

# 第四十一圖



顯現在斷面的幼年谷和老年谷

1—1幼年谷，2—2以下是老年谷

的傾斜愈加弛緩，於是谷底很闊，這樣的谷，稱為「老年谷」。等到谷與谷間的山陵完全消毀，地面和海面完全齊平，這樣的谷，稱為「死谷」。接近死谷的時候，山陵的尖端稍稍聳起，只留着一個丘形；地面完全被水所浸沒，這時，又稱為「準平原」了。

谷自產生之時起，經過幼年期、壯年期、老年期而至於死滅，牠的形狀，不過在川流自發源的地方起，至匯注入海止的中間，按着順序，逐漸變換而已。

## 27. 峽谷

谷既長成以後，如果兩側接近高嶺，各處匯注的流水頗急，而兩側的岩石又非常堅硬，流水不易衝毀，致將侵蝕的作用完全施於谷底，於是谷底愈陷愈深，兩側並不擴張，便成為「峽谷」。這樣

的谷，大都還在幼年時代，例如我國長江上游的巫峽便是。在這些谷中，自己谷中流水的侵蝕力頗強，兩側的支谷却沒有侵蝕作用，或竟是瀑布，所以不能把牠的兩側因侵蝕而逐漸擴張。

在高原上的谷，水流頗急，但因雨水稀少，岩質堅硬，所以兩側的斜面，不易侵蝕，只是把谷底日漸深陷，最後，便成爲又長又深的峽谷了。美國有名的哥羅拉多峽谷（Colorado Gorge）便是峽谷的代表者。

哥羅拉多大峽谷是流經亞利桑那（Arizona）的密西西比河所陷成的，長約二百餘哩，自高地之頂至水面，深達三千至六千呎。自頂至谷底，有廣寬不等的若干梯級層，V字形之谷，不過是最下的一層；從這層至次層，雖然有些絕壁，但按照全體谷的深度和闊度說起來，還不能說牠是最狹深的谷。牠的深度，離高地雖有六千呎左右，但牠的邊緣和高地的邊緣之距離，計有十哩或十哩以上。如果我們不照谷的每段計算，牠的傾斜面也只在十五度以下。像這樣的谷，本來是算不得峽谷的。——但是，曾經站在牠的岸旁去眺望過的人，誰都感

得牠的侵蝕力之偉大。

## 28. 谷的復生

我們人類，現在正鬧着接換青春腺的「返老還童術」，能不能成功，還不能知道，可是谷之能够復生，却是事實。谷到老年期，谷底陷成平坦，因為陸地向上升起，乾底便完全露出水面了；於是再產生谷，再被流水次第侵蝕，谷底逐漸深陷。這樣復生的谷，仍由幼年期、壯年期、老年期而終至死滅；再行升起，循環不已。凡是由老年谷昇為幼年谷的，牠的兩側便發生沖積層，形如梯階，或二三級，或四五級，這稱爲「梯級層」。梯級層怎樣產生的呢？這是因為地盤經過多次

第四十二圖



復生幼年谷的梯級層

期、老年期而終至死滅；再行升起，循環不已。凡是由老年谷昇為幼年谷的，牠的兩側便發生沖積層，形如梯階，或二三級，或四五級，這稱爲「梯級層」。梯級層怎樣產生的呢？這是因為地盤經過多次

的隆起，每次隆起時，便發生一級梯級層。所以我們見了這樣的梯級層，即可知道這地盤已經有過若干次的隆起了。例如在日本自信州伊那起，至飯田的天龍川，就有這樣很顯明的梯級層。

## 29. 急流和瀑布

**急流** 在谷的中途，如果有堅硬的岩石露出於水平面，因為岩質堅硬，侵蝕頗緩，所以牠下面的斜面，反較上面的斜面為急，流水奔湃至此，便發生急流。如果這岩石的傾斜面很峻削，則因侵蝕愈速，斜面亦愈加峻削了，所以凡在嶮峻的叢山中奔流的水，便到處發生激衝怒號，白沫飛濺，非常好看。

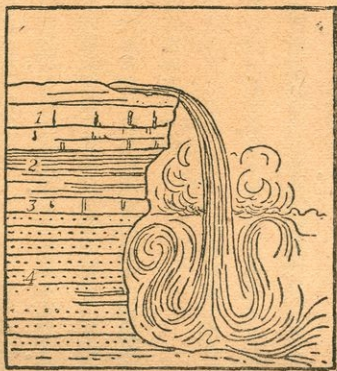
**瀑布** 因為侵蝕的作用，使堅硬的岩石斜面成為直垂線，流水至此，便向下掛流，這便是「瀑布」。美國的尼亞加拉瀑布 (Niagara Falls)，那是全世界著名的，牠集合在加拿大 (Canada) 和美國間的休崙湖 (Huron)，密芝安湖 (Michigan)，蘇必略湖 (Superior) 川

湖的水，在流入安大略湖（Ontario, L.）間，當經過巖谷時所發生的。在川流的中央有一個島，所以有「加拿大瀑布」和「亞美利加瀑布」之分；前者闊約三千零十呎，高一百五十八呎；後者闊約一千六百呎，高一百六十七呎。

當瀑布流下時，牠的水，半向後衝，崖的下部次第被削，便逐漸凹陷，卒至不能支持上面那堅硬的岩石，等到一旦傾塌，這瀑布便也消滅了。例如尼亞加拉瀑布所經過的懸崖，崖中有一層岩石比較軟些，容易侵蝕，所以懸崖正在逐漸低陷；亞美利加瀑布每年減低五呎左右，加拿大瀑布每年減低三呎左右，就是這個原由；或許再過若干萬年以後，這名聞全世界的大瀑布也將完全消滅！

斜面成爲直垂線的堅硬岩層，牠雖然顯露在外，造成瀑布，但很不易被侵蝕；牠的位置也不易變動。這層岩石，當然是水成岩或是火成岩了。在堅硬的岩石面，如果一旦發生了裂縫，那麼在這裂縫口的地方，因爲流水都聚在這裏流下，也能產生瀑布。所以谷川底層裂縫多的部分，最容易成爲瀑布。

## 第四十三圖



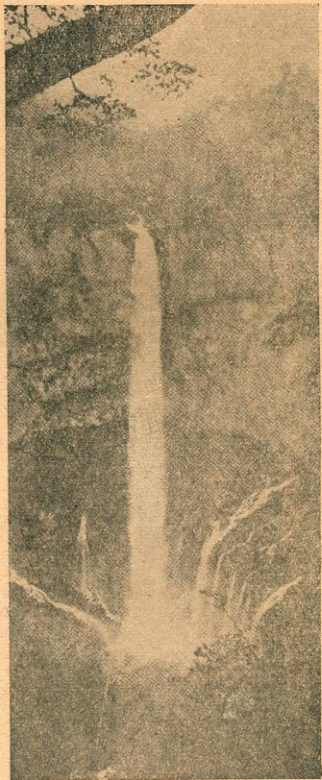
尼亞加拉瀑布崖被衝蝕的狀態。

有時，因為山嶺的崩塌，熔岩的流湧，將谷的一部分壅塞，於是到這裏的水，便越過堆積的泥沙落下，成為瀑布了。像日本那樣火山很多的地方，所以這樣的瀑布很多。例如有名的華嚴瀧，就是因為有一部分堆積崩潰後所構成的。

如果谷的本流很深，支流很淺，則由支流注入本流的水，便成為瀑布。有時瀑布突然退却，則在途中的支流，也能發生瀑布。上述的各種瀑布，和由急流次等產生的不同，都是突然發生的。這突然產生的瀑布，都是因為斜面峻削的原故。谷的斜面峻削，必定是幼年谷，所以我們可以總括地說一句：只有

第 四 十 四 圖

日本有名的瀑布日光華嚴瀨



在幼年谷中，纔會有瀑布的。

但是，也有兩個例外：如果斷層橫過川流而成崖則，雖非幼年谷，也能產生瀑布，例如境內的那智瀧便是。如果斷層橫過川流的底下，因侵蝕而發生裂溝，則川水流到這裏，便改道

他日本去，也能成爲瀑布，例如世界上有名的美國維多利亞瀑布（Victoria Falls）便是。在這些瀑布的「甌穴」（Potholes）中，有濃密的水氣上升，頗爲壯觀。

甌穴 瀑布所衝擊的岩石上，時常有圓洞發現，牠的陷穴渾圓，非常整齊，恰像人工鑿成的一般，名叫「甌穴」其發生的原因，由於流水的旋流作用，逐漸侵蝕而成的；恰像礦夫穿穴，用火藥的爆力一般。如果瀑布的形狀不變，旋流也不變，則甌穴便也愈陷愈深。凡是在現在沒有瀑布的地方，河床上竟發現了這樣的甌穴，即可知道從前這裏是有瀑布的；這個甌穴，便是最有力的證據。

### 30. 扇形沖積地

在山麓的地方，大都傾斜弛緩，於是緣峻坡而來的川流，到了這裏，因速力頓減，便把自谷中運搬來的砂礫，逐漸沉積。這樣的沉積地，總是離谷口愈廣則愈薄，恰像扇形，這便稱爲

「扇形沖積地」（Alluvial fan）。



扇形沖積地的幅員雖有大小，但其形狀却是一致的。這類的沖積地，在平時積水很少的峻谷下最多。有時，陣雨驟下，澗水暴漲，一時運搬來的沙礫特多，谷口即能發生扇形沖積地。這些沖積物，雖然有些是從谷上掉落下來的，但大部分由於水的運搬力所帶來的。

扇形沖積地在谷口處最狹，愈下則愈廣，這是甚麼原因呢？因為流水出了谷口以後，向左右分流，所以沉積物的沉佈也較廣。

在扇形沖積地上的川流，能够自行築成堤，稱為「自然堤」(Natural Levees)。這是因為自上游流來的水，到了這裏，速度頓減，於是運搬來的砂礫，因沉積而將川底逐漸填高；如果流向這裏來的水，驟然增加，則水便溢出河道以外；水既溢出河道，速度倏減，沉積也就加盛了，所以在河道的兩岸，便發生了自然堤。

在時常有水流通的谷，牠的山麓處，也曾發生扇形沖積地。這樣的谷，其斜面必較無水的谷弛緩，所以流水到了這裏，牠的速度仍沒有變異，是在山麓處所堆積成的扇形地，擴張頗廣，離谷口也很遠。這樣的土地，我們走到叢山中去，非常容易看見的。

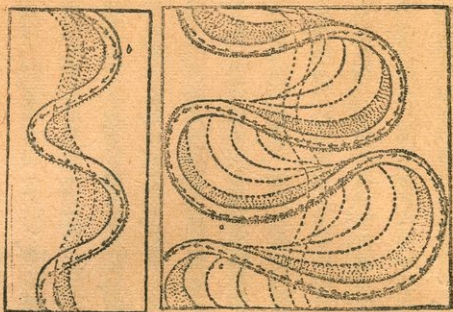
### 31. 沖積平原

流水經過斜面很弛緩的地方，雖然水量增加，其速力仍是逐漸減低；於是從上游運搬來的砂礫，立即次第堆積，成爲「沖積平原」(Alluvial Plain)。壯年谷的底，便是這樣造成的，那時谷中的水，都在堆積物上流過。凡是川流中因堆積而成的平地，都稱爲沖積平原。這平原上的土壤，類皆膏腴肥沃，所以我國的黃河下游，和河北東部各地，大都是肥沃的田地。

### 32. 川流的彎曲

平原上的川流，大概是彎曲的，因爲川水流動遲緩，一遇阻礙，便將方向改換，加之川邊的土壤，未必是同樣堅硬的，堅硬的侵蝕難，鬆軟的侵蝕易，等到川流稍稍彎曲以後，水力便向彎曲的地方突進；因水力的突進，剝削也愈甚；但是出自彎曲處的水，却又向相對的岸邊衝去，相對岸的剝削便也加盛；水自彎曲處流出，又向相對岸衝去；這樣交叉不已，彎曲的地

## 第四十五圖



川流彎曲的原因。

方也就愈加擴張。反之，在彎曲的另一岸，却因水流遲緩，剝削力減弱，沉積物又因水流緩而沉積旺盛，歷時既久，竟次第築成淺灘了。這樣，川流便一天彎曲一天，到了後來，彎曲的地方因逐漸擴張，便逐漸接近，一旦水量暴漲，速度驟增，又把隔絕兩彎曲處的地方衝過，於是河道便完全改變了；那以前彎曲的一部分，便成爲一個聚水的大湖，這名叫「流跡湖」。

### 33. 陪伴谷之生長的

#### 種種地形

地形的老幼 平整的陸地，雖然高高的隆起，却在不絕的受着侵蝕作用。在中亞細亞的天山山脈、阿爾泰山脈（Altai），南美洲的安達斯山脈間，都可以看見這樣的高原。後來，高原因受侵蝕作用的關係，到處發生幼年谷，到了這時，上面雖然仍是高高的平原，但我們如果站上去瞭望，決不會覺得這是高山。德國的萊茵河畔，法國的中部，都有這樣的高原。後來，陸地逐漸被侵蝕，谷也廣闊了，山嶺也成功了；雖然那時的谷，已由幼年期升至壯年期，已很廣闊深陷，但高原的形狀，仍是平整的。

谷在壯年期，侵蝕作用最利害，陸地愈高，水流愈急，便愈向下侵蝕，於是兩側的斜面很峻急；又因土壤不能滯附，所以岩石也裸出來了；並且那時的山嶺，因為風化的關係，按着岩質的差異，成爲各式各樣的尖頂。這樣的山嶺，也是到處可以看見的。

谷到了接近老年期的時候，崇嶺被削，斜面改緩，地面便滿蓋着土壤。當地形在壯年期時，人們能夠沿着川流往來，谷底的村莊，人類可以生息其間；在老年期中，人們能夠在山中居住，又能築成越山的道路。但這樣的地形，大都在大陸方面。

將近老年期的地形，山嶺次第低陷，歸還原狀，不過到處丘陵起伏而已，這就稱爲準平原。我國的遼東半島，就是最規則的準平原，高出海面約五十公尺左右，遍地都是肥沃的土地。此外，在西伯利亞的西部，至土耳其斯坦（Turkestan）的一片原野，和其南部諸地，都是準平原，現爲游牧民族的牧場。

準平原所成的山地，準平原的能够再行高起，完全是因爲侵蝕作用的原故。例如天山、阿爾泰山、崑崙山、落磯山、安達斯山等大山脈，都是準平原感着侵蝕作用隆起而成的。本境內雖然沒有準平原，但是牠們大部分的山地，却是由準平原隆起而成——這種地形的特點，就是到處遍佈同樣高的山峯。

三角洲平原 川流口的三角洲，次漸長成，能够升爲和海面不甚相差的平原，有許多河道經過，等到堆積既久，便成爲田地。川流自上游流來，帶着許多肥料，都沉積在這裏，所以很適合於農作物。並且堆積愈久，愈能向海灣處擴張，把面積增大；又因土壤肥沃，人口的聚集便日益繁盛，所以由村莊進爲鄉市，由鄉市進爲大都會。凡是大陸上的大江口，都能築成

大規模的三角洲，例如揚子江、密西西比河、尼羅河、恒河（Ganges R.）等的三角洲，都是世上著名的。

這些三角洲上，因有河流的侵蝕，所以有谷發生，也有起伏的丘陵，例如日本東京附近的丘陵地，就是這樣發生的。凡是丘陵起伏在這類地方的下面，如果見有砂層，我們就可知道這裏本是三角洲。

**海岸平原** 海岸隆起以後，即成「海岸平原」，後來因受侵蝕作用的剝削，雖是幼年的地形，也到處有狹谷發生。在大陸的沿岸，海岸平原連綿甚廣，形如帶狀，便稱為「帶狀海岸平原」，最著名的，在美國的大西洋沿岸和墨西哥灣附近。

**疊台** 平整的地層，高出海面而逐漸擴張，這就稱為「疊台」（Terraces）。這樣的土地，在大陸方面很多。疊台因受侵蝕作用而生谷，但構成地層的岩石既各不同，所以谷的兩側有許多階段，正和上面已經講過的哥羅拉多（Colorado）峽谷一樣。這樣的地形，歐洲方面在德國和俄國可以看見。美國的亞勒牙尼（Alleghany）疊台，和哥羅拉多峽谷經過

的哥羅拉多地方，都是面積很廣的疊台。

以上所講起的平原和疊台，地殼不易變動，地震也很少，土地平坦，交通便利，實在是最適宜居住人類的地方。但是牠們都在大陸的內部，因此氣候乾燥，植物不易滋長，有幾處竟是沙漠，所以從前是沒有人類居住的。





## 第九章 冰河

雪谷 阿爾卑斯(Alps)等的山嶺中，雖至盛夏，也有不會溶消的積雪，埋在近峯的谷中。如果牠的表面平整，也能爬登上去。像這樣積着雪的谷，便稱「雪谷」。雪谷中的積雪，非常堅硬，雖用鐵棒去擊牠，有時也不能穿鑿進去，其堅硬恰像冰層一般。雪谷的斜面很峻削，所以走上去時，容易滑跌，很難攀登。

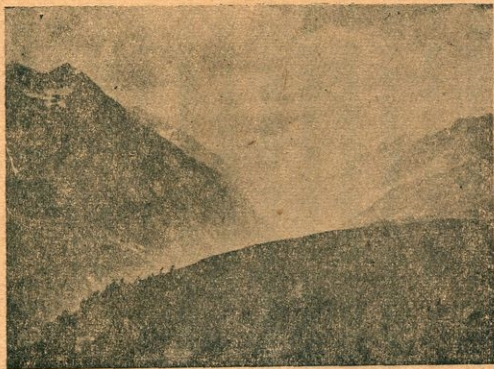
雪谷是怎樣組成的 雪谷是由於殘雪堆積而成的。這些雪，大都是冬季中降下來尙未溶消的。但其他還有種種原因，我們該詳細地說一說——

到了冬季，山嶺全被積雪所埋沒，但高山之頂，高低很不一致，不能積着同樣的雪，於是斜面峻削的地方，殘雪便直向下崩。例如塞加西亞(Circassia)的上方，因為斜面峻削，雪都向下崩去，所以谷中便堆積了很厚的雪。

堆積着的雪，有時很軟，因為雪的各結晶間，還保持着很多空隙，恰像棉花一般。後來，因

# 第 四 十 六 圖

地 球



雪 谷

溫度忽高忽低：溫度高時，一部分的雪溶化成水，至溫度低時，再行凝結。這次凝結以後，雪的各結晶間，已經沒有空隙了，凝結得和冰一般，把未曾溶化的雪裹在中心，凝成一塊。這些積雪，不必求諸高山中；就是在平原上，也有這樣的凝結。

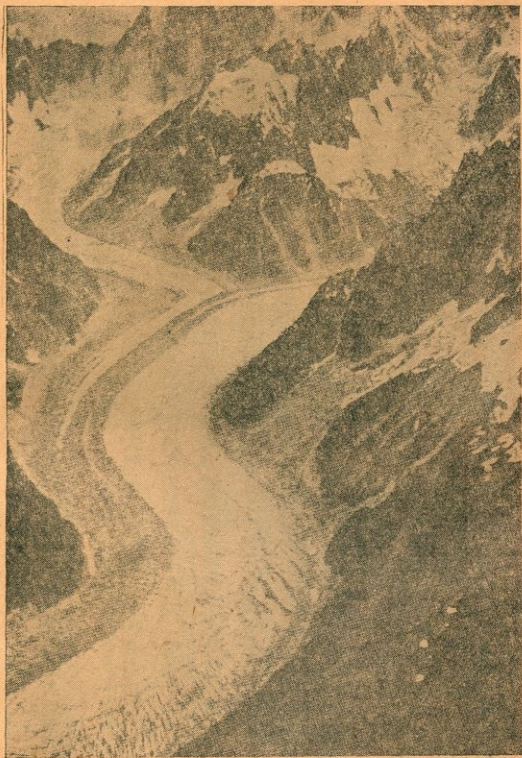
雪自溶化以後，再行凝結，因為空隙沒有了，故質密而堅硬。牠的下面，又因上部的緊壓，也逐漸堅硬。所以到了夏季，有許多蓋在

山上的雪雖然溶消了，但沉埋在谷中的，因為質堅量多，總不能溶化；這不能溶化的雪，便組成了「雪谷」。

雪帶 雪帶地方，雪是一年四季堆積着的，這大概是接近南極和北極，或高山的頂端。終年積雪的地方，稱為「雪原」(Snow field)。連接各雪原的境界，稱為「雪帶」(Snow line)。普通的雪帶溫度，高者在冰點以下；但有些地方，雖然溫度很低，只因降雪不多，又不能積成雪原，仍是不能列為雪帶。例如喜馬拉亞山(Himalay, Mt.)的南面，雖比北面低三、四千呎，因降雪很多，却能劃入雪帶。所以我們不能嚴格的規定說，凡山高若干萬呎，或在緯度若干度，纔能達到雪帶。至於熱帶地方，則以一萬五千呎乃至一萬八千呎以上的山嶺，始達雪帶；歐洲的阿爾卑斯山，則以一萬呎左右的高度，能劃入雪帶。

喜馬拉亞和阿爾卑斯等高山的斜面，積雪向谷中崩去，一年四季，沒有停止的日期，所以谷中堆積的雪，非常深厚。這些雪，因溫度很低，逐漸凝結，凝得空隙全無，異常堅硬，恰和冰一般。但仔細地研究起來，牠和由水結成的冰，並不相同；牠另有一種組織，不過牠的凝結很

第四十七圖



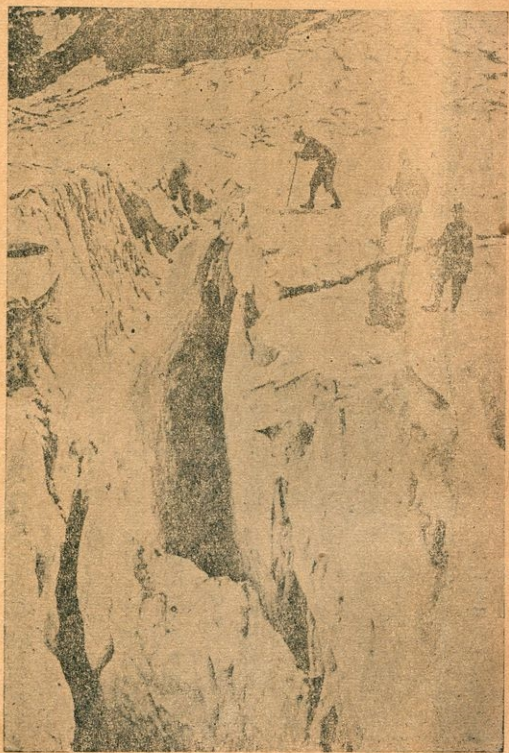
阿爾卑斯山的大水河

緊密，所以肉眼是看不出的。如果牠因溫度高而溶化時，冰上便現着許多洞，由此我們可以知道這是由雪凝成的冰。

像糖飴似的冰流 在喜馬拉亞山和阿爾卑斯山的谷全是積雪凝成的冰，又因斜面的關係，冰就向下滑去，恰像糖飴。——冰會像糖飴似的流動，諸君聽了這句話，也許遲疑地想道：「冰是堅脆的，用鐵棒去敲牠，立即碎裂，怎能像糖飴似的流動呢？」不錯，你們的想像，是合理的。但冰層稀薄時，雖很堅脆，等牠凝成大塊時，却有異常的粘力。例如，玻璃本是很堅脆，如果是一塊厚玻璃，却會有粘性發生，能够把牠像鐵板似的彎轉，這便是明證。加之，谷中的冰，因有相當的重量，由着地心吸力的作用，所以能向下流去——這些有冰在流動的地方，即稱為「冰河」(Glaciers)。

成冰河處的高度 冰河的能够發達，必須冰有時可以溶解，所以大都在溫度略高的地方。因此，冰河的源頭雖在雪帶上，冰河的本身却在雪帶以下。例如阿爾卑斯山高至一萬呎以上，始達雪帶，但山中的冰河，遠在雪帶以下。有許多冰河流得很低，竟達樹林蔥鬱的地

第四十八圖



冰河的裂隙

方。高山中越近地面者越暖，尤其是森林的附近。但冰河中的冰層，因為堆積得很厚，所以雖然流到溫度高的地方，仍不易溶解；即使能夠溶解，也因被流來的冰不絕的填補，故能流延很遠，等到流至山谷邊，因為溫度過高，冰塊完全溶消，故冰河即至此告終。

冰河流動的速力 冰河的流動，恰似糖館，所以牠的速力很慢，遠不及水流，有些須隔數日或數月，纔得看見牠的位置稍稍移動些。如果在冰河上橫列一行紅色的石子，過了數天，這一行石子便變成弧形，中部向下彎曲。這因冰河的流動，兩側滯緩，中間較速；下部又較上部為遲。至於流動的速率，當然河底的傾斜度愈削峻者愈速了。

冰河的發源處 冰河雖然發源於雪帶以上，但其真正的源，却不易知道，大都是冰原以下的積冰，受着上面的壓力，纔得源源地流出來。冰河來到雪谷的崖邊，便像瀑布似的掛下來，牠的上面，便有許多「裂隙」(Cravasses)。因牠是從崖上掛下來的，流動過速，便和上面切斷了，所以張伯倫(T. C. Chamberlin)等即以這裏為冰河的發源處。

偉大的削磨 冰河的流動雖很滯慢，但牠有偉大的侵蝕作用和運搬作用。冰河因流

第四十九圖



被冰河削磨而成的尖峯。



動滯慢，所以兩側的磨擦力較弱，不過牠因爲比水重，並且比水堅硬，所以底下由着壓力的加重，磨削得非常利害。流水的谷底，先是V字形，隨後因爲水流把兩側侵蝕，便成爲u字形了。冰河却和水流相反，牠的谷底本是u字形，隨後因爲冰流向下的磨擦很強，所以變成V字形，使兩側的山坡斜面很峻削。冰河的磨力，不單是由於冰的力量，還因冰塊中混着許多岩石的碎片。

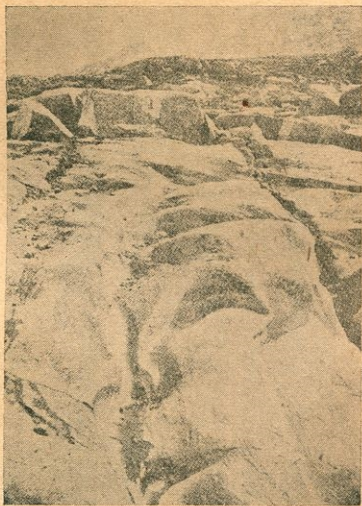
當冰流將兩側的山坡磨削時，便有許多岩石的碎片掉下來，落在冰的裂隙中，逐漸沉至下層，於是這些岩石碎片，因上面有很重壓力的，所以不絕地和谷底磨擦，發生許多條痕，這名叫「擦痕」。凡是冰河流過的地方，無論是谷底或兩側，到處都有這類擦痕發現。

冰漂石 最初掉落在冰河中的岩石碎片，原是有許多稜角的，後來因和谷底互相磨擦以後，便成圓形，但是牠的上面，仍舊留着擦痕。這樣的石子，以接近兩側處較多。蓋當冰河流至溫度較高的地方，冰塊逐漸溶化，牠們便完全堆積在谷中。這些石子，名叫「冰漂石」(Glacial Boulder)。

### 冰河的遺跡

如果谷中堆着冰漂石，又有擦痕，我們便可知道從前這裏有冰河流過。這些遺跡，在歐洲的阿爾卑斯山谷，隨處可以看到的。

### 第十五圖

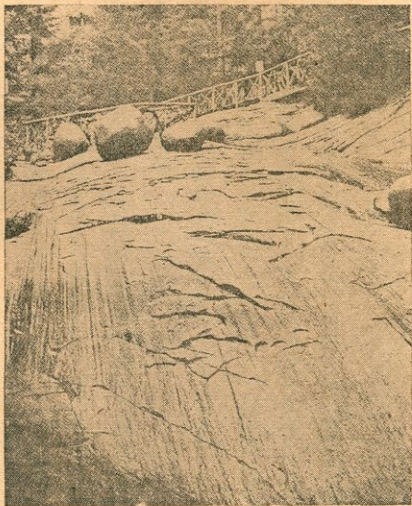


岩石的碎片，掉落在冰河中。

地球的北半球，在七、八十萬年以前，約有半部被冰雪所遮蓋，那時各處高山的谷中，都是冰流。洲的大部分和北美洲的半部，全被冰雪蓋着；亞細亞洲還沒有仔細調查，不能十分確知，大約牠被冰雪蓋着的地方，比較少些。我國的境內，當時定有許多冰河，所以現在到

處可以發現冰河的遺跡。但是，那時冰河最多的地方，要算瑞士（Switzerland）的羅愛倫，有許多可以作為標本的擦痕和堆石，到現在還保存着，幾乎成爲一座「冰河公園」。

第一十五圖



冰河上的擦痕和冰漂石。



## 第十章 海和陸的爭鬥

世界上的海，牠利用波浪的衝擊，和陸地挑戰，從數百萬年前以至今日，仍在繼續不絕。因了牠這繼續不絕的努力，所以雖是泰然的岩壁，終有一天轟然一聲，倒在海中，向牠投降。於是海水便放着白沫，喜氣洋洋，再悠悠然，和別的新敵人挑戰。凡是海和陸接近的地方，必有這樣的爭鬥，陸地逐漸戰敗時所列的陣形，便稱爲「海岸線」(Coast-line)。

海和陸的爭鬥，究竟是怎麼樣進行着的呢？

由波發生的流動 海面上從別處傳來的波浪，如果只有波形，那麼水的位置是不變的。可是有風吹着，海水所感受到的風力，波頂總比底下強些。因此，波面某點所描成的圓形，在波頂處前進的距離，較之在底下後退的距離爲大。於是這圓形破裂了，水波也稍稍向前推進；不但水波前進，就是水的位置也移動着向前了。風不絕地吹，水不絕的向前，便發生了流動。但水面下層的流動，遠不及水面的急速，所以水的流動，祇及某深度爲止。

照理論上說來，在和波長相等的深處，水之一點所描成的圓形，祇及表面所描得的半徑之五百三十五分之一。如果在波長加倍的深處，便只有三十萬分之一。但是，如果波高四十三呎，表面上描得的圓形的半徑是二十一呎半，所以即使波長達三百呎，在三百呎深處所描成的圓形，僅僅一吋的十分之四；在六百呎的深處呢，便是一吋的一千二百分之一了。由此看來，波浪打來時，只有很淺的地方，纔得遭遇水力的攪亂。海底能被海面的水所削磨，這海底定是很淺的。按照在太平洋中測得的結果，凡海中的建築物，在八公尺深的地方，已能受不到波浪的侵蝕作用。

波的破壞作用 海岸的岩石，如果是堅硬的，被波浪打擊以後，不過逐漸削蝕；倘使波浪中挾有砂礫，那麼，牠的剝削力便非常強大了。如果海岸的岩石不甚堅固，或含着各種容易剝奪的石子，則被波浪打擊以後，立刻逐漸削蝕。又有許多海岸，由於軟硬不同的岩石交互組成的，則被波浪衝擊以後，軟的部分被侵蝕了，祇剩硬的部分留着。這些留着的岩石，又因溫度的變化，表面漸次剝削，於是波浪即此乘機破壞牠，運搬牠；至於裂痕多的岩石，因為

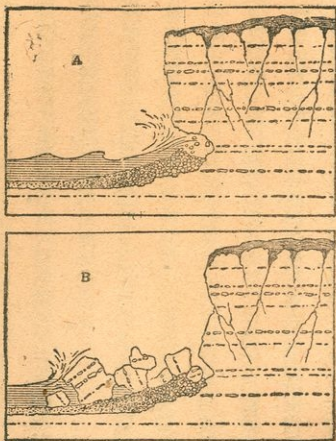
容易碎裂，當波浪衝來時，便掉在海中了。

「又堅又大的岩石，能被波浪消滅。」這句話，有許多人定是不肯相信的。其實，波浪中挾着沙礫，牠的侵蝕作用很大。等到大岩石被牠衝擊至能够搬運時，牠便把牠運到海中去。到了海中，這岩石被波浪用作長期的武器，和別地方的岩石相摩擦；別的岩石雖然被牠破壞，但牠自身也已逐漸改小，由大石塊變成小石塊，由小石塊變成砂礫，由砂礫再變成粉末，混在水中，遠離海岸，直至沉至海底而後止。

侵蝕作用之強弱，須視侵蝕力之是否集中，並且和風力的強弱，海底的深淺，海面的廣闊等，都有關係。大概向着大海的海岸，所受的波力較大。至於波力之是否集中，和足以打破波浪的斷崖之傾斜度有關。即：如果近岸處很深，打來的波力，便完全達到海岸；如果近岸處很淺，則波力的半數已被奪去，施及海岸的侵蝕作用，當然也大大的減低了。

海岸的岩石中如果有洞，則波浪打進來去的時候，內部空氣感受非常的壓力，較鬆的岩石，便被牠們擠破了；當波浪退出時，內部空氣稀薄，壓力頓減，於是洞壁因受外面空氣的

## 第二十五圖



海岸崩場的順序。

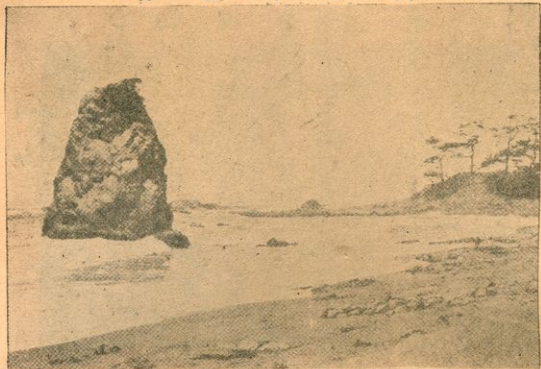
一六二  
壓力也就破壞了；所以有洞的海岸，最易被波浪衝塌。

總之，波浪因有侵蝕海岸的能力，所以海面得逐漸擴張；其擴張的界限，必須視波浪所侵蝕着的物質如何，和波力的大小而定。海面

擴張，便是陸地退却，於是接近海岸的建築物和村莊，時時受着脅迫，終至滅亡。例如美國某處的海岸，每年約須退却六呎左右。我國的海岸，有些恐怕也在這般退却着呢！所以我們到海岸邊去玩遊的時候，不該只知悠然眺望，更當根據科學的方法觀察一下，這樣，纔可博得



第 五 十 三 圖



受着波浪侵蝕所成的奇景。

上，日本相州葉山秋谷的立石。下，日本福井縣的東尋坊。

## 第五十四圖



地球

### 斷崖

無限的興趣。

斷崖 海岸因被波浪所侵蝕，便到處發生斷崖。這波浪的侵蝕力，恰像一把很大的鋸子，齊着水平處，把海岸次第鋸斷。水平以下的海岸被鋸去了，上部因為沒法支持，也只好向水中掉下來，於是海岸的斜面便很峻削，這稱為「斷崖」。

斷崖的高度，視各海岸的高度而定。斜面峻削的程度，依照岩質和波浪前進的速度而定。侵蝕作用急速者，斷崖必峻削；反之，侵蝕作用滯緩者，斷崖的斜面必坦。岩質堅硬者，斷崖必峻削；凡是泥土所結成的岩石，

斜面必弛緩。但有時因爲侵蝕的作用異常迅速，所以雖是岩質鬆軟，也能產生峻削的斷崖。海岸中的岩石，或係塊狀，或係層狀；層狀之中，牠的層面有些和水平相齊，有些和水平傾斜，狀態各各不同。這些對於斷崖的構造上，都發生了種種的影響。如果我們仔細地研究起來，實在是很有趣的。

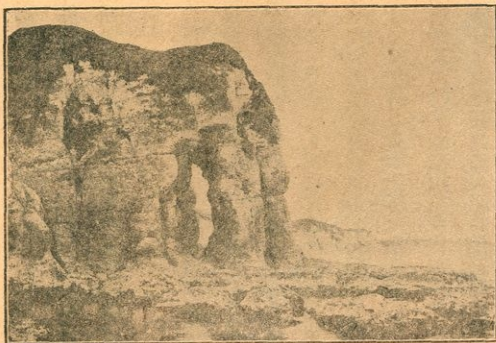
岩石又有許多縱列的裂縫，被波浪衝擊以後，裂縫次第增大，歷時既久，裂縫間的岩石便被波浪所奪去，所以海中常有孤立似煙突等的岩石。日本北海道余市港內的蠟燭岩，就是這樣發生的。有時，岩石的裂縫經過多次分裂以後，也能產生小島。

洞穴 斷崖的下部，因被波浪衝擊，便發生洞穴；在裂縫多的岩石上尤多。因爲波中挾着砂礫，當牠突進的時候，和岩石不斷的磨擦，於是岩石鬆軟的部分，便次第侵蝕，成爲洞穴，逐漸擴大。洞穴的頂端，和下面大都是通的，所以斷崖如果很低，這些洞穴恰像屋上的天窗，當怒潮衝入洞內時，飛沫便從窗內噴出，煞是好看。

磯臺 斷崖被波浪不絕的侵蝕，牠的下面，便產生一片又淺又平的沙泥地，斜度非常

第五十五圖

地球



洞上的岩石崖斷

弛緩，直向海面伸去，名叫「磯臺」。波力愈大，則其斜面也愈大。當漲潮的時候，海水完全把牠浸沒，有許多海藻和動物附集着，待潮水退後，我們便不難去採集了。

海岸綫 海岸受着波浪不絕的雕刻，所以地圖上描着的海岸綫，曲折得異常複雜，所謂半島，都是被波浪的侵蝕所造成的。當波浪衝擊海岸時，岩石之鬆軟者剝蝕較速，便次第沉陷；反之，岩石較為堅密的，便不易剝蝕，始得存留。所以造成海岸綫的，大都是比較堅硬些的岩石。現在有許多海岸，比較上變化少些，

這樣的海岸綫，學者們稱牠是「長成的海岸綫」。

波的運搬和沉積 海岸綫並不都是由波浪的侵蝕作用造成的；波浪除去侵蝕的本領以外，又是海的運搬者和創造者。波浪衝擊海岸，把侵蝕下來的岩石碎片和砂礫，從斷崖下面不絕地運搬到海中。這樣的運搬力，在發生暴風時為最強。被運搬的碎片或砂礫，大的在水中滾翻了一回，立即沉下；體輕的泥砂，便混在水中，漂流得很遠，但最後的結果，仍是沉沒在海底。

海岸壁 海面上發生暴風的時候，波浪很大，於是沉積在近海岸處的岩石碎片，被衝擊至波浪平時從未到達的地方，堆積成爲一列，這就稱爲「海岸壁」。海岸壁時常把流經該處的川口阻塞，於是川流只好繞着牠向別處流去，纔得灌注入海。這些海岸壁，無論走到何處海濱，都能够看見。

砂嘴 海岸的淺灘如果很遠，則海面上打來的波浪，在未到海岸以前便已崩潰了，所以大波襲來的時候，那邊的水色最混濁。這淺灘上的砂礫，都是從海中和海岸那邊衝來的。

第五十六圖



海岸壁的斷面

爲甚麼呢？因爲波浪自海中襲來，水中挾着的砂礫，到了這裏，逐漸沉積；從海岸那邊向海中退去的水，又把海岸的岩石碎片挾着，也沉積在這裏。所以暴風發生以後，這地方便產生砂洲，名叫「砂嘴」(Sand-bank)，把海面分爲內外二部。砂嘴成立以後，歷時既久，沉積漸高，加之，風中又挾着無數砂礫，也堆在這裏，於是砂嘴日益高大，把海的內外部完全隔絕；及後植物生長，成爲一片青色，便呈現着非常鮮美的風景了。

沿着海岸的流水，如果牠到了小灣口並

不進去，反向深海面流去，那麼，因爲牠那活動的方向改變了，速力便頓時銳減，下層的水，幾乎完全停流，於是這些水中挾着的砂礫，也都沉積在這裏了，這時，海口的外緣，便在海底下築起長列的砂堆。雖然這樣的

第五十七圖



砂嘴的斷面。

堆積，永久沒有透出水面的希望，但當牠堆積到相當的程度時，也可以像砂嘴一般，感受着波浪的作用而露出水面，於是最後的結果，即在小灣口突然產生一帶淺灘，把灣口塞住。這樣的淺灘，在各海岸也隨處可以看見的。





## 第十一章 火山

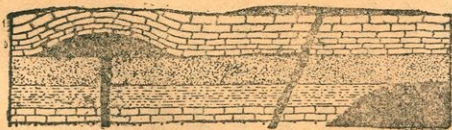
### 34. 火山是甚麼

熔岩 鐵和玻璃，能够把牠們溶成液體，這是大家看見過的。岩石也能够溶成液汁，那便沒有人看見了，所以有人不大相信。其實，岩石的熔度雖高，牠原來和鐵、玻璃一般，也能够溶解，例如從地殼下面流至地面上來的岩石液體就是，這名叫「熔岩」(Lava)。

溶岩在地殼下受着非常強的壓力，便向地面流出。溶岩中含有氣體，牠因激烈的膨脹而爆發，於是溶岩便變成岩塊，或成爲灰燼而飛散，堆積成山。這就是我們普通所說的火山；噴出溶岩的洞，稱爲「噴火口」。

流至地球表面的溶岩，或侵入岩石之間，凝固後變成地殼；或於接近表面的地方，在地層和地層之間凝固，於是地層便稍稍隆起，這是常有的現象。在地殼內凝結的溶岩，便稱爲「深成岩」(Plutonic)。後來，牠的表面層被侵蝕以後，深成岩當即和山峯似的赤裸出來，

第 五 十 八 圖



地 球

在地層下的溶岩，和流出於表面的溶岩。

這也可以稱爲「火山」(Volcano)。

火山並不是噴火的山。從前的人，他們看見火山噴射，疑惑在山內不知燃燒什麼東西，把這種山，叫做火山；牠的噴射，名叫噴火。夜間看牠噴射時的情形，又是火光灼灼，一片通紅；所以他們誤認牠在燃燒甚麼，原是應該的。其實，火山並不在燃燒，那像煙似的東西，不過是水蒸氣和灰燼等類；在夜間看來恰像火柱，這是噴射出來的水蒸氣，被白熱的熔岩映着的原故。

火山的種類 火山共分三種：活火山，間歇火山，死火山。凡是現在尚在噴射的，稱爲活火山；歷史上曾有噴射的紀錄，但現在已在休眠狀態中的，稱爲間歇火山；從來沒有噴射過的，便稱爲死火山。不過這樣的分類法，我們仔細地研究起來，實在是非科學的。爲甚麼原由呢？因爲綿亙永久的自然活動，萬萬不能根

第五十九圖



維薩威火山的大爆發。

據我們短促的人類歷史來估價。例如：有許多死火山，牠們並不是不會噴射過，只因期間是在有史以前，我們人類還不知道，所以沒有記錄，却誤會牠不會活動。例如意大利的維蘇威火山（*Vesuvius*, *V.*），自有史以來，一次也沒有活動過，因此，當時沒有科學智識的人，便以為牠並不是火山，不料到了西歷七十九年，突然爆發了，於是住在牠附近的人民，因為不知道躲避，便完全死亡。

塊狀火山 熔岩之中，有一種絲毫沒有粘性，又有一種是有粘性的。沒有粘性的溶岩，牠流出來時，只能堆積很廣，不能疊成高山；含有粘性的溶岩，牠能在地面上堆成大塊，這就稱為「塊狀火山」。

塊狀火山之中，以墨西哥的齊育羅山最有名，牠在一夜之間，能夠築四千呎的大塊；但大都是小型的。這種火山的特色，便是牠組成全山的岩石是同類的，山勢也非常峻削；不過，有些火山因為各部冷卻的狀態不同，多少總含有若干雜質。大多數的塊狀火山，不單周圍的岩石很堅固，有時，牠的根部還和地球的內部貫通着，所以具有很大的耐震力。

## 35. 成層火山

富士山形的火山 火山經過多次的噴射，或溶岩在地下遇着滲進去的水而爆裂時，便從噴火口噴出許多大小不等的岩塊、砂礫和灰燼。這些噴射出來的東西，便在噴火口的周圍次第堆積。如果我們把這火山縱剖開來，便見牠們像水成岩似的一層一層的排列着。或是我們站在噴火口的內緣，向着牠的火口壁觀察，也能看見牠那明顯的層次。在日本日光華嚴瀧地方，由於男體山的噴火，有許多堆積物掉在那邊，層次很明顯：最下部是石英斑岩，中部是集塊岩，最上部是裂隙很多的熔岩。例如淺間山和盤梯山等的噴火口，這種層次也很顯明。這樣的火山，名叫「成層火山」(Strato-Volcano)。從噴火口中噴射出來的溶岩和灰燼，當然距離噴火口愈近則愈多，所以在噴火口的周圍最高峻，隨後斜面逐漸弛緩，一直向外伸展開去，和平原接連。在近頂的地方，有時斜面傾斜至三十五度——測算山坡斜面的角度，以水平綫爲標準。

日本北海道的駒岳火山爆發時在民國十八年六月十六日之夜。



第六十圖

照上述方法堆成的火山，大都非常整齊，例如日本著名的富士山，就是這類火山中的典型。其他如意大利的愛脫那山（*Etna Mt.*），亦屬此類。

噴火口 尙在活動中的火山，噴火口的內側，即火口壁，不能垂直下去的。至於活動已經停止，則從內部噴射出來的熔岩，因凝結而將底下塞住，於是火口壁陷落下去，把噴口淹沒，便成爲漏斗形，當噴射時，火口滿盛熔岩，恰像一隻鍋子，下面有甚麼東西燃燒一般，那時，溶岩向上升起，把從前掩沒火口的冷溶岩衝去，並且不絕地在牠的上面堆積，便成爲噴火口。現在已經停止噴射的火山口，有許多已有草木滋長，聚水成湖，我們再也想不到這裏有過震天動地的大爆發。

噴火口後來因爲風化等的侵蝕，有一部分已經缺陷，或裂成許多峯狀；再經過千百年以後，也許牠的原形也將消滅了。但是有許多火山，反因火口壁的數次崩塌，火口次第增大。例如阿蘇火山的火口，直徑已達五哩。這樣大的火口，如果再發生第二次爆發時，即可成爲「重火山」（*Complex Volcano*）。於是火口壁的殘餘，稱爲「外輪山」（*Somma*），例如箱



這是有史以來，火山中最猛烈的爆發，四立方哩餘的岩石，能被噴至空中；震力傳至一百英里的地方，窗上的玻璃，仍能震動；又因海水被牠翻騰，島嶼也互相環擊，喪失生命者達三萬以上。



根，阿蘇等山，外輪山都非常明顯。這些外輪山，因着侵蝕的作用，有時也能完全消滅。

從噴火口中噴射出來的溶岩，除去水蒸氣以外，種類很多，其主要的，便是碳酸氣、硫化氫、亞砷酸、氫鹽素、砒素等。當火山沒有爆發時，這些氣體也能從噴火口、山腰、或地面的裂隙中射噴出來，在各處硫氣孔中，除噴射硫化氫以外，更有亞硫酸和水蒸氣混出。在硫氣孔的附近，常有硫黃沉澱着；如果在噴射硫黃很多的地方，接一根鐵管把牠從洩口邊引導出來，即可採得冰柱似的硫黃；這種硫黃，並且又很純粹。在日本的八岳山，環繞噴火口的周圍，有沉澱着的硫黃厚層，因崩潰而運搬到山麓處。

噴出碳酸氣的地方，有許多碳酸氣孔；如果在水中噴出，水中便會發生許多泡沫。這種泉水，因為含有多量的碳酸氣，所以可以作為清涼飲料，因為飲了這種水，胃中受到碳酸氣的刺激，能夠增加食慾，又使神經達到適度的興奮，對於身體很有益處。但是，我們如果把碳酸氣吸入過多，便能猝然昏倒。有些山谷，人畜到了那邊，去都要昏倒，便稱牠是「毒谷」，其實，這就是因為谷中發生多量碳酸氣的原故。

寄生火山和岩脈 成層火山的造成，以岩石的碎屑爲主體，所以牠比塊狀火山鬆軟，易於崩壞。當大爆發時，因遭受激烈的震動而到處發生龜裂；這些龜裂，從火口起向四方散去，成爲放射形，將火口作爲中心而描成圓形。如果有熔岩從這些龜裂處噴出來，便像火山上長出許多瘤，這名叫「寄生火山」(Paritic Cone)。有些熔岩不及透出地面，便在裂隙中凝固，恰似火山的心，這稱爲「岩脈」(Dike)，等到火山被侵蝕以後，牠即可赤裸出來。

### 36. 一二重火山

成層火山的火口壁，因被侵蝕而陷沒，火口逐漸增大，於是第二次爆發時，便產生二重火山，被舊火口壁圍在中間，那舊火山口，便稱爲「外輪山」。

日本的阿蘇山，是二重火山的代表者，所謂「阿蘇五岳」的中岳、高岳、往生岳、烏帽子岳、根子岳，都按着橢圓形線，把二重火口圍在中心。二重火山的中央山和外輪之間，必有窪地，稱爲「火口原」(Atrio)，因爲牠是在中央火山的山麓，正和在別的火山麓一般，所以

土地肥沃，適於牧畜牛馬。日本阿蘇火山的阿蘇谷，箱根的仙石原，皆其例也。這些窪地，有時還能聚水成湖。

除去二重火山以外，更有所謂「三重火山」的，例如日本北海道的檜前山，但其成因和二重火山相同。

### 37. 火山附近所見的岩石

**熔岩的流動** 在火山地方，熔岩流動的形態頗不一致：或如飴，或如臘，或越過岩石，或環行圈狀，或伸延如繩索。牠的顏色：有赤黑色的，有黑中帶白斑的，有若玻璃似的光滑。當牠在地下溶解的時候，約在二千度左右。溶岩流到地面上來，很不易冷卻，所以日本櫻島的溶岩，雖在民國三年流入海中，至民國八年仍能使海水沸騰；最甚者，南美洲哥多巴克西火山（Cotopaxi, V.）的溶岩，土人利用牠的熱力來煮食物，計歷四十年之久。

熔岩是集合許多礦物而成的，其中最主要的是輝石（Pyroxenite）、角閃石（Amphi-

第 六 十 二 圖

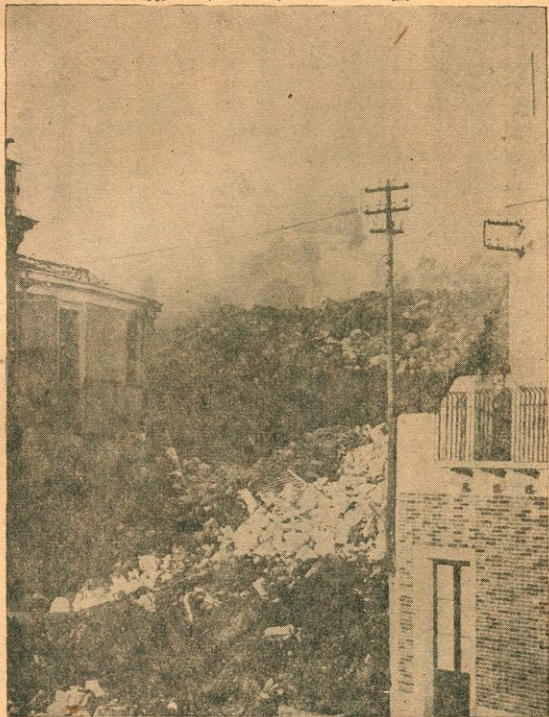


溶岩在海中流動，使海水沸騰。

（Olivine）等。至於數量之比例，則各處不同，所以熔岩的流動或甚輕捷，或帶粘性。至於詳細的原因，我在講岩石的時候再說吧。總之，溶岩自噴火口中射出，在山中的流勢，甚為可怕；不問溶岩的粘性有多少，當然按着山坡斜面的峻急與否，牠的流動便發生遲快。其中之最速的，一小時內據說能達二十哩。小林博士在日本火山中說：

「溶岩流勢之强大者，當牠流下山間時，黑煙白煙，滿佈空際；到了夜間，

第 六 十 三 圖



可怖的溶岩流

1928年秋季，意大利的愛脫納火山爆發時，厚約二十五呎的溶岩流，襲擊山麓處的麥斯加利市街時的慘狀。

恰像光芒四射，發着火花前進。其流勢之猛烈，實在不易形容。當其突進時，無論地盤之或高或低，牠都若無其事，照常流去；或埋填低地，或降至谿谷而躍流前進，或向對岸猛烈衝突而返流，或襲擊他岸而登小丘，或包圍地岸；頃刻之間，立即現出一片焦熱的地獄。

火山爆發時射向空中去的東西，溶岩被爆發力射向空中去的時候，形狀頗不一致，大概區別起來，約有下列數種——

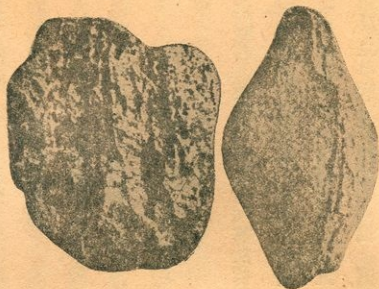
一、火山礫 這是溶岩的碎屑，恰像海綿那樣多孔質的東西；但也有沒有孔的。

二、火山砂 這比火山礫小些，在山麓處很多。我們走到牠們的上面去，便發出淅索淅索的摩擦聲。牠們所堆積着的地面，因為不能使水停流，所以不能成爲耕地。

三、火山灰 這比火山砂更細的顆粒，成分完全是灰質；凝灰岩，便是這些火山灰堆積後，凝固而成的；計分空中凝固的，和水中凝固的兩種。

四、集塊岩 這是混合火山礫、火山砂、火山灰等凝結而成的，所以顆粒的大小，很不

第 六 十 四 圖



火  
山

一致。牠的岩質或堅或軟，被風化以後，較軟者完全剝削，只剩堅硬的岩石，因此，由於這類岩石堆積成的山，形狀便很特別；並且灰燼很多，每當發生暴風時，便滿佈天空。

五、泥流 火山砂、火山礫、火山灰等有水混入時，便成爲濃厚的泥水，當噴火時，牠們的流勢很盛，並且高揚白煙，恰像大蛇向前猛進，這就叫「泥流」。

六、浮石 火山岩有許多空隙，恰像海綿，在水中能够浮起，故稱「浮石」。但是這些浮石的重量，並不是因爲比水輕而上浮，只因牠有許多空隙，空隙中滿貯空氣，所以能够浮在水面，如果時間略久，空隙中的空氣逐漸洩出，牠便也沉下水中了。

七、燒石 燒石的形態和浮石相同，不過體積略小，凹凸處頗多，恰像「鑛洋」。這類的燒石，無論甚麼火山，都有堆積。

八、火山彈 熔岩噴射至空中，因在旋轉時凝結的，所以牠的中部膨脹，形狀恰像甘藷，顏色大都是黑的，或赤黑的，大者直徑達三四呎，小者不逾一吋。

### 38. 熔岩是那裏來的

古時的人，他們以為地球內部的熔岩，正和饅頭中的餡一般，當牠噴出來時，便成為火山。後來，我們把各處火山的活動，仔細研究以後，對於古人的學說，纔發生了種種疑惑：第一，噴出熔岩的噴火口，各山高高低低不同，並且相差很大，最高者，高出海面達二萬呎左右，最低者，在海面下二萬呎左右，相差約有四萬呎。如果熔岩在地下恰像饅頭中的餡，則應在低的地方噴射，高處是不會噴出的。第二，火山的活動，大多類是單獨的，例如維蘇威（Vesuvius, V.）和愛脫納（Etna, V.）兩火山，相距不過二百哩左右，却從來沒有同時噴射過，還有在夏威



夷羣島 (Hawaii I.) 的摩那羅亞 (Manna-Ioa, V.) 和幾老埃亞 (Kilauea, V.) 兩火山，僅相隔不到二十哩，但牠們的活動狀態，完全不同，後者溶岩流出不絕，前者却是很少。如果火口的底，都達到共同的「岩漿」 (Magma)，便決不會有這樣的差異。第三，按照「地盤」 (Substratum) 和岩漿的現狀看來，古人的學說也是錯誤的。如果岩漿確是像饅頭中的餡，那麼海水既能因被太陽和月球的吸引而發生潮汐，內部的岩漿在相當的期間內，也會膨脹或陷落，使地殼在一日之中有時升起數萬呎，霎時間又低陷數萬呎，可是現在並沒有這個現象，可見古人的學說是不確實的。

現在，大家都說火山中噴出來的溶岩，牠的發源處是各各獨立的，因為在地殼下的岩漿，到處各有不等的層次。

熔岩究竟在地面以下若干深度？這是大家所急欲知道的。現據學者根據火山爆發時的地震測算起來，大抵在距離地面六哩左右。他們怎麼樣測算的呢？——

當溶岩將噴出來的時候，必須先把地殼脹出一條裂縫，這時，便開始發生地震，此為最

初的震源。我們可以計算自最初震源發生時，至溶岩噴出時所須的時間，再根據溶岩在地下所受的壓力，即可測得牠是從甚麼地方升至地面上來的。這樣的測算，當然不致有甚麼錯誤。

## 第十二章 溫泉

### 39. 溫泉的種類

溫泉之源 當降雨時，雨水滲入地層，在地下流動，稱爲「地下水」。地下水觸着尙未冷卻的火成岩，溫度增高而向地面流出，稱爲「溫泉」。溫泉是這樣的起源，那是誰都知道的。此外，還有一個不大有人知道的起源：在地下的溶岩，照學術上說出，名叫「岩漿」。這些岩漿中，本來含有水蒸氣，及後岩漿因冷卻而凝固，於是水蒸氣也凝結成水，從地殼的裂隙中流出，名叫「岩漿水」，又稱「溫泉」。——溫泉的起源，不外上述兩種；不過由岩漿的水蒸氣成爲溫泉的，大多在附近火山的地方。

凡是從非常深的地下流上來的溫泉，溫度很高，牠在地下的溫度，每隔地面五十呎，即上升攝氏表一度，所以在五千呎以下的溫泉，溫度約在一百度左右。不過當牠湧上來時，在途中既逐漸冷卻，所以我們普通看見的溫泉，並沒有這樣高的溫度。

溫泉的溫度，凡是和四季氣候的寒暖不生關係的，大都發源於岩漿；就是按着固定的時間噴湧的溫泉，即所謂「間歇泉」者，也是從岩漿中發源出來的。

溫泉中的溶解物 溫泉在地下各處流行，經過各種岩石，溶解於水中有些岩石便以一般泉水，多少總含有若干礦物質。水的溶解力，溫度愈高則愈強；溫泉既有很高的溫度，牠的溶解力當然是很強的。所以雖然有些被稱爲「單純泉」的水，牠裏面也含有最容易溶解的碳酸氣和氧。可是當雨滴降至地面時，已把空氣中的碳酸氣和氧溶和在裏面。碳酸氣和氧最易和礦物質化合，所以當這些水在地下流行時，便溶和了許多礦物質在內；加之，壓力愈高，水的溶解力也愈強，所以地下的溫泉，溶解在內的礦物質頗多。

一般水能溶解的，就是：食鹽，氯化鉀，氯化鎂，硫酸鎂，硫酸鈣，硫酸曹達等。含有碳酸氣的水所能溶解的，就是：碳酸鈣，碳酸鎂，碳酸鐵，碳酸錳，碳酸鹼，硅酸鹼等。含有氧的水，牠能够溶解硫酸化合物。如果泉水或溫泉湧出地面以後，牠的溫泉降低，碳酸消失，壓力減退，則所溶解的礦物質，便逐漸沉澱了。

溫泉按照含有物之有無和物質之種類，分爲：單純泉，碳酸泉，鹽類泉，硫黃泉，鏽錠泉等數種。

溫泉的種種 溫泉按照溶解物的主要物質，大概分爲六種——

一、單純泉 在單純泉之中，雖然最易溶解於水中的硫化氫和碳酸，牠也是沒有的，不過含有若干的鹽分。

二、酸性泉 大都在遊離硫酸、亞硫酸、鹽酸、綠礬、硼酸等中，某一種物質含量較多。

三、碳酸泉 凡含有碳酸氣的泉水，把牠攪動以後，便發生泡沫。當牠流到地面時，因爲壓力銳減，所以變成沸水似的，發生許多小泡沫。

四、鹽類泉 這種泉水含有各種鹽類，尤以食鹽、硫酸鎂、碳酸鈣、硝酸鎂、碳酸鐵等爲最多。

五、硫黃泉 這種泉水，因爲含有多量的硫化氫，所以發散的時候，發生了卵腐的臭氣（Fetid odour）。卵腐的臭氣，原是因爲硫黃滲入卵內，因腐爛而化合硫化氫的原故。溫泉

之中，大多含有若干的硫化氫，所以一般的溫泉，都有些這樣的臭氣。此外，含有鹼性硫化金屬的溫泉，屬於此類。

六、鐳錠泉 這是含有「鐳錠放射體」(Radium-emanation)元素的泉水。鐳錠放射體，是從鐳錠中不絕地發生出來的。鐳錠的數量雖少，却是到處都有，所以無論甚麼溫泉中，都含有少些鐳錠放射體。但是可以稱爲「鐳錠泉」的，必須具有固定的分量以上；否則，便沒有鐳錠泉的效用。

火山和溫泉 火山所噴射的氣體，和火山活動時間的前後發生差異。最初噴射時，都是水蒸氣和亞硫酸氣，或硫化氫；及後，噴射稍衰，只有水蒸氣；到最後，便只有碳酸氣了。因此火山所在地的溫泉，須視以前火山活動的情形，纔能規定牠的性質。在日本方面，現在尚在活動中的火山，例如阿蘇和那須等的山麓，以酸性泉爲多；死火山處，只有碳酸泉；更老的死火山那邊，便只有單純泉了。至於溫泉的溫度差異，當然是距離火山愈近則愈熱，尤以接近噴火口處爲最熱。

#### 40. 泉湧的狀態

溫泉湧出的地方，在平地上大多必須開鑿而成；在山地方面，大多在谷中的深淵處。由於人工引導而成的，比牠自然湧出者為多，此外，或因水的侵蝕，或因斷層的關係；至於由地面滲入的地下水，則在溫度增高時，從地層的空隙或岩石的裂縫處流出，皆能成為溫泉。

間歇泉 這些溫泉，牠的噴射時間，或斷或續，都有一定的時期。間歇泉是怎樣發生的呢？因為在地下洞穴裏的水，溫度逐漸增加，達到沸點以上，但牠因被上面的水所鎮壓着，不能沸騰——壓力愈強，沸騰點也愈高——可是熱度高的水，總比微溫的水輕些，所以牠仍不絕的上升，把微溫的水沉向下去。及後，溫度仍是逐漸增高，超越了沸點以上，於是水蒸氣便猛烈的衝向上來，這就發生溫泉。當時，微溫的水逐漸下沉，因為溫度還不甚高，故能靜默地等着上面的溫泉，雖已噴完了，牠還不能繼續着上升，必須經過許多時候，等溫度也達到沸點以上時，纔能湧出。這一時噴射一時休止的泉水，便稱為「間歇泉」。

美國黃石公園 (Yellow Park) 中的間歇泉，那是全世界上著名的。牠噴射的時間，非常正確，數十年以來，並沒有錯亂過一次，所以有許多人稱牠為「誠實泉」 (Old Faithful)

(Geysers)

奇異的湧出

法 溫泉湧出得

很多的地方，也能

够形成河流。日本

上諏訪的溫泉，雖

然沒有匯成河流，

但在噴口處湧出

不絕，取用時，比在

井中汲取還便利，因此，附近的居民，無論是煮飯或洗衣服，都是用溫泉的。但馬的湯村地方，

第六十五圖

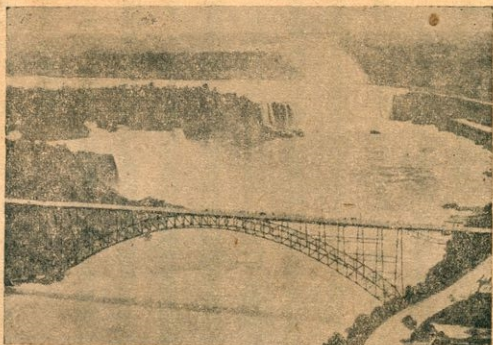


間歇泉噴射時的狀態。



## 第 六 十 六 圖

溫  
泉



### 美國黃石公園中的曼目齊壇

這是由溫泉沉澱物所成的壇，各壇上生着種種不同的藻類，所以溫泉流過時，呈現各種顏色。

溫泉匯在池中，將米或菜放進去，即刻能夠煮熟。別府的鐵輪地方，他們用鐵管把溫泉灌給各戶人家，代替煤氣之用，以之蒸煮食物。在陸奧的大鰐地方，他們在溫泉上建築房屋，在內造酒；如果湧出的溫泉太多了，又可利用牠作為洗澡之用。

溫泉中的沈澱物 溫泉湧出於地面，因為壓力和溫度都已減低，於是碳酸氣放散，水中溶解的各種物質，便也沉澱了。所以在

溫泉的湧出口，或經過的地方，都有相當成分的沉積。沉積物中之最易惹人注意的，便是碳酸石灰、硫黃和鐵。

含有碳酸石灰的鹽類泉，因為碳酸都已放散，石灰逐漸沉澱；有時沉澱得非常多，把浴槽的底部全都鋪滿。這些沉澱，能夠成為岩石，例如美國黃石公園中的曼目齊溫泉 (Mammoth Geyser) 當牠流過時，碳酸石灰沉澱得很多，凝成了許多階段；每個階段相距很高，溫泉的溫度頗不一致，故我們能夠隨意選定一個適當的地方，前去洗澡。牠的階段上，除去碳酸石灰的沉積物以外，還有硅酸鹼這類的物質。於是含有碳酸氣的水，在各種岩石間流過時，將構成這岩石的硅酸鹼分解，成為碳酸鹼，再和這同時產生的含水硅酸鹼溶解，逐漸沉澱。在階段上流通的溫泉中，又有許多能夠生存於高溫度內的藻類和菌類，牠們的顏色都很美麗，所以溫泉流過時，呈現一種異常奇異的景色。

含有碳酸氣的水，當牠在地下通過時，把鐵溶解後成為碳酸鐵，一齊湧至地面，等到這溫泉中的碳酸氣放散以後，鐵便分解而沉澱，直接和空氣中的氧化合，成為氧化鐵，這就是

褐鐵。有許多溫泉呈現赤濁色，就是這個原因。

溫 泉

一九七



## 第十三章 地球是甚麼東西構成的

### 41. 岩石的原料

八大元素和九種化合物 地球在薄皮似的土壤之下，有許多岩石；這些岩石，都是由八十餘種元素構成的。但是牠們的數量，頗不一致，現據多數學者分析的結果，特將牠們的比例列，表如下：

氧 (Oxygen)	四七·〇二%
硅 (Silicon)	二八·〇六
鋁 (Aluminium)	八·一六
鐵 (Iron)	四·六四
鈣 (Calcium)	三·五〇
鎂 (Magnesium)	二·六二

地球是甚麼東西構成的

鈉 (Natrium)	二・六三
鉀 (Potassium)	二・三二
鈳 (Titanium)	・四一
氫 (Hydrogen)	・一七
碳 (Carbon)	・二二
磷 (Phosphorus)	・〇九
錳 (Manganese)	・〇七
硫 (Sulphur)	・〇七
鋇 (Barium)	・〇五
鐳 (Strontium)	・〇二
鉻 (Chromium)	・〇一
鎳 (Nickel)	・〇一

鋰 (Lithium)

• 〇 1

氯 (Chlorine)

• 〇 1

氟 (Fluorine)

• 〇 1

總計

1 〇 〇 • 〇 〇

觀上表，其中有八種數量較多，我們在研究岩石時，只要記住這八種就可以了。由這八種元素的種種化合，便產生了化合物；由這些化合物凝成礦物，再由礦物造成種種岩石。造成岩石的化合物中，最多者是氧。其他七種元素化合的化合物，即氧化硅，或稱無水硅酸 ( $SiO_2$ )，氧化鋁 ( $Al_2O_3$ )，酸化鐵 ( $FeO$   $Fe_2O_3$   $Fe_3O_4$ )，酸化鎂 ( $MgO$ )，碳酸石炭 ( $CaO$ )，曹達 ( $Na_2O$ )，鉀 ( $K_2O$ )。其中無水硅酸是「酸性」(Acidic)，再除去酸化鐵和酸化鋁以外，都是「鹽基性」(Basic)。

上述的七種化合物，以無水硅酸最占重要，因為一般的岩石，大都是由牠和各種酸化物凝結而成的。這句話，在研究岩石的時候，是千萬不能忘記的定律。但還有幾則例外，例如：

硫、磷、鹽素(氫)等,是由無水硅酸和鹽基結合,結成種種的鹽類;此外,鹽基和無水硅酸又能凝結成鹽,不過這些化合物,在全體的數量上計算起來,為數極少,即使拼合在一起,也不及構成地殼之岩石的百分之二。

又,無水硅酸和鹽基在溶岩之中,牠們的分量,決不會恰好兩相化合,有時無水硅酸數量過多,則化合後所餘的成為石英;如果鹽基過多,則餘下的便單獨存在。這些最易發見的,便是磁鐵礦(Magnetite  $Fe_3O_4$ )。但是有時很奇怪,無水硅酸和鹽基的分量恰恰相當,並且又是在同樣的岩石中,牠們却會各各分別存在的。這是甚麼原因,現在還沒有知道。

岩石的構成 照上述的化合說法,似乎化合物的結合,是很簡單的,但在事實上却大大不然!例如,如果和無水硅酸結合的別種鹽類太多了,便能凝成各種不同的硅酸鹽類,況且無水硅酸並不祇和一種鹽基結合,大都同時和二種以上的鹽基結合。不單這樣,每次結成的礦物,純粹的很少,都是數種硅酸鹽類混合而成的。這些礦物剝成薄片,可以放在顯微鏡下觀看,即可看見各種不同的鹽類所組成的層次,例如某層是硅酸鋁和鈣,次層是硅



酸鋁和鈉，這樣，各層交相重疊，便組成全體的礦物。這些礦物因為混合的比例極不規則，並且化合物那樣的東西，又不能由一定的法則來支配，所以礦物的種類，實在很多，其中產生最普通的岩石者，為數很少，即：石英、長石礦、赤鐵礦和酸化鐵礦四種。

石英因有酸性，所以牠能單獨存在。長石礦和赤鐵礦數量最多，是地殼的主要部分。長石類的礦物，自白色，赤色，以至於灰色或略帶淡色。赤鐵類因為含有鐵質，色彩帶暗綠色；岩石之色澤濃厚者，大多屬於這類礦物。

長石礦 長石礦之中，含鉀的稱為「正長石」(Common feldspar)。含鈉的稱為「白長石」，含石灰的稱為「灰長石」；此外，含着鈉和石灰的，也稱為「長石」。又因含量的多少，冠以「中性」或「曹灰」等的名稱。

赤鐵礦 赤鐵礦中之最普通者，是輝石、角閃石和黑雲母；橄欖石也屬於這類的。輝石和角閃石的化成分雖然略同，但因結晶不同，所以性質各異了。如果在實驗室中把角閃石熔解後，於相當的狀態時使之冷卻，即能成為輝石。輝石和角閃石在結晶岩之中，呈現暗

色的占大部份，其主要成分爲酸化錳和酸化鐵中結合無水硅酸，另加石灰鈉、養化鋁。

雲母之中，分「白雲母」和「黑雲母」兩種。白雲母和含有鉀的長石礦的成分相同，不過牠的結晶形不同，所以性質也各異了。黑雲母和輝石、角閃石的成分相同，也因結晶形不同，故性質也各別了。

酸化鐵 酸化鐵中計分兩種，卽磁鐵礦 ( $Fe_3O_4$ ) 和褐鐵礦 ( $Fe_2O_3$ )，都分布於廣漠的火成岩中，牠們含有單獨存在的鹽基，那是在前面已說過了。

結語 我現在且把以上說過的岩石原料，再總結的說一說：地球上的各種元素，在岩石成分中最占重要的，計有八種；就中氧和他種元素化合而成的九種化合物，却占了大部分。這九種化合物中，只有一種是酸性，其他都是鹽基性。

## 42. 火成岩

熔岩 熔岩和熔化後的銅鐵相同。銅鐵遇着熱度很高時便溶化，遇冷則凝固；牠溶化

時的溫度和凝固時的溫度，正是相同的。如果構成岩石的各種礦物，牠們能够也像銅鐵似的凝固，則溶岩冷卻的時候，也必各各按着特有的溫度而凝固；溶度高者，應首先凝結，具有一定的順序。但是我們現在研究溶岩凝固的順序，並不是這樣；有時或者完全相反。例如：花崗岩中有石英、長石、雲母三種礦物，其中石英的溶度最高，則當溶岩凝結時，照理，石英應該最先凝結，但考其實際狀態，竟與理論完全相反，牠却是最後凝固的。所以溶岩中各礦物結晶的先後，和溶度並無關係的，只是各分子互相溶解罷了。溶岩中的礦物和數量，各各不等，並且牠噴射到地面上時，各部受着冷度的時間又有先後，所以發生了種種的結晶。

由於結晶發生的變化，熔岩驟然冷卻以後，其成分中的硅酸鹽類，便照着溶岩時的狀態而凝結，因為牠們沒有餘暇將牠的種類聚集而結晶。如果慢慢地冷卻下來，則分子各各相集，排列得非常整齊，便發生結晶。凡是液體之帶有粘性者，分子排列時所須的時間比較多，所以要溶岩發生結晶，其所需的時間比水多；並且當牠凝結時，因冷卻的遲速，發生各種程度的結晶；冷卻最速時，完全不結晶，成爲玻璃那樣的物體；稍稍遲緩些，便一部分結晶，

一部分成爲玻璃質；冷卻時非常遲緩，則全部結晶，但比較速時結晶小，比較遲時結晶大。

有時，當熔岩迸出於地下，正在徐徐冷卻的時候，地面忽然發生爆裂，蓋在溶岩上的岩石轟去後，於是溶岩便露出了。這時，溶岩的冷卻比前加速，所以由這溶岩凝成的岩石，也各不同；當初因冷卻較遲，故其結晶大些；及後因遇着驟然的冷卻，結晶便小，或竟不結晶而成爲玻璃質。於是這樣凝成的岩石，外部的結晶頗小，或是玻璃質；內部却藏着很大的結晶，稱爲「斑岩」(Porphyry)。

浮石 溶岩噴射至空中，因爲內部的氣體膨脹而向外洩出，所以岩石上發生許多細孔，這稱爲「浮石」。浮石放在水中，雖然暫時不致沉沒，但時間過久，水已滲入內部，最後總必沉沒的。附近火山的大洋底下，有許多浮石發見，就是因爲當牠們浮着的時候，跟着海流漂盪，到此便沉沒了。

玻璃質的岩石 玻璃質的岩石，種類頗多，現在我按着最先冷卻凝固的順序，說明如

次——

一、玻璃質岩石 熔岩之驟然冷却，牠的主因是和空氣接觸。所以熔岩凝固而成的岩石，表面雖是玻璃質，但愈至內部則結晶質愈多。凡一般含有酸性的岩石，因較鹽基性的熔岩堅硬，所以牠發生結晶所需的時間也較久。故酸性的岩石，以玻璃質為多。反之，鹽基性的岩石，除去和空氣接觸的部分以外，大概是結晶的。

二、黑曜石 玻璃質岩石的代表者是「黑曜石」(Obsidian)，牠的顏色是黑色、或灰色，大略地看來，恰和玻璃相同。牠的成分也和玻璃相類似，是酸性的硅酸鹽。此外，還有一種是半透明的，那是因為冷却時較為遲緩，所以有一部分成為結晶了。

三、松脂岩 玻璃質不大完全，內部有許多結晶，這稱為「松脂岩」(Pitchstone)。初看起來，牠的表面似乎帶着瀝青和松脂等類的光澤。

四、流紋岩 在凝結玻璃質岩石的熔岩中，或含有氣泡，或含有各色的斑點，或混着各種的成分，於溶岩流得綿長時而凝結，這樣的岩石，稱為「流紋岩」(Rhyolite)，又稱「酸性岩」。大概是長石，或者似乎含有長石、石英、角閃石、黑雲母等的結晶。如果含有多量的氣

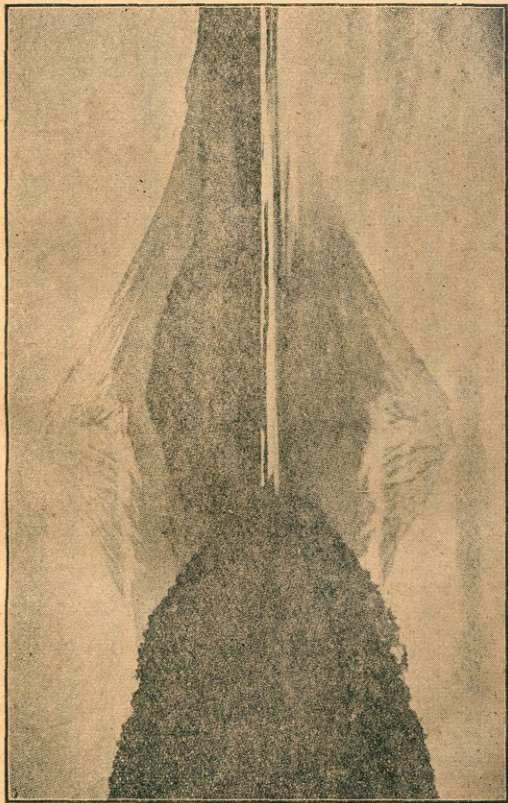
泡、結晶、或其他各種礦物時，玻璃質的部份定是很少。牠的結晶大了，最後又能變成斑岩。

結晶顯明的岩石 溶岩經過許多時間凝結時，牠的成分便完全結晶，我現在把牠們稱爲「結晶顯明的岩石」。這種岩石，種類很多，略述如下——

一、花崗岩 花崗岩(Granite)酸性最強，牠的成分是長石、石英和雲母三種，成分最易看出。我們現把普通所見的花崗岩來說吧：黑色的部分是黑雲母，略略透明的淡黑色部分是石英，雲白色的部分是長石。又因所含的長石，種類不同，所以花崗岩的顏色，便不甚一致了，例如長石是紅色，則花崗岩便呈現美麗的桃紅色；如果長石是白色，則花崗岩便帶灰色了。

花崗岩之中，往往含有鐵質，所以牠曝露在空氣中，能够變化成鐵；不但呈現了令人不快的褐色，並且易被分解。最先被風化侵蝕的，就是變長石爲粘土，及後，石英和雲母又成爲粉粒，崩塌在川流中，隨處飄流。這些砂粒，有時呈現燦爛的金色，所以害得一般專想發財的人，以爲河中發現了金砂，大家拚命的爭着掏取。其實，這不過是雲母的變質罷了，所以能够

日本的富士山： 這是圓錐火體山的代表者



第 六 十 七 圖

浮在砂的上層。如果真的是金砂，金的體質很重，牠早已沉在底下了。但是在花崗岩中，貴重的礦物，的確也含着不少，例如水晶、黃玉、錫石、綠柱石、電氣石、金紅石、石榴石等。

二、綠閃岩 綠閃岩 (Smaragdite) 所含有的酸性，遠不及花崗岩之多，却富於鹽基性。如果混有石英或黑雲母，則成爲「石英綠閃石」和花崗岩中澆入角閃花崗岩很類似，不過牠所含有的長石，有的是正長石，有的是斜長石。

三、斑糲岩 在輝石中，加入綠閃岩的角閃石，即成「斑糲岩」，並且這種輝石帶綠色，光澤頗強，結晶的顆粒很大。

四、橄欖岩 這是以橄欖石爲主要部分的岩石，所含的鹽基性頗強。如果將輝石或角閃石加入，便發生暗綠色或帶暗褐色。這種岩石，數量比上述的各種岩石少至數倍，只有含着許多錳的溶岩，纔能凝成橄欖岩。

結晶不明的岩石 以上所說的各種岩石，結晶都很明顯，雖用肉眼也能看清。但在岩石之中，又有許多的結晶很細，肉眼不能看出；或是一部分結晶，另一部分是玻璃質；前者最



普通的是「玄武岩」；後者出產最多的是「安山岩」；在這中間的，便是岩石學上所稱的「石基」(Groundmass)所謂石基，就是岩石的基礎成分。

一、玄武岩(Basalt) 這大概是黑色的，並無光澤，其主要礦物是斑輝石中加入橄欖石。玄武岩的溶石，流動甚速，當牠洩出於地面時，傳流很廣而很薄，冷卻後，成爲柱狀；這柱大都和冷卻面成直角。

二、安山岩(Andesite) 大多呈現灰色，含有斜長石、角閃石和黑雲母等的礦物，其成分和綠閃岩相類似，種類甚多；有一種玻璃質很多，差不多可以變成松脂岩或黑曜岩。

岩石的凝成 以上，我已把主要的火成岩，都已網羅完備了。其中之完全玻璃質或結晶很細的，例如玄武岩和安山岩，都是溶岩噴至地面後纔凝結的。此外，結晶很少的花崗岩或綠閃岩等，都是溶岩在地下凝成的。所以前者稱爲「噴出岩」(Extrusive Rock)，後者稱爲「侵入岩」(Intrusive Rock)。此外，還有一種大結晶被包圍於小結晶或玻璃質之中，例如斑岩這類，當初本是在深深的地下凝固，後來纔露出於地面的。至於侵入上述兩種

之中間層，成爲狹長的火成岩者，即稱爲「岩脈」(Dike)。

### 43. 水成岩

各種火成岩被風化所侵蝕，逐漸溶解成爲粉砂礫，及後再行凝固成岩，即爲水成岩，或稱「二次成岩」(Aqueous Rock)。此外，有些雖然還沒有凝固，只是把碎片堆積着，但學者們也認牠是一種岩石，總稱之爲地球的外套，即所謂「地殼」。

砂岩和粘板岩 岩石的粉、礫、砂，或堆積地上，或沉於水底，牠們逐漸凝固或堆積，被壓力所鎮壓着，都能成爲岩石：粉成粘板岩，砂成砂岩，礫成礫岩。這些岩石，大都凝固於水中，在陸上凝固的很少。其中常有「化石」，所以能夠測知牠的凝固時期。當牠沉澱時，又因沉澱物粗細不等，色染各異，故上下二層的結構，絕對不同，這稱爲「層次」(Stratification)。

石灰岩 水流過岩石間時，將碳酸石灰、碳酸鎂、曹達、鉀等溶化在內，匯注入海，其中的石灰，大部分成爲海中動物的骨骼，或被含有石灰的植物所吸收。等到這些動植物死滅後，

含着石灰的部分，便在海底沉澱，即產生石灰質的泥沙；待凝固時，成爲石灰石。碳酸鎂大部分存留海中，和碳酸石灰結合而成「白雲石」(Dolomite)，在古地層中，發現頗多。鉀的大部分被陸上的植物或海藻所吸收；鈉就成爲鹽，溶在海水。

石膏和岩鹽 海的一部分成爲湖水，因蒸發頗盛，溶化於海水中的礦物次第濃厚，最後，便完全沉澱。這樣凝成的岩石，其主要者爲石灰、石膏和岩鹽等。從前，人們以爲石灰岩是碳酸石灰逐漸堆成的，現在纔被證明大部分是由於生物死後的遺骸所沉澱而成的。

礫床 鐵的礫床 (Ore bed)，是由含鐵的水中的酸化鐵或碳酸鐵沉澱而成。水中的鐵質，原是當水潛流地中時，從含有鐵質的岩石中溶化而來的，等牠流到空隙的地方，便沉澱而成褐鐵礦。

燧石 火成岩分解以後，一部分的硅酸溶化於水中，運搬他處，被硅藻或放射蟲等所吸收，構成牠們的骨格。等這些生物死後，因遺骸逐漸沉澱，便凝成含有硅酸的岩石。硅酸質的沉澱，都發生於淺水底。這種岩石之最普通者，就是燧石類 (Flint)。

石炭 有一種岩石，但牠的起源，却和火成岩完全沒有關係，這就是石炭，或稱「煤」(Coal)。將煤稱為岩石，諸君也許沒有聽見過吧？但牠確是構成地殼的一部，所以稱牠是岩石，並沒有錯誤。距今約百萬年前的石炭紀時代，無數繁盛的森林，深深地埋沒在河沼中，受到很強的壓力，雖至曝露在空中也決不腐朽。因為沒有氧，所以不發生特別的發化，次第成為炭素；其變化稱為「炭化」。在炭化的初期為泥炭 (Peat)，日後逐漸變成褐炭 (Brown coal)，瀝青炭 (Bituminous coal)，無烟炭 (Anthracite)，最後始能成為純粹的炭素而變為「筆鉛」。牠最初含有多量的氫和氧，及後次第減少。牠的成分，都是當植物生存的時候，取給於空氣和水中的，故和火成岩絲毫沒有關係。

#### 44. 變質岩

地下水的作用 無論是火成岩或二次成岩，凡是埋在地中的岩石，因為感受種種的作用而變質的，都稱為「變質岩」。牠們的主要作用，是偉大的壓力和高熱度。

構成地殼的岩石，自表面至二萬呎或三萬呎深的地方，多少總有些裂隙。這些裂隙以內，到處有地下水循環的流動着。但雨點降到地面上時，牠先把空氣中的碳酸氣奪去，於是在地下經歷長途的旅行時，在各種岩石間溶化種種物質，使岩石發生變化。地下水對於岩石的作用，約有三種：第一，溶解岩石；第二，在岩石上沉澱他種礦物；第三，作岩石成分發生變化的媒介。

地下水作用之最烈者，便是酸化。因酸化而生的普通變化，就是灰綠色的酸化鐵成爲「過酸化鐵」，變成赤褐色。硫黃和鐵化合成的黃鐵礦，酸化後可以變成綠礬；再加一層酸化，又可以變成褐鐵礦或赤鐵礦。

地下水在淺的地方，能把岩石分解；在很深的地方，却反把分解來的礦物沉澱，例如在表面溶解的碳酸石灰或石英，在深處却沉澱而成方解石（Calcite）或水晶。凡是這樣沉澱而成的岩石上，如有氣孔，即可知道當牠組成時，經過許多變化。在岩石裂隙中所生的沉澱，也名叫「礦床」。

水的溶解力，凡溫度或壓力愈高則愈強，所以有許多人想地下水愈深入，則溶解岩石的力量也愈大。但我們仔細考察起來，却完全不是這樣。即使照上述的定律說來，在深水處岩石被溶解得很多，但也不致不發生沉澱。因為地下水來到地面上時，壓力和溫度都已減低，溶解力當然也衰弱了。所以溶化的礦物仍都沉澱在那邊，或成爲各種變質岩。

擠成板岩的大壓力 由於碎片沉澱所成的岩石，如果感受一方面的強壓力時，其構成岩石的分子，便擠壓成行，成爲片狀的劈開面。這些岩石，恰像用板所疊成的，可以一片一片的剝下來，故名叫「板岩」(Slate)。壓力很強的時候，無論何種堅固的岩石，全體都能被牠擠碎，成爲沉澱岩。但壓力如果繼續不絕，則碎片也能再被擠成薄片形，互相重疊。例如花崗岩雖是非常堅硬的岩石，也能變成板岩形；片麻岩(Gneiss)就是花崗岩所變成的。所以片麻岩的成分，和花崗岩沒有甚麼差異。此外，玄武岩也是這樣變成的。

因高熱而變質 岩石的變質，除去壓力以外，有時又因爲感受着很高的熱力。當溶岩侵入地層時，則兩者接觸的部分，即發生變化；在火成岩方面因爲驟然冷卻，凝結過速，便發

生結晶作用；至於二次成岩的石灰岩和白雲岩，則因受着高熱，和溶岩中的氣體或液體發生作用，其分子便變更排列，致岩質重行結晶，大理石 (Marble) 就是這樣產生的。接近火山噴火口的純粹石英砂所組成的砂岩，受了高熱以後，顆粒的排列愈亦緊密，成爲「硅岩」。硅岩在岩石間最爲堅硬，抵抗風化的力量很大，所以由這類岩石構成的山峯，狀態非常尖銳，或者形成疊板的狀態，山壁的組織異常特別。頁岩 (shale) 受了溶岩的高熱以後，則變成角岩 (Hornfels)，不過牠的變化作用，非常複雜。

在地下的泥炭、褐炭和瀝青炭，如果受到了溶岩的高熱時，牠那揮發性的炭水化合物，便完全洩出，成爲無煙炭；這類作用如果繼續較久，則最後便成爲筆鉛了。





## 第十四章 地球的內部

地球的內部並非充滿熔岩。從前，我們以為地球的內部，完全充滿了熔岩，被外面的地殼所包圍着。到了現在，經過種種的研究，纔知道這個學說是錯誤的，其理由有三——

第一，地球的內部如果充滿熔岩，牠決不能抵抗太陽和月球的吸力，必定也要像海水似的發生潮汐作用。海水和地球內部的熔岩數量比較起來，真是少得多了，但牠的潮汐已很猛烈，則數量比海水多至數萬倍的熔岩，牠所發生的潮汐，當然更加猛烈了；現在厚僅數百哩的地殼，雖然完全是鋼鐵的，或堅硬至高出鋼鐵數倍，也決不能阻止熔岩的發生潮汐。但現在的地殼，却只是平靜無事，熔岩並不發生潮汐；由此可知地球內部並非充滿着熔岩。

第二，地球的內部如果充滿熔岩，牠決不能像現在那樣的旋轉。譬如我們把一個生雞卵旋轉時，不一會兒便要跌倒；如果雞卵煮熟，內部變成固體，就容易旋轉了；由此可知地球的內部是固體。

第三，可以用地震的震波來證明。地震，大都因為地下發生斷層時的衝動所傳播而成的。發生的地點，大抵在距離地面五哩至十哩之間。在這裏發生的震波，牠不僅傳到地球的表面，也傳到地球的內部。但傳到內部的震波有二種：一種是振動的方向和進行的方向相同的，還有一種是和進行的方向成直角。現在經學者們實驗的結果，知道後者的傳播，在流體內是不可能的。但是我們根據地動計的測定，凡發生地震時，距離震源處的地球全周約三分之一的地方，都能感得震波，即震波能夠傳播到最接近中心的地方；由此可知地球接近中心的地方，仍是固體。

對於地心熱力的研究，地球內部的熱度很高，這是已經確定了。例如火山中噴出來的熔岩，溫泉的噴湧，礦工鑿礦時，愈深進則溫度愈高，這些都是證據。但是，話雖如此，我們却不能說：「地球內部自表面至中心，全是能够熔解岩石的高熱度。」至於火山的熔岩，牠存

在的地方是很淺的，大概在距地面的五哩至十哩深的地方。

地下愈深入則愈熱，其增加溫度的比例，約為每深六十呎，即能增加攝氏表一度。但我

們現在掘得最深的礦洞，不過一哩半左右，這個距離和到中心處的四千哩比較起來，恰像在象身插入一枚針，所以不能根據這個比例，即以斷定地球內部的熱力。

有些人以為地下有鐳錠 (Radium) 及其他各種放射的物質，所以距離地面愈深則愈熱。其實這些物質，在距離地面四十哩至五十哩處為最多，再深的地方，或許完全沒有了。此乃學者們研究所得的。由此看來，古時的人說地球愈近中心則愈熱，這句話實在靠不住。但是地球內部的熱力，總覺很高的，如果是在地球的表面，牠能够熔解一切的金屬和岩石，但在地下，因為壓力很強，不容許岩石熔化後的膨脹，所以一切的岩石，決不能完全變成熔漿。

地球內部的主要物質是鐵。地球全體的比重，約當水的五倍半，這樣重的物質，大概是鐵。我們說出這句話，具有確切的理由：第一，地球是一塊大磁石，鐵是最富磁性的物質，所以我們可以認定地球的內部是鐵；第二，在構成地殼各種的岩石的元素中，鐵的數量占得最多，在第四位，並且鐵的熔度 (Fusibility) 最高，性質也很堅硬，所以能够阻止地球內部的

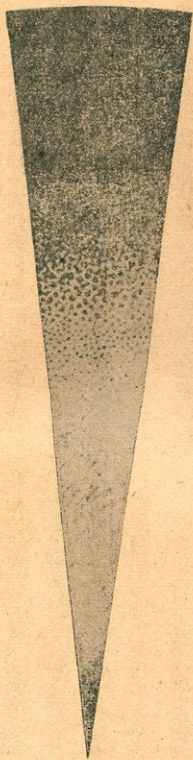
潮汐作用。——這個學說，也有相當的理由。

地球內部的構造 我把現在許多學者所信賴的學說，關於地球內部的構造情形，略述如次——

地球自中心至表面，半分以上，完全是鐵和鎳的混合物。及後，金屬中始略有岩石混和

第六十八圖

地球斷面的一部



着；其次是鐵和岩石；再其次，鐵已減少，岩石甚多；近表面處是岩石中略混少數的鐵；距離表面一千哩左右的地方，鐵幾乎沒有，只有岩石。

岩石層也並不是一列的，愈深則岩石愈重；接近表面的地方，岩石也次第由重的疊成輕的，在表面上大都是玄武岩質了。至於普通所見的石灰岩、砂岩等的水成岩，則因層次很薄，在地球的構成上說起來，真是說也不足說了，正和地面上的水和空氣層一般。

地球的化學成分 地球中的化學成分，鐵占最多，約當全地球的百分之四十；其次是氧、硅、鎂。這四種元素合併起來，已占地球全的百分之九十一。如果再加鎳、鈣、鋁三種，便成了百分之九十八了。至於再加入硫、鈷、鉻、鉀，合成十二種元素，那麼便占地球全體的百分之九十九。八；其他七十種元素，祇合占餘下的百分之〇·二，即千分之二。我們平時最親近的銅、鉛、鋅等，也都包含在這千分之二以內。——現在我為諸君的閱讀便利計，特將各種元素的比量列表如左，有許多數量非常少的，便不計算在內。

元素名

百分比

鐵（單體）

三一·八二

鐵（化合物）

七·九二

三九·七四



錯 碓 錳

○  
○  
○

○  
○  
○

○  
○  
○

地球的內部

二二五





## 第十五章 地球是怎麼樣組成的

### 45. 宇宙的開闢

地球在宇宙間的位置 地球是行星和其他的七個行星：水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星，一同環繞太陽旋轉。環繞行星的小星，名叫衛星。此外，還有一羣小星，牠們也環繞着太陽，稱爲「小行星」。還有幾個被稱爲「彗星」的，有時也從遠方轉來，向太陽兜個圈兒。所以太陽恰像父親，這些環繞着牠旋轉的行星，正像太陽的兒女；集合這羣兒女在一起，便稱爲「太陽系」。太陽系中的行星，除去月球和大的星球以外，我們的肉眼是看不見的。在天氣晴朗的夜晚，我們仰望天際，看見無數星粒，這些，大都是和太陽具有同等光力的天體；有許多的體積，比太陽或大數倍，或大數百倍；就是牠們和太陽系各星及各星球間的距離，也非常遠。

地球是怎樣產生的？散布在宇宙間的無數恒星，和我們的太陽系是怎樣構成的？關於

這些根本的問題，必須詳細說明，纔能知道，在本全集第一集的天空的神秘中，我已說得非  
常詳細了，所以在這裏，只是略略地說個大概罷——

萊波拉斯的星雲說 關於星球和太陽的來歷，古時的人已有許多學說；就是到了現在，各學者的學說也頗不一致，並且尙未能決定誰是誰非。據萊波拉斯 (Laplace) 說來，太陽系中的各個星球，都由「星雲」(Nebula) 所凝成，這便稱爲「星雲說」(Nebula hypothesis)。他說，當初的宇宙間，充滿着高熱的氣體，當牠們到處集成團的時候，便開始旋轉，於是在這個時候，天空中充滿着無數旋轉的氣體。這些氣團，逐漸冷卻而收縮，旋轉的運動也就次第加速，體積便愈旋愈小。但氣團的旋轉急速時，因爲發生了離心力，牠的周圍部分逐漸膨脹，卒至和氣團分裂，成爲環形。歷時既久，外周的環形產生許多，中央只剩留一團。後來，環形的氣體在濃厚的部分，逐漸團緊成爲球形，仍環繞中央的氣團旋轉。中央的氣團，便是太陽；四周由環狀氣體旋成的球形，便是各行星。至於衛星，也是和行星的組成相同，不過牠是從行星四周的環狀氣體所凝成的。

現在我們觀察天際，尚有許多星雲留存在星座之間，這便是萊波拉斯星雲說最有力的證據。因為他說，太陽系在尚未組成的時候，正和這般星雲的狀態相同。至於行星能夠產生衛星，只要看環繞土星的環，即可知道。但是，現在天文學已有長足的進步，對於萊波拉斯的星雲說，已發現了許多不可解釋的疑難。

微行星說 在萊波拉斯的星雲說以後，又有張伯倫 (Chamberlin) 和莫爾頓 (Moulton) 兩人所研究的「微行星說」 (Planetesimal hypothesis)。他們說，當初，太陽在天空中和別的恒星接近時，因為互相吸引，便發生噴射，這正像海水感受月球的吸引力，向月球的正反面漲潮一般。等到那星球去遠了，在太陽附近的氣體仍被太陽吸去較遠的，便因離心力和太陽吸力的牽制，使牠們站在固定的地方。後來，這些噴射出去的星雲逐漸冷卻，以後便凝成現在這些行星和衛星。

新微行星說 最近，又有人創說「新微行星說」。他們說，當初，天空中滿佈着小行星，後來這些小行星逐漸密集，便成爲一團，大部分聚於中央，這就是太陽；其他散在中央四周

的，便是各個行星。中央部分因為集合的星數較多，不易冷卻；但在四周的行星，因為體積較小，所以有些已經由液體凝成固體了，不過較大的行星，例如木星和土星等，仍是液體，只有體積很小的，例如地球等，便已凝成固體了。太陽到現在仍是氣體，一些兒也沒有冷卻。

瓊斯的學說 最近有個人名叫瓊斯 (Jones)，他創出一個新的學說。他說，當初，天空中正像萊波拉斯所說，滿佈着星雲，但是這些星雲，完全是冷的，並且不會發光。後來因為互相吸引的關係，凝成一團，逐漸收縮，這時，便發熱而生光，旋轉也逐漸加速。旋轉急速了，牠的形狀便變成扁平，恰像雙透鏡 (Lenses)。最後，牠的邊緣處生出相對的兩個翼狀形來，都向旋轉方向的反對方彎曲，便成為螺旋狀星雲。這種星雲中，到處凝結成塊，這塊便是恒星。在廣漠的天空中，類此的星雲為數很多；我們的太陽系，就是屬於銀河系星雲中的。至於太陽系中各星的組成順序，則他以爲和提伯倫、莫爾頓所說的微行星說相同，由於在旋轉中的兩個恒星接近時，噴射許多氣體凝成的。不過照瓊斯說來，這些噴出物並不是小行星，都是棒形的，等到凝成團時，纔得變爲行星。瓊斯的學說，在天文學上有許多確切的證據可以證明，

所以學者們對於他，都已有相當的信仰，正和微行星說相同。

#### 46. 地球凝結時的情形

照萊波拉斯和瓊斯的學說，地球之凝結，由氣體變成液體，又由液體變成固體；當變成固體以後，有時候，牠的表面也被溶岩所陷沒。但照微行星的學說，地球的體積本是很小的，後來集合四面八方的小行星，纔得逐漸增大，又因星球集合的時候，互相衝突，便發生熱力。地球逐漸長成，牠的內部因感受壓力而緊縮，也能發生熱力，於是在內部易於溶化的岩石，便溶化後從岩隙間流至地球的表面上來，因此便發生火山作用。

關於地球凝成的學說，各各不同，但到了現在，大體不外以上的兩個說法。所以我把這兩個學說同時說出來，留待將來決定。

**溶岩海** 照星雲說的解說，地球因為逐漸冷卻，由氣體變成液體，於是重的物質集於中心，輕的物質浮於表面，所以地球當凝成的時候，表面全體被溶岩海所陷沒，還有許多尚

未凝結的氣體原層也把地球包圍着，至於現在所見的水，那時當然還只是水蒸氣罷了。等到地球慢慢地冷卻下來，溶岩海的表面就凝成一張薄皮，恰像煮膠質時，因冷卻而表面凝結一般。但是溶岩的薄皮，因為下面的溶岩時有大波浪發生，所以時常破裂，溶岩便流到表面上來，再逐漸冷卻。這樣，歷時既久，溶岩的凝層便次第增厚，卒至全體被很厚的岩層所包圍。古時候的人，他們以為地球的內部，充滿着溶岩，所以將表面的凝層，稱為「地殼」，到了現在，我們知道地球的內部雖然熱度很高，可是因有壓力的關係，內部並不能變成液體，仍是固體，所以內部和表面，並沒有截然的分別；地殼的名詞，似乎不大確切，還是稱地球的表面為「近層」，較為適當。

陸和海的形勢 地球的表面雖然已經凝結了岩層，但在最初的時候，溫度還在攝氏表二千五百度左右，包圍地球的大氣中的水蒸氣，還不能凝結成水。等到溫度逐漸下降，水蒸氣凝結成水，降至地球表面，那時始有所謂「海」發生。當初，地球的表面不大有凹凸，所以全體都給海所陷沒，後來，地殼發生凹凸，陸地也從海面下升起。地殼的表面，為甚麼會發

生凹凸呢？這是因為地球內部逐漸收縮，於是地殼便向下陷落；又因為各部分互相擠軋，地殼上便到處發生了裂隙；那時，內部的熔岩，又不絕的從地殼的軟弱處流至地球表面，歷時既久，地殼便也增厚了。

漸漸增大的地球 照微行星說的解釋，正和星雲說完全相反；他們說地球本是固體。現在我先把大氣的組成，說明如下：

最初，小行星集合的時候，雖然也有氣體包圍着，但遺留着一部分空間。因為地球的體積較小時，引力很小，不大能够吸引氣體，及後，集合的小行星既多，體積逐漸增大，便把附近的氣體完全吸引過來，使牠包圍在四周，這就是大氣組成時的情形。

地球因為逐漸增大，內部不絕的收縮，其結果，內部便發生熱力。加之，地球內部又有鐳（Radium）等所發射的熱力，就把內部容易溶化的岩質，變成液體。液體因為比較輕些，所以次第流至表面上來；又在中途中把易於熔化的物質溶解，集合着向地球表面流出，這便發生了火山作用。

次第擴大的海。照微行星說的解說，地球的温度，當初並不十分高。地球還在很小的時候，大氣中滿佈着的許多水蒸氣，後來因温度遞減，便凝結成水，降至地球的表面。但地球是無數星球所組成的，因此空隙很多，水都被空隙吸收去了。所以，如果那時降下來的水分不其多，地球的表面，決不致有海的現象產生。等到地球的表面發生凹凸了，在凹的地方，始能聚水成海。後來，陸和海成立了，陸地因為感受侵蝕作用，於是在構成陸地的岩石成分中，凡是重的物質都溶解於水，被運搬到海中，沉積在底下。其結果，陸地逐漸減輕，海底逐漸加重，於是陸地上升，海底沉陷。但在這個當兒，微行星仍在不絕的落下來，把地球增大。當牠們落在陸地上，重的物質便逐漸溶解，落在水中，便任牠沉積着，所以陸地逐漸減輕，海底逐漸加重，於是陸地因次第上升而狹小，海底因次第沉下而海面擴張。在微行星落下不絕時，這個傾向便也不能休止；等到微行星不落了，地球的生長停止了，那麼，海和陸的比例，便也固定了。

產生生物的時期 根據星雲說，生物的產生，必須在地球表面冷卻以後，所以距離地



球凝成的時期很遠。根據微行星說，地球的溫度，當初雖然並不十分高，但因有微行星不絕的落下來，所以牠的溫度很高，決不能產生生物，直到後來，微行星降落較少，熱度也逐漸減低，地球也有了一半的成長，這時，或些已有生物產生了。至於產生生物的準確年代，我在下章的「地球的歷史」中再說罷。



## 第十六章 地球的歷史

無生代和始生代 自從地球凝結以後，至表面發生海陸，再至產生生物，其間經過若干億年，實在不易明白。但是，我們把產生生物的時候爲止，將這以前的時期，稱爲「無生代」(Azoic Era)可是無生代以後，雖然有生物產生，只因沒有遺跡留到現在，所以也不能確切地知道。那時的生物，爲甚麼不能將遺跡留存到現在呢？因爲那時的火山，爆發得很猛烈，到處有溶岩流出於地球的表面，生物都被焚死；有許多雖能逃避，將遺骸沉積在海底下的水成岩中，又因經過綿長的歲月，地殼變化，岩石變質，所以不能將牠的遺骸保存。但是，我們能够根據間接的遺跡，確認那時確有生物存在。所謂間接的遺跡，就是指由生物的遺跡所構成的岩石。例如，我們鉛筆中的筆鉛，牠是石炭變成的，石炭又是植物壓在水底的泥中所變成的，因此，如果我們在岩石中發現筆鉛，就可知道在組成這岩石時，卽有植物產生。須考察間接的遺跡，始能知道生物的產生，這個時代，稱爲「始生代」(Proterozoic Era)。

第六十九圖



石炭紀森林中的兩棲類。

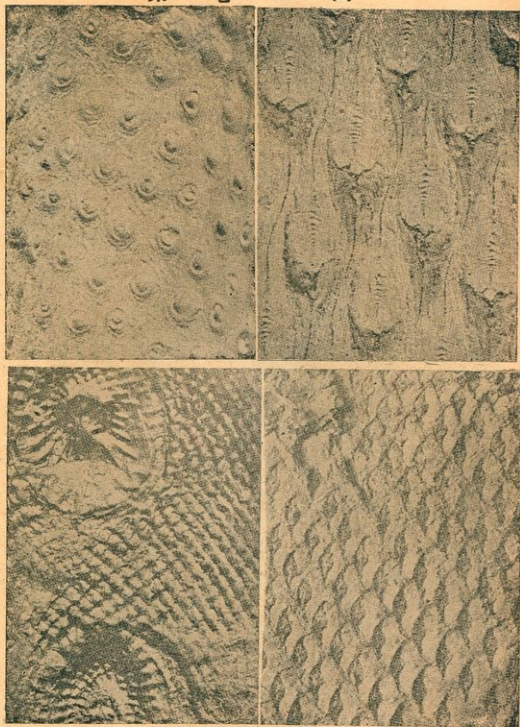
始生代的時候，熔岩噴出頗盛，所以這時代的岩石，大都是火成岩，後來即變質而成爲片麻岩和片岩。在始生代的岩石中，也能發現水成岩的變質。水成岩都是在海底下的，所以發現水成岩的地方，在古時，定是海底無疑。

始生代岩石發現得最多的，是在北美洲的加拿大（Canada）地方；此外，芬蘭（Finland）、瑞典（Sweden）、挪威（Norway）、蘇格蘭（Scotland）、法國、波希米亞（Bohemia）、中國、澳大利亞（Australia）等處，都有相當的發現。

原生代和古生代 時代逐漸更新，在那時代的岩石，變質的也愈少，因此，岩石中常遺留着鮮明的生物化石，於是生物的存在，我們能直接的考察和確定了。這個時代，我們稱爲「原生代」。那時，海中產生一種「石灰藻」，即在現在的海岸岩石上，也有許多附着；此外，又有沙蠶似的蟲和海綿，又有無數放射蟲、有孔蟲等的小動物棲居着。我們只要觀察牠們的化石和岩石上的遺跡，即可知道。

原生代時候的侵蝕作用，漸漸猛烈，所以堆積作用頗盛。那時代中的岩石，水成岩非常

第七十圖



石炭紀時代的石松的莖

左上,是近根處的莖;此外,都是葉痕。

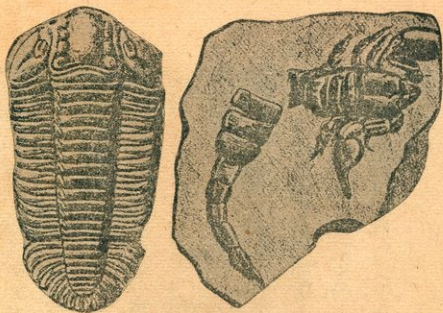
多。

這時，地球上的氣候，至少有二次以上的劇寒，所以地球的表面，完全被數千呎厚的冰層所蓋沒。我們觀察這時代的岩石，有許多被冰河擦傷的痕跡，又有無數堆積石，即可知道。這個時期，便稱爲「冰雪時代」。

後來，不知道經過若干千萬年，生物的種類逐漸增多，並且開始繁殖起來。這時，我們稱之爲「古生代」(Paleozoic Era)。地球上的大陸，那時大概分爲三塊，即現在的北美洲、東半部和格陵蘭(Greenland)連接，一直延至北極；歐洲和亞洲的半部連接；南美洲、澳洲、非洲連接。在海中，有許多形態很簡單的螺，蝦，蟹發現。岩石間，有海膽(sea urchin)和珊瑚棲居着。至於海中最繁榮的動物，有一種很奇妙的甲殼類，名叫「三葉蟲」(Trilobites)。牠身上有許多節，又被着三張甲殼，生着許多腳，體長小者約七公厘，大者約七十公厘；種類計有二千多種。牠們能够用腳撥動，在海水中浮游，又能沉匿於海底；遇着敵人，將身體縮成一團，躲在甲殼中。

第七十一圖

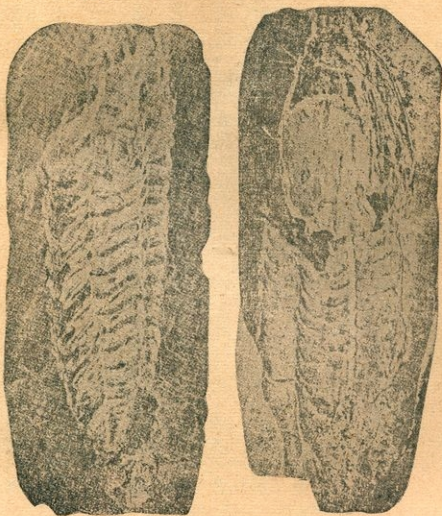
繁榮於古生代的三葉蟲和蠍



上右，蠍的化石；

上左，三葉蟲的全形；

下，在岩石中的三葉蟲化石。





學者們又將古生代分爲若干紀，以發現三葉蟲的時候稱爲「寒武紀」(Cambrian Period)，其全盛的時候稱爲「奧陶紀」(Ordovician Period)。奧陶紀的時候生物漸次繁殖，除去三葉蟲之外，貝類和珊瑚的種類也增加了，海膽類的「海百合」(Pentacrinus as-terius)，水母類的「筆石」(Graptolidae)也都發現了。海百合到了現在，雖然已經變種，但在海底下仍是很繁盛。還有一種名叫「介殼魚」，頭和胴體，都被着一層盾甲似的甲殼。這種魚，雖然和普通的魚一般，有胸、有脊、有尾、有鰭，但是沒有脊骨，所以仍舊不能具備魚的資格。

在這個時代，海中又棲居着一種螞，後來逐漸發達，種類也增加了不少；其中最長的，計達九呎。同時，陸上也有螞的發現，雖然體長只有二吋左右，但這是最初的陸居動物。這時，又是筆石和「鸚鵡螺」(Nautilus Pompilius L.)的全盛時期。所謂筆石，牠和水母是親戚，有的像樹枝，有的像草葉，也有的像一根棒。鸚鵡螺和章魚、烏賊也是親戚，牠們都棲居在螺旋形很整齊的貝殼內。這種動物最繁榮的時代，稱爲「志留紀」(Silurian Period)。在那

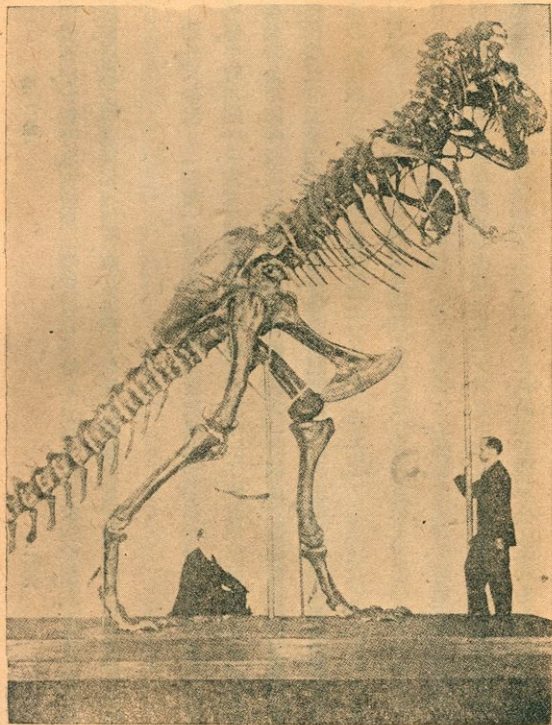
第七十二圖



在一億五千萬年前中生代時的恐龍，種類頗多。

第七十三圖

恐龍的骨骼



時的岩石中，曾經發現古鮫類的鱗骨，所以那時定有鮫的生存。鮫的骨骼，大部分是軟骨所構成的，所以沒有這類化石遺留。鮫是魚類中的最下等者，由是可知那時已有魚類的發現了。

此外，又發現了「肺魚」的祖先。現在，肺魚產於澳大利亞和非洲等的淡水中，牠有鰓，又有肺。平時用鰓呼吸，當水已乾涸或腐爛，鰓已不能呼吸了，便改用肺。讀者諸君！我們知道蛙在幼時是用鰓呼吸的，長成後便改用肺，這便稱爲「兩棲類」。這時，兩棲類已逐漸進化，這些雖然沒有完全的化石足資考證，但我們觀察留在岩石上的足跡，即可想像而知。發現肺魚和兩棲類的時代，稱爲「泥盆紀」(Devonian Period)。

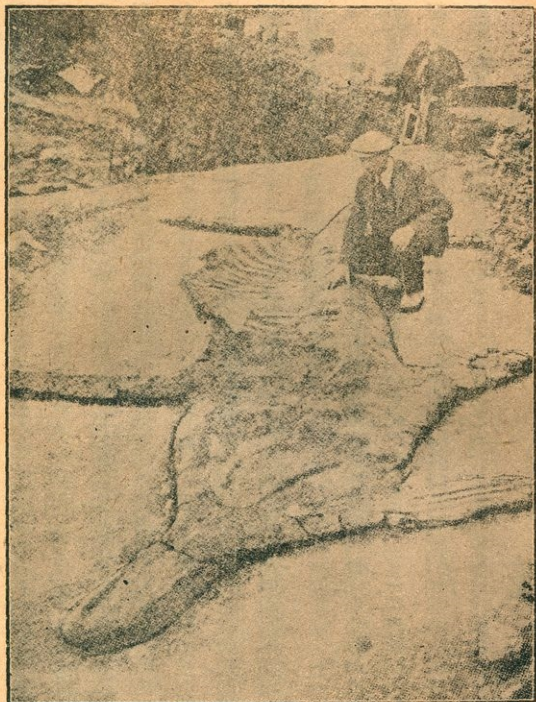
石炭紀 泥盆紀以後，魚類繁殖頗盛，尤其是在北方的大陸——這稱爲「北極大陸」(Atlantis)——各湖水中。後來，地殼遭受了一次很大的變動，山陵高昇，陸地沉陷；接着火山的活動頗烈，在大氣之中，混和着多量從火山中噴射出來碳酸氣。大氣中的碳酸氣加多，氣候便也溫暖起來，並且植物須吸入碳酸氣而生長，所以碳酸氣多了，植物的發育便也很盛。

那時，赤道附近的地方是不必說了，就是接近兩極的地方和世界各處，都有大森林繁殖着。至於植物的種類，都是齒菜 (*Gleichenia longissima* Bl.) 木賊 (*Equisetum hiemale*, L.) 和石松 (*Lycopodium clavatum*) 等的隱花植物。牠們都很高大，莖粗五六呎，高達三四百呎。那時，還沒有顯花植物。這些植物繁盛的時候，把大地蓋得密密層層，對於陸上動物的棲居，給了無上的便利，因此，爬蟲類、昆蟲類都很活動。在昆蟲之中，又有蜻蜓發現。後來，這些茂盛的森林，因為地殼的變動而壓在地底下，便變成現在所開鑿出來的石炭。這個時代，即稱為「石炭紀」(*Carboniferous Period*)。現在的北美洲、歐洲、中國等處，都埋藏着很厚的石炭層，由此可知這些地方，古時都有很茂盛的大森林。

中生代 在石炭紀中很茂盛的森林，後來逐漸衰敗，卒至完全滅絕。在這個時代的前後，便有爬蟲類的蜥蜴發現。此後即稱為「中生代」(*Mesozoic Era*)。爬蟲類起先沒有較大的動物，後來也有很大的發現了；最後，山中有一種怪物發現，牠們能夠潛伏水中，又能在陸上橫行，其中最大的，名叫「恐龍」(*Dinoceras*)，有食草性的，也有食肉性的。在食草性

第七十四圖

魚龍的化石



最近，在英國石灰岩中所掘得的魚龍化石，全長達三十呎以上。

中，有一種名叫「雷龍」(Brontosaurus)，牠的頭和尾巴都很長，全體長約七十呎，重約四十噸。還有一種食草性的，形狀很像犀牛，生了二個或至五個的角，生性非常兇暴，時常爭鬥，在牠的頭骨的化石中，能夠發見被敵者的角所鑿穿的許多創傷，即可知道。

爬蟲類在海中也很繁殖，其中最有名的是「魚龍」(Ichthyosaurus)，牠的四肢完全改變了，有脊鰭和尾鰭，恰像海豚(Halitherium)的形態，口長而尖，齒又銳利，最大者長約七呎；牠們棲居在海中，專找魚類和貝類為食品。

第七十五圖

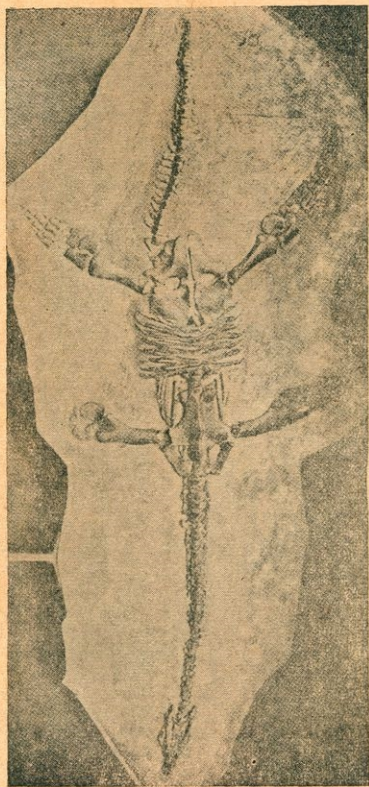
魚龍的化石



在爬蟲類之中，又有能够在空中飛翔的，名叫「翼手龍」(Pterodactylus)，前肢很長，和後肢間連着肢膀，恰像現在的蝙蝠。爬蟲類經過全盛的時期，便逐漸進化，發現了鳥的祖

第七十六圖

蛇形龍的化石





第七十七圖 始祖鳥的化石



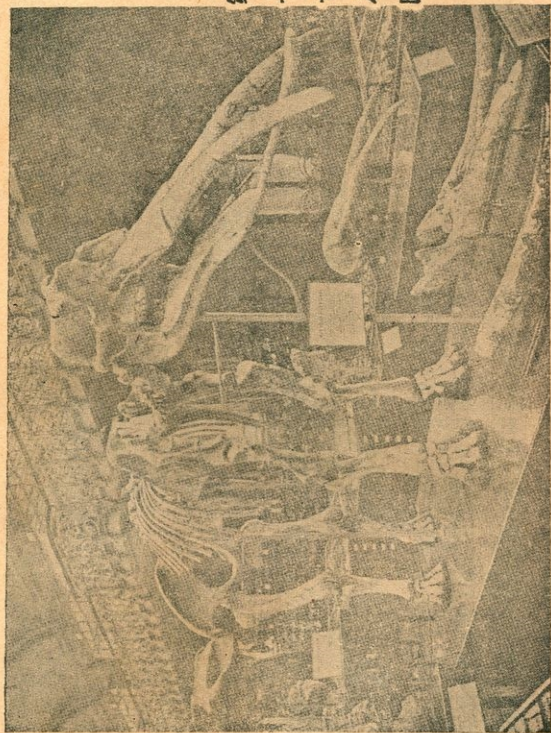
先。例如被稱爲「始祖鳥」(Archaeopteryx)的，牠恰恰像一隻很大的鳩，不過仍保存着許多爬蟲類的性質。後來等到前肢變成很端整的翼，口中生出牙齒，身後長出一個長的尾巴，於是纔得慢慢地變成現在的鳥類。

中生代分爲三個時代：爬蟲類發現時爲「三疊紀」(Triassic Period)，全盛時稱爲「侏羅紀」(Jurassic Period)，爬蟲類衰退，發見鳥的祖先時，稱爲「白堊紀」(Cretaceous period)。

中生代的植物，和石炭紀時代的植物完全不同，因爲到了這時，石炭紀時的森林，已經完全滅絕了，那時，只有羊齒類的植物，非常茂盛。這些植物的形狀，恰像篋子，有着網狀的葉脈。至於松、杉、蘇鐵、銀杏等類，也已發現了。到了白堊紀之末，即現在最普通的顯花植物也有發現了。這些植物，有許多地方也長着很大的森林，我們現在開掘石炭，或開掘化石時，都能在地層中發現的。

新生代 中生代告終以後，地殼又有一度的大變動，有些大陸陷沒，成爲海底，有些海

第七十八圖



柱牙象的骨骼

底上升，成爲山脈，火山又乘着這個機會，到處爆發。現在的許多大山脈，都是這個時代產生的，現在的海陸分界，也是這個時代劃定的。

在這次大變動的時候，以前的生物，大部分都被滅絕，哺乳類却非常繁殖。所謂哺乳類，便是從母體中胎生的幼兒出世後，必賴母親的哺乳，始能生存的動物；我們人類，即是哺乳類的一種。哺乳類的祖先，雖然在中生代之初期已有發現，但是遠不及那時的爬蟲類之繁盛。到了現在，哺乳類已佔據動物界中最高的位置。從那時候起的時代，便稱爲「新生代」(Psychozoic Era)。

新生代中最繁榮的哺乳動物是象類，牠們的種類非常多，其主要者稱爲「柱牙象」(Mastodon) 和猛獁 (Mammoth)。牠們的形態，和現在一般的象完全不同。柱牙象的祖先，口吻很長，鼻和牙均短；後來口吻漸短，鼻和牙却逐漸長起來了。猛獁周身生着長毛，牙和鼻很大。此外，熊、犀、牛、馬、鯨等，也已經發現了。

到了新生代，不久的時候，陸地上又遍生大森林，這或許由於地殼發生大變動的原故。



當冰雪襲來的時候，甘象牙因奔逃而陷入深的泥沼中，被狼羣襲擊的情形。

吧，那時植物的種類，現在還不大能夠知道，但據研究的結果，大部分是松、杉等類的植物。我國東九省各處的石炭，都是這些植物所變成的。

在新生代的末期，地球上非常有厲害的寒氣襲來；從北極方面，又有若干冰河流到溫帶各地，於是大陸的大部分，都被很厚的冰層所蓋沒，這就稱爲「冰雪時代」。我們現在考察陸地上的冰河痕跡，即可知道。這樣的冰雪時代，並不是只有一次，大概有許多次。當冰雪時代未來以前的時候，稱爲「第三紀」；以後，稱爲「第四紀」。

當冰河襲來的時候，北方的生物都被迫南下，待冰河消退，仍舊北返。生物遭受了這樣的際遇，便分播得很廣，但其中也有許多耐不住這樣的寒氣，不得不滅絕；例如柱牙象和猛獁，就是這樣死亡的。在第三紀的末期，距今約在五十萬年以前，始有人類的祖先出現，這樣的化石，曾在南洋的爪哇發掘過。牠的形狀，正和一種猿類很相像，和現在我們人類的形態，完全不同。

## 47. 地球的年齡

自從地球產生到現在，已經有了多少時候？換句話說：地球究竟有了若干年齡了？這個問題，實在是一個非常不容易回答的；就是在各專門學者之中，也各說各是，未曾確定。

至於測算地球年齡的方法，計有數種，我現在把最普通的一、二種，敘述如次——

第一，根據地層的厚度。由河流中運搬來的泥砂，逐漸沉積，卒至凝成岩層，其間所經歷的時間是非常長久的。如果我們知道了積成一公厘的岩層要若干年代，即可將各時代所積成的岩層總計起來，即可知道。但是，地層凝成以後的年代，我們雖然能夠知道，却不能逆溯地層凝成以前至地球產生的時候，究有若干年。現在學者們根據這個推算法所算得的，地球的年齡約在一億年左右。

第二，根據鐳錠的變化，也能計算地球的年齡。因為鐳錠能夠變化，牠經過若干年以後，能夠變化成鉛。如果各時代地層中的鉛，都是由鐳錠所變成的，那麼這些地層是若干年所

變成的，也不難知道了。再總計這些地層組成的年代，即可知道地層組成以後的年代。根據這樣的推算，自古生代以至現在，約有一億四千萬年；如果從始生代算起，則有十五億年了。這個數字和上述的一億年比較起來，實在差得很遠。

現在，我們又根據各種的新方法，測得地球自凝成到現在，大約在二十億年以上，這個數字，似乎比較確實些。



## 譯者雜記

把本書校對完畢，關於各方面頗想說幾句話——

第一，原書的作者是日本人，所以關於日本方面的材料特別多。但讀者諸君之中，雖然讀過外國地理的，跟着就知道了些日本的自然地理。可是除去一般「專家」以外，無論如何，總不會像他們本國人知道得那樣詳細。因此，我爲諸君閱讀時的便利計，特將『國貨』（即本國地理）換進去；甚或索性刪去，以免嚙嚙。好在這些材料，本來無關宏旨的，不知道也不要緊。

第二，世界上各地方的名稱，我國似乎還沒有一種可以認爲標準的譯名，所以在動手譯的時候，頗費斟酌，思維再三，便決定這個辦法：凡是已被一般所通用的，如巴黎、紐約等，便從通俗稱；一般所不大熟知的，概照本局出版的中外地名辭典上的譯名，更附注原名，以便

檢查。

第三，地質和岩石的譯名，我根據民國十二年農商部地質調查所印行的礦物岩石及地質名詞輯要。

第四，在第二四六頁上有『肺魚』的名稱，並說現在的澳大利亞洲和非洲等的淡水中，仍有產生，但我不知道牠的形態究竟怎樣；加之，這種魚類實在不大聽見過，也許諸君也不甚知道吧，所以很想加些註釋。可是翻查了許多書，只是查不到，因此，牠的西文名稱和形態，習性等，只好暫付闕如。諸君中如有知道的，敬懇不吝賜教，待再版時設法補入，以便給大家見識見識。

第五，本書中的度量數字，不知原作者有何存意，有些用英制，有些用法制，譯時未曾留意，當發覺時，早已校定，沒法折算改正，所以只好由牠了。同時我又想：有許多的統計數字，用英制的很流通，很容易令人記憶，似乎也不必勉強折算，不過諸君閱讀時請留意些就是了。但法制，即米突制，已被世界各國採用為公共的度量衡了，我國的標準度量衡就是米突制，

因此我將一米突譯爲一公尺，一公尺之千倍 Kilometer 譯爲一公里；凡是從英制的，便在數字下面加註『呎』『吋』等字樣，以示區別。諸君如欲折算，則根據

$$1\text{公尺} = 39.3707\text{吋}$$

的比例，即可求得。

以上，只是關於翻譯的話；至於材料方面，我也想說幾句——

我們從前讀世界地理，知道地球上有五個大洋，即太平洋、大西洋、印度洋，在北極的北冰洋和南極的南冰洋。但到了現在，『南冰洋』的名稱，早已不能成立了，因爲經過許多探險家到南極圈內去探險，才知道南極地方和北極地方完全不同；北極地方是一個很深的盆地，由歐羅巴、亞細亞、亞美利加三洲的北部做成了一個幾乎完全無缺的大陸圈，將牠團團地圍住；至於南極地方，我們可以找到一塊廣漠的大陸，名叫南極洲 (Antarctic)，差不多充滿了南極圈的全部，四周被連綿不絕的海洋所包圍。我們對於這片廣大無垠的大陸，現在還不大十分知道，但牠的面積，推測起來約有五百五十萬方哩，恐怕要和歐澳兩洲合

併起來的大小差不多呢！在這陸地上的，全是堆積着的冰雪，實在不易和地面區別。至於最初發現這塊大陸的海岸線的，却是兩個捕海狗的美國人，名叫約翰孫（Johnson）和摩拉爾（Morrell），時在西歷一八二三年。南極洲的溫度，雖在夏季也和冬天的情景一般，由天空中落下來東西，大概總是以雪代雨；夏至時候，如果到那邊附近的海面上去，由陸上吹來的風，可以使溫度減低至華氏表的零度以下；到了冬季，那邊的溫度更低，據說要低至華氏表零下六十八度，竟和世界上著名最冷的維克荷約斯克（Vorkhoyansk，在西伯利亞）地方差不多。這樣寒冷的地方，生物當然很不容易生活，更兼地質上的關係，所以沒有顯花植物。那邊除去若干例外的區域以外，完全沒有陸上的脊椎動物和哺乳類，因此，沒有熊，沒有狼，也沒有兔、鹿、狐狸等。鳥類也沒有，只有一種候鳥，名叫『鞘嘴鳥』（Chionis）的，夏季飛來冬季飛去。其他，便找不到什麼生物了。小蟲雖有，但大多是些目力不能看見的無脊椎動物和單細胞的海藻罷了。所以到南極洲去探險，十分困苦第一，那邊找不到食品，必須自己帶去；而獸類之不能生存，除去地質的關係外，這或許也是一個原因。——好了，關於南極洲

的話，我在這裏不想多講了。我的意思，因為本書關於這一方面的材料沒有寫入，所以在這裏拖個尾巴，告訴你：南冰洋已經不是『洋』了，已經是一塊大陸了，如此而已。如果你要更詳細地知道兩極的情形，則請看 *Polar Exploration, by W. S. Bruce*，已有譯本，名兩極探險記，劉虎如譯，商務出版。

以我這樣淺陋的人，翻譯這冊跡近『專門』而又供給大眾看的通俗書，自己也知道應該特別審慎。但我之審慎，究屬能否得到審慎的相當結果，却可說不定。不過我為增進一般人的科學知識起見，總希望牠能『人手一編』，如果有了錯誤或遺漏，豈不害人！所以希望高明的讀者，不吝指正。

達年記

民國三十六年十二月發行  
民國三十六年十二月初版



編者  
發行

中華文庫  
初中第一集地

球

◎

定價國幣五

(郵)

省立虎尾女子中學

檢 44.5.12 查

教 務 處

臺灣省立虎尾女子中學

學校 惠存

教育部部長朱家驊贈

二十六年十一月



(8579)