

普通地質學

笹倉正夫著

東北有色金屬學會出版

1949

普通地質學

1949·9·初版

基本定價 元

普通地質學

緒論

1. 鑛物界

自然界可分為生物界與鑛物界，前者為動植物，有生活力與繁殖機能，後者為無生物，無生活力與繁殖力。

自然界 { 生物界——動物，植物
鑛物界——鑛物，岩石

2. 鑛物與岩石

所謂鑛物，是天然的產物，無生活力，有一定的化學成分，不拘其物理的或化學的性質，皆為均質的物體。

鑛物，一般為固體，但也有少數是液體的，如自然水銀與石油等。其他人工製造的結晶，縱令其成分，性質均一，與天然物相同，也不能稱為鑛物，譬如火山地方的硫黃雖是鑛物，但從化學工廠裡精煉出來的硫黃，就不能叫作鑛物了。

所謂岩石，是鑛物的集合體，普通由兩種以上的鑛物構成，但也有僅由一種鑛物構成的，如石灰岩，砂岩等。鑛物與岩石的區別，

大致如下：

種 別 \ 項 目	化 學 成 分	性 質
鑛 物	可用一定的分子式表示之	均一
岩 石	不能用分子式表示	不均一

3. 研究鑛物界的科學

研究鑛物界的科學甚繁，如大別之，可分為下列三種：

(1) 鑛物學：研究各種鑛物的成分，形態，性質，產狀，成因及應用等。

(2) 地質學：研究地殼的構造，變遷，與地殼上的活動力，及過去生物之發達等。

(3) 岩石學：研究岩石的性質，產狀，及成因等。

然而鑛物學與地質學是互相關聯着的科學，所以不能在它們之間劃上一道明顯的界綫，如再詳細分析，則有下記諸種：

(a) 一般地質學：研究地殼的構造，變遷，及內外力的影響。

(b) 地 史 學：研究地球的歷史。

(c) 古 生 物 學：研究古代生物的形態，及其發達狀況。

(d) 層 序 學：研究地層堆積的程序。

(e) 火 山 學：研究關於火山的一切問題。

(f) 岩 石 學

(g) 鑛 物 學

(h) 結 晶 學：研究鑛物的結晶。

(i) 鑛 床 學：研究有用鑛物之鑛床。

4. 研究鑛物界的應有態度

鑛物界是經過數千百萬年的悠長歲月，因各種不同的原因（自然現象），起了複雜曲折的物理，及化學的變化，成了今日的狀態，所以研究這種科學和研究其他的科學一樣，必須具有縝密，精確，冷靜，深刻的研究精神，更須努力養成下列各種科學的態度：

（1）須根據野外，或坑內的觀察，實測，去求得對事實真象的瞭解。徒自背誦書本，是不會有什麼成效的。因此必須利用各種機會，去努力於自然現象的觀察。

（2）在觀察自然現象的時候，必須縝密，精細入微，並須把觀察所得的各種事實，誠懇，確實的記載下來，以作進一步的研究根據。

（3）對於判斷與推理，應慎重正確的執行，並須對所觀察的事實及其推理，加以區別。須根據觀察所得的事實去進行推理，不得因推理而歪曲了所觀察的事實。

（4）對於觀察，判斷，和推理，皆須以冷靜的客觀的態度來執行，不得混入主觀見解。力戒武斷，輕率，須不斷的訓練自己，去努力把握事實，養成一種能夠正確瞭解事實的能力。

（5）整個的自然界就是我們的一座大教室，無論路旁的一山一石，都是我們的老師，不拘朝夕，觸目所見的各種事象，都可提供我們許多學習資料，因此我們必須養成一種虛心研究，誠懇接受這些學習資料的熱情和態度。

（6）對於一切自然界的現象，皆須抱着懷疑的態度去研究，並須訓練自己去對這些現象進行科學的解釋。

(7) 對各種實驗器具與在野外研究所需要的各種材料和資料，必須加意保護和愛惜。

普通地質學

目 錄

緒 論

1. 鑛物界..... 1
2. 鑛物與岩石..... 1
3. 研究鑛物界的科學..... 2
4. 研究鑛物界應有的態度..... 3

第一編 地殼的物質—岩石學

- 第一章 地球的構造..... 1
 1. 地球的形狀及大小..... 1
 2. 氣圈與水圈..... 1
 3. 岩石圈..... 1
 4. 重 圈..... 2
 5. 岩 漿..... 3
 6. 地球內部的構造..... 3
- 第二章 鑛物鑑別須知..... 5
 7. 用肉眼鑑定鑛物時須注意的事項..... 5

第三章 岩石的三大類別及造岩鑛物	10
8• 岩石的三大類別.....	10
9• 岩石的成分鑛物.....	10
10• 岩石的研究法.....	11
11• 造岩鑛物.....	11
第四章 火成岩	13
12• 成因.....	13
13• 特徵.....	13
14• 按其生成狀態所分的三大種類.....	13
15• 關於火成岩的組織的名稱.....	14
16• 生成上的區別與組織之關係.....	15
17• 化學成分上的區別（酸性・中性・鹽其性）.....	16
18• 造岩鑛物之酸性度.....	16
19• 造岩鑛物之配合.....	17
20• 基本岩石表.....	18
21• 火成岩的分類表.....	18
第五章 深成岩	21
22• 深成岩之成因與特徵.....	21
23• 主要深成岩之種類.....	21
24• 花崗岩.....	21
25• 閃長岩.....	23

26• 輝長岩 (又名斑禰岩)	23
27• 斜長岩	23
28• 正長岩	24
29• 兩長岩	24
30• 橄欖岩·角閃岩與輝岩	24
31• 深成岩概括表	25
第六章 火山岩	26
32• 成因及特徵	26
33• 主要火山岩之種類	26
34• 古期火山岩與新期火山岩	26
35• 石英粗面岩 (流紋岩)	27
36• 安山岩	28
37• 玄武岩	29
38• 粗面岩	31
39• 輝石岩	32
40• 火山岩概括表	32
第七章 半深成岩 (脈岩)	33
41• 成因及特徵	33
42• 分漿脈岩與非分漿脈岩	33
43• 斑岩與玢岩的區別	34
44• 偉晶花崗岩	35
45• 半花崗岩	35

46.	煌斑岩	36
47.	輝綠岩	36
48.	岩石構造	37
第八章 火成岩之產出狀態		38
49.	深成岩之狀態	38
50.	脈 岩	39
51.	火山岩	39
第九章 水成岩 (堆積岩)		41
52.	成因及特徵	41
53.	種 類	41
54.	碎屑岩	41
55.	水成岩之固結	42
56.	海成層 (海相) 及陸成層 (陸相)	42
57.	水成碎屑岩	43
58.	火成碎屑岩	45
59.	風成碎屑岩	45
60.	碎屑岩的中英名稱對照及其常用略號	46
61.	沈澱岩 (化學的沉澱岩)	47
62.	有機岩	48
第十章 水成岩之構造及其產出狀態		52
63.	層 理	52

64.	地層面	52
65.	層理的成因	52
66.	漣痕·乾裂·雨痕·假像	53
67.	結核及團塊	55
68.	成層狀態	56
第十一章	變成岩總論	58
69.	岩石的變化	58
70.	變成岩的成因	59
71.	變質作用的動因	59
72.	深度的影響	60
73.	變質作用的總括	60
74.	變成岩類中的特有鑛物	61
第十二章	變成岩各論	63
75.	正規接觸變質岩	63
76.	接觸交代變質岩	65
77.	片岩與片麻岩的差別	66
78.	片岩的種類	67
79.	片麻岩	68
80.	白粒岩	69

第二編 地殼的歷史—地史學

第十三章	研究地史學的基礎知識	71
-------------	-------------------	-----------

81•	研究地史的必要性.....	71
82•	地質時代.....	71
83•	區分地質時代的根據.....	72
84•	決定地層的必要事項.....	73
85•	現在是知道過去的關鍵.....	76
86•	地質時代的年齡.....	77
87•	地質時代細分法.....	79
第十四章	始生代及原生代（前寒武時代）.....	80
88•	名稱.....	80
89•	始生代.....	80
90•	原生代.....	81
91•	東北的前寒武時代.....	82
第十五章	古生代.....	83
92•	概論.....	83
93•	寒武紀.....	83
94•	奧陶紀.....	86
95•	志留紀.....	87
96•	泥盆紀.....	89
97•	石炭紀.....	92
98•	二疊紀.....	97
第十六章	中生代.....	102

99.	從古生代邁向中生代	102
100.	古生物的變化	102
101.	三疊紀	103
102.	侏羅紀	105
103.	白堊紀	109
第十七章	新生代	112
104.	概論	112
105.	第三紀 (1) 古第三紀	114
106.	新第三紀	116
107.	第三紀的地變和氣候	118
108.	東北的第三系	118
109.	第四紀之概要	119
110.	洪積世之冰河時代	119
111.	人類的出現	121
112.	沖積世	124
113.	東北的第四紀	124
 第三編 地殼之變化—動力地質學		
114.	引 言	127
第十八章	風化作用	128
115.	定義與區分	128

116.	機械的風化	128
117.	化學的風化	129
118.	殘留堆積物	130
119.	土壤	131
120.	氣候與土壤	132
121.	土壤的改良	132
第十九章	風的作用	133
122.	特徵	133
123.	乾燥地方的特徵	133
124.	砂丘	134
125.	風成層	135
126.	黃土	136
第二十章	河川的作用	137
127.	河川的平衡	137
128.	河的浸蝕作用	137
129.	局部的浸蝕現象	138
130.	河川的堆積作用	139
131.	蛇曲	140
132.	地形的變化	141
133.	浸蝕輪迴	144
134.	浸蝕的回春	145
135.	河流的爭奪	145

136.	段丘	146
137.	河川地形的應用	146
138.	地形的幼，壯，老年期與鑛床探求的關係	147
第二十一章 地下水		148
139.	定義	148
140.	地下水面	148
141.	透水性與不透水性	149
142.	帶水層	149
143.	泉	149
144.	地下水的溶解作用	150
145.	地下水的沉澱作用	151
146.	地下水之機械的作用	151
147.	溫泉與鑛泉	152
第二十二章 湖沼		154
148.	成因及種類	154
149.	湖沼之地質作用	155
第二十三章 海的作用		156
150.	浸蝕作用	156
151.	砂洲	156
152.	海底堆積物	157

第二十四章 生物的作用	158
153· 破壞作用	158
154· 保護作用	158
155· 建設作用	158
第二十五章 火山作用	159
156· 火山作用	159
157· 火山的噴出狀態	159
158· 火山	160
159· 火山活動	162
160· 火山的分布	163
161· 火山活動的原因	163
162· 深火山作用	164
第二十六章 地震作用	165
163· 地震的性質	165
164· 地震波	165
165· 地震的強度	166
166· 決定震源的方法	166
167· 伴隨地震所發生的地表的變化	167
168· 地震的分布	168
169· 地震的原因	168

第二十七章 地質構造	170
170. 概論.....	170
171. 走向、傾斜.....	170
172. 褶曲.....	171
173. 斷層.....	174
174. 節理.....	179
第二十八章 地質構造與地形	183
175. 斷層地形.....	183
176. 台地地形.....	184
177. 褶曲地形.....	185
178. 山岳的種類.....	187
第二十九章 地殼運動	189
179. 地殼運動.....	189
180. 地殼運動之種類.....	189
181. 地向斜.....	190
182. 造山運動.....	192
183. 造陸運動.....	193
第三十章 關於地殼運動之原因的諸學說	199
184. 地球收縮說.....	199
185. 地殼平衡說.....	199

186·	大陸漂移說	201
187·	熱輪迴說	206
188·	結論	207

第一章 地球的構造

1. 地球的形狀及大小

地球是向兩極方向略微扁平的回轉橢圓體，叫做地球橢圓體。赤道的半徑是 6378 公里，兩極半徑是 6356 公里，其東西半徑較南北半徑長 21 公里。普通記住地球是半徑 6400 公里的球狀體即可。

2. 氣圈與水圈 (Atmosphere And Hydrosphere)

環繞地球的空氣層，稱為氣圈 (Atmosphere)。其厚度尚未確知，但一般認為距地表 160 公里的高空，尚有稀薄的空氣存在。氣圈中的空氣密度，離地表越近越大，越遠越小。我們在高山上呼吸所以感覺困難的，就是因為空氣稀薄的緣故。攀登過世界最高峰額非爾斯 (Everest) 的人們，都嘗受過這種苦況。

地球表面是不規則的凹凸形狀，在凹處集聚了大量的水，這就是海洋。通常把這集水的部分稱為水圈 (Hydrosphere)。地球上最深的凹處，是菲律賓海面的耶母登海溝，深達 10793 公尺。

此外在岩石的空隙中，也存留着地下水，因此更有人說，整個地球的表面，都在被水圈覆蓋着。

3. 岩石圈 (Lithosphere)

構成地球的外皮，即地殼，就是岩石圈 (Lithosphere)。其厚度迄今尚未確定，但大約為 60 公里，與地球的半徑相較，可謂甚薄。

也有人把矽礫帶 (Sial) 與矽苦帶 (Sima) 合併起來，認為地殼，謂其厚度為 1200 公里。此厚達 60 公里或 1200 公里的地殼，就是岩石學的研究對象。在地殼上雖有許多凹凸部分，但與地球全體比較，其所佔的位置，則極微小，自最高的山峰額非爾斯 (Everest) (高 8 公里) 至最深的海洋——耶母登海溝——(深 10.8 公里)，此最高處與最深處之間的距離，不過 20 公里，以之與地球半徑相較，不過三百分之一而已。假如把地球的半徑當作一公尺時，則此最高點與最深處之差，僅為三公厘。

4. 重圈 (Barysphere)

地球自地殼以下的部分，稱為重圈。關於重圈的知識，現在還很缺乏。但就一般的推斷，其概況如下：

(1) 地球內部是由非常沉重的物質構成的

構成地殼的岩石，其平均比重為 2.7~2.8，然而地球全體的比重約為 5.52，因此地球內部物質的比重，應該比 5.52 還大。

與地球之成因相同的隕石 (天體墜落物) 裡面含有多量的鐵和鎳，由此推論，地球內部，大約也是由鐵和鎳等物質構成的。

(2) 地球內部的溫度極高

太陽的熱力，僅能溫暖地球的表面，而不能顯著的傳達到地下深處，這是因為岩石的熱傳導率較小的緣故。如在地下一定深度的地方其溫度恒與地表上冬季，夏季的溫度，相差數個月的時間。地表的溫度，僅可傳達到地下 15 公尺至 20 公尺之間的地方，再深的地帶，則不受地表溫度的影響，這個地帶叫做恒溫層 (又名常溫層)。由此恒溫層再向下深入，通常每深入 33 公尺，溫度上昇攝氏一度，這種溫

度上昇的比率，叫作**地下增溫率**。現今世界各地的試錐穿孔，與鑛山鑿坑的經驗，都證明了這個事實。

惟此地下增溫率，並非到處皆同，譬如近水的地方，增溫率就較小，並且越向地下深入，也越逐漸減少，否則若一律按照上述每深入33公尺增加攝氏一度的比率來計算，則到地下105公里，即地球半徑的 $\frac{1}{60}$ 時，溫度就應該增高到攝氏8000度。然而這與事實並不相符，因為根據現在的推測，地心的溫度，只不過在攝氏5000度到6000度之間而已。

不過地球內部的溫度極高，這倒是不容否認的事實，因為溫泉的噴出，與高熱熔岩的流出等，都是這個問題的有力證明。

(3) 地球內部是固體的狀態

假如地球內部是高溫體時，則其中的一切物質，均應為液體或氣體，然而地殼與其下部的物質，依次重疊着，故其壓力甚強，因此想像地球內部，不是液體或氣體，而是固體的狀態。

5. 岩漿 (Magma)

是一種熔融狀態的物質，為火成岩之本源。

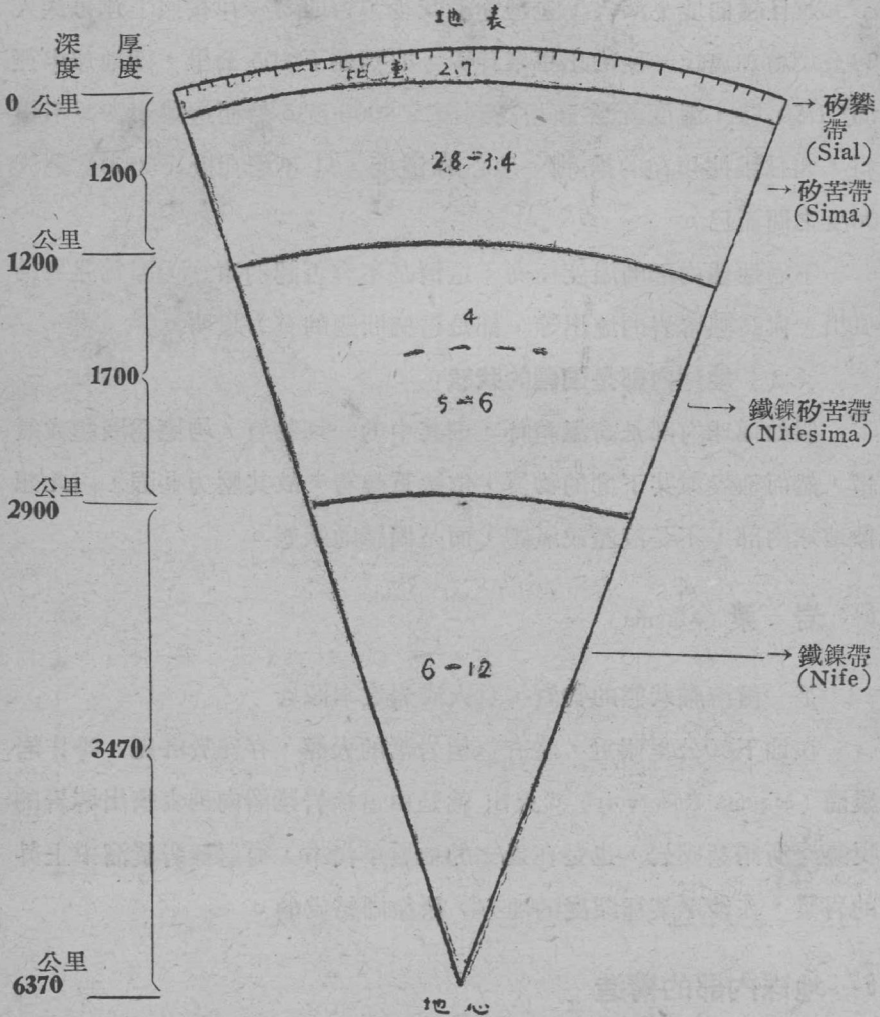
在地下50公里附近，常有這種岩漿的大溜，存在於各處，叫作**岩漿溜 (Magma Reservoir)**。火山就是由這樣岩漿溜向地表噴出熔岩的現象。所謂深成岩，也是在過去的地質年代中，從這樣岩漿溜中上昇的岩漿，在地下某種深度的地方，徐徐固結成的。

6. 地球內部的構造

由地殼逐漸向內部深入時，其構成物質的比重，逐漸增大，排列

成數層帶殼狀，按其成分，可分為下列數種，茲圖示如下：

第 1 圖



地球之構造

第二章 鑛物鑑別須知

7. 用肉眼鑑定鑛物時必須注意的事項

若用肉眼鑑定鑛物時，必須注意下列各種事項。關於各種鑛物的性質，已於各種鑛物的鑑定表中有所記載，故本章只就其意義略加說明。

(1) **硬度**：指鑛物的固有硬度而言。欲決定某種鑛物的硬度須以下記十種鑛物為標準。利用這些標準硬度的鑛物向他種想要試驗的鑛物體上磨擦，然後再比較磨擦出來的傷痕，便可決定其硬度。

摩斯氏 (Mohs) 硬度計 1.滑石 2.石膏 3.方解石 4.螢石
5.磷灰石 6.長石 7.水晶 8.黃玉 9.鋼玉 10.金剛石

如果能記住下記各物品的硬度去比較測驗時，則更為便利。

此等物品的硬度，是與上述摩斯氏的硬度計比較研究後得到的。

品名	硬度
指甲	1 ~ 2
銅錢	3
洋釘	4.5
玻璃	5
小刀刃	6
錯	7

注意 (1) 所謂硬度，並不是硬度表中滑石硬度的三倍，而是與硬度計中第三位的鑛物(即方解石)硬度相同的意思。

(2) 用小刀去磨鑿白色岩石，或白色鑛物，如果磨不出來傷痕時，就立刻可以知道這種岩石是石英質鑛物。

(2) **劈開**：是鑛物以一定的平面向某種方向容易破裂或剝離的性質。

這個性質的起因，是因其構成結晶的原子的凝集力因方向而不同的緣故。

由於劈開所發生的面，稱為**劈開面**，而此面與結晶面相平行。

劈開中有**完全**，**明瞭**，與**不完全**的三種區別，如果嚴密的來說，則應為與那種的結晶相**完全**，或**不完全**。

例 雲母與底面**完全**，方解石與斜方六面體的面**完全**，方鉛鑛與六面體的面**完全**，螢石與八面體的面**完全**。

(3) **斷口**：指劈開面以外的鑛物之裂縫（破裂面）而言。

劈開不完全的鑛物，容易表現這種現象。斷口的表現法，如下

貝殼狀斷口：如貝殼的背面，有同心圓狀的環紋者；如黑曜石，水晶。

平坦狀斷口：破裂面上少有凸凹而較平坦者；如石炭。

不平坦狀斷口：破面上多不規則之凸凹者；如電氣石。

裂木狀斷口：破裂面上如木材之折斷面多有尖銳的凸凹者；如石綿。

土狀斷口：呈土狀者；如高陵土。

(4) **比重**：鑛物的比重，是以其在空氣中的重量減去其在水中的重量，然後再以其所得的數字除其在空氣中的重量。

$$\text{比重} = \frac{\text{(在空氣中的重量)}}{\{\text{(在空氣中的重量)} - \text{(在水中的重量)}\}}$$

(5) 色：即鑛物的顏色，任何書中皆有記載，故不贅述。

(6) 條痕：為鑛物粉末之顏色，把鑛物在白瓷板上磨擦即可看出其粉末色。有些鑛物鑑定表是根據這種條痕色分類的，所以條痕色也是鑛物的重要性質之一。

例如赤鐵鑛中，雖然也有黑色的，然其條痕，則全為赤褐色。

電氣石，角閃石等之非金屬鑛物，其條痕皆為白色，黃銅鑛之條痕為帶綠黑色，而黃鐵鑛則為黑色，黑鉛之條痕為黑色，而輝鉬鑛為帶綠灰黑色。

(7) 透明度：為鑛物體之透光程度，有下列三種分別：

透明：完全透光，用來透視他物，能完全透視清楚的。

半透明：用以透視他物，不能明瞭其輪廓者。

不透明：完全不透光的。

注意 如石英，方解石，原來雖是透明的，在其空隙中，往往混有氣泡或其他之夾雜物等，因而變成了半透明的。像這樣的鑛物此外還有很多。

(8) 光澤：即鑛物體表面的光澤，其分類如下：

金屬光澤：像金屬面上那種強灼的光澤，如黃銅鑛，方鉛鑛。

亞金屬光澤：金屬光澤與非金屬光澤之中間性者，褐鐵鑛，硬錳鑛。

非金屬光澤：非金屬光澤中又有下列各種分類：

金剛光澤：像鑽石那樣燦爛的光澤，為屈折率甚多的鑛物所特有如鑽石，錫石等。

玻璃光澤：像玻璃一樣的光澤，凡矽酸鹽鑛物，多有這樣光澤。

樹脂光澤（又名脂肪光澤）：帶有黃色脂肪狀的光澤，如琥珀，

硫黃等。

眞珠光澤：像眞珠一樣的光澤，劈開完全的鑛物多有之，如白雲母等。

絹絲光澤：像絹絲一樣的光澤，纖維狀構造的鑛物，多有之，如纖維石膏等。

(9) **螢光與磷光**：僅在投射光線時發出他種光芒者，謂之螢光（如螢石）。

將其所投射的光線收斂後，仍有發光現象者，謂之磷光（如鑽石）。

(10) **磁性**：指能被磁石所吸引的性質而言，其程度可分爲最大——（磁鐵鑛）稍大——（磁硫鐵鑛），小——（鐵錳錫鑛），他如鐵，鎳，鈷等爲有磁性的金屬。

(11) **臭**：各種鑛物所具有的不同的氣味，大致可分爲下列諸種：

蒜臭：含砷的鑛物，若被打擊或加熱時，則發生這種氣味。

硫黃臭：硫，或硫化物，若被燃燒時則發生亞硫酸氣體，因而發散出這種臭氣。

腐卵臭：若磨擦石灰岩，或石英時，則生出這種氣味。

土臭：向粘土吹氣時，則可感到這種土臭。

瀝青臭：燃燒地瀝青或煤時則發生這種臭氣。

油臭：如打擊有臭石灰岩（Stink Kalk）時，則發生這種油臭。

（有油臭的岩石在山西省及東北遼東地方的奧陶紀石灰岩中產之。）

(12) **味**：因多種鑛物所含之成分不同，所以也各有不同的

味，這在鑛物鑑別上也是一個比較重要的條件。

茲擇其顯著者列下：

鹹味：以舌舐之可覺有鹹味，如岩鹽。

涼味：以舌舐之，可感到一股涼味，如硝石。

甘澁味：明礬。

苦味：舍利鹽。

酸味：硫酸。

堊味：苛性曹達。

澁味：綠礬。

(13) **感觸：**在鑑定鑛物的時候，對鑛物的感觸，也應加以注意，茲將有特殊感觸的鑛物，列舉於下：

脂感：滑石。

粉感：高陵土。

冷感：水晶。

粗鬆感：沸石。

(13) **複屈折：**用來透視紙上的文字時，文字變成二重的，叫作**複屈折**。方解石就是這種複屈折鑛物。

此外，在鑑別鑛物的時候，還須注意其化學成分，但本書因篇幅所限，不能一一贅述，俟再有機會當專論之。

第三章 岩石的三大類別及造岩鑛物

8. 岩石的三大類別

各種岩石可按其成分大別為下記三種：

(1) 火成岩

在地球內部成灼熱熔融狀態的岩漿，冷卻固結後便為火成岩。其產出形狀，多為塊狀。

(2) 水成岩

砂，泥，礫，等及其他物質，在水底逐漸沉澱堆積時，便生成水成岩，這種岩石，多為層狀。

(3) 變成岩

既存的水成岩與火成岩受到壓力及熱的作用發生變質後，便成為這種岩石。

9. 岩石的成分鑛物

(1) 主成分鑛物

在岩石的構成上，必不可缺的鑛物，叫作主成分鑛物，例如花崗岩中的石英，長石，如缺此種鑛物時則不能構成花崗岩。所以長石與石英，就是花崗岩的主成分鑛物。

(2) 副成分鑛物

在岩石的構成上與名稱的決定上，並無決定意義（有無均可）的鑛物，為副成分鑛物。例如在黑雲母花崗岩中僅有的角閃石，磁鐵鑛

，磷灰石等在黑雲母花崗岩的構成上，不起決定作用故爲其副成分。

10. 岩石的研究法

研究岩石的方法，大致有下記諸種，故欲研究岩石時，須按下記方法進行：

(1) 岩石的成分鑛物

對於構成岩石的鑛物之種類及成分，必須加以研究。

(2) 岩石的組織

對於岩石的組織必須加以判明，究爲粒狀鑛物的集合體，或爲玻璃質，抑或爲層狀，及斑狀等。

(3) 岩石的產狀

因各種岩石之成因不同，故其產狀亦各異。或爲塊狀（火成岩）或爲層狀（水成岩），或夾雜某種化石，或曾受接觸變質，故研究岩石者必須仔細加以研究，觀察，並注意其周圍之關係。

(4) 岩石的化學成分

如對岩石加以精密的研究時，更須分析其化學成分。

(5) 顯微鏡的研究

將岩石作成0.03公厘厚的薄片，用顯微鏡觀察其成分鑛物的性質，種類，分量及構造等。用顯微鏡研究岩石的方法，在岩石學中是最重要的，但在本書中從略。

11. 造岩鑛物

構成岩石的鑛物，叫作造岩鑛物。鑛物的種類雖多，但造岩鑛物却少，茲將重要的且爲主成分鑛物的種類列舉如下：

(1) 主成分鑛物之種類

石英，正長石，白雲母，黑雲母，角閃石，輝石，橄欖石，此外在鹼性岩石中更含有似長石。

(2) 副成分鑛物之主要者

磷灰石，鎔石（風信子鑛），柘榴石，電氣石，榍石，磁鐵鑛，鑽鐵鑛。

(3) 對主要造岩鑛物，用肉眼觀察所得的特徵

種別	鑛物名	特 徵
無色 (白色) 鑛物	石 英	無色，灰，白色，透明或半透明，有玻璃光澤，斷口不規則，無劈開，比小刀較硬。
	正長石	白色，桃色，不透明，劈開面顯明，並有顯著的眞珠光澤。
	斜長石	白色，不透明，能看出與劈開面平行的條線。
	白雲母	鱗狀發白色，銀色的光芒，眞珠光澤較強，劈開完全，硬度低。
有 色 鑛 物	黑雲母	黑色，如受風化則成褐黑色或至金色，劈開完全，硬度低，容易搔傷或剝離。
	角閃石	眞黑色或綠黑色，有較強的眞珠光澤，其裂口呈現短冊形或六角形。
	輝 石	黑色，有時爲濃綠色，其裂口呈八角形或短柱狀。
	橄欖石	普通爲橄欖色，有時或爲米黃色，透明，用小刀可以劃傷。

第四章 火成岩 (Igneous Rock)

12. 成因

岩漿在地球內部為高溫熔融狀態，經過冷卻固結後，就成為各種岩石，這就是火成岩的成因。火成岩的產狀構造，組織都是這種成因的典型表現，所以我們必須以此為基本概念，去研究各種岩石。

13. 特徵

根據其成因，可列舉其特徵如下：

(1) 因為是岩漿冷卻固結所生成的岩石，故其成分礦物為結晶質。

(2) 普通產狀皆為塊狀，層狀或片狀者甚少。

(3) 不含化石。

14. 按其生成狀態所分的三大種類

(1) 深成岩 (Plutonic Rock)

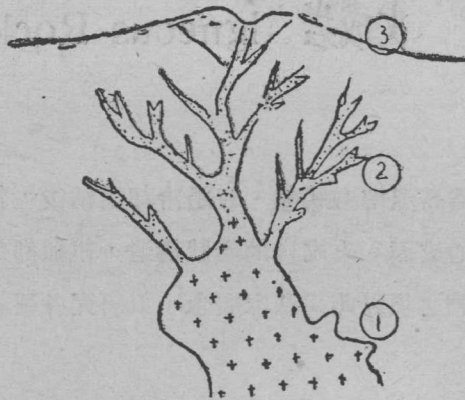
在地下深處徐徐冷卻者 (侵入岩)。

(2) 火山岩 (Volcanic Rock)

在地表附近急速冷卻固結者 (噴出岩)。

(3) 半深成岩 (Hypabyssal Rock)

以上二者之中間性者 (脈岩)。



第 2 圖

深成岩，半深成岩
，火山岩之關係

- ① 深成岩
- ② 半深成岩
- ③ 火山岩

15. 關於火成岩組織的名稱

(1) 完晶質 (Holocrystalline)

因其冷卻徐緩，故全部由結晶質構成，如深成岩與半深成岩。

(2) 非完晶質 (Hypocrystalline)

因急遽冷卻而含有一部非結晶質的部分（或稱半晶質）。

(3) 斑狀 (Porphyritic)

較大結晶在岩石中成斑點狀散在着，

這是因為斑晶部與其他部分的冷卻不同所致（如半深成岩）。

(4) 玻璃質 (Glassy)

因急遽冷卻而尚有未結晶的部分（如火山岩）。

(5) 斑晶 (Phenocryst)

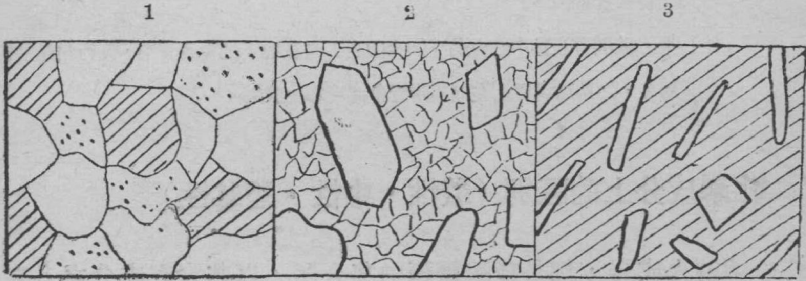
斑狀結晶的鑛物 如（半深成岩）火山岩。

(6) 石基 (Groundmass)

斑狀構造的岩石中之斑晶以外的部分，名曰石基。是因急遽冷卻

而成的（如半深成岩，火山岩）。

第 3 圖 火成岩之組織



第三圖說明

1. 等粒完晶質
2. 斑狀完晶質
3. 斑狀非完晶質

第 4 圖

火山岩之斑狀組織



16. 生成上的區別與組織之關係

觀察火成岩之組織與產狀即可知其生成上的區別，茲列表簡述如下：

	固結場所	冷却速度	組 織		
			斑 晶	完 晶 或 非 完 晶	石 基
深 成 岩	地下深處	徐 緩	粒狀，普通不呈斑狀	完晶質	
火 山 岩	地 表	急 劇	斑 狀	非完晶質	細粒結晶質，或玻璃質
半深成岩	地下淺處	中 間	斑 狀	完晶質	細粒結晶質

- 注意** (1) 深成岩的周邊部有斑狀組織。
- (2) 在火成岩的構造上，其結晶發達較大者，一般是因為冷卻速度徐緩所致（但特殊者例外）。
- (3) 玻璃質石基中之斑晶（如火山岩）是在地下的岩漿溜中，先行結晶的礦物居多，而其玻璃質則在地表附近急遽冷卻生成的。

17. 化學成分上的區別（酸性・中性・鹽基性）

一切的火成岩，都是矽酸鹽類的集合體，以其含有成分之多寡，確定其性格為酸性，中性或鹽基性。

根據化學分析的結果，以其所含之矽酸（ SiO_2 ）量的多寡為標準，分別如下：

酸性岩石 (Acidic Rock) $\text{SiO}_2=65\%$ 以上

中性岩石 (Neutral Rock) $\text{SiO}_2=65-52\%$

鹽基性岩石 (Basic Rock) $\text{SiO}_2=52\%$ 以下

超鹽基性岩石 (Ultrabasic Rock) $\text{SiO}_2=45\%$ 以下

18. 造岩礦物之酸性度。

構成岩石的礦物，是K, Na, Al, Fe, Mg, Mn, Ca, H等與 SiO_2 的複雜的化合物（矽酸鹽類）。按其所含之矽酸（ SiO_2 ）量不同，亦可區別為酸性，中性或鹽基性，茲將各種主要造岩礦物的矽酸含有量列表如下：

白 色 鑛 物		有 色 鑛 物	
種 別	SiO ₂ (%)	種 別	SiO ₂ (%)
石 英	100	黑 雲 母	35
正 長 石	65	白 雲 母	45
斜	鈉 長 石	角 閃 石	45
	灰鈉長石	輝 石	50
長	中 性 長 石	橄 欖 石	40
	鈉 灰 長 石		
石	灰 長 石		
霞 石	45		

19. 造岩鑛物之配合

白色鑛物中的酸性鑛物，出自酸性岩石。對於有色鑛物則因其所含之水分及其他的成分而有若干差別。故不能根據上表所列之矽酸 (SiO₂) 含有量的百分比來決定其為酸性或鹽基性。必須根據其所含之他種元素與矽酸的比率決定之。一般基礎岩石中的造岩鑛物之配合大體如下，但少數的碱性（阿爾加里）岩石除外。

石 英	白雲母	酸性岩石
正 長 石	黑雲母	
(酸性) 斜長石	角閃石	中性岩石
(中性) 斜長石	輝 石	
(鹽基性) 斜長石	橄欖石	鹽基性岩石
		超鹽基性岩石

注意 除特例之外，**鐵矽石**與**石英**，不能出現在同一岩石中，且**鹽基性斜長石**與**白雲母**併存於同一岩石中者，也非常稀少。

20. 基本岩石表

將基本岩石（**碱性**岩石除外），根據上述生成上的三種分類，與成分上的三種分類，配列起來，則如次表：

成分 \ 產狀	深 成 岩	半 深 成 岩	火 山 岩
酸 性	花 崗 岩	石 英 斑 岩 半 花 崗 岩	石 英 粗 面 岩 (流 紋 岩)
中 性	閃 長 岩	玢 岩	安 山 岩
鹽 基 性	輝 長 岩 (斑 糲 岩)	輝 綠 岩	玄 武 岩

21. 火成岩的分類表

如果更進一步去進行火成岩的分類時，最重要的問題，則為**長石**，與**石英**等的含有關係。因此正長石，斜長石，似長石三者的混合比率，就成為分類上最重要的因素，然而這種決定，必須仰賴顯微鏡的研究，故本節僅就其關係，加以簡單的說明（含有似長石的岩石為**碱性**岩石中的特例，且產於亞洲者較少）。

(1) 含有石英的岩石

以正長石為主者：花崗岩，流紋岩。

正長石與斜長石併有者：花崗閃長岩，斜長流紋岩。

以斜長石為主者：石英閃長岩，石英安山岩。

(2) 不含石英的岩石

以正長石為主者：正長岩，粗面岩。斜長石與正長石併有者：

兩長岩，粗面安山岩。以斜長石爲主者：閃長岩，安山岩，輝長岩，玄武岩。

(3) 含有似長石的岩石。

(4) 含有似長石而不含正長石與斜長石的岩石。

(5) 不含白色鑛物的岩石。

如將上記五種岩石，按深成岩，半深成岩，火山岩的範疇再行區分時，則如次表：

種別	成分 長石	有色鑛物 + 白色鑛物				主成分爲 有色鑛物	主成分爲 無色鑛物
		石英十長石	長石	長石 十似長石	似長石		
深成岩	正長石	花崗岩	正長岩	霞石兩長岩	白榴石	Missourite Ferguonite	輝岩
	斜長石	石英兩長岩	兩長岩	霞石兩長石	白霞石	Arkite	角閃岩
	正長石	花崗閃長岩					
	斜長石	石英閃長岩 石英輝長岩	閃長岩 輝長岩	正長輝長岩	霞石	Ijolite Bekinkinite	橄欖岩
噴出岩·火山岩	正長石	流紋岩(石英粗面岩) 石英斑岩	粗面岩 長石斑岩	響岩	白榴石	白榴岩 白榴石玄武岩	輝石岩
	斜長石		粗面安山岩				橄欖石岩
	正長石						
	斜長石	石英安山岩	安山岩 粗粒玄武岩	灰色玄武岩 橄欖灰色玄武岩	霞石	霞岩 霞石岩	
脈岩	正長石	花崗斑岩 石英斑岩	正長斑岩	脂光斑岩 長榴斑岩			
	斜長石	石英閃長岩	閃長玢岩 輝長玢岩				
	優白	半花崗岩 偉晶花崗岩	半閃長岩 半正長岩 半輝長岩	半霞石閃長岩			
	優黑		煌斑岩				

注意 中日混淆之岩石名稱對照表

英 文	中 文	日 文
Syenite	正 長 岩	閃 長 岩
Diorite	閃 長 岩	閃 綠 岩
Mozonite	兩 長 岩	モ ン ゾ ニ 岩
Gabbro	輝 長 岩	斑 糲 岩

第五章 深成岩(Plutonic Rock)

22. 深成岩之成因與特徵

深成岩是岩漿在地下深處一面受強大的靜壓力一面徐徐冷卻固結所生成的岩石。所以牠的成分礦物，都是可能用肉眼鑑別出來的結晶體（顯晶質）。且其結晶粒，都是大小相同的粒狀（完晶質粒狀）。

23. 主要深成岩之種類

主要的深成岩，大致有下列諸種：

花崗岩(Granite)，花崗閃長岩(Granodiorite)，閃長岩(Diorite)輝長岩(斑禰岩)(Gabbro)，正長岩(Syenite)，霞石正長岩(Nepheline Syenite)，兩長岩(Monzonite)。

24. 花崗岩(Granite)

花崗岩在火成岩中，分布最廣，亦為吾人之所熟知者。其大體的輪廓如下：

色：黑白斑點狀。

構造：完晶，等粒，顯晶。

成分礦物：石英，正長石（斜長石），雲母（角閃石），

(1) 種類：

以其所含之有色礦物的名稱，冠於頭部所定的名稱，如黑雲母花崗岩，兩雲母花崗岩（花崗岩之典型），白雲母花崗岩，角閃石花

崗岩，閃雲花崗岩，電氣石花崗岩，白花崗岩（Alaskite）。白花崗岩是以石英長石為主，而有色礦物較少的岩石。

(2) 根據礦物粒的大小，所定的稱呼，細粒，中粒，粗粒。

(3) 如長石等成斑狀時則稱為斑狀花崗岩。

(4) 將上述三種方法適當配合起來所決定的名稱為：細粒閃雲花崗岩，斑狀中粒角閃花崗岩，他如含有斜長石較多的花崗岩，稱為花崗閃長岩。

花崗岩是普通常見的岩石，且多為各種礦床的運礦岩或姊妹岩，尤其在東北各地的花崗岩分布地域，其周邊多伴生着金，銀，礦床或礦脈，且孕育着銅，鉛，鋅。

花崗岩之進入，多半是伴同激烈的地殼變動而發生的。

茲將東北各地的花崗岩中比較特殊的列舉如下：

岩石名	產地	時代
弓張嶺花崗岩	<u>鞍山</u> 附近	前原生代
蒙古花崗岩	<u>興安嶺</u> 及 <u>熱河省</u> 西部	古生代末（未確定）
燕山花崗岩	<u>北平</u> 西山， <u>長城</u> 附近	中生代侏羅紀（中有兩長岩質者）
林西花崗岩	<u>林西</u> 附近	中生代中
赤峰花崗岩	<u>赤峰</u>	白堊紀（赤色文象質）
赤色花崗岩	<u>赤峰</u> <u>天寶山</u> 等	白堊紀（黑色礦物少的赤色花崗岩）

25. 閃長岩 (Diorite)

此岩石之構造雖與花崗岩相似，但不含石英。

色：灰綠色，灰色。

成分：以斜長石與角閃石為主，也有含有少量之雲母的，但不多見。

產地：生於花崗岩之周邊或內部，也有多數是由花崗岩分化而成的。

注意 因不含石英，故可一目瞭然，且其顏色濃重（為灰，綠等色）故較容易辨認。含有少量的石英者，稱為石英閃長岩。斑狀者則為斑狀閃長岩，或閃長斑岩。

26. 輝長岩（又名斑禰岩）(Gabbro)

顯晶質，完晶質之黑色堅固的岩石。成分：斜長石和輝石。

斜長石為中性或鹽基性的礦物，其中的輝石，是由一種名叫異剝石的輝石所生成的。如其所含之輝石為紫蘇輝石時，那就叫作「紫蘇輝石輝長岩 (Norite)」。輝長岩的產出一般較少，這種岩石是鹽基性深成岩的代表岩石。

27. 斜長岩 (Anorthosite)

成分礦物中不含輝石而僅由斜長石（特別是中性及鹽基性斜長石），所構成的岩石，其產出較稀。

在斑禰岩，斜長岩，紫蘇輝石輝長岩中往往伴生着岩漿分化礦床（如鎂鐵礦，磁鐵礦，鎳 (Ni)，鈷 (Co)，鉑 (Pt) 等這是值得特

別注意的。(如熱河省之大廟即爲此例。)

28. 正長岩 (Syenite)

因爲不含石英，故與花崗岩不同，與閃長岩也不同。因爲閃長岩的成分礦物，以斜長石爲主。正長岩，則並不含斜長石而以正長石爲主，這是兩者不同的基本要點。成分：正長石（城性長石）和角閃石（有時稍含雲母，輝石）。

其中所含的角閃石，通常也不是普通的角閃石，而是城性角閃石。另外有一種稍含正長石與似長石，而主要由城性角閃石，與城性輝石所構成的岩石，稱爲城性岩石。多產於大西洋方面，而一般之產出較少。

這種岩石一看似有脂感，在岩石學上很有興味。在亞洲方面曾見於朝鮮福辰山，安東地方的賽馬集，山西省西部等地亦有之。此外含有似長石的正長岩中還有一種叫做霞石正長岩的岩石。

29. 兩長岩 (Monzonite)

是正長岩與閃長岩之中間性的岩石，含角閃石而無石英，長石中的斜長石，正長石略爲等量，也有時稍含少量的雲母或輝石。

這種岩石有時成爲花崗岩的分化體而產生在花崗岩的周邊部。也有時成爲城性岩石（正長岩）的分化體，也產生在牠的周邊部。

其含有少量之石英者，稱爲石英兩長岩 (Quartz-Monzonite)。

30. 橄欖岩 (Peridotite) 角閃岩 (Hornblendite) 與輝岩 (Augitite)

這種岩石是深成岩，不含無色礦物，即或含之，其量亦微。

以橄欖石爲主成分的岩石爲橄欖岩，若被風化或者受其他變化則易化爲蛇紋岩（Serpentine）。

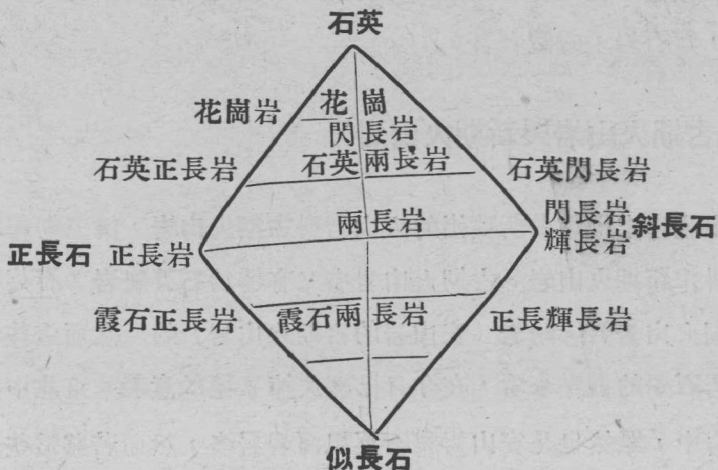
以角閃石爲主成分的岩石，是角閃岩。

以輝石爲主成分的岩石是輝岩。

與此角閃岩，及輝岩在名稱上容易混同的岩石，則爲變成岩中的角閃石岩（Amphibolite）與輝石岩（Pyroxenite）。爲了便於區別 而不致混同所以有時將火成的角閃岩，與輝岩，稱爲火成角閃岩，與火成輝岩。此等岩石，在東北產出者甚少。

31. 深成岩概括表

按石英，正長石，斜長石，似長石之相互間的配合狀況，所表示的各種深成岩，概如下圖。



第六章 火山岩 (Volcanic Rock)

32. 成因及特徵

火山岩又名噴出岩(Eruptive Rock)○這種岩石，是岩漿噴出地表，或接近地表的地方，在低壓力之下，急速冷卻凝固所成的。正因其成因如此，所以才是斑狀，或含有少量的玻璃質物質，甚而有時單由玻璃質物質構成。更有因在生成當時，有氣體的擴散和流出因而形成多孔質或流狀構造的。

33. 主要火山岩之種類

主要火山岩之種類，有下列諸種：石英粗面岩（又名流紋岩），石英安山岩，玄武岩，粗面安山岩，安山岩，粗面岩，響岩，灰色玄武岩，輝石岩，橄欖石岩。

34. 古期火山岩與新期火山岩

中生代末期以前所噴出的火山岩叫古期火山岩，第三期紀以後噴出的叫作新期火山岩。古期火山岩中又有稱為石英斑岩（石英粗面岩的古期火山岩）與玢岩（安山岩的古期火山岩）的。然而這些名稱，若從岩石學的觀點來看，在今日已經失掉了牠的意義。東北中生代的火山岩中，雖然也是安山岩與石英粗面岩居多，然而若將這些岩石統稱為石英斑岩或玢岩時，那就與其實際的產狀及石理不相吻合，所以

這些陳舊的名稱，在今天已經不通用了。

35. 石英粗面岩 (Liparite) (流紋岩) (Rhyolite)

(1) 特徵：石基，普通為玻璃質，呈灰色，白色，淡紅色。石基之中，雜有石英，長石，雲母等之斑晶。其成分雖與花崗岩相同，但其石理，則不一致。

(2) 外觀：石英粗面岩之外觀，有種種的變化，以下所列舉者，皆為石英粗面岩。

(a) 白色，灰色之疎鬆質，幾乎看不出斑晶的。

(b) 白色，灰色之疎鬆質，可以看出細碎的石英斑晶的。

(c) 白色，灰色之疎鬆質，而呈流狀構造的。

(d) 淡綠色，含有呈流狀構造之岩片，或其自身呈流狀構造的。

(e) 淡紫色者。

總之，普通都是淡的顏色，鑑定時應注意石英之有無及為玻璃質或砂質等。

(3) 東北的石英粗面岩：廣汎分布於興安嶺，熱河西部，延吉地區，及長春四平之東北中部等地。

並且存在於中生層中，或覆蓋於中生層之上。其產出，有成岩脈狀的，有廣汎面積。有時更伴生着螢石鑛床。

(4) 特種石英粗面岩：石英粗面岩中，有許多特異的種類，茲將其主要者，列舉於下：

(a) 粗石英粗面岩 (Nevadite)：又名多斑質石英粗面岩，此岩石之斑晶遠多於石基。

(b) 黑曜岩 (Obsidian)：斑晶少，灰色乃至黑色，玻璃質，有介

殼狀斷口。

(c) 瀝青岩(Pitchstone)：玻璃質多，白色，綠色，或灰色。

(d) 眞珠岩(Perlite)：與瀝青岩的性質相同，但裂紋是圓形的。

(e) 浮石(Pumice)：石英粗面岩中的氣體逃散後，留下了許多小孔，像肥皂的泡沫一樣，能浮於水面。

注意：石英粗面岩，粗面岩，安山岩，玄武岩等都有浮石，所以若嚴格的區分起來，可分爲安山岩質浮石，與石英粗面岩質浮石等。

36. 安山岩 (Andesite)

安山岩與石英粗面岩，及玄武岩都是在東北的火山岩中，分布較廣。

(1) 特徵

斑狀，石基爲玻璃質或隱微晶質。也有不呈斑狀，而僅由微晶質部分構成的。顏色濃暗，爲淡紫褐，褐，灰，灰黑，等色。毫無石英，斜長石呈斑狀，有時牠形成流狀構造。此外，角閃石，雲母，也能形成斑晶，也有極少數含有石英的，叫作**石英安山岩(Dacite)**。同時就含有少量的雲母。

(2) 名稱及種類

因其所含之鑛物成分，各不相同，故其名稱亦可分爲下列諸種：

(a) **石英安山岩**：安山岩與流紋岩的中間岩種。

(b) **黑雲母安山岩(Biotite Andesite)**：含有黑雲母的斑晶。

(c) **角閃安山岩(Hornblende Andesite)**：含有角閃石的斑晶。

(d) **輝石安山岩(Augite Andesite)**：含有輝石的斑晶。

除上記者外，尙有其他多種。

(3) 東北各地的安山岩

通常在中生代地層中構成岩床，或熔岩，及岩脈等出現。

在熱河，吉林兩省境內的中生代炭田中，也常出現。這是炭田地質上的重要事實，一般腐朽了的居多。舊地質圖上所記載的都是根據過去的舊用法，即玢岩，但自1930年以後，已經都改用安山岩了。

37. 玄武岩 (Basalt)

(1) 特徵

顏色濃重，呈暗黑色，黑色，及暗灰色。其構造，普通均緻密，斜長石之結晶較小，有時含有橄欖石。

這種岩石的成分鑛物，普通用肉眼不能辨認者居多。若用顯微鏡來觀察，才可知是斑狀的。六角柱狀之節理者居多。在東北各地，常形成稍高的平坦台地，或圓錐狀之小丘陵。經風化後，則變成赤色的風化土。

(2) 與安山岩的區別

玄武岩的顏色，暗度很強，除橄欖石的結晶之外，很難辨認其斑晶。被覆於地表之上的為平坦的熔岩流。

(3) 名稱的分別

正規的玄武岩，是由鹽基性斜長石與輝石構成的。此外因其所含之成分不同，所以又有下記的不同名稱：

(a) 橄欖玄武岩，除斜長石，輝石之外，尚有橄欖石。

(b) 角閃玄武岩，由鹽基性斜長石及角閃石所構成的。

(4) 城性玄武岩 (Alkali basalt)

玄武岩中，尚有多種特殊類型，茲簡述之：

普通的玄武岩，含有斜長石。但鹼性玄武岩除斜長石之外，更含有似長石或無斜長石。鹼性玄武岩中，又有下列三個不同的種類。

(a) 灰色玄武岩 (Tepuite)：由霞石或白榴石及輝石與少量之斜長石所構成者。

(b) 橄欖石灰色玄武岩 (Basanite) 由霞石或白榴石，及輝石，與橄欖石所構成者。

(c) 無長石玄武岩又名霞石玄武岩，或白榴石玄武岩。

(5) 粗粒玄武岩 (Dolerite)

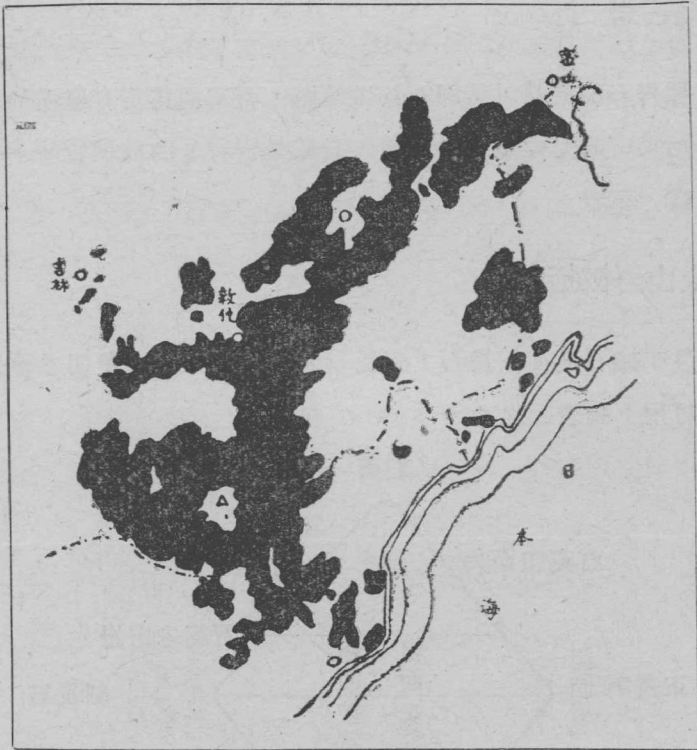
由鹼基性斜長石與輝石構成，有時含有橄欖石，普通成脈岩產出之。一般構造為粗粒，無玻璃質而為完晶質。如果把牠列入火山岩倒不如說牠是脈岩反而比較恰當。

(6) 東北各地之玄武岩

分布於東北境內的玄武岩，多在松花江上游地帶與牡丹江流域及熱河等地，多成台地出現。

在鏡泊湖，五大蓮池及熱河省西部等地者，則多為火山丘。

第 5 圖 東北東部之玄武岩分布狀況



38. 粗面岩 (Trachyte)

粗面岩是一種碱性火山岩。其成分與正長岩相同。恰與失掉了石英的石英粗面岩相酷似。普通顏色淺淡，呈灰，淡紅，淡褐等色。

其斑晶，為正長石，角閃石與雲母，而無石英。有時長石與玻璃質部分特別呈現顯著的流狀構造。在東北各地，產於中生代火山岩或長白山的火山岩中。其含有少量之斜長石者，名為粗面安山岩。

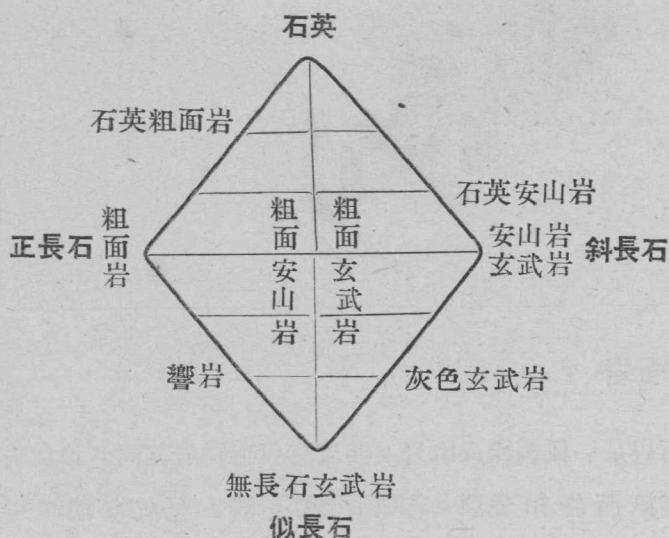
另外粗面岩與玄武岩之中間性者稱為粗面玄武岩。

39. 輝石岩 (Augitite)

這種岩石的斑晶，是輝石及磁鐵礦，石基則為富有蘇達的褐色玻璃質。如果斑晶是橄欖石及輝石，石基是富有 Ca 的玻璃質時，則稱為橄欖（輝）石岩。

40. 火山岩概括表

如果根據石英，正長石，斜長石的含有關係，來說明各種岩石的時候，可用下圖表示之。



第七章 半深成岩 (Hypabyssal Rock)

又名脈岩 (Dyke Rock)

41. 成因及特徵

若從成因上來看，其位置處於深成岩與火山岩之中間。即岩漿在深成岩與火山岩之中間位置冷却凝固所成的。

其冷却的速度，不太緩也不太急，故其特徵，也帶有火山岩與深成岩的中間性格，既為完晶質，又呈斑狀，且石基與斑晶的區別很顯明。因其產狀多為脈形，故亦稱為脈岩。多產於深成岩的周邊部與火山岩的中心部。

42. 分漿脈與非分漿岩脈

(1) 由同一岩漿分成幾個成分不同的脈岩

例如偉晶花崗岩 (Pegmatite) 或半花崗岩 (Aplite)，與煌斑岩 (Lamprophyre)。如果兩種脈岩，合併起來，就與原岩漿的成分相同。這樣分生出來的脈岩，叫作分漿脈岩。反之由一種岩漿，不經過前述那樣分體，而直接凝固生成的半深成岩，叫做非分漿脈岩。

(2) 半深成岩的名稱

屬於半深成岩的岩石，種類繁多，茲將其主要者列舉於下：

(a) 花崗斑岩 (Granite Porphyry)

成分與花崗岩相同，斑狀很顯明，石基爲微晶花崗岩質者。

(b) 石英斑岩 (Quartz Porphyry)

成分與花崗岩相同，然斑晶中石英居多，且石基爲微晶質者。

(c) 微花崗岩 (Microgranite)

成分與花崗岩相同。成斑晶，且爲極度之微晶質者。

(d) 閃長玢岩 (Diorite Porphyrite)

成分與閃長岩相同，呈斑狀，且石基爲微晶閃長質者。

43. 斑岩與玢岩的區別

凡是脈岩，俱可大別爲斑岩與玢岩兩種，如果若再詳細區別的時候，首先應該判明究竟是那種岩石的脈岩，然後再決定其名稱。如稱爲花崗斑岩或閃長玢岩等。或將其所含之礦物中之最顯著的礦物名稱提出來冠於其名稱之上，而稱爲正長石斑岩或角閃石玢岩。蓋斑岩與玢岩之本質上的區別如下：

斑岩 斑晶中含正長石者 (P)。

玢岩：斑晶中含斜長石者 (P)。

茲將二者所包括的岩石，分誌於下：

	岩石名	性質與構造
斑	花崗斑岩 (Granite P.)	與前述者同。
	石英斑岩 (Quartz P.)	“ ”
	長石斑岩 (Feldspar P.)	含有長石的斑晶。
	正長石斑岩 (Orthophyre)	淡紅色脈岩，正長石的斑晶居多。

岩	兩長岩斑岩 (Monzonite P.)	
	正長斑岩 (Syenite P.)	
玢	玢岩 (Porphyrite)	有斜長石斑晶的黑色岩脈，即或斑晶不明顯時，也通稱為黑色岩脈。
	閃長玢岩 (Diorite P.)	
	石英閃長玢岩 (Quartz Diorite P.)	
岩	角閃玢岩 (Hornblende P.)	

44. 偉晶花崗岩 (Pegmatite) (又名偉晶岩)

在深成岩固結的末期，含有一種特殊氣體及熱水的殘漿，這些物質，上昇固結時，遂生成**偉晶花崗岩** (Pegmatite)。此岩石，為白色或淡紅色，含有粗粒的正長石和石英，更有時含有白雲母或黑雲母，電氣石與其他稀有的元素礦物。此岩石有一特徵，即呈**文象構造**。此種岩石，是在花崗岩，閃長岩，正長岩，輝長岩的固結末期生成的。所以不一定僅由花崗岩構成。然而普通因與花崗岩漿有關聯，所以就把它的名稱譯為**偉晶花崗岩**。正如 Syenite-Pegmatite 一樣，僅因其與正長岩的岩漿有關係，所以就譯作**正長岩質偉晶花崗岩**，這種譯法不免牽強附會，倒不如直接叫作**偉晶閃長岩**，比較恰當得多。

45. 半花崗岩 (Aplite)

是分漿脈岩之一，為細粒。呈白，灰白，淡紅，淡褐等色。含有石英，長石及雲母。雖是完晶質，等粒，但晶粒極小。產於花崗岩發達的地域周邊，或花崗岩的內部。如同閃長岩質的分漿脈岩與正

長岩質的分漿脈岩，英文叫作 (Diorite-Aplite 與 Syenite-Aplite) 中文譯成閃長半花崗岩與正長半花崗岩，也是非常生澀突異，不如譯作半閃長岩及半正長岩比較恰當。

46. 煌斑岩 (Lamprophyre)

由花崗岩岩漿的分漿，生出來的優黑岩種，(黑色礦物較多的岩種)，叫作煌斑岩。如將煌斑岩與半花崗岩的成分合併起來，則與花崗岩的成分相同。半花崗岩與煌斑岩伴生時，則為補成岩(Complementary Rock)。按煌斑岩的成分礦物之配合情形，可分為下列四種：

四種不同的煌斑岩

有色礦物 \ 長石	正長石	斜長石	英文	中文
黑雲母	有		Minette	正長雲母岩
同		有	Kersantite	斜長雲母岩
角閃石	有		Vogesite	長閃煌斑岩
同		有	Camptonite	閃長煌斑岩

47. 輝綠岩 (Diabase)

與噴出岩中的玄武岩，成分相對應的半深成岩，叫做輝綠岩。同時古生代與中生代中的玄武岩，也叫輝綠岩。這時，造岩礦物多因變質而成為綠色的岩石。這種名稱的應用歐美諸國，互不一致，英國把變質粗粒玄武岩叫輝綠岩，美德兩國，則將粗粒玄武岩叫輝綠岩。

第八章 火成岩之產出狀態

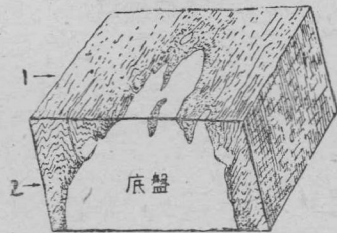
49. 深成岩在地下凝固時的狀態

深成岩在地下凝固的狀態，可分為下列諸種：

(1) 底盤 (Platolith)

為廣大不規則之侵入岩體的大塊，而其底部不可測知者(花崗岩)。以吉林為中心，東北中部有很大的花崗岩底盤。

第 6 圖 底 盤

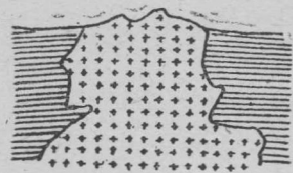


1 為地表，2 為斷面

(2) 岩株 (Boss)

比底盤小，直徑不過數百公尺者。其下部向底盤漸移。在熱河南部，可以看到花崗岩的岩株。

第 7 圖 岩 株



(3) 餅盤 (Laccolith)

上盤為侵入岩床之壓力所鼓起，而火成岩呈穹隆狀者。

第 8 圖 餅 盤



50. 脈 岩

(1) 貫入岩床 又名進入岩床 (Sill, Sheet)

岩漿進入地層與地層之間，所分布的廣泛的薄層，為貫入岩床。
茲將此岩床之觀察法簡述如下：

- (a) 有時突破途中的地層，貫入上方的地層中。
- (b) 在貫入時，嘗將其周圍上下之岩層造成捕虜岩。
- (c) 時時分生岩脈。
- (d) 使岩床之上下層發生某

種程度的接觸變質。

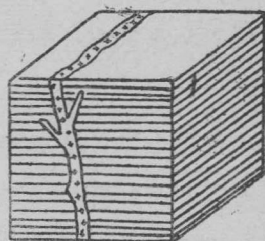
第 9 圖 岩 床



(2) 岩脈 (Dike, Dyke)

充填於岩層裂隙間的壁狀火成岩塊，其充填，與地層之走向，及岩石之種別無關。即無論任何走向之地層，與任何種類之岩層（火成岩，水成岩及變成岩）均能自由貫入充填之。

第 10 圖 岩 脈



(3) 岩頸 (Neck)

充填於舊火山之噴出口，形狀為圓筒狀，斷面為圓形，有時成不規則之形狀，並可能變移為岩脈。

51. 火山岩

(1) 熔岩台地

此種台地，多見於鹽基性火山岩地方。其熔岩，形成平坦的台

地。如果受了侵蝕，則形成地阜（mesa）或孤山（butte）等，在東北，多見於松花江上流地域。

（2）熔岩流

熔岩，沿着傾斜地流出者。長白山的北側，五大蓮池，鏡泊湖等地，皆可見到熔岩流。

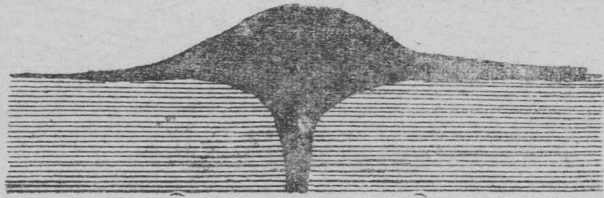
第 11 圖 熔岩台地



（3）熔岩丘（火山丘）

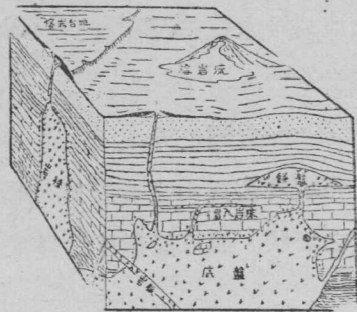
冒出地表的熔岩，形成圓錐形的山體者。在長春南部之鐵路西側，有玄武岩之熔岩丘。

第 12 圖 熔岩丘



第 13 圖 火成岩之現出狀態

若把上述各種事實歸納起來，可作下面的模型圖。此模型圖表示各種火成岩體之相互關係。熔岩流與熔岩台地的地方，表示地表。岩株，底盤和其他地方是地下斷面。



第九章 水成岩(堆積岩) (Sedimentary Rock)

52. 成因及特徵

水成岩是由種種不同的物質在水底（有時也在陸地）沉澱堆積而成，其中多數是由原有岩石的破壞物質所構成的。隨着堆積的狀態不同，生出層狀。水成岩之所以生有層理的原因，就是因為牠是由不同的沉澱物，層層累積重疊而成的緣故。時常含有化石，且其所含之砂礫以圓形者為多。

53. 種類

水成岩，可按其成因分為下列三種：

- (1) 碎屑岩：主要由岩石的碎屑物沉於水底堆積成的。
- (2) 沉澱岩：水中溶解着的物質在湖底或海底沉澱生成的。
- (3) 有機岩：動植物的遺骸在水底堆積變化而成的。

54. 碎屑岩 (Clastic Rock)

岩石的破片經過自然力的運搬，沉於水底所生成的。按其運搬力之不同，又可分為下記三種：

- (1) 水成碎屑岩 (粘土質或砂礫質)
- (2) 火成碎屑岩 (火山灰或火山砂與火山礫)
- (3) 風成碎屑岩 (由風成砂或被風所揚起的塵土等，在水底沉積)

生成的)

55. 水成岩之固結

凡沉積於水底的各種物質，固結後，均可化爲岩石。但其固結之過程却各有不同，茲簡述之：

(1) 粘土：因粘土本身有一種粘性，如受到上方的壓力，將其所含之水分擠出後，即成泥板岩。

(2) 砂礫：單憑上方的壓力，是不能固結的，還須在各粒子之間沉澱矽酸，水酸化鐵，碳酸石灰等物質，使其互相膠結，始能逐漸凝固而成爲岩石。

(3) 此外更有因地殼變動而受壓縮，或因火成岩之進入而固結生成的。

56. 海成層 (海相) 及陸成層 (陸相)

根據岩石生成的地域又可作下列之區分，此種差別，叫做堆積相的差別。

- | | | |
|-------------|---|---------------------------------|
| 海成層
(海相) | { | 海岸成層：生成於滿潮干潮的汀線之間者。 |
| | | 淺海成層：生成於干潮汀線至水深 200 公尺之間者。 |
| | | 半深海成層：生成於水深 200 公尺至 1500 公尺之間者。 |
| | | 深海成層：生成於 1500 公尺以上的深處者。 |
| 陸成層
(陸相) | { | 風成層 |
| | | 河成層 |
| | | 湖成層 |
| | | 冰成層 |

57. 水成碎屑岩 (Aqueous clastic rock)

(1) 根據其粒子的大小，可分別如下：

岩石名	粒子的大小	未凝固時	凝固後
礫質岩	(徑2.5~mm以上)	礫	礫岩，角礫岩
砂質岩	(徑2.5mm~0.5mm)	砂	砂岩，砂岩，硬砂岩
粘土質岩	(徑0.5mm以下)	粘土，泥	頁岩，泥岩

(2) 岩石的粒子如果不屬於任何上記三種之一，而屬於其中間性者，可以下記名稱表示之：

{ 礫質砂岩
 { 砂質礫岩
 { 砂質頁岩

(3) 頁岩之中更有下記各種類：

- (a) **油母頁岩**：含有石油成分。東北之撫順，三姓，豐寧，大閣鎮，朝陽，大砬子，東寧等地均產之。其鑑別方法：將油母頁岩的小片，用小刀削之，則其被切出的小薄片自然卷成鮑花狀，如將這些小薄片投入試驗管內加熱後，則揮發油質。
- (b) **炭質頁岩**：為煤質的頁岩，且與煤並層共生之。
- (c) **泥灰岩**：為石灰質的頁岩。
- (d) **矽板岩**：含有多量之矽酸質的粘板岩。緻密而堅硬，呈黑色或白色。

注意 (1) 頁岩若受到壓力，即更行固結，便成粘板岩，其質較頁岩堅硬，多為黑

色，層理面顯明。

(2) 硬岩，含有石英，或長石的砂粒，並混有小石礫。顏色濃暗，且緻密堅硬。

(3) 花崗質砂岩 (Arkose sandstone) 是含有長石粒的砂岩。為花崗岩經風化所成。又名長石質砂岩。

(4) 砂岩即石英岩，是石英碎粒被矽酸所固結形成的。如稍受變質，其膠結物 (即矽酸) 便成為明顯的結晶質。東北南部的原生代地層中多產之。

(4) 礫岩在堆積史上的意義：

礫的堆積，多在河川與湖海的匯合處附近，不能流到較遠的地方。

因而礫岩的堆積，僅限於接近陸地的地方。按其是否有礫的堆積，便可判明河川水量的大小及水流的緩急，並且礫的形狀，更可證明其沖流距離的遠近。如果礫為角形，則表明其沖流運搬的距離較短。如果礫已變成了圓形，則說明其沖流運搬的距離較長。同時根據礫的種類，更可推知堆積前構成山地的岩石之種類。同時，又可由此判定某種岩石的時代。(參讀第二編地史學) 緊貼在不整合線上的礫岩，叫作**基底礫岩**。遇有這種岩石的地方，即可根據這種岩石而推定其過去曾受過海侵。但在海退的時候也可能伴生礫岩。如果在某種累層上突然發現礫岩的時候，即可由此推知其周圍的地形變化 (如高山的出現)，或氣候變化 (如多雨) 等的歷史。因此在調查礫岩的時候，須注意下列各種事項。

(a) 形成礫的岩石之種類

(b) 礫的大小

(c) 礫的形狀 (被水磨擦的程度如何？已成圓形或尚有稜角)。

(d) 礫的顏色（赤褐色者，表示在沖流時有氫氧化鐵的被膜，在運搬途中或在水底受了氧化而成的。）

58. 火成碎屑岩

火山性的碎屑物，沉降堆積於水底或在陸上凝集固結而成。其種類如下：

(1) 凝灰岩

火山灰、火山砂在水底沉積所成。其構造，普通是粗鬆的，且富於吸水性。

(2) 集塊岩

由粗粒的火山岩層凝集固結的。（如火山礫、火山彈）由火山灰凝結成的就叫做集塊凝灰岩。他如混有一部分火成碎屑物的砂岩或頁岩，則稱為凝灰質砂岩或凝灰質頁岩。

59. 風成碎屑岩

(1) 黃土

(a) 性質

由細砂與粘土構成的土狀均一質之岩石，其成分為極細微的小粒，呈黃褐色，且富於石灰成分。其所含之石灰成分，作不規則之塊狀，無層理而有縱的節理。不論高山或窪地，皆可存在。一般化石較少，但有時也含有陸棲介殼化石。

(b) 成因

被風力吹動運搬因而堆積成的。譬如華北的黃土，據說就是在洪積世由蒙古被風力吹送過來的。如果這種黃土，在堆積後，再三番二

次被水冲流時，即可變為**再積黃土**。

(2) 砂漠砂

因不斷被風吹送故成圓形（水成砂則不然）。

(3) 砂漠礫

因風力的吹蝕磨擦，因而變成**三稜石**（有稜角的岩礫）（反之水成岩礫則為圓形）。

60. 碎屑岩的中英名詞對照及其常用略號

中文名	英文名	常用略號
礫 岩	Conglomerate	(Con)
砂 岩	Sandstone	(SS)
頁 岩	Shale	(Sh)
砂質頁岩	Sandy Shale	(Sdy Sh)
炭質頁岩	Coaly shale	(C. Sh)
粘 板 岩	Clay slate	(Sl)
硬 砂 岩	Graywacke	
花崗質砂岩	Arkose sandstone	(ark, ss)
砂 岩	Quartzite	(qzt)
角 礫 岩	Breccia	
凝 灰 岩	Tuff	
集 塊 岩	Agglomerate	(age)
黃 土	Loess	

61. 沉澱岩 (化學的沉澱岩) (Chemical Sedimentary Rock)

(1) 成因

被水溶解的物質隨其環境之變化，沉澱於水底，便形成這種岩石。

(2) 分布及種類

自數量觀之，分布較小，亦不包括何種顯著的岩石，其所屬岩石，僅有岩鹽，石膏及硬石膏等而已。

(a) 岩鹽 (Rock Sals) ; (NaCl)

通常與泥土，石膏相混雜，故多呈灰，紅，青，綠等色。且與其他鹽類共同埋藏於某種地質時代之地層中。(乾燥高溫氣候)多產於德，美，奧等國之二疊系及三疊系中。尤以德國的斯塔斯費爾 (Stassfurt) 岩鹽坑，為最著名。此處鹽層之厚度，竟達 315公尺。現在採掘出來的岩鹽，可為食鹽，加里(鉀)，碘(I) 溴(Br)等之原料。而加里鹽更可供給世界大部分的加里(鉀)。

(b) 石膏 (Gypsum) ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

石膏與硬石膏 (Anhydrite) (CaSO_4) 俱為硫酸鹽中的最重要的東西。普通為白色，如含有不純物時，則可變成黃，紅，灰，黑等色。其產出，也與岩鹽相同，僅限定於某種地質時代的地層中。例如美國10公尺以上的石膏厚層，在世界上也是很馳名的。中國奧陶紀石灰岩中，也賦存着石膏，自山西省的太原到汾河的西岸，互介休，靈石之間發達着很大的石膏鑛層。

這個鑛層，在缺乏硫黃資源的中國，從製造硫酸原料的觀點上看，是非常重要的，將來很有研究的價值。石膏，在製造水泥 (Cement) 的時候，也是必需的原料，但其用量較少。

(c) 智利硝石 (Chile Nitrate) (NaNO_3)

容易被水溶解，產在乾燥地方。產量以智利為最多。如智利之阿塔卡瑪 (Atacama) 地方及法拉巴卡 (Farapaca) 沙漠等地為其最大產地。

(d) 硼酸鹽 (Borate)

硼砂： $(\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2 \text{O})$

因火山地方的溫泉作用，在湖底沉澱生成的。西藏亦產之。

(e) 其他

(i) 矽酸，沉澱於火山地方及鑛泉中者，名曰矽華。

(ii) 石灰：石灰岩雖多為有機岩，但也有一部分是經過化學沉澱生成的。

(iii) 鐵：即生於湖沼中的沼鐵鑛 (Clay iron)，他如海綠石 $\text{KMg}(\text{Fe Al})_3 \text{Si}_6 \text{O}_{18} \cdot 3\text{H}_2 \text{O}$ 與羚羊石 (Chamosite)，均為矽酸鹽鐵沉澱於海底生成的。

62. 有機岩 (Organic Sedimentary Rock)

(1) 成因：主要是生物的遺骸在水底堆積生成的。

(2) 分類

(a) 有機石灰質岩：由石灰藻，有孔蟲，珊瑚，海百合，二枚貝，卷介等之骨骼及殼等沉降堆積所成的 (如石灰岩)。

(b) 有機矽質岩：由放散蟲，矽藻之遺骸所構成 (如燧石岩 (Chert))。

(c) 有機炭質岩：由植物，動物所構成 (如煤，地瀝青)。

(3) 石灰岩 (Limestone) (略號 L; ls, lst,) 是地質學上，很重要的岩石。在地質時代的地層中，佔有極重要的位置。在東北

地方，也極為重要。石灰岩中雖然也有經過化學沉澱生成的，但依然是屬於有機岩者居多。

石灰岩有時可因交代作用而變為苦灰岩或菱苦土礦。此種岩石多發達於東北南部。如在野外鑑別時，可用鹽酸滴試之，根據其發泡的程度，即可判明。

石灰岩 CaCO_3 用 $\frac{1}{6}\text{N.HCl}$ 即可發泡

苦灰岩 $(\text{CaMg})\text{CO}_3$ 用 $\frac{1}{2}\text{N.HCl}$ 即可發泡

菱苦土礦 MgCO_3 用 N.HCl 即可發泡

($\frac{1}{6}\text{N}$ — $\frac{1}{2}\text{N}$. N. 表明 HCl 的濃度)

含有碳酸鹽類的岩石(如石灰岩，苦灰岩，菱苦土礦)，若用鹽酸滴試之，即發泡沫(即放出 CO_2)，這種反應是這種岩石的特性，在鑑定上是很重要的。

如果要區別白色岩石與砂質岩石時，可用小刀試其硬度，因為砂質的岩石不能用小刀劃傷，而石灰質的岩石則很容易劃出傷痕來。

石灰岩的用途很廣，但以不含不純物者為佳。例如用為製鐵塔劑時， SiO_2 須在 2~3% 以下， MgO 須在 5% 以下。用為水泥 (Cement) 的原料時， SiO_2 須在 5% 以下 MgO 須在 5% 以下。用作電石 (Carbide) 的原料時， SiO_2 須在 2~3% 以下， MgO 須在 2~3% 以下方可。

(4) 石灰岩的種類

石灰岩若受了熱及其他的作用，則石灰岩中的碳酸鈣，可變成結晶質(方解石)。這樣岩石叫作結晶質石灰岩或晶質石灰岩。結晶後，其結晶粒整齊而均勻者，又叫糖晶質石灰岩 (Saccharoidal limestone) 或大理石 (Marble)。

大理石因產於雲南省的大理地方因而命名為大理石。

此外按其所含之化石，又有下記各種不同的名稱：

紡錘虫石灰岩 (產於二疊石炭紀)

貨幣石石灰岩 (產於第三紀)

珊瑚石灰岩 (各種時代均產之)

海百合石灰岩 (產於古生代)

他如產於原生代，及古生代下部的石灰岩中，含有大塊的石灰藻者，叫作渦卷狀石灰岩，東北南部時有所見。也有鮞狀的，叫魚卵狀石灰岩 (或鮞狀石灰岩) (Oolitic limestone)

(5) 東北地方的石灰岩

原生代：產於東北南部 (伴生苦灰岩，菱苦土鑛) 多為厚層。

寒武紀：產於東北南部 厚層

奧陶紀：產於東北南部 厚層

二疊石炭紀：產於東北南部者，含於夾炭層的下部，比較不厚。產於北部者，則含於吉林層中，品質甚好。如吉瀋線的明城鑛山，即出產此種優良的石灰岩。與火成岩接觸的部分，有時構成金屬鑛床 (接觸交代鑛床)。

(6) 有機砂 (珪) 質岩

(a) 放散虫軟泥：為海洋堆積物之一，由放散虫的遺骸或海綿針狀體構成。

(b) 散放虫燧石岩：即含有放散虫的燧石岩。

(c) 矽藻土：(Diatom Earth) 由矽藻遺骸所構成之白色土狀的岩石。東北的唯一產地，為吉林省樺甸縣的北部。(可供保溫劑，水泥的混合劑，與糖液的濾過劑及炸藥原料之用。)

(7) 炭質岩

(a) 石炭 (Coal)

植物堆積在湖底或淺水底，經過腐爛之後，其中所含之氫與氧，化爲 CO_2 , HO_2 , CH_4 而飛散，因而碳 (C) 逐漸增多，於是便形成了煤。這種變化過程，叫作**碳化作用**。然而根據其碳化的程度不同，又可作下記之分類：

名 稱	碳 化 程 度	比 重
泥 炭	C (55~60%)	
褐 炭	C (60~75%)	0.7—1.5
瀝 青 炭	C (75~90%)	1.2—1.5
無 煙 炭	C (90%)	1.4—1.8

(b) 地瀝青 (Asphalt)

其成分與煤油相近似，成半固體，半液體的狀態。是各種有機物的混合物。

第十章 水成岩之構造及其產出狀態

63. 層理 (Stratification)

層理是水成岩最重要的特徵。其廣義的解釋，是岩石作層狀重疊着的狀態。狹義的解釋，就是水成岩的堆積順序之橫的帶狀構造。水成岩的褶曲狀態，即可按其層理推究出來。然而多數的水成岩，除層理之外，更有平行的節理。此二者在水成岩的構造上各有其不同的意義。當觀察水成岩的時候，應當加以注意。水成岩的層理，是因沉降物質的堆積狀況的變化生成的。所以層理必定與其物質排列（如砂粒，礫）相一致，這是值得特別注意的。所以在野外調查的時候，更須仔細觀察。

64. 地層面 (Bedding Plane)

有層理的地層的表面，叫作地層面。此地層面的生成，是與堆積面的下底面成平行的。水成岩的堆積，一般都作水平狀，縱令堆積的地方稍有傾斜，但地層堆積的傾斜度，超過 6° — 8° 以上的，却極罕見（風成層，急流三角洲例外），不過僅在珊瑚礁，火山島的周圍，偶爾有些急傾斜的地方而已。因此，假如現在地層是傾斜着的話，那末我們可以認定這是在地層堆積之後因為受了地變的影響所造成的。

65. 層理的成因

層理是由粒子，形狀，種類各不相同的物質沉澱後，重疊堆積生成的。換言之，層理的生成原因，在於堆積當時的環境條件之物理的

及化學的變化。把這些原因總括起來，大致可分為下列各種：

- (1) 氣候的變化（如季節的變化與天候的變化）
- (2) 海水水平的變化（如海水深度發生變化時，其堆積物亦隨之變化。）
- (3) 海流的變化
- (4) 溶液濃度的變化
- (5) 生物繁殖狀態的變化

上記五種變化，是層理生成的綜合原因，且此五者之間是相互關聯着的。

66. 漣痕・乾裂・雨痕・假像

如果將地層剝開來看，則其剝開面上，有時還遺留着一些痕跡，足以表現其堆積當時的各種情況。其種類如下：

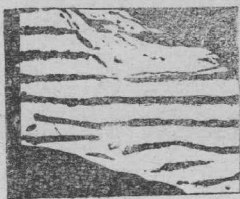
- (1) 漣痕 (Ripple mark)

這種痕跡表示其過去曾受過漣波（波浪）的作用，根據這個現象可判斷該處地層是在淺海，淺湖或汀線附近堆積的。

- (2) 雨痕 (Raindrops)

堆積時落下的雨點的痕跡。

第14圖 漣痕



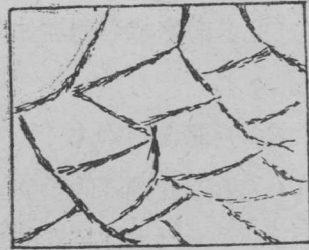
第15圖 雨痕



(3) 乾裂 (Suncrack)

淺水底，因天旱而一時露出水面，經太陽暴晒，所以在泥土上面生出裂紋，其後又沒入水底，在這上面又繼續堆積了其他物質，因而遺下這種痕跡。

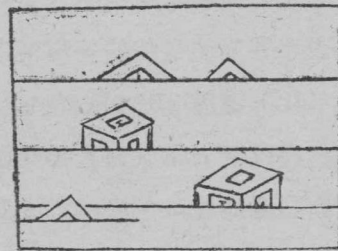
第16圖 乾裂



(4) 鹽的假像

當鹹水達到飽和狀態時，即盛行蒸發，在水底生出鹽的結晶粒，並且這個結晶粒，有的一直殘留到今日。鹽的結晶是正四角的立方體。這個形狀，在頁岩的表面上可以看到，如華北及東北南部的寒武紀頁岩中均有之。如果在這種鹽粒晶出之後，地面再度沒於水底時，則此結晶粒，露出地表之上的部分，即被水溶消失，而地層中僅餘有其下部的結晶形狀。

第17圖 鹽之假像



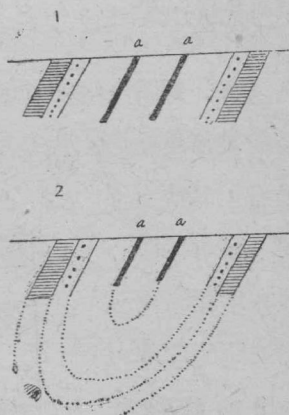
上述這些痕跡說明了堆積當時的環境。根據這些痕跡，可知殘有這樣痕跡的地層，在堆積當時，是最上部的地層。假如這樣地層在下部倒存着的時候，那就足以證明地層在堆積以後又轉動傾倒了。

如果地層在基盤上，成緩斜且按着順序重疊的時候，不必去考慮其轉倒狀態，但在急斜的時候，則必須研究是否轉倒着。這時一方面要去研究牠的化石和岩石堆積程序，另一方面，上述各種痕跡亦可作判定上的一種有力的根據。茲圖解並簡述如下：

如將上圖中的 a. a. 假定為炭層時；
則 1 圖表示：若辨認不出來是轉倒地層
時可能誤認為兩層炭層。

2 圖表示，如能理解是地層轉倒，
則可知不過僅是一層炭層，經過褶曲
之後在地表上現出二重的現象而已。
由於 1 與 2 圖的觀察與理解的不同，
對全盤地質認識的影響很大。並且在埋
藏量的估計上，也將生出很大的差別。
所以我們在調查工作當中，應當特別
注意。

第 18 圖 地層轉倒範例。



2為1之解釋

67. 結核及團塊 (Concretion and nodule)

指在水成岩中所含之種種形狀的無機物的凝結體而言。關於結核的形狀種類甚繁，有球狀，橢圓狀，圓盤狀，扁豆狀，圓筒狀，柱狀及其他不規則之形狀等，不及備述。結核的大小，一般自人頭大至豆粒大者為最多。雖亦有直徑達數公尺之上的，但極罕見。其成分普通為碳酸石灰，也有由矽酸，氧化鐵，碳酸鐵構成的。此外也有由石膏，重晶石，霞霰石，毒重石構成的，但為數極少。並且在其中心部往往有含着化石，砂粒，或其他之礦物粒的。其他各種物質即以此等物質為核心，環繞固結生成的。

例如在中國有薑石，即黃土團塊（結核名），就是黃土中的碳酸石灰塊。

在日本有玄能石（結核名）是頁岩中的方解石之假象，還有高師

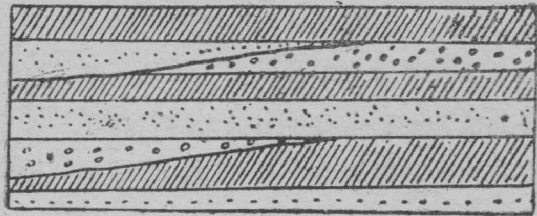
小僧，是土壤中附着褐鐵鏽的植物。

68. 成層狀態

(1) 整合 (Conformity : Concordance)

各地層都平行重疊着，且層與層之間，沒有間隙，表示在堆積當中，沒有時間的間隔，由連續的堆積作用，繼續堆積成的，這樣狀態叫作整合。

第19圖 地層之尖滅



(2) 尖滅 (Thinning Out)

地層延長到某種距離時，自然消滅的，叫作尖滅。

(3) 僞層 (False bedding) (又名交層)

地層的堆積狀態，不相平行，而呈楔狀或其他各種不規則之狀態者，叫作僞層。多見於風成層，急流河川，三角洲等地方。

(4) 不整合 (Unconformity)

恰與整合相反，表示地層的堆積是在不連續的狀態下堆積成的。這在地層調查上是很重要的現象。不整合中，又可分為平行不整合 (Para-unconformity) 與傾斜不整合

第20圖 僞層



(Clino-unconformity) 兩種，茲圖示如下：

(a) 平行不整合

整合
A B 兩地層以
a~a 的不整合為界
線，其意義如下：

(i) A 地層在
堆積後露出水面變
成陸地，

(ii) 所以 a~a 面受了侵蝕，

(iii) 其後又沉到水底，B 層又開始堆積。

(b) 傾斜不整合

A, B 兩地層之走向與傾斜都不相同。其意義如下：

(i) A 地層在堆積後受了褶曲作用（造山作用），

(ii) A 層陸化後又受了侵蝕作用（a~a），

(iii) 二次沒入水底，在 a~a 之上又開始了 B 層的堆積。

不整合面（上圖的 a~a）：說明陸化期間，也就是受了侵蝕的期間，其年限（時間）雖長短不一，但有時可能是一個很長的期間。

在不整合面的上部，通常多見有礫岩的堆積。這種礫岩叫作**基底礫岩**。並且證明 B 層海進的開始。

此外關於水成岩尚有下列三種別稱。附記之以供初學者之參考：

水成岩 (Aqueous Rock)

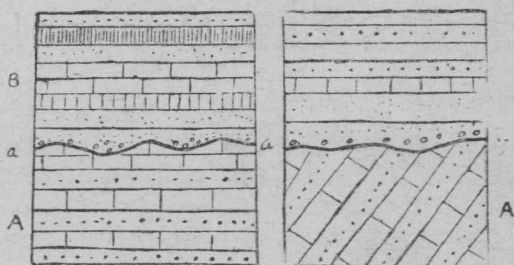
堆積岩 (Sedimentary Rock)

成層岩 (Stratified Rock)

注意 陸化就是水底的土地上昇，而變成陸地的意思。

海進 (Transgression)：陸地下降，逐次侵入於陸地內的現象。

第 21 圖 平行不整合與傾斜不整合



第十一章 變成岩 (Metamorphic Rocks) 總論

69. 岩石的變化

(1) 自變質

火成岩，水成岩在生成當中發生部分的變化，是伴隨其生成的地質作用而繼續進行的，這樣變化叫作自變質。

(a) 火成岩

火成岩中的早期晶出礦物與岩漿的殘液發生反應而起變化，或在進入之後，受了另行分離上昇的殘留岩漿的影響，而起變化，這樣變化叫作初生的變成。

(b) 水成岩

在堆積之後與其溶媒（水）起了作用，或在堆積之後因受循環水的作用而徐徐發生變化，此外尚有因為受到上部堆積之岩石的壓力而逐漸減少了其原有的體積，這樣在堆積後不久所起的變化叫作繼變作用 (Diagenesis)

(2) 他變質

這種作用，與自變質作用不同。是岩石在生成之後完全由於別種條件所發生的變化。譬如受到地殼變動的壓力或因受到火成岩的注入和浸滲受其熱力的作用，而發生的變化，這樣變化叫作他變質。

變成岩就是受了這種他變質作用所生成的岩石。

70. 變成岩的成因

既經生成的岩石，無論火成岩，或水成岩，如因受他變質作用，再行生成他種岩石時，這種新生成的岩石，就叫作變成岩，其所遭受之變質作用（Metamorphism）亦可分為兩種，即接觸變質與動力變質。

變成岩的變質因其所受之外部的作用不同而異，同時又因其原有岩石（原岩）的種類不同而各異。因而這種變成，總括來說，就是外部作用與原岩種類的總和。

71. 變質作用的動因

發生變質作用的動因，可大別為下記三種：

（1）地殼之機械的運動

岩石或礦物，如果受到因造山運動所發生的橫壓力，張力，壓碎作用，或大火成岩塊進入時所生之壓力，則裂開或破碎。

（2）熱水溶液或氣體的化學作用

這種化學作用可使舊礦物變化而生成新礦物。這時水可借着熱與壓力的作用，變成溶媒而縱橫活動，形成雲母，或綠簾石，如果水中含有硼酸，則生成電氣石，含有氟酸，則構成螢石。

（3）熱的作用

這種作用，可使礦物化合物溶解，從而生出新的化合物。並且有時可使岩石燒熱焦灼。上述各種作用有時單獨發生，有時聯合發生。

72. 深度的影響

因為在地殼內部，發生變質作用的地點不同，所以可能發生出各種不同的結果。若從變質作用的觀點上看，其地下深度可分為下記三種：

(1) 風化帶

在此地帶內，可能發生的變質，是由水，二氧化碳，氧氣等之作用促成的。因其位置（深度）僅在地表下的淺處，所以一般未被列入發生變質作用的地區之內。

(2) 膠結帶

此地帶位於風化帶之下部，因受地下水的影響，故大多數的礦物變成含水矽酸鹽類。

(3) 昇變帶

此地帶內壓力極大，所以岩石的空隙和裂縫，都被堵塞，密閉，岩石保持着可塑性的狀態。在此地帶的變質，多由熱，及壓力所促成。普通在地表下10公里之處，但造山作用之影響，多在昇變帶的上部。

總之變質作用通常盛行於膠結帶下部與昇變帶之間。在膠結帶的上部，岩石因受動力的變化，而生出特有的片狀石理。反之，在其下部因化學作用熾烈，所以能生成在此帶內安定的礦物。

73. 變質作用的總括

根據上述各種情形，可將變質作用總括如下：

種類	原因	場所	動因	變成岩石
接觸變質	火入 成岩 邊	的周 邊 岩體	熱	正式接觸變質岩 (角頁岩)
			熱氣體	接觸交代 (Skarn)
動力變質	地造 壓山 地壓 熱力	膠 結 帶 昇 變 帶	橫壓力	粘板岩, 千枚岩
			橫壓力, 及熱	結晶片岩
			地壓, 熱, 橫壓力	片麻岩

74. 變成岩類中的特有礦物

因受上述之壓力, 熱, 氣體之作用所以生出下列諸種各具特徵的礦物:

變質作用	特 有 礦 物	共有礦物
接觸變質	威蘇維石 柘榴石 紅柱石 藍晶石 矽線石 堇青石 矽灰石 透角閃石 灰鐵輝石 綠簾石 透輝石	石英, 長石類 , 黑雲母, 白 雲母, 角閃石 方解石
動力變質	柘榴石, 十字石, 綠簾石, 黝簾石, 雲母, 藍晶石, 輝石, 磁鐵礦, 滑石 , 石墨, 絹雲母, 電氣石, 鈉長石, 綠泥石, 金紅石	

如將變質作用的種類與原有岩石的種類配合起來兩相對照則如下表:

變質作用 原有岩石		動力變質				火成接觸 變質
		板岩	片岩	片麻岩	白粒岩	
水 成 岩	礫岩			礫質片麻岩		
	砂岩		石英片岩 雲母片岩	砂質片麻岩 准片麻岩	砂岩	角頁岩
	頁岩	粘板岩	千枚岩 雲母片岩	准片麻岩	准白粒岩	電氣石片岩 Adinole 角閃石岩
	石灰岩		石灰片岩	蛇灰岩	結晶石 灰白雲質 大理石	Skarn 灰質角頁 岩
	含鐵岩		磁鐵片岩	鐵片 磁麻	鐵岩 含鐵白粒 岩	
	炭質岩		石墨片岩	石片 片麻	石墨 石墨白粒 岩	
火 成 岩	鹽基性		滑石片岩 綠泥片岩 角閃片岩	角閃石片 麻岩 石榴石 雲母 麻岩	輝石 白粒岩 閃岩	角頁岩
	酸性	砂質板岩	雲母片岩	正片麻岩 眼球片麻 岩	白粒岩	
複成岩			透入片麻 岩 融合岩	輝石 白粒岩		

注意 斯卡倫 (Skarn) 鑛物包括石榴石，綠簾石，灰鐵灰石，維蘇或石，矽灰鐵鑛，透角閃石，透輝石，陽起石等。

第十二章 變成岩各論

75. 正規接觸變質岩

(1) 受火成岩進入的變質帶，距火成岩愈近，受火成岩的高溫影響越大，同時改變其原有的組織的程度亦大。反之距火成岩越遠，其變質的程度也越隨之降低。爲了表示這種變質程度的變移，由最接近火成岩的地區，依次分成內帶，中帶，外帶，三個地帶。茲圖解如下：



內帶，中帶，外帶的變移不是急遽的而是漸移的。

(2) 內帶的岩石

在內帶中變質的岩石，通常成爲粒狀結晶質因而失掉了其原有底水成岩的構造。

且其結晶，大略皆爲球狀的多面體。此種變質岩，名爲角頁岩 (Hornfels)。假如原岩石爲粘板岩時，就成爲黑色緻密的塊狀，這就是粘板質角頁岩。假如，原岩石爲石灰岩時，則變爲粗粒，脆弱，而成爲糖晶質石灰岩。如果原岩石是富有石英的砂岩時，則成粒狀砂岩。且角頁岩中，含有各種接觸礦物，如紅柱石，黑雲母，堇青石（空晶

石，櫻石，)等。

空晶石是紅柱石的變種，櫻石是堇青石的變種。

在分布於吉林省內的吉林層中（二疊石炭紀之海成層）到處可見此種因受花崗岩之進入，所生成之角頁岩。

因原岩不同可生出下列各種不同的角頁岩：

原有岩石	變成的岩石
粘板岩	紅柱石黑雲母角頁岩
	紅柱石堇青石角頁岩
	石英黑雲母角頁岩
	空晶石角頁岩，櫻石角頁岩
石灰質粘板岩	柎榴石黑雲母角頁岩
	透輝石黑雲母角頁岩
	角閃石黑雲母角頁岩
礫質石灰岩 } 苦灰岩 }	透輝石大理石
	礫灰石大理石
	橄欖石大理石
石灰岩	糖晶質（糖狀）石灰岩 (Saccharoidal limestone) 有時伴在礫灰岩，維蘇威石，柎榴石
礫岩	糖狀礫岩 (Saccharoidal Quartzite) 伴生長石，黑雲母，礫線石
苦灰岩	糖狀苦灰岩 (Saccharoidal dolomite) 伴生透輝石，橄欖石，尖晶石

(3) 外帶的岩石

因距火成岩較遠，故其所受之接觸作用較弱，因而變質的礦物，仍可保存其原有的構造及其原有之礦物成分的大部。

在此地帶內對變質作用比較敏感的礦物成分，形成微細的點狀，散存各處。此種礦物的種類，有時很難判定，但大部分，好像是生成黑雲母，紅柱石，堇青石等之過渡時代的產物。且此等斑點，又是在粘板岩之接觸變質的外帶生成的。

此種岩石叫點紋粘板岩 (Spotted Clayslate)。

(4) 中帶的岩石

中帶岩石，居於前記兩種岩石的中間，其成分雖俱為結晶質，但一般均為微粒。

在變質之後，仍向原來的片理或剝理的方向延長，所以中帶岩石的構造是晶質片狀。

假如原岩為粘板岩時，變質後，則生成一種黑雲母片岩。

76. 接觸交代變質岩

(1) 斯卡隆 (Skarn)

石灰岩或石灰質粘板岩，若受到中性或酸性火成岩（特別是深成岩或半深成岩）之貫入時，則以氣成作用或過熱水溶液之作用，生出新礦物的集合體。這種新礦物的集合體，就是斯卡隆 (Skarn)。

所謂斯卡隆 (Skarn)，是在高溫條件下生成的特種礦物集合體，即灰鐵輝石，石榴石，矽灰鐵鑛，綠簾石等，含有石灰，鐵，矽酸鹽的礦物之粗粒狀集合體。

所以這些礦物，都叫斯卡隆礦物。斯卡隆中，時常伴生着金屬鑛

物，形成鑛床。

(2) 角閃片岩變質後所生之岩石

有時在角閃片岩的特殊部分遭到苦土，礬土的侵入，蒙受接觸交代變質作用，生成下列的岩石：

斜方角閃石堇青石片岩

堇青石黑雲母片岩

紅柱石雲母片岩

(3) 雲英岩 (Greisen)

在火成岩固結的最末期，氟，硼，氯等元素相繼集中，向其周邊的岩石發生作用，使長石變成多量的電氣石，黃玉與白雲母。這樣生成的岩石叫作雲英岩 (Greisen)。此種岩石在錫石鑛脈的兩盤，發達得異常顯著。

77. 片岩與片麻岩的差別

一般呈特有之葉片狀構造的變質岩，通稱為片岩。這種葉片狀構造，大致是因為下述三種原因形成的：

(1) 含有多量的雲母，綠泥石，滑石等之葉片狀鑛物。

(2) 含有多量的長柱狀角閃石。

(3) 其所含之粒狀方解石與石英，因為受到歪力的壓迫而稍微變成扁平狀。

片麻岩是顯晶質的岩石，有葉片狀或帶狀構造。普通以含有長石為其特徵。粒狀鑛物較多的部分與片狀鑛物較多的部分，互相重疊着，且各部分都是扁桃狀，或帶狀。片麻岩的葉片構造不像片岩那樣顯著，是不規則而且不連續的。

78. 片岩 (Schist) 的種類

(1) 雲母片岩

這種岩石，主由雲母石英構成，與片麻岩的區別在於不含長石或長石的含量極少。因為以雲母為其主成分，所以又與其他的片岩不同。這也是此岩石特色之一，並且容易剝裂。雲母作鱗片狀，沿着一定的片面排列着。這種岩石又可分為白雲母片岩，黑雲母片岩，與絹雲母片岩。

(2) 千枚岩

這種岩石是雲母片岩與粘板岩之中間性的岩石。換言之，即粘板岩雖已變質，但其變質的程度，不足使牠（粘板岩）完全變成片岩，這樣岩石就是千枚岩，千枚岩能剝成極薄的葉片狀薄片。

主要成分是石英及絹雲母。如果其中含有藍晶石，柘榴石，十字石，粒狀斜綠泥石 (Ottrelite) 時，可將其所含之礦物名，冠於其上而單獨稱呼之（如藍晶石千枚岩，柘榴石千枚岩，十字石千枚岩等）。比粘板岩，千枚岩含有多量的雲母，而且雲母用肉眼能鑑定。

(3) 綠泥片岩

是一種片狀岩石。顏色青綠或暗綠。其主成分礦物為綠泥石，非常容易剝裂，有時含有他種礦物的變斑晶。

角閃綠泥片岩：含有多量角閃石之細粒。

藍閃綠泥片岩：含有多量的藍晶石且呈藍色。

綠簾綠泥片岩：含有多量的綠簾石，且帶黃綠色。

這些岩石一部分是由鹽基性火成岩變成的。一部分是由粘板岩變成的。

(4) 滑石片岩

呈黃色或綠白色，主要是由滑石的鱗片構成的。柔軟且極易剝裂，硬度不能超過2，因有脂肪感故極易鑑別。

片岩中除上述之外，尚有綠簾片岩，紅簾片岩，石墨片岩等諸多種類。

(5) 角閃石岩 (Amphibolite)

此種岩石為粒狀，且有變質構造，由角閃石及斜長石所構成，也有不含長石而單由角閃石構成的。此種岩石中之呈現片狀構造者，即為角閃片岩。

角閃片岩，是綠泥片岩，或綠泥角閃片岩更行變質生成的。這些岩石在變質以前，多半都是鹽基性岩石。

(6) 輝榴岩 (榴閃岩) (Eclogite)

主要由綠色輝石 (綠輝石) 與紅色柘榴石構成，顏色美麗，片狀構造不明顯，是在地下深處高壓之下變質生成的。

79. 片麻岩 (Gneiss)

如果廣義的解釋起來，凡含有長石的一切片狀而完晶質岩石是片麻岩，黑色礦物與白色礦物作紡錘狀，層狀，片狀的排列狀態，叫作片麻構造。按其變質狀況，大致可分為下列三種：

正片麻岩 (Orthogneiss) —— 由火成岩變質生成的。

准片麻岩 (Metagneiss) —— 由水成岩變質生成的。

變片麻岩 (Paragneiss) —— 由水成岩與火成岩混合生成的。

(1) 花崗片麻岩

由花崗岩變成的片麻岩叫花崗片麻岩。牠所含的礦物，向一定的方面排列着，這是牠和一般花崗岩不同的地方。他如閃長片麻岩與角

閃片麻岩，是由閃長岩變質生成的，並且含有多量的角閃石。

(2) 眼球片麻岩

紡錘狀片麻岩中，有很大的長石結晶作扁豆狀 (Lens) 之斑紋者。

(3) 進入片麻岩

火成岩 (特別是巨晶花崗岩質或石英，長石)，向其他的岩石中層層貫入，而在原岩石中 (被貫入的岩石中) 成帶狀的叫**進入片麻岩**。

(4) 此外，因其造岩鑛物不同又有下列各種不同的名稱：

黑雲母片麻岩，**柘榴石片麻岩**，**絹雲母片麻岩** 及 **電氣石片麻岩** 等。

片麻岩在東北的東北部，遼東半島，熱河，吉林省南部等地均甚發達。

80. 白粒岩 (Granulite)

也是一種片麻岩，但沒有顯著的片狀構造而且有粒狀構造。有色鑛物很少，主要由石英及長石構成，並伴有少量之柘榴石的小粒，主成分中獨無雲母。是在地下深處高溫高壓的條件下產生的。在東北松江省之麻山附近能見到。

第十三章 研究地史的基礎知識

81. 研究地史的必要性

地球的表面，不斷的發生種種的現象，例如火山的活動，地震的發生，雨水形成了河川，山野受剝蝕，以及土砂被移運到河口而行堆積；此等現象是從悠久的太古一直繼續到現在，所以說現在的現象是推知過去的關鍵，同時要想認識現在的地殼，也就必需要解釋過去的現象。

今日存在於自然界的各種東西，都有牠過去一定的歷史；並且是由於能作合理的解釋的一定的現象所造成的。如果對它們有了澈底的認識，則在鑛山或河川各方面的工作，都有所借助。

若從鑛業方面來說，各時代的鑛床都有其特性，各種岩石，化石，也都有其特色；研究這些事情就是把握鑛床特點的捷徑。

研究地球的過去，所謂地史者，是討論地球的現在和未來的照明燈；而且是了解生命的發展，生物的進化，以及人類的創造，人類社會經濟史以前的世界情況的手段。如此認識了世界，才能進行改造世界。

82. 地質時代 (Geological Age)

地球是太陽系的一員並且還是迴轉在太陽周圍的一個行星，這是大家都知道的。

地球在過去，大概是以灼熱熔融的球狀體而存在着，以後由其表

面開始固結，才形成了今日狀態，這個推論在今日看來，似乎沒有疑義的。

在這樣灼熱的地球上，從開始生成固體的皮殼一直到今天，這個時代，叫做地質時代，以前的灼熱時代叫做星時代，但是時代是屬於推測範圍，並不是地質學研究的對象。

地質時代最低限度，想像是在18.5億年以上。

83. 區分地質時代的根據

編纂人類社會的歷史，古時多以封建霸者的盛衰作資料，而今日又重新由社會科學的見地，根據人類社會的經濟組織的變遷來區分時代。

區分地質的時代，首先是以過去生物的盛衰為第一基準。一切生物如進化論所說，都是伴隨着新時代的進行，由下等而向高等進化。每一生物，最初出現時，都是簡單的形態，而後逐漸進化的。

像這種生物的遺骸，在過去的地質時代，沉積於湖水，海底的岩石之中，成為化石而被保存着。今日能將牠樹立一個系統而使其進化的順序復原；並且因為一般生物的進化是地球上普遍的現象，所以能樹立一個大體可以適應於全世界的系統。

生物的出現，以及前一代生物的滅絕，多和地球表面的地殼變動及氣候的激變等自然現象同時發生；此等自然條件的變化，曾被記錄在過去的地層上。因此，如果研究地層堆積的順序以及堆積的突然變化，再和生物的變化相對照，則能編纂和牠平行的歷史。

由世界各地蒐集上述的材料，再綜合起來，而追求歷史上世界共通的特性，地質時代就是根據這個特性區分出來的。

茲將地質時代，大別如下：

始生代

原生代

古生代

中生代

新生代

這幾個時代意味着生物開始出現之時代，原生的生物的時代，古時的生物的時代，中古的生物的時代，及新的生物的時代。

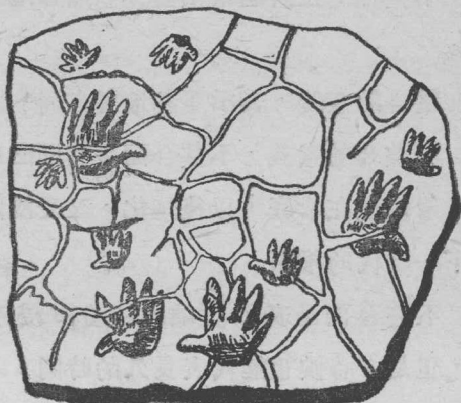
84. 決定地層的必要事項

(1) 地層累重的法則

『水成岩愈在底下牠的地層愈古，愈在上面，牠的地層愈新』。但這祇是以水成岩堆積後，雖遭受地殼的變動，也不倒轉為原則；如果發見有類似倒轉情形時，則必須研究地層의 各種性質。

(2) 化石 (Fossil) 第 23 圖—動物之足跡 (三疊紀爬蟲類)

化石是什麼？是『在過去的時代所生息的生物之遺骸或遺跡』。過去時代的生物，也有失去本體的，但凡是生物所殘餘的形跡（足跡，爬形的痕跡）都算做化石。



按照過去的研究（也由於新研究，繼續增加新的事實），有規定各個地質時代的化石，其中又有只在某時代繁茂，而在他時代看不見的生物的化石，所以根據牠來決定地層的新舊，最為便利。像這樣的化石，叫做**標準化石**（Index Fossil）。

標準化石的必要條件：『只產生在特定的地質時代，而不存在於其他時代；並在這個特定的地質時代，產出的數量相當多』。若從某地層取出來既知的標準化石，則不僅能決定該地層的時代，而對於其上下地層，也能作某種程度的判定。若無標準化石，一般化石也能指出種種的事實。

陸性的生物，淺海性的生物，以及深海性的生物，都有牠的特徵，所以根據化石的性質，能知道過去的水陸變化；並且溫暖性，寒冷性的各種生物是順應氣候而生育的，所以化石又能作為推測過去氣候的材料。

（3）整合（Conformity）和不整合（Unconformity）

整合：說的是地層有次序的重疊相合而成為平行的狀態。

不整合：是兩個累積層，以和地層面不平行的面互相接合的狀態。

整合的意義，表示了各地層在同一水底逐次的堆積的意思。

不整合的意義，不整合面是有凹凸的面；即表示被浸蝕的面。一個累積層堆積在水底，以後陸化，又受浸蝕作用，再度沉下海底，而受了下一時代的堆積。

不整合面是表示陸地的時間和浸蝕的時間；雖然是一個簡單的面，但是有時候也能代表長久的時間。

不整合分兩種

(a) 平行不整合 (Parallel unconformity) 或非整合 (Disconformity)

不整合面上下的累層，如為平行狀態時，則意味着在古地層有了堆積，陸化被浸蝕，下降，以後又有新地層的堆積。古地層一度水平上升，以後又水平下降了。

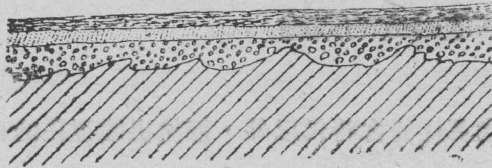
東北南部的寒武——奧陶紀的地層和石炭——二疊紀的地層大體有這樣的關係。一般來說奧陶紀和石炭紀中間，有志留紀，泥盆紀的兩個地層，但在東北南部無此地層，也就是表示在這兩時代中東北南部之地塊，未向海底沉下，而在陸化。又表示着石炭紀時代的沉下，是徐徐地水平下沉。

(d) 傾斜不整合 (Clino-unconformity)

以不整合面為界，其上下地層的走向傾斜，各不相同的累層關係之狀態，為傾斜不整合。

這個意義是表示如下的情形。堆積在水底的古地層，因受褶曲作用而形成了褶曲地層這個褶曲地層，經過陸化和浸蝕的過程後，再度沉於水底，然後開始新地層的堆積。

第 24 圖 不 整 合



這個不整合面，在地質時代上有很重要的意義。

上述的不整合面，是表示地殼有了變動，這種現象，如果亘於廣闊區域，則能認清上下地層所代表的時代間隔之悠久。

(4) 岩石的性質

按一般來說，堅硬岩石的時代較古，鬆軟岩石的時代為新，這是因為時代愈古所受壓力愈大而堅固化的緣故。但地殼變動急激的地方，就是新時代的岩石也能堅固化。

各時代的岩石，都有牠的特色。因此，如果能在廣濶的地域中由含標準化石的地層綜合各時代岩石的性質，則雖無化石，也可能大體推定是什麼時代的岩石。

就吉林省所發達的岩石來說，有如下的特性：

片麻岩類——始生代。

粘板岩，角頁岩，黑色頁岩，石灰岩——石炭二疊紀(古生代)。

脆質砂岩，頁岩，煤——侏羅紀。

赤色礫岩，赤色頁岩，油頁岩——白堊紀。

花崗岩——已經變成爲片麻岩的是始生代；不然的就是古生代末或侏羅紀。

玄武岩——台地狀的是第三紀末。

安山岩，玢岩——侏羅紀及白堊紀。

85. 現在是知道過去的關鍵

除了始生代那樣的古時代以外，都能根據現在的自然現象，去說明過去的地質時代所形成的自然現象。我們必須以現在正在繼續進行的現象，去推理，判斷殘留在地層內過去的記錄。

過去自然界所遺留的痕跡爲數不多。但是如果對之作合理的客觀的普遍的推理，判斷，我們就能綜合悠久遠古時代的地質現象。這就是地質學的基本問題。

86. 地質時代的年齡

地質時代的劃分，並不是按照年數計算的。而是根據生物和地殼的變化實行劃分的，因為古時代的材料缺乏而新時代的材料豐富，所以古時代的區分不太詳細而愈到新時代則分的愈詳細。

那麼各時代是多久以前的事呢？這件事情和研究地質來說，沒大關係。但對於年數，一般人都有些好奇心，所以在某程度內知道它也是必要的。

地質時代年齡的計算方法如下：

(1) 按照水成岩的厚度去計算的方法：

先計算出來各時代水成岩的全厚，再以一年所堆積的水成岩的厚度除之。這個方法的缺點，是水成岩愈古愈被壓縮，又加上已被侵蝕的部分的厚度不明，所以不能得到正確的計算值。

(2) 按照海水鹹度去計算的方法：

假定在原始海中，不含有鹽分，並且認為現在的鹽分是由陸地被侵蝕的岩石成分所供給的。因而是把一年間河川所流出來的鹽分和現在海中所有的鹽分相比較的方法。這個方法的缺點就是——原始海沒有鹽分，是假定的；又不能計算由火山，噴泉中所添加的鹽分；並且各地質時代的氣候不同，河川所流出的鹽分也不一樣；以及在某一地質時代常常產生岩鹽層，這鹽分是由海水中取出來的。所以難得到正確的數值。

(3) 按照鐳鈾的計算方法：

在火成岩中，含有若干的鐳鈾。這些元素，每天不斷的放射牠的放射能，而最後變成鉛。此現象是一般所知道的。假設在火成岩才生

成的時候，火成岩中之鐳，鈾沒有變化而火成岩凝固以後才開始變化，那麼計算現在所見到的火成岩中的鐳，鈾，變成鉛的分量，就能算出該火成岩冷卻後的年數。

如果根據該火成岩和其他水成岩的關係，而決定這個火成岩的地質時代，則能計算什麼時代是多少年前。

依照這個方法，能得到最合乎理論的數字。

根據各地具備這個計算可能條件的火成岩，所計算的數值，如下：

(第四紀之年齡是根據冰河堆積物)

新 生 代	第四紀	洪積期末	2.5—3萬年前
	第三紀	末	100萬年前
		初 期	0.6億年前
中 生 代	白堊紀		1.1億年前
	侏羅紀	末	1.15—1.4億年前
	三疊紀	末	1.75億年前
古 生 代	二疊紀	末	2—2.3億年前
	石炭紀		2.8億年前
	泥盆紀	末	3.1—3.2億年前
	志留紀	末	3.5—3.8億年前
	奧陶紀	末	3.8億年前
	寒武紀	末	4.5—4.8億年前

原 生 代	末	5.4—5.8億年前
	中 期	9.67—9.86億年前
始 生 代	末	14.6億年前
	中 期	18.5億年前

在東北海城附近的偉晶花崗岩之中含有稀鈾礦，根據偽滿時代的研究，牠的年齡大約有 8 億多年，於是就推想含鈾礦的偉晶花崗岩之進入時代，大約在原生代中期前後。這個偉晶花崗岩是進入雲母片岩等累層裡的，所以說被這岩脈穿過的片岩類之地質時代是屬於 8 億年前的東西，即，原生代初期或始生代。

87. 地質時代細分法

細分地質時代時，對各細分單位，用下列的名稱；並且對地層的單位名稱，也有下列的規定。將代細分為紀，紀分為世，世更分為期；相對的，地層則分為界，系，統，階，帶等。

時 代		地 層	
代	Era	界	Group
紀	Period	系	System
世	Epoch	統	Series
期	Age	階	Stage
相	Phase	帶	Zone

第十四章 始生代(Archaeozoic Era)及 原生代(Proterozoic Era)

(前寒武時代 (Pre-Cambrian Time))

88. 名稱

在地質學的研究途徑上，認為古生代以前，沒有生物的存在，所以把這個時代，叫做無生物時代 (Azoic)，又因為這個時代很古，所以也叫做始原代 (太古代 (Archean Era))。以後由於研究的深入，又不能不預想有生物的存在，於是就需要把它分為原生代和始生代的兩個時代。但按時間的長短來說，不應當把它和古生代，中生代等置於相等的地位。所以多有把古生代以前的地質時代，總括起來，稱為前寒武時代。

89. 始生代

始生代的岩石，主要是花崗岩及其變化的片麻岩。其中又含有由水成岩變成的結晶片岩類。

這些岩類，普遍分佈於加拿大北部，瑞典，挪威，歐蘇北部，澳，南非等地；而華北，東北也有。

這些岩層，多含有鐵鑛，世界的大鐵鑛層，大部是這個時代的產物。牠原來是碳酸鐵或矽酸鐵，但經氧化，又成為赤鐵鑛和磁鐵鑛

了。然而這時候需要單細胞生物的力量；並且在瑞典，加拿大的地層中，埋藏着石墨，這個碳大概是形成二氧化碳或碳酸鹽類而存在的，但以後僅僅碳由其中分離時，無論如何必需日光和生物的力量。根據這樣間接的推理，想像就是在始生代，也能有最下等的原始動植物群的存在。

據說，始生代最初時代地殼尙且不厚，火山多，氣溫也高，但海陸的區別已經分開了。以後經過很長的年代，始生代中，也堆積了水成岩，而受到造山運動。在北美有勞蘭田（Laurentian）及阿爾高曼（Alegoman）兩造山運動證明了這個事實。後者分別為始生代和原生代。

90. 原生代

原生代以很大的不整合狀態而疊積在始生界的上面。是由礫岩，砂岩，石灰岩，粘板岩，等的厚層而形成的；有時候也能見到片麻岩和片岩類。

在始生代地層發達的地方，很容易見到原生代的岩層。

在這個時代的地層之中，已經有了石灰藻的化石，把牠叫做隱微動物（Cryptozoon），而認為牠是類似珊瑚的一種植物；又有蠕蟲的爬形痕跡與尾巴的發見。也就是說原生代的無脊椎動物類，大概已經有了某種程度的存在。

原生代的氣溫，不像始生代

第 25 圖 隱微動物 (Cryptozoon)



的高溫，也可以說，到了容許普通的生物生存的溫度。

在北美，中國揚子江附近（南沱冰礫岩），北歐，澳，南非等地，發見有冰河礫，因而想像在溫暖的氣溫中，也時常有寒冷的冰期的到來。

注意：在南滿的渦卷狀石炭岩中，能看見隱微動物。

91. 東北的前寒武時代

認為各地片麻岩類的大部分屬於始生代的岩層，但其中的一部分，也可以想像是原生代。

有人報告：在廣汎分布於東北南部的砂岩與石灰岩的厚層中，發見了隱微動物（Cryptozoon），並且認為該地層為原生代層。大石橋附近的挾雜菱鎂鱗的苦灰岩地層等，是在其下部，而又位於上述厚層與片麻岩類的中間，再者通化東部的綠色片岩類，也在同樣的層位。原生代層的砂岩的砂粒，很顯然的是個圓粒，據說沙漠的沙子是牠的起源。也可以推想牠是乾燥氣候下的產物。

在南滿廣汎發達的千枚岩，苦灰岩的厚層叫遼河系。而在其上部與不整合覆蓋的原生代砂岩，石灰岩叫震旦系。有人說遼河系屬於始生代，但這說法不能說一定對。

在華北有片麻岩的系統。山東省泰山的片麻岩叫泰山系，可以與始生代最古的岩層對比。山西省，五台山有綠色片岩，石灰岩類的累層，這叫五台系。五台系屬於古期原生代。

鞍山，本溪湖的大鐵鱗層，想像和世界各地相同，是在始生代生成的。如果把夾皮溝金鱗附近的片麻岩類，列入始生代，也沒有反對的根據。

第十五章 古生代 (Palaeozoic Era)

92. 概 論

(1) 古生代的地層合計是達到數萬米的大累層，普通都是以巨大的不整合狀態而疊積於前寒武時代地層之上，這個間隙叫做『**上原生代間隙**』(Lipalian 或 epi-Proterozoic interval)。

(2) 在古生代地層內能發見多數的較前寒武時代有顯著進化的化石。在原生代沒有顯著的化石，但到這個時代，生物系統有了很大的變遷，因而想像前述的不整合是代表着一個長時間。

(3) 在古生代內，堆積作用顯著。水成岩成爲主要岩石，火成岩是附屬的；水成岩之間，有『**相**』的不同。

(相：同時期的堆積物，因場所不同，其岩質各異。)

(4) 古生代有前半和後半的不同。

(a) 前半 (寒武——志留)：以海成堆積層爲主體而厚層的石灰岩居多。

古生物以海棲生物爲主，尤以三葉蟲爲多。

(b) 後半 (泥盆——二疊)：出現了陸成層和海成層的兩種。

生物：脊椎動物，驟然繁盛；陸上動物，也激增了。陸上植物異常繁茂；魚類發達；兩棲動物，也出現了。

93. 寒武紀 (寒武利亞紀； Cambrian)

(1) 生物的發達

寒武利亞 (Cambrian)：原為英國威爾斯 (Wales) 地方的古地名。因為研究發達於威爾斯的地層而得名。

無論在世界任何的地方，都是由寒武紀驟然增加了生物。雖然在植物界，除藻類繼續生長外，沒有特殊的進步，但動物則和前時代完全不同，許多的無脊椎動物，有顯著的發展。現在已經知道，僅在北美就有1200種的動物。

雖然原生代的生物很少，但是寒武紀的生物，種類很多。推測其理由有二：

(a) 上原生代的間隙很長。在此期間內很多的生物發達了。

(b) 在原生代，無脊椎動物有了顯著的進化，因而分化成為各部門，但還沒有殘存為化石那樣的甲殼。但直到其最終期，在上原生代間隙中，才發達成為化石能夠殘存的堅硬的皮殼。

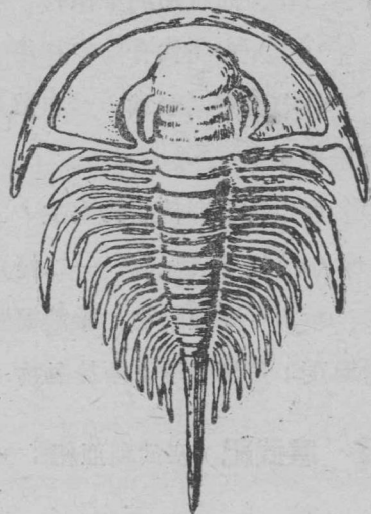
(2) 寒武紀的生物

第 26 圖 三葉蟲

節足動物，甲殼類中的三葉蟲 (Trilobite) 佔動物的六成。這是棲於海底的動物。在世界上任何的寒武紀地層中，都發見的很多。在東北的三十里堡，本溪湖附近，朝陽縣，山東省中部，河南省北部，東部等地，也能看到。

牠是一個頭部有大殼的蟲，胴和尾有明瞭的區別。

三葉蟲在寒武紀和奧陶紀最繁盛。



腕足類較三葉蟲次之，在現在的海中也稍有這種蟲的生存，佔寒武紀動物的30%。

此外，尚發現有其他生物，惟均是原始的，而且體軀又小；此時，也出現了一種珊瑚。在原生代的石灰藻，此時亦極發達，而形成了渦卷狀石灰岩。

(3) 次期生物的祖先

次期生物的祖先亦出現，為數頗少，有下列數種：

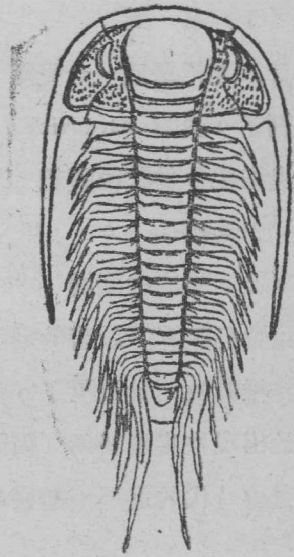
原生動物，是少數的有孔蟲。原始的海林檎。軟體動物少；卷貝出現了；但二枚貝還沒有出現。

(4) 地 層

此時代的地層在北鮮，南滿，熱河，華北佔有廣大的地域。其下部有赤色頁岩（饅頭頁岩）；在其中以上有石灰岩的厚層。

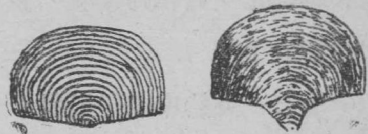
在熱河省朝陽縣瓦房子，凌源，興隆等地的寒武系下部，原生代層上部，水成錳礦層很發達；其品位雖不良，但分布頗廣。在氧化帶的一部，產出稍良的鑛石，更要注意的是，在饅頭頁岩層及其下層賦

第 27 圖 三葉蟲



第 28 圖

下部寒武紀腕足類（擴大）



存着錳礦層。

94. 奧陶紀 (Ordovician)

(1) 名 稱

昔日曾把寒武——奧陶——志留合併而叫做志留紀，但後來又把宅分割了。奧陶 (Ordovician) 是取用威爾斯的古住民的名字。在北美又把奧陶紀分爲歐雜堅紀 (Ozarkian) 和加拿大紀 (Canadian) 以及奧陶紀 (Ordovician)。

(2) 生物的躍進

生物已經有了顯著的發達，但陸上動物尙未出現。

脊椎動物開始出現了。在北美發見了魚類下等種的骨片，這種魚類，是出現在奧陶紀的（僅能在北美發見）。以後到志留，泥盆紀，牠就隨着時代的進展而繁盛起來了。

在各地所發見的生物之中，三葉蟲和腕足類，都佔重要的地位。三葉蟲到這個紀，已發達到頂點。腕足類也較前紀大爲進化。貝殼的摺多，形狀也增大了。

筆石，突然由此紀出現。

軟體動物的頭足類也驟然間繁盛起來；有直角石類和菊石狀的二種。

第 29 圖 奧陶紀腕足類



(比寒武紀腕足類—第28圖—大爲進化)

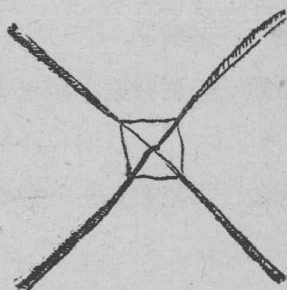
第 30 圖 直角石類



第 31 圖
直角石化石 (Orthoceras)



第 32 圖 筆石 (志留紀)



真正珊瑚開始出現了。二枚貝出現的也相當多。

(3) 地 層

石灰岩類多。在朝鮮，南滿，河北，山東等地，和寒武紀的地層同時出現了。這些地方的寒武紀和奧陶紀的地層是整合的，在二者的中間，沒有間隙。

在山西省的奧陶紀石灰岩中，挾有石膏層，在東北未曾發見。此等石膏層的發達，是因為氣溫高的關係。

95. 志留紀 (Silurian)

(1) 名 稱

是採用威爾斯的賽爾特 (Celt) 族的古代民族的名子。有時候爲了和古志留紀區別而叫做苟特藍顛紀 (Gotlandian)。

(2) 生 物

有的生物群衰敗，有的急趨發達。

筆石——稍衰。

珊瑚——甚發達。

腕足類——更發達，而成爲高等的。

海蕾類（梅花石）——開始出現。

軟體動物——不繁盛。

三葉虫——很多，但已過繁盛的頂點。

節足動物——類似蝎子的海中動物出現了；又有很大的節足動物海蝎子（Eurypteris）出現了。

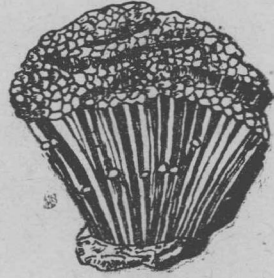
在上部開始出現了呼吸空氣的動物，（蝎子），是猶瑞普提瑞斯的子孫。

魚類——牠的存在，已經是確實的了，但仍爲少數的。是淡水產，和真正的魚類比較，稍微是下等的。

植物——最初在英澳，曾有發見類似陸上植物的破片的報告。

（3）地層·運動·氣候

第33圖 蜂窩狀珊瑚
（Favosites）



第34圖
海林檎（奧陶紀）



第35圖 海蝎子
（長1.8公尺）（Eurypteris）



在，歐洲，英國及北西歐洲有大的分布，而以下不整合，在奧陶系上累重。（砂岩，礫岩，泥板岩）。在北美，志留系爲淺海堆積物發達。在亞細亞僅南京山地的北部，四川，湖南的砂岩，泥板岩，越南地方，成斷片分布。

華北，東北南部及朝鮮等地都是穩靜的陸化，並不能見到志留系（東北北部有發見志留系的可能性）。

再者，在志留紀末，歐洲發生了一次造山運動，這叫做加里陀褶曲（Caledonian）運動。於是在英——挪——北冰洋就有了山脈的出現，而在北美，亞細亞沒有見到這種現象。

加里陀褶曲運動，一直繼續到泥盆紀開始的時候；這個運動所產生的影響，到後來，就成爲北歐和北美海退的原因。

氣候溫暖，石灰岩和粘板岩多，直到北緯 81° 還能見到珊瑚；又有岩鹽，石膏的堆積，這足見當時是高溫乾燥的氣候。

96. 泥盆紀 (Devonian)

(1) 名稱

這是在1839年給英國泥盆 (Devon) 州的硬砂岩，泥板岩及石灰岩的地層所起的名子。

(2) 陸上植物的發達

在初期出現的植物像是像海藻那樣的簡單的植物，以後移於陸地，而又能適應陸上的生活。其中的『不西老非他』(Psilophytales) 到泥盆紀末就衰敗了。其他的植物從泥盆紀末又開始進化，森林逐漸的散在地面各處，並且長出來了直徑 2 尺以上的樹木，而造成了其次的石炭紀森林的開端。

(3) 無脊椎動物

蜘蛛，虱等的陸上動物，是在這紀的初期出現的。

海中動物——珊瑚（四射珊瑚）佔重要地位。這時腔腸動物也繁盛起來了。海百合等生長在珊瑚礁的上面。

腕足類——盛大。

二枚貝——發展中。

腹足類——還不算重要的東西。

頭足類——鸚鵡貝衰敗；菊石出現了。

三葉蟲——顯著的衰敗，但變成大形的。

（一到大形時就衰亡，這是動物的共通性。）

(4) 脊椎動物

(a) 魚類——極多，其繁盛的程度，幾乎可將泥盆紀叫做魚類時代。

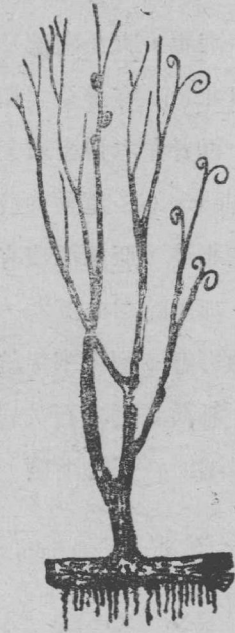
在這以前的魚類是貧弱的，但從泥盆紀以後，就急速的發展；由該紀的地層中已經發現了多數的牙和骨板。

(b) 兩棲類——在泥盆紀的最上部，似乎已經有了兩棲類，這可以算做最初的陸上的脊椎動物。

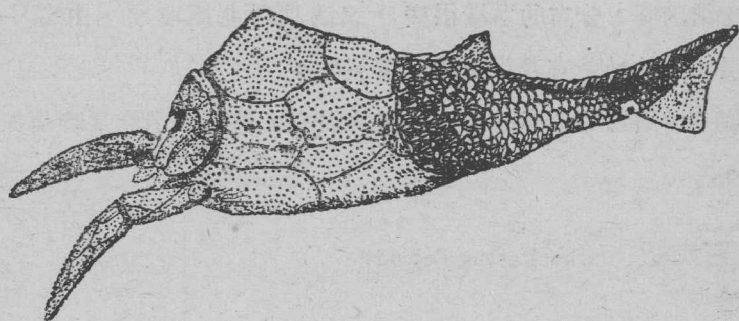
(c) 鮫——海中鮫類多，牠的齒和鰭出現在化石中。

(5) 古地理 (Palaeogeography)

第 36 圖
最初的陸上植物——
泥盆紀
(Psilophytales)



第 37 圖 泥盆紀之魚（甲冑魚）(1/2)



第 38 圖 泥盆紀之魚（肺魚類）(1/3)



從愛爾蘭經過英格蘭到德意志，都是海（堆積的是石灰岩）。

中部英格蘭——蘇格蘭，堆積着一種名叫舊赤砂岩的特殊陸成層，因而形成了一些湖沼。

『提替斯』（Tethys）海開始出現了。（歐亞大陸南部的古地中海）。這個海由太平洋起，穿過中美，南歐，而接連印度洋；也就是地中海的前身。

朝鮮，東北，華北，是乾陸。

東北北部，日本北部，因最近發見有泥盆紀層的報告，所以說，在這地方或許也有海的出現。

由北歐到北美的東北部，到處都可以見到泥盆紀的植物，由這種情形來推測，這些地方是互相接連的；又可能想像各處是同等的溫暖。

植物沒有年輪，所以說沒有氣候的季節的變化。

造礁珊瑚，分布的區域很廣，又波及到北極地方，由這一點看來，很明顯的牠是有着卓越的溫暖氣候。

陸上堆積物的舊赤砂岩也分布的很廣，這是表示着當時是乾燥的氣候。

97. 石炭紀 (Carboniferous Period)

(1) 名 稱

是由於歐美的本紀之地層，出產主要的煤而得其名 (1821年 Conybeare)

(2) 古生代末期的特徵

(a) 古生代末的石炭紀和二疊紀多具有共通性。

(i) 陸上森林繁茂，因而使各地有煤炭的堆積。

(ii) 有許多地方，海成層是由石炭紀繼續發達到二疊紀；並且二者的岩質化石，不是突變的，而是漸移的變化，所以有時候把牠叫做石炭二疊紀 (二疊石炭紀；Permocarboniferous)

(b) 造山運動繁盛

石炭紀中葉在歐洲 (英—德—捷克) 發生了哈爾喜寧，阿爾卑斯 (Hercynian Alps [維瑞士堪山；Veriscan Mt]) 造山運動。這個哈爾喜寧 (維瑞士堪) 的運動，繼續到二疊紀末 (歐洲的古山脈大多數是在這個時候褶曲的)。

北美的造山運動，是由石炭紀開始的，一直繼續到二疊紀末而造成阿伯列親 (Appalachian) 運動，(北美東部的古山脈是在這個時代褶曲的)。

在亞細亞，澳洲想像也有了同樣的運動。

和這個急劇的地變同時又存在着火成岩的活動。

(3) 石炭系的區分

	亞細亞北部	蘇 聯	西 歐	北 美
上部	上部石炭系	烏拉嶺 (Uralian)	上部石炭系	潘喜爾維年系 (Pennsylvanian)
		莫斯科文 (Moscovian)		
下部		下部石炭系	下部石炭系	密西西比系 (Mississippian)

石炭紀的地層，分爲海成層和陸成層，或二者混合的地層。從這個時代開始在地球上出現了堆積上的地方特色。

再者，陸成層和淺海層也繼續發達到泥盆紀，因受加里陀 (Caledonian) 造山運動的影響，遂在各地生成了海邊的淺沼澤。

在北美，西歐，東歐等地，伴隨着上述的哈爾喜寧運動而生成了地向斜；同時厚地層也發達。但在東亞細亞，沒看見過這樣的地層。地層薄是牠的特點。

第 39 圖 (鱗木1/1300)



(4) 植物界 (Flora)

隱花植物的羊齒植物，顯花植物的裸子植物相繼出現，而構成很大的森林。

羊齒植物——鱗木 (Lepidodendron)

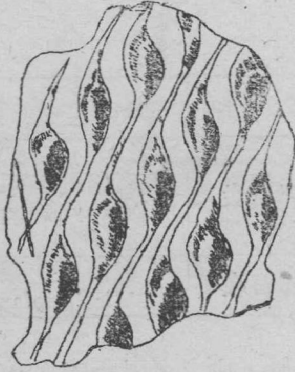
封印木 (Sigillaria)

蘆木 (Calamites; 木賊類)

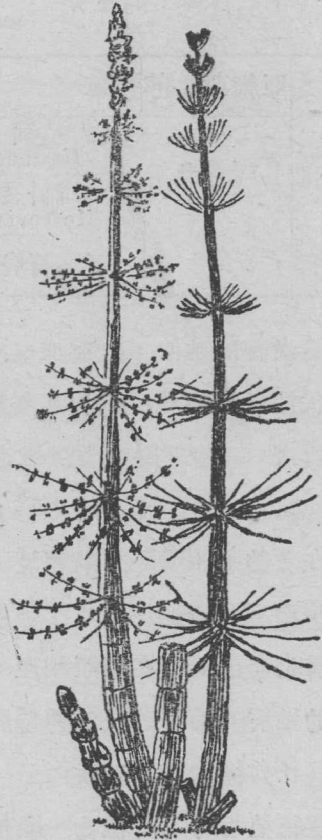
上記植物，有如下的形狀出現。

1 花 2 樹幹

第40圖 鱗木之化石



第42圖 蘆木 (1/100)



第41圖 封印木 (1/50)



在含有煤的地層中，若出現有這樣的化石，則此煤層就是石炭紀或是二疊紀。

從上圖觀察，蘆木的形狀和現在的木賊相似，但其高則達10米。

(5) 陸上小動物

昆蟲類，一般是原始的。油
蟲類似現生種，但較現生的大。

是和植物並行發達的。

在比利時發見了類似蜻蜓的
昆蟲的化石（長翼29吋）。

節足動物中的蝸子，蜘蛛也
出現在化石中。

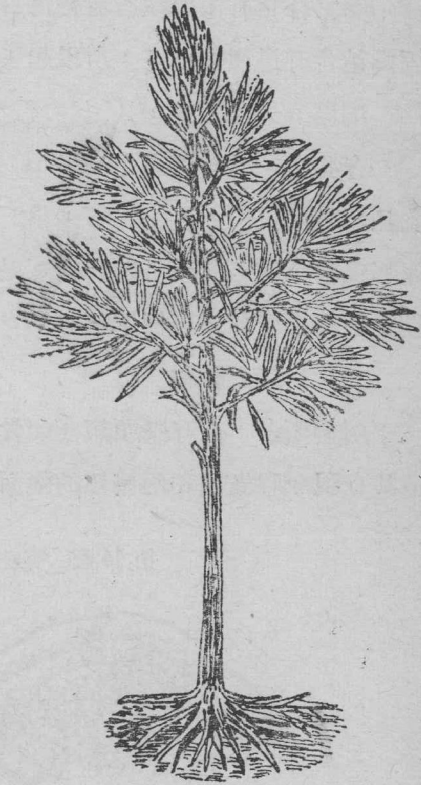
(6) 海中動物

腕足類發展。石燕(Spirifer)
及長刺貝(Productus)是重要化
石。

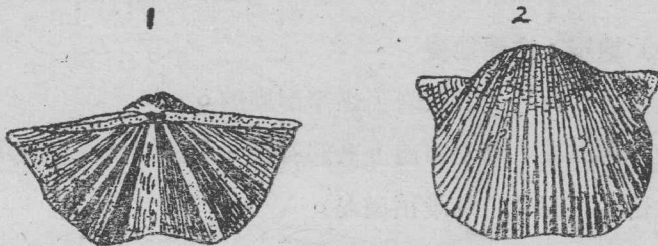
軟體動物——二枚貝增加
頭足類少，但菊石類的稜角
石發展。

棘皮動物——海蕾，在初期
繁盛一時。

第43圖 胡留陀木 (1/100)



第44圖 1 石燕 2 Productus



海百合類很多。

第 45 圖 海百合

海百合化石多出在石炭紀海百合石灰岩，因為牠含有這種化石多，所以起了這個名。

珊瑚——種類多。

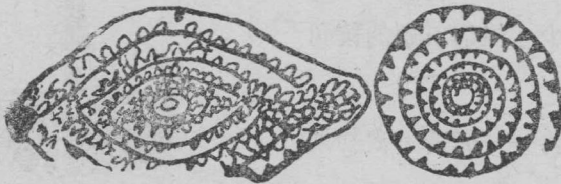
有孔蟲——紡錘蟲 (*Fusulina*) 突然出現，並且發展的很快，這個化石，為 2—5 mm 大；因形成紡錘狀，所以叫紡錘蟲；是石炭紀，二疊紀的海成層的重要標準化石。



(7) 陸上動物

兩棲類多，又有堅頭類（頭骨大且厚）。牠具有現今爬蟲類和兩棲類的兩面性質。

第 46 圖 有孔蟲 (7.5 倍)



爬蟲類：到最末期才有少數出現，但成為化石的，既稀少而且又小。

(8) 地層，主要地史

是由砂岩，頁岩，石灰岩，煤等形成的。

在朝鮮，南滿，華北等地，上部石炭系是直接堆積在奧陶系上，而缺乏志留系和泥盆系的堆積過程。

造山運動，是如前記那樣的顯著。

提替斯海到此紀才完成；同時分割大陸爲南北。北方大陸是現在的歐亞大陸南方大陸是非洲，印度。

植物都是熱帶的。牠也分布在由現在的 $N70^{\circ}$ — 80° 的中間各地。再根據大量的植物集合而造成煤礦的事跡來觀察，就能想像氣候是溫暖多濕。植物的大繁茂，是表示在空中有了大量的二氧化碳。植物化石世界同種的多，這是表示着那時候世界的氣溫是一樣的。在這紀活動的火山，也是造成此等溫暖，多濕，以及生成大量二氧化石礦的原因之一。

(9) 鑛產——歐美的煤大部分是從這個時代的地層產出來的（世界產額中80%由這時代的地層產出來的）。

東北北部的良質石灰岩（例如明城）屬於上部石炭紀的。

98. 二疊紀 (Permian Period)

(1) 名稱

(Permian) 是由蘇聯的坡畝 (Perm) 得來的名稱。二疊紀的「二疊」是德國 Dyas 的譯語，即，因為德國把牠分爲陸成的赤底統和海成的若灰統的緣故。

(2) 地史概要

(a) 在德國，北美的赤色地層中，挾雜有石膏岩鹽，這是顯示着乾燥氣候。

(b) 出產煤（東亞細亞，印度，澳洲）；這顯示着多濕溫暖的氣候。

(c) 在南半球一部含有煤，但初期有冰河，這表示寒冷氣候。像這樣的氣候，是按照地域有顯著的不同；又表示和石炭紀的普

遍的溫暖氣候，有顯著的對照。並且和大造山運動，火山活動的出現也有關係。

亞細亞的二疊紀

在日本，北滿西伯利亞各地，海成層發達，也就是說，牠是海。由朝鮮經過南滿，河北，山東，山西，陝西以至於甘肅，這個廣汎區域，已經形成了一個連續的淺海和低地交錯的地方。在這些地方有煤炭的堆積，又有礫土頁岩的堆積（二疊紀前半）。

平壤，本溪湖，復縣，煙台，鐵廠，牛心台，淄川，博山，開平，山西省之大同在（大同有這時代的煤和侏羅紀的煤），煙台即在這時代產生的。

秦嶺和陰山的中間的低陸地是上記的造煤炭地。秦嶺的南部，陰山的北部爲深海，所以低地常有海水浸入。

造山運動

前紀的造山運動，火山作用仍然繼續盛行。有如下運動：

北美——阿伯列親造山運動（北美東部的山脉）。

歐洲——維瑞士堪造山運動（德，中歐的山脉，烏拉爾山脉）。

亞細亞——崑崙山脉之造山運動。

（3）植 物

在二疊紀前半，石炭紀植物連續出現。

但在後半，起大變化。以後，成爲中生植物時代，於是古生代的植物就滅亡了。

封印木，蘆木，鱗木，由於氣候的乾燥寒冷化同時衰亡。但松柏類出現了。

羊齒蘇鐵類，由此紀以後也逐漸稀少，到侏羅紀就消滅了。

總之，植物界，在二疊紀的後半期，帶有中生代的性質。

在接連印度，阿非利加的棍道無那（Gondwana）大陸，出現了名叫『舌芝朶』（Glossopteris, Gangamopteris）的小型，緻密，厚葉的植物。牠和寒冷氣候互相關聯。

（4）無脊椎動物

是繼續石炭紀的。

腕足類——出現了許多的種類。

紡錘虫——甚為發達。

二枚貝——種類增加。

三葉虫——稀少，在二疊紀末滅絕。

海百合——多。

珊瑚——佔重要地位。

（5）脊椎動物

兩棲類——堅頭類多；牠的頭扁平且大，胸部厚而四肢小。

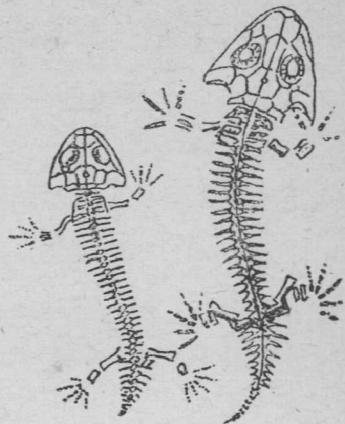
爬虫類——多少有些進步，但還沒成大形。獸齒類的牙和頭近似哺乳類。

（6）東北的二疊石炭系和鑛產

（1）陸成相：華北和朝鮮是同樣的，都能見到上部石炭系，下部二疊系及上部二疊系。

在上部石炭系，能見到頁岩，石灰岩；他以平行不整合覆蓋奧陶系，

第 47 圖
兩棲類化石（堅頭類）



在下部二疊系能見到頁岩，砂岩(石灰岩)和煤；牠以整合，在上部石炭系的上部累重；在上部二疊系又能見到砂岩以及紅色岩層廣為發達的狀況。這是表示在上部石炭紀，有廣汎的淺海而到下部二疊紀變成淺海及海邊低溫地，氣候溫暖，上部二疊紀的氣候是乾燥的，上部二疊系不但化石少，而煤也不存在。

在遮蔽奧陶系的部分(下底)和牠的上部，賦存着一種礬土頁岩，和耐火粘土的重要鑛產物。這些地層發達的地方如下：

通化——鐵廠，五道江，八道江，杉松崗。

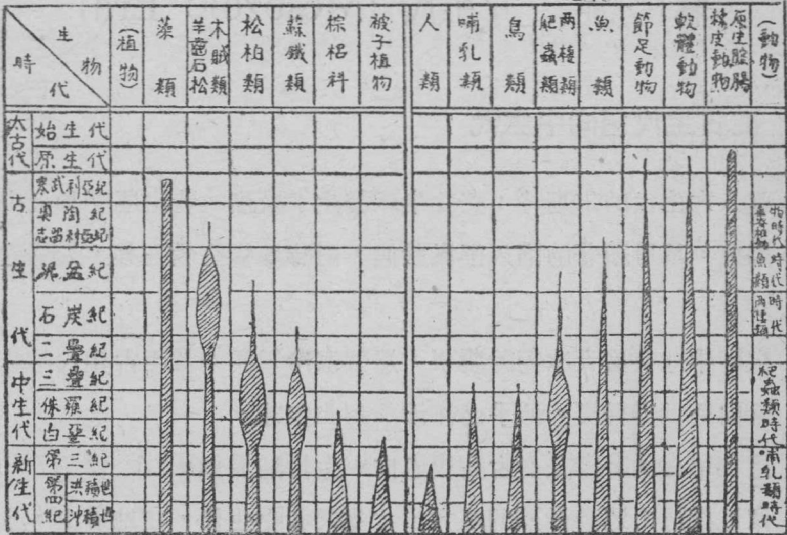
遼寧——本溪湖，牛心台，小市，田師付，煙台，復縣。

熱河——興隆。

錦州——南票地方。

(2) 海城相：結連昌圖圖們的直線以北的地域，都是海成層，這個地方的二疊石炭系，叫做吉林層或豆滿層。沒有像南滿那樣的礬土頁岩，和煤炭。牠是由頁岩，砂岩，石灰岩而構成的。石灰岩是良質的。又出現了海百合，紡錘虫及珊瑚的化石。

第 48 圖 在地質時代生物之發達



此時代植物消滅

此時代哺乳類消滅

第十六章 中生代 (Mesozoic Era)

99. 從古生代邁向中生代

進入古生代的末期時，在北半球發生了激烈的造山運動和火山活動。因此，地層顯著的陷入混亂狀態，同時地盤全般上昇，大陸遂呈廣大。

在南半球有廣大冰期的襲來，這個寒冷氣候，及至古生代的最末期，就向全世界發展，似乎已經涉及到北半球。

這個革命的時期是從古生代邁向中生代的界線。

像這樣造山運動激烈的地方，古生代和中生代，在地層上，也有很顯明的區別。但在中國北部，從古生代邁向中生代的移變，除生物上的變化暫且不論外，在地層上，並沒有特別顯著的間隙。

中國北部（東北，華北）原生代初期以後，未曾有顯著的造山運動和火山活動，但到了中生代，猛然的振起威勢，隔幾億年就起一次最激烈的地殼變動，同時又發生花崗岩的進入和火山的活動等現象，也可以說這是鑛床生成的最有意義的時代。

100. 古生物的變化

(1) 動物

繁殖在古生代的生物如三葉蟲，筆石，四射珊瑚，紡錘蟲等的痕跡也沒有了，完全滅亡了。

已經衰落的動物，則有海百合和腕足類等。

邁入中生代時期，興旺的生物是：腹足類，海膽，爬蟲類，菊石類，特別是六射珊瑚更繁盛。

中生代新出現的動物是：哺乳類（下等），鳥類，硬骨魚。

（2）植 物

完全衰滅的植物是：鱗木，封印木，蘆木。

繁榮的植物是松柏科。

新出現的是潤葉樹。

101. 三疊紀 (Triassic Period)

（1）名 稱

因為德國把牠分爲三層所以有了這個名稱。廣汎的發達在法國，比利時，德國等地；是陸成或淺海成，這叫做德國式三疊系。由阿爾卑斯山向地中海發達的是海成，這叫做阿爾卑斯式三疊系，廣爲世界的標準。

（2）植 物

因氣候乾燥，所以缺乏有關植物的知識。

植物的變化是由二疊紀中葉開始的，及至二疊紀末就成了中生代式，這已經說過了。

下部的植物，近於二疊紀；上部的植物近於侏羅紀。

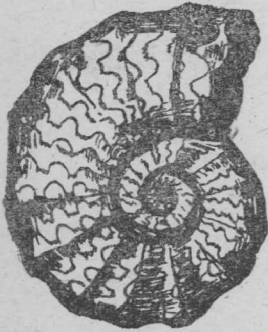
南半球的植物，是和北半球相對的，有寒冷種的舌蘭朶。

（3）無脊椎動物

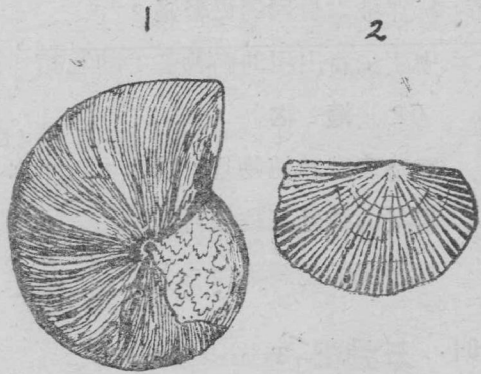
中生代是菊石時代，菊石有顯著的增加。

菊面石和葉菊石是在三疊紀末滅絕的，但在下一紀又出現了另一種菊石。

第49圖 菊面石



第50圖 1 葉菊石。2 芹足類



三疊紀是菊面石時代。

侏羅白堊紀是菊石時代。

頭足類——出現了箭石 (Belemnite)。

二枚貝——成爲重要的。

珊瑚——出現了近似現代種的造礁珊瑚 (六射珊瑚)。

海百合——衰微。

(4) 脊椎動物的發展

爬蟲類——有了顯著的發展。恐龍 (Dinosaur) 出現在初期繼續到中生代末。

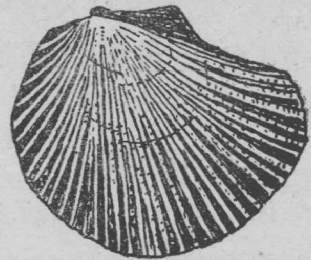
恐龍——和用腹部往前爬的爬蟲類相比較，牠是用四肢和尾巴把身體支持起來並且能在陸上跑，種類很多。

三疊紀的恐龍，細長，類似袋鼠，身長是在10尺——15尺以下。

魚龍 (Ichthyosaurus) ——也出現了。

第51圖 芹足類

Pseudomonotis



長頸龍(Plesiosaurus)

第 52 圖 三疊紀之恐龍 (1/24)

——體厚，頸細長。

魚龍和長頸龍都是由陸上復歸於水中的動物。



水中和陸上動物區別，較比侏羅紀是明瞭的。

哺乳類出現了，但小而又稀少，牙的表面上，有很多的突起。

(5) 地層

是由於砂岩，礫，頁岩，及石灰岩構成的。

地盤多少有上下的活動，所以部分的發生了海浸，但沒有造山運動。

南半球的棍道瓦那 (Gondwana) 大陸仍然存在。

北半球的形勢是：北歐和北亞的安哥拉 (Angara) 大陸，在提替斯海的北方，北美中央部以東，越過大西洋北部而互相連結起來了。

由德國式三疊系所產出的石膏，岩鹽，表示着氣候的溫暖。

在阿爾卑斯式三疊系內，火成岩居多。

102. 侏羅紀 (Jurassic Period)

(1) 名稱

因為曾在沿着瑞士，法國境內的侏羅 (Jura) 山脈中研究過這一紀的地層，所以採用了這個名稱。

(2) 植物

三疊紀氣候乾燥，但從未葉以後，氣候轉為濕潤，植物再為繁茂。亘於墨西哥，加里弗尼亞，阿拉斯加，格陵蘭，斯卑提伯爾根

(Spitzbergen) ，歐洲，西伯利亞，印度，南非，澳洲，南極，中國（尤其是東北，四川，陝西）等地造成了煤炭層。這些地方的地層大部分是湖沼性。

植物：有高等隱花植物的木賊，羊齒類和裸子植物的蘇鐵，銀杏等。因蘇鐵植物多，所以把中生植物代叫做蘇鐵時代。

這些植物，到白堊紀以後就被被子植物所壓倒。

（3）無脊椎動物

昆虫繁多了。出現蛾，蠅，蟻等高等虫類，到中生代中葉，則大為進化。

海中動物的化石很多。

珊瑚類，已經出現了世界上生長各樣種類。

二枚貝，頭足類，也成為近代的形樣了。

節足動物，甲殼類的蝦也蕃生了。

頭足類發達顯著；菊石（Ammonite）的種類，個數都很多，成為重要的標準化石。

（4）爬虫類的繁殖

由三疊紀繼續繁盛，並且更興旺起來了。又由恐龍類出現了很多著名的東西。

雷龍（身長20米；身高3米）。

劍龍（身長4米；身高1.8米）。

第53圖 雷龍 (1/100)



第54圖 雷龍 (1/200)



翼龍類（空中飛行）之中又有了長尾巴的嘴口龍。

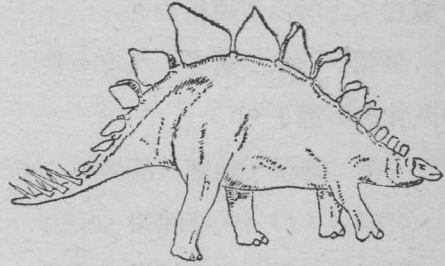
在海中則出現了魚龍，長頸龍。

爬蟲類在陸上，空中，海中橫行。

（5）始祖鳥

在上部侏羅紀有鳥類的出現。直到今日所發見的化石，只有3個。稱牠為始祖鳥（Archaeopteryx）

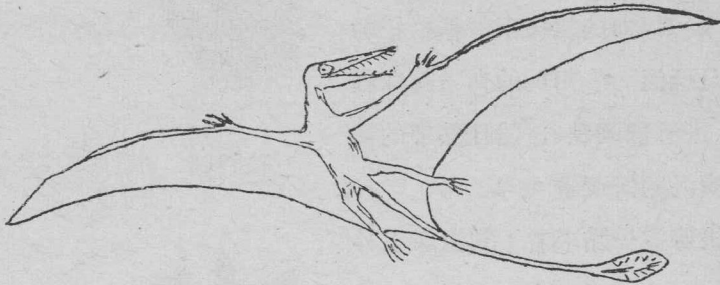
第55圖 劍龍 (1/60)



第56圖 異龍 (11/35)



第57圖 嘴口龍 (1/7)



大小：近似鴿子；在顎上有和爬蟲類同樣的整列的小齒；由翼分出指狀的分肢；尾巴伸出來很長。雖然生有羽毛，但和今日的鳥類不同，分明的牠是由爬蟲類移變的。這曾供與進化論很大的材料。

（6）其他

哺乳類——有四種，都是貧弱的下等哺乳動物。

兩棲類——堅頭類在三疊紀末就滅亡了，所以這紀很少。

魚類——依然繁多，又有少數的硬骨魚出現了。

(7) 地層·地變·氣候

有礫岩，砂岩，集塊岩，安山岩，泥板岩，石灰岩，煤炭等種種地層。一般是穩靜的，但北美太平洋岸和中國，却有火山活動。

因為生物在歐洲有北，中，南，三帶的區別，所以想像已經形成了氣候帶的開端。

三疊紀的菊石，到侏羅紀，就滅亡了，因而能想像下部侏羅紀的氣候是低溫。相反的在上部侏羅紀，則有珊瑚礁；並且熱帶的植物，廣汎的繁茂着。

根據這一點來看，氣溫又上升了。

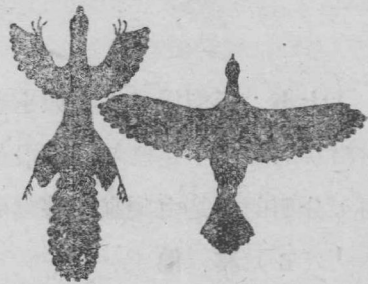
(8) 東北的侏羅系

西安，阜新，北票，老頭溝，和龍，蛟河，密山，鶴岡等處的煤田，是在侏羅系生成的；並且都是廣大的煤田。

第58圖 始祖鳥



第59圖 始祖鳥與近代鳥類大小之比較



是湖沼性堆積物，一部分伴隨着火成岩，並且是由礫岩，砂岩，頁岩，煤炭構成的。東北的煤，50%以上是出於侏羅紀煤田。

想像大概是在下部或中部侏羅紀，起了造盆運動，同時又帶有火山運動，因而在這低地，堆積了這些地層。又可以想像在侏羅紀末，有了花崗岩的進入。北平西山，熱河，間島等地，火山作用，特別顯著。（安山岩類，流紋岩）在大同，陝西等地，也有廣大的侏羅紀湖水，因而生成了煤炭。

103. 白堊紀 (Cretaceous Period)

(1) 名稱

此層序的研究，是由研究英法海峽的白堊岩層開始的。因此，就起了這個名子。

(2) 植物

白堊紀的前半，是繼續侏羅紀，裸子植物和羊齒植物多。中植代由此告終，以後被子植物增多而成新植代。

到白堊紀中葉有櫟，楓，核桃，月桂樹等出現。像這樣被子植物的繁茂，使我們預知，以這個為食物的哺乳動物和鳥類，將在下代發展。

(3) 無脊椎動物

菊石和箭石出現的多，這是中生代的特色。菊石種類甚多，其他則是近似現世的形狀。

二枚貝，頭足類也成為近代的形樣了。

(4) 爬蟲類

恐龍：繼續興旺，又出現了一種大角的，最大者長25米；體重

4 噸。

魚龍和長頸龍：逐漸減少；長頸龍有長12米的。

第60圖 長頸類



滄龍：帶有像蛇那樣的鱗；顎大，所以張嘴容易；鰭是由五指構成的。

海龜和鱷魚：種類逐漸增多。

翼龍：有的一翼即達7—8米，是飛翔生物中最大的。

此紀的翼龍無齒，而鳥類却有齒。

(5) 鳥類，哺乳類

鳥類：魚鳥，黃鸝都有齒；魚鳥有完美的翼，但黃鸝的翼倒反退化，而形成像今日的企鵝鳥。

哺乳類：前紀的四種，仍然繼續存在。其中的一種，已進化爲有袋類和食蟲類，都是小型的，又漸漸進化，遂成爲第三紀哺乳類時代的始祖。

(6) 地變和氣候帶

白堊紀的水陸分布逐漸近於現代的狀態。

提替斯海仍然不變的向東西伸展，並且浸入非洲和南美的中間，而造成大西洋的開端。海浸發達於全世界這叫做西那年 (Cenonian)海浸。

棍道瓦那 (Gondwana) 大陸被切成好幾部分，而出現了印度洋。造山運動，也在上部白堊紀有激烈的表現，美國把牠叫做拉拉米德 (Llalamid) 運動。

○在南北美的西部開始出現褶曲山脈，這個地變，繼續到第三紀。

提替斯海，從侏羅紀以後，常常受地變的影響；火山活動也在白堊紀末成爲顯著的了。

綜合海棲動物的分布情形，則更能明瞭已經有了氣候帶的存在。隨後又發現能辨別年輪的樹幹，由此就能知道已經有了季節變化，同時氣候狀態，也是近於近代的。

巨大爬蟲類的生活，可使我們推定當時的一般的氣候，會比今日的氣溫高。

(7) 東北的白堊紀

(a) 相當廣泛的分布在侏羅紀煤田的上部或個別地方，全是陸成層，在中生代以後，東北沒受過海水的浸入。在熱河南部，錦州地區，通化，間島及牡丹江方面發達。含有砂岩，礫岩，頁岩，油頁岩，或石英粗面岩，安山岩，集塊岩等岩石，又挾在着粗劣的煤。

(b) 從侏羅紀到白堊紀，在華北，東北，朝鮮等地，發生了顯著的地殼變動，原生代以後的地層，由於這個運動而成爲褶曲，把這個地變叫做燕山運動。因此，就在白堊紀末生成了現在地形的原形。

(c) 花崗岩，安山岩，石英，粗面岩，也是在侏羅紀和白堊紀的時期內伴隨着燕山運動而迸入噴出的。

第十七章 新生代 (Cainozoic Era)

104. 概 論

(1) 由中生代轉入新生代

在中生界和新生界的中間一般有不整合的狀態，即在堆積上，或生物系統上，也有顯著的斷絕。

在白堊紀末期所起的大海浸，從邁向第三紀的時候，就開始了海退，而增加了陸地的面積。但又常常發生部分的海浸。

邁入第三紀後，全世界都有造山作用的發生，因而各地形成了褶曲山脈；同時火山活動，也極為激烈。

(2) 對生物界的觀察

菊石——滅亡（其他各種的海中動物，也有滅亡的）。

爬蟲類——甚衰，僅僅殘餘像現在那幾種。

貨幣石（有孔蟲）——在第三紀有顯著的繁殖。

哺乳類——顯然進化；新生代就是哺乳類時代。

人 類——新生代末葉，有人類出現。

植物界——白堊紀的後半以後被子植物就代替裸子植物而繁盛起來了。

(3) 新生代的區分

在地質學尚未發達的時代，分地質時代為第一紀，第二紀，第三紀，和第四紀的四個階級。但今日僅第三紀和第四紀仍然使用，而第一紀和第二紀則分為始生代，原生代，古生代，和中生代，只殘留第

三紀和第四紀的名目，又把牠結合而稱爲新生代。

新生代有如下的區分：

舊 ↑	第 三 紀	古 第 三 紀	曉新世 始新世 漸新世
		新 第 三 紀	中新世 鮮新世
↓ 新	第 四 紀	洪積世 冲積世	

(4) 新生界的特徵

新生代雖短，但牠的記錄是豐富而且複雜的。新生代以前，廣大的海的堆積物居多；相反的新生界則是各樣的海灣，湖沼，以及海叉子的堆積較多，也就是說局部的變化多。因此，地層的對比困難。

哺乳類的進化是微妙的，所以對時代的決定，提供了恰好條件。但不一定由許多的地層中都能發見。

下等動物，因缺乏良好的標準化石，其時代難以斷定，但牠裡邊也有現生種混入，所以可以從混入的比率，推斷出來。

生物界是哺乳類和人類的時代，在地形上說，這是大山脈的崛起時代。

(5) 地形的發達

阿爾卑斯 (Alps)：褶曲是由中生代開始的。提替斯海，遭受南非的側壓，而作成了2—3條山脈，但到白堊紀，又沉入海底，在白堊紀末又受側壓，因而於始新世有一部分衝上，但一直到漸新世的中葉仍然是海。

由漸新世掀起了阿爾卑斯大造山運動的褶曲，於是大山脈出現，

由南向北而壓倒。

喜馬拉亞 (Himalaya)：由阿爾卑斯到喜馬拉亞這個地帶的形成經過，略與上同。在喜馬拉亞山發見了海成的始新世地層，達到兩萬尺的高度。

落磯和安地斯 (Rocky & Andes)：因中生代末的拉拉米德造山運動而有了大褶曲。新生代前半即是此山脈的剝削期。但如今日的高大，是在鮮新世，洪積世造成的，這是加斯加德 (Cascade) 造山運動。

火山作用，很顯著的出現了今日的環太平洋及地中海的火山帶。今日的地形，如上面所述，是受了這些運動而形成的。東北，華北，沒有褶曲和造山運動，但有斷層作用和若干的小火山。

105. 第三紀 (Tertiary Period) 古第三紀 (Palaeogene)

(1) 植物

闊葉樹由白堊紀中葉以後多起來了。

草本類不多。哺乳類的臼齒是從新第三紀開始發達的，這大概是因為這個新第三紀草木類多起來的緣故。

北半球一有溫暖，濕潤的植物分布，所以在日本，撫順，琿春，舒蘭，德國等地產生了煤田；並產生了榆，白樺和塞庫亞 (Sequoia) 以及核桃等植物。

(2) 無脊椎動物

新生代的動物，是在中生代發達的，不過有細部的變化而已。惟有貨幣石 (Nummulite)，在這個時代，大為發展 (有孔蟲)。

(3) 脊椎動物

爬蟲類——全盛期已過，而成爲鱷，龜，蜥蜴 (Lizard) 的時代。

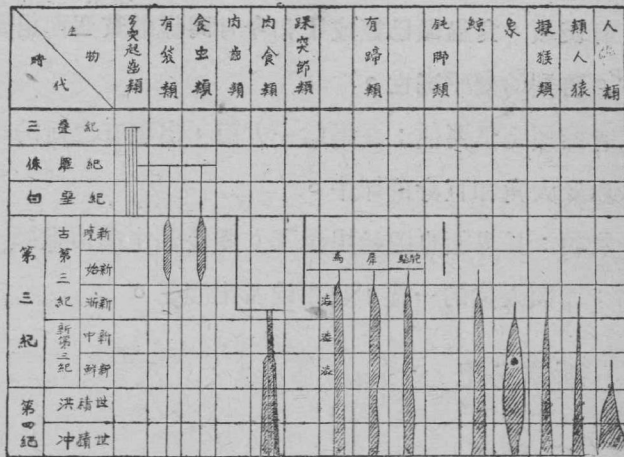
蛇類——出現於白堊紀，但缺乏這類的化石。

鳥類——缺乏化石，但是知道始新世已經有了現代形的無齒鳥類。

哺乳類

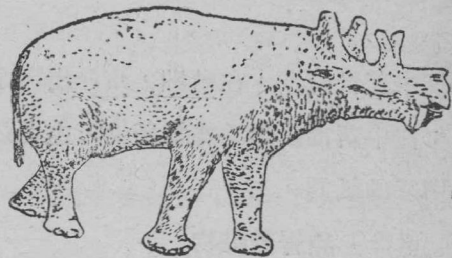
第 61 圖 由化石所見的哺乳類發展

(a) 曉新世的哺乳類是舊型的。有的像有袋類，食蟲類到今日仍然保存着原始型，但有三種現在完全不存在了。



肉齒類是今日肉食類的祖先。踝突節類是今日有蹄類的祖先。

第 62 圖 鈍脚類



(b) 始新世有舊型和新型

有袋類和食蟲類分布在各大陸。自始新世以後，有袋類的存在就只限於澳洲地方。



新型的是小型，腦部小，齒和四肢仍未進化。

在奇蹄類中出現了小型

恐角獸(上) 兜齒獸(下)

的三個腳指的三趾馬和沒有角的犀牛等動物。在偶蹄類中又出現了小型的駱駝。原始型的鯨魚，也出現了。

(3) 漸新世

有袋類，食蟲類已經成了和今日同樣的貧弱而退却到澳洲的一個地方。舊型的幾乎滅亡。

有蹄類是重要種；在馬這一方面，出現有三趾的馬；又有無角的犀牛以及大角和巨身的犀牛。

象類：長鼻類也開始出現了。靈長類中的擬猴類 (Adapis) 廣為分布；而類人猿的一種，也由埃及出現了。

106. 新第三紀 (Neogene)

(1) 植物

在生物界，除哺乳類以外僅僅分布狀態和現在不同，此外無大差別。

中新世初期，在歐洲，東洋出現了溫暖氣候的植物。松柏類減少了；在中新世後半季和鮮新世，主要是溫帶落葉樹，這表示着已經成了稍寒的氣候。

(2) 無脊椎動物

標準化石少；各地的差異顯著。

(3) 哺乳類

逐漸發達，在鮮新世的最上部，似有人類出現的傾向。

中新世

有蹄類：顯然帶有近代形樣。

偶蹄類：有駱駝，長頸鹿。

奇蹄類：有馬科，犀科

；馬是三趾的。

長鼻類：成爲大型的。

肉食類：繁多。

靈長類：出現了類似大猩猩 (Gorilla) 的種類。

鮮新世

長鼻類：激增。

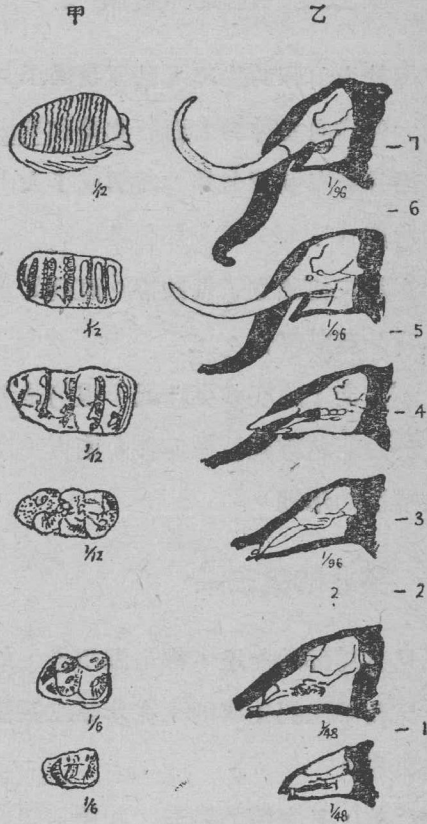
新
象科
舊

鼻短，沒有牙，齒
單純，小型。

鼻伸長，牙也伸長，
齒複雜，中
型。

鼻長，牙長，齒很
複雜，大型。

第 63 圖 長鼻類之進化



第 64 圖 新第三紀之象 (Mastodon)



- 甲…白齒
- 1 始新世
 - 2 漸新世
 - 3 中新世
 - 4 下部鮮新世
- 乙…頭部
- 5 上部鮮新世
 - 6 洪積世
 - 7 現世

奇蹄類：在馬科之中，初次出現一趾的馬；而犀科也多。

107. 第三紀的地變和氣候

關於大山脉的生起，已經說過了。

大西洋向北伸展，而將北美和歐洲斷開了。

提替斯海漸漸上昇，而形成了大山脉，及至末期，就成爲今日這樣的狀態。

在第三紀確立了氣候帶。直到始新世英，德，加以及亞細亞北方，還是亞熱帶性。

漸新世，溫度多少降低，但仍是溫暖。到中新世，從北方來了海浸，於是亞熱帶就被推而移向南方，及至鮮新世，氣候一般都低下而移洪積世的冰期。

108. 東北的第三系

見有局部的發達，都是湖沼性，如撫順，琿春，舒蘭向三姓的煤田，係舊第三紀生成的；在新第三系生成的少。在撫順，三姓又伴隨着油頁岩。

● 北美，日本等的鑛產，和第三紀火山活動深有因緣；而東北火成鑛床，則與侏羅白堊紀的火山活動有因果關係。

在白堊紀末，生成了褶曲山脉，及至第三紀初期有一部分已形成了湖沼，但從那以後就成爲浸蝕時代了。

第三紀末的全世界的造山運動和火山運動，在東北則變成斷層作用，因而影響了若干的地盤的隆起和下降。但以第三紀全部來看，却未沉入海底。到第三紀末，就開始進行準平原化作用，地盤曾一度低

下，但到最末期復爲上昇。

第三紀末的玄武岩的噴出，已經在通化，吉林省，熱河北部發見了。長白山的噴出，也是由第三紀末開始的。

109. 第四紀 (Quaternary Period) 之概要

由第三紀末到第四紀的初期多有移變。但大山脉的大部是在第三紀完成的。進入第四紀後，僅僅上昇作用仍然繼續進行，於是第三紀的海，及至第四紀時，就開始海退了。

最大的差別，第一是：從第三紀末發生的寒冷氣候，及至第四紀時則轉變爲冰河期。第二是：人類的出現及其發達。

第四紀分爲洪積世和冲積世的兩個階段。

洪積世 (Diluvial Epoch) ……更新世 (Pleistocene)

冲積世 (Alluvial Epoch) ……現世 (Holocene)

這些地層，在地殼表面上，僅對第三紀形成的骨骼上部，加以修飾，並且是沒充分凝固的礫砂：粘土，黃土，墟母 (Loam) 等物。

洪積層中的巨大哺乳類，在現世大部滅亡。

冰期在冲積世是不存在的。海岸，河岸等高段丘層及上昇平原等爲洪積層的產物。現在河川兩岸的河成地層，就是冲積層。

110. 洪積世之冰河時代 (Glacial Age或Ice Age)

是冰河擴大的時代，所以叫做冰河時代。冰河的伸縮和人類的出現，爲此時代的顯著現象。

冰河時代，在歐美特別發達，則形成了如下的四回冰期。

——前冰河期——

(歐) (美)

第一冰河期 (Gunz) (Nebraskan)

——第一間水期——

第二水河期 (Mindel) (Rausan)

——第二間水期——

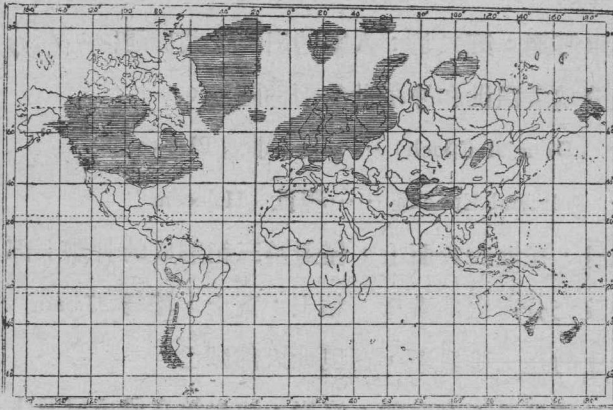
第三水河期 (Riss) (Tilinoian)

——第三間水期——

第四水河期 (Wurm) (Wisconsinian)

——後水河期——

第 64 圖 在洪積世水河時代，大水河之分布地域 (橫密線)



第 65 圖 洪積世之象 (*Elephus primigensis*)

最重要的動物是象。

巨象 (Mammoth) 存在於廣汎的地域。西伯利亞探險的蘇聯人，在勒那河畔發見了洪積世的象，其身，毛，肉等全身仍保存着原來的形狀而埋封在水



中。

在哈爾濱的顧鄉屯，也發見過象的牙齒化石。又有犀馬，河馬，鹿，馴鹿，牛，洞熊等動物。

III. 人類的出現

或許在鮮新世就有人類的出現，這是依照原始的燧石而判斷的。但究竟是人作的或是自然的，實屬不明。關於人類的過去是根據石器及化石推定的。

進入洪積世，石器遂多，所以把這個時代，叫做舊石器時代 (Palaeolithic age)，又有前期與後期之別。

最古人類的化石，是在爪哇粹尼爾 (Trinil) 發見的直立猿人 (Pithecanthropus erectus)。是從和歐洲的第一冰河期的同一地層中出現的；經過了47.5萬年以上的歷史，大概是在一百萬年前生長的。從牠的下齒，腳骨，頭腦骨，上齒等方面來觀察，較比高等類人猿更像人樣了。但仍然能看出來牠有近似類人猿的性質。身長5呎7吋；很明顯的是直立行走的。

第二人類化石是在北京周口店發見的北京人類 (Sinanthropus Pekinensis)。較直立猿人為進化，已有使用火的表現。

第三人類化石為赫德堡人 (Palaeoanthropus heidelbergensis)。是第二間冰期 (20—35萬年前) 的產物。齒是人類原始的形狀，顎似大猩猩，尙未近似現代人。

第四人類化石，是在英國發見的璧爾唐人 (Pitdown或Eoanthropus dawsoni)。這仍然有着疑問，但牠具有人類和猿的兩面性質。其地層則是10—15萬年前的地層。

第五人類化石，是在歐洲各地出土的寧德塔人(Homo Neanderthal)出自德，西，比，法各國的洞穴中。時代、是第三冰期的末期和第四冰期的大部，即等於洪積世的末期。是 2.5—10 萬年前的地層。這種人類，在舊人類中是最類似現代人的，但仍類似猿人。即『個子小，但身體是結實的樣子；腳非常彎曲，牠的下端似乎是屈膝而行的樣子；頭蓋長而扁；眼窩深凹；下顎緊縮，沒有文明人的顎。』

在發見這樣人類骨骼的同時，又有石器，武器的出現，這顯然是已經有了很粗野的文化。

從人類使用的器具來說：

直立猿人使用破木片

北京人 使用火。

赫德堡人 使用石斧，自然物。

壁爾唐人 使用加工的石器；原始手工業開始。但他們還不知道磨石頭的法子，僅僅是劈石頭而已。

壁爾唐人是在間冰期（歐洲）的溫暖地帶，所以過着露天的生活。可是住在第

四冰期的念德造爾人就不得不在洞中藏身，雖然是粗野，也感到衣服的必要。因此就需要特殊的器具，來和自然界作鬭爭。由於這種鬭爭

第66圖 猿、類人猿、人類之頭骨比較類(始新世)



1 擬猿 2 黑猩猩類
3 猿人（直立猿人）
4 Neanderthal 5 現代人

而提高了文化。

在石器中，有狩獵用和戰爭用的器具，這是顯示着，他們和自然界作鬪爭及爭奪食物等努力克服生活困難的各種條件。

寧德塔人，對於死人，已知埋葬，這表示了在精神上的活動，也有些進步。該人類類似第三人類化石赫德堡人的子孫。想像牠繁盛到某種程度後，就消滅了。

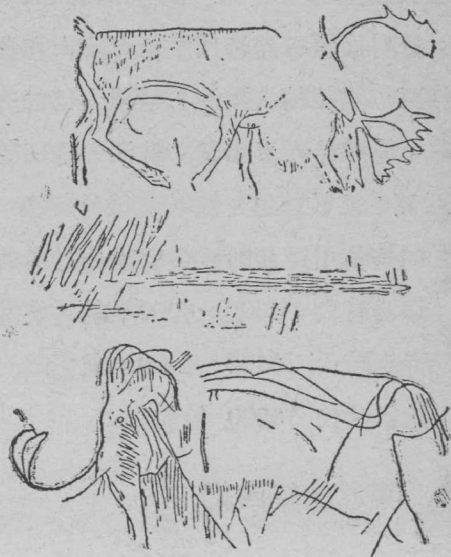
現人類的黎明 (Cro-Magnon人)

在新期的舊石器時代，有和現人 (Homo Sapiens) 區別不出來的人種出現了。曾在歐洲各地發見的克洛麥農人 (Cro-Magnon) 化石和牠的遺跡，就是屬於這種人的。

他們是一種身長 5 呎 10·5吋乃至 6 呎 4·5吋的高個人。長顎，高額，寬臉，顎骨寬而高，眼窩低，顎堅強，是一個結實的身體；腦容量較現代人的平均大；腿比胳膊長；腿快，適於狩獵。

現在有兩三種亞細亞人，大概是這種人的子孫。注意死人的埋葬，身體帶有色彩。這種人類是在第四冰期後的後冰河期生長的。

第 67 圖 古代人類之繪畫
(在法國南部之洞穴中發見的)



上表示馴鹿，下表示象

在最後的時代，文化已達最高潮。這是因為從後冰河期以後，氣

候多少轉爲寒冷，因而開始了洞穴生活的關係。並且在洞穴的牆壁上，出現了如象；犀牛等的繪畫和彫刻。

在地中海發見的克洛麥農人的一種男女化石，想像牠是白人和黑人的進化的中間種；也可以說是兩者的祖先。

克洛麥農人，在歐洲多被發見，將來在亞洲，也有發見的可能。認爲牠是從亞細亞移向歐洲的人類，所以才這樣推測。

以後有新種族向歐洲侵入，於是克洛麥農人就顯然衰落了。新侵入者是在亞細亞起源的亞爾卑斯人種和南地中海人種以及北方人種等。這個時代，已進入沖積世（新石器時代）了。

112. 沖積世

氣候生物，地形，和現在幾無大別，這時候的人類，已使用石器。這叫做新石器時代。新石器和舊石器混雜着。新石器起於亞細亞，以後轉入歐洲；這種人已經有了高等的文化，放棄游牧固定住處，而開始從事農業。歐洲的這個時代是遠在 7000—10000 年前而亞洲則更較悠遠。關於此後的變遷，則與人類的歷史所記載的相同。如按使用器具的種類來說是這樣的：

銅器時代 5000—6000年前（埃及）

青銅時代 3500—4500年前

鐵器時代 3200 年前

113. 東北的第四紀

第三紀中葉，在亞細亞的北部，也普遍的有了溫暖氣候。因此，就形成了厚土壤，及至第四紀，歐洲就成爲冰河期，相對的中國西

南部的高山也有了冰河，但東北沒有冰河的遺跡。可是氣候乾燥，所以在第三紀生成的厚風化土壤被風吹起，而向南滿華北的山野，搬運大量的黃土；這個黃土是東北的南部及華北一帶洪積層的特色。此等第一次的黃土，以後受水沖風吹而又作了二次，三次的堆積。沖積系所堆積的是這種二次黃土。在黃河平原分布很廣；在東北南部，也能見到有同樣的現象。

北京人，爲古人類的代表者，這個人類的出現，在華北提供了貴重的材料，而東北却無此遺物，但是知道在松花江岸，熱河，義州附近，有象，犀牛等以及那以後人類的遺跡。

遼河和黑龍江的分水界，是在第四紀出現的，在那以前，北滿的河川却是向遼河方面會合的。松花江，遼河兩河系的河川，把山刻的像今日這樣的深，也是進入第四紀以後才顯著。很明顯的，熱河、長白等山地，在第四紀，有某種程度的上昇。在第三紀中葉，成爲準平原化的山野，從第三紀末，到第四紀這中間，反覆的發生了種種的穿刻，上昇，下降，才成爲現在的形狀。

河川兩岸的高段丘，是洪積層，現在河川流域的平地是由沖積層形成的。

白頭山的噴出，是屬於第四紀的關於鏡泊湖的生成及其熔岩，五大蓮池，以及熱河西部的玄武岩，想像也能和第四紀噴出有關係。

114. 引 言

地球是一個活動體，如同生物一樣，繼續種種活動而總不停息。經過悠長的歲月，形成了今日的地殼。這種事實，我們已在第二編地史學中瞭解得很詳細了。

這個總不停息的活動，就是地球的進化。爲了探求現在地殼上各種現象，和各種事物的真象，我們更須對各種作用，加以研究，因爲它們與鑛床，土木，及其他各部門等，以及與人生，均有密切的關係。

這種變動，可分爲**內力作用**與**外力作用**，前者是地球內部的作用，就是地球內部的熱，達於地殼的表現。後者是因地球外部的活動力所發生的作用。其本源，爲太陽的熱力。本編由第十八章至二十四章解述外力作用。由二十五章至三十章說明內力作用。

第十八章 風化作用 (Weathering)

115. 定義與區分

由於大氣，水，生物等的共同力量，使地殼表面的岩石，變成岩屑 (Detritus) 及土壤 (Soil)，這種作用，叫作風化作用。

風化作用，又可分為機械的風化作用 (Disintegration) 與化學的風化作用 (Decomposition)。前者為岩石的霉爛，後者為岩石的分解。

116. 機械的風化

發生機械的風化之主要原因，在於氣溫的變化。經常不斷的氣溫變化，可使岩石霉爛 (Disintegration)，因為構成岩石的礦物，其膨脹率各不相同，經過連續悠久的冷熱變化之後，岩石的表面就像洋蔥一樣的剝裂脫落了 (如花崗岩之霉爛)。

若岩石中含有水分，水結冰時，則體積膨脹，故岩石亦因此而破裂霉爛，所以機械的風化作用，盛行於高山地方與乾燥地方。前者因冰的作用而發生，後者為熱的作用所促成。風化最顯著的地方，岩石破碎成爲岩海，岩流，或石河。

在斜面上生成的岩屑，因重力而徐徐下降，叫作匍行 (Creep)，由急崖轉落下來，叫轉石，轉石落到崖下，集合起來，形成崖錐 (Talus)。

此外，生物對於機械的風化，也多少有些關係 (如植物根的活動)。人類給與風化作用的關係，其最大者，則爲森林採伐，土木工程

程，及鑛山開發等。

117. 化學的風化

(1) 主要原因

因空中的氧(O)，二氧化碳(CO₂)，水，及生物的有機酸所促成。

(2) 分類

(a) 氧化作用 (空氣中的氧給與岩石的作用)

(b) 碳酸鹽化作用 (由二氧化碳生成碳酸鹽化物)

(c) 溶解作用 (水，溶解岩石的作用)

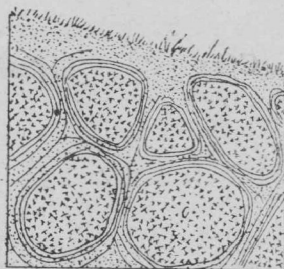
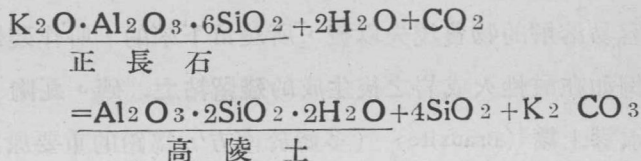
(d) 加水作用 (水，使無水化合物變成含水化合物的作用)

但在實際上，這些作用，都是同時活動的。例如：

(a) 長石，雲母，角閃石，輝石，橄欖石等，造岩鑛物分解

後，生出種種含水的酸鹽 (如高陵土，綠泥石，水礬土鑛等)。

(b) 長石很容易起高陵土化作用 (陶土化作用)，生出粘土。



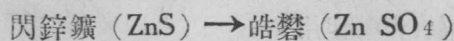
第 68 圖 沿着岩石的裂罅進行分解作用所殘存的球形岩塊 (花崗岩等)

CO₂，是由空氣中或腐朽的植物中生出來而溶解在水裡的。其所

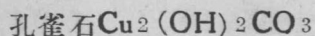
生成的 K_2CO_3 ，溶於水中便成爲植物的養分。

(c) 含鐵的造岩礦物（輝石，角閃石，橄欖石）及氧化鐵礦（磁鐵礦，赤鐵礦），硫化鐵礦（黃鐵礦），一經分解，便成爲成分與銹相同的褐鐵礦（ $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ）。多數的風化產物，皆因此而呈現赤褐色（如鏽床露頭）。

(d) 若水中含氧時，則硫化礦物吸取水中的氧，化合後，便成爲硫酸鹽類。例如：



這樣硫酸鹽類，若與阿爾加里碳酸鹽的溶液相遇時，便生出碳酸鹽類，如：



118. 殘留堆積物

若地下水含有 CO_2 時，石灰岩便被溶解，但石灰岩中的不純物若不被溶解時，則形成赤褐色的土壤，造成石灰岩地方的特色（如遼東半島）這種土壤，叫作赤色土壤（Terra Rossa）。上述的風化產物中，容易溶解的物質流失以後，所殘留下來的，叫作殘留堆積物。

例如在酸性火成岩之後生成的殘留粘土（磚，瓦陶土的原料）水礬土礦（Brauxite）（多產於南方，爲鉛的重要原料），褐鐵礦等，都是主要的殘留堆積物。

119. 土 壤 (Soil)

土壤之種類如下：

第 69 圖 由岩石生成土壤的狀況

土壤——充分分解了的風化產物。因有動植物的有機酸，故成爲灰色或黑色（表土壤）。

亞土壤——未被風化的岩石與土壤的中間部

原生土——存留在原來的母岩之同一地方的土壤。因爲僅殘留不溶解性物質，所以也叫殘積土 (Residual Soil)。

漂積土——被自然力運搬到距其母岩的位置較遠處的土壤。按其運搬力之不同，又可分爲下列諸種：

重積土——被重力運搬的。

冲積土——被河水運搬的。

冰積土——被冰河運搬的。

風積土——被風運搬的。



產於東北，華北的二疊石炭紀層中的礫土頁岩與耐火粘土，都是由同時代的漂積土生成的。其生成過程，是在母岩分解之後，變成了一種類同殘留粘土與水礫土鑛的物質，其後又被河水運搬，堆積成今日的岩石。

土壤的成分中，有砂和粘土及有機物。如果砂的含量與粘土的含量相等時，則爲壩母 (Loam)，如粘土的含量大於砂的含量時，則爲腐植 (Humus)，泥炭就是腐植最顯著的。

腐植較多的土壤，叫作**腐植土** (Humus Soil)。

120. 氣候與土壤

決定土壤性質的有力條件，就是氣候。

廣範圍分布的類似土壤，叫作**地方土壤**，在其局部夾雜的土壤，叫作**局部土壤**。因各地氣候不同，所以土壤的性質也不一樣，茲舉例簡述如下：

(1) 極地，高山地方

只能成爲岩粉而不能成爲土壤。

(2) 熱帶多雨地方

土壤厚，其特徵是**紅土** (Laterite)。

(3) 乾燥地方

因爲水的蒸發很快，所以可溶性物質不被水所溶解而仍殘留於土壤中，因而生成**礮性土壤** (例如東北地方)。

(4) 一年內雨，乾雨季相交代的地方

雨季，使植物滋生，乾季，則防礙其分解，所以生成**黑土** (蘇聯南部)。

121. 土壤的改良

在多砂的砂土裡加粘土，植土裡加砂土，酸性土壤裡加石灰，礮性土壤，則暢通其水的循環而充分灌溉之，這樣，則可使不毛的土地，變成肥沃的良田。

第十九章 風的作用

122. 特 徵

風有破壞作用，叫作風蝕 (Wind Erosion)。風蝕之中又可分為兩種，一種是蝕搬 (Deflation)，一種是削磨 (Corrassion)。譬如從地表上把塵砂等吹走，這就是蝕搬，其所運搬的物質，向岩石面及礫磨擦的作用，就是削磨。此外，風還有一種堆積作用，就是被風力所吹送運搬的東西，在風力變得微弱的地方，堆積下來，構成地層（如風成層等）的作用。

風力的活動地方，多在海上，海岸，島嶼，高山，草原，沙漠。尤其是乾燥地方，及缺乏流水的地方，風的影響更大。

流水，雖然完全向着重力的方向流去，但風則可能向與重力相逆的方向吹去，這就是風力的特性。中國的黃土層，所以堆積在高山峻嶺上的原因，就是這個道理。

123. 乾燥地方的特徵

(1) 岩石沙漠

地表的風化產物，完全被風吹走，於是裸出岩石的表面，遂被削磨得很光滑。尤其是軟弱的岩石，一旦被風蝕後，就變成蕘岩或島山。

(2) 砂礫沙漠

細砂全部被風蝕搬，只剩下粗砂礫覆着地表。

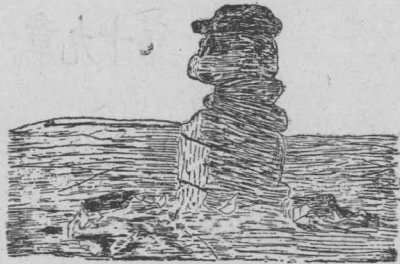
(3) 沙 漠

在岩石沙漠與砂礫沙漠之下風頭的地方，嘗生成由厚沙層堆積的沙漠。

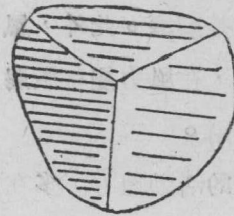
(4) 三稜石

石塊的表面，向一方向被削磨成很光滑的面，向另外的方向生出同樣的平面，而在這些面的中間，稍有明顯的稜角的，叫作三稜石。三稜石是在砂礫沙漠，或海岸方地形成的。

第70圖 芽 岩

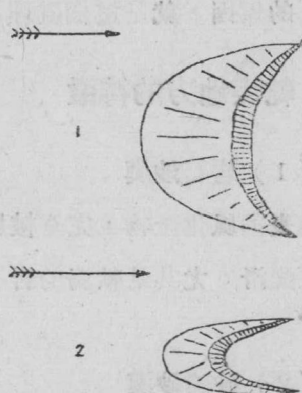


第71圖 三稜石



124. 砂丘 (Sand Dune)

沙漠的砂丘或海岸的砂丘，按照風的方向，形成兩種不同的形態，即背風的地方，成急傾斜，迎風的地方，作緩傾斜。這樣馬蹄形的砂丘，叫做 (Barchan)。(東北之林西，赤峰等地有此地形) 假如許多這樣砂丘複合起來，則成爲不規則的砂丘。

第72圖 馬蹄形砂丘 (Barchan)
(平面圖)

箭頭的方向表示風的方向

第 73 圖 馬蹄形砂丘的配列



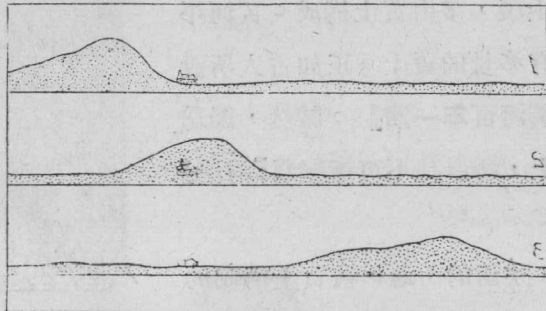
125. 風成層

風力若大，雖粗粒的砂礫也可被風力搬走，但若風力逐漸轉弱，則粗粒的砂礫就逐漸被遺置下來。至於極微細的塵砂，直至降雨時為止，仍浮游於空中。

蒙古的塵砂，不但能颳到東北及華北，並能波及日本。

構成砂丘的砂礫，是比較粗粒的，因風力之變化而大小不同，故能生出層理。其後堆積的砂層，如不在原有的水平面上平行堆積時，則形成斜行層理，這種斜行層理，叫作偽層 (False Bedding)。(參看第20圖)

第 74 圖 砂丘之移動



126. 黃土 (Laess)

(1) 性質

是在東北，華北，很發達的第四紀風成層，其性質如下：

(a) 由磨圓了的微粒構成。粒子的大小，在砂與粘土的中間程度。

(b) 呈黃褐色而無層理。

(c) 粘性很強，形成垂直的絕壁，

(d) 含有名叫薑石的不規則的碳酸石灰質團塊。

(e) 其堆積，與地表的高低無關，厚度亦各不相同。有時竟達200公尺之鉅。

(f) 絕無海成化石，只含有少許的草根性獸類及卷貝類的化石。

(2) 成因

想像是在洪積世由西北地方颳來的風塵構成的。其中一部，若再次流向盆地或河底者，則有層理。

華北的土壤，多由黃土構成。黃河平原中，亦含有多量的黃土。正如古人所說的一樣，『黃河百年一清』。誠然，因為其中流着黃土，所以是不可能變為『清流』的。

如山西，陝西的山地，被黃土構成的土崖所隔離，山巒也呈黃色。

第75圖 中國之黃土



第二十章 河川的作用

127. 河川的平衡 (Grade)

河川有浸蝕，運搬，堆積三種作用。在上流，即傾斜大的地方，盛行浸蝕和運搬作用。到下流，傾斜小的地方，則盛行堆積作用。雖在同一傾斜處，若水量大時，則浸蝕與運搬作用較大，水量小時，則堆積作用較大。

堆積作用與運搬作用，在傾斜急，水量多，速度大的地方，非常顯著。

若浸蝕，運搬，堆積三作用相平衡時，既不浸蝕，又不堆積，這樣狀態，叫作河川的平衡狀態。茲列斷面圖解述如下，這種圖，叫作河川平衡曲線圖。

第 76 圖 河川平衡曲線圖



128. 河的浸蝕作用

河谷，向河川的上游延長而浸蝕其高處，這種作用，叫作頭部浸蝕。

河谷以水力刷蝕河底，使河谷加深，叫作下方浸蝕。河谷，以水力浸蝕兩側河沿，使河床漸寬，叫作兩側浸蝕。

若地盤靜止，而河谷的下方浸蝕達到一定程度時，便開始兩側浸蝕，使山谷變寬。因此，初期的山谷，因向下方浸蝕，所以是V字型

的。但到下方侵蝕過去後，開始兩側浸蝕，河谷便由此變寬了。單從一條溪谷來看，上流，因下方侵蝕旺盛，故河幅較窄，中流，因兩側侵蝕活潑，故河幅較寬。從河谷的發達史來講，在初期，僅有浸蝕作用。待河谷發達到平衡狀態時，才開始堆積作用。如果這種過程若適應於河川全般的話，那麼縱斷曲線的平均坡度，就慢慢減小。總之，這種作用，是使河床逐漸接近浸蝕基準面（河川注入的海水面或湖水面）的。直至最後與此基準面相平為止。

129. 局部的浸蝕現象

局部的浸蝕現象很多，茲擇其顯著者簡述於下：

(1) 瀑布急流

(a) 當河流橫斷堅硬的岩石時，發生這種現象。

(b) 火山噴出物充塞於河谷內，而河水恰好通過此處時，也可發生這種現象。

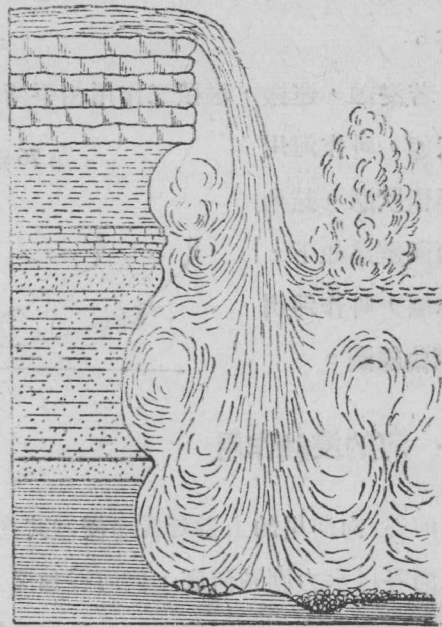
(c) 本流的下方浸蝕較快，而支流與本流成懸谷時，也能發生這種現象。

(d) 新生斷層處亦可發生此種現象，但極罕見。

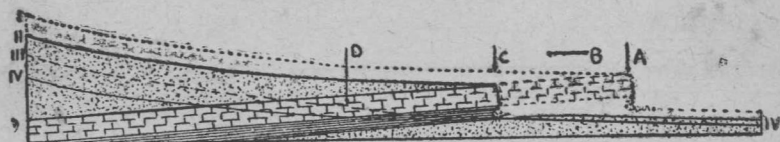
(2) 深淵

岩石特別軟弱的地方，由於顯著的下方浸蝕作用所造成的。

第 77 圖之 1 瀑布



第77圖之2 瀑布的後退



I 舊河道 III 將來急流之位置 A 以前的瀑布 C 現在的瀑布
 II 現河道 IV 瀑布急流消失以後的河道 B 瀑布之後退

(3) 歐穴

因瀑布下瀉所浸蝕的窪部，及水的漩渦所造成的。

130. 河川的堆積作用

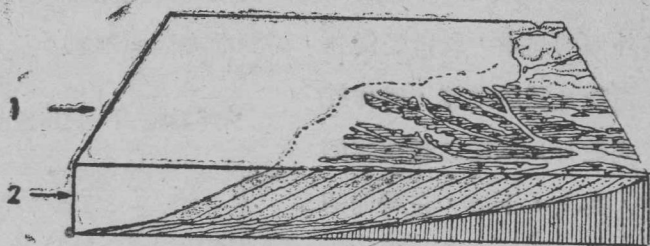
河川，由急流變成緩流，或由水量豐富變成水量貧弱的時候，其所搬運的物質，便逐漸棄置下來，發生這種堆積作用。

在河川的下流地域，水的搬運物質堆積下來所造成的平原，叫作洪涵地

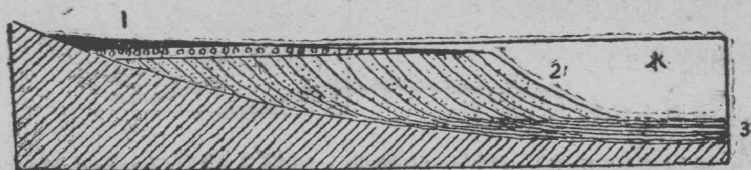
(Floods Plain)。

也叫堆積平原。湖岸，海岸的平野，

第78圖 三角洲 1 為平面圖 2 為斷面圖



第79圖 三角洲之斷面圖
 1 表面層 2 前面層 3 底面層



就是這樣生成的。(例如黃河平原與遼河平原)當河川注入湖、海時，其所搬運的物質，急遽堆積下來，在

第80圖 三角洲

1 美國的米西西比(Mississippi) 2 埃及的尼羅(Nile)

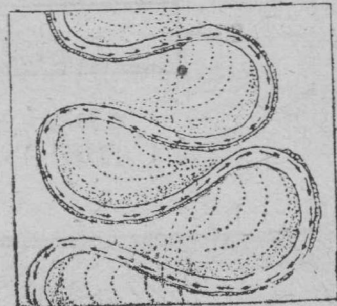
河口的海(或湖)岸線上，造成突出的地方，這就是三角洲 (Delta) (例如黃河及尼羅與密西西比的河口)。同時，河流分出許多河道，在三角洲上流過。並且三角洲的堆積物，形成偽層的居多。

131. 蛇曲 (Meander)

河川因某種原因，經過一度灣曲後，其主流即由中心奔向外側。於是外側的河岸，就遭受侵蝕，而灣曲亦因而加劇。(見81圖之1)

這樣S狀的曲流，叫作蛇曲 (或蛇行)。蛇曲最厲害的地方，其上、下流，在灣曲的頸部，相互聯接起來，把原來的灣曲部，造成一個小半月湖(牛角湖)而彼此隔離開。(見第81圖之2)

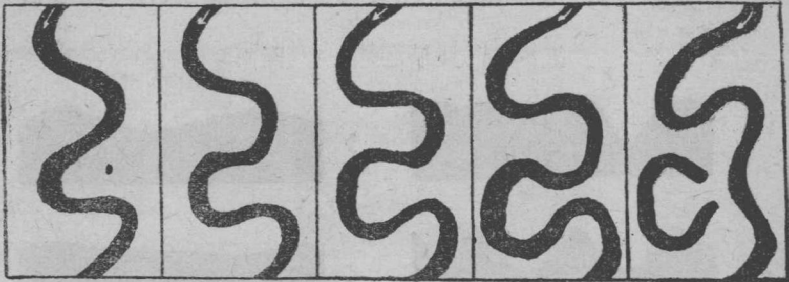
第81圖—1 河川蛇曲之變化



沖積原上的蛇曲，叫自由

蛇曲。(如遼河下流)山谷中的蛇曲，叫嵌入蛇曲(Incised Meander)

第81圖—2 河川之蛇曲及因蛇曲之進行(左→右)所造成的牛角湖(最右端)



(如松花江上流)這時，灣曲部的外側，常受河水的攻擊，形成急斜面(突崖)。而灣曲的內側，則多成平緩的狀態。

第82圖 蛇曲



1—2 自由蛇曲 3 嵌入蛇曲

嵌入蛇曲達到極點而被切斷時，則為空谷(無水的山谷)所圍繞着的小山，便成島狀屹立着。

132. 地形的變化(幼·壯·老年期)

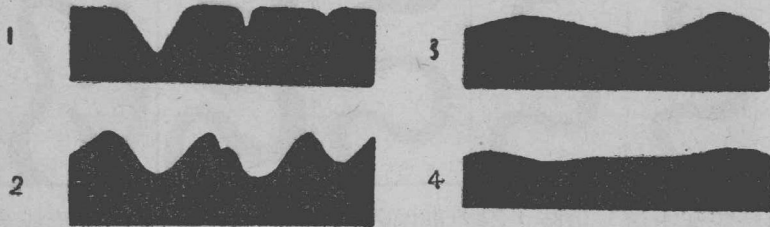
經過地殼運動後(褶曲作用，上昇作用，火山作用)，生出了新的地面，於是溪谷就立刻開始浸蝕。

其最初出現的地形，叫作原地形。

豁谷最初出現時，是細谷或雨裂，其後逐漸發達，遂變成V字形的山谷。再繼續發達演進，則變成高山深谷致使原地形完全改觀。

在原地形的相貌尚未消失的時期，叫作**幼年期** (Young Stage) 其後原地形完全變貌，整個地面完全變為險峻的高山深谷，這時代就是

第 83 圖 地形之變化。(斷面)



1 幼年 2 壯年 3 老年 4 準平原

壯年期 (Mature Stage) 。再次，浸蝕作用更行加劇，於是山谷又變得更寬更大，山稜也比以前圓禿了，地形也變得緩和，不再像壯年期那樣險峻崎嶇了，這個時期，叫作**老年期** (Old Stage) 。此後浸蝕作用若再不斷的繼續發展時則地表的凸凹部分，幾乎完全被剝蝕(Denudate)得近於浸蝕基準面，而成為缺乏凸凹部分的**準平原** (Peneplane) 。其中對浸蝕作用有抵抗力的岩石，成為**孤山** (Monadnock) 屹立着。

第 84 圖 幼年期地形



茲將各期地形的特徵，簡述於下：

幼年地形的特徵

還保持着原地形面，但山谷深，而支流少。

第 85 圖 壯年期地形

2



第 86 圖 晚壯年期地形

3



壯年地形的特徵

山，高低不平，失却原地形面，山多險峻聳立。斜面，也多為急傾斜。

谷，深而濶，支流多。

老年地形的特徵

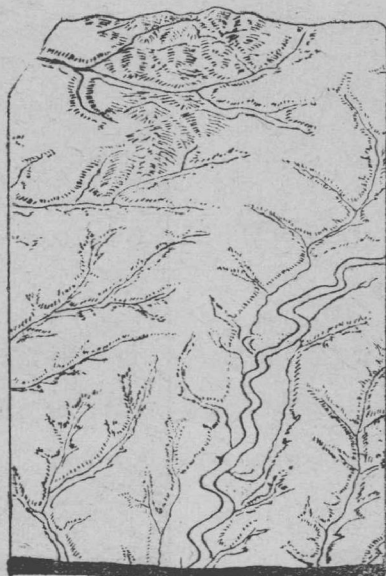
谷極寬濶，山皆低平，從全體來看，成緩和的圓禿狀態。

所謂各期地形，並不是單指其某一局部而言，是從廣大的地域着眼的。若單從局部來看，雖在同一地形期的河流，其上流與下流的地

形，也是有些差別的。

第 87 圖 老年期地形

4

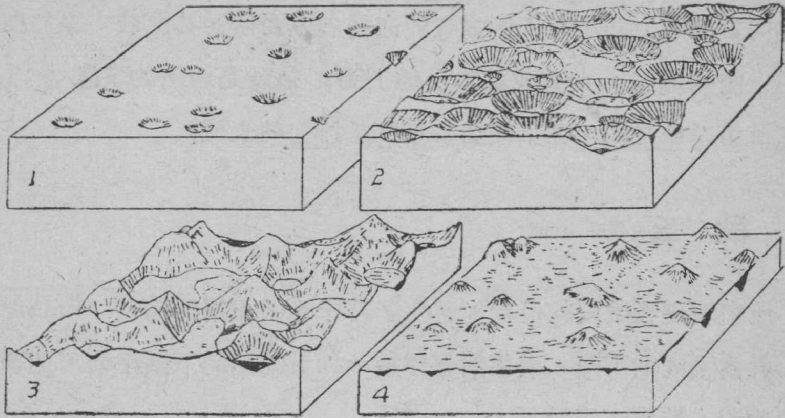


133. 浸蝕輪迴 (Cycle of erosion)

已經化爲準平原的地形，再上昇時，又反覆上述的循環變化，這就叫作浸蝕輪迴。

因河川之浸蝕所發生的變化，如上述之順序者，謂正規輪迴。此外還有乾燥輪迴，冰蝕輪迴及海蝕輪迴與石灰岩浸蝕輪迴。

第 88 圖 石灰岩地方之浸蝕輪迴



134. 浸蝕的回春

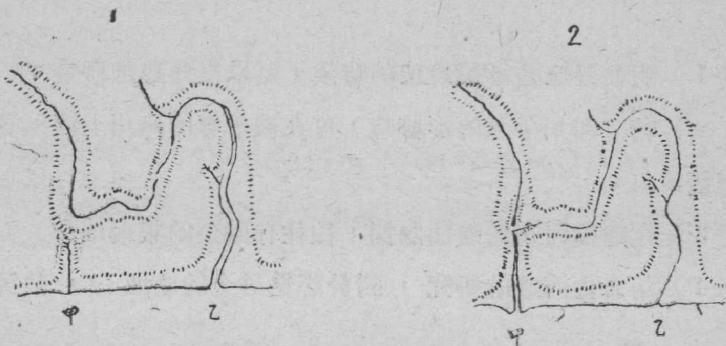
進入了老年期的地形，驟然上昇，及一時衰弱了的浸蝕，因下流地盤的下降，有時又形復活。這時，又可在衰老的地形中，生出幼年期的山谷，這就是浸蝕的回春，或河川的回春。

135. 河流的爭奪 (Piracy)

兩條相隣接的河流，在其流域之間，以分水界 (Divide) 為境界，

第 89 圖—1 爭奪前之河系

第 89 圖—2 爭奪後之河系



若兩河流的營力保持平衡時，則分水界不動。假如一河的浸蝕力強大而他河之浸蝕力弱小時，側強者即向弱者方面擴展其流域，終於與弱者的上流相銜接，使其成爲自己的上流。這就是河川的爭奪。（如嫩江及第二松花江，在第四紀初期都是遼河的上流）

136. 段丘 (Terrace)

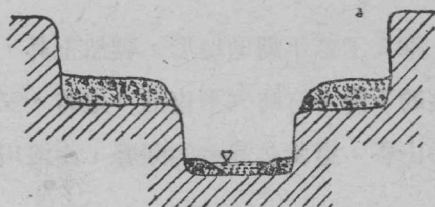
原來埋沒着廣大的山谷，發生了若干堆積作用的河川，因該地點的上昇或下流的下降，發生回春作用，因而河川的下蝕增大，則新河床的位置，較舊河床低下，

於是舊河床就構成段丘。假如段丘是由埋沒了舊河床的砂，礫，粘土構成時，則爲堆積段丘。

若單由河床面構成，而

無砂礫層時，則爲岩石段丘。段丘也有一段的，也有兩段，三段的。

第 90 圖 堆積段丘



137. 河川地形的應用 (在砂金地方)

(1) 假如段丘是堆積段丘的時候，可以從此尋求砂金。

(2) 若有河川爭奪的形跡時，可在被爭奪的河川上流，尋求砂金的漂積鑛床。

(3) 在蛇曲河川的蛇曲內側，往往有砂金的集聚地。

(4) 關於舊河道的研究，對於尋覓砂金的產地上，是很重要的。

138. 地形的幼，壯，老年期與鑛床發見的關係

幼壯年期的山谷，堆積物少，表土也淺。但老年期的山地，因河谷堆積物與表土都很厚，（縱令不厚，露岩也少）所以要發見鑛床露頭是很困難的。

東北北部，鑛產物較少的原因，一部分就是因為老年地形被土太厚的關係。在這樣地域進行地質調查的時候，必須多作剝土作業。若在壯年期地形的地域進行地質調查時，因露岩多，所以對於鑛床的發見，給與了許多幫助。

第二十一章 地下水 (Groundwater)

139. 定義

所謂地下水，就是雨水及河水的一部，滲入地中，存在於岩石的合成分子間的空隙及裂縫內。其大部分，是由降雨所生的循環水（即天水）。但想像也可能含有極少量從岩漿發生的岩漿水，及水成岩堆積當時所灌入的化石水。

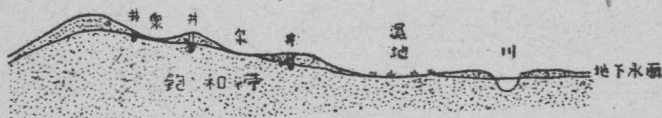
140. 地下水面 (Water Table) 又名常水層

岩石被地下水充滿的部分，有一定水平的高度。在此水平以上的岩石，雖有水分，但不充足。在某種深度以下的岩石，則為地下水所飽和。連着這個水平的面，叫作地下水面。

自地表至地下水面之間的距離（即深度）因地而異，且雖在同一地方，又因季節之不同，地下水面也隨之變化。但通常皆以各該地域的井水面為標準。

地下水面之高低，因地表之高低起伏而各異，通常豁谷地區較淺，若至山嶺地區，則因重力而較深。他如在地面上有水的地方（如湖沼地域等），其地下水面，則與地上的水面相同。

第91圖 地下水面與井，泉，濕地及河川之關係



141. 透水性與不透水性

岩石，因其性質不同，有的堅硬緻密不易透水，這樣岩石叫作**不透水性岩石**。反之容易透水的，叫作**透水性岩石**。然而雖是緻密的岩石，但因其中裂縫很多因而容易透水的，也是透水性岩石。

茲將其典型，例舉於下：

不透水性 粘土，黃土，泥板岩，頁岩。

透水性不良 塊狀岩（火成岩）結晶片岩（僅由裂縫透水）

透水性 砂礫，礫岩，砂岩，角礫岩，石灰岩。

142. 帶水層 (Aquifer)

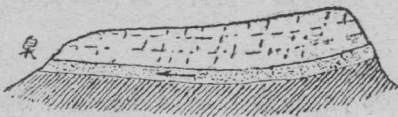
雖同在地下水面之下，但因透水性之不同，其所含之水量各異，透水性岩石若在地下水面以下時，則含有相當量的水。像這樣含水量較大的岩層，叫作**帶水層**。要掘大井時，必須考慮帶水層的位置。

143. 泉 (Spring)

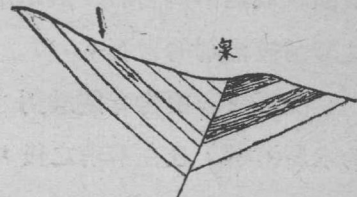
地下水面，突出地表時，則成**泉**。泉的機構甚多，茲簡述於下。

(1) 透水層若在不透水層的上部，且成傾斜狀時，地下水則沿兩層之間的境界面向下流去，至與地表相會和處，即出而成泉。

第92圖 泉—1



第93圖 泉—2



(2) 沿着斷層或岩石的裂縫，因下方的壓力而被迫上昇的。

(3) 鑽井泉。

下圖所示之盆地構造，最適於鑽井泉 (Artesian Well)。

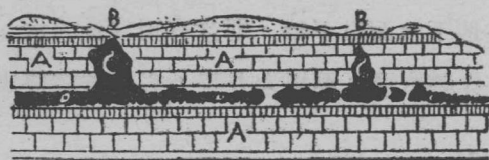
第 94 圖 泉—3 (鑽井泉)



(4) 管狀泉 又名洞窟泉

通過被地下水溶解所成的洞窟或管，而湧出的泉，叫作管狀泉。
多見於石灰岩地方。

第 95 圖 泉—4 (洞突泉)



A 爲石灰岩 B 爲地表凹地 C 爲洞窟

144. 地下水的溶解作用

因地下水含有從空中來的氧與碳酸，及由生物中來的碳酸與有機酸，故能溶解岩石（風化作用）。如岩鹽，石膏，及石灰岩等，都是容易被溶解的岩石。

因石灰岩中含有碳酸鈣 (CaCO_3) 的成分，所以容易被含有碳酸的水所溶解，且在溶解之後，可形成特殊的窪地 (Dolinae)，或石灰洞。在石灰岩地方的下部，常有這樣洞窟，並在此洞窟中貯水的時候

很多。這樣地方，在採鑛上非常危險，所以必須特別注意。有這種石灰洞的地方，很容易預測出來，並當遇到的時候，常常有驟然湧水或發生異變的時候（如華北淄川，井陘煤田）。

145. 地下水的沉澱作用

地下水的沉澱作用，大體可分為兩種，一種是二次富化作用，一種是露華。茲分別簡述於下。

(1) 二次富化作用

金屬鑛床的表層，被地下水所氧化，其成分溶解下降，到地下水面之下，起還元作用，沉澱後，成二次富鑛體，這種作用，叫作二次富化作用。

此例，多見於銅的硫化鑛床（黃銅鑛）。吉林省石咀子與天寶山銅鑛，從地表到地下30—50公尺下部，都有這種現象，但是富化部分已經採掘淨盡了（詳鑛床地質學中）。

(2) 露華 (Efflorescence)

風化產物中之被水溶解的物質，若在濕潤地方，雖然可能流失，但在乾燥地方，則不流失而仍殘存於土壤中。在雨季，雖可溶解於滲透下來的水裡，但到乾季，則地下水蒸發，於是鹽類物質殘留在地表上。這就叫作露華。

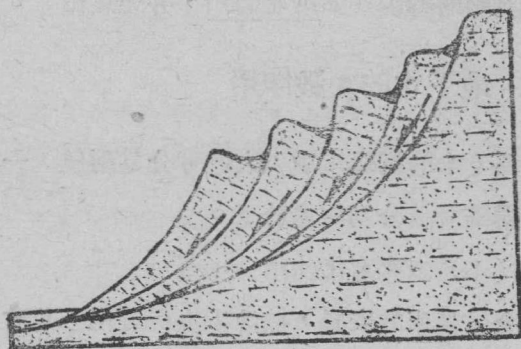
華北的黃土地方，常見碳酸石灰，與硝石的露華。蒙古，也有碳酸石灰的露華。

146. 地下水之機械的作用

雖然不像化學的作用那樣重要，但有時可能成為地滑的原因。土

壤等與尚未凝固的岩石，若含水較多時，則流性增加，同時重力也增加，因此就不能穩定的停留在斜面上，而不得不滑落下去。這就叫作地滑

第96圖 地 滑



撫順煤礦的露天掘，曾因此地滑將數百萬噸的煤礦埋入地下，而不能再行露天採掘。

147. 溫泉與鑛泉

溫泉 (Hot Spring)，是溫度比氣溫高的泉。鑛泉 (Mineral Spring) 含有鑛物成分，氣體，及放射能的泉。

地下水，在火山地方，或火山雖已衰老但尚餘有火山作用的地方，被溫熱後，沿着裂罅上昇而湧出地面的，是為溫泉。溫泉中，也有由岩漿中流出的岩漿水與地下水混合後上昇湧出的。

地下循環水，由岩漿中取得了鑛物質，或溶解了岩石的鑛物成分，上昇後，湧出地面的，是鑛泉。溫泉一般皆為鑛泉。但鑛泉，因有比普通氣溫還低的，所以不能一概稱為溫泉。

溫泉，可按其所含之成分不同，分為下列的主要種類。

單純泉：不含顯著的成分。

城(阿爾加里)泉：含有鈣(Ca)，或其他之城(阿爾加里)。(東北各地的溫泉，大抵皆為這個種類。)

食鹽泉：含有食鹽 (NaCl) ，

苦味泉：含有硫酸

鐵泉：鐵分多

硫黃泉：含有硫化物。

此外鑛泉之中，有因沉澱碳酸石灰而生出石灰華的。也有沉澱矽酸而生出矽華的。若在沒有溫泉的地方，遇到很多的石灰華或矽華時，就可以推想到這個地方，過去曾有過溫泉作用。

第二十二章 湖 沼

148. 成因及種類

根據湖水的成分和成因，即湖水之中是否含有鹽類，可將湖沼分爲下列二種：

淡水湖——淡水的水澤，其水由流入海。

鹹水湖——水中蓄有鹽類的湖，大致可分爲兩種，一種沒有出口的，如死海，與達賴湖。另一種，是由海的一部分變成的，如裡海。

儲水的凹地，叫**湖盆**，按其原因，可分爲下記諸種：

(1) **冰河湖**——冰河的堆積物，形成了窪地。

(2) **火口湖**——火山的火口內構成的湖（如東北之龍灣）

(3) **堰止湖**——河水爲火山噴出物所堰止，因而形成的湖（如東北之五大蓮池及鏡泊湖等）。

(4) **構造湖**——以斷層或褶曲等所構成的湖（東非與日本都很多）。

(5) **海跡湖**——海的一部分被隔絕形成的（如裡海）。

(6) **瀉湖**——因砂洲或珊瑚礁與海隔離而成的。

(7) **牛角湖**——參讀「蛇曲」。

(8) **沼澤 (Playa)**——生於暴雨之後，水涸即消，（東北之西部多有之）。

若從地質學的觀點來解釋湖水時，因受堆積，故終必乾涸消失，是沒有永續性的。（第97圖）

149. 湖沼之地質作用

湖沼在地質上發生的作用，其主要者，有下記諸種：

(1) 最大的作用，是**碳化作用**。湖沼到了晚年，植物堆積在水底，受細菌之生物化學的分解，造成**泥炭** (Peat)。或植物被埋沒時，其中的揮發性成分逐漸消失，而殘留物中的碳量，就逐漸增加了。

(2) 在鹹水湖中，可使鹽類飽和，沉澱石膏，鹽，及加里鹽等。(如東北西部與蒙古的鹽湖，皆常有此例)。

(3) 矽藻土

有矽酸殼之矽藻，可沉澱其遺骸，生成矽藻土。

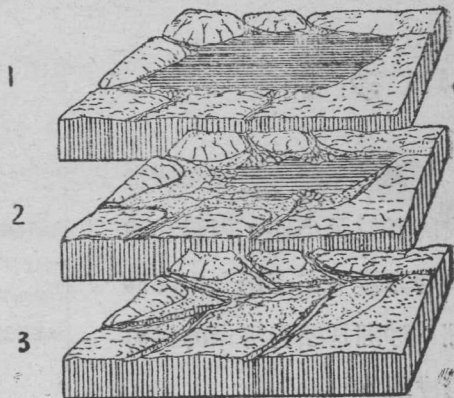
(4) 沼鐵鏽

細菌能從水中吸取水中所溶解的鐵，而沉澱褐鐵鏽。

一般小湖沼的堆積，多是一時性的。假如湖沼，因受堆積而消失時，則其後自下方來的河川，浸蝕湖沼堆積物而運往他處。

但，大湖沼的堆積，或湖沼堆積物，若被其他的海底堆積物所覆蓋時，則可永久的殘留着。

第97圖 沼湖之堆積



152. 海底堆積物

海底堆積物，對於水成岩的堆積，是有重要關聯的。海底堆積物，可作下記的分類：

(1) 陸生堆積物——以由陸地所供給之物質為主者。

(2) 遠年堆積物——完全不含陸生物質者。

這是以其堆積物的內容為根據所作的分類，此外又可根據其堆積物的地域，作下記的分類。

(1) 瀕海堆積物——乾潮時，成陸地者。砂，礫，粘土及海棲動物。

(2) 淺海堆積物——在淺海海底，由砂與粘土及海棲小動物構成的。變化很多。

(3) 深海堆積物——在深海海底，由海生微生物與小動物的遺骸所構成的軟泥。及由陸地來的少量的泥質物。

(4) 遠洋性堆積物——由浮游生物的遺骸所構成的生物軟泥，有時含有火山噴出物或隕石。（參讀第一編岩石學）

第二十四章 生物的作用

153. 破壞作用

植物：植物的根，進入岩石的節理中，偕同空氣與水，可使岩石發生機械的破壞。由根分泌出來的有機酸，也可增強化學的分解作用。

動物：蚯蚓及蠕形動物等，不斷地行使其機械的作用，或向木材上穿洞穴，破壞自然。人類，則以土木工程及鑛山開發等，向自然界進行破壞作用。

154. 保護作用

森林，草原等包容着大地，可使大地少受大氣，風雨，及流水等的浸蝕，而發揮其保護作用。

在海岸地方，則有珊瑚及石灰藻等，對大地加以保護。

155. 建設作用

生物的遺骸，堆積後，成爲生物岩（有機岩），可建設一部的地殼。其最顯著者，則爲珊瑚或植物之碳化等。

第二十五章 火山作用 (Volcanism)

156. 火山作用 (火山的成因)

岩漿成分 (熔岩，氣體，水蒸氣)，在地表迸發的作用。岩漿在地下強壓之下，雖含有多量的揮發性成分，但將接近地表時，因壓力解除，則氣體，水蒸氣等，體積膨脹，而自行集積，或在岩漿中增加體積，因而爆發，奔向地表，這時起火山作用。

157. 火山的噴出狀態

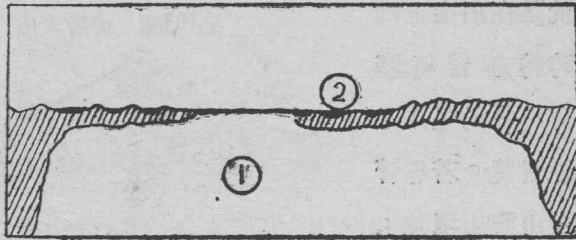
(1) 裂罅噴出

由線狀的裂罅，流出大量的鹽基性熔岩，形成寬大的玄武台地。這種噴出狀態，又叫作線狀噴出或台地噴出。

(2) 溢流噴火

地下有大塊的岩漿，其一部貫穿了房脊狀岩層，噴出地表的。

第100圖 溢流噴火



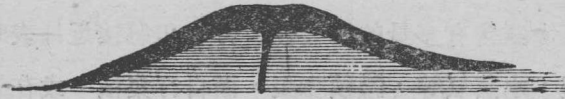
1 岩漿 2 熔岩

美國之黃石公園即爲此類。想像興安嶺的石英粗面岩，也爲此類。

(3) 中心噴火

岩漿，由一個中心噴出，把熔岩及碎屑物集積在周圍，構成一般所謂之火山。

第101圖 中心噴火



158. 火山 (Volcano)

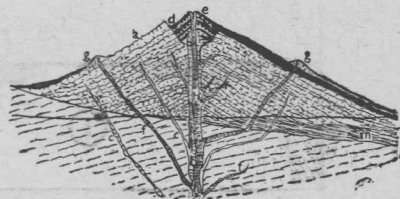
火山，有單由熔岩構成的，又有單由碎屑物構成的。但大規模的火山，都是由兩者重積而成的。這就叫作成層火山。

第102圖 成層火山



火口，就是在頂尖上的噴火口，平時為熔岩堵塞着。熔岩與碎屑物的通路，叫導管，直達岩漿。若導管發生分歧，在山腹出現時，則形成寄生火山。

第103圖 成層火山

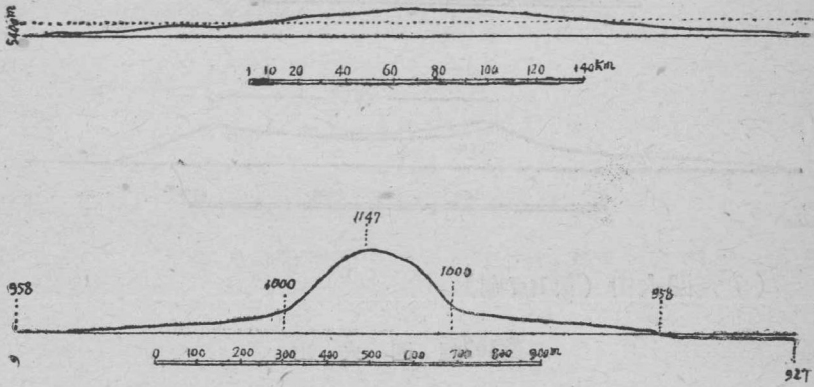


a 熔岩及火山灰之成層 b 導管 c 岩脉
d 爆裂火口 e 火口丘 f 側導管 g 寄生火山 h 主導管

火山的形態分類 (按 Schneider 氏的分類)

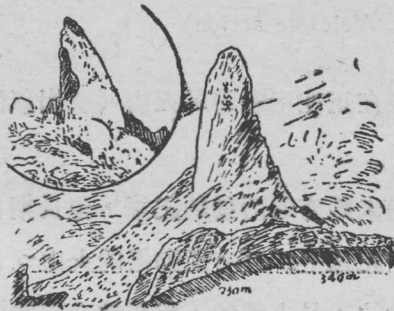
- (1) 台地火山 (參看第11圖)
- (2) 盾狀火山 (第104圖上)
- (3) 鐘狀火山 (第104圖下)

第104圖 盾狀火山及鐘狀火山



- (4) 柱狀火山 (第105圖)

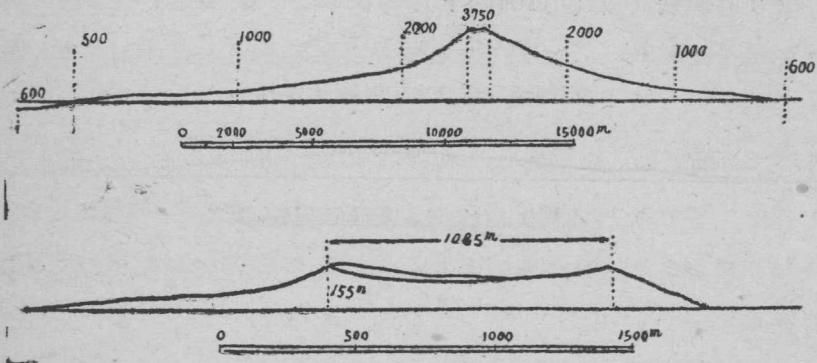
第105圖 柱狀火山



(5) 圓錐火山 (第106圖上)

(6) 截頭火山 (第106圖下)

第106圖 圓錐火山截頭火山



(7) 凹火山 (第107圖)

第107圖 凹火山



159. 火山活動 (Volcanic action)

活火山——現在正在活動着的火山 (噴出氣體或水蒸氣, 有時噴出熔岩)。

休眠火山——過去雖有過活動的記錄, 但長期休止着。

死火山——在記錄上, 沒有活動過的火山。

這種火山劃分法, 是人為的, 因為縱令現在的死火山, 將來也可

能再行復活。

火山活動有下記三種型式：

(1) 噴出型

噴火口中滯留熔岩。其水準增高時，就像水一樣流瀉出來（見夏威夷的火山）。火口內的熔岩，作周期性的上昇，並可飛起礫或彈。

(2) 混合型

初期，有地震，地鳴。其次，多量的水蒸氣混着灰與砂礫，成黑烟冒出，沖上雲霄，同時發出電光石火，轟音如雷，然後由火口流出熔岩與泥流。

(3) 爆發型

因大爆發，使山體大部崩毀。爪哇的克拉卡條(Krakatau)火山爆發時，其火山灰竟使全世界的天空，爲之蒙蔽。噴火口被熔岩封閉時，岩漿內的水蒸氣，氣體等，集積起來，由於壓力發生大爆發。

160. 火山的分布

火山，是岩漿貫穿地殼弱處噴出的。其分布大體爲線狀，此種地帶，名叫火山帶。在日本有許多的火山帶。從全世界廣範圍來看，有二大火山帶，一爲環太平洋火山帶，一爲地中海火山帶。其他在太平洋，大西洋，印度洋底，有很多的火山島，此外，在非洲東部沿着斷層，也有火山帶的存在。

東北之五大蓮池，鏡泊湖，達里諾爾，均有單純的火山。

161. 火山活動的原因

顯著的，並在各地均可見到的現象，其原因，雖均不外乎岩漿的

活動，然而對其機構，迄今尙無定說足以具體的說明。

但一般認為；當地下岩漿冷卻的同時，其所含之氣體游離分散，其後蓄積起來，則張力增大，對於地殼上層之重壓，喪失了均衡，於是便發生噴火。

對於這種想法表示贊同的學者居多。

162. 深火山作用 (Plutonism)

岩漿進入地殼內，而不出現於地表的，叫作深火山作用。這種作用，雖與普通的火山作用，同為岩漿活動，但迄今仍不能用肉眼觀察出來。僅是在地質時代中進入地下，而現今出現於地表者，可能看見，因此我們僅能根據這些，去加以推測。並且想像這種作用與造山運動，造陸運動，及地震等均有密切的關係。

觀察深火山作用的結果，亦即研究岩漿凝固的歷史，是應在岩石生因論與鑛床生因論中敘述的問題，然而這個分野，最近有了顯著的進步，不明之處亦逐漸增加，必須用物理化學的知識來進行研究的地方殊多。

第二十六章 地震作用

163. 地震的性質

因地球內部的活動所生的自然力而起的地殼震動，叫作地震。(Earthquake)。這是因為地殼的物質，是有彈力的物體(彈力性)，或堅硬的物體所發生的。地震在地殼上傳播的情形，恰如水中的波浪一樣，所以叫

第108圖 世界火山分布圖

作地震波。發生地震波的根源，叫作震源。地震的根源，即震源在地下深處。震源直上的地表位置，叫作震央。

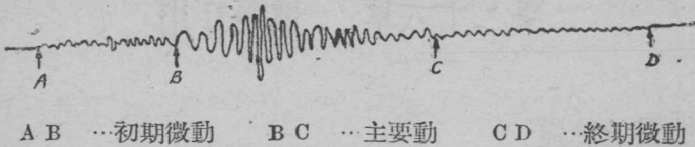


164. 地震波

測定地震波的機械，是地震計。

地震波，由縱波與橫波構成，前者的速度較快。縱波先達地表。在縱波已達地表，而橫波尚未到來之前，這個期間，叫初期微動。橫波到達以後，才開始主震動。在主要震動之後，有很長的終期微動，然後才逐漸鎮靜下來。其記錄如下：

第109圖 地震計上地震之計錄



初期微動的時間，距地震的震源越近越短，越遠越長。這是因為距離越遠橫波到達得越慢的緣故。因為初期微動，是由地下直接傳播的，主震動是由地表傳播的。並且初期微動的縱波，每秒行程為7—8公里，橫波則為3—4公里。

165. 地震的強度

微震——只有靜止着的人，和注意的人，才能感覺到。

弱震——一般人都能感覺到，並能看出下垂物體與液體的震動。

強震——不安定的物體轉動，液體傾流，有擺的鐘錶停止，石門，石燈倒塌。

烈震——山崩地裂，房屋倒塌，地盤上發生大變動。

166. 決定震源的方法

由地震的記錄求得初期微動的時間，可推測出觀測點與震源的距離，其法如下：

○ 近距離地震（1000公里以內）

○ 距離（公里）= $7.42 \times$ 初期微動的秒數

○ 遠距離地震（1000公里以上）

○ 距離（公里）= $6.54 \times$ 初期微動（秒）+ 720公里

我們可以自由選出三個觀測點的記錄，根據上記公式去求得各觀察點至震源間的距離，然後再以此三點為中心，以各點至震源之間的距離為半徑，劃三個圓，那麼就可在此三個圓的交點處，找尋震央（因為所謂距離，是至震源之間的距離，所以若從地表來看，是比震央遠的）。

震源大多數是在地下10公里至20公里之間，但也有在地下40公里至50公里之間的。也有遠在地下300公里的深處的。不過這樣例子非常罕見。

167. 伴隨地震所發生的地表的變化

(1) 地盤的昇降，在海岸地方最顯而易見

例如1923年日本東京地區發生地震時，在東京灣附近就起了二公尺的上昇與對岸的沉降。並且灣底也發生了變化，沉降最大的地方，竟達350公尺之巨，且隆起，也達250餘公尺。

(2) 發生斷層的例子也很顯著

比如1890年日本發生的根尾谷斷層，延長竟達112公里，落差⁵5公尺，水平斷距為2.5公尺。

其後1906年美國加里弗尼亞洲 (California) 所發生的桑德利亞斯 (Sandreas) 斷層，陸上部分達300公里，再加上海中的部分，則為400公里，水平斷距之最大處為6公尺。

(3) 水平移動

如地裂，山崩，地下水變化，及海嘯等，都是由地震所引起的地表的水平移動。

在地質時代所可見到的諸種變動，大體不外乎上記各種現象的累積。

168. 地震的分布

地震的分布，與火山帶相接近，多在太平洋周圍及地中海地方。地震，是造成新孤狀山脉的造山運動的餘波，火山也是選擇這樣地殼不安定的地方噴出的。兩者總相伴隨，也是自然的道理。

這樣地震多的地方，叫作**地震帶**。

中國過去地震較多的地方，有連貫甘肅，涼州，西安，太原等地的孤狀帶（一部分連貫寧夏，固原，平涼等地）與雲南及福建海岸等地。

東北各地，地震很少，僅於七，八年前黑龍江省綏化縣附近曾發生過稍顯著的地震。

169. 地震的原因

地震是伴隨着地殼變動所發生的現象。即因火山作用，陷落作用，斷層作用，及岩漿進入等之地變發生的。按其發生原因，可分為下記各種，茲簡述之。

（1）火山地震

是伴隨火山活動發生的。此種地震較少。

（2）陷落地震

因地下的空洞塌陷所發生的地震。僅限於地下藏有石灰岩，石膏等容易被水溶解的岩石的地方。這種地震非常罕見。

（3）斷層地震

有種學說，認為地殼伴隨地球的冷卻收縮，產生一種橫壓力，因而發生褶曲，並認為這種現象突然發生時，就是地震。然而這種學

說，未免有把震源看得過淺之嫌。

同時對其『因地球收縮而發生褶曲』的解釋，也必須加以辯駁，並且震源較深的地震，在最近業已出現，何況斷層假如是由其他的原動力所生的一種現象的話，那麼對其真象，就更必須再作一番深刻的研究了。

(4) 深發地震

凡震源深度達地下數十公里的地震，多因地下深處的岩漿活動所促成。這種想法，是最近的學說，並且此種學說的支持者，逐漸增多了。

總之，地震主要是地殼不安定的地方發生調節時的一種震動。縱令斷層地震，結局也不外乎是地殼變動的一種表現。因此，伴隨地殼運動所發生之岩漿的大變化，及伴隨深火山作用所發生的地殼運動，都是很明顯而且容易想像的。

第二十七章 地質構造

(Geological Structure)

170. 概說

因種種地變所生的地殼狀態，叫地質構造。研究這種構造的科學，叫構造地質學。在開始解述造山運動之前，必須先瞭解地質構造。

地質構造與鑛山的調查開發，有密切的關聯。要想能在現地認識地質構造，必須自己累積豐富的經驗。

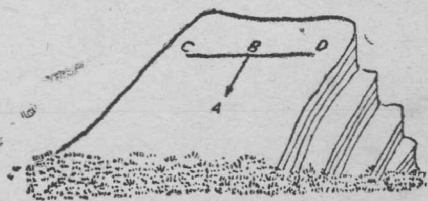
171. 走向・傾斜

欲知地層的水平延長，及其向地下的連續，必須測定其走向及傾斜。無論地層與鑛脈的連續，及褶曲或斷層的推定，諸凡關於一切地質構造的研究，都是由此走向與傾斜的測定出發的。

測定走向及傾斜，須用傾斜儀 (Clinometer)。這是一種簡單的機器。

走向 (Strike) 是地層面與水平面之切合線的方向。這個方向，告訴我們某地層在水平的方向上，是向着什麼方向連續的。

第110圖 C—D爲走向 B—A爲傾斜



傾斜 (Dip) 就是在地層面上與走向成垂直的方向。牠與水平面相交的角度，叫**傾斜角度**。

172. 褶曲 (Folding)

地層生有波狀灣曲者，為褶曲。其種類甚繁，茲簡述之。

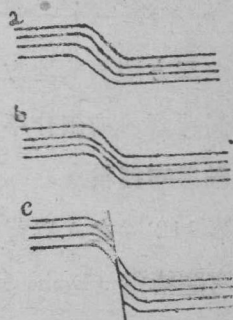
撓曲 (Flexure)

水平地層之一部，作折斷者，為褶曲與斷層之原始形。

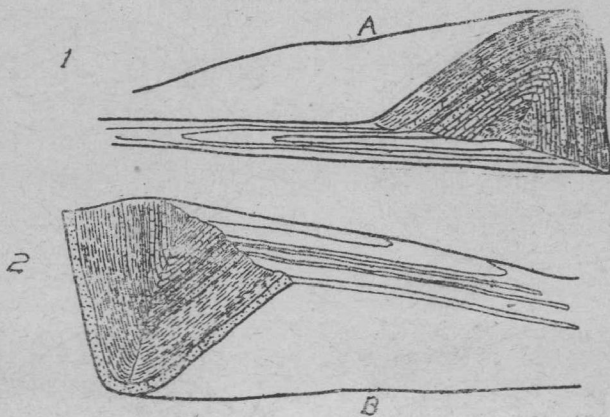
單斜構造 (Monoclinal Structure)

某地域之地層，向同一方向，大體以相同的角度傾斜者，為單斜構造。這是褶曲中最簡單的構造。

第111圖 撓曲 (a及b) c撓曲變成斷層



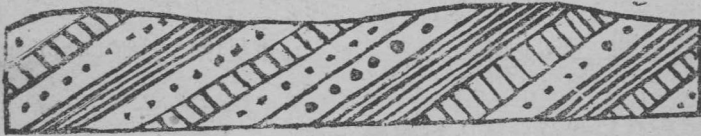
第112圖 1 背斜 2 向斜



背斜 (Anticline) 褶曲波的凸部。

向斜 (Synclinal) 褶曲波的凹部。

第113圖 單斜構造



向双方傾斜的地方叫翼。

對背斜與向斜作平面的觀察時，都是向同一方向伸長的，這叫作背斜軸與向斜軸。

第 112 圖之 A 為背斜軸，B 為向斜軸。

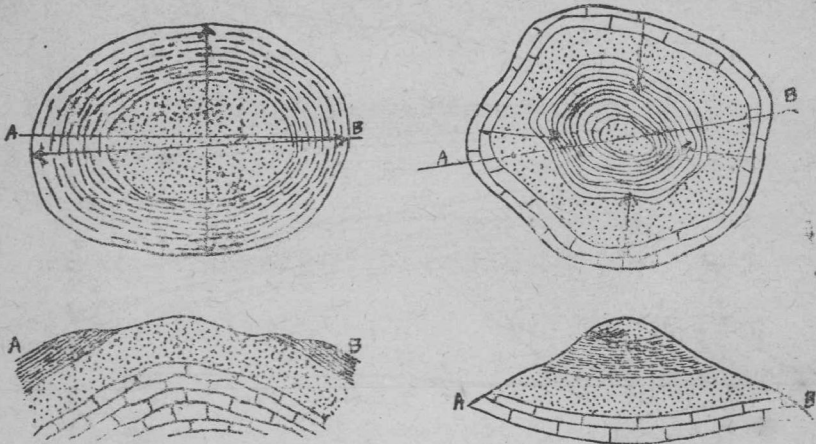
穹窿構造 (Dome Structure)

軸，不伸張，地層以一點為中心向外部傾斜着的構造。

盆地構造 (Basin Structure)

恰與穹窿構造相反，以一點為中心由四周向此中心傾斜者。

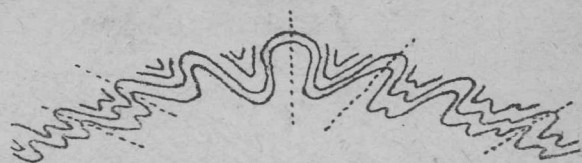
第114圖 穹窿構造及盆地構造



注意 盆地構造，適於鑿井。背斜，與穹窿構造，在掘油井時必須注意尋覓之。

褶曲很複雜的時候，多數小規模的向斜與背斜，相連接起來，共同構成大向斜與大背斜，這種大向斜與大背斜，叫作複

第115圖 複背斜



第116圖 複向斜

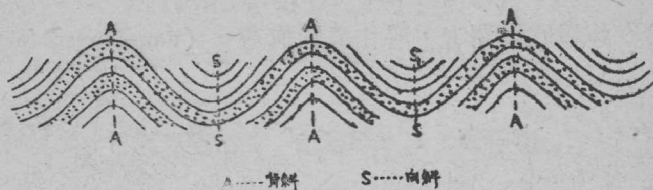


向斜 (Synclorium)與**複背斜** (Anticlinorium)。

褶曲，背斜，向斜中，有下列諸種類

(1) 兩翼傾斜相同者

第117圖 正褶曲



正褶曲 (又名同斜褶曲) (Isoclinal Folding)

正背斜 (Isoclinal anticline)

正向斜 (Isoclinal Syncline)

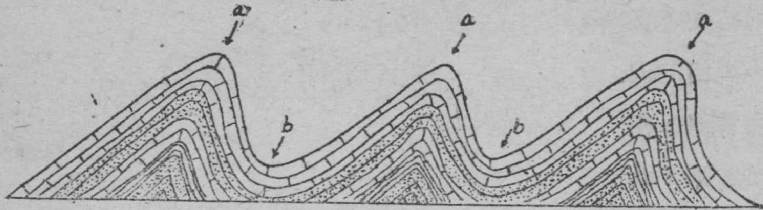
(2) 兩翼傾斜不同者

斜褶曲 (Clino folding)

斜背斜 (Clino anticline)

斜向斜 (Clino Syncline)

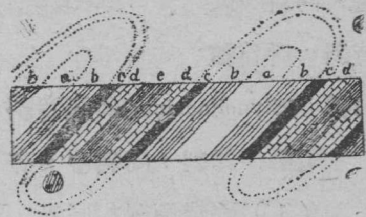
第118圖 斜褶曲



a 斜背斜 b 斜向斜

第119圖 轉覆褶曲

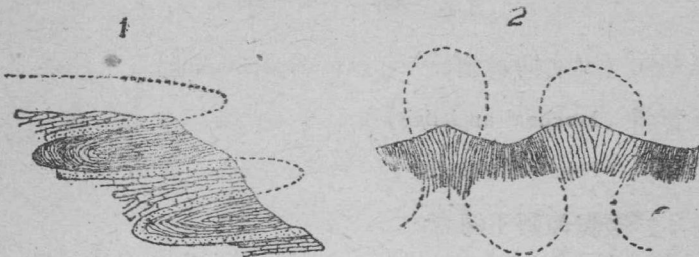
(3) 地層轉倒者
 又名轉覆褶曲 (Inverted folding
 或 Overturned folding)



(4) 橫臥於上述地層 (轉覆褶
 曲) 之上者, 名叫橫臥褶曲 (Recumbent folding)。

(5) 作扇狀展開者, 叫作扇狀構造。(Fan-shaped folding)
 (121圖(2))

第120圖 1 橫臥構造 2 作扇狀展開



173. 斷層 (Fault)

地層上壓力增大或張力增大時, 地層便被切斷因而發生錯縫, 這

就叫作斷層。(即以裂縫為界，雙方地層發生相對的移動)。

產生這種移動的面，叫作斷層面。

(1) 斷層面的特徵

(a) 因岩片的磨擦，向運動方向發生擦痕。這種擦痕，多為線狀，並向運動的方向逐漸變細。

(b) 若岩石堅硬時，則被磨擦而生滑面 (Slicken Side)。

(c) 岩石可因磨擦而變為粘土。

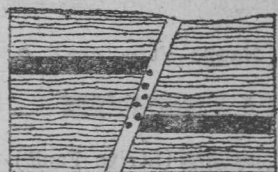
(d) 粘土之中混有角礫。

(2) 探尋斷層運動方向的方法

第121圖 斷層的引曳



第122圖 斷層角礫



(a) 擦痕變細的方向。

(b) 被切斷的地層的活動方向，即引曳 (Drag)。

(c) 特定角礫之存在

有時在斷層帶中可見有，特定岩層之破片，且其配列方向即是其運動方向。

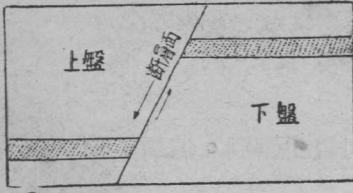
(3) 斷層的分類

正斷層 (Normal Fault) 斷層面的上盤向下移動者。

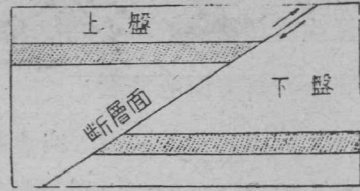
逆斷層 (Reversed fault) 斷層面的上盤向上移動者。

直立斷層 (Vertical fault) [斷層面垂直的斷層。

第123圖 正斷層



第124圖 逆斷層



(4) 衝上斷層與逆掩

斷層

逆斷層之中，斷層面緩（較 45° 小）者，為衝上斷層 (Overthrust)。斷層面極緩而幾乎近於水平者，為逆掩斷層 (Nappe Structure)。

(5) 斷層的種類

走向斷層 (Strike Fault)

斷層面的走向，與地層面的走向一致的。

傾斜斷層 (Dip Fault)

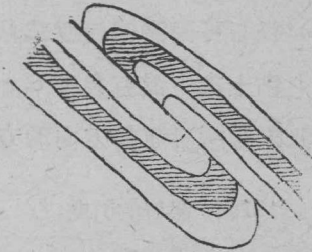
斷層面的走向與地層面的傾斜方向一致的。

斜交傾斜 (Oblique fault)

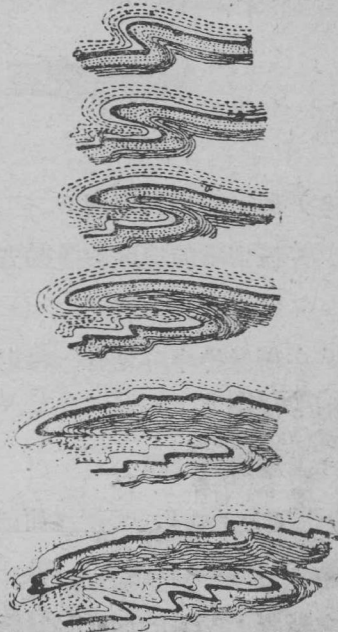
斷層面的走向與地層面的走向相斜交的。

(6) 階段斷層 (Step fault)

第125圖 衝上斷層



第126圖 由褶曲作用所構成之逆掩斷層

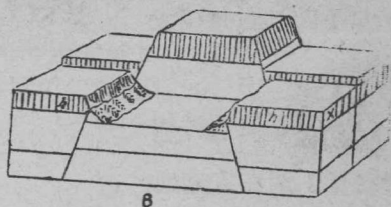


(7) 地溝 (Graben) 與地壘 (Horst)

第127圖 階段斷層



第128圖 地壘與地溝



A: 爲地壘 B: 爲地溝

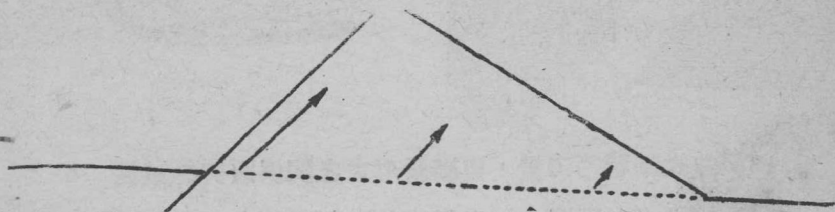
由兩個斷層所造成的上升地塊叫地壘。

由兩個斷層所造成的下降地塊叫地溝。

(8) 傾動地塊 (Tilted Block)

爲斷層所切斷的地塊且垂直運動不均等者。

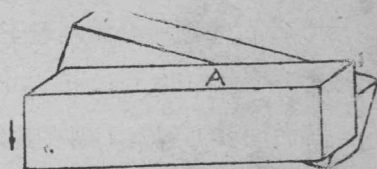
第129圖 傾動地塊



第130圖 旋迴斷層

(9) 旋迴斷層 (Hinge fault)

以一點爲境界，兩翼向反對方面移動者。



A點不動，兩翼向反對方向移動

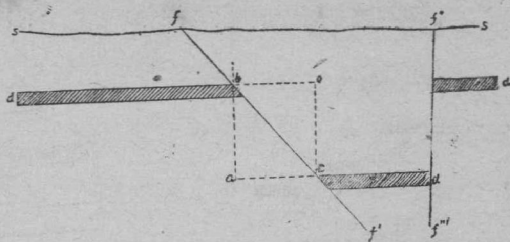
(10) 落差

斷層之上下錯縫間的直垂距離。

(11) 水平移動

若斷層作水平移動時，其中間的距離為水平移動。

第131圖 落差 = a b

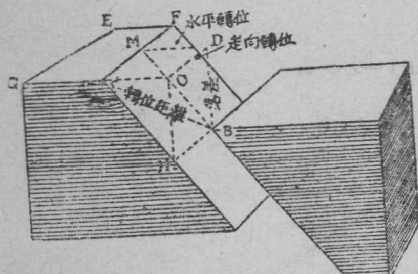


(12) 逆掩構造若遭受侵蝕時，則在古期地

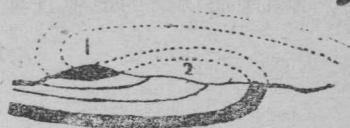
層之下，露出一部新期岩層，這就叫窗。被窗所切斷的古期岩層，便造成不穩定的地塊，這種地塊，叫作橫移地塊 (Klippen)。

第132圖 由斷層移動的地方之名稱

第133圖



1 橫移地塊 2 地窗



(13) 造成斷層的力量，與斷層形式之關係及其地域性

褶曲是橫壓力 (側壓力) 所促成的。這種力量，有時使褶曲的一部變為斷層。這時發生的斷層，為逆斷層，衝上斷層與逆掩斷層。

總之，正斷層是由地殼上下運動的力量，或向兩方伸展的力量 (即張力) 所造成的。

若從地域上觀察，則在某地質時代的正斷層多的地方與逆斷層多的地方分別存在，即正逆兩斷層的發達，是有其地域性的。

這是因為在各該地域活動的力量 (地殼上的力量) 不同所致。因此，在一定地域進行調查時，必須把握該地方的特性。然而有時大斷

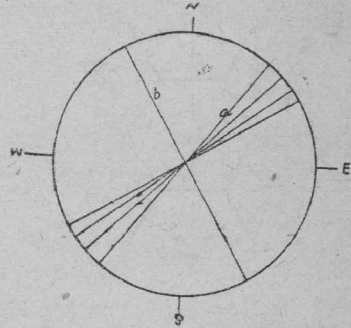
層雖為正斷層，而其所伴隨的小斷層，則正逆兼有。若僅有小斷層時，却正逆混合着。

(14) 斷層的方向性

若限定一定範圍的地域去進行觀察，則某一方向的斷層與另一方向的斷層，往往性質不同，其原因，或在斷層之新舊，或為特殊的地質構造所支配。

欲知斷層多的方向，可將已經測定的方向，如右圖所示，列為表格，然後求其出現率最多的方向即可。

第134圖 表示斷層的方向性



(b)為N30E的斷層。

(a)為N20W的斷層。

174. 節理 (Joint)

(1) 什麼是節理

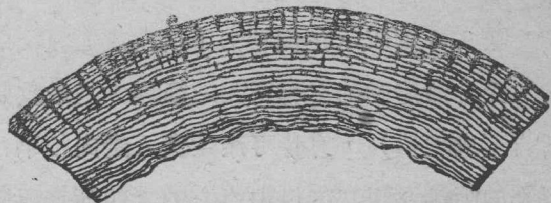
節理就是岩石中所生的裂縫。與斷層不同的地方，在於不能移動。

這種裂縫，有時容易再度為鑛液所充填，這時就成為鑛脈。

節理面，雖多與平面相近似，但也有時是彎曲的。

節理，在地殼表層發達得較多，越到深層，越逐漸減少，以至於完全消失。

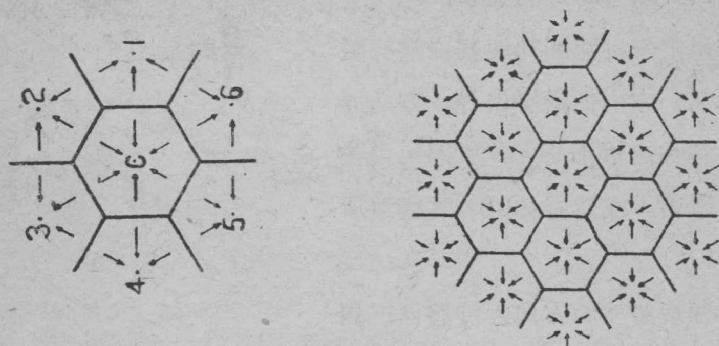
第135圖 背斜部之節理



(2) 節理的起因

(a) 因張力所生之節理

第136圖 冷却之中心爲點狀



(i) 伴隨正斷層，與斷層略成平行狀態。生於褶曲，背斜的頂部（因被兩方牽引着）。

(ii) 因火成岩之冷却，亦可生成（且多爲柱狀及板狀）。

(iii) 因水成岩之乾燥，亦可生成。

(iv) 伴隨壓力生成的節理：

伴隨逆斷層生成的。

生於褶曲的向斜部的。

(3) 節理的原因

(a) 一般的地殼變動

這時各種力量可使岩石發生裂縫。

第136圖表示在側壓力下所生成之直交的二組節理。

受地殼變動的影響所生的節理，是最重要的節理。若受到壓力時（岩石或地盤），有時可產生與A走向相平行的節理，或與B走向相斜交的節理。但二者俱由直交的二組節理所構成。

(b) 因岩石自身之溫度變化，所生之節理

火山岩之冷卻，鑛物成分的變化，水成岩之乾燥，都可發生節理。

(c) 因風化作用

(4) 節理的種類

(a) 不規則節理

節理面的方向不規則，以種種的角度相互交錯。如硬砂岩，石灰岩，砂岩，及各種火成岩。

(b) 方狀節理

互相直交的三種節理面，如花崗岩，閃長岩，及無層理頁岩。

(c) 板狀節理

可分裂成平行之板狀的節理，如安山岩及其他火成岩，變成岩。

(d) 柱狀節理

岩石可分裂成六角或四角等之多角柱狀者，如火山岩（玄武岩）等。

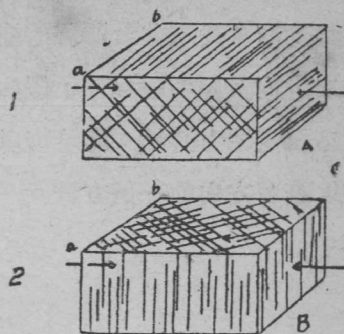
(e) 弧面狀節理

有多數之球面狀或弧面狀裂縫的節理，如火山岩。

(5) 鑛脈與節理

片麻岩等的板狀節理面，成爲鑛脈通路的時候很多。若在一定地域內研究其最主要的節理面（主節理面）時，可把許多節理的走向與傾斜，以一定間隔進行測定，然後列爲圖表，像測定斷層時的圖表一

第137圖 側壓力生成節理



樣（見 134 圖），求其主節理面即可，一般因細微的節理很多，所以應該特別注意找尋其最顯著的節理，並且還得注意研究此節理與現有鑛脈之走向及傾斜的關係，假如兩者相一致時，則鑛脈就是沿着既有的節理面衝開上昇的。同時可以推廣到其他尚未進行探鑛的地方，作為探求鑛脈方向的一個方針。

第二十八章 地質構造與地形

175. 斷層地形

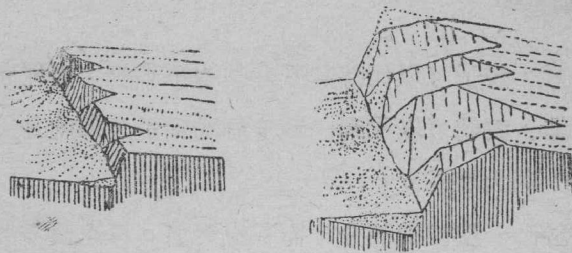
如果造成褶曲與斷層的地變，尙新的時候，則地形便可被此運動直接決定。若地變已經古老時，就浸蝕破壞了原斷層地形，而地形與地殼運動的直接關係，便由此失掉了。

(1) 斷層崖 (Fault Scarp)

斷層新，地盤之斷距，可就原地原樣看出者，爲斷層崖。

特徵：山麓陡直，幾成直線，山嘴的突端，皆爲三角端面所切斷而排成一個直線，三角端面上，峽谷很少，且俱爲急流。峽谷的出口，有扇狀地。

第138圖 斷層崖及其解析



(2) 斷層山地 (Fault mountain)

由斷層生成的山地，謂之斷層山地，也稱地塊山地 (Block mountain)。

在西安附近的秦嶺北面，出現了斷層崖，表現出斷層山地的特徵

○在東北地方斷層山地很少。他如由地壘所構成的山地爲地壘山地。

(3) 斷層線崖 (Fault Line Scarp)

斷層崖被浸蝕消滅後，在被斷層劈裂的兩個岩石的境界面上，二次形成的急崖，叫斷層線崖。

(4) 斷層線谷 (Fault Valley)

沿着斷層線發達的山谷叫斷層線谷。在斷層尚新的時候，很容易生成山谷。

斷層線谷，是近於直線的。若認爲凡是山谷，都是有斷層的地方，這種看法，未免有些膚淺。在地殼變動時期較古的東北各地，雖然有沿着古斷層生成的所謂浸蝕谷，但與斷層相一致的山谷，却比較少見。因此，對於一些山谷畢竟是否是沿着斷層的山谷，必須經過一番地質調查之後，才能加以判定。

176. 台地地形

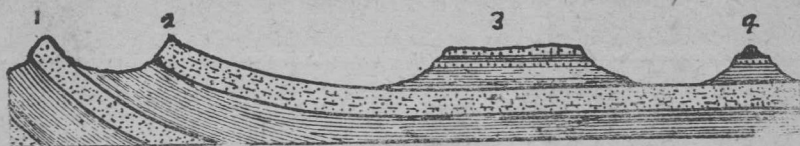
有的地層，幾乎可以保持其原有的水平不變，而隆起成爲台地，這樣地質構造，我們可以看到一個恰好的例子，那就是美國加羅來多洲 (Colorado) 的大峽谷。

開始浸蝕時，堅硬的部分，向谷中突出。再繼續浸蝕時，則生出被堅硬的地層所保護着的地阜或孤山。

關於熔岩造成台地地形，於第一章火山作用中已經說過，故不再叙。

在傾斜着的地層中，突出着特別堅硬的岩層，而形成山稜的，叫作豚背 (Hogback)。這是時常可以見到的。

第139圖 1 豚背 2 內向崖 3 地卓 4 孤山



若是平緩的單斜構造時，則堅硬的岩石部分，成階段狀殘留着，造成下記（上圖）的地形。這叫作內向崖（Cuēsta）。

177. 褶曲地形

褶曲地形有兩種：

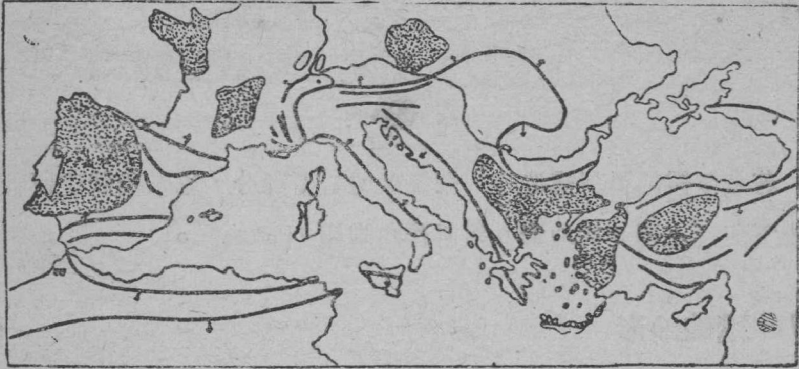
（1）造成褶曲構造的地殼運動，直接支配着現在的地形的（背斜成山，向斜成谷）。

（2）運動發生以後，受了長期的削磨，因岩石對浸蝕的抵抗力，強弱不同，地形便受了這種抵抗力的支配（背斜，向斜與山谷不一致）。第二例即在古褶曲山地中，背斜成谷，向斜成山的例子不少。第二編地史學中所述之古生代山脈（烏拉爾，阿巴拉齊亞）等，都是古褶曲山地。

這樣山脈，經過褶曲運動後，受到準平原作用，成為胴山暈，而重新隆起，於是浸蝕地形受到內部構造的支配，造成並行山稜。在第三紀褶曲了的阿爾卑斯，喜馬拉亞，落機，安的斯等山脈，都被褶曲所支配了的地形。

幼年山脈的特徵，大概都劃着大的弧狀，而火山則存在於弧的內側。

第140圖 歐洲之山脈



上述的大弧狀山脈，是由很多的小山脈圍繞而成的。小自鑛脈的形態起，大至弧狀山脈止，其形態，皆與向地殼起作用的力量表現相類似。因此，我們必須把這樣形象印入腦裡，養成理解自然，及理解自然力之表現的能力。關於山脈互相連接的形體，可參閱第140圖。

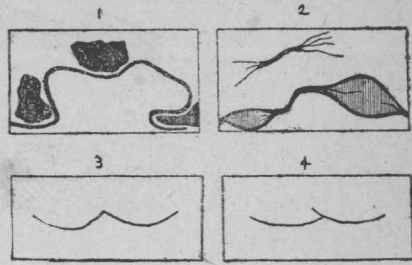
第141圖 亞細亞的山脈



對於山地生成史的瞭解與浸蝕過程的瞭解，在鑛床研究上，也是很必要的。

我們先瞭解某鑛床的發生時代，並曾受過何種浸蝕，及其現存位置，與生成當時的深度相比較，相當於那一部分，這些事情，都是預測鑛床發達狀況的一些預備材料。

第142圖 山脈之配列



1 彎曲 2 分岐 3 對曲 4 連鎖

178. 山的種類

(1) 火山

(2) 浸蝕山地

因浸蝕作用所遺留下的浸蝕跡。

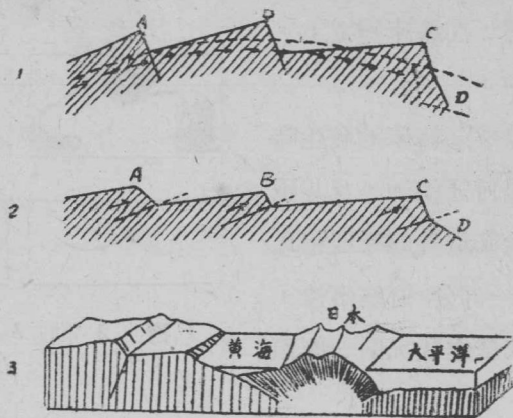
(3) 構造山地

斷層山脈 (斷層地塊)

褶曲山脈

德國的名地質學家李希霍芬 (Richtshofen) 氏，認為亞洲東部的地形想像會發生過階段狀的下降 (第143圖之1)。根據這種解釋，我們可以聯想到衝上狀之斷層，也可成立 (第143圖之2)，及第143圖之3的解釋，亦可成立。

第143圖 亞洲東部之構造解釋



A 興安嶺 B 沿海州山地 C 日本島 D 太平洋

第二十九章 地殼運動

179. 地殼運動 (Crustal Movement)

地殼內部的構造，非常複雜。褶曲，斷層，火山，深火山等種種現象，都可見到。除火山，深火山之外，地殼的褶曲，隆起，下降，移動（包括斷層）等，都叫地殼運動。

這些運動，在過去的各時代中，有時十分激烈，有時比較穩靜。這在第二編地史學中，已經解述過了。然而無論激烈或穩靜，不過只是程度上的差別。總之這些運動，從來不曾死滅過，並且直到今天仍然尚在活動着。

180. 地殼運動的種類

(1) 造山運動 (Orogenic Movement)

斷層，褶曲等構造，在地殼內大規模發生時，則可能在地表上造成山岳。這種地殼運動，叫作造山運動。由於舊的造山運動所生成的山地，因被浸蝕，所以在今日已有不成為山地的了，並且也有根本不會在地表上形成山地的。因此有人把這種運動，叫作造構運動 (Tektogenesis)。這種運動，也許今日尚在地殼內慢慢地活動着。然而關於這方面的知識，在今日仍然是很有限的。不過一般認為造山運動是在短時間內比較急激進行的。

(2) 造陸運動 (Epeirogeic Movement)

就是地殼的隆起，沉降運動。

然而這種運動，是在極端緩慢的狀態下長期永續地進行的。

(3) 漂移運動 (Epeirophoric Movement)

地殼的水平移動，也是在極緩慢的狀態下進行的。

上述三種運動總括起來，可以下表表示之。

地殼運動	種 類	活動狀態	活 動 內 容
	造山運動 (造構運動)	急 激	褶曲，斷層
	造陸運動	緩 慢	昇降
	漂移運動	緩 慢	水平移動

為了判別這些地殼運動之種類，可按下記方法研究之：

古時代的……地質層序的研究。

新時代的……地質層序的研究及地形的研究。

現在的運動……機械的計測。

若從地質學上來看，地震與火山的出現，是新生代大造山運動之進行過程中的一種餘波。然而直到今天，我們仍然感覺這是一種異變。

181. 地向斜 (Geosyncline)

(1) 受到造山運動的地方，只限於地球表面的特殊部，決不是地球全體。

(2) 因此可以想像出地殼上有易動與難動的兩個部分。

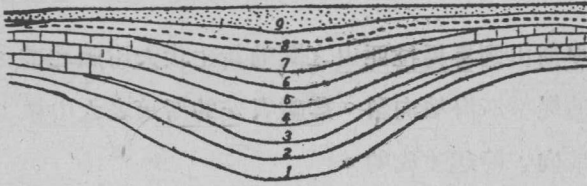
(3) 試看形成大山脈的物質，是由非常厚的水成岩構成的。這就說明了古時堆積在海裡的物質，今日已形成了山脈。

(4) 並且這些物質的厚層，從全體上來看，都是淺海性的，或

接近舊陸地的地域。

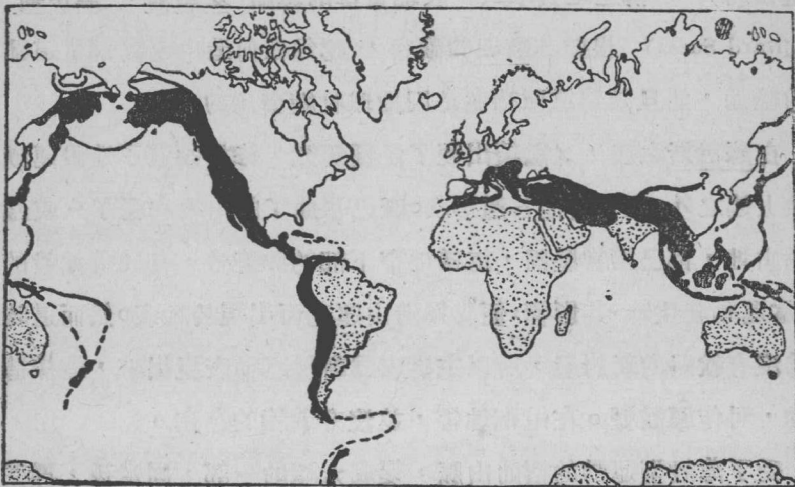
從上述的觀察，生出地向斜的想法，今日已被公認了。

第144圖 地 向 斜



換言之，即現在造成大山脈的地方，就是前時代的海底，並且是接近陸地的海。再從山脈的形狀來看，還是個狹長的海。並且爲了進行很厚的堆積，所以地盤，在堆積同時，無止境的下降，而堆積面，便經常是淺海一樣的地帶。這就是地向斜的性質。唯其如此，所以才成爲日後大造山運動的活動場所。

第145圖 世界之第三紀山脈



182. 造山運動

大山脈地帶，在造山運動活動之前的悠長的地質時代中，可以視為地向斜。

從阿爾卑斯山到喜馬拉亞山之間的新生代大山脈地帶，是從古生代末就存在的提替斯海地向斜。落磯與安的斯等之大山脈，也是美洲大陸西岸的地向，隆起生成的。

如是，地向斜若堆積了厚層的水成岩（厚達數千公尺或一萬公尺）時，其下盤，則因熱與加重而極端弱化。如果發生這種弱處，則新堆積物為前陸所壓縮，而成為褶曲或逆掩構造。

阿爾卑斯與喜馬拉亞地向斜，就是被北方的舊歐亞大陸塊和結連非洲，印度的棍德瓦那（Gondwana）大陸所壓縮生成的。

在這種情況下，也有時在其中心部發生火成岩的進入。如上所述，地向斜受到前大陸的壓縮所發生的褶曲，叫薄殼型褶曲（或阿爾卑斯型褶曲）。構造地質學與一般地質學的鼻祖愛德華·蘇伊斯氏（Edward Suess）根據其歐洲的觀察，認為任何造山運動都是這種形狀的褶曲，並且認為這種褶曲是因地球收縮發生的。

在蘇伊斯之後，又繼續出現了各種研究，終於知道了造山運動中，除上述之外，更有其他各種形狀。既已褶曲了的山地和受了火成岩進入的山地，都已相當堅固，這樣地帶下部的矽苦帶，却成為地殼的弱處。當運動發生時，其影響，便成為造山運動而出現於地表。然而這時，因為沒有軟弱的新岩層，所以主要成為斷層運動表現出來，這樣造山運動，叫作厚殼型。在這個地帶，並沒有前陸的存在。

受了薄殼型運動的褶曲山脈，變成大陸的一部，固定後，再受運

動的時候，就是厚殼型運動了。於是其後的地向斜，就與新生成的陸地脫離，而在另外的地方生成。這個地帶，大概就成爲次期造山運動的發生地帶了。

183. 造陸運動

即土地緩慢上昇的運動。海面自身的昇降，也可造成同樣的結果。這個運動，促起海退，海進作用，使海岸線發生變化。

(1) 過去地質時代中的造陸運動，即海進，海退，可從地質層序的研究中考究出來。

在第二編地史學中已經說過，觀察華北及東北南部的寒武奧陶紀層至二疊紀間的地層，則寒武奧陶紀地層，作平行不整合狀，橫臥於原生代地層之上。並因志留，泥盆，及下部石炭紀地層之缺如，上部的石炭紀層，二疊紀層，也同樣在奧陶紀上作平行不整合狀累積着。

由此看來，在寒武紀，曾有海進，海水面上昇，地盤下降，直到奧陶紀爲止，一直沒入了海底。自奧陶紀以後，又復開始海退，陸地比海水面，作相對的上昇，遂又成了乾陸。這樣，以陸地的面貌通過了泥盆，志留兩紀之間。但到石炭紀中葉，地盤又復相對的下降起來，然而任何時期，都無水平的變化，而僅可推想爲緩慢的昇降運動。這樣表示着在寒武紀初期，奧陶紀後，及石炭紀中期，前後共發生過三次造陸運動。

(2) 造陸運動表現了水與陸間之相關的位置關係的變化。因此，土地上昇（海面不動）與海水面下降（土地不動），都同樣可以引起海退。反之，土地下降（海面不動）與海面上昇（土地不動），又都同樣地可以引起海進。

但若個別的研究，歷次海進，海退的原因，水，陸二者之間，究屬那個動，那個不動，這倒是一個十分困難的問題，很難加以斷定。但在地史上發生世界性海進，海退的時代（寒武紀等），一般認為是海面變化之所致。然而各個地方，海進，海退不同的時候，可認是由各地地殼局部的徐徐上昇或下降所引起的。因此，如果要瞭解各地域的局部現象時，必須先知道各地質時代的世界性的現象之全貌，然後再去加以解釋。

寒武，奧陶紀的海進，與白堊紀（Cenomanian）的海進，是世界性的。同時第三紀的造山運動，及其併發的海退，也是世界性的。

第四紀初頭的大冰河期，因為水變成了冰河而固定起來，也發生了世界性的海退。

華北，華中，雖然完全不會蒙受奧陶紀末與泥盆紀的造山運動，但其餘波所及，表現為志留，泥盆之乾陸化的形態。

（3）土地的緩慢昇降（Secular upheaval & Subsidence）

前述之構造地質學鼻祖愛德華·蘇伊斯氏（Edward Suess）曾把海面與土地的緩慢昇降，分為兩種，一種是正汀線移動，另一種是負汀線移動。前者是海面的相對的上昇，後者是海面的相對的下降，二者俱為與陸地關係之相對的現象。

這兩個用語，雖然已經很古老了，但在地質學上，迄今仍被沿用着。

（a）正汀線移動（海的進入）

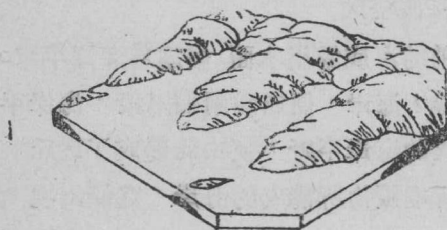
無論陸地下降或海面上昇時，海水都要進入陸地，而在陸地上，造成新的海岸線。因海水面就是水平面，所以新海岸線的形狀與地形圖上的等高線相同。假若山岳，丘陵多的海岸地方下降時，則海岸線

按照山的形狀，變得彎曲很多。假如海岸地方是平坦的陸地，則下降後所出現的新海岸線也很單純。

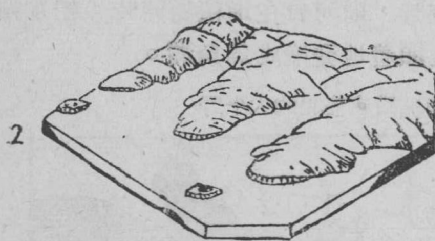
如果海水沿着河川的舊河道浸入時，則生出溺谷的形狀，而舊河道或舊谷，便成了深的海灣，或湖水。

倘若沉降作用再行繼續時，因為海岸附近的山岳地帶沒入水底，所以海岸線的出入，也就因而更形顯著，則昔時的山脊形成半島，谷則形成海灣。整個海岸線，便成為所謂李亞斯 (Rias) 式的海岸。

第146圖 Rias 式海岸



- 1 沉降的時候
- 2 海蝕開始



第147圖 解折山地之沉降而成複雜海岸線

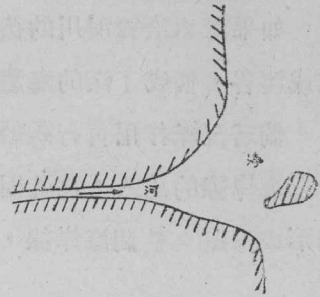


在沉降海岸上的河川出口，俱成喇叭狀三角口 (Estuary)

揚子江及亞瑪遜 (Amazon) 河俱爲此 第148圖 喇叭式河口

例。

若再繼續沉降時，則原來的山頂變成海中的島嶼，並且伴隨沉降發生斷層，如有海蝕，則成爲多島海。



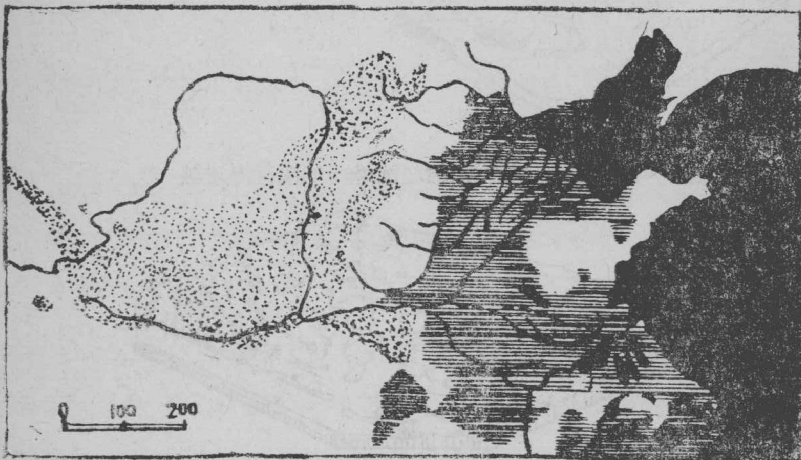
(D) 負汀線移動

靜止狀態的海岸，不斷地被海波浸蝕而成海崖。若此土地隆起時，則從前的海底露出水面，發達爲海岸平野。

若隆起一度中止後再行隆起時，海岸，便成爲兩個階段，海岸平野也隨之成爲兩個階段，而第一次的海岸平野，便由此變成了段丘。

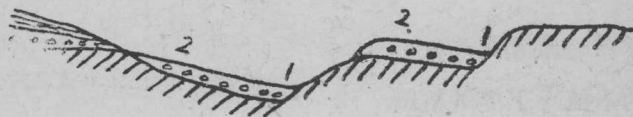
傾斜緩慢的海岸隆起時，由新堆積物所構成的海岸，寬潤出現，同時海岸漸淺，砂礫的運搬與堆積也漸多，於是便出現了砂洲與澤沼地。如果在這樣海岸上有河川注流時，則河口在堆積的同時，把堆積物旺盛的堵塞於其出口之間，於是顯着地發達成爲角洲。

第149圖 黃河之三角洲構成華北的大平野



第150圖

1 海岸 2 海岸段丘 3 海岸段丘



(c) 正負汀線移動的交替

前述之正負汀線移動，在很長的年代中，單一繼續發生的例子極少，多為兩者交迭發生的。意大利拿波里附近思拉皮斯 (Serapis) 殿堂的石柱上，就有穿孔貝的痕跡，並且現在還正在繼續下沉着。

(d) 其他陸地上昇，下降運動 第151圖 1被埋積前之谷 2埋積谷的分析

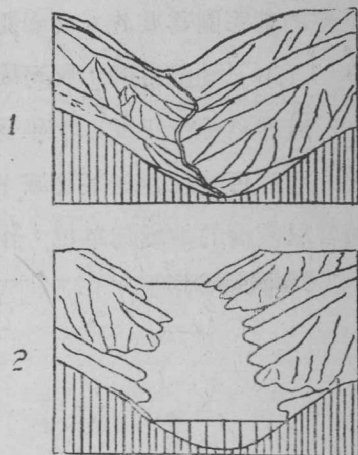
雖在山地內，對地殼的上昇，下降運動，有時也可作地形的判斷。

(i) 埋積谷

是沖積層向山谷中作弱谷狀貫入的形式。假如把沖積原當作水面來看的話，其形狀即與海岸上的溺谷相同。

(ii) 段丘

河成段丘有時也與海岸段丘一樣地說明着地殼的隆起。其原因有二；一因下流地域下降，故浸蝕作用復活。一因現地域上昇故引起浸



蝕的回春。

(此外，我們更可由段丘的生成，而聯想到堆積物的減少。)

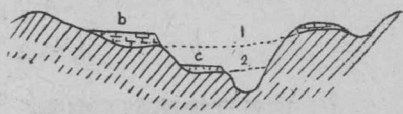
例如松花江上流與葦沙河合流的地點，其上流就有很典型的段丘。

(iii) 河谷縱斷面

由河的上流至下流的縱斷

面，在河流保持平衡狀態時，是一條平滑的曲線。但在河川曲線中如有急折處時（這種急折處叫作遷急點），可以認為這是地盤上升的痕跡。

第153圖 松花江上流之段丘



b 埋積第三紀河谷的玄武岩

c 長白山浮石層構成的段丘

然而，如遇堅固岩石露出時，有時因此堅固岩石之抵抗，也能造成遷急點，所以必須與其支流河川對比一下。並且這個工作，必須以正確的地形圖為基礎。（參閱第77圖）

(iv) 地盤昇降，又可因水準測量的改測而精密的測量出來

若能以每十年或二十年為間隔，測定同一地點的水準而觀察其變化，這樣可知地盤在某地域上升，某地域下降。這樣的上昇與下降，通常以較廣的地域為單位，作波狀的運動。

第三十章 關於地殼運動之原因的諸學說

184. 地球收縮說

從最古至最近，最有權威的學說，謂『地球徐徐冷卻，也徐徐收縮，恰如蘋果的表皮現出小皺紋一樣，形成了山脈』。此種學說，是以研究阿爾卑斯的表層型褶曲，而在構造地質學上奠定了大基礎的澳大利亞地質學者愛德華·蘇伊斯 (E. Suess) 氏的學說。由此很容易領會地球上發生壓力作用的原因。

然而褶曲之中，還有深相型褶曲，縱令單就表層型褶曲來論，若把褶曲地層全部伸展開，則可證明古時的地球，比現在的地球大得很多。同時由於放射能元素的發現，使對地球冷卻程度的想法，發生了改正的必要（參閱本章 187 節熱輪迴說）。然而這種學說，至少對始生代是適合的，並在某種程度，涉及了地球生成的根本問題，且復簡明易解，所以雖已陳舊，並且出現了反對的論調，但仍不失其學術上的價值，而為一部學者所支持。

然而根據物理學的見地，又出現了許多更有趣味的學說。

185. 地殼平衡說 (Isostasy)

地殼平衡說是由重力的測定來說明地殼運動的學說，今已成為定論，此種學說，詳細說明了造陸運動的原因。

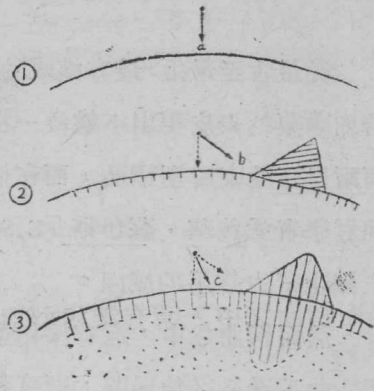
若用綿密的重力計來測定，普通的地方，垂線一定垂向地心（第 153 圖 1）。但在山岳附近時，因山岳較他處質量多，則錘線就稍偏向山

側，這就是**重力偏差**的一種表現。假如這種偏差，僅被地表上山岳之質量所影響的話，那麼假定山下，即地下的密度到處都相同時，則偏差和山的質量成正比例（第153圖2）。

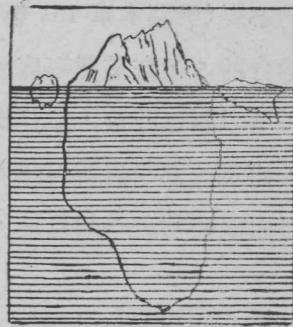
在喜馬拉亞山脈下的印度平原上，實行過重力測量的測地學者，發現了這種偏差與此高大的山岳比較，竟是意外的微小。其後證明了這個原因。是因為喜馬拉亞的地下密度比平原的地下密度小的緣故。

究其原因，在於山下比重小的地殼，深入**矽苦帶**中，平原下部比重大的**矽苦帶**，浮到上部淺處，恰如**冰山**浮在水上的情形一樣，即**冰山**越大，埋沒在水裡的部分也越大，**冰山**越小則埋沒在水裡的部分也越小，這樣保持着**平衡**。高山也正與此相同，**矽礬帶**的山地比重(2.7)浮在**矽苦帶**中(比重3.2)保持着牠的平衡。(第53圖3)。

第153圖 重力偏差



第154圖 冰山



第155圖 矽礬帶浮在矽苦帶的上部。高山下部的矽礬帶，沉入地下深部。



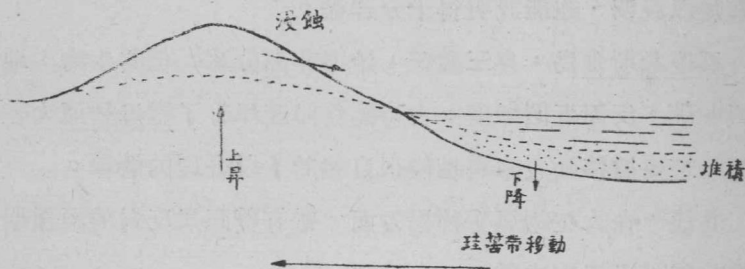
地殼突出的山岳地帶，輕的物質比其他物質更深地繼續插到地下深處。到達一定深度時，因其上部所加的重力，就都成爲均等的了。即高陸地帶由密度小的物質構成，低的海底由密度大的物質構成，於是地面的高低，由密度的大小而兩相抵補，因此在一定深度（地下120公里）之上的重量，完全都是一樣的。這就是地殼平衡說（Isostasy）的論據，幾乎已被公認。這種地殼平衡是地殼運動的原因之一。

河川不斷的剝削地表，運搬物質，使陸地漸輕。反之，海底的負擔也就因此而漸重，以至失掉原有的平衡。爲了恢復這種平衡，海底勢必再度下降，而陸地亦必隨之再度上昇。

斯堪的那維亞半島的地盤隆起，就是因爲在洪積世所存在的水河消退而欲恢復地殼平衡所起的運動。

地向斜的學說，也是以此爲根據而發展出來的。

第156圖 地殼之平衡



186. 大陸漂移說(大陸移動說)

這是維格納氏 (Wegener) 在1915年所發表的學說，謂：「大陸是向西方漂移的，在悠久的地質時代之間，經過了顯著的水平移動，而南美，北美兩洲都是由歐，非兩洲分離出來的」。此種學說的論據，

有下記幾點：

非洲和南美的海岸線，有着恰可合而爲一的突出和凹入。

在非洲及南美南部都有二疊紀的褶曲山脈，且其岩石，化石，構造等均相類似。且其褶曲方式，也是互相一致的。在今日雖相距6000公里之遠，但可以認爲原來是一塊陸地的證據很多。兩者的火山岩也有很多彼此一致的地方。

二疊紀冰河堆積物在南美南非兩洲都同樣的表現着同一方向，也表現着是同方向的冰河。

上述事實，表示在南美與南非之間，有一條大褶曲山脈存在着。古時對此說明，是以『大西洋中有一塊很大的大陸』爲根據的。因此就不能不認爲大西洋地面以後又陷沒了。但如根據這種移動說，則可以簡單的加以說明。大西洋的出現，由地質上看來，是在石炭紀開始的，以後越來越大，一直發達到現在這個狀態，這個問題若用移動說來加以說明，也能說明得十分詳盡。

馬達加斯加島，自三疊紀，始與非洲分離。但其生物，地質却不類似非洲，反而近似印度。古時認爲印度洋有了雷母利亞大陸，這個問題，若根據移動說來看也能很自然的予以合理的解釋。

其他，在古生物與生物學方面，雖有贊同與反對的兩種學說，但贊成論仍然是很有力的。

維格納氏的說明如下：

南美大陸與非洲大陸相隣接毗連，但最初都是一塊大陸。至白堊紀，才開始分裂分離的。同時北美也是與歐洲大陸相隣の，最低限度是在紐芬蘭 (New Foundland) 及愛爾蘭 (Ireland) 的北方與格林蘭 (Greenland) 相接連，形成一連串的陸塊。從第三紀末期，(在北

方則自第四紀) 開始分離了的。

南極大陸，澳洲及印度半島在侏羅紀初期以前，都是與南非相隣接的。雖其間夾有淺海，但却共同形成着一塊大陸。經過侏羅紀，白堊紀，第三紀等地質時代，都由新生的裂縫分離開而成了個別的陸塊。惟有印度半島情況稍有不同，原來雖以被細長的淺海所遮蔽的陸塊與亞細亞大陸相連接，但到侏羅紀的初期，一方面與澳洲分離，另一方面在白堊紀與第三紀的過渡期內，與馬達加斯加分離，這個長長的連絡物的陸塊，一面接近亞細亞大陸，一面收縮，最後終於形成了大褶曲山脈，這就是亞細亞高地。而由多數褶曲山脈所構成的喜馬拉亞山脈，就是牠的主要部分。

大陸的移動與山脈的構成，其間是有密切的關係的。例如南北美洲向西移動的結果，在其西方的邊緣，則因業已凝固了的太平洋海底的抵抗，引起褶曲作用，形成了安第斯 (Andes) 山脈。這種作用，由北方的阿拉斯加起，一直波及南方的南極大陸。新錫蘭的山脈也是同樣生成的。在西方的移動之外，還有廣大區域向赤道方面的大陸移動，這個運動與由喜馬拉亞到阿爾卑斯或阿杜拉斯山脈為止的，當時的赤道帶第三紀大褶曲山脈的形成，有密切的關係。

新錫蘭是由澳洲大陸的海岸山脈分離後形成的花彩列島。因大陸向西方移動，因而遺留下這種小陸塊的殘跡。

亞細亞東部的邊緣山脈，也是同樣像花輪似的斷離着。

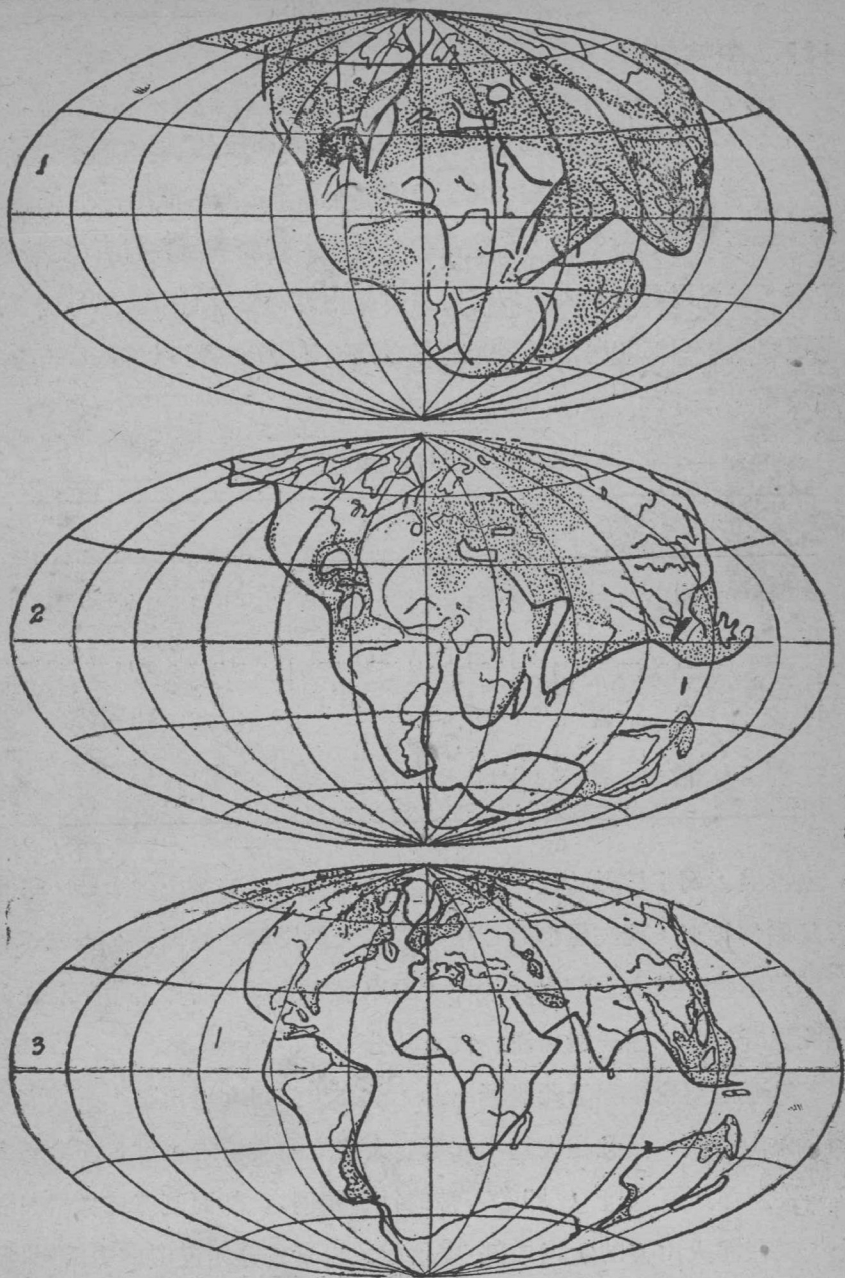
大小安琪爾列島 (Anthile) ，就是中央美洲陸塊移動後所留下來的痕跡。

如上所述，所有的陸塊，都向南方伸出其突出部，且其尖端又都偏向東方。(如格陵蘭，弗勞利德，菲伊路蘭，錫蘭，及南美等，都表

現着這種形態。)

這種移動說，是假定「大陸與大洋底的物質不同，而大陸浮於大洋之上」為根據展開的。這在地殼平衡論 (Isostasy) 中，已經有所說明，並且也有其地球物理學的證據，所以在地球物理學方面，也被承認了。然而關於在地質學上的根據，却有贊成與反對的兩種論調，而尚未成為定論，總之，這種漂移說，還是可以接受的學說，不過只是在起因方面，還沒有充足有力的說明而已。

第157圖 大陸漂移說所說明的大陸之漂移 1 石炭紀 2 始新世 3 第四紀



187. 熱輪迴說 (Theory of Thermal Cycles)

上述之漂移說，自鳩萊(Joly)氏之熱迴說出現後，越發被強化了。

凡諸岩石，均含有鐳 (Ra)，鈾 (U) 等之放射能原子，其量雖微，然而其所放射的熱，在悠長的年月內，可能蓄積在岩石中。因矽苦帶，並不出現於地表，因而由放射能物質所發散出來的熱得能全部蓄積起來，經2500萬年至3000萬年之後，則可成爲足以熔融矽苦帶的熱量。

一瓦岩石中的鐳，鈾含有重量

	鐳 (瓦)	鈾 (瓦)
花崗岩	3.54×10^{-12}	2.31×10^{-5}
安山岩	2.26×10^{-12}	0.61×10^{-5}
玄武岩	1.19×10^{-12}	0.77×10^{-5}
橄欖岩	0.80×10^{-12}	0.61×10^{-5}

這樣，到了熔融時代，則作漂浮狀存在於矽苦帶上的大陸，便很容易移動起來，就在這個時期中，實行大陸漂移。並因矽苦帶之熔融而體積膨脹，故其上部之大陸塊，處處發生裂縫，而矽苦帶物質，即沿此裂縫上昇，促成造山運動或大陸分離。

然而因爲岩漿亦沿此裂縫上昇，故在大陸邊和造山帶，也因而增加了火山現象。並且在大陸內部構成大台地的火山岩，都是玄武岩，且一般認爲與原岩漿，即矽苦帶的物質相同。然而既有這樣岩漿成分，又在非火山帶的大陸內部，與這樣原岩漿成分相近似的火山岩，廣

域的分佈着。這些想像都是當矽苦帶熔融時，因體積膨脹而從內部溢流出來的。因上述諸種現象，熔融矽苦帶一旦失去熱力時，就再度凝固下來，直到下次再度熔融為止，一直保持着凝固穩定狀態。這樣，以一定的週期，反覆循環這種熔融作用。

在過去的時代中，發生造山運動的時期，也有着一定的間隔，綜合始生代，原生代，奧陶紀，泥盆紀，二疊紀，白堊紀，第三紀等之造山運動期，也是一個整個的輪迴。這個輪迴，是可能與上述矽苦帶的熱輪迴相一致的。然而現世，正是從第三紀所發生的熱輪迴的末期，行將進入固定時代的前夜。

此外，矽苦帶的熔融時期，從全體來看，大陸恰好可能較前更深的向熔融了的矽苦帶中下沉，所以這時是海進的時期。反之矽苦帶凝固後，大陸又復上昇，所以這時又是海退的時期。熱輪迴說就是這樣以熱輪迴來說明了大陸的漂移，及與此相伴同的造陸，造山運動，與火山作用。

然而究竟是什麼力量使大陸發生了漂移呢？關於這個問題，雖然一般都認為是潮汐作用，也有人說是從外界天體來的力量，但至今尚無確說出現。

這種學說，雖也巧妙地說明了大規模的運動，然而正與大陸漂移說一樣，迄今還是一種假設，尚未成爲一般公認的事實。

188. 結論

關於地殼變動，諸說紛紜，且各有所短，各有所長，總之都是從綜合的事象來說明了各個不同的局部現象（地變），因而生出了說明與表現上的差別。

我們知道，火山帶，是沿着地殼的褶曲帶與裂罅帶分布的，並且這個地帶，又是地震較多的地帶，但在最近的深發地震的報告中所記載的震源，是相當深的。因此，我們感到自從阿爾卑斯（Alps）式的表相褶曲的研究以後，關於地質構造的研究，未免偏重於地表淺部的收縮與橫壓力的問題，從而表現出更向深部去追求其本源的傾向。因此，我們對鳩萊氏（Joly）的熱輪迴說的全面接受，雖然為時尚早，然而地殼變動的起因，就是進入了矽苦帶或其上部的岩漿活動，這事實，倒是很明顯的了。

地殼的破綻，是岩漿上昇的誘因，岩漿的上昇或移動，在某一地域可為褶曲作用的原因，在另一地域，又可成為造陸運動的起因，甚或竟至溢出地表，成為火山作用。這種由下部向上方（地殼）的運動可給予地殼以地震的衝動。

總之唯有對岩漿帶的研究才能給地殼運動以合理的解釋。

——（完）——