

大學用書

地質學

第二冊

梁繼文著

遠東圖書公司印行



200379688

3703



大學用書

地質學

Sy19/08

第二冊



00271677

梁繼文著

地質學教授
美國哈佛大學碩士



遠東圖書公司印行

本公司經內政部核准登記
登記證為內版臺業字第三二號
中華民國五十六年三月初版
中華民國六十年三月二版
中華民國六十一年三月三版
中華民國六十四年二月修訂一版

大學
用書

地質學 (全四冊)

第二冊定價新臺幣一

(外埠酌加運匯費)

有 著 作 權
不 准 翻 印

著 者 梁 繼 文

發行人 浦 家 麟

印刷者 遠東圖書公司

臺北市重慶南路一段六十六號之二十樓

發行所 遠東圖書公司

臺北市重慶南路一段六十六號之二十樓

地 質 學

(第二冊)

目 錄

序

第七章 火成岩的來源，構造與分類	229
7.1 火成岩的礦物成份	229
7.2 矽酸鹽類礦物的構造	231
7.3 原始岩漿	235
7.4 岩漿進化作用	239
7.5 岩漿凝結的時期	245
7.6 火成岩的一般組織	247
7.7 噴出岩或火山岩的特性	249
7.8 侵入岩或深成岩的特性	251
7.9 火成岩的分類	255
第八章 風化作用，重力運動和土壤	269
8.1 風化作用概述	269
8.2 影響風化作用的因素	270
8.3 風化作用的營力 (The Agents of Weathering) ...	279
8.4 火成岩的風化	285
8.5 沉積岩的風化	289
8.6 變質岩的風化	292
8.7 風化的深度，速度與不等風化作用 (Differential Weathering)	293
8.8 地表物質的重力運動 (Gravity Movement)	296

8.9 重力運動的類型.....	297
8.10 影響重力運動的因素.....	303
8.11 影響土壤生成的因素.....	304
8.12 土壤剖面.....	310
8.13 土壤的性質.....	311
8.14 土壤的分類.....	318
8.15 土壤的破壞.....	322
第九章 沉積岩	325
9.1 沉積岩的特徵.....	325
9.2 沉積岩的成份.....	327
9.3 沉積物的來源.....	333
9.4 沉積作用.....	333
9.5 沉積物的石化作用.....	334
9.6 沉積次序定律.....	337
9.7 沉積岩的分類.....	338
9.8 沉積岩的組織.....	340
9.9 沉積岩的構造.....	345
9.10 沉積環境及其沉積物.....	349
9.11 碎屑沉積岩的種類與性質.....	355
9.12 非碎屑沉積岩的種類與特性.....	363
第十章 化石，地層單位與地質時間表	375
10.1 動物羣定律.....	375
10.2 化石的定義與生成的條件.....	376
10.3 化石的種類.....	377
10.4 化石的用途.....	384
10.5 地層單位.....	389
10.6 岩石地層單位.....	389
10.7 土壤地層單位.....	393

10.8	生物地層單位	393
10.9	時間地層單位	395
10.10	地質時間單位	396
10.11	地質時間表	398
10.12	不整合	400
第十一章 河流		405
11.1	表流	405
11.2	河流系統與河流經濟	407
11.3	河流流動的類型	410
11.4	河流的種類	412
11.5	蜿蜒河流的性質	414
11.6	河流灌溉系統的类型	420
11.7	河流的縱剖面與河流均夷觀念	423
11.8	斜坡剖面的發育	427
11.9	河谷的發育	431
11.10	表流與河流侵蝕的方法	431
11.11	流水的搬運作用	433
11.12	侵蝕的速度	436
11.13	河流侵蝕所產生的地形	437
11.14	河流的沉積作用	441
11.15	河流沉積所產生的地形	442
11.16	Davis的侵蝕循環學說	449
第十二章 冰河作用		461
12.1	冰河的類別	461
12.2	冰河的普通特徵	467
12.3	冰的來源與特性	470
12.4	冰河的運動	472
12.5	冰河的活動性能	477

12.6	冰河的分佈與體積	481
12.7	冰河作用與冰河對山谷的侵蝕	486
12.8	大陸冰層的侵蝕作用	492
12.9	冰河的搬運作用	492
12.10	從冰河釋出來的物質	493
12.11	山谷冰河與大陸冰層沉積所產生的地形	434
12.12	過去的冰河作用時期	504
12.13	冰河作用對地殼的影響	506
12.14	冰河作用的原因	508
12.15	永久性凍原	519

附圖目次

7.1	二氧化矽四面體成對結合的情形	232
7.2	環矽酸鹽的構造	232
7.3	輝石的單鏈構造	233
7.4	角閃石的雙鏈構造	233
7.5	片矽酸鹽的構造	233
7.6	Bowen 的反應系列	241
7.7	岩脈和岩牀的發生狀態	253
7.8	岩背與岩盤的發生狀態	254
7.9	岩座的發生狀態	255
7.10	岩斗的發生狀態	255
7.11	片麻岩被入侵成為花崗岩的情形	259
7.12	太平洋的安山岩線	265
8.1	球形風化作用的進行	274
8.2	A. 降雨量與溫度變對化學作用重要性的影響	275
	B. 降雨量與溫度變對物理作用重要性的影響	275
8.3	不同溫度與雨量對各種風化作用重要性的影響	276
8.4	流動與山崩速度的分佈	297
8.5	土壤蠕動在地表所產生的影響	298

8.6	山崩的類型	301
8.7	發育在溫暖潮溼氣候地區中的理想剖面土壤	310
8.8	土壤顏色的混合	312
8.9	土壤組織圖	314
8.10	土壤無機質膠體及其活動的情形	317
9.1	高嶺石的構造	331
9.2	蒙脫石的構造	332
9.3	沉積岩的一般分類	339
9.4	碎屑沉積岩的組織區分	343
9.5	沉積粒子的圓度	344
9.6	交錯層與分類層發生的情形	346
9.7	亂曲層理構造	347
9.8	負荷嵌入構造	348
9.9	砂岩根據化學成份的分類	357
9.10	鹽丘的構造剖面	368
10.1	不整合的四種不同類型	402
11.1	雨水的循環作用	407
11.2	理想的河流系統	410
11.3	片流流動	410
11.4	擾流流動	411
11.5	河流擾動最烈的地方	411
11.6	急流的形成	412
11.7	密土失必河下游蜿蜒的情形	415
11.8	尖端沙丘的形成	416
11.9	頸部截流與牛軛湖的形成	417
11.10	流域盆地的一般形狀與河流等級的分類	418
11.11	樹枝型的河流系統	420
11.12	矩型的河流系統	420
11.13	格子型的河流系統	421
11.14	倒鉤型的河流系統	421

11.15	複雜型的可流系統	422
11.16	向心型與放射型的可流系統	422
11.17	平行型的可流系統	423
11.18	A. Arkansas 河的縱剖面圖	424
	B. Platte-South Platte 河的縱剖面	424
11.19	支流會合使河道水流磨擦減少的情形	425
11.20	Wood 氏斜坡發育的理論	427
11.21	沖積斜坡的形成	428
11.22	平行後退形成底坡的情形	430
11.23	底坡的風化與較平緩的斜坡的形成	430
11.24	植物對片流侵蝕防止的效果	432
11.25	河流攜帶沙石粒子運動的狀況	434
11.26	臺地被侵蝕成為方山	437
11.27	河流對褶曲的侵蝕	439
11.28	沖蝕池的形成	440
11.29	泛濫平原和自然堤	445
11.30	沖積臺地的生成	445
11.31	三角洲構造的發展	448
11.32	河床縱剖面的發育過程	450
11.33	河流減少作用	452
11.34	順層河的掠奪作用	452
11.35	侵蝕循環的過程	453
12.1	A. 南極表面冰層覆蓋的情形	463
	B. Greenland 表面冰層覆蓋的情形	464
12.2	阿拉斯加海岸 Malaspina 山麓冰河的形成	465
12.3	山谷冰河的剖面形狀	467
12.4	始裂的形成	468
12.5	大冰河崩離作用發生的情形	476
12.6	新鮮雪花的形狀	471
12.7	瑞士的 Rhone 冰河流動與前緣退縮的情形	473

目 錄	7
12.8 山谷冰河的不等運動.....	474
12.9 Demorest 區分的冰河運動的四種方式.....	476
12.10 山谷冰河堆積與減耗關係的理想剖面.....	478-9
12.11 南半球現存大冰層的分佈區域.....	482
12.12 北半球現存大冰層的分佈區域.....	482
12.13 北半球在過去最後的一次主要冰河時期內冰河分佈 的區域.....	482
12.14 冰河流動方向與山嶺不對稱形狀的關係.....	488
12.15 冰河對河谷侵蝕所產生的特殊地形.....	490
12.16 冰河階梯的縱剖面.....	491
12.17 終積丘發生的情形.....	496
12.18 冰河一次伸展與後退所沉積成的地形.....	496
12.19 橢圓冰丘.....	498
12.20 New York 州附近橢圓冰丘帶發生的情形.....	499
12.21 橢圓冰丘帶內部的構造.....	499
12.22 冰錐的來源.....	501
12.23 冰積臺地蛇形丘與冰錐的生成.....	501
12.24 冰穴形成的三種方式.....	502
12.25 冰緣湖的形成.....	504
12.26 冰河時代溫度變化的情形.....	505
12.27 北半球永久性凍原的分佈.....	520

附表目次

7.1 主要幾種深成岩的礦物成份.....	230
7.2 火成岩的平均礦物成份.....	231
7.3 矽酸鹽的構造分類.....	234
7.4 主要火成與水成礦物.....	245
7.5 岩漿凝固速度.....	247
7.6 火成岩分類.....	268
8.1 普通造岩礦物對風化作用敏感程度.....	271

8.2	普通礦物的風化產物	272
8.3	土壤顏色的來源	312
8.4	土壤粒子大小分類	313
8.5	土壤構造分類	315
9.1	火成岩與沉積岩的平均成份	327
9.2	沙質沉積物中最普通的礦物	329
9.3	化學沉積物中最重要的礦物	329
9.4	碎屑沉積物與碎屑沉積岩粒子大小分類	342
9.5	沉積發生的環境	349
11.1	世界各大陸表流的分佈	406
11.2	河底速度對不同大小物質的搬運能力	435
11.3	Mississippi 河沉積物大小的變化	436
12.1	冰河的平均年堆積量	479
12.2	現存冰河分佈面積統計	481
12.3	過去世界冰河作用地區面積統計	483
12.4	太陽黑子增減與冰河脹縮關係比較	515
12.5	晚新生代上新世與更新世時期上升陸地名稱	516

第七章 火成岩的來源，構造與分類

7.1 火成岩的礦物成份

在火成岩(Igneous Rocks)一詞中，原文的 Igneous 這個字，本來自拉丁語 Ignis，表示火。事實上我們知道，這類岩石的生成，和火一點關係都沒有，這好比在第六章開始時候所說的，火山和火也沒有關係一般。不過大家將錯就錯，就只好這樣習慣地叫下去。火成岩應改稱為岩漿岩比較好些。

火成岩，是由熱熔的地內物質叫岩漿 (Magma)，或者由地內噴出的高溫岩石物質叫熔岩 (Lava)，所冷卻結晶而成。如果是由地裂或火山噴出的熔岩或熔岩流冷卻成的，叫噴出岩 (Extrusive Rocks)，或稱火山岩 (Volcanic Rocks)；如由岩漿在地下若干距離之內慢慢結晶成的，叫侵入岩 (Intrusive Rocks)，或稱深成岩 (Plutonic Rocks)。侵入岩雖然發生在地下深處，但今天却有很多暴露出地面上來，這是因為地表的侵蝕作用，已將上層掩蓋的岩石移去之故。根據估計，在地球地殼最外層的十哩之內，火成岩約佔了總體積的95%。

火成岩具有一種特點，那便是由很少數幾樣的礦物所組成。我們要判別火成岩，通常只需鑑定少數幾種普通的礦物便可以。某些的氧化物，鉍酸鹽，磷酸鹽，氟化物和其他的矽酸鹽礦物等，亦可能含有少量，但在鑑定上並不重要。

E. Larsen (1942) 曾經將主要的幾種深成岩的礦物成份研究出來，茲列舉如表7.1；又 Barth (1952) 曾將所有火成岩的礦物平均成份列舉，茲轉錄如表7.2。

表7.1 主要變種深成岩的礦物成份

礦物	花崗岩 (Granite)	正長岩 (Syenite)	花崗閃長岩 (Granodiorite)	石英閃長岩 (Quartz Diorite)	閃長岩 (Diorite)	輝長岩 (Gabbro)	橄欖石輝綠岩 (Olivine Diabase)	輝綠岩 (Diabase)	地輝霞岩 (Dunitite)
石 (Quartz) 英	25	—	21	20	2	—	—	—	—
正長 (Orthoclase) 石	40	72	15	6	3	—	—	—	—
和微紋長石 (Microperthite) 石	26	12	—	—	—	—	—	—	—
鈣長 (Anorthoclase) 石	—	—	46	56	64	—	—	—	—
中性長石 (Andesine) 石	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鈣斜長 (Labradorite) 石	—	—	—	—	—	65	—	—	—
黑雲母 (Biotite) 石	5	3	3	4	5	1	—	—	—
角閃 (Amphibole) 石	1	7	13	8	12	3	—	—	—
正輝石 (Orthopyroxene) 石	—	—	—	1	3	6	—	—	2
斜輝石 (Clinopyroxene) 石	—	4	—	3	8	14	—	—	—
橄欖 (Olivine) 石	2	—	—	—	—	7	12	3	95
磁鐵礦 (Magnetite) 礦	1	2	1	2	2	2	2	2	3
鈦鐵礦 (Ilmenite) 礦	—	1	—	—	—	—	—	—	—
磷灰石 (Apatite) 石	tr	tr	tr	tr	tr	—	—	—	—
榍石 (Sphene) 石	tr	tr	1	tr	tr	—	—	—	—

(取材自 E. Larsen, Geol. Soc. Am. Spec. Paper 36, 1942)

表7.2 火成岩的平均礦物成份

礦物成份	百分比
石英 (Quartz)	12.4
鹼性長石 (Alkali-Feldspar)	31.0
斜長石 (Plagioclase)	29.2
輝石 (Pyroxene)	12.0
普通角閃石 (Hornblende)	1.7
黑雲母 (Biotite)	3.8
白雲母 (Muscovite)	1.4
橄欖石 (Olivine)	2.6
霞石 (Nepheline)	0.3
不透明礦物 (Opaque Ores)	4.1
綠泥石 (Chlorite) 和蛇紋石 (Serpentine)	0.6
磷灰石 (Apatite)	0.6
榍石 (Sphene)	0.3
合計	100.00

(取材自 Barth, Theoretical Petrology, p.27, 1952)

在火成岩中最常見的附屬礦物 (Accessory Minerals) 有銻英石，榍石，磁鐵礦，鈦鐵礦，赤鐵礦，磷灰石，黃鐵礦，金紅石，鋼玉和石榴子石等。

7.2 矽酸鹽類礦物的構造

岩石是由礦物組成的。在造岩礦物當中，尤以矽酸鹽類礦物最為重要，因為它佔有組成地殼岩石物質的90%。矽酸鹽類礦物包括最常見的石英，長石，輝石，雲母和橄欖石等。我們在第五章中已經說過，一切矽酸鹽類礦物的基本構造單位，都是些由一個矽離子和四個氧離子所結合成的四面體。根據 SiO_4 四面體結合時彼此關係的不同，矽酸鹽類礦物可以區分為六大羣 (Groups) 如下：

(一)單矽酸鹽 (Nesosilicates, 希臘語 Nesos 指島 Island)。為由分離的 SiO_4 羣所組成。在這類礦物中，分離的 SiO_4 四面體羣並沒

有彼此直接相互連接在一起，而是由其他介入的陽離子在當中把它們鍵合起來。由於 SiO_4 有四個過剩的負電荷，為求保持其構造內電性的中和，因此需要和兩個雙價的陽離子，或是和一個四價的陽離子化合。一些橄欖石礦物如鎂橄欖石 (Forsterite, Mg_2SiO_4) 和其他的鋯英石 (Zircon, ZrSiO_4)，便是這樣產生的。具有這種分離的 SiO_4 四面體羣構造，亦即具有單四面體羣 (Single Tetrahedral Group) 構造的礦物很多，如重要的石榴子石羣 (Garnet Group) 和矽鐵石羣 (Humite Group) 等是。

(二) 雙矽酸鹽 (Sorosilicates, 拉丁語 Soror 指姊妹, Sister)。 Si_2O_7 。是由兩個二氧化矽四面體，成對地由一共用的氧離子所結合而成，有如右圖。

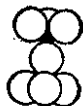


圖7.1 二氧化矽四面體成對結合的情形

雙矽酸鹽離子結合的情形，我們從分子式 Si_2O_7 即可看出當中有一個氧離子是共用的。雙四面體羣可以利用各種不同的金屬陽離子來和其他的姊妹羣結合。礦物中如方柱石羣 (Melilite Group, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$)，便是雙矽酸鹽的代表。

(三) 環矽酸鹽 (Cyclosilicates, 希臘語 Kyklos 指環, Ring)。 Si_6O_{18} 。內部的 SiO_4 羣，是由共用的氧離子將之聯結成環狀的構造，有如右圖。

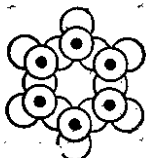


圖7.2 環矽酸鹽的構造

礦物中如綠玉 (Beryl, $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$)，電氣石 (Tourmaline)，堇青石 (Cordierite) 和矽灰石 (Wollastonite) 等，都是具有這類構造的礦物。

(四) 鏈矽酸鹽 (Inosilicates, 希臘語 Inos 指肌肉, Muscle, 或纖維狀體素, Fibrous Tissue)。這類矽酸鹽有兩種不同的構造：

1. 單鏈構造 (Single-Chain Structure)。 Si_2O_6 。由四面體角對角，以共用氧離子的方式，無窮盡地連結起來而成。鏈的排列，是和礦物的垂直軸平行，兩側由金屬陽離子將之和別的鏈連結。這類礦物的解理面，位於鏈與鏈之間，彼此幾以直角相交。這類構造，為輝石羣礦物的特點。關於單鏈構造的情形，請閱下圖：

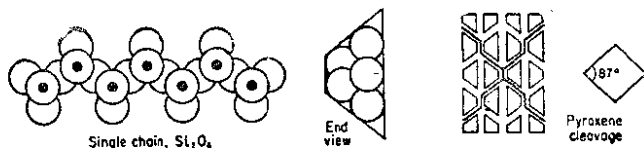


圖7-3 輝石的單鏈構造。圖中的圓圈代表氧原子，黑點代表矽原子。(1)為 Si_2O_6 的單鏈構造。(2)為從單鏈末端透視的情形。(3)把若干單鏈並排一起，結果產生解理。解理的方向，用粗黑線表示。

2. 雙鏈構造 (Double-Chain Structure)。 Si_4O_{11} 。是由兩單鏈並連而成，使 Si 與 O 的比例為 4:11。鏈的排列，與礦物的垂直軸平行，兩側由金屬陽離子將之和別的雙鏈連結。解理面並不通過雙鏈的本身，而是位於雙鏈與雙鏈之間，互成 120° 。這種構造，為角閃石羣 (Amphibole Group) 的特點。雙鏈構造的情形，請閱下圖：

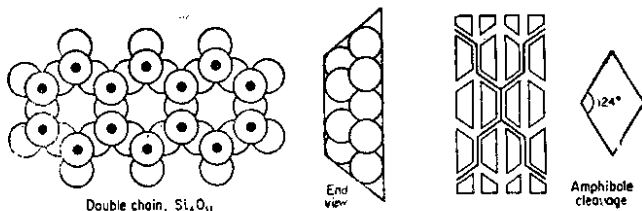


圖7-4 角閃石的雙鏈構造。(1) Si_4O_{11} 的雙鏈構造。(2)為從雙鏈末端透視的情形。(3)把若干雙鏈並排一起，結果產生解理。解理的方向，用粗黑線表示。

(四) 片矽酸鹽 (Phyllosilicates, 希臘語 Phyllon 指片，Sheet 或葉 Leaf)。 Si_4O_{10} 。具有由四面體連結成片狀的構造，即每一 SiO_4 四面體的三個角的氧原子，都和鄰接的四面體共用，彼此結合，在一平面之內，無限延伸，構成了無數的六角形狀，有如右圖。

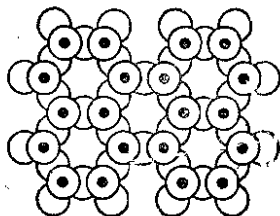


圖7-5 片矽酸鹽的構造

由這些四面體羣所構成的片體，彼此上下重疊，當中為金屬的離子和 (OH) 的離子羣所結合。這種構造，可以產生非常完整而且和片體平行的解理。為雲母，綠泥石以及其他片狀的礦物如滑石和黏土礦物 (Clay Minerals) 等的標準構造。

(四) 體矽酸鹽 (Tectosilicates, 希臘語 Tekton, 指架構, Framework)。SiO₂。為一三度空間的構造。當中每一個四面體的四個角的氧離子，都和別的四面體共用。石英 (SiO₂) 便具有這一類的構造。它當中僅含有矽和氧離子，電性恰好中和。體矽酸鹽在矽酸鹽的六大構造羣中要算最為重要，也構成了矽酸鹽中最多的礦物，包括石英，長石，似長石 (Feldspathoid)，柱石 (Scapolite) 和泡沸石 (Zeolite) 等。

茲將矽酸鹽的構造分類，表列如下：

表7-3 矽酸鹽的構造分類 (Structural Classification of the Silicates)

分 類	構 造 排 列 (Structural Arrangement)	Si : O	例 子
單矽酸鹽 (Nesosilicates)	獨立四面體	1 : 4	鎂橄欖石 (Fors- terite, Mg ₂ SiO ₄)
雙矽酸鹽 (Sorosilicates)	兩四面體由一共用的氧所連 結	2 : 7	方柱石 (Melilite, Ca ₂ Al ₂ SiO ₇)
環矽酸鹽 (Cyclosilicates)	構成閉合的四面體環，每一 四面體有兩個氧是共用的	1 : 3	綠玉 (Beryl, Be ₃ - Al ₂ Si ₆ O ₁₈)
鏈矽酸鹽 (Inosilicates)	1. 由四面體構成連續的單鏈， 每一四面體有兩個氧共用	1 : 3	頑火輝石 (Ensta- tite, MgSiO ₃)
	2. 由兩單鏈並行連結而成， 每一四面體共用的氧，有兩 個的，亦有三個的	4 : 11	斜方角閃石 (Antho- phyllite, Mg ₇ - (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂)