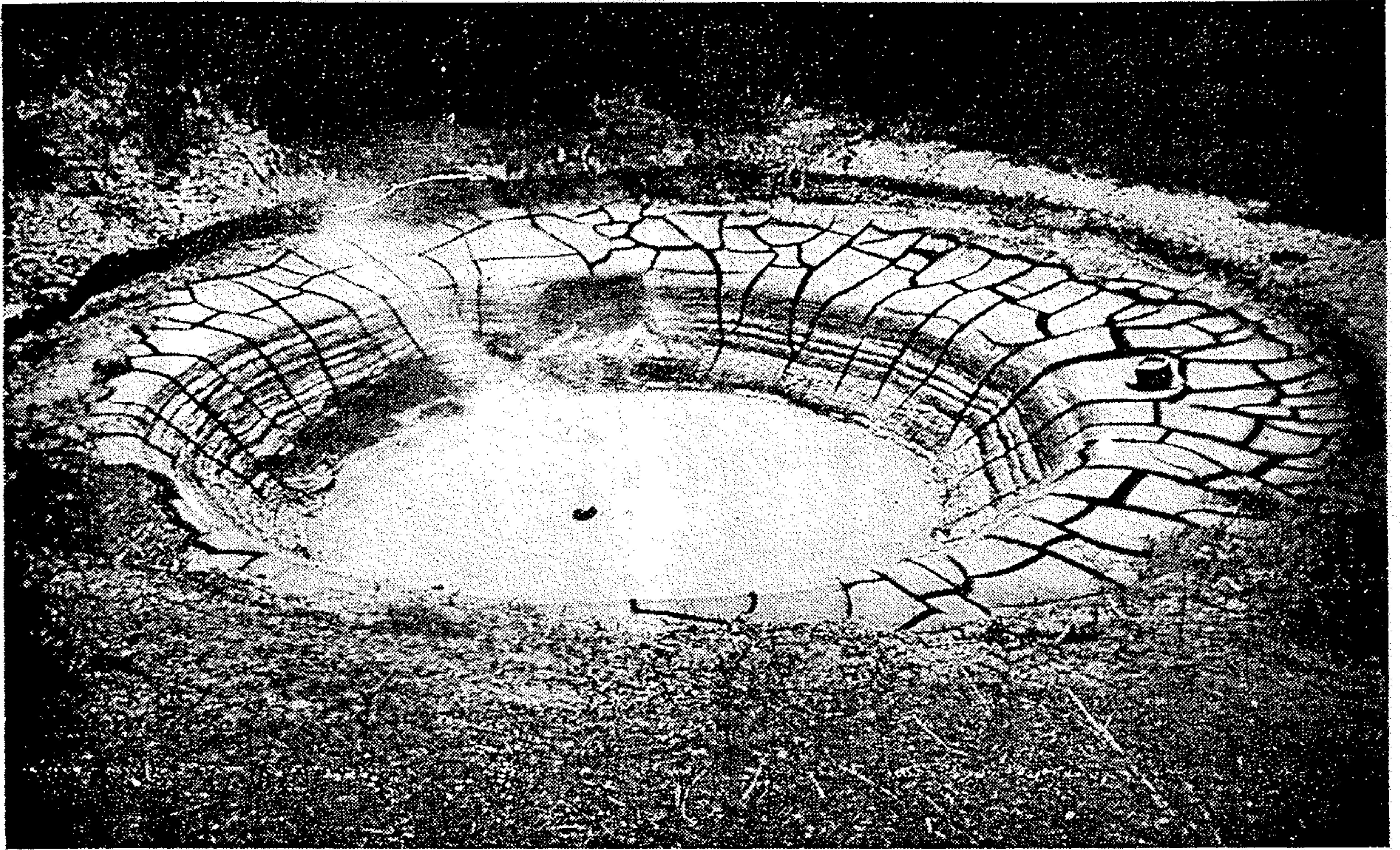


Abb. 280. Schlammvulkan. Thermalgebiet der Nordinsel von Neuseeland in der Umgebung von Rotoruo. (Reproduktion nach A. ST. HERBERT.)

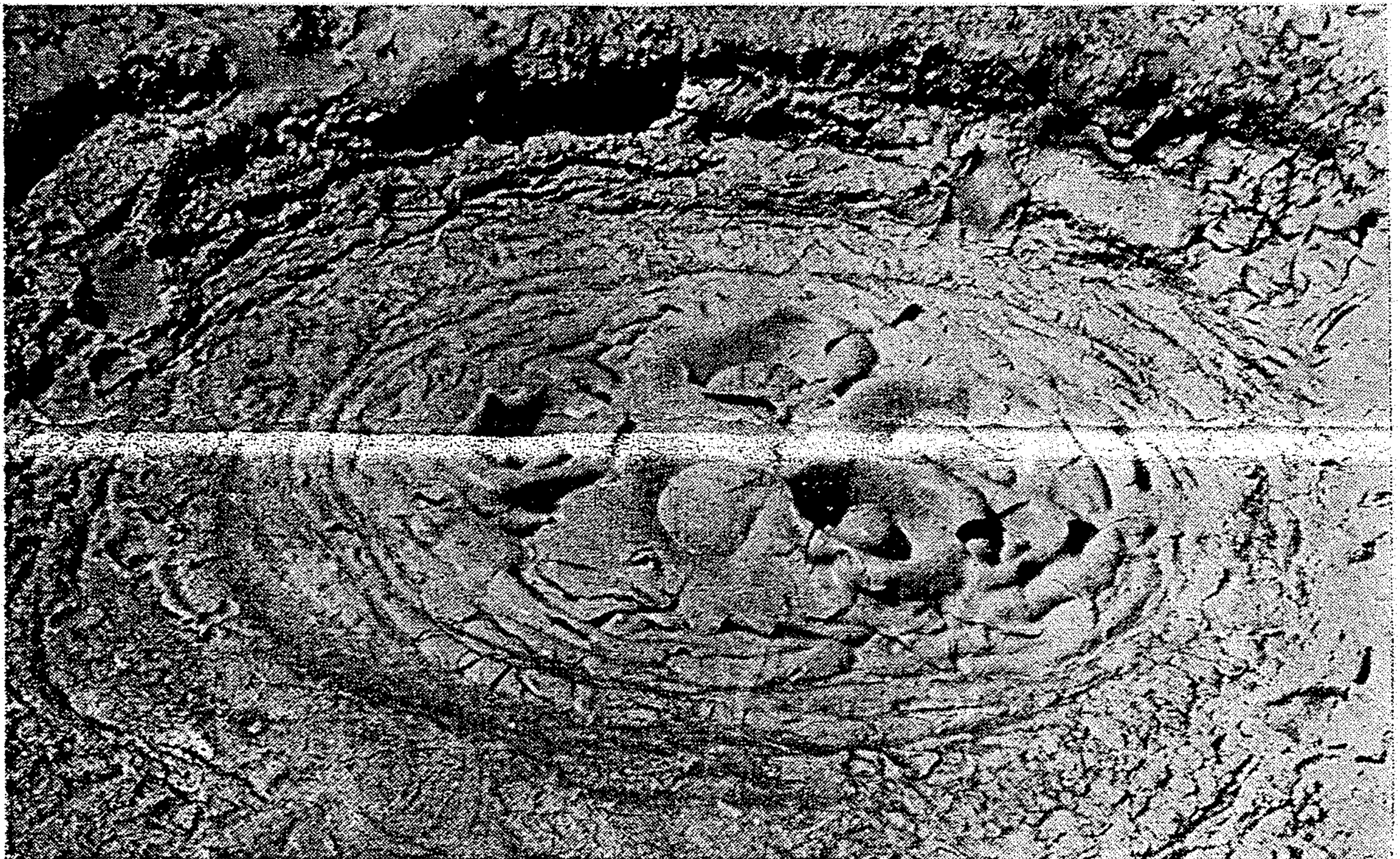


Abb. 281. Oberfläche des Schlammes in einem Schlammvulkan. Umgebung von Rotoruo auf der Nordinsel von Neuseeland. (Reproduktion nach A. ST. HERBERT.)