

新 中 學 文 學 庫
地 質 學 淺 說

周 太 玄 著



商 務 印 書 館 發 行

舊

書叢小科百

地質學淺說

周太玄著

王雲五編

商務印書館發行

序

本書以狹小之篇幅，自不能將地質學全部，加以說明。故除地層學以外，只於第一篇略述地質現象中之與地層學緊相關聯而通常未成單科之各部。如化石與岩石之成因，及其種類，雖亦為地層學骨幹之一部分，但亦常分為古生物學與岩石學之單科；而火山地震等重要現象，亦已在本叢書中，為翁文灝章鴻釗兩先生著有專書論之，故本書均從略。第二編之本論，亦因限於篇幅，於各期之中，至多只能分紀而述，或就本期特別重要之問題，提出概括分述。而另於第二編之首，附一詳表，以補其疎漏。

著者久在海外，既於吾國地層，未為具體之研究；而國內學者之一切研究報告，亦未能遍讀，故本書中關於吾國此類事例，竟不能多所徵引。又因手邊所有之國文及日文書籍非常貧乏之故，於譯名方面，亦多以意暫譯。此皆著者非常抱歉之處。

十五年八月一日周太玄識於蒙北里野

國家圖書館



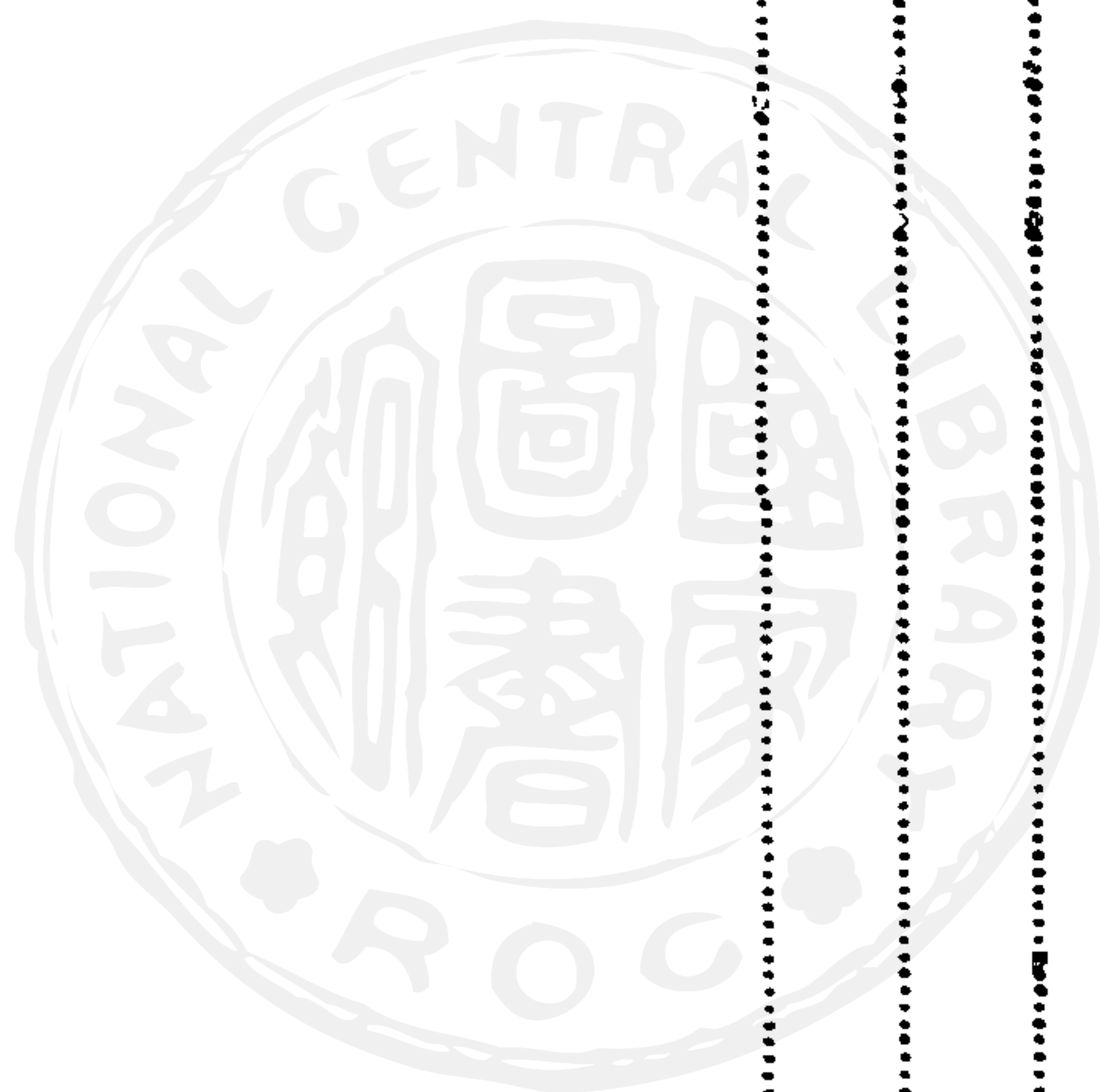
001707687

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。宇宙為有限抑或為無限，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。此間接推論中之為一

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，乃漸密集而冷卻。至某時期，此凝縮之氣體之中心，卽後來之太陽，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（卽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，卽物質原質之排列是也。地質學者勞內 (Lamney) 氏立一定律曰：『當地球在白熱時代未冷卻時，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，卽現時之磁電力）

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，氧十四，氮十六等等，以至最重之銑爲二百二十五，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，雖尙未確定，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：某種重原質如銑，所放射之三種光線中， α 光線之質量，與氫之原子量相同，而恰當氫之原子量之

四倍，且銑之可以產生氦，已由實驗證明。況除放射以外，尙有其他原因（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。

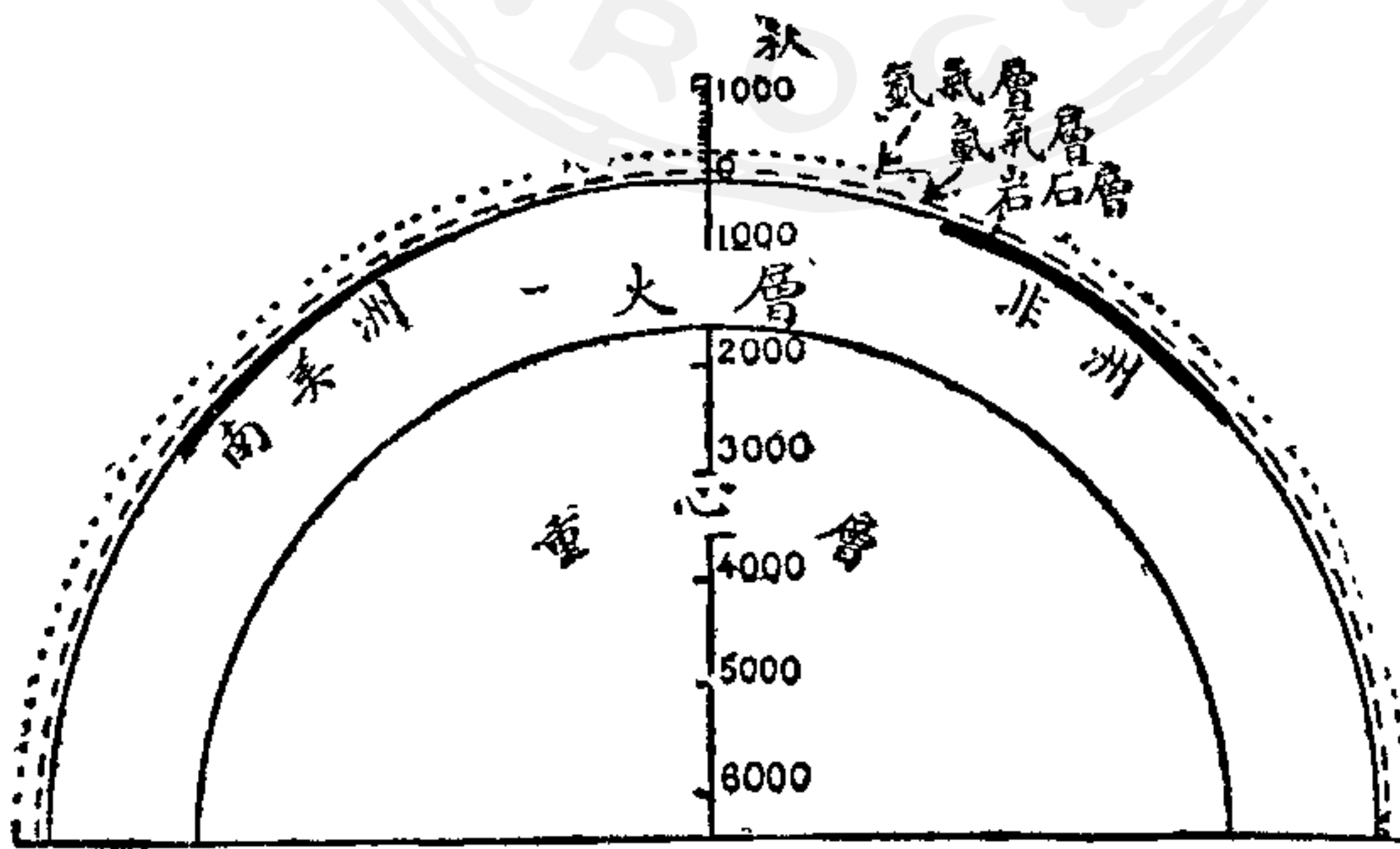
第四節 地球硬化之經過

此種冷却之結果，遂使地球表面之物質成爲流體，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）、氦（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，多將其混為一譚）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，如氫氣及碳氫氫氣層等，此等原質因隣接而發生互相配合，於是產生碳水化物、藏化物、碳酸氣等等，而尤以水為最多。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。陸地由彼規範而成，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，相差竟有十紆至一百五十紆之巨。然近來依地質變形現象 (metamorphisme) 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，則知十紆之說，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。或又有將此層分爲兩層，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等現象，使吾人相信地心爲高熱狀態。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。然最深之鑛，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，尤可以爲地心情態之一證。

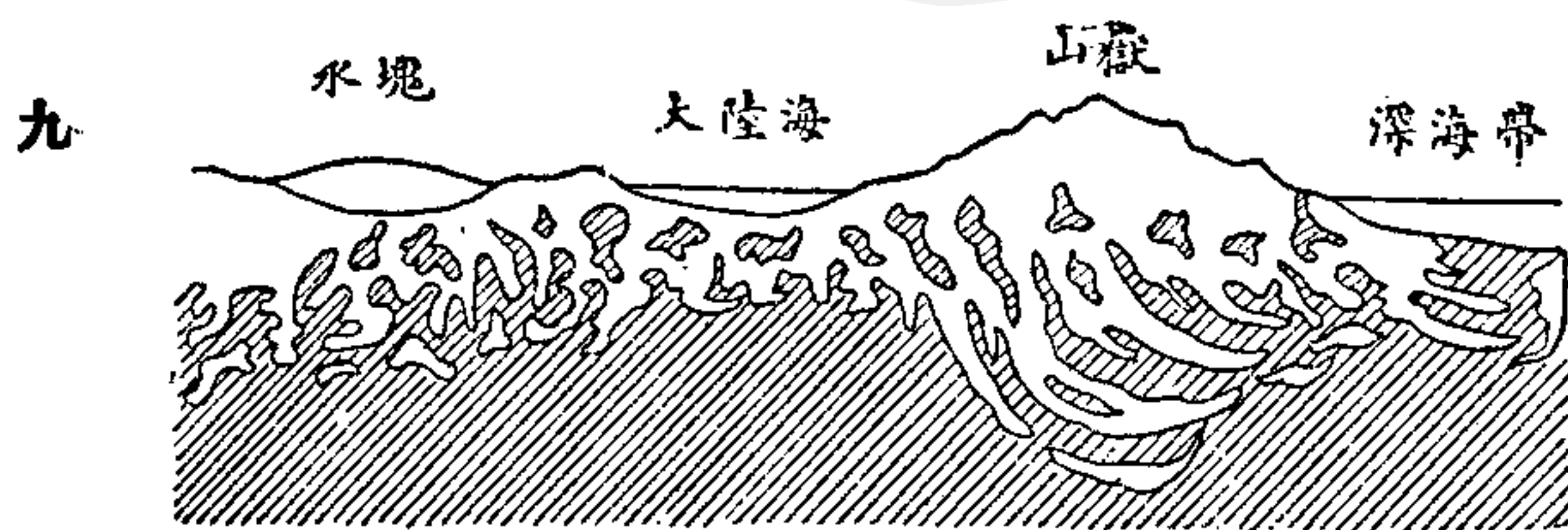
但地球究係由熱而冷乎？抑係由冷而熱乎？依現代銑等放射原質之發現與研究，可以證明前

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，於是地殼即宛如浮於下層之上。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 (Helmer) 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。但即在地質學上，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 (disintegration) 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 (Sturtevant) 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

爲泥（此泥之來源係河床經過所沖蝕之石灰土等所成）。此皆水之工作之成績，使岩石因其沖刷激磨之力，而由大而小而終成細沙也。試遊海邊，常見有斷岸壁立，其下內陷，此由於浪頭擊打之力也。灘瀕堆屹立江心，其下乃較上爲細，且玲瓏剔透，此急流之沖削力也。水對於原野之改形，山陵之壽夭，更可以分別言之：

（一）水之物理學的力量 依地質學者精確之計算，阿爾卑斯山中一小河，名坎得（La Kain-der）者，自一七一二年以來，流出之水之總量爲一千萬立方糎左右，在兩世紀以來，遂使其河床深陷四十五糎。法國經過里昂之龍（Le Rhône）河，每年流入地中海二千萬立方糎之濁水，其每年挾帶入海之固體物，約當四立方糎。故以世界河流總量約略計之，其每年流入海洋之水有二萬八千立方糎，而挾帶入海之固體物有十立方糎。此外尙應計算其五立方糎之溶解物，與其附屬所生之效果。美國有名之耐亞嘎拉（Niagara）大瀑布，每二十五年，其瀑布之坎底平均退縮一糎半，依此計算，若在三千年以後，此瀑布即歸於消滅，所有之水皆將南流入墨西哥海灣。此皆因水之流動激刺或拍擊而生之效果，僅藉其力之作用，以摧磨岩石者也。

(二)水之化學之力量 水之分子，在地質形象中，主持一種非常重要之化學作用。無論清純之水，含有酸根或鹽基根之水，結晶水，或含有雙料分解力之電解原動力之水等，其分解力量之強，直使在自然界中，幾乎無一絕對不受其影響之岩石。其重要之影響，略分之有下之數種：

(甲)純淨之水 純淨之水對於石灰岩與矽酸化岩，分解力殊弱。然對於鹼質等則甚強。

(乙)含有氣體之水 水中如溶有大氣中之氣體在內，對於岩石，可生兩種影響：(一)使被流過之岩石之表面變質；(二)使此種岩石分解。

(丙)岩石之水化作用 因清水之浸漬，岩石能自發生水化現象，如赤鐵礦 (hematite)

褐鐵礦 (limonite) 之成形等，皆是其例。無水石膏 (anhydrite) 或無水硫化鈣 (CaSO_4) 等，與滲透之水相接觸後，則變為石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。

(丁)岩石之變性 有許多混合之岩石，被水分解，其中之一部分，遂成岩石之變性 (alteration)。例如白雲石之石灰石，如遇含有碳酸氣 (CO_2) 之雨水，及其他之水等，即將其表面之鈣碳酸鹽溶去，而使此岩石之組織完全改易。

(戊)水與有機物之合作 上皆係水之本身或與無機物之合作。水與有機物合作之重要之結果，即係發生氫質之綜合物，乃藉生物與水之化學交換現象而成。又細菌地衣等之生長於岩石表面者，常使水之碳酸含量增加；另一方面，又使氯化現象易於實現。含有碳酸之水，對於岩石之改變現象中，有一成磁土現象 (kaolinisation)。此為水之部分分解火成岩之結果，使石英岩中之正長石 (feld spath) 化為碳酸鹽，為單獨之矽石，及水化鋁矽酸鹽，此即磁土 (kaolin) 是也。至於碳酸第一鐵之變性而成為褐鐵礦，碳酸錳之變為二氯化錳等，皆有相同之性質；而在地質學上，有相當之價值。

(己)地下水與岩石之溶解 上所述之水，皆在地上。至於地下水，則其功能，亦頗堪注意，且尤特別在其對於岩石溶解之效力上，常在地質學上盡重大之職責。據刺喜耳 (E. Rahtis) 氏及居菲野夫二氏之計算，比利時之勒斯 (Lesse) 河，穿過罕洞 (La Grotte de Han) 每日約溶解五千尅之固體物，一年則有一百九十萬尅之譜。但地下水能力之強，因其含有碳酸之故，結果仍視環境之溫度與岩石之性質為斷。凡含有碳酸鹽之岩石，皆將被其溶解，例如石灰岩在純淨之

水中攝氏溫度十度之下，其每呎只能溶去〇·一克，但在有碳酸之水中，即在零度下，亦可以達到一·五克上下。在此種情形之下，實非係石灰石被溶化，而係在二碳酸鹽〔Ca(HCO₃)₂〕之形式之下而溶化。此鹽最易於恢復其所配合之二氯化碳；此種反應作用，如下列方程式所示，實最易於還原：



若在沸騰點下，繼續至二十分鐘之久，則石灰石完全溶解於水矣。

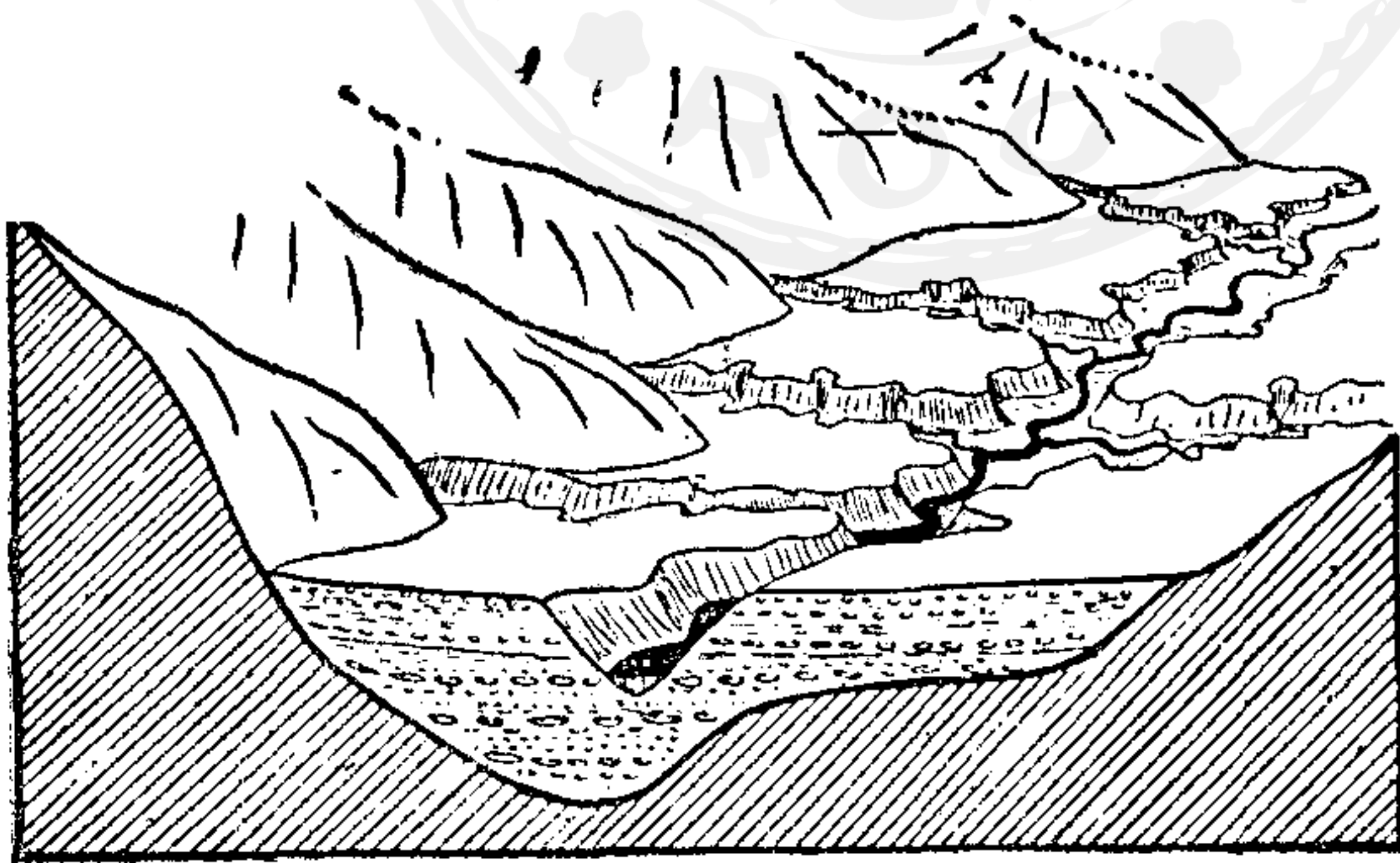
此種水在地下侵漬愈久，每使岩石成洞窟；如遇不滲透之岩層，則每激而改道，或再出地面而為湧泉。

總之，水在沖蝕作用，實占最重要之地位；其可驚之工作之結果，常使吾人得因而窺見其發現之較深較古之岩層。除水之外，空氣在荒熱地方，其中之氯氣與岩石相接觸，亦得起氯化作用；惟其效力只及於最表面，而無顯著之成績。

第二節 積成

由沖蝕作用所破壞之物質，並未歸於消滅，實於另一種方式之下，又成其新之建設，此即積成作用也。河流挾沙而行，流緩則積而為洲，流急則入海而沈積於海底。例如揚子江日夜所破壞轉輸之來自川楚之物質，因下流緩靜，遂遺之於皖蘇之江底；如不以人工浚導，則若干年後，與今日排水量相同之船，將不能上駛而達武漢。其餘如淮河，如黃河，例尤顯著。等而下之，如小溪溝渠，其工作亦具體而微。故大地之上，破壞之工作，雖無時或已；然其建設工作，亦不舍晝夜。此特就陸上之情形言之，至於海洋之中，尤為建設之府：成今日之地質現象者，為往昔之海洋；而今日之海洋，則正孜孜不倦以積造他日之地質現象也。茲亦分別海陸，而析言其積成之事實。

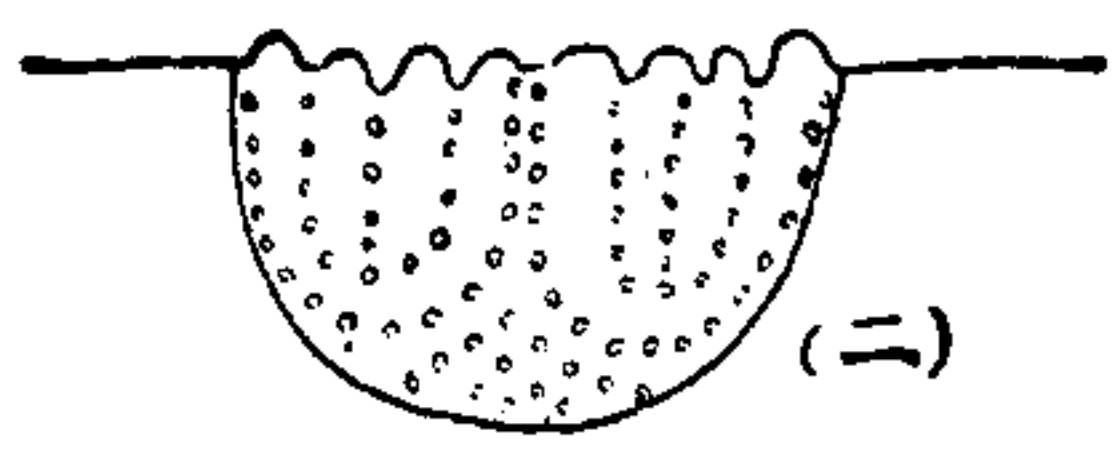
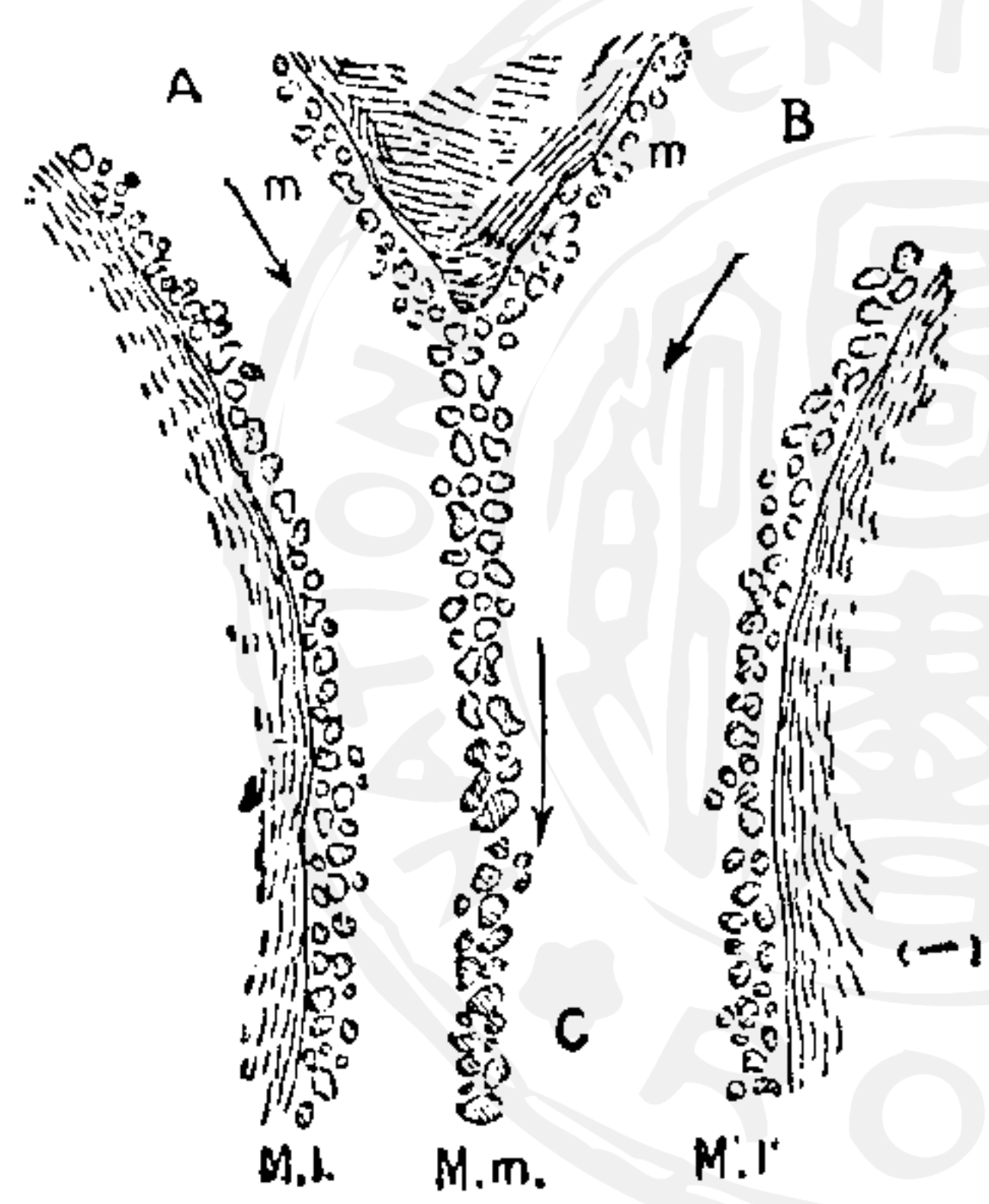
(一)大陸之積成作用 凡大陸上之流水，工作皆不出三段，即：(一)沖蝕，(二)轉輸，(三)積澱是也。然因其所轉



第三圖

河床及其積成之剖面【依馬格涅 (E. de Mastonne) 氏】

輸者之大小輕重不同，故雖時時轉輸，而亦時時積澱。水流入原野愈遠，或傾斜之度不高，則其中不可轉之石，隨時被遺棄於河床之中。此等出山之泉，每因季節而異其大小：春夏量多，其流力巨，所挾之石體積自大；秋冬則全相反。如此水入湖或海甚近，則其在湖或海底所成之洲，巨石細沙，相間而積，季節判然（第三圖）。此等細沙與小石，久之相膠附而成一種岩石，名曰凝聚岩（poudingue）。如上所述，川流原野，力不能挾泥沙以入海，則澱積於其本身之河床中。此河床過高之後，河水勢不能不改道以另開始其沖蝕之工作。此遺棄之舊河床，完全由積澱而來者，地質學上稱為沖積層。此種地質，在第四期中最占重要。至於冰川，其積成作用，與上大致相同。惟川河所成之沖積層，層次常為水平線之關係；而冰川所成者，則常為弧形而弦向上，故其所成之堆石（moraine），常可判分為側



(一) 平面圖
 (二) 剖面圖
 第四圖
 冰河中堆石之積成

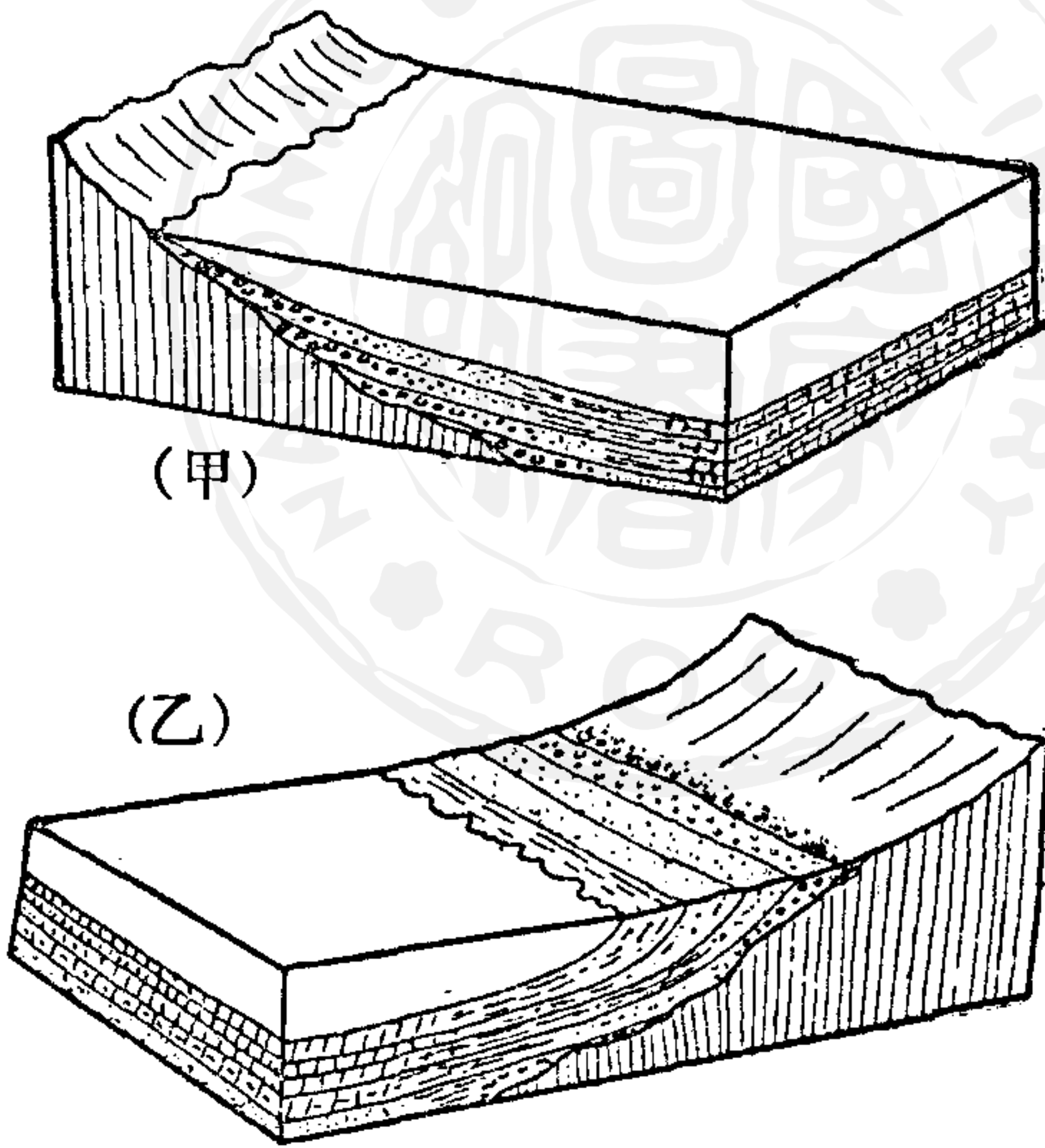
堆石、底堆石等（第四圖）

如上所述，爲流水所沖蝕而得之沙泥沈積於水底後，經過一種化學作用，膠固而成一種岩石。而地下水之此等工作，常將地殼之龜裂罅縫補合，而造成各種之水成岩：結晶者如石灰石、砂石；不結晶者，如玉髓石、卵白石等。淡水湖底之鈣碳酸鹽，在每年夏季之後，亦凝積而成爲一種重要之湖沼白堊（或稱爲碳酸鈣）。多種淡水動植物之軀體，沈陷其中者，皆最易被其保存而爲化石。在多處海灣內海，其鹽分因水不斷蒸發之故，常濃稠而下沈。在海底因季節之關係，遂成鹽與石膏之交互積成。由空氣之沖蝕作用所轉輸於另一地域之細沙土，亦常墜積而成沙墩、沙垠。此種積成作用，在荒磧或沙漠地方，常替代水之積成作用。

最後應述及者，卽吾國北部最常見之黃土積成現象。德國地質學者，名之曰羅斯（Loess）。此係一種極不堅固之積成岩，隨手可碎，易於浸水。但其中有石灰質之凝聚作用，亦常可成爲有定之形態。在歐洲萊茵河流域，美國北部，南美之阿根廷境內，以及西比利亞南部，均有之，但以在我國黃河流域者，爲最著名。其所占之地面，約達六十萬平方呎之廣，其厚積亦達數百呎。此外火山噴出之

岩漿，冷却後，亦構成一種岩石。而在火山附近區域之火山塵土之飛積，亦可積而成厚層，惟此皆在地域上最有限制耳。

(二) 海洋中之積成作用 海洋所收受之一切物質，除受理化作用之變化以外，並未將其消失。自大陸上轉輸入海之物質，盡皆儲積於其中。故海洋在積成作用上，實占一重要之地位。不但地質學上之時代之順序，由其所造成之地層，可以表明；且能保存關於古生物學上之證據，如化石之成績是也；指示海陸之關係，如海浪沖蝕大陸所成之岩，係由較巨之石塊沙礫積凝而成，此種岩名曰碎屑水成岩 (sedi-



(甲) 淹進地層

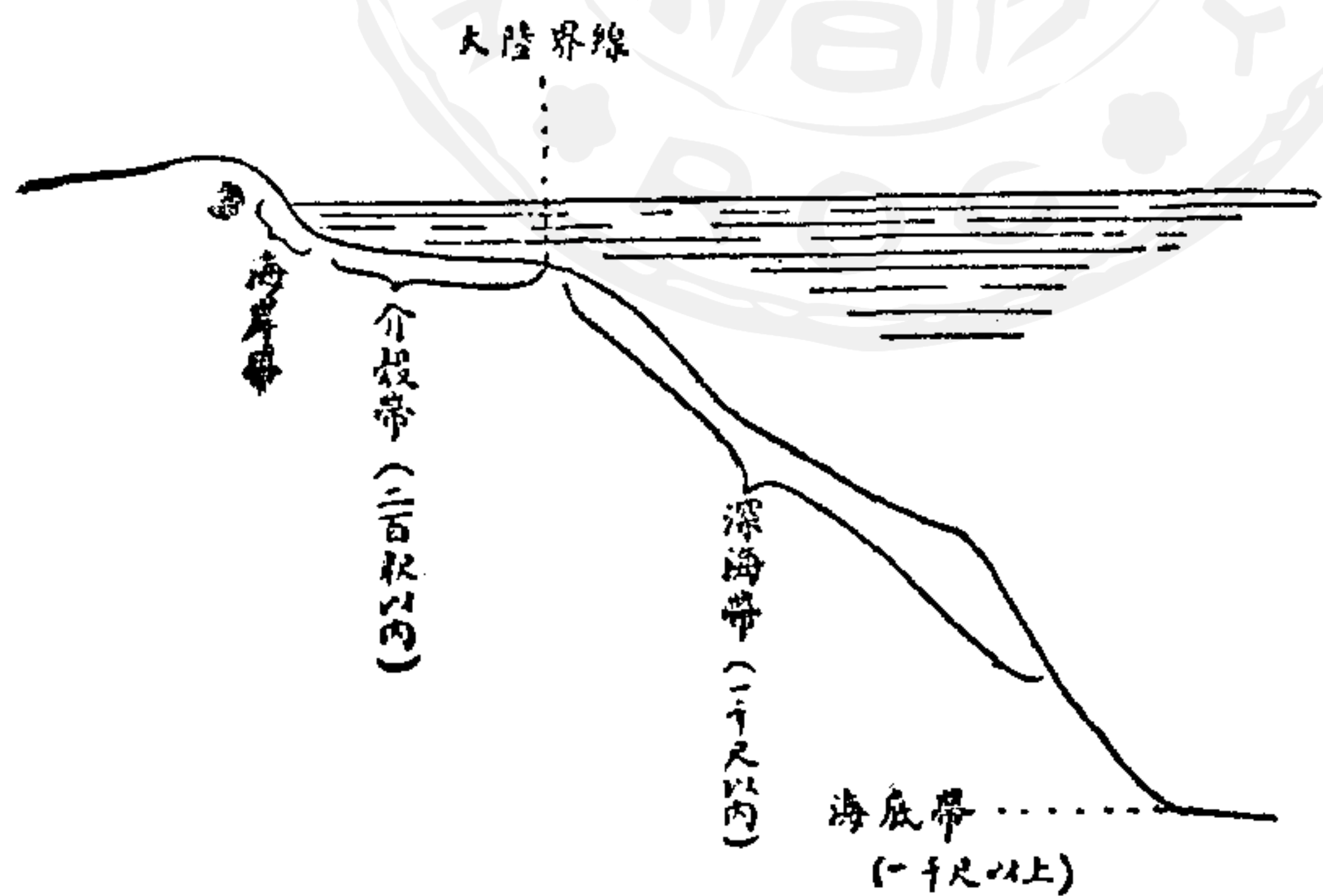
(乙) 涸退地層

第五圖

海陸進退所成之地層

ment detritique)，在地質上，即指明海陸交接之處，而因此經岩石之形式，遂可定當時之海，對於此大陸係為淹進的（第五圖甲）（其碎屑岩之傾斜在水成岩之下，）抑係涸退的（第五圖乙）（碎屑岩之傾斜在水成岩之上。）欲明瞭海中積成之情形，須將其各帶（第六圖）略為分述：

（甲）介殼帶 以今時海洋言之，介殼帶（la zone netritique）地層，即係與海邊被海水所淹沒之大陸平原相等。至深不過二百呎左右，海底為日光所照透，海中植物得以生存，而草食動物與肉食動物，亦得繁殖其間。其所成之岩石，有凝聚岩、團結岩（beche）、巨砂、小石等等。在水中漂游而生之浮游動物（pankton），雖亦常生存於介殼帶，但其屍體所積之岩層，則每每在深海底。因在距海岸一百呎以內，海底生物，皆受海



第六圖 海洋之各帶

浪之大影響，故凡能平安生活於其中者，多係有相當保護官能之動物，則介殼類尙矣。此等之海涸退後，所遺棄者，每每彌望皆介殼。此帶實可謂爲軟體動物之世界，而其遺殼與其附近之岩石，如凝聚石、團結石、砂礫等，在後卽示吾人以淺海之陳蹟。

(乙) 深海帶 深海帶 (*la zone bathyale*) 指距海面二百呎至一千呎之海底，其生物界之情形，與前帶迥異。約言其特質有三：(一) 自四百呎以下，卽爲光線所不到；(二) 除海流以外，溫度之變遷甚小；(三) 除例外之大風以外，水大都甚平靜。其所成之岩石，爲細石灰岩、泥土岩、黏土岩、泥灰岩，及由海流所輸送而來之細砂所成之細砂岩。因無植物之故，草食動物絕跡，肉食動物絕少，惟泥食動物 (*limivore*) 與浮游動物等，特別繁殖。

(丙) 海底帶 自一千呎以下，至最深之洋底，皆屬海底帶 (*la zone abyssale*)。其中既絕對無光，而其水亦絕對的靜止。溫度常在零度左右。生物多係盲目，有發光器，或有蒂植生之動物。植物絕對不存在，所有動物皆係食肉，而大多以浮游動物之屍體爲生。岩石之積成極緩，其所成者幾全爲浮游動物泥，如抱球蟲 (*globigerina*) 泥、放射蟲 (*radiolaria*) 泥，及矽藻 (*diatomé*) 泥。

等。在其中幾無脊椎動物之化石，因此等動物之屍體，在未達到海底之前，即已分解；惟牙齒（尤以鮫魚之牙）因有琺瑯質之故，間被保存。

由上之分析，知海洋中因各種原因如溫度、光線、水之動靜，與生物之環境影響等，使吾人知其積成之岩石之種類，與其區分。能確知此等區分，於是每每由相互之比較，可以供獻地質學上以當時海洋之情形。

地質學之所以能成爲有秩序之地史觀念，賴有地層學。而地層學之能成立，則全恃有海洋積成岩。故得依據之，以爲時代順序之推算。然有重要之事實，更爲根基者，即海洋積成岩之在原則上，較新之積成，必在較舊者之上，且彼此悉爲平行式之重積是也。海底自亦與陸地相同，並非一概平坦，亦有坡陁原陵；但海之積成岩，彼此之間，則不因此而異其自然之相互關係。至於在地質學上所常見之不規則之捲曲斷亂，則又別有原因，下當特述之。

第三章 成岩與變質

水成岩（如海底之積成岩）生成以後，並非一成不變；實常以多種原因，而竟全變其性質。結果不但於地層學上影響甚大，且在古生物學上及岩石學上，關係尤大。其原因之最顯著者有二，即成岩作用及變質作用是也。以下分節述之。

第一節 成岩作用

所有水成之積成岩，其物質雖相接觸，但常不吻合，須經水及他種物質之浸潤以後，方生膠凝之現象。在其中最占重要者有二物，一為矽石（ SiO_2 ），一為鈣碳酸鹽（ CaCO_3 ），可謂為聯結岩層之二主要原動力。積成層一經被其影響而硬化以後，即成爲真正之岩石。如砂則成爲砂岩（*grès*）小石則成爲凝聚岩，如包含球蟲、有孔蟲、錢幣蟲等之遺體等，則成爲白堊石灰岩（*calcaires crayeux*），如含有放射蟲，則成爲放射蟲岩。凡此等因不斷之化學反應作用，而使岩石軟化之情形，均稱爲成岩作用（*la diagenese*）。

與上述之現象相關，但完全以生物爲主而成一種岩石者，在地質學上及工業經濟上，亦占甚重要之地位；此種岩石，名曰有機物岩石。如煤、褐煤、泥煤等，其尤著者也。其成因乃在化學之反應作

用，變更動植物之遺體，依近來之研究，此等變化之中，愛氣或嫌氣之細菌之發酵作用，在其中居主要之地位，故多數學者，均承認此等岩石之成功，係由於高壓與發酵之關係。且須知此等現象，在地質各期均有，如第四期與第一期之煤與第二期之煤，成分完全相同。又如動植物遺體因化學變化而所成之非固體物，其情形又略不同，如沼氣（methane）係一種藏於地下之可燃氣體，乃由多種之碳水化合物集合而成；但其來源，亦皆係由於植物遺體沈積於湖沼中者之發酵。此種沼氣在化學上，屬於開鍊式之碳水化合物系，其公式為 C_nH_{2n+2} ，與煤油及石蠟等之親屬關係甚深。其他各煤油之來源，雖在化學上與地質學上之解釋尙未一致，但其由動物屍體所成之說，似近真實；尤以魚類之大羣，遇海流之變遷，及其他原因，同歸於盡時，其多數之屍體，即沈積而發酵。總之，此等現象，材料係動植物之遺體，作用則係化學上之發酵，而因其所處之情形不同（如有管隱花植物之遺體，在其本位上發酵與漂移在三角洲及海中發酵者，所生之碳，性質不同）則結果岩石之種類亦異。

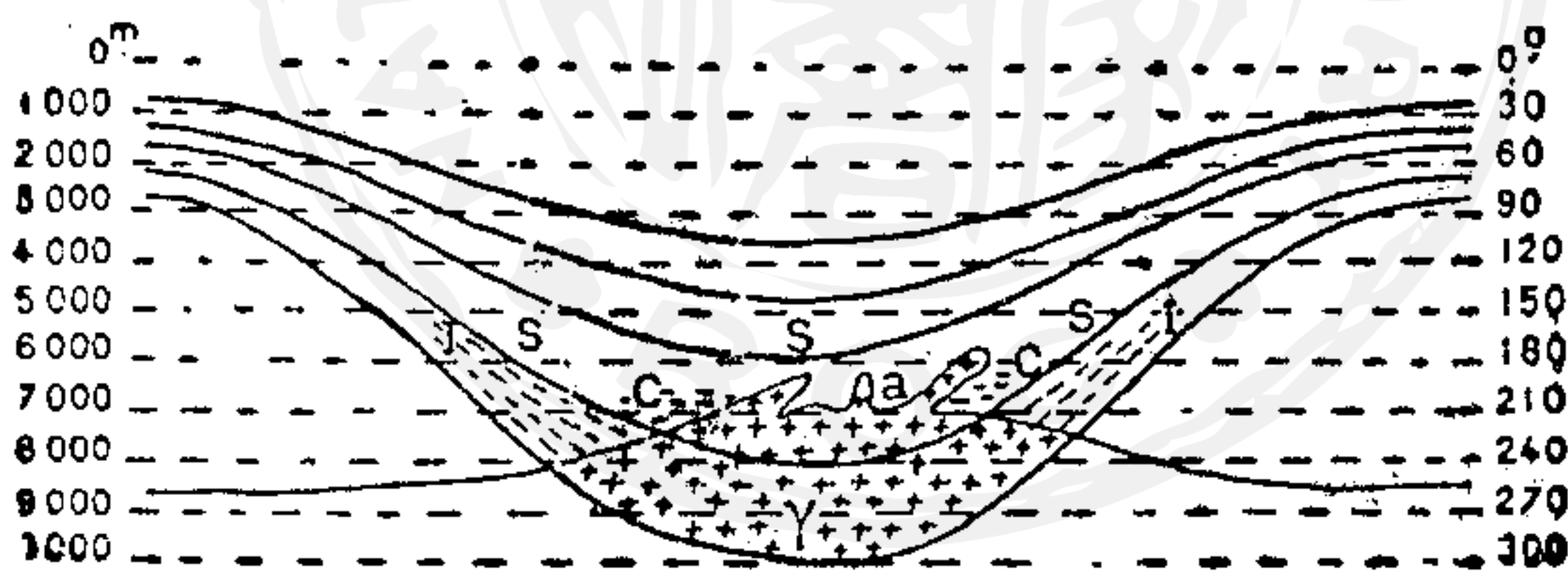
第二節 變質作用

成岩作用之結果，或者影響於岩石之厚度密度；但在其組織上，無甚深之關係。至於變質作用

(metamorphisme) 則係將一種岩石直接變為另一種岩石。此種現象又可謂為岩石之第二次結晶，由此遂將其成層作用陸續消滅。變質作用，普通分為下列兩種：

(一) 接觸變質作用 此乃由於火成岩插入水底岩中，兩者交接處之交換化學作用而成。其結果，火成岩中所含之原質羈入水成岩中，減少其矽質，而水成岩則成一『接觸暈』。

(二) 力學變質作用 此乃由因地層之移動而發生之壓力之影響於岩石之機械作用。水成岩之成為片剝岩，石英岩之成為片麻岩，均係其顯著之結果。此種變質作用，因其範圍甚廣，成績甚多，故又稱為普過變質作用。在古代海洋之底，溫度雖極低而達到零度，但在其下之岩層，一方面受壓力極



- S 片剝岩
- γ 石英岩
- I 側部浸染
- C 接觸暈
- a 突起部

第七圖

古海底之變質作用 (依豪格氏)

大（海洋之水之總量），他方面溫度又愈深愈高，與水分之浸漬作用，三種原因之合作，遂使水成岩之與石英岩相接觸者，依層次而變其性質，如直接相連之處，則變為石英片麻岩，其次為片麻岩，再其次為雲母片剝岩、角閃石岩等等（第七圖）。

總之，變質作用直接改變岩石之組織與性質，間接又與地層學及山嶽學有密切之關係。例如片麻岩為火成岩與水成岩間之一種常存之岩石，在三四十年前之地質學者，皆將其認為地球冷卻後之第一次固體岩石，蓋因其原體係屬於火成岩而組織則似水成岩故也。然依後來之研究，乃知其為變質作用之一種結果，不但第二期可以成此岩石，即第三期與其較近之時期，只須條件俱備後，亦無不可成此岩石也。

第四章 山嶽成形與海陸變遷

由上二章所述，吾人既知岩層之所以成，與其各種變化作用，於是可進而言山嶽與海陸矣。在地層學上，因岩石成層相聯之事實，而研究其自然之順序，以建設地質上之時間觀念。然水成岩雖

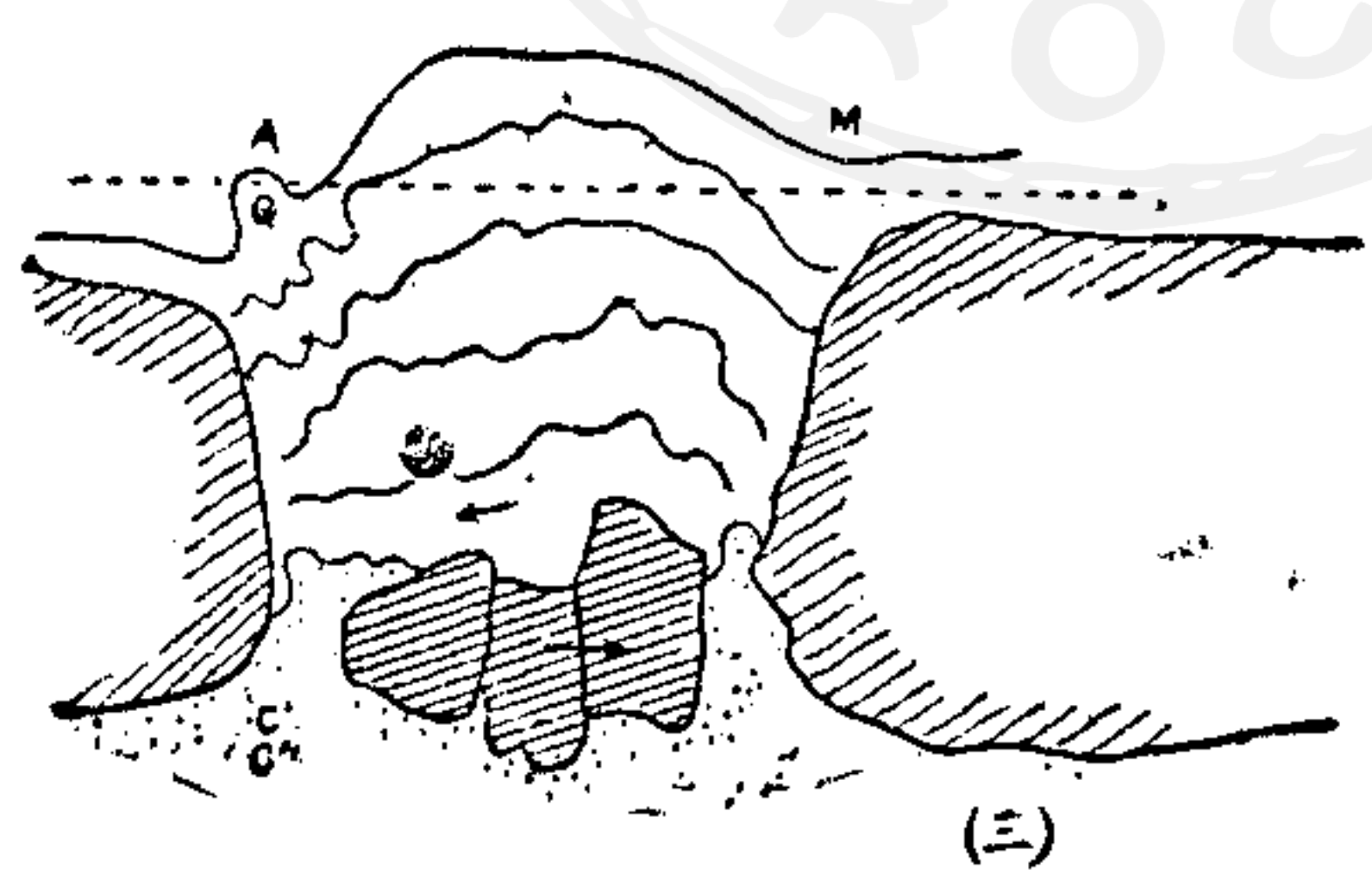
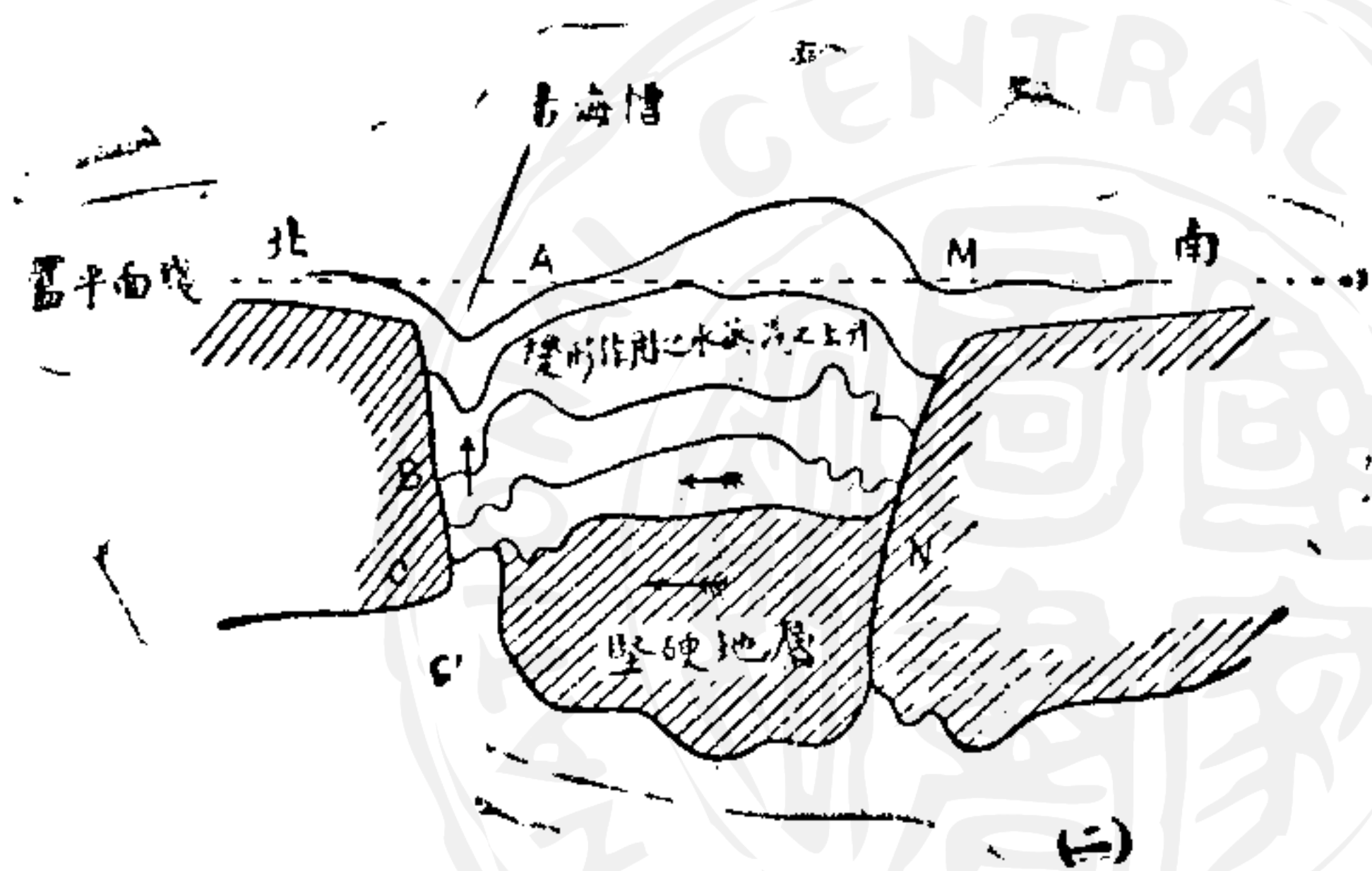
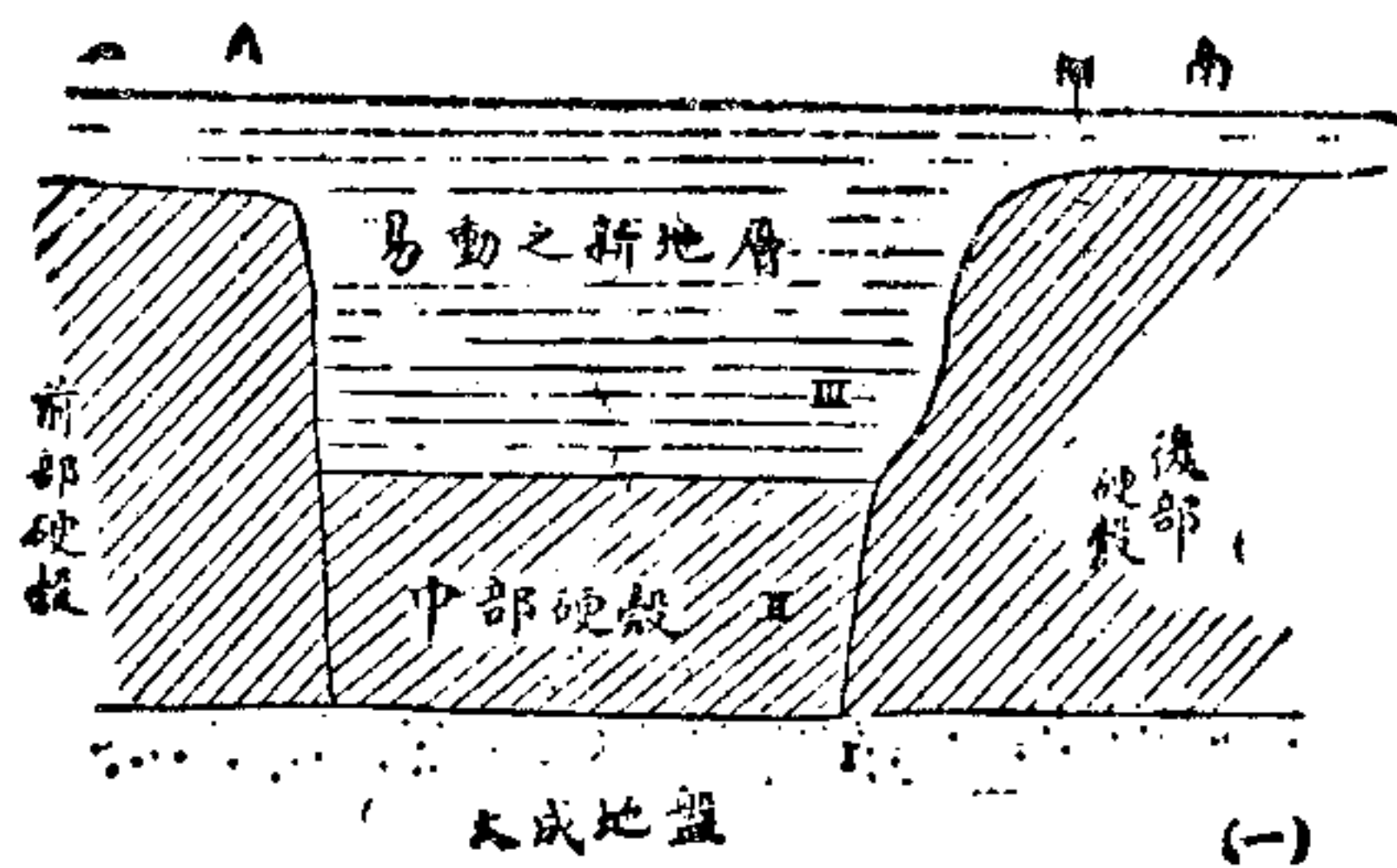
在原則上係水平線式之互相重疊，但在事實上，並非均能保持此種狀態，而多受後起之原動力之影響，以發生直立、捲曲、皺褶等等現象。吾人欲知第二編中所述之地質時期之細密劃分，何以能成立，與常見無秩序之捲曲皺褶地層，何以亦能為地層學所說明，於此不能先略述其普遍原因及其通律。

第一節 地層之皺褶

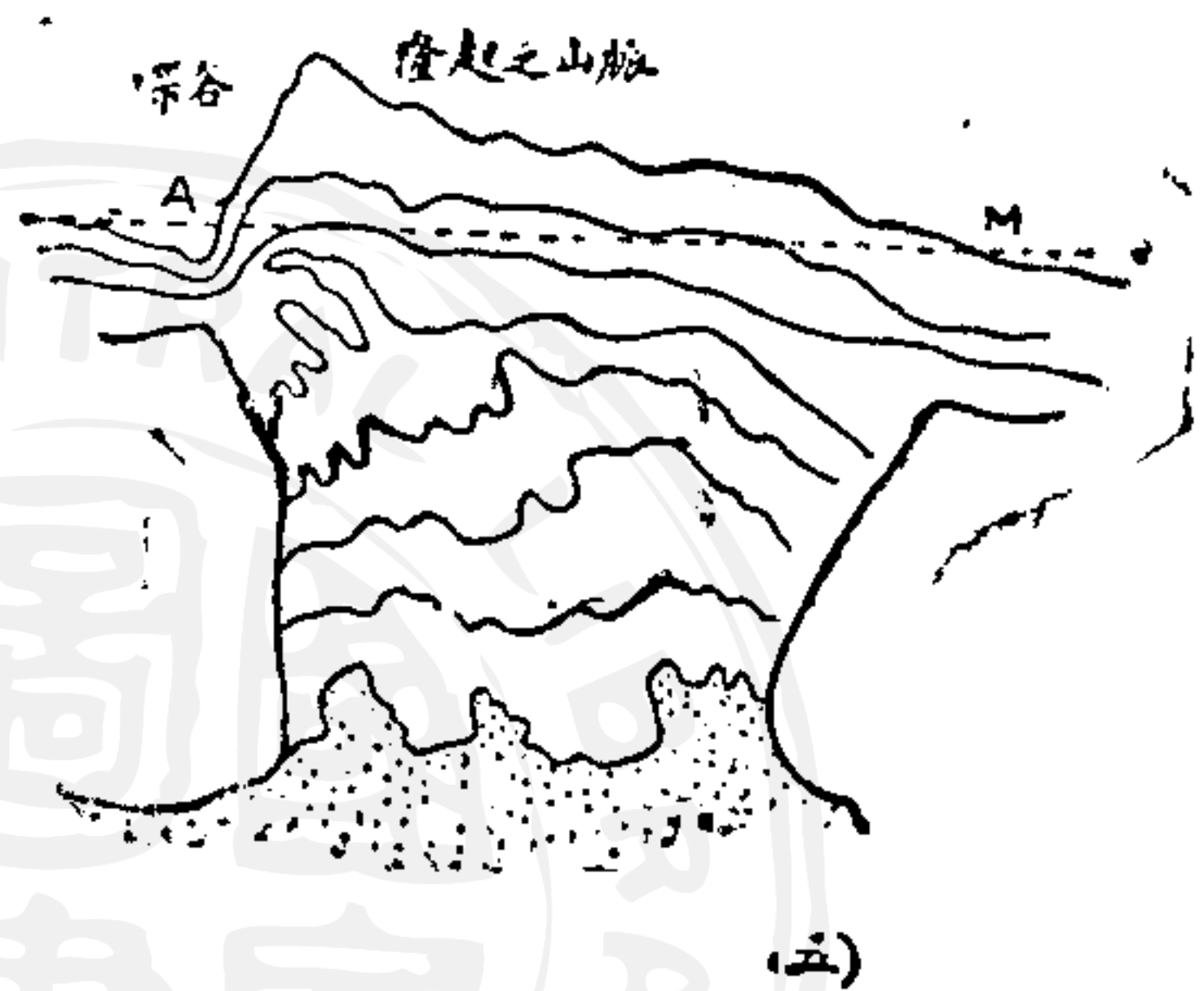
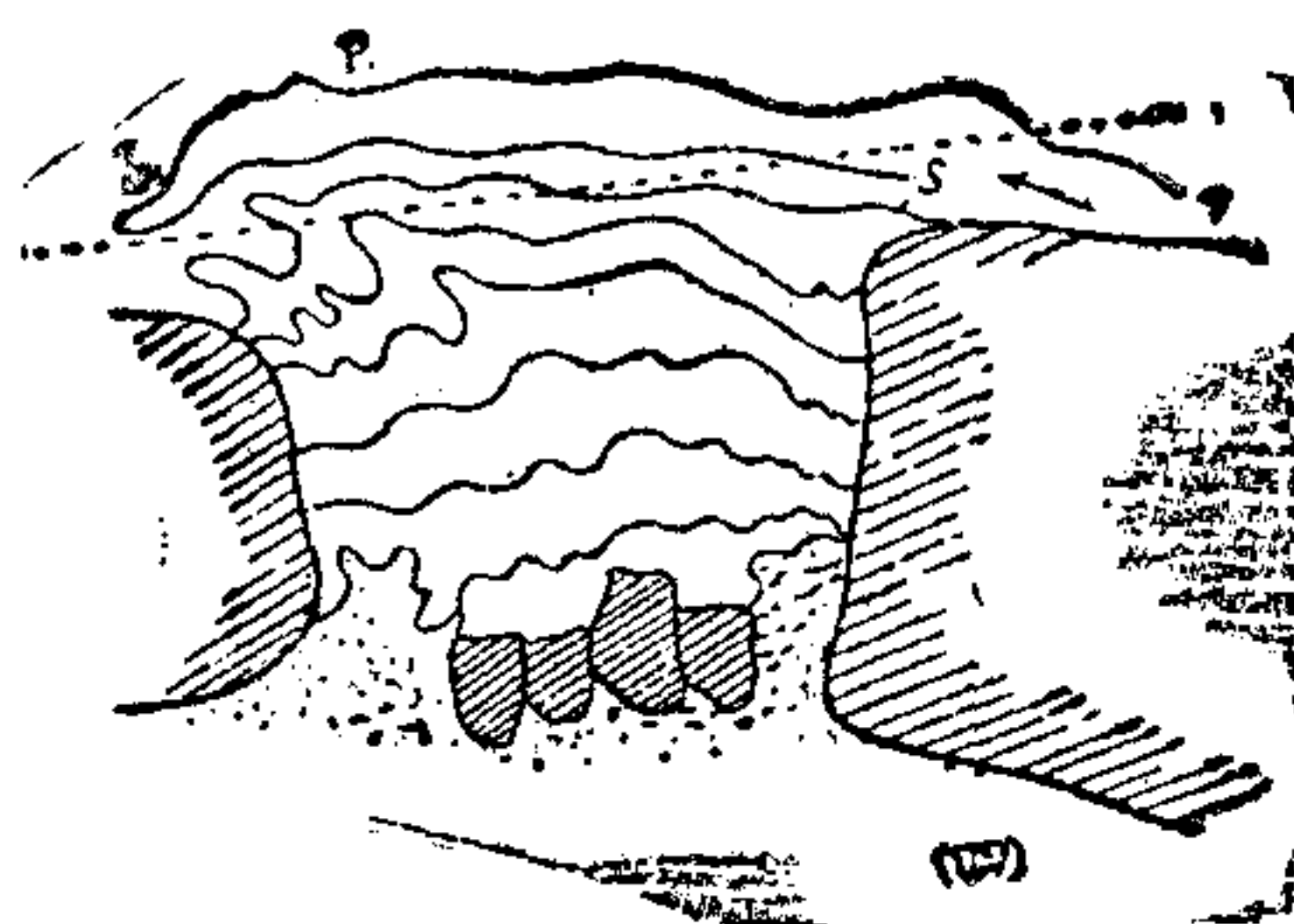
依發浮爾 (A Favre) 氏、沙耳特 (Schardt) 氏、道布勒 (Daubrée) 氏及美德諸國之地質學家之實驗，證明地層之皺褶現象，係成於地層稍深之處。地層最深之處，因高壓與高溫，僅能使岩石發生變質作用，而不能變動位置以成為皺褶。惟在表面之處，受高壓後地層可以向空間隆起，以讓其勢，故多成波狀突起之形，今試以一例說明之。

如第八圖所示，試想像有二較堅硬之地層之為第一期山嶽所成者，其間填滿以較近而略軟之地層，而其下亦為堅固之地殼所限制（圖之一）。於是假定有一由前至後之運動，其結果當 A B 之距離變而為 A N 時，此在中之較近之地層，遂受兩方面及下層之壓迫。於是中間之隆起部分

乃在運動所起之一方；其運動終結之一方，自表面觀之，則係成一谷槽，故 A C 之處每每成爲一斷層，再加以沖刷作用，此等處所頗予吾人以研究之好材料（圖之二）。再進一步，此等谷槽地方，直下之地層已經成爲上下豎立之皺褶（圖之三）。如此種運動仍繼續加進，則 S T 之處之均衡漸



第八圖 · 地層之皺褶(上)



第八圖 地層之皺褶(下)

有新舊地層之易位也。

常見之山，其形成時之運動，因多為繼續或連續數次者，故規則之波動陵谷起伏之狀不易見。依岩層依其壓縮之方面，變化亦不同。但概括言之，高陵之前多有一深谷，此谷即前所言最初之斷層及皺褶運動之終點，在地質上每為一古海之槽。但亦有此谷之形湮沒不可見者，則必係其上已有一捲皺騎蓋其上，將其組織之原來形態蔽隱不見。據山嶽剖面之實地研究，此等情形殊不難見。

失，而其上之地層則成為有力之蓋壓層（圖之四。）另一方面，彼早成為豎皺之地層，乃被壓而傾捲。此傾捲之重疊而擁擠之處，厚度增加，而其上表面地層，即隆起而成為山嶽形矣（圖之五。）於是前此本在表面之地層（即較新近者）反被皺褶捲曲於下，此即皺褶現象之何以

第二節 山嶽之成形

地層皺褶之結果，每成爲山嶽，已如上言。但其運動之原因，果何自來乎？現時地球表面，皺褶現象雖多，但非盡成有脈絡之山嶽。然則此等赫然在人耳目之大山嶽，如喜馬拉雅山、阿爾卑斯山等之成形，亦自有其獨具之原因否乎？此則非上之理論所能解答，而端賴於山嶽學上研究之說明也。

欲知山嶽之由來，須先了解其育成之經過。最初須先以古海爲起點。在此海中新地層之醞釀，無時或已，因其重量不斷之增加，地殼受其重壓，故成深槽。反之，水歸深下之處，遂致槽愈深，而其近側亦愈隆起。此隆起之部分，卽是山脈育成之初期。再以後述之地質時期中之事實證之，地球之山脈約分爲四期：(一)修羅期(Huronien) (在前寒武紀前) 山脈；(二)喀利多尼亞期(Caledonien) (在志留紀) 山脈；(三)海西期(Hercynien) (在石炭紀) 山脈；(四)喜馬拉雅阿爾卑斯期山脈，其成形在第三期之末葉。然此等山脈之地位，皆恰當其前一期之古海槽道。則在此山脈未成之前，其地層必爲其地面之最新而不甚堅固者，因海陸變遷(其理見後)以後，其表面之壓力(水)已去，而三面之壓力或反較前增加，故其成皺褶而自捲曲以成山脈，實勢所必至。而此山之所

以成脈，則以有古海之槽道也。

然說明山嶽運動之根本原因者，則有四說：

(一)地殼冷縮說 以爲地球係由熱而冷，冷而硬，硬而皺。舊日之地質學家多信之。然其說之可議處甚多，第一，地球逐漸冷卻之前提，至少非定論；第二，不能解釋山脈何以成脈，而不遍在；第三，山嶽中所捲曲之地殼約占四倍乃至八倍（如阿爾卑斯山）之廣，與冷縮情形不相似；第四，山嶽之突然成形，無溫度變遷上之證據。由此以言，則此說與地球物理學上之證據，在在衝突。

(二)地殼表面物質激溢說 此說創於瑕耳特氏，因研究阿爾卑斯山之捲曲皺褶之結果，以爲此種現象，乃地球表面物質在傾斜面上受激擠而溢出積成者。此說至多只可說明在此種條件之下之局部現象。

(三)地殼漂擠說 此說以爲如果地殼之質地所在皆相同，則地球上之變動當係遍在的。然在事實上，地層之種類至不一致，故知較硬而古之地層，壓迫其較軟者，使其隆起。隆起部分因沖蝕作用，而漸失均衡，結果爲回復其均衡之故，而海陸易位，海中地層之新而軟者，受激而成山嶽。此說

係根據許多事實而來，其近真實之成分自多。惟其對於捲曲現象中所占寬袤之地層一事，尙未能說明。

(四)移轉說 此爲後起而新穎之學說，其着眼處卽在第三說所艱於說明者。以爲若以喜馬拉雅山所捲曲之地層展開而平布之，則可以補印度洋之缺，而使非澳兩大陸相連。若以阿爾卑斯山之捲層展開，可以蓋地中海而達非洲北部。依此種計算，可知前此一切解釋，皆無能爲役。因此乃主張大陸與海底均浮於可搖動之底層之上，於是地層之皺褶，乃大陸沿邊擠縮之結果，而其高度捲曲之由來，則係由於兩大陸在古海間變動之時之破碎所致。其說亦頗與阿爾卑斯山之情形相符。

諸說中之第二第四兩說，根據僅在地質學上，而第一與第三兩說則在地球物理上。惟後起者終有青出於藍之勝，故後二說駸駸乎可以全代舊日之解釋也。

第三節 海陸之變遷

據地質學上大多數事實證之，海岸線之地位，並非一成不變，其變化有時且甚急遽。此顯然非

海岸線波動說所能說明。然其原因究何在乎？原因究在海洋本身乎？如果係海洋本身之原因，不過僅係一液體求平之作用，則潮汐現象似即可以說明之。在理論上，地球自轉速度之變更，似可以為海岸線變動之一因。即因此之故，兩極之平面增加，赤道之水自然向其處傾注。然巴黎大學教授豪格（Haug）氏曾證明：（一）海洋之浸漲現象，不僅發生於南北兩半球，而實單獨的發生於赤道左近；（二）此種現象並不依地域關係而只發生於某某地方，乃係單獨發現於兩極與赤道；（三）故知此種現象，並非普在者。其中又有為以前及其他之地質學家所不注意之此類現象，為豪格氏所說明者；如在同一之大陸，某處地層學上之空隙，常為另一處之海洋沈澱所補充，即缺於此者，存於彼是，知海洋之退於此者，進於彼，完全為一事之兩相也。因此豪格氏歸納此類事實，而建設一定律曰：『所謂由地層之性質而決定之一大陸為海水而浸淹，即不啻同時說在海洋中之水在他方面作一退縮。反之，在海洋中有一增漲現象，即同時說在大陸上有一海水退縮之現象。』試就此律用事實證之，實無處不然，故知言海之變遷，同時其中即有一陸之變遷在；言陸之變遷亦然。此即豪格氏之海陸進退律，或單稱豪格氏定律。

就此海陸進退之總相以觀，其所表明者有一地殼之『垂直波動』之事實存在。此種波動乃來回於海陸均衡之兩極端之內，在地質現象所經過之時間中，不斷的交互向兩方面醞釀。

然豪格氏之律所說明者，乃海陸變遷現象中之必然關係，而說明此現象之根本原因，果何在？再總括言之，不外三種：（一）為潮汐說；（二）為地球自轉速度變動之設論；（三）則以此地殼之垂直波動根本，與山嶽成形現象之原因相溝通。

第二編 地層學

第一章 總論

第一編各章所述，皆係就地球上所現有或曾有之各種現象，單獨研究；而本編所述，則在此等現象之總經過，一以時間上之順序為主，而貫聯之。故地層學者，地球之歷史的研究之科學也。地質學家就一地層考定其上下之界線，或用直接觀察，或由間接推算，以決定其近似之年代；或根據岩石之性質，化石之特點，以斷定地層之種類。其有此等條件缺乏不完，或竟脫漏者，則引他處之上下相同之地層，以間接決定之。然後逐步綜合連綴，以求得其時代上之順序。更於其中，依古生物學上之進化組織上之重要變遷，以分別為各期各紀，各紀之下再以特質顯確之某處地層為代表，而更分為若干世，以代表時間之一段。此年代之劃分也。地質學年代之觀念，切實言之，實起於一地層與

海之關係。如上所述，凡一地層由下而上，如先為淺海岩石，愈上而愈進為深海岩石，則可斷定其有一海之淹進現象；反之，在此同一之岩石，如海漸退，則其由下而上之移變，與前恰相反。此海之一進一退，在岩石上，切實表明者，為一週期，此即年代觀念之起點也。然而在任何時間以內，由海之進退所遺成之岩層，其性質因受其他理化條件之變遷之影響，故其遺跡非皆相同，則世紀與世紀間之先後關係，已可略為考定。此外更有賴於化石之進化，以為旁證。蓋就化石之本身，用生物學上之研究，以決定其間之關係，則可獨立建設，成一種系統。在只根據岩石之性質所決定之時代先後之地層中，所包含之化石之進化，實兩相吻合，至少亦不相衝突。於是在太古期以前地層中，不能覓得哺乳動物，而脊椎動物化石，除魚之外，其他之化石甚少。在第二期地層中，哺乳動物之進化開始，而爬行動物乃最發達，故後者乃代表第二期。至第三期，則爬行動物衰減，而哺乳動物代興。至第四期，而人類發達，遂亦代表此期。其前後之順序，蓋絕對的不可移易也。

至地質學各種分期之命名，皆係由國際地質學會議決定一致。至於命名之由來，則多係借一特質最明瞭之地層之所在命名，亦間有以岩石及化石命名者，茲將地質分類名稱次序，另紙列

地質學世系化石對照表

(此表由下至上讀)

期	紀	冰期積成之地層分紀	依人類古生物學之分紀	依海洋積成之分紀	依川河積成之分紀
	現		代		
第	第四期上紀		鐵器時代 銅器時代 磨石時代 新石器時代		
四	第四期中...	玉讓層 (Würmfien) 第四次冰期 維姆層 (Chellen) 間冰期 立斯層 (Rissien) 第三次冰期	馬格達楞紀 (Magdalenien) } 古 索琉特立紀 (Solutréen) } 石 奧立那紀 (Aurignacien) } 器 卯斯特紀 (Mousterien) } 時 阿奇利紀 (Acheuleen) } 代 摩爾紀	翁那斯替層 Munastirien 雅尼層 Tyrrhenien 海岸高25至80 呎	5至15呎之 河積地層 25至80呎之 河積地層
期	第四期下紀	門得爾層 (Mindelien) 第二次冰期 君茲層 (Güntzier.) 第一次冰期		密拉稷層 (Milazzien) 海岸高50至80 呎 西西里層 (Sicilien) 海岸高100呎	50至80呎之 河積地層 100呎之河 積地層

期	紀	世	層	舊名或同名	植物類	動物舉要	古生物分代
第 三 期	新生紀 (Periode Neogène)	上新生世	阿斯替層 (Astine) 普雷散層 (Plaisancien)	舊名鮮新世上層 舊名鮮新世下層	現 今 種 植 物	哺乳動物繁盛	新生代 (Cainozoique)
		中新生世	薩希層 (Sahelien) 焚多波尼層 (Vindobonien)	舊名中新生世上層 舊名中新生世中層		劍虎 乳齒象 南方象 恐獸	
		下新生世	巴狄干層 (Burdigalien) 阿啓坦層 (Aquitaniens)	舊名中新生世下層		錢幣蟲	
	錢幣蟲紀 (Periode Nummulitique)	新分錢幣蟲世 (Neonummulitique)	沙替層 (Chattien) 留拍力層 (Rupélien) 拉多非層 (Lattorfien)	舊名漸新世		腕足類衰退 走鳥繁盛	
		中錢幣蟲世 (Mesonummulitique)	琉伏層 (Ludien) 巴吞層 (Bartonian) 澳味息層 (Auversien)	舊名中上始新亞世 或名巴黎層 (Parisien)		長初之有胎盤 哺乳動物	
		始錢幣蟲世 (Eonummulitique)	琉提替層 (Lutetien) 倫敦層 (Londinien) 退泥替層 (Thanetien) 麥替層 (Montien)	舊名下始新亞世 或名直斯層 (Suessonien)			

第 二 期	白堊紀 (Periode Cretacée)	新白堊世 (Neocretacées)	丹尼層 (Danien) 賓士的里亞層 (Maestrichtien) 干巴尼亞層 (Camponien) 散吞層 (Santonien) 昆尼阿層 (Coniacien)	與上白堊世 (Senonien) 同名	裸子植物 仍盛松柏 科曾有新 種發生	陸居爬行動物 發達	中生代 (Mesozoique)
		中白堊世 (Mésocretacées)	條洛層 (Turonien) 森諾曼層 (Cenomanien) 亞耳比層 (Albien)	或稱底白堊世 或後綠砂世	被子植物 興起 單子葉植 物	鯢鳥發見, 最 初之蛇 無尾兩棲類 發見 海胆繁盛 鈎形或環形 菊石發生, 菊 石滅亡 畸形瓣腮類 發達	
		始白堊世 (Eocretacées)	阿普替層 (Aptien) 巴梭層 (Barremien) 豪武立層 (Hauterivien) 發蘭金層 (Vallanginien)	或稱中綠砂世 或稱前綠砂世			
	侏羅紀 (Periode Jurassique)	白侏羅世 (Malm)	拍柏克層 (Purbeckien) 波特蘭層 (Portlandien) 啓麥立季層 (Kimmeridgien) 塞夸奈層 (Sequanien)		裸子植物 松柏科	大爬行動物極 盛 菊石極盛	
		褐侏羅世 (Dogger)	牛津層 (Oxfordien) 卡羅層 (Callovien) 巴托里層 (Bathonien) 巴佐層 (Bajocien)		植物極盛	始祖鳥發現 箭石	
		黑侏羅世 (Lias)	亞連層 (Aalenien) 多阿層 (Toarcien) 多麥層 (Domerien) 布力恩斯巴層 (Pliensbachien) 洛林層 (Lotharingien) 息能馬層 (Sinemurien) 赫坦層 (Hettangien)		裸子植物 松柏科 植物極盛	鱗鱗介, 牡蠣 繁盛 棘皮動物甚少 飛翔爬行動物 發現 蟲食及草食爬 行動物發達	
	三疊紀 (Periode Triasique)	虹彩泥世 (Marnes irisées) 殼灰世 (Conchylien) 斑砂世 (Grés bigarré)	羅立層 (Lorien) 卡爾尼層 (Carnien) 拉丁尼層 (Ladinien) 維耳格羅立層 (Virglorien) 衛分層 (Werfenien)		裸子植物 有管隱花 植物	原有袋哺乳動 物 硬骨魚 海百合 龜鱉初見	

第 一 期	成炭紀 (Periode Anthracolithique)	二疊世 (Permien)	紹倫吉亞層 (Thuringien) 薩克遜層 (Saxonien) 阿廷斯克層 (Artinskien)	上二疊世 中二疊世 下二疊世	有 管 隱 花 植 物	原始爬行動物 長刺介 鮫石魚	古生代 (Paléozoique)
		石炭世 (Carbonifère)	烏拉爾層 (Ouralien) 莫斯科層 (Moscorien) 的南特層 (Dinantien)	上石炭世 中石炭世 下石炭世		石燕, 爬行動 物初見 硬鱗魚 兩棲類漸盛	
	泥盆紀 (Periode Devonienne)	新泥盆世 (Neodevonien)	法門層 (Famenien) 夫刺斯層 (Frasuien)	上泥盆世	封 印 木 木 賊 石 松	最初之兩棲動 物(?)	
		中泥盆世 (Mesodevonien)	計未層 (Givetien) 愛斐爾層 (Eifelien)	中泥盆世		菊石 (初見)	
		始泥盆世 (Eodevonien)	科不林士層 (Coblentzien) 基丁層 (Gedinien)	下泥盆世		脈翅類 六足蟲 膜翅類	
	志留紀 (Periode Silurienne)		歌武蘭層 (Gothlandien) 奧陶層 (Ozdovien)	原名志留紀		三葉蟲 鰓鰻螺	
	寒武紀 (Periode Cambrienne)		坡斯達密層 (Postdamien) 阿加底亞層 (Acadien) 佐治層 (Georgien)			最初之甲殼動 物 三葉蟲 筆石 鱗石螺	
前寒武紀 (Periode Precambrien)	元古世 (Algonkien) 太古世 (Archeen)				環虫類之痕跡	無生界 (Azoiique)	

原始地層 (Terrain primitif)

一簡表附此。

第二章 第一期

第一節 總論

在古生代以前之地層，因無古動物學上之證據，稱爲無生代。在無生代以前，完全爲火成之結晶岩，既完全無有機物之遺跡，且無變質作用之表現。地層學蓋卽以此爲止境。自此以上之無生代，總稱爲前寒武紀。

第二節 前寒武紀

前寒武紀地層，恰在寒武紀之下，係由結晶片岩中之各種片麻岩、亞氫酸鹽之結晶片岩，及其他之結晶片岩等所組成。此等岩層之共通特質，爲皆具有片狀之組織，與火成岩不同。考其構成原因，當係由變質作用而來。且在此等結晶片岩中，雖有甚深之火成岩，但亦有水成岩，如石英岩 (quartzite) 及凝聚岩等在內。因此，此等地層之全體，當亦代表一定之時代，惟其後經過一種變化 (多

係變質作用，遂將許多之證據湮沒耳。

此紀分爲二世：一爲太古世，二爲元古世。此兩世之地層，並非相銜接者。在太古世地層中，絕對無化石之遺跡。其中自來所認爲係一種原生動物化石之『坎拿大原始蟲』(Eozoon canadense)者，其實只係礦物學上一種偶然類似化石之現象，而爲石灰石與蛇紋石之一種交互紋跡而已。但並非無化石，特未被留存耳。然此等痕跡，雖非化石，固屬水成岩也。代表此類地層者有三處，即坎拿大、斯干的那維亞半島、中國及西比利亞大陸。其餘如芬蘭亦有一部分，且其中之水成岩較多。在歐洲與北美之此類地層，皆係成皺豎形，其中普通之現象，即雲母結晶、片麻岩，與其他之岩，三者分隔，而成一循環之現象。此在我國北部者亦復相同。其時火山之遺跡，在我國、西比利亞，及坎拿大，均有之。

至於元古世地層，處於原始地層與寒武紀地層之間。所有與寒武紀地層相接處，皆不相銜接。岩石之變質現象，弱於原始地層，而水成岩之特質，則較爲顯著，如砂岩、石英岩、凝聚岩，以及其他之淺海岩層，皆可於其中遇見。至於與生物之存在有密切關係之石灰岩，則不多見。然亦可以尋得，不

過均成小粒形，而其層甚薄。但據此已可以證明曾有海產生物之存在。此地層以在坎拿大之阿爾
昆克地方者，其特質爲最具備。至於冰期現象，亦惟於此處之地層見之。其最具有特質之冰期底堆
石，卽於其中覓得。憑此一點，可以略想像當此之氣候。其地層可分爲二級，在上者稱歧汶那維地層
(Keweenawien)，其平均厚度約一萬五千呎；在下者稱爲休洛地層 (Huronienne)，平均厚度約
六千呎。後者之在坎拿大者，有一東西方向之皺豎，因此地質學者，又設想當時會有此一山脈，名之
曰休洛層山脈。但其在瑞典及芬蘭者，其方向爲南北向。在亞洲之西比利亞者，則兩種方向皆有。此
世地層之不連接現象，與其特殊之厚度，可證明其陸地之浸淹於海中者甚久。在古生物學方面，亦
有可注意者，蓋在此層以上之寒武紀地層中，已有保存甚完備之化石。其中如頭足類、如三葉蟲等，
在動物中，因有神經中樞之故，皆非甚下等者，然又皆突然發生於寒武紀中。以進化觀念證之，則此
地層中，論理當有其祖先在。推論雖然如此，然究因變質作用之故，不能與吾人以切實之證據。則生
物之起源，終不能得地質學上之切實解答也。

第三節 寒武紀

在岐汶那維地層之最上層，已有煤之痕跡；然因前寒武紀與寒武紀地層絕對不相連續之故，在寒武紀之生命之表現，乃大不相同。其所以然者，皆由於岩層之狀態，迥異於前，而對於化石之保存乃較優也。

寒武紀地層中，淺海岩層佔其大部分。在此等岩層中，有環

蟲類及水母等之空模型甚多，尤以在原植物(*oophyton*)砂石

中者為最。此種砂石顯然代表淺海。此外如珊瑚石灰岩、石英岩，

與有腕足類及三葉蟲(第九圖)之結晶片岩等，皆有淺海之特

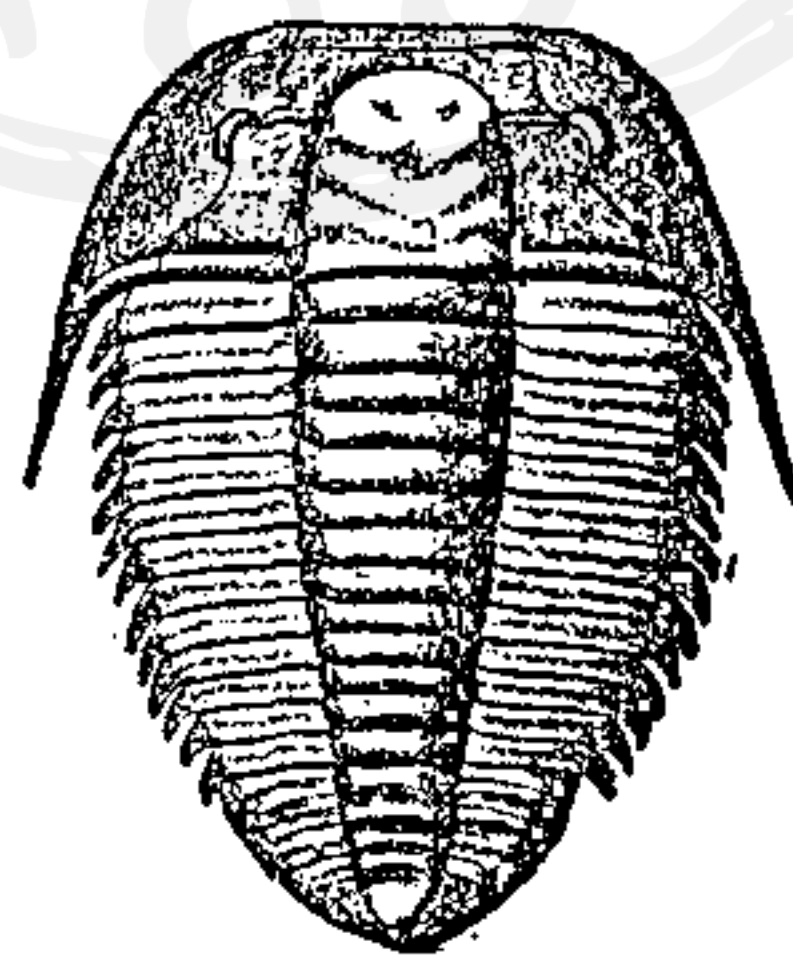
質。至於深海岩層，則佔少數，其證據係有『瀝青石灰岩』之存在，而不甚多。冰期之遺跡，在此紀為

尤可述：如在印度及我國揚子江流域之寒武紀中所得之冰期積聚石之成礫積者，其上有顯然之

紋跡以證明之。而在挪威者，其表面且有磨平之面，上有拖刻之痕，尤足以表明冰期之特質。但惜寒

武紀之大陸積成，至今尙無發現，因此之故，在此紀中，竟無陸地化石之可言。

關於植物，自然亦只有海產者，其中如印存於原植物砂石上之海藻痕跡，甚易覓得。至於動物，



第九圖
三葉蟲類之油節蟲
(olenus)

則無脊椎動物中各類，幾皆全備；而有脊椎動物，則尙無所發見。其無脊椎動物中之最可述者，如筆石類 (Graptolithes) 之印痕，在結晶片岩中，輪廓非常明瞭。棘皮動物中，尙無海膽等較高之種類，而只有海林檎 (Cystoides) 原始棘皮動物。至於海百合等動物，則不甚多見。軟體動物中，有一可注意之門類，爲軟舌螺科 (Hyolithidae)，此係頭足類與腹足類之一共同祖先。頭足類亦僅有一最簡單之族爲代表。甲殼類中已有三葉蟲 (Trilobite) 葉腳類等。此等動物之中，自以代表古生代之三葉蟲爲最發達。但所有之三葉蟲，皆係不能捲曲者。

地球上所存露之寒武紀地層既不多，欲以之聯綴而構成一寒武紀之古地理之概念，甚屬困難，在非洲方面，至今尙無此種地層之發現。在最大部分之南美洲與澳洲亦然。就北半球已有者言之，似乎當時曾有一北大西洋大陸之存在：將斯干的那維亞半島及坎拿大，全包在內。寒武紀之海，在北方以休洛山脈爲界；而南界何所，尙不明瞭。全淹在水中者，有歐洲西部。在寒武紀之初，我國及西比利亞，亦全在海中。

第四節 志留紀

志留紀在古生物學上之特質，係已有脊椎動物，其中如具有真皮骨板之硬甲魚、三葉蟲，與海林檎，皆達極盛時代。頭足類中之鸚鵡螺科 (*Nautiloides*) 亦已發現，如直角石 (*Orthoceras*) 是。雖亦無大陸積成，但間有偶存於海洋積成岩中之膜翅類六足蟲，其體量較之今種，乃大至數倍。植物除海藻以外，有下等之有管隱花植物。冰期之遺跡亦未尋得。石灰岩之積成甚厚。因有石鹽與石膏岩之存在，可以證明此紀之氣候，較前紀為熱。蓋此等岩石，皆須藉較熱之天氣，使水易於蒸發乃能生成。另一方面，因在深海積成中，有海底積成，又可以證明海洋之較前更深。由此乃知自寒武紀以來，海洋由廣淺漸變為深狹；而陸地則因海水退讓之故，其出水者亦漸多。即至志留上層，陸地之闊，乃達極度。

第五節 泥盆紀

泥盆紀之植物，驟然增多，而大致具有石炭紀之植物界之特質：即在有管隱花植物中，如封印木 (*Sigillaria*) 在前紀方肇其端，在本紀乃大盛；而木賊科 (*Equisetaceae*)、石松科 (*Lycopodiaceae*) 及羊齒植物，亦皆茂盛。其化石皆保存甚好，與吾人在石炭紀中所獲得者，均大致相同。此等植物，皆

成煤之主要原料也。

動物化石中，可注意者，爲陸居無脊椎動物之六足蟲漸多。如膜翅類之外，又有脈翅類之各族發現。在海中，前此爲三葉蟲之世界者，此時以頭足類中之菊石 (ammonite) 勃興，繼忽衰之鸚鵡螺而起。三葉蟲、筆石、及大部分之腕足類，皆就衰滅，或竟至絕跡。除硬骨魚 (teleosteans) 以外，幾各族皆備。然陸居脊椎動物則尙未曾發現。

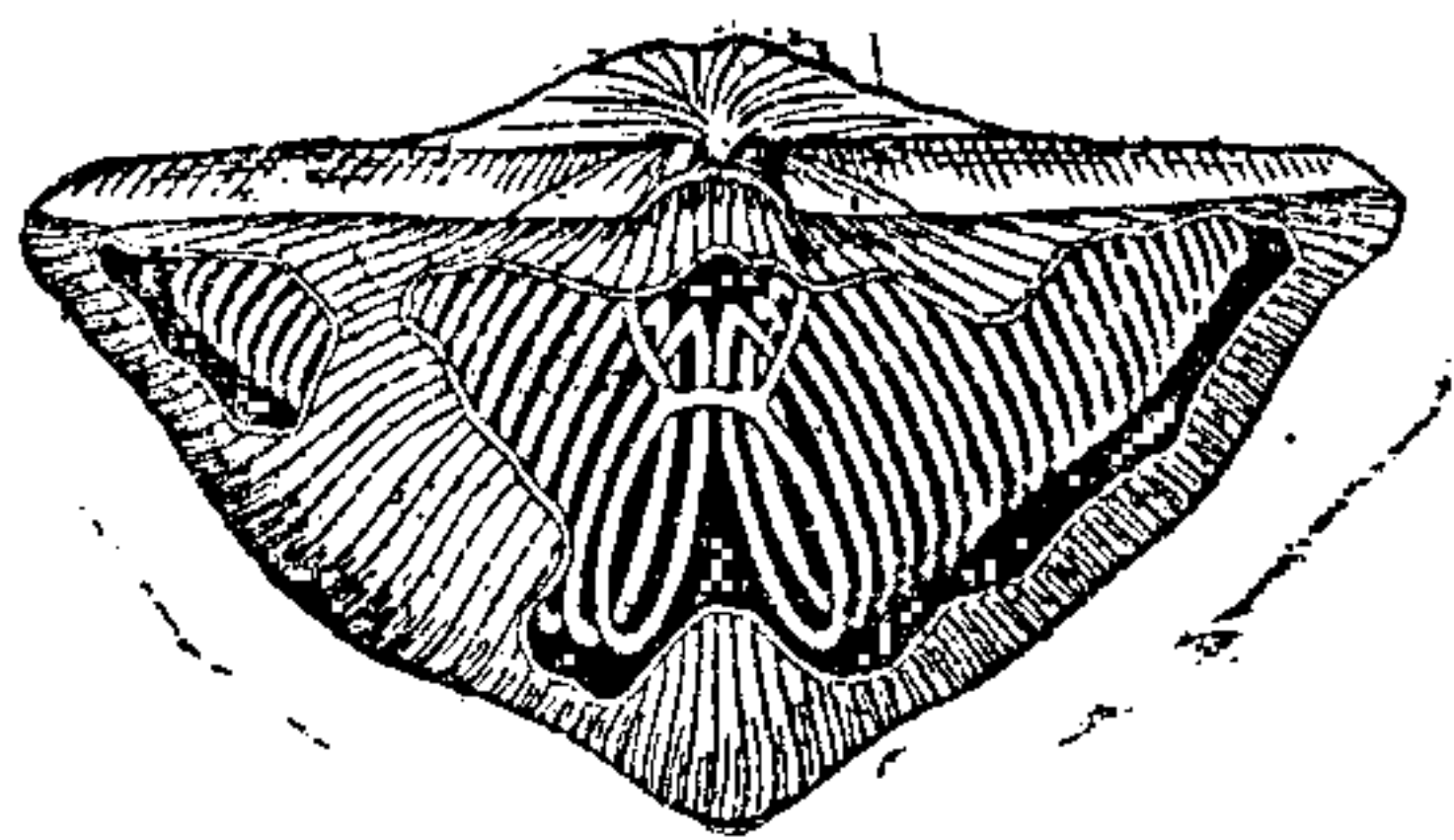
無大陸積成，亦無冰期遺跡。大多數岩層，皆係由一種不甚深之海或海塘之積成（尙未定論）之一種『老紅砂岩』爲最多，且卽係此紀之代表岩石，由此可以推知此當係大陸積成之先聲。

在志留紀之末，及本紀之初，荳斯 (Suess) 氏所定之喀利多尼亞山脈 (La Chaîne caledonienne) 在英國之中部直到美國之東部，而崛起成一橫嶺。此次之山嶽成形運動甚爲急劇，因捲曲之皺褶，可以證之，此山脈在亞洲尙無從證明其存在。在坎拿大則與寒武紀者成平行。至於海陸之變遷，則由『老紅砂岩』之在蘇格蘭者不銜接，可以證明其淹上大陸之經過。

第六節 成炭紀

此紀本與舊日分期之兩紀相當：即石炭紀與二疊紀。前此之所以分爲兩紀者有二因：（一）在二疊紀岩中，曾發現最初之四足脊椎動物；（二）二疊紀岩有數種特有之菊石。然近來因（一）在石炭紀之上層，已發現一真正之爬行動物；（二）所謂二疊紀特有之菊石，又已在石炭紀中，查得真世系。因此之故，此種分類，已失其效力。故近來多數地質學者，皆將其合爲一紀。此種改革，雖極合理，但惜尚未通用。

此紀之特質在成炭。而大陸積成之發現，亦自此紀始。其巨大之多種有管隱花植物森林生活於泥塘之中，濕熱空氣之下；枯死之後，積於洲灘，而被有化石（爬行類、兩棲類、甲殼類、多種六足蟲類，最初之陸生有肺腹足類、軟體動物等之陸生化石）之片剝岩及淡水砂岩等所保存。此等積成大部分，仍然係淺海積成，其中有凝聚石、海成砂石，有鮫石蟲（*fusulina*）、長刺介（*productus*）及石燕（*spirifer*）（第十圖）等之石灰岩等。至於深海積成，如片剝岩、泥灰石（*marnes*）

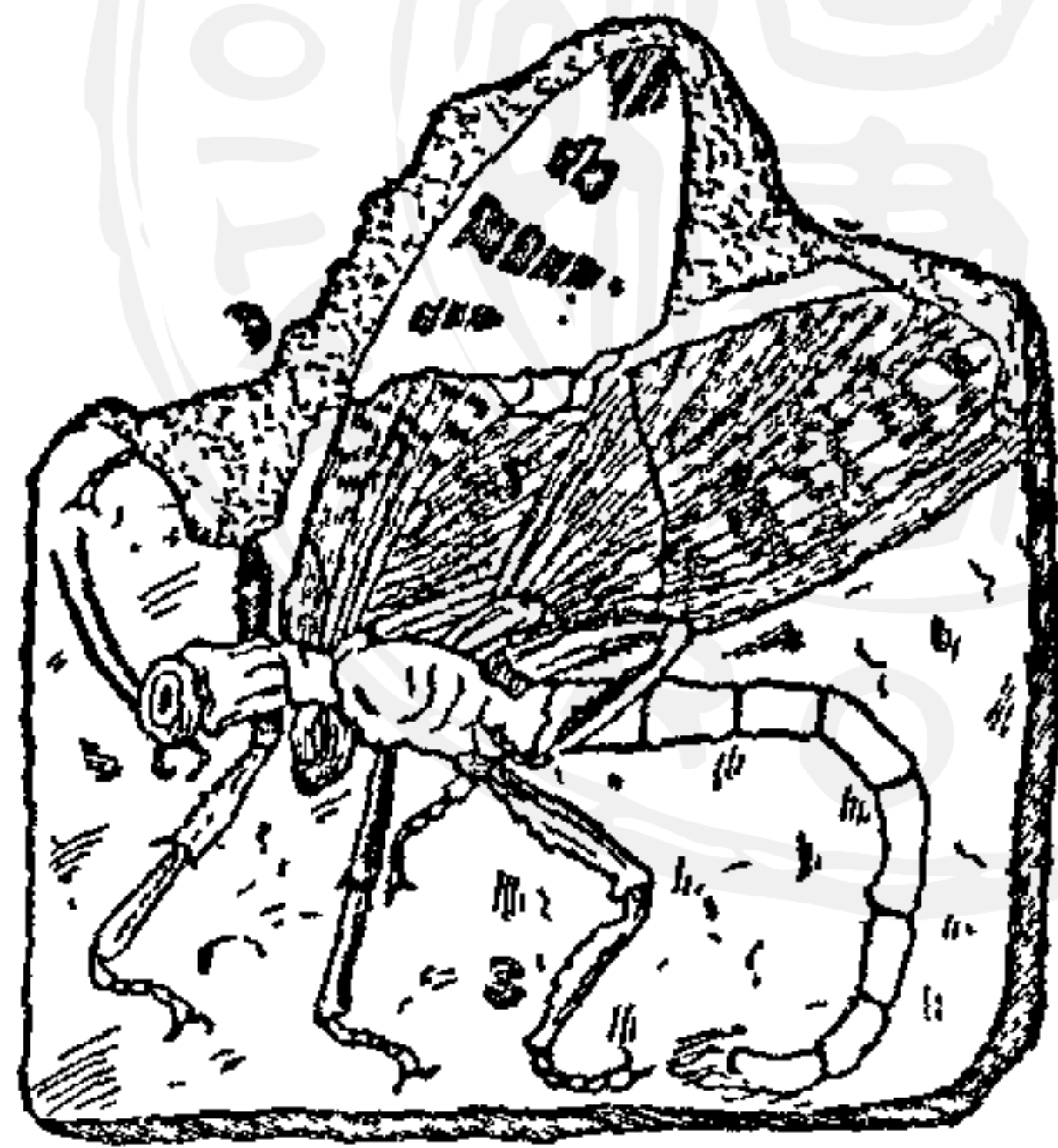


第十圖 石燕

等，則在其中佔最少部分，至海底積成之放射蟲泥，與海綿砂石等，自近來在較淺之岩層中曾尋見有放射蟲泥後，海底積成在此紀之是否存在，遂不能決定。

最足以代表此紀者，爲其例外繁茂之植物界。此等植物常在化石中保存得異常完備，竟能使古植物學者於其中發見多數今種植物所未見之解剖上特質，與分類上之中間過渡（如在羊齒與裸子植物間之有種子羊齒植物等。）此等植物之種類，除一二種已滅絕之裸子植物，及銀杏、鳳尾松等外，仍以有管隱花植物中之木賊、石松、封印木，及羊齒等，爲最繁盛。至於乾地植物及山地植物，則未有發現。

論及動物，於此紀曾發現多種有趣味之六足蟲，如杜馬氏原竹節蟲(Protophasma dumasi)（第十一圖，其第一胸環上，有甚明瞭之原翅一對，爲今種任何六足



發現於科門特立 (Commentry)

炭岩中。其第一胸環有明瞭之小翅一對，爲一切六足蟲所無，量爲可貴。

第十一圖
杜馬氏原竹節蟲

蟲所無；歐格綸蟲 (eugereon) (第十二圖) 具有膜翅目與脈翅目之特質；及多種蜘蛛、百足蟲、蠍子等。在此種濕空氣之下，六足蟲非常發達，且此種陰鬱之林中，兩棲類處之，亦極相宜；因之，此種動物之種類，在此紀已頗不少。至於爬行動物，則方肇始，化石不多，其爲此紀代表者，爲頭嘴類 (rhynchoce-



發現於二疊世。兼具膜翅類與脈翅類兩種六足蟲之特質。

第十二圖
歐格綸蟲

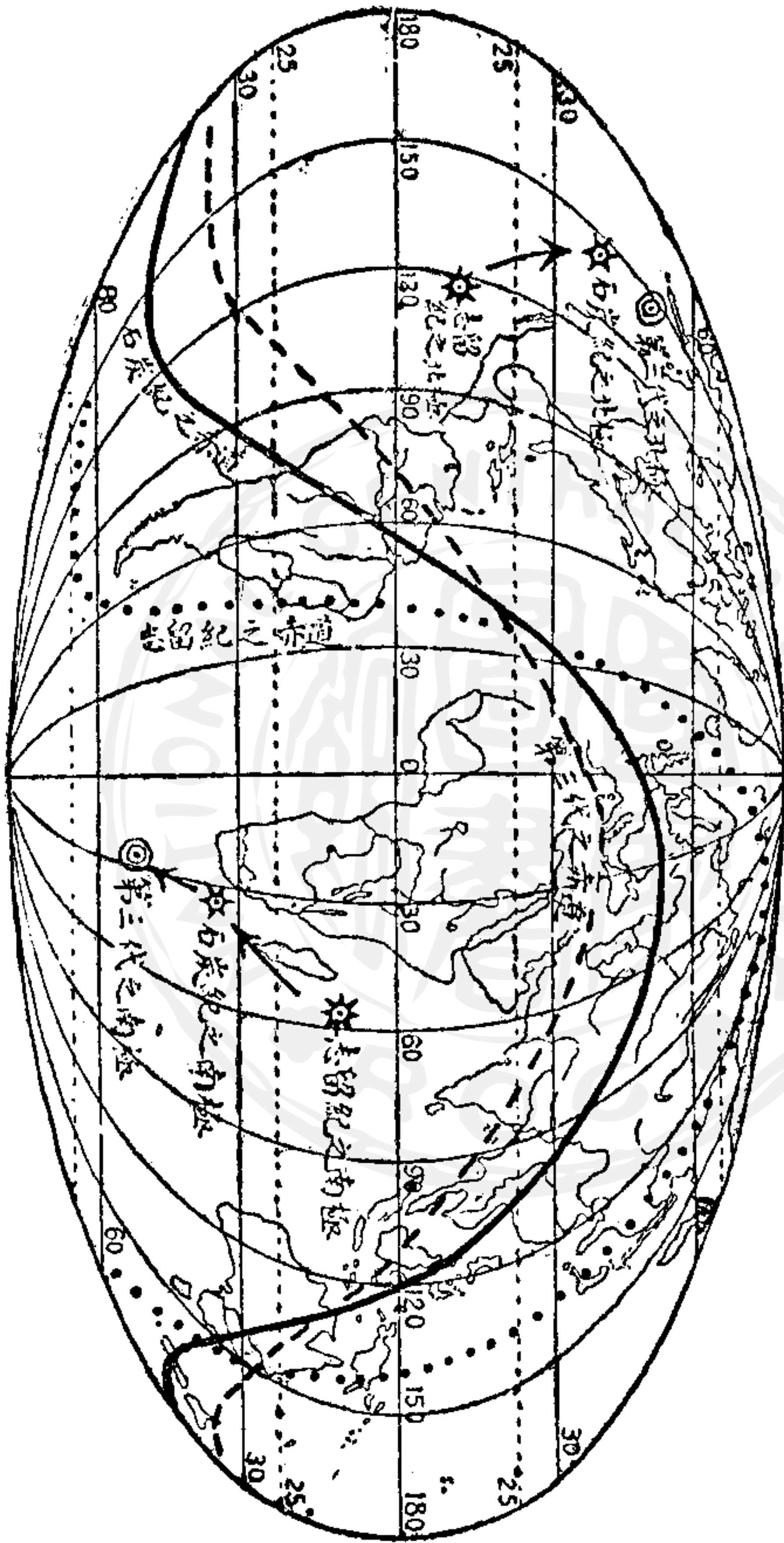
phales) 其中如古鱷蜥龍 (sauravus paleohatteria) 卽其最著者。此外在其上層第二期地層中最發達之菊石，此紀亦已漸形繁殖，如稜角石 (goniatites) 卽其一例。

上已述及，成炭之環境，除濕度以外，尙有溫度，亦佔重要。但溫度與氣候問題，在此紀殊難於解釋，而佔重要地位。由事實間接證明，有數要點：(一) 在現在之熱帶及溫帶，如印度、澳洲、非洲南部、非洲等處，在成炭地域內，皆有冰期現象之表現；(二) 反之，同時在北半球、美國、德國北部、俄國東部，乃至於更北之斯正次北爾根 (Spitzberg) 之在今日純屬於北極氣候之下者，在彼時乃在燥熱

之季節內（以石鹽及石膏層之成形爲證），而在石炭世，乃爲成炭植物所布滿，而遺留有不少之煤礦。至於非洲中部今日之在赤道氣候下者，彼時乃全處於北極氣候之下；（三）再在稍後，即第二期之初，及中葉，如斯正次北爾根地方之植物，有棕櫚、銀杏，及巨大之羊齒等；然在第三期之下層，則此地之植物，又完全爲今日溫帶之植物，如山毛櫸、栗、橡等。及至現代，則完全爲冰期地域。根據此等事實，可知在地質時期中，有一種『寒暑異地』之經過。蓋此種古生物學上不可懷疑之事實，除地球寒溫帶之改移以外，實無法以解釋之。

然則此種地球寒溫帶改移之現象之原因，果何在耶？以現時最新學理言之，則不出二者：（一）浮於可搖移之鹽基性層上之岩石層地殼之移皺；（二）地球自轉之運動中軸之移動。然二者相較，似後者尤近真實，且後說亦可以同時從根本上說明前說。此皆與瓦格涅氏之大陸移縮說（*Theories des translations*）有呼應之妙。此說以爲大陸在最初第一期之時，係爲一整塊，後乃漸漸縮碎，而成爲零塊，以至成現時各洲之形勢。蓋地球既如前所述，乃一非堅硬而可變形之球體，則其自轉運動之中軸，非固定而有時移換。此外地球因運動之故，其地殼表面之形態，與海陸之位置，亦非

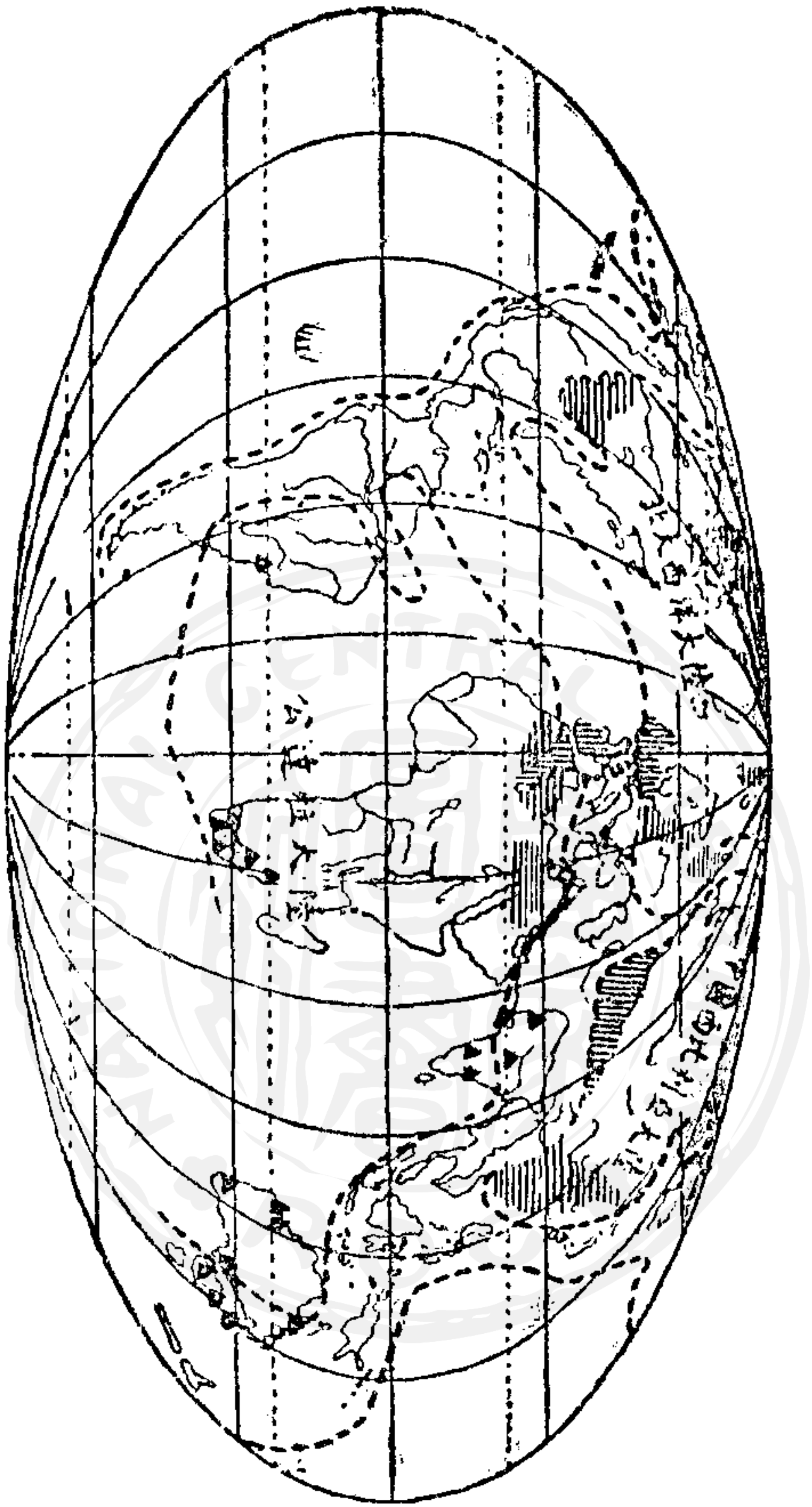
一成不變。故此種變遷之最大者，有二方向，即赤道左近物質之向兩極傾移，及兩極物質之向赤道傾移是也。然此皆視中軸變易之位置為轉移，而為其附帶結果之一種。故知地質時代中，寒溫帶之來復更變，實當遠尋其因於地物理學上也。



第三十圖

自志留紀至第三期之兩極移徙 (依瓦格涅氏)

至於第一期之山嶽成形運動，係於喀利多尼亞皺豎之外而成之新皺豎，爲苴斯氏所稱爲赫辛尼安山脈 (*La Chaîne hercynienne*) 者，其皺褶之複雜，仍不減第三期之山嶽成形運動。但此種山脈，現已消蝕不存在；其尙可考者，如在法比盆地之下，尙可見其遺根。在歐洲以外，此等山脈之遺跡，在各大陸，亦均易尋得。如在我國，凡石炭世地層，皆多係有此種皺豎。在東北部者，與山東及遼東半島之前寒武紀皺豎之方向相同。在東三省之石炭盆地，與在烟台者相似，皆爲低盆形勢，但亦常有超過三十度之傾斜。開平一帶之煤層，形勢雖多爲垂直，但就其大體觀之，傾斜之勢，常與前者相同。至於上石炭世之皺豎，則又再起於北京附近，其方向仍爲由東北向東南。在直隸境內五台山附近之此類山脈，皆互相平行，而間爲侏羅紀下層岩石所遮包。在西南方，尤以在四川之『赤盆地』，其皺豎之方向，與上不同，而與赫辛尼安山脈無甚關係。南京左近，亦爲甚明瞭之後石炭世皺豎。此皆我國地質上第二期山嶽成形之略況也。



第十四圖 石炭世古海之界綫 (依豪格氏之假定)



湖沼積成



層淹 科水 斯海帶 莫之進



水期積成



之進 層淹 拉水 烏海帶



假 之綫 海界 假定

第三章 第二期

第一節 總論

第二期 (Ère secondaire) 卽古生物學上中生期 (mesozoïque)，其重要之特質有三：(一) 山嶽成形運動不顯著。此期與第一期相反，無地質上重要山脈之突起，但可視爲第三期山脈運動之醞釀時代。(二) 大陸之積成，豐富而重要。在第一期，大陸之積成甚少，因之關於陸地生物之化石甚不易得；本期則相反，所有最關重要之化石，皆由大陸積成，保存遺留，遂使第二期之特質，得以顯露。(三) 最後卽是古生物學上之重要特質。第一期特具之化石，除在第二期最下層之三疊岩中，尙可尋得些許外，其餘皆已絕滅；而在第二期最佔多數之生物，在第一期則僅有其發端。其中如爬行動物之發達與巨大，硬骨魚與哺乳動物之初生，鳥與爬行動物之分派，始祖鳥之發現，有管隱花植物之衰滅，裸子植物之代興，雙子葉植物之初現（在白堊紀）等，皆是陸上之重要現象。至於在海中，則首推軟體動物中頭足類之種類繁複，與其演變之明瞭，最爲第二期之特徵。其中如菊石與箭石

(bèlemnites) 尤爲重要，此外如腕足類中之酸漿介類 (forébratulides)，棘皮動物之海膽與海百合等，亦均有特殊之價值。

總之，第二期在古生物學上，爲過渡時期；在地質之山嶽成形上，爲釀醞時代。因其地質現象上比較的安靜，故生物繁演上，乃最活潑。若以波狀運動譬之，在山嶽成形方面，第一期及第三兩期爲二波之頭，而第二期則爲兩波間之凹線；至於以古生物之繁演變化言之，則第二期却爲一波頭，而第一期及第三期，乃其兩側之凹線也。

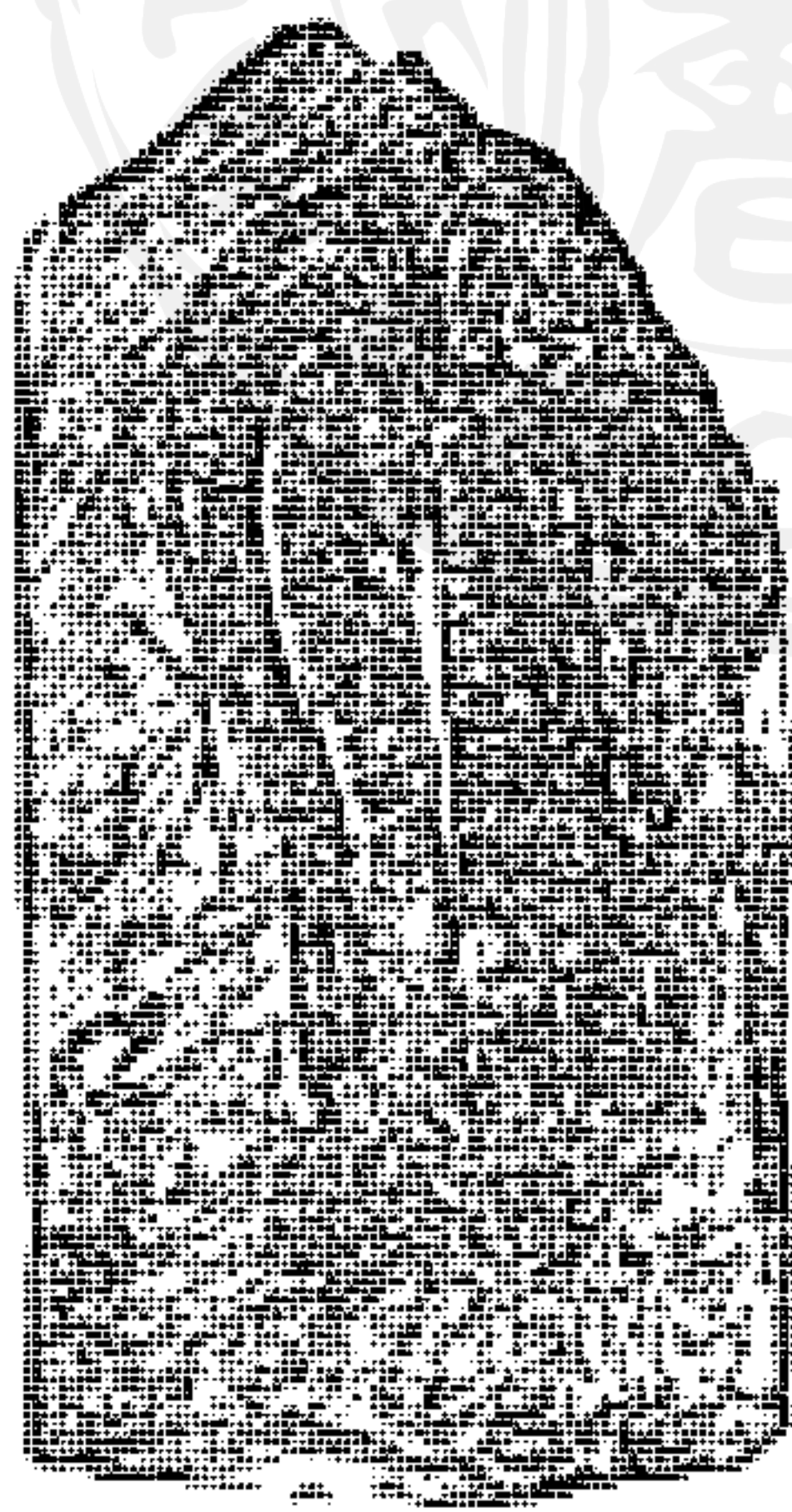
第二節 三疊紀

三疊紀以三疊岩得名。三疊岩之最整齊而明瞭者，在日耳曼盆地。所謂三疊岩者，由下至上言，乃係斑砂系、殼灰系及上疊系。此三系各以一種岩石爲代表：斑砂系爲有斑痕砂石 (grès bigarré)，殼灰系爲介殼石灰岩 (calcaire conchylien)，上疊則爲虹彩泥 (marné irisé ou Keuper)。但須知此等岩石，並非其他地層所絕無者，如在白堊紀，亦有此相似之順序，但因此爲第一次發現之故，因以名之。三者均爲淺海積成。在阿爾卑斯山之三疊岩，其層次不甚明瞭，然淺海之特質則相同。其中

如暗礁石灰岩、白雲石石灰岩等，均異常發達，遂為後來之阿爾卑斯山之外套。大陸積成在此紀已開始佔重要之地位，在南半球、北美東部、英國北部、雲南省等處之三疊岩之大陸積成，皆為片剝岩與砂岩所成。其中常保存有最豐富之脊椎動物，及植物之化石。其中如在此類砂岩中所見之脊椎動物之足跡兩點，均甚明瞭。此外化學岩層之成形，如石膏之類，亦是一重要現象；而鹼質與石鹽之積成，常甚厚多，在瑞士、德國等，皆從事開採。

在生物化石方面，在大陸積成中，常有陸生脊椎動物，如鱷魚、龜、恐龍、有袋哺乳動物等，皆其最可注意者。獨惜在侏儸層紀中最發達之數種大爬行動物，其祖先應在三疊岩中存在者，至今尚無發現。古生代之魚，至此已就衰亡，於是真正之魚，即硬骨魚 (teleosteans)，乃為第一次之發現。

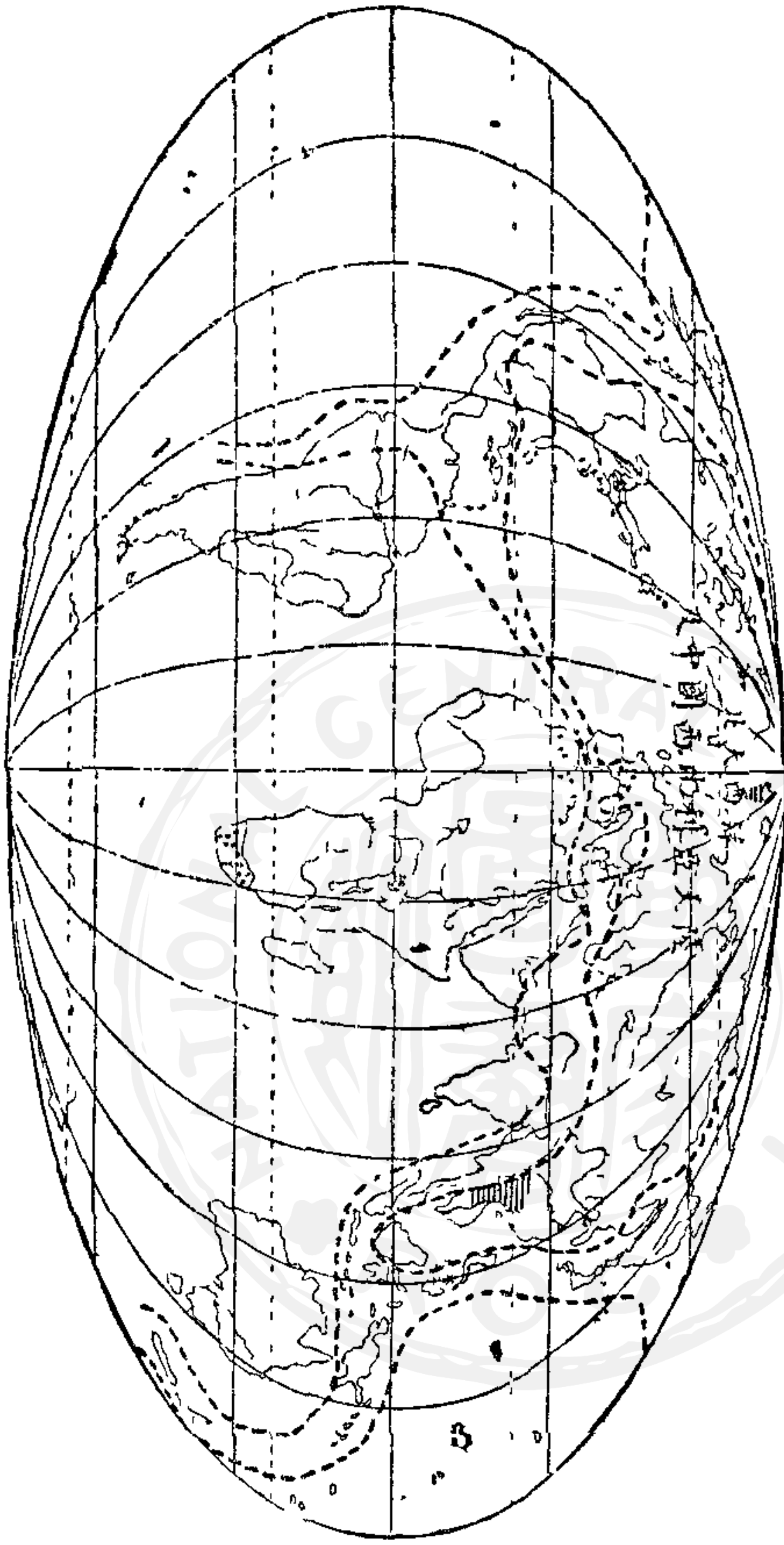
在淺海中，以海百合類之石蓮 (merinids) (第十五圖) 為其最重要之特徵，在稍後，侏儸層紀最發達之頭足類，此紀已肇其端。其餘第一期之重



第十五圖 石蓮

要無脊椎動物，如三葉蟲等，皆不存在。

古地理中之重要事實係烏拉嶺地方之湮沒與北美洲中部之出水。無冰期現象，無山嶽皺起。因大陸紅砂岩、石鹽沈積岩、珊瑚礁，及白雲石石灰岩等之存在，可以證明其氣候之燥熱。



三疊紀之海洋積成



大陸及海塘積成



古海之假定界線

第十六圖

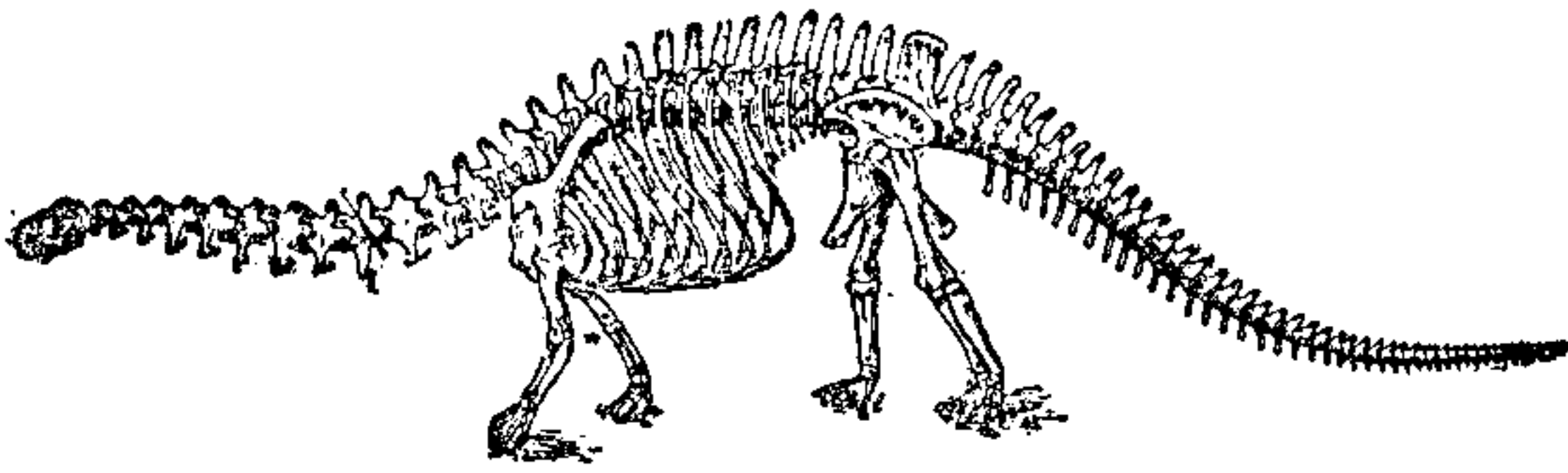
三疊紀之海洋界線 (依豪格氏假定)

第三節 侏羅紀

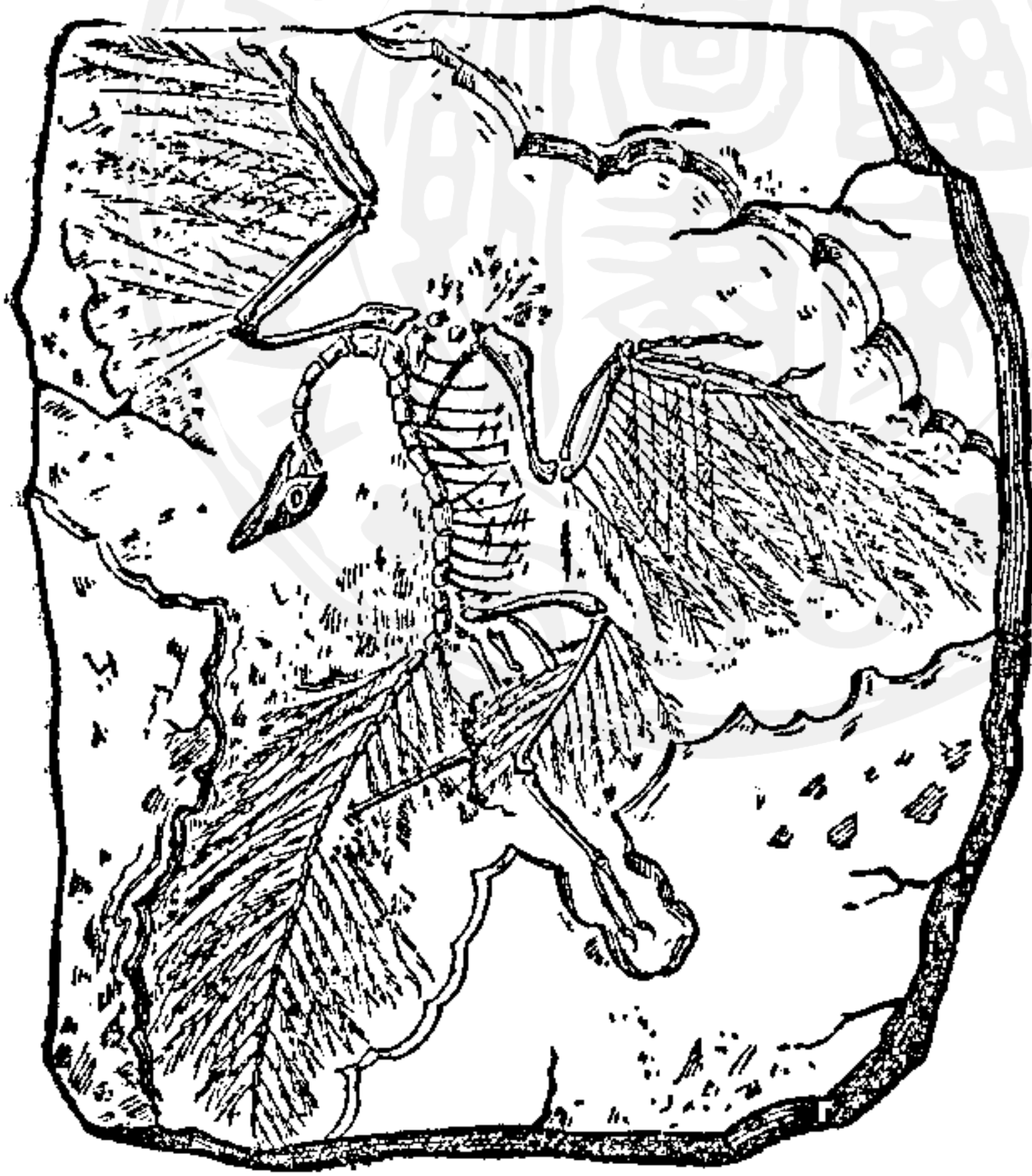
侏羅紀之得名，以此紀所積成之岩層，在第三期隆起，而成現時之侏羅山。此紀地層之在侏羅山者，為各種石灰岩所成。其與三疊岩上層相連接者，為有名之卵石層。此紀之大陸積成，不及上紀重要，然其在北美及在西比利亞者，常供獻吾人以多種脊椎動物之化石，尤以大爬行動物為最。沼灘積成，尚無所見。海塘積成中，仍以化學蒸發岩如石鹽等為最，其次則為白雲石。淺海積成，盡為凝聚石及團結石等。

在生物方面，此紀中菊石之繁變，與大爬行動物之發達，可謂空前絕後之巨觀。動植物至此已與古生代者完全不同。古生代之動植物，在三疊紀尚留有殘餘者，到此遂滅絕罄盡。羊齒植物雖亦龐大繁茂，但其種類則與第一期者不同。且最發達者，亦非此類植物，而為裸子植物，如松柏科及鳳尾松科，在當時均達發展之極度。除此以外，其他之植物亦極繁多，故食草之恐龍類，在此紀，其體量乃得達到碩大無朋。據現時所知，如腕足龍 (*Brachiosaurus*) 乃其中之最大者。在美洲發現之此等化石，其長度達二十四呎，然在非洲東部者，乃達三十六呎。而普通認為較大之爬行動物之梁龍

者，僅達九十五籽，而腕足龍乃有二籽十籽。其餘如載域龍 (*altantsaurus*)、雷龍 (*brontosaurus*)、*(diplodocus)*，實非其匹敵，蓋以其脊梁之長，雖亦可達二十三四籽，但若以大腿骨相較，其屬梁龍

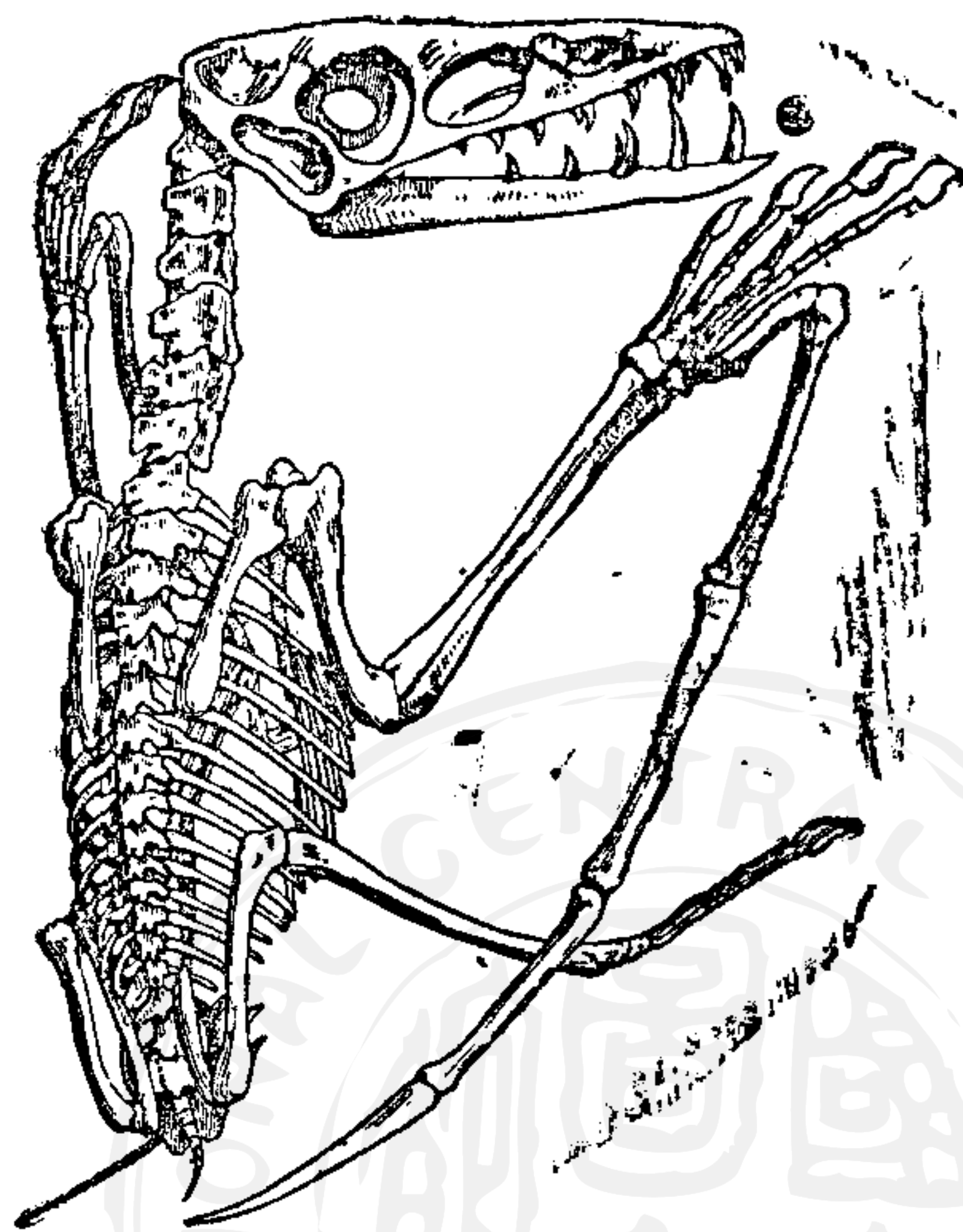


第十七圖 雷龍

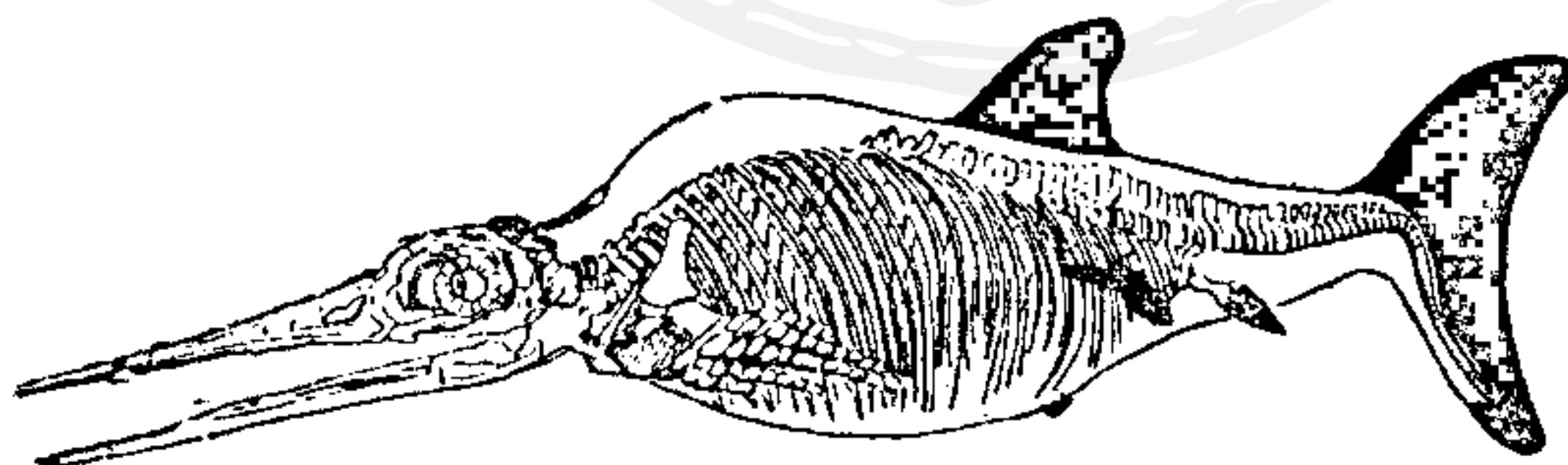


十八圖 始祖鳥

(第十七圖)其體量亦不小。恐龍一方具有頭嘴類與鱷之通質，一方又與鳥相近。此種現象，於始祖鳥 (archaeopteryx lithographica) (第十八圖)之發現，可以證明。此種最古之鳥，其喙、尾、齒、與眼之周環等，皆具有爬行動物之特質，而與飛行之翼龍 (第十九圖)相似。餘如滄龍、魚龍 (第二



第十九圖 翼龍



第二十圖 魚龍

十圖) 蛇頸龍等, 則均生活於海中。此等爬行動物, 其腸中乃與今種之八目鰻與鮫魚等相同, 具有多數之螺旋瓣膜, 由化石之印痕, 與其排泄物之糞石 (coprolithes) 可以知之。且由此等糞石之分析, 更能知當時彼等之食物。其中有硬鱗魚之甲甚多, 可知彼時此魚, 尙未滅絕, 而與鮫魚, 同佔魚中之重要地位也。脊椎動物中之有袋類, 在此紀亦分有多種。凡此等化石, 除最少之例外以外, 今所存之化石, 皆爲骨殖之化石。此等化石, 以在美洲北部之侏儸層岩中者, 爲最豐富。除大陸積成以外, 此紀之湖沼積成殊不多, 且多在此紀之末期; 然其中之淡水生物化石, 亦不少。除此等積成以外, 在地質時期之動物分布學上, 頗具重要之價值, 爲此紀以前所不能詳知者, 厥惟淺海積成。在此紀之中, 因此等積成之明確, 遂得範成較完備之古地理輪廓, 此即動物分布學之基礎也。本紀之大陸可分爲四: (一) 北大西洋大陸。在北美洲與歐洲之間, 適當今大西洋之北部; (二) 西比利亞及中國大陸。此大陸在石炭紀以前, 曾與大西洋大陸分隔; 在二疊紀, 又曾於自黑侏儸紀直至牛津層即中侏儸層之上層之間, 與北大西洋大陸完全分離; (三) 非洲巴西大陸, 其位置適當南大西洋之地位; (四) 澳洲、印度、馬達加斯加大陸。此大陸北聯印度, 東南包括澳洲, 而西南則以馬達加斯加島爲其邊界。

就其全局言之，此紀地球上之大陸，爲一大橫赤道海所中分。上述之三四兩大陸，則爲南半球大陸；而一二則爲北半球大陸。其中橫斷之海，則名曰古地中海。此海之儲積，直至第三期之末，始出水隆起，以成今之喜馬拉雅及阿爾卑斯山脈。上述皆其本紀海陸界域之大勢也。

由動植物分布所指出之本紀氣候未算明瞭，松柏科植物之在赤道以至北極地帶者，皆具有一特質，爲侏儸層紀所第一次表現者，卽年輪之存在是也。由此可以證明在北極地帶氣候之低降，而有時季之區分。但在他方面；熱帶植物又可在北極地方如斯正次北爾根者尋得，而尋得此等熱帶植物之處，却又無珊瑚積成（只生在熱海者）之蹤跡。故此等材料尙未能指示吾人以明瞭氣候之觀念。本紀之山嶽成形運動，無多可述；在地質學上，可稱爲休止期。

第四節 白堊紀

此紀以白堊岩得名。白堊岩係一種白色柔軟岩石，與粉筆相同。係由軟體動物、棘皮動物、及苔蘚蟲等之殼所化成。其中亦有多數之錢幣蟲骨殼及礦石，如砂石、磷酸鈣等。依揆堯（Cayeux）氏之說，此種岩石成於深海與淺海交界之處，而與淺海積成，有密切之關係。在此紀爲數獨多，但須知

並非遍在耳。因此本紀以淺海積成爲最要，其中如綠砂石、粘土、及泥灰石等，皆其最要者。此等岩石中，曾保留有多量之化石，其中腕足類與海膽等，尤佔重要。多生於深海之菊石，在其中亦可尋得；但已在退化之途中，如其中之爲環或鉤狀者，卽其證也。此外又有珊瑚石灰岩，與本紀特有之厚殼軟體動物之瓣鰓及腹足類之化石，與由棘皮動物之厚殼所成之石灰岩，成交互之層疊。此可證明當時海流之情形，由彼之影響，使積成物所成之洲渚，常變其形態。

深海積成，多具有頭足類之泥灰石，及硫化菊石之泥石等。至於大陸積成，則不多見。其在北美者爲砂層，中有具植物化石之砂岩，及沿塘之凝聚岩等。但其較爲重要者，則爲具有淡水軟體動物及爬行動物之褐煤中層。其在歐洲者，與之並不相排比，褐煤層多在上層。其次則爲彩色粘土石膏層，其中皆有海塘生之軟體動物。此種海塘，常爲江水所沖滙，故其積成之中，有鹹淡兩種水產軟體動物。

本紀之化石，亦殊有可注意之特質。植物化石之中，如被子植物，在前此不定者，在此紀已可以確證其存在。在有管隱花植物中，古種已不發達，許多新種代之而起，如女蕨 (*asplenium*)、鐵線草

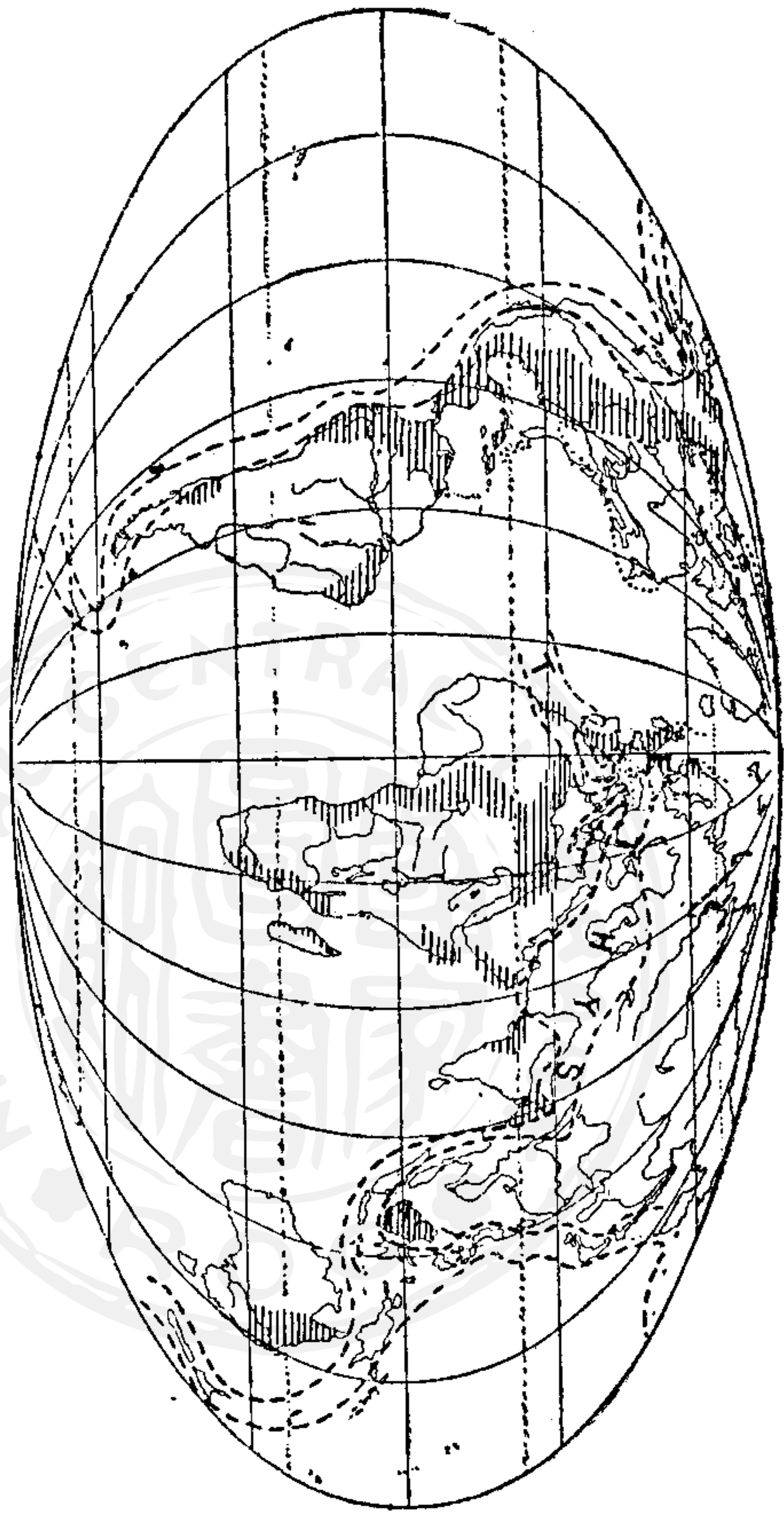
(*Adiantum*)，及槐葉蘋 (*Salvinia*) 等是。裸子植物亦然。單子葉植物中，如百合科、棕櫚科等，均稱繁盛。被子植物亦漸多今種。在動物中，無脊椎動物所存留之化石，非常豐富。其中有一可述之現象，即在三疊侏羅諸紀所絕無之古生棘皮動物，在本紀乃重新發現；此在系統學上，係一有趣味之問題。至於初次出現者，則數比利時下白堊岩中之最初有尾兩棲類。爬行動物仍保持其第一位，但在恐龍中之許多種屬，頭部乃有犀牛之構造，與其體量。至於哺乳動物，依然少而且小。本紀之鳥（第二十一圖）則甚特異，體量不大，而嘴中有齒。

本紀之海陸變遷，與前兩紀殊異，非靜止

時期，而為活動時期，尤以中期為最。蓋海水之淹進縮退兩種運動，皆甚劇烈，故其海底積成所留地層學上之空隙殊多。此種現象多稱為『中白堊紀之淹進』（第二十二圖）在坎拿大、愛爾蘭、波



第二十一圖
自堊紀之魚鳥



中白堊世之滄進積成



海界

第 二 十 二 圖
中白堊世之滄進 (依蒙格氏)

希米亞 (Boheme) 等處，甚為顯著；而中國、西比利亞大陸，則未受浸潤。在南半球方面，非洲、巴西大陸，受淹最甚，所有非洲北部之荒積高原，及敘利亞、亞拉伯、蘇丹等處及赤道下之非洲、澳洲之周圍，

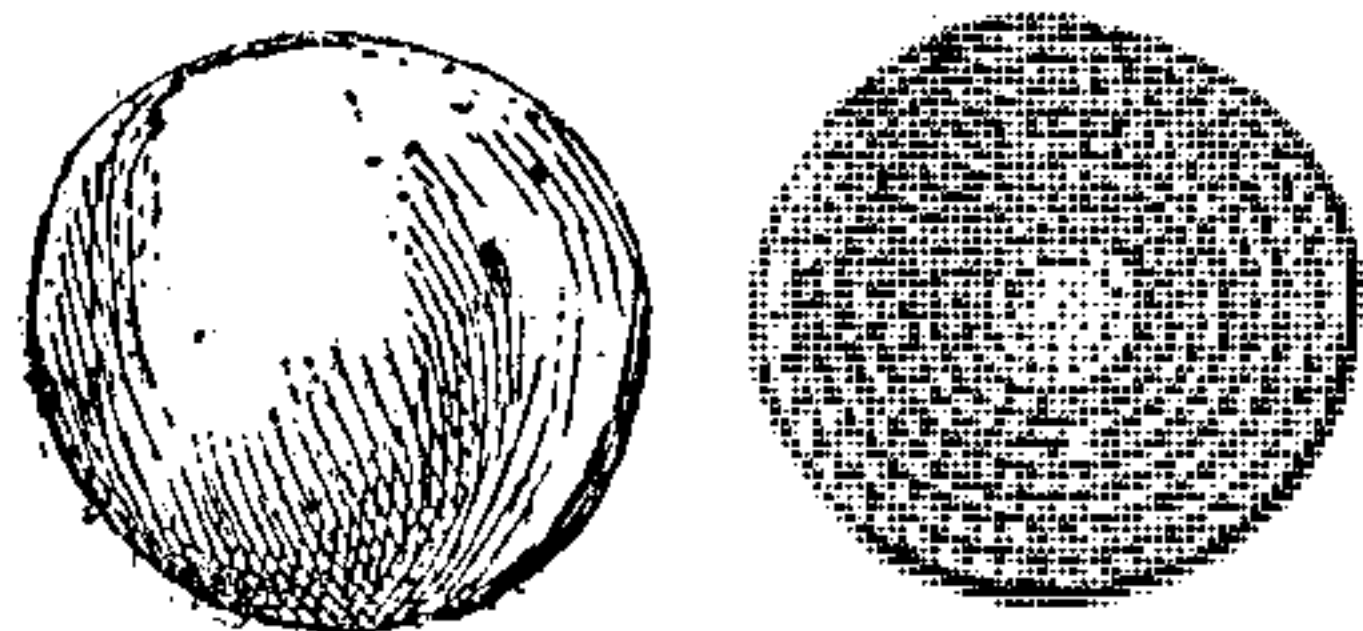
巴西北部，皆受其影響。

動物分布方面，在初期本可以分爲北極帶、赤道帶、澳洲帶。但自中期之大淹進以後，此各帶之界線，乃均混淆。此須待至第三期以後，始能瞭然判分也。

第四章 第三期

第一節 總論

第三期與第二期，有甚顯著之區別。在植物方面，第二期爲裸子植物世界；第三期則爲被子植物世界，已脫去古生植物界之面目。在動物方面，凡在第二期最佔重要之水陸大爬行動物，有齒之鳥、菊石、筆石，及畸形之瓣腮類，至第三期概歸絕滅；而第三期中凌蓋一時之動物，則爲哺乳動物，但已係單子宮類 (monodelphes)。此等忽然繁盛之哺乳類動物，其確切之系統每不可知。其中如有蹄類及肉食類等之下傳經過，雖亦有發現，但



第二十三圖 錢幣蟲

由之而上溯其與第二期之爬行動物間之關係，則仍不明瞭。其勃興與鼎盛之情形，乃與第一期之三葉蟲，第二期之菊石與爬行動物，第四期之人類相同也。以上均就陸上言之。至在海中，則另有一種動物特別發達，即錢幣蟲 (nummulites) (第二十三圖) 是也。此係一種原生動物，屬於有孔蟲類。在石炭紀曾經出現，惟第二期中乃忽絕跡，至第三期遂為構成本期海洋積成之重要原素，與菊石之在第二期相同，可憑藉之以細分各紀各世之地層。第三期之所以與第四期能截然分為二者，實有賴於第三期之多有此種化石及第四期之有人類也。

第二節 第三期之分紀與定名

第三期較之第一第二兩期，其地層甚薄，年代不多，且其上下界線不甚明瞭。此種岩石地層與動物分布上之混雜情形，每每在一大陸中亦是如此。故其分紀與定名，每是問題。舊日沿用者，多分為始新、漸新、中新、更新各紀。但現時多數地質學者，已採用梭尼維 (Renévier) 氏之以錢幣蟲為標準之分紀法，分為錢幣蟲紀，或始生紀 (始錢幣蟲紀、中錢幣蟲紀、及新錢幣蟲紀)。又依倭勒氏之保留新生紀，以為第三期下半期之命名。雖然如此，本期之大陸積成，仍然非常重要。其中保存陸

上及淡水之生物化石甚多。蓋本期之此類積成，多與三疊紀者相似，許多低地皆屬海塘積成，為海水所侵佔。其中所保存之植物，因此多化為褐煤。此種突然為海水所淹沒之盆地，多有積於水中之多量生物屍體，常沈積發酵而漸構成炭水化物、瀝青，以及石油等，如亞爾薩斯之始錢幣蟲系、加利福尼亞之中錢幣蟲系，及羅馬尼亞之始新系等之岩層中，均有豐富之石油池，皆其例也。

第三節 第三期之山嶽成形運動

自經第二期多時之醞釀，至第三期時，乃完成劇烈之山嶽隆起運動，此與前寒武紀之休洛山脈、志留紀之喀利多尼亞山脈，及石炭紀之赫辛尼安山脈，共稱為四大山脈成形運動。此期之山嶽隆起，西自法西交界之必赫勒山，經過阿爾卑斯山，以達喜馬拉雅山。此與赤道平行之山脈恰當第二期大地中海之地位，蓋其重要地層，皆成於彼時也。故自西至東，凡必赫勒山、阿爾卑斯山、侏羅山，以及巴爾幹、高加索諸山、喜馬拉雅山等，其成立年歲，皆相同也。

第四節 第三期之哺乳動物

哺乳動物雖非如錢幣蟲為第三期所專有（今尚生存之錢幣蟲，僅為其一屬），但實盛於第

三期，且以古動物學觀之，哺乳動物之研究，實稱比較完備。凡此類研究，皆藉牙齒之特質為根據，有時此類精密之研究，竟可斷定其屬乃至其種。而在他方面，此類牙齒之保存，又常甚完備，故哺乳動物中之系統學上之成績，乃遠較他種化石為優良。第四期及今種之哺乳動物，皆自第三期下傳，而其統系學上之分合經過，皆可以在第三期地層中研究之。同時此類進化界線分明之化石，對於地層學上，亦有甚大之供獻。

第五節 第三期與人類起源問題

宰制第四期之人類，其系統之出處，果何在？雖現在之發現不多，但依理實當於第三期求之。

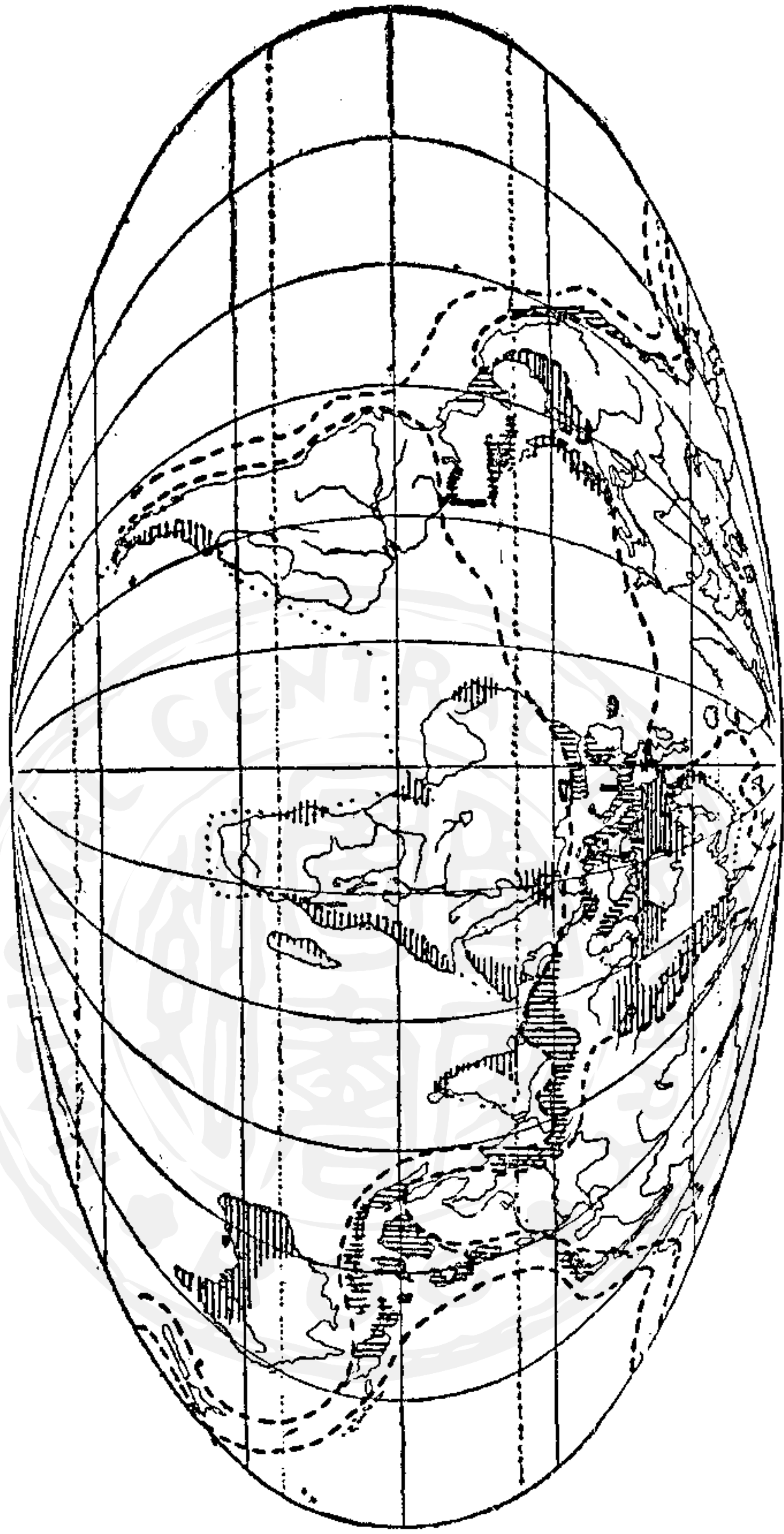
據古動物學上之指示，吾人知第三期之靈長類(Primates)有五個主要系統：(一)狐猴(Lemurien)系，(二)跗猴(tarsien)系，(三)廣鼻猿(platyrrhiniens)系，(四)狹鼻猿(catarrhiniens)系，(五)類人猿(anthropoides)系。此五個系統，自早即分別發展。雖所有猿猴盡自其中傳來，而人類則否。可知人類之系統，與彼等之關係，實在此五個系統之前之共同祖先。此共同祖先，果係何種乎？據發雍(Fayounn)氏之說，古動物中曾有一種小靈長類，名 Propliopithecus，其特質一方與廣

鼻猿相近，一方又與狐猴及類人猿相通。印度之 *dryopithecus*，據其牙齒觀之，與人類相距不遠。印度始新系中層所發現之 *sirapithecus indicus*，則又恰爲前者與人類之中間種屬。由此則知如欲自猿猴方面，求人類由來之系統，實不可能。則達爾文人類下傳說，似是而實非也。故在古動物學上，人類是否由猿猴傳來之一說，久已不成問題矣。與吾人最相似之今種類人猿，其系統之分出，源亦甚古。其一方與人之相類，及他方與其他靈長類之相似，均不過只表明其在更古時有一靈長類共同根株之存在。此靈長類共同根株，其源之遠，實可以令人想像到無胎盤動物發達時之白堊紀。則人類本源之與其他靈長類分野，不但在第三期，且尙可更古。獨惜此期之此類材料太缺，此時不能令吾人得一較確切之結論耳。

第六節 錢幣蟲紀

錢幣蟲紀有一重要之事實，卽大西洋大陸之下沈是也。此大陸自石炭紀以來，卽已漸形分碎，至此紀遂完全下沈。他方面，印度又與非洲脫離，而騰出印度洋。澳大利亞洲亦於此時分成。北美大陸與歐西大陸，因海水退往大西洋之故，前之成爲島嶼者，至此時亦均成爲大陸矣。

但至中錢幣蟲紀時，有一可注意之海水淹進現象，使歐亞兩大陸分隔（第二十四圖）中國



第二十四圖

中錢幣蟲世之淹進圖（依豪格氏）



被淹沒之大陸



古海



古海之假定界綫

西比利亞大陸雖未入水，但歐洲大陸則又復成島洲。在此等島嶼之中，亞摩利坎山脈則不啻為一

橋梁，而聯合蘇格蘭、愛爾蘭。因此英國巴黎盆地與北美洲大西洋海岸之間，生物乃得交通。而在他方面，出水大陸之生物，亦得藉以交通。至於巴西非洲大陸，在始錢幣蟲紀之下期，即已分開。而因哺乳動物分布之故，可以知澳洲在第三期之初，即與印度馬達加斯加分隔，蓋有胎盤動物，始終未出現於其上也。

第七節 新生紀

錢幣蟲紀與舊日命名之始新紀、漸新紀等相當。新生紀之命名，則合中新、更新、最新三紀爲一，而代表第三期之下半期。舊日命名之無確實標準，在此下期亦然，故以合之爲宜。此紀之特質，係其大陸層與第四期最相似，如鹽與石膏地層之普遍，及石油褐煤層之發達，皆是其特點。在岩石方面，則以一種石灰質之青紗石 (molasse) 爲代表。此係一種甚易碎散之砂石，與泥灰石爲或厚或薄之交互積澱。在本紀之末，前所述之亞歐南部橫斷山脈，遂完成其隆起。至於大陸積成與海水積成，頗不相同，但其無豐富之古生物之材料則一。其大陸年代順序之鑒定，多憑哺乳動物之骨殖，亦與海水積成之憑海扇科 (Pectinidées) 之軟體動物相同，至於爲錢幣蟲紀特具之錢幣蟲，至此已

不存在。至於其他化石生物中，如植物及無脊椎動物等，其特性種類，幾與今種無甚差異。惟有多種哺乳動物，如劍虎、恐象、南極象、大貧齒獸等，則為本紀之代表動物也。

亞歐南部橫斷大山脈之完成，依第一編所述之原理；其自然之結果，遂使大陸之今形完全完成。然此只言其大輪廓，至於海岸線之變遷，則與時俱進，尙有其他諸種原因主動之。

第五章 第四期

第一節 總論

第四期之動植物及海陸之大勢，本與新生紀無大區別。但其所以分為另一期者，其原因有三：（一）在第三期之最上層，至今尙無人類化石之發現，故在事實上，可認為人類乃第四期之特有生物；（二）在本期中，前後共有四次大冰期，其影響於地質現象與生物分布，非常之大，遂使第四期之面目為之變；（三）今代地理之完成，及海陸形勢之速定。

在生物方面，除人以外，獬牛、象等，皆係新生；而第三期之哺乳動物數種，如劍虎、乳齒象等，至第

四期中期尙存在，但自此以後，即歸絕滅。然而如有袋類、貧齒類，則至今尙保存於澳洲與南美洲。而在他方面，又有爲第四期特有之生物，而現代已不存在者，如爪哇發現之人猿，西比利亞及俄國犀，新西蘭之巨鳥等，皆曾與人類同時，而久歸寂滅。總之，本期之生物，常爲二大原因所支配；一爲氣候之劇變，驅使之爲往來頻繁之移住；（二）爲大陸之分隔，使許多生物之交通斷絕。故今日只生存於熱帶之河馬，在第四期曾移住至歐洲中部，而在中歐北部，常見其地層中熱帶植物與寒帶植物緊相繼承。而另一方面，寒帶之動物，又曾南下而達歐洲南部。凡此移住界線之往復，皆冰期現象之結果也。至如澳洲大陸之無第四期哺乳動物，則又係早經與其他大陸爲移住影響所不及之故也。

本期之海洋積成，惟存淺海積成，其海陸大勢至今未變，故深海積成不可得見。至大陸積成，顯著而特要者，爲冰期積成，而吾國北部之黃土積成，亦爲本期之特有物。

第二節 第四期之分紀

第四期之分紀，至今尙未大定，因其所根據之海川、冰河，及大陸積成等之材料，彼此尙無一總合之聯合，得拍勒（Ch. Depéret）教授曾根據：（一）海洋積成之年代，（二）山谷之陷成與川地之

成形，(三)冰河之遺跡與其成形，(四)大陸生物之繼續，(五)史前古生物學上之事實等，相配合而研究之，以爲第四期之分類，仍應與其他諸期相同，以海洋積成爲根本。此期之深海積成，既如上所述，尙在海中，故只能間接計算。氏曾觀察北中海與大西洋之海岸，以爲此種計算當是以海產生物之特質及海岸會存之高度與舊海岸線之距離爲比照。得氏之分紀與其各紀之特質如下：

(一)西西里紀 (Sicilien) 高度爲五十九至一百呎，其生物爲溫帶大西洋之軟體動物。

(二)密拉稷紀 (Milazzen) 高度爲五十五至六十呎，其生物比較前者爲熱帶的。

(三)替痕尼紀 (Tyrrhenien) 高度與舊海岸之三十至三十五呎相當，其生物爲半熱帶的。

(四)繆那司替紀 (Monastrien) 高度爲十八至二十呎。其在地中海附近者，爲赤道生物；其在北部者，與地中海生物相當。

此等海岸線之升降，依理與流入海洋之川河之水平面之升降，有連帶之影響。故此二者之間，可成一種計算。至於川河與冰河間之關係，亦曾經得拍勒氏證明。故第四期之分類，自此遂可以略

定也。

第三節 第四期之冰期

依歐美各處冰河所留之遺跡，蓋基(J. Geikie)氏曾將第四期之冰期，分爲四期，即：(一)斯坎里期，(二)薩克遜期，(三)波蘭期，(四)麥克朗堡期。此與盆克(Penck)氏及布律刻涅(Brückner)氏所定之阿爾卑斯山四冰期：(一)君茲(Günz)期，(二)門得爾(Mendel)期，(三)立斯(Riss)期，(四)兩謨(Würm)期等相當。其影響最遠大而遺跡最重要者，爲第二第三兩期。其南界在歐洲，達德意志平原以至里昂附近；在北美亦達紐約附近，而美國之大湖，亦曾爲其佔領地。

吾人已知在第一期寒武紀及石炭紀時，曾有此類冰期之發見，故爲說明冰期之原因，實與山嶽成形之觀念不可分離。自來地質學者，尋求此種現象之原因者，曾從地質學、天文學、氣象學，各方面下手，然其最近似者，仍當在山嶽成形與海陸變遷之關係上。所謂溫度之低降者，乃冰川現象之結果，殊非其原因。而地殼浮動說與兩極之轉動，亦可爲此種現象成功之解釋之助。因此乃知冰期現象乃一種自然擺動之現象，例如現代則可視爲前後冰期之中間時代也。

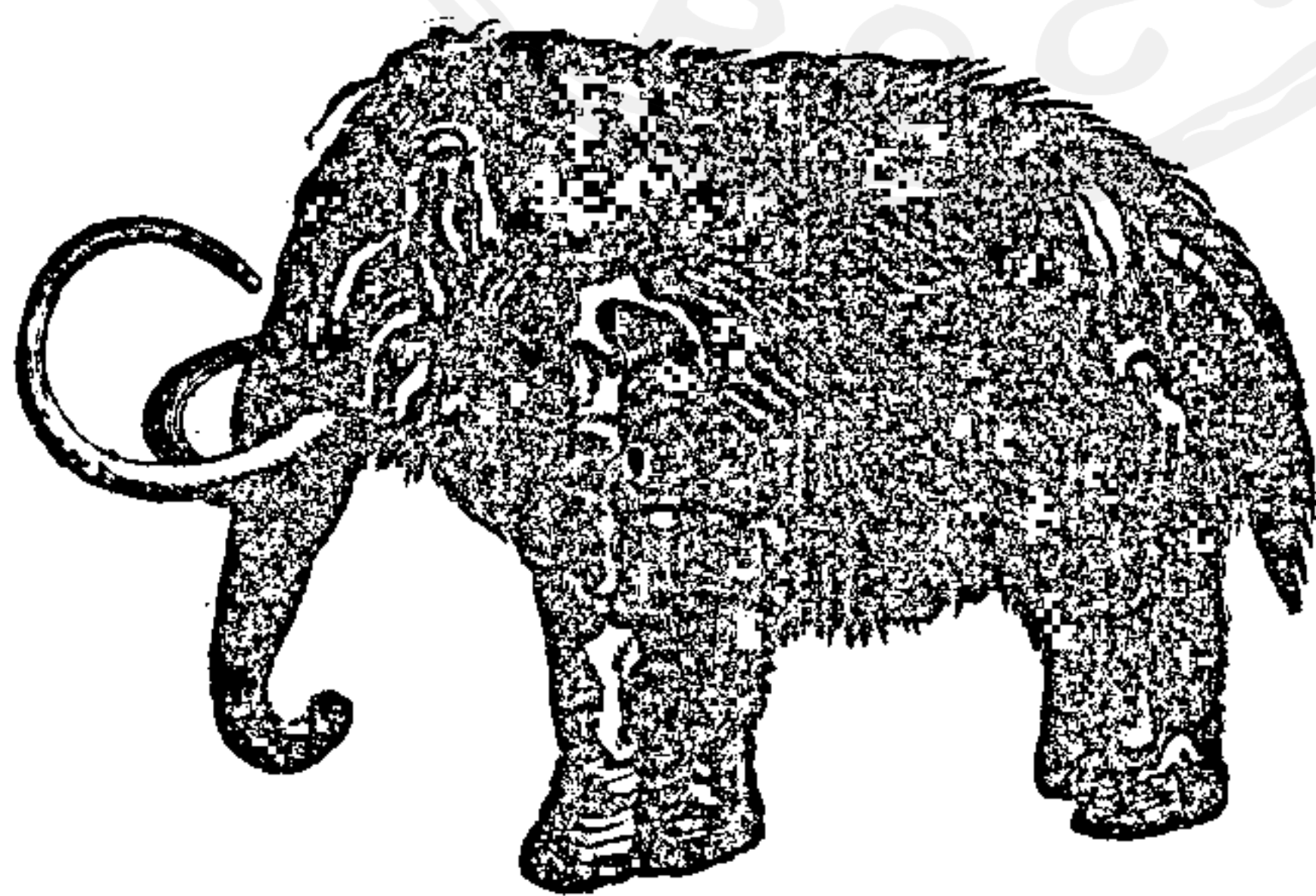
第四節 第四期之大陸移動

依上所述，今代地理已大成於第三期之末，則第四期之海陸，當無甚變動。其實據實驗所測，大陸之移動，卽在今代，亦無時或已。在第四期之初，歐美兩洲尙有相接觸之處，其分離係始於立斯冰期，而完成於第四次冰期之末。至於大陸，在現代亦尙移動之說，則出於瓦格涅氏之實驗。氏曾於數十年間，不斷測算格林蘭與歐洲海岸線之距離，其結果得知其每年相距漸遠；例如一八二三年至一八七〇年，每年增加九呎，而一八七〇年至一九〇七年，每年則增加三十二呎。自無線電應用以來，此種計算，尤爲精確。據此一端，上溯第四期之海陸大勢，不難知其梗概矣。

第五節 第四期之生物界

本期生物界大勢，皆與冰期相關，故在分布上，其南下北上之跡，亦最瞭然。然其種類，興衰存滅，亦與此劇烈之氣候變遷有關係。第三期之多種生物，在數次冰期之中，已歸消滅；其能適應而生存者，殊不多見。然亦有能適應寒代生活，在冰期中繁殖，而不久卽歸絕滅者，如猛獁象 (*Mammouth Elephas primigenius*) (第二十五圖)，如隔鼻犀 (*Rhinoceros tichorhinus*) 等，皆是其例，均

具有極豐厚之毛被。然因適應於特種環境過巧之故，不能爭存於其改換之後。其餘如洞熊、洞豺、劍虎等，亦在第四期不能久生。如大角之馴鹿，因其角過於發達之故，亦歸於淘汰。經此急劇之環境變化而能存者，有河馬、犀、象、灰熊等，皆能移住於他處（大概係由北南下）而能適應者。然在北美洲，則乳齒象尚能與猛獁同時生存，在南美則係草食哺乳類之世界，如巨大之彫齒獸（*Glyptodon*）及貧齒獸，即其最大者。至於澳洲方面之生物，尤為有趣，其分布約分三區：大陸之西南方為最舊區，即第一區，與印度、馬來、馬達加斯加相關，而保存有侏儸紀末期之動物。其第二區則為單穴類，與有袋類所成，其所有之動物，皆與巽他羣島（即爪哇、蘇門答臘等島）無關，而反與南美洲者相類，第三區則為大陸之東北方，其動物全係來自巽他羣島，且有許多動物，如齧齒類及澳洲犬等，皆係在冰期以後移往（依瓦格涅氏）。此種分布上之現象，頗有賴於大陸移動說之解釋，蓋其現有



第五十二圖 猛獁象

大陸之距離，必在生物移住上求說明，殊難允當也。

第六節 化石人類概況

人類依理應發生於第三期，然而事實上，須至第四期地層中，方有人類一切遺跡；故在古生物學上，不能不認人類為第四期之特有物也。在歐洲冰期中，尙未發現有人類之遺跡；惟在冰期之中間期則不少。此當係因人類隨冰之進退而移住之故。最古之人類化石，為現時所知者，為海得爾堡(Heidelberg)所發現之一下顎骨，而與猛獁及犀等同處。此皆係與燧石同發現於磷砌紀。另外在爪哇所發現之人猿，則可視為人類與類人猿間之一種中間形態。蓋即在恰界於猩猩與內安得塔爾(Neanderthal)化石人類之間。內安得塔爾人雖較後於海得爾堡人，但有許多特質，竟較古。此種人之額甚平斜，眉頭非常隆起，與大猩猩相同；但其鼻甚寬，與黑人相同；其腦蓋骨又與黑猩猩極相似，其大腿骨非常彎曲，比猩猩尤近猿猴。在察拍爾奧聖(Ta Chapelle-aux-Saint)地方所發現者，與之同種，其特質之似大猩猩，尙甚於似近代人。此類化石人類，以最近所發現者為止言之，實與今種之人(Homo sapiens)無甚關係，是以佐利(Joleand)氏以為其與今種人在系統學上之不

生關係，或者因彼爲第三期人類之遺孽，亦未可知。而他方面又有人證明非洲現在之黑人，當係此種人之子孫。蓋發現此等化石人類同處之哺乳動物，實與印度、馬來之動物相同，可知其必曾生存於印度及東非洲各處也。所有此種人類，均係生存於古石器時代，此蓋據其所用之燧石，而區分其進化之先後。在地質學上，此等根據人類原始工藝品而分之時代，其屬於古石器時代者，計有六紀：

(一) 磷砌紀 海得耳堡人之頭骨，爲其代表。燧石係由粗切而成。

(二) 阿奇利紀 其燧石琢切較細，亦與上相同，係兩面切成。

(三) 卯斯特紀 以內安得塔爾人爲代表。其燧石多爲三角形，而只一面琢切，一邊較爲鋒利，比前者易於使用，而造作時工夫亦省。

(四) 澳立那紀 以閣阿馬容 (Cro-Magnon) 人爲代表。此種人之骨殖，發現於商塞拉德 (Chancelade)，大腿骨與趾骨，均帶有木棲生活之特質。其燧石之琢切甚細緻，而形狀亦甚變異。且曾發現骨質箭鏃與原始雕刻品。

(五) 索琉特立紀 所有骨質角質工藝品，皆以細琢之石代之。此種石器，多爲長葉形，可用以

割物。

(六)馬格達楞紀 燧石極細而薄，而骨質器物及雕骨等，甚發達；蓋已將脫離古石器時代之特質矣。

但依史前學家，如甲必丹博士 (Dr. Capitan) 等，於新舊石器時代之間，尙分一中石器時代 (mésolithique)，其中共三紀，即：(一)阿稷力紀 (azilien)，(二)塔登諾 (tardenoisien) 紀，(三)坎匹尼 (campighyen) 紀。蓋因新舊石紀之間非常之不聯續，舊石紀人以不利於生活之自然條件之逼迫，紛紛於中歐西歐等地移往他處，而後之移來者，其生活文化又略不同，遂開新石器時代之新面目。故中石器時代不但承上且更啓下也。

至於新石器時代，對於製石之技巧，遠過舊石器時代人。不但琢切，且能磨礪，而如斧，如磨，以及多種磨骨工具等，均極平滑。故此時代又稱爲磨石時代。而其對於馴畜動物，栽種植物，以及其住居之修整，與銅器時代之人，相差不遠。自此以往，即入有史時代矣。

參考書目

- E. Haug: *Traité de Géologie*. Paris, A. Colin, 1920.
- L. de Launay: *La science géologique*. Paris, A. Colin, 1920.
- L. de Launay: *Dù en est la géologie*. Paris, Gauthier-Villars, 1923.
- L. de Launay: *La terre structure et son passé*. Paris, Payot, 1925.
- E. de Martonne: *Traité de Géographie physique*, Paris, A. Colin, 1924.
- A. Wegener: *La genèse des continents et ds océans* Paris, Blanchas, 1924.
- J. Leuba: *Introduction à la Géologie*, Paris, A. Colin, 1925.
- Capitan. *La prehistoire*, Paris, Payot, 1925.
- 勒補氏：古動物學，上海中華書局，一九二二年。

中華民國二十年八月初版
中華民國三十六年二月第三版

(54770)

百科地質學淺說一冊

定價國幣貳元

印刷地點外另加運費

版權所有
翻印必究

著者 周太玄
主編者 王雲五

發行人 朱經農
上海河南中路

印刷所 商務印書館
商務印書館

發行所 商務印書館
各地商務印書館

國家圖書館



001707687



0
32

籍