

新中學文庫
地質學淺說
周太玄著

350

商務印書館發行

書叢小科百

說淺學質地

著玄太周

編主五雲王

行發館書印務商

地質學淺說

目錄

第一編	地質現象	一
第一章	地球之起源與構造	一
第二章	沖蝕與積成	一三
第三章	成岩與變質	二四
第四章	山嶽成形與海陸變遷	二八
第二編	地層學	三七
第一章	總論	三七

第二章	第一期	三九
第三章	第二期	五三
第四章	第三期	六五
第五章	第四期	七二

地質學淺說

第一編 地質現象

第一章 地球之起源與構造

第一節 星雲說

在敘述地球上一切地質學現象及其經過之先，不能不略述及地球之起源，與其在宇宙中之地位。此等問題，既非用純粹之地質學方法與材料所能解釋，勢必借助於其他科學，其中如天文學、物理學、化學，乃其尤要者也。宇宙爲有限抑或爲無限，在今日科學領域上，亦只有純粹之假設與可能之推算，而不能謂已得確證之解答。然地球之在宇宙中所占之確實地位，亦只是人類智力所及之範圍內一種相對的觀念。至於地球原始之假設，更只是由間接推理而來。此間接推論中之爲一

般學者所公認者，厥惟星雲說。此說創自天文學家拉普拉斯 (Laplace) 氏。其說之全部，本在解釋宇宙之狀況，以爲太陽系之最初或係爲一種密度相等之氣體，與現時宇宙中尙存在之星雲相同。此氣體因轉動之速度增加，乃漸密集而冷却。至某時期，此凝縮之氣體之中心，即後來之太陽，在其赤道部位，棄射其一部分之氣體，遂爲後來之一行星。照此相同之方式，太陽漸冷漸縮而陸續棄射其一部分，遂成現時之諸行星。如行星以此同樣之方法，產生其衛星，如地球之於月球。此說最初只係憑一種觀察（即天文學上現象之比較），與推算（太陽系各行星，自水星起以至海王星，彼此間之距離，皆有一嚴正之幾何級數，其項爲三，其比爲二）。但近來理化學上各種事實發現以後，皆與此說可相印證，故對於地球之起源，此說至少得其輪廓。

第二節 地球上原質之排列

在此地球因溫度之低減，由氣體進爲液體與固體中，有一可注意之現象，即物質原質之排列是也。地質學者勞內 (Lammy) 氏立一定律曰：『當地球在白熱時代未冷却時，所有之化學原質，因原子量不同之故，漸與核心相遠，而各得在萬有引力（依牛頓所用之名詞，即現時之磁電力）

與向心力（與地球自轉相同）影響之下成一種排列。」此律係根據鑛物之研究之結果，其意即謂化學原質之分配，視其原子量之輕重爲斷：愈重者距運動核心愈近，而愈輕者愈遠。愈近心則其原子所負荷之負電子愈多；反是，最輕者則其原子只有一氫質之正電核。例如自氫起，氫之原子量爲一，碳爲十二，氫十四，氮十六等等，以至最重之銦爲二百二十五，鈾爲二百二十九，其較輕者最易見，因在表面故，其最重者最罕見，則以其愈近地心也。此說之正確，在地質學上，礦物學上，隨處可以證明。試以地球物質之大略分布言之，其大氣層之最上最在表面者，爲氫與氦，其下即可謂爲碳氣層，其中碳氣與其他之氫、氦、氮三原質相配合，遂爲地球之有機物質層。其下達到地殼，則以矽、尤以矽鋁之化合物，及鈉、鎂，爲最普遍。稍下又爲氫與硫之在鑛脈結晶物中之最普遍者，過此以往，則多遇金屬矣。此等金屬物之本源之解釋，雖尚未確定，但就其化學上特質，與鑛物學地質學上之特質，合而觀之，固與此說若合符節也。更就化學上之『原子進化說』與物理學上之『物質一致說』參證之，知化學上各原質之構成，決非偶然而彼此間有相當之關係，此關係如放射化學之所詔示：某種重原質如銦，所放射之三種光線中， α 光線之質量，與氦之原子量相同，而恰當氫之原子量之

四倍，且銑之可以產生氮，已由實驗證明。況除放射以外，尚有其他原因（如強烈之衝突），可以使一重原質解脫而變出輕原質。此尤可以證明在地球原始之初，化學原質排列之關係。其中儲蓄之力最多而強者，其發見乃至不易，其本身亦至不固定，而最易於變質。

第三節 地球冷却之原因

變質作用之結果，即放逐電子而減少原子之羣體。此種化學現象，由表面漸向內侵，遂使地心之熱與力之總量，隨時分散。於是距地心愈遠者，溫度亦愈低，此即冷却之開始是也。以地球表面之自然現象證之，此種變質作用，並不常單獨發生，而其間常與兩種方式有關：即周遭之條件，與其本身之反動。故地球之冷却，乃一種理化學上相續之必然之事實。

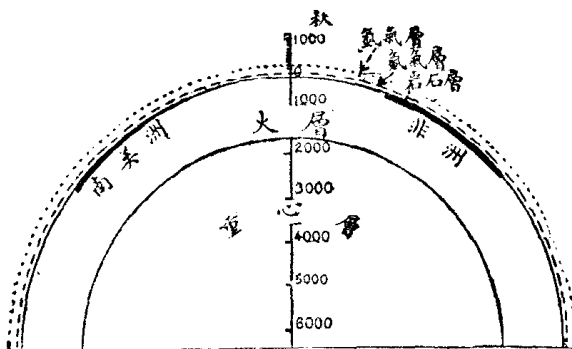
第四節 地球硬化之經過

此種冷却之結果，遂使地球表面之物質成為流體，而原子量相近之原質，如矽（二十八）、鋁（二十七），在此周遭條件之下，遂與其隣近之上層原質，如鎂（二十四）、鈉（二十三）、氯（十六）等相配合，在攝氏一千二百度至一千五百度之溫度之下，保持其濃乳狀之情態。如果溫度再行減

低而又加以大氣層之壓力，則結晶之現象，乃於其中逐漸發生。此即硬化之由來。但須知，此最初硬化之地層，依種種理由，並非即地質學上之原始地層之片麻岩層（自來之地質學者，多將其混爲一譚）且在岩石學上，亦未將此硬化物算入，蓋最初之硬化物，曾因再溶化，而歸於消滅也。

第五節 地球表面之化學配合物

在此等硬化層達到某種厚度時，地面與地心之隔離愈遠，溫度亦愈低。在此等環境之下，其在最表面者，即係較輕之化學原質之集合，如氫氣及碳氫氫氮氣層等，此等原質因隣接而發生互相配合，於是產生碳酸水化物、藏化物、碳酸氣等等，而尤以水爲最多。另一方面，在當時高溫度下之水蒸氣中之各種物質，以氫比較的易於成沈澱，故先構成水蒸氣之最下層。後因水之積布愈廣，則此等沈積之氫，即完



第一圖 地球之剖面（依瓦格涅氏）

全溶化於其中，此即海中鹹分之一重大來原也。

第六節 地球之各層

自此時以後，地球在地質學上，已可以分爲可區別之各層（第一圖）

（一）大氣層 大氣層（atmosphere）爲地球之最外層，密度最稀，厚度甚大，約平均有十萬呎左右，其中十分之六，係氫氣層。

（二）水層 水層（hydrosphere）乃由上述之地球表面化學配合物中之水所厚積而成。以現在地球上水量計之，平均有二千五百呎水，而岩石中所含水分約五百呎至一千呎，故總計地球表面之水，至少有三千呎。此層雖遠不及大氣層之厚，但對於地質現象之關係却極大。陸地山彼規範而成，其化學之力量與物理學之力量，常爲地球表面多種現象之破壞者與創造者。

在此層之中，有一部分地質學者更區分一生物層。生物於地質現象，雖亦爲可注意之原動力之一，但大多數情形，皆藉水以完成之，故可將生物算入此層內。

（三）岩石層 承受水層者爲岩石層（lithosphere），即大地之本身也。其厚度如何，計算比較

的困難。各學者所依據之方法不同，其結果亦異，相差竟有十紮至一百五十紮之巨。然近來依地質變形現象 (méamorphisme) 之研究，知岩石層之厚度，不致如以前學者所想之大。依中生岩石及後生岩石之變化成結晶之石英岩言之，其直接受上層之水、溫度，及綜合之壓力、之流體岩漿，距地面必不甚遠。另一方面，就地心之熱度言之，雖各地情形不能一致，但平均以地之深度與地心熱之增高之平均增度比較計算，則知十紮之說，或較近真實。

(四) 地內層 地內層 (endosphère)，即指岩石層以下直至地心者而言。或又有將此層分為兩層，即火層 (pyrosphère) 與重心層 (barysphère) 是也。構成此層者，當係在高熱度之下未曾結晶之流體岩漿。至其厚度之測定，更只有依據假設，而無確切之數目可言。

第七節 地心與地心熱

因火山溫泉及地下溫度迭增等現象，使吾人相信地心為高熱狀態。然吾人得藉以推想地心之究竟者，尤賴地心熱之測驗。依通常事實，每陷深入地下三十一呎，可得加高一度（攝氏）溫度。然最深之鑽，有達到二千呎之深度，而工人仍能生活於其中者，此又何故歟？依羅萊氏之說，地下

熱度之增加，應視地之本質爲斷：凡硬化較早而爲古代之褶皺者，其地熱增加較高；反之，較新之地層則較弱。然據普通之推算，吾人可想像在十杆之地層深度以外，一切鑽石皆將不能保存其結晶狀態。約略推算，凡到六十杆之處，其溫度應達到攝氏二千度；由此往更深推求，則地心當不能超過五千度，蓋地球之半徑，只有六千四百杆也。石英岩之結晶度爲一千二百度，在此溫度以上，則將成爲流體。另一方面，試以岩石層至低之厚度十杆計算，其壓力之大與在其下之地心之溫度之高，當使地球內心之包含物成爲可搖動者。此可搖動體之分子密度之高，爲地面所有之任何化學原質所不及。惟自此以往，爲吾人所不知者，即地心之熱究係普通相同，抑係部分各異；而此熱之本性，究係長存不變之高白熱火，抑係原子力所存儲之熱之密集。因此地心之狀態，吾人只可斷其爲一種可搖性之綜合物，而難於斷言其究爲真正之流體或氣體也。且以地球兩極低陷之橢圓形證之，亦恰是一可搖性物自轉所成之形態。而此後將另述及之兩極之變位現象，除其他地球表面原因以外，尤可以爲地心狀態之一證。

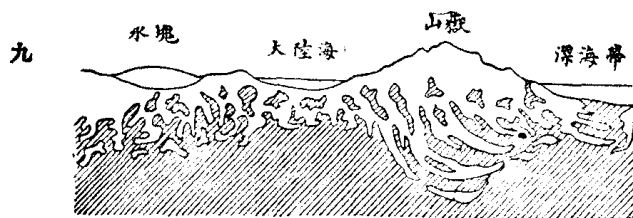
但地球究係由熱而冷乎？抑係由冷而熱乎？依現代銑等放射原質之發現與研究，可以證明前

一說未必即近真象。雖地球可謂爲熱力方盛之太陽與熱力已盡之月球中間之一過渡現象，及星球間之空間之爲高寒度，而地球表面溫度之易於耗散，不可謂非冷卻說之一種解釋。然依最近地球物理學及放射學上之發現，此說固已有從他方面被否認之勢也。

第八節 地殼之浮動性

依上述地心之研究及山嶽成形現象所示之地層褶捲情形，可以證明地殼有可搖動之性質，因上層之重量及密度既皆較下層爲輕，於是地殼卽宛如浮於下層之上。此浮於上之地殼，遂有可移動之性。依普刺特（Pratt）氏及最近瓦格涅（Wegener）氏之說，地殼最初本係厚度一致者，後因移動捲曲之故，乃致厚薄不同（第二圖）。山嶽地方爲曲捲地層及皺褶之處，其厚度甚高；而海洋之底，其殼甚薄。此皆因所受壓力不同之故，遂使厚處愈厚，薄處愈薄也。

自來學者研究地殼皺褶原因，立說頗多，而爲常採用者，爲冷縮



第二圖

地殼厚度之不等狀態（依瓦格涅氏）

說，以爲地殼因冷而生皺。但此種皺褶，何以常爲局部的，而程度又各處不同乎？解答此種問題者，又有補償說：以爲地殼之物質各處在原則上雖相同，但因一處皺褶之故，所佔用之物質較多，而在海洋之下，則被壓而遂薄。但自普利特氏及赫爾麥特（Helmet）氏等以後，直至最近瓦格涅氏，乃完成此地殼浮移說。然惟此說最後出，而最能與許多相聯貫之事實，如山嶽成形、大陸移轉諸說，相應證。

第九節 兩極之變動

自來均相信地球係一定之中軸自轉，然依宇宙力學（*la mécanique céleste*），則地球之自轉係依一惰性之中心點。另一方面，依天文學上地球與星之距離之變動，與氣象學上氣候變遷之測量，加以上所述地球本身之相對的柔軟性，皆可助地質學上之兩極變動說張目。在地質時代中，尤以第二期，有一可注意之氣候變遷之事實，此事實既由古生物學上無數之事實所證明，然其變遷之解釋，久未圓滿。自來暫定之說，皆根據冷縮說，以爲地球當係由熱而冷，兩極氣候漸向赤道中移。然此既僅係根據北半球之事實而言，且對於第一期、第四期等等大冰期現象，苦於衝突。但如以

兩極變動說，及與之相聯之山嶽成形新說，以作解釋，則有迎刃而解，難易迥殊之感。故此說不但可聯貫天文、氣象、地球、物理諸學之新見解，且爲說明地史中許多重要現象之關鍵也。（參看第二編第五章。）

第十節 地球之年代

地球至今究已經過若干年代乎？此一問題，至今無最確切之答案。自來求解答此問題者，所遵循有兩途：或從物理天文學方面，或從地質學方面。但卽在地質學上，雖各依據一種事實，惟終係間接推算，其結果彼此所得之數目，常可以有數百萬年之差異。然地質時期若亦以吾人之年歲紀年，是猶以寸量山，殊不適用，故其計算上之差異，在吾人視之雖甚大，但在地質史上，則甚暫耳。然在太古期以前之地，皆係火成結晶岩，當時地球表面活動所留之陳跡，皆已燬滅，證據不存，推算無方，故可以計算者，皆在水成岩成形以後，其愈晚近者，其計算亦較易。地質學者所曾用之方法，則不外兩種：

（一）純粹地質學之方法 此法係以水成岩爲資料，以其沈澱速率、積成厚度，及沖蝕速率等，

爲標準。亦有專用冰期積成所自然表露之斷面標準者。在成層作用中，通常因時季關係，巨塊與細泥，亦常有比較規則之交互間積；有時根據此種材料，如果其交互間積之現象甚完整，更可得較精確之數目。

(二)化學之方法 自來認海洋中之鹽，係由大陸上洗溶而來，如此則以陸地所含有之平均鹽分，及由陸地流入海中之水所含有之鹽分，與海水中已知之現在之鹽量比較計算，即可得地球所經過之年代約一萬萬年。此外在化學上鈾原質之解分現象 (desintegration)，與一礦石之年代之間之關係，亦可以成一種計算。即如銑在礦中所含重量之確數，以及其所發生之解分作用之量，均可依之而得一精確之數目。司塔特 (Sturt) 氏曾依據此，而建立其『氦計算法』。

依此等不同之方法之結果，折中而算之，可得地質各期之約略年代如下：第一期當經過五萬萬年；第二期五千萬年；第三期二千五百萬年；第四期二十萬至五十萬年。但此尙只可謂之爲地質時代之經過，至於自地球構成至今之年齡，則難以數目表示矣。

第二章 沖蝕與積成

地質學上所見之現象之變化，來源分爲兩種：一係突然變化，一係日常變化。突然變化，如火山，如地震，所生之結果，雖至顯而易見，然其在地質變化之成績上，乃遠不如後者。以人事比之，海陸山川似終古不生變化，然而高岸爲谷，深谷爲陵；山川亦有壯老，海陸常會易位；其與人事之無常，亦五十步與百步之比耳。然此種現象，究由何因而致？是乎總括言之，其日常之原動力有二，卽『破壞』與『建設』是；由已成之一種現象，晝夜不舍，逐漸消蝕；而此消蝕之渣滓，又逐漸積累，以成另一新之現象是也。在地質學上，前者名曰沖蝕（erosion），後者名曰積成（sediment）。先有沖蝕，後方有所積成。茲先言沖蝕。

第一節 沖蝕

試以一河流言，方其爲在山之泉，其底恆爲巨石，稍出而流於山麓，其底之石既一律較小，且其石之形態，亦大致相同，卽均爲圓、橢圓、扁圓等形。如再流經原野，距源愈遠，其底石亦愈小，後且爲沙