

朱兆蕃著

地質變遷概論



27002

地質變遷概論目錄

第一章 總論

第一節 地質變遷與人類之關係

第二節 地質與天體之關係

第三節 地質與空氣之關係

第四節 內生力與外生力相互之關係

第二章 內生力

第一節 總論

第二節 火山

第一目 火山之現象

第二目 火山

第三目 火山構成之原因

第四目 火山之種類

第五目 火山之活動

地質變遷概論目錄



地質變遷概論目錄

第六目 火山活動之種類

第七目 火山噴出之熔岩

第八目 塊狀與鍾狀之噴出

第九目 海底火山與火山之毀滅

第十目 火山之數與分布

第十一目 火山活動之原因

第十二目 舊噴出岩與接觸變質

第十三目 中國火山

第三節 地震

第一目 地震之原因

第二目 地震之分布

第三目 地震之強弱

第四目 震波之傳播

第五目 震波之進路及震動之種類

第六目 震源之遠近深淺及震域之稱

第七目 海底地震

第八目 地震之作用

第九目 地震之推測

第十目 中國地震考

第十一目 日本地震考

第四節 地球之隆窪

第一目 凹凸之成立

第二目 凹形地

第三目 凸形地

第四目 土地漲高及陷落

第五目 土地漲高之證

第六目 土地陷落之證

第七目 地殼變動之原因

地質變遷概論目錄

第三章 外生力

第一節 總論

第二節 風化

第一目 風化作用

第二目 空氣作用

第三目 水之作用

第四目 天水與滲漏水之作用

第五目 雨水動力

第三節 井泉及洞穴

第一目 地底流水及泉源

第二目 泉之種類

第三目 噴水井

第四目 地穴

第五目 溫泉

第六目 泉中礦物及其停蓄

第四節 流水剝蝕及其作用

第一目 剝蝕

第二目 谷之成立

第三目 剝蝕之功用

第四目 河水之作用

第五目 河水搬運之物體

第六目 河口沙洲

第七目 沙洲成立及其漲率

第八目 湖及其種類

第五節 冰

第一目 冰河

第二目 冰河運動

第三目 冰河運動之現像

地質變遷概論目錄

地質變遷概論目錄

第四目 谷冰河

第五目 內陸冰河

第六目 冰山

第六節 海洋

第一目 海水所含之物質

第二目 海之剝蝕作用

第三目 海底珊瑚

第七節 生物之作用

第八節 煤炭成立之與地質變遷之關係

第九節 結論

第一章 總論

第一節 泛論

第一目 地質變遷與人類的關係

吾人所居之地球，乃太陽系之第三行星；言其成因，其始也，不過灼熱之氣體，運行於寒冷空氣之間，外部遂生橢圓堅硬之皮殼，其內部至今仍含灼熱熔岩，及其他各種礦質。不僅外部受太陽之熱以化育，而地球之本身，亦有固有之熱。試觀無火山處所，亦有溫泉湧出。若鑿井愈深，覺溫度愈增。如此龐大之物體，其冷縮與斷層，固難平均。正如乾橘之皺皮，即大陸之有隆窪也。突出者，為大山高原；低窪者，為江海大湖，大地不為水漫，吾人得以托足者，幸有此自然所生之高低耳。日月星辰之大與萬物之微，無一能逃自然之公例，地球亦然。地質積受風剝雨蝕，則涸略變遷，潮衝浪擊，削山以填海，則今日之山川，純非昔日之高低也。

地有漲縮，質有堅鬆，年湮日久，形成洞壑。大地震動，陵谷為墟，此地殼之所以改組也。地熱上昇，地殼下迫，醞釀已久，春險奔洩，火山暴發，熔岩噴出，一瀉千里；上擁者，為山為島，下陷者，為海為淵，此地形之所以改變也。禹鑿龍門，挾泥沙以具下，黃水西遷，淮泗成災，此江河之所以變遷也。桑田變滄海，滄海變桑田，其間不知經歷幾許歲月。

地質變遷概論

牛與象風化而爲鼠，鼠爲蟻，蟻爲塵埃；以揚於空際，萬物之所以生於斯，滅於斯，而吾人類者，其軀殼亦已矣，不知其精神，尙遺留焉否？夫人類無日不與自然戰，而又無日不利用自然以生，其能戰勝自然者，賴有精神，其能利用自然者，亦賴此精神。萬物之所以生，恃自然之力厚；人乃萬物之一，賴有精神，利用自然，以供吾人之衣食居。老子曰：「上天不仁，以萬物爲芻狗。」反言之：人乃不仁，以萬物爲芻狗。其能芻狗萬物者，賴有精神，窮自然之現象，究將來之進化，以成今日東亞之精神文明，及歐美之物質文明，良有以也。

第二目 地質與天體之關係

莊子云：「天之蒼蒼，其正色耶，其遠無所至極耶，」是以空訓天也。而道家獨創三十六天之說，乃夫佛耶極樂世界之意義相同，不足以言天也。以如真象言，日月星晨而外，空無所有，本無所謂天也。吾人所見之無限蒼蒼，形於圓蓋者，乃地面所起氣體之反光作用耳。設地質無氣體上昇，則仰觀太空，僅限於太陽所臨照之地，日所不照者，仍自黝然如漆也。

第三目 地質與空氣之關係

空氣能包圍地球表面，乃藉太陽之熱力，蒸發水分，上昇而爲氣體。其組織重要部分之炭，氫，輕，淡，等氣，乃由動植物之燃燒，及腐敗而發生。空氣上昇，彼此濃淡之不同，流動而爲風，凝縮而爲

雲，相聚浮游而爲霧，下降而爲雨，冷結而爲雪。則輕輕上昇，瀰漫宇宙，變幻莫測，聚而下降，風化土壤，利動物之呼吸，潤植物之羣生，作用尤爲神秘。古之所謂「天化地育」者，卽今之所謂「自然界」也。自然界所隱顯之形形色色，及諸種現象者，憑假太陽之熱外，無一不生於土；無一不滅於土，無一不歸於土，又無一不爲自然界將來形形色色之種子。老子曰：「萬物歸於無，無卽有，是無歸於有；有反於無，互爲因果，以至於因因果果，循環不絕。」科學家，所謂「物質不滅」者，關係於地質豈淺鮮焉。

第四目 內生力與外生力相互之關係

地之內生力，乃別於外生力而言。內生力所起之諸種現象，不外乎，地內膨脹與冷縮，二者而已；其膨脹之結果，使地體增高，及火山破裂；冷縮之結果，使地殼變動，發生地震，一部陷落。外生力所起之諸種現象，更爲複雜，今歸納之：總其名曰風化作用，其所生之結果，變岩石爲土壤，損有餘以補不足，遷移致遠，功效尤大。設外生力，剝蝕地體無已，使無內生力之增漲，以反抗之，則大陸將終於淪沒。然而內生力本突陷之原動力，而更擅增高之能；假使無外生力，以削平之，則地殼漲高而靡止；二者相因相拒，兩得其平。故亘古以來，諸種動力，運行不息，演成今日之形勢也。

第二章 內生力

地質變遷概論

第一節 總論

內生力者，乃地殼自然物理的現象，形形色色，不一而足。其所生之結果：分爲火山現象，地殼變動：(Earth Movement) 而地殼變動，又別爲地震，山之成立，及陸地昇降是也。

第二節 火山

第一目 火山之現象

火山現象者，乃地內固有之氣體，液體，固體，等物質，噴出地面之謂也。地內噴出之物質，既達於地面，地質學家謂之破裂的作用，其所生之結果，曰火口及圓錐山，其液體岩石，未達於地面，僅至中途而止者，謂之地下噴火。

上述變化，不僅陸上如此，海底亦然，但無陸上所生之種種形狀，不過噴發物擴散，及堆積厚層而已。

第二目 火山

火山者，(Volcano) 爲一圓錐形之山，其頂陷落，其形如坎，如蓋，如烟突，由中噴出各種物質，堆及於四方，且圓錐之中軸與地底連絡成管孔狀，此管孔名曰噴出溝 (Duct)，卽其物質走於地面，造成火山之出路也；噴出溝之口，名曰火口。(Crater) 噴出溝每在火山中央，但亦有在側面或

山麓者：在中央者，稱曰正火口 (Main crater)；在其他部分者，稱旁火口 (Parasitic Crater)。破裂噴發最盛之際，其噴出物質 (Ejectamenta)，亦遂增多，即灰砂礫 (Lapilli) 彈 (Bomb) 熔岩等質，尤以氣體爲最多也。

第三目 火山構成之原因

近時地質學家，咸謂火山口，爲地內噴發熱質所造成。據此則火山口構成之原因，及其如何發展，可推論之於下：

- 一 火山之中心點，熱度加高，致他殼發漲變薄，漸漸破殼突出，其內熔化之質，遂傾瀉四溢。
- 二 凡噴發一次，則山顛積物，增高一層，積久成一錐形之頂。至其頂之外形如何，大抵視其所噴出之物質爲定；若其物爲流質，則散布甚遠，而其頂必卑；若其噴出物多爲石礫，則能積成銳角之頂。然屢次噴發，其石灰石礫，堆積成層，與石質本來之層巖不同。
- 三 凡噴發一次，頂之四周，多裂成直線，其中所含流質，凝結之後，成爲石壁，環峙山頂，能將發出之熔岩或石礫範圍於內，不使流散，而成一堅硬之體。
- 四 當火山頂漲成甚高時，其旁裂縫，亦各能輔正火口噴發物質，是爲旁火口。
- 五 凡噴發時，苟有一旁火口不能合力噴發，則其口必不能存。蓋火口或他旁火口噴出之物質所淹

沒也。

六 凡火山蓄而不宣，越時甚久者，必有一次劇發；若其山爲靜發，則其頂必因之消融失陷；若爲暴發，則其頂必被轟去，又必盡傾其腹之所藏。且火山劇發之後，其頂必裂縫，袤延至數英里。

七 大火口中既經噴發之後，又能於其內漲成較小火口，更於其內又生更小之噴火口。無論何種火山，其噴火口之四周，往往護有保障，蓋卽原有大噴火口之遺墟所成也。

第四目 火山之種類

火山之分類爲三：卽一馬爾式，二富士式，三瓜哇式。

一 馬爾式之火山：僅噴發其物圍繞於漏斗形之穴，此爲火山之初階。當其水蒸氣或瓦斯達於地面，沖開穴口時，活動之力卽行停止。

二 富士式之火山：佔火山之大部，每次破裂，其噴出物堆積於噴出溝之周圍，成一圓錐峯。

三 瓜哇式之火山：其被覆面積比較甚大，山之傾斜程度甚緩。此式火山，全部成由熔岩所成，

如山得衛姿島 (Sandwich) 之滿拉羅 (Manna Loa) 及啓羅亞 (Kilauea) 二火山，又日本彭
嶺島。

火山之構造，分爲單成火山與複成火山二種：單成火山，如富士山，僅一個圓錐峯之謂也。

如圓錐山位於火山之中央者，曰中央圓錐峰，位於山側或山麓者，曰旁圓錐峯，或寄生圓錐峯 (Parasitic Cones) 複成火山，因古來活動之中心時常變遷，舊噴火口內更成新噴火口及新圓錐峰，例如日本淺間山，阿蘇山大島三原山陸中駒岳等。有中央圓錐峯，其周圍每環繞一重圓壁，名曰環壁 (Cerre)，往往亦有二重；其環壁之外緣，名曰外輪山 (Somma)。外輪山與中央圓錐山之間，有環狀或馬蹄狀之低窪地，名曰火山丘 (Patio)。蓋火山活動，一時中止，其火口受雨露之曝沒，無不風化崩壞，漸向火口之內塌蝕，厥後忽又噴發，發生新圓錐峰，此即火山丘也。

火山最高噴發燈岩時，因壓力過重，往往旁決，成多數小口，各具有流質，厥後其口漸成圓形，物質亦能自其中出，名曰旁火口。日本富士山共有旁火口三十餘所；意大利西西里島之野度那山，共有旁小口二百餘。

火山高而且大者，如意大利之威蘇維斯山 (Vesuvius)，拔地高至一千三百米，日本富士山三千七百八十米，墨西哥之哥多拍雪山高六千米，其火口直徑約有三千餘尺，而熄滅火山則有二英里餘。

第五目 火山之活動

火山之噴發劇烈者，不過暫時之情形。未有永續長期之噴發。其活動有微弱者；有時亦間斷或爲極烈

；有方燄者；有已熄者。其已熄者，有歷百數十年未嘗噴發，不過記憶其痕跡耳，亦有時時復發；例如意大利之威蘇維斯火山，西歷七十九年以前，完全熄滅，是年忽又爆發，埋沒漢古蘭與伯彼二城，自後不時爲患；邇來除第十四世紀至十六世紀約三百年睡眠時期外，其噴發或強或弱，殆無間斷，現成爲世界有名之活火山。西歷一八八七年以前，日本磐梯山僅有溫泉之名，次年突然爆發，亦成爲活火山云。

由上以觀，火山活動，有旺盛時期，有衰弱時期，有睡眠時期。因此活動狀態，可將火山分成三種：

一曰活火山 (Active Volcano) ；二曰睡眠火山 (Dormant Volcano) ；三曰死火山 (Extinct Volcano) 。

火山噴發之物質：氣體，液體，固體等；而氣體大抵以水蒸氣爲主，約有百分之九十九；然而最近學說，謂此水蒸氣，非全由噴發本源而來，一部分確由地面之水滲入與所昇之熔岩接觸，則變爲水蒸氣也。卽此水蒸氣其出路亦不明瞭，確由本源噴出之氣質者；有阿摩尼亞，硫化氫，硫酸，鹽酸，綠氣，炭酸，沼氣，輕氣，淡氣，蠶酸，鹽化鉍，鹽化鈣，養化炭，綠化鈣，蟻酸等等。

但此等氣體，並非同時噴出；例如最高溫度（攝氏五百度以上）時，則綠氣及其化合物噴出；溫度低，則鹽酸阿摩尼亞硫酸噴出；溫度再低則炭酸，硫化氫噴出；遂於最低之溫度時，則又阿摩尼亞，輕

氣噴出。

當火山噴發瓦斯及水蒸氣時，其形如烟。

第六目 火山活動之種類

火山活動之種類，不僅關係強弱；即噴出物，亦有差異。其最強者，俗稱破裂噴火，以噴發之程度，分爲兩種，卽一爆發，

一靜發：火山爆發者：轟然爆鳴，山谷振動，四處響應，悽然動人。其噴出多量水蒸氣及瓦斯，並有砂礫等消雜噴射，濃煙蔽空，時達數哩或十數哩不等，隨風飄蕩，莫知所止。甚或翳蔽空中，白晝暗夜，一受水蒸之氣摩擦，則生電光雷鳴；及夫蒸氣凝結，下降如雨，中雜火口噴出之烟灰以成泥流，或山頂載有積雪，猝爲融化，勢如百練瀑布，一瀉千里，附近人民，動遭浩劫。如一八七二年四月，威蘇維斯火山破裂，物質拋上約達四哩，水蒸氣在空中呈白色，灰砂石彈現黑黝色，黑夜中赫放光明。又如克拉加度阿火山 (Nebelhorn 在爪哇與蘇門達臘中間森大 (Sunda) 海峽)，其已熄滅垂二百餘年，忽於一八八三年八月，突然猛烈爆發，全島大半盡被破壞，震撼二百餘里，其噴出灰量，有約八千一百八十立方尺，殆擴散至於一千三百方里；而舉大之石，飛出十里外，細微之灰質，騰空飛舞於數月之久；而歐亞及法國之北部，夕陽西下時，成爲紅色。當爆發時，海潮漲高至一百二十尺，襲入內

地，數村盡爲淹沒，溺死者達三萬六千人；全世界氣壓爲之變動，至一月有餘。又如一八九〇年，日本磐梯山爆發，由火口噴出土砂，化成泥流，奔向流至山之北麓，成檜原，小野川，秋本三湖。最近一九一四年一月，日本櫻島火山破裂，灰塵飛騰約達一萬八千米，四處瀰佈，成張傘狀，粗大砂礫，密密降下，至白晝不辨咫尺；遠距一千公里之東京，塵砂降下如雨云。

火山之靜發者，其發出之質，祇爲稀薄熔岩；如瓜哇火山及伊豆大島之三原火山。由是以觀。爆發之是否爆發，恒視其熔岩與蒸氣之分量爲判定。

噴發最微弱者，不過噴出水蒸氣或瓦斯而已；此類噴出之路，名曰噴氣孔，不得謂之噴火口也。

火山爆裂，因由地下蘊積瓦斯熔岩次第升騰，至緊張達至上層壓力不能抵抗時，遂爲爆發。但瓦斯熔岩次第上升，地面上已成受多少影響，故在未爆發以前，常有地鳴，地震，山崩水溢現象，是爲火山爆發以前之朕兆。總之在未爆發以前，時常地震石裂，溫度變遷；迨至爆發，則瓦斯猛烈噴出，蒸雲冲天，塵雨四散，景象悽慘，損害鉅烈；至石塊熔岩迸流四射，盈山逼谷，如瀉洪濤，是稱爲衰退之時矣。

第七目 火山噴出之熔岩

熔岩者，由矽酸鹽物熔融液體所成之最大結晶。若矽酸富足，其熔岩則濃厚；反之矽酸稀少，如水如

油，則熔岩亦極稀薄；至溫度則有種種之差異，大抵由千度至千一百餘度耳。其所流出之熔岩面，亦隨地流出多量之蒸氣或瓦斯，時或數年不止。火山噴出之物質與瓦斯，受分解反應，生成氣體，再凝結而成固體，以食鹽與矽砂爲最多。

熔岩之流出，如熔融玻璃；而流出之速率，視其熔液濃薄，與地面高低及押出分量多寡而定；例如地面低窪，稀薄熔岩，則其流動最速，每小時能行二十至二十五英里，漸冷則漸凝結，初似柏油，繼似瀝青，流行速率至是亦減；最後變爲硬質，止不復行。

熔岩流行，其質甚柔，外部冷凝，速生硬殼，而內部流質輒穿殼流出，其跡殘留，成爲固結熔岩之空穴，因名之爲熔岩隧道；富士山之人穴，風穴，卽此之謂也。此種隧道之頂，易於陷墜，若或完全陷沒，行卽變成溝渠。

固結熔岩者，本有多少蒸氣潛匿其中，外觀種種不同；如角礫形飴流形渣滓形等。蓋含有多量蒸氣之熔岩結實以後，形成多角；其含蒸氣少者，則如飴狀；若其分量居二者之間，結實以後成渣滓狀；日本富士山所產則爲飴流狀也。

又熔岩之薄面有無數細泡，細泡破裂，遂伸引細絲毛之熔岩，名曰火山毛，爪哇山甚多。

第八目 塊狀與鍾狀之噴出

以上所述之現象，乃層狀火山之現象。而圓錐形火山者，則由噴出物堆積於四方而成。此火山岩之堆積，名爲塊狀噴出。然與層火山特異之點甚大；其岩石多結晶質，成無灰砂礫等物質。且層狀火山之噴出物四方堆積如輻狀，而岩石堆積於高台，周圍無一定形狀集於一方爲主。此種形狀之岩塊，非由管狀之噴出溝，而由長裂罅流出，其所流出亦不可信爲純濃厚之水餉。因此種岩石，非含蒸氣太少，且反因蒸氣太多，爆發力大，岩石致成粉碎，以築成圓錐形之火山也。

此種之裂罅噴出，今以阿蘇拿度島爲最盛，當第三世紀則爲全世界最盛之期也。
火山岩之形狀多如鐘，亦有形如饅頭者；如日本之備中彌高山是也。

第九目 海底火山與火山之毀滅

火山之破裂，不僅陸上爲然，即海底亦頗繁有，而人多不知耳。其噴出多量之物質，堆積如山，拔出海面；如一七九六年，北太平洋白令海 (Behring Sea) 中火山破裂，告成一長約二哩，高約千尺火山島，名青漢僕古斯洛，(Johann Bogslaw) 今尙存在。又如一九〇五年，日本南硫黃島之東發現斷島，即海底之擁出也。此島高四百八十尺，周約一千四百四十尺，後被潮沖浪洗，逐漸消滅；忽於一九一五年復又發現。日本國家頗多海底噴出之火山島；最著者如伊豆大島，八丈島，澎湖島等是。層狀火山噴出期間，能維持山形；其消滅者，因雨霽之力，漸次破壞。而凝灰岩之灰，砂，礫等質所

成者，毀滅最易。故此類物質愈多，其崩塌愈速，火口之四壁遂亦缺裂，火口內之水向山麓流行，此種水路名火口壚（Baffico）：例如日本之早川是。或大水泛濺火山，破壞更易，甚至火山之形勢完全消滅，此名火山壘：如地中海之三托林，日本之澎湖島，妙義山；但妙義山崩塌甚速，因之火口位置不明也。

第十目 火山之數與分布

據最近之調查，世界火山仍時常噴發者，不過四百座，而熄滅之數較現存者約十倍以上。

火山分布頗為不同，某地頗多，或某地全無；大抵赤道地帶火山最多，由此愈進南北，漸次愈少。通觀火山之分布，多據海中之島嶼，或大洲之海濱。太平洋儼為火山之大劇場，海面之火山島，星羅棋布，而深距內地，遠離海岸者甚罕見焉。其離海岸五百餘英里內者，僅亞非利加之東部，及滿洲以北之火山而已。最大火山帶者，厥為太平洋之東西南側，其西即東亞長有八千餘英里，噴發火山共有一百五十餘座；其東即美洲約有一百餘座。第三火山帶為大西洋之中部，貫於南北。尚有第四火山帶者，起自歐洲之地中海，東至亞深間，西至印度，墨西哥，橫連地球之大破綻線。

火山線者：一部為直線，一部為弓狀之曲線，或數線並行，但此等火山線分歧相湊，又相橫切。大概火山線與地盤之構造有密切之關係，普通與大斷層或陷沒帶相連。由此觀之，可以下說為斷定：「地

底之熔岩，自開通路，不關噴出於地面，亦不問其爲現世界所生及前世界所生，而大部分以地殼之破綻線或弱地帶產出爲限。」由上說以推察，則太平洋周圍聚集多數之火山者，良以太平洋爲世界最大之陷沒地也。

第十一目 火山活動之原因

火山何故活動，其原因不可不說明；惟學說紛紜，莫衷一是。據普通之學說：活動者乃地底熔岩當漸次冷卻凝結時，其中瓦斯分離，噴出地面，火山於是乎出現。此說之外，又有地殼壓迫說：即地球冷卻收縮之結果，地殼與地心相近，此際熔岩之部分，圍繞地心，受其壓迫，急激的促其上升也。

第十二目 舊噴出岩與接觸變質

熔岩流之組織；就其表面，如渣滓狀，多孔狀，玻璃狀等；其實底下密緻，且多爲結晶質。而其組織，視岩石固結之地下深淺及凝結之遲速爲判定；至若地面附近岩石之凝結速度，以岩石中逸出蒸氣或瓦斯之多少爲衡；蓋以此等物質逸出愈多，則收去之熱量愈廣；若在深地底中，此等物質，亦不能速於逸出，而凝結遂遲。故有成爲渣滓狀，玻璃狀，斑文狀，或成爲完全結晶質。由此差異，故今之岩石，大別爲深成岩，（多少深地底凝結者），及火山岩亦名流出岩（流出於地面凝結者）。接觸變質者，即沈澱岩，受噴出岩之貫通，由此中所生之物質變化者也。

此種變質，其深成岩發生與流出岩發生者，性質迥異。其由流出岩發生者，謂之青性變質，須受高熱作用為主，故岩石或燒熔，而石炭化爲焦炭（焦炭）也。其由深成岩發生者，謂之水熱變質；其變質頗速，不僅變化礦物分子的結合，或新造他種礦物；例如石灰質之岩石，變爲結晶質，同時亦含有種種矽酸石灰礦；如「別須武石，柘榴石，卓石」等石。又黏土質之岩石，其中發生點狀小礦物，而變化如果實狀岩，及節板岩等；有時又變爲塊狀之角岩。以上之變化，必由於噴出岩接觸而至有距離間而起。

第十三目 中國火山

我國境內，久無活火山；然死滅者，內地南北遺跡甚多。但死火山中，或間亦破裂，第熱度薄弱耳。踪其界線，可分南北兩脈；南脈則自馬來半島，逆行橫斷山脈，以迄於四川，西藏間，其東經南嶺西麓及雲南，貴州，廣西，湖南，江西之交，盡界於福建，與澎湖，台灣，相接續。北脈則沿蒙古南邊出入長城，西迄於天山西麓。東北循興安嶺渡黑龍江，以接堪察加半島。就中噴口，燕晉間盛行北魏以前，秦晉間盛行於南宋以前，嗣後雖漸熄滅。然在元明間，山西之大同，翼寧，陝西之華嶽終南山及狄道縣，甘肅之成縣，四川之印嶽山，安徽之霍山，江西之廬山，及福建之邵武。山東之隸州，曾經爆發；以大同爲多，華嶽終南且烈，霍山亦隕石數里。而黑龍江之察哈爾嶺，熄滅不過百年，繼

顯之戈壁，時或亦見烟燄，川邊之打箭爐近年亦爆發耳。其遺跡可考者；如長白山之天池，慎藏與新甸交界間之火燄山，以及各省溫泉，乃舊日噴口與火山之遺跡耳。

今世所存者，如四川之自流井等處火井，及印嶺之火鹽井，「以本井之火煎本井之水」不但無害反利用以煎鹽；貴州西南之魯魁牢山中，現時尙隱時見焉。

第三節 地震

第一目 地震之原因

地震之何由而起，各國古代皆有迷信的解說：如我國俗謂鯨魚翻身，日本以爲巨魚，印度以爲鼠竄動物，南美以爲鯨魚，北美以爲大龜。我國先賢又以爲陽失而在陰下，獲罪於天，降此五行災異，歸咎於帝德失修，宰輔濫制，常思有以籙之，以答天怒，最爲不祥之事也。老子曰：「夫天地之氣，不失其序，若過其序，民亂之也。陽伏而不能出，陰迫而不能升，於是地有地震。」「今西周三川地震，周將亡矣。」是以陰傾陽而訓地震也。蓋地震潛伏，其理至深，僅知瀆山西崩，洛鐘東應，而不知崩應之所以然；故以陰陽之解釋，不足以言科學也。而創此科學者，乃近五十年前始以學理推考；立此基礎者，爲西人毛賴脫氏也。

夫地震之起因，雖極複雜，然據地震學家歸納其總原因有二：即（一）起於內生力地殼之收縮；其所

生之結果，即「地起斷層」，「地盤一部下陷」，「火山破裂」(二)起外住力物質之移轉；其所生之結果，即「海底墊高」，「一部陷落」，「一陷隆起」，分述於下：

關於內生力者，緣地球運行於空隙，發散其固有之熱；則地殼逐漸冷卻，而起收縮狀態。其收縮也，外部最爲急劇，入地漸深則漸遲緩。是以裏外收縮之力極不平均，後經一種上壓力與橫壓力，或地勢傾斜過甚，促其變動，則地殼遂生，「裂罅」「褶曲」「沈降」「隆起」諸現象。且地殼構造之岩石，不能隨處齊一，與各地形勢之有高低，而所生之結果，亦有差異。每有多數區域，迭次發生地震，或有經若干年代不受地震災害者，視其位置爲定。其位置於地震帶者，每經一次地震，其地殼雖復成平均狀態，而仍含有多數弱點。久之地殼又有變動，地震又起，成爲循環不絕之地震也。反之位置於地震帶以外之安靜部分，則地殼經無數年代，其間亦含有多少弱點，間亦發生地震，乃屬偶然之事，其力亦甚微弱也。惟就世界地震表記錄及報告，而加以推闡，則地殼變動不外乎下列三項：

(一) 地殼沿垂直線或斜面所起之變動，其兩側面之岩石發生上下移動，或水平移動，隨層地震，即基於是。

(二) 地殼內生裂罅岩塊，因之變動，岩由上側而向下側崩塌，即成陷落現象。

(三) 火山爆發，其勢向四周傳播，射出熔岩於山側，則地面遂生震動；距火山較遠，則強度亦從

而遞減。故火山震動區域較爲狹小。

關於外生力者，乃風與水二者風化作用，使陸地因之剝蝕，河口海底因之堆積。如美國之密失希比河，印度之恒河，中國之黃河揚子江，珠江等，其流域遼闊，恒將多量之泥沙，搬運入海。此物質遷移之顯著者，恒與陸地之過高及海之太深，往往受其作用。蓋積之既久，則海底逐漸墊高，其結局與加一種下壓力於海底及上壓力於陸地，幾無所異。於是地殼之一部分，或一彈物體，遂有一部「沉降」，（因地底之負力不能抵抗壓力），其鄰近必有一部「隆起」，（因橫壓力被擠上湧）。則地殼既有變動，遂發生地震，自是當然之理。時有地震往往起於新成之平原，印度恒河之孟加拉灣，及美國密失希比河流域之地震，大都因此原因。而被震浪波及之區域亦甚廣，但其地下之變動，則屬於局部性質，與山脈或列島之爲弧形者，甚有關係。有時或竟非常蔓延，且能成一地震帶也。

第二目 地震之分布

地震之原因，既如前述，而地震之分布，與地形地勢亦有密切之關係。今就吾人所居地球之表面，加以推察，約分爲二大區域，試述於下：

一 爲圍繞北冰洋之土地，即亞細亞，歐羅巴，北亞美利加三大洲之北部，地形偏平，江沿海岸無大山脉，地勢緩慢，因之地震稀少，或竟絕對不發生地震；故地球之西區爲最安靜之部分也。

二 爲圍繞太平洋沿岸，及橫渡歐，美，中美之地中海北岸，地形傾側，爲地震恒有之區域，稱爲地震帶，常發生劇烈地震。

太平洋含有特殊性質，不但海深，且沿岸多有大山脉峙立，地勢急峻。卽亞美利加西岸，海深約七千六百公尺。其連接海岸之安坦斯山，高至六千九百七十公尺；山高與海深之差，爲一萬四千五百七十公尺。其迤西與日本之東岸相接近者，海深約達八千公尺，爲世界最深海之一。故自日本之本洲東北至于島東南山脉，與海深之差，高低大相懸殊；亦可知其地勢之參差，達於極點。其由台灣，跨印經，而至地中海北岸之地震帶，既不盡爲海之深。然印度之廣大平原，驟然有屹立九千數百尺之高山脉，實足以表示其地勢急峻。要而言之，亞美利加之地震帶，自南美之智利，秘魯，經由愛塊篤，哥洛比，（二共和國）與墨西哥，合衆國，西部及阿利斯等處相連；地形爲南北向，略與子午線并行。歐羅巴亞細亞之地震帶：在亞洲者，由中國之南部台灣，安南，緬甸，印度，阿夫，格尼斯坦，土耳其斯坦，波斯，小亞細亞，高加索，等處。在歐洲者，爲土耳其南方及希臘，意大利，南部均爲接連地震帶，其形略爲東西向，與赤道并行。就地震帶形勢而言，大都爲地球上之大褶曲，或大裂縫，火山，存在之所。今地震學家，統計世界地震爲十分：地中海約居其五，太平洋沿岸約佔其四，則散布於非地震帶者，僅一分耳。

第三目 地震之強弱

欲究地震之強弱，與損害之程度，須視地震區域之大小，及震源之遠近而異，茲就地震表記錄大抵分為十級於下：

第一級潛震：每日震動不斷，但人不能覺，即地震儀亦不能測定也。

第二級微震：其震甚弱，地震儀雖能測知，普通人不能感覺也。

第三級弱震：天籟寂靜，咸能感覺；且其方向與靜力，苟稍加以注意亦能知之。

第四級輕震：震動稍強，凡移動之器物，咸能移動，屋脚與床，似有音發，戶間能自閉之。

第五級和震：除凡固定之物外，咸能搖動。

第六級強震：屋宇撼動，墻壁稍生破縫，掛鐘停擺，睡眠時能驚覺之。

第七級劇震：凡移動之物，咸能自倒，屋瓦飛落，震勢驚恐，有損害之地震也。

第八級烈震：又名激震；烟筒倒塌；墻壁裂縫。

第九級大烈震；凡建築物，都能倒塌而破壞之。

第十級最大烈震：乃極劇烈之地震也；不僅屋宇倒塌，即器物亦能飛擲空中，地層裂解，湧泉突出，山岩崩塌，地殼下陷或隆起，人畜受極大損害，滿目淒涼。例如明史所載嘉靖三十四年；（一五

五五年)山西陝西河南地震，華嶽終南山如雷鳴，地裂泉湧，平地突出山阜，城郭廬舍陷入地中，歷死官吏軍民八十三萬有奇。一九〇八年，意大利之滅斯西拉(Messina)地震，死三萬人。一八九一年，日本濃尾地震，倒毀屋宇二十三萬二千戶。一九二三年東京地震，死十三萬八千二百八十二人，損失總額一百一十五億二千萬，皆世界稀有之最大極烈之地震也。

第四目 震波之傳播

地球之爲物，據物理學言之，則爲一彈性物體，雖非地震，常有微動，或爲傾斜動，殆無間斷。地質學家芬鐸路脫氏，謂地球每日須有多次震動，故有彈性，似有物撞擦，因撞擦而生一種浪，如投石水中所起之波浪是爲震浪，(Waves)其起點處，謂之震源(Hypocentrum)，撞物而出，蕩蕩四周，成爲球形彈波，迨達及地面，則更蔓延成圈。震源所生之浪與傳播地面之浪，其速率不同；尋常速率，視其震源距地面之深淺與其所經之處石質鬆密剛柔而異；大抵震源較深及石層堅硬者，則地中之速率較地面之速率爲速。前者每秒鐘之速率爲七呎至十四呎；後者爲三呎。其公式列之於下，

根據大森氏之法， x 爲距離公里數， y 爲初期微動第一段延長之秒數，如：

$$X = 7.27y + 3.8$$

此公式僅能適用於較短距離，如距離在二千公里以上時，則改用下式：

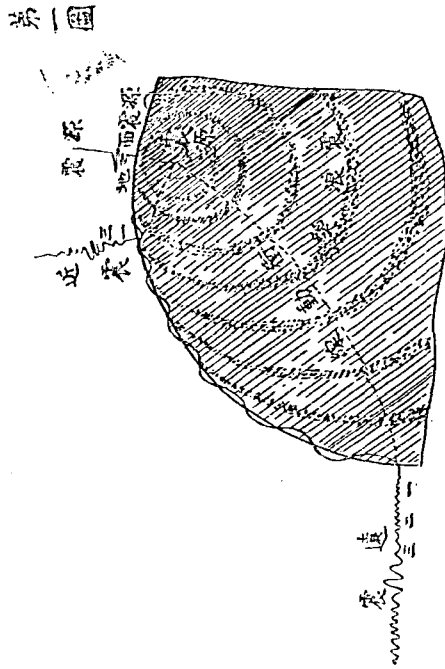
由震源震動最遠達於地面之一點者，謂之地面震源。地面震源初發，散成一小圈，繼成一較大之圈，遞傳遞大。人在任一點，受此震波之感觸，乃覺地震也。

由地面以下，地底震源以上，至成震波，地面震動與其周圍形成垂線，而此地播行他地，則成斜線；是以斜度愈遠愈強，至震源所播之波，至於極遠，則成水平線。質言之，若地震為上下震動及水平震動者，恆視震波達於地面出射角之大小為定：設出射角與地面震源成為直角，則其達至此點，漸次減少；惟震動最強之時，殊難測定，亦無此種之現象。由是愈遠，震動漸次衰弱；如距三百一十一英里時，而人亦不感覺其為地震也。但其震波播行遠處，不過須由地震表測定，始能略有微震，所謂微震波是也。若劇烈地震達於微波時，必蔓延世界全體，名為世界震也。

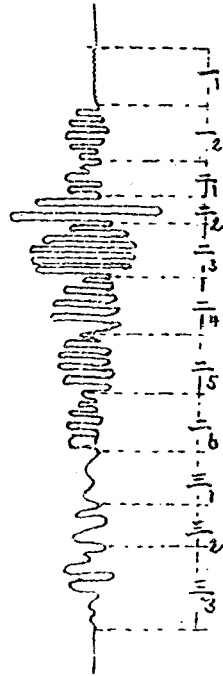
第五目 震波之進路及震動之種類

由震源起，震波播於四周之路徑者，先暫咸以為依直線而進行，迨至今日，始知非以直線而實為曲線；此因岩石向於地心，增加其彈性之所致。即如第一圖「所示之衝動線穿通震波線是，」地震表所測定地震之形狀，如上圖所示，故知地震初起為弱，至中為強，終時又弱。由此別為三種：最初為「前震」。(Preliminary Tremors) 中為「主震」(Main waves) 最後為「後震」(End waves) 也。例

如第二圖前震之週期甚短，其幅亦甚狹，內又細別為二段，後半較前半之幅為廣。主震之幅最廣，週期且長，又細別為六段。後震即主震，由強漸弱也；其週期甚長而幅之廣狹不定，又細別為三段。觀圖自明，毋庸贅述。總之震幅愈大震動愈強，週期愈小震動愈速。



第二圖



震後(三)震中(二)震前(一)

震期初(一)

由震源發出地震，其地面震源附近之地震，名曰源震。由此稍遠之地震，名曰近震。極遠之地震，名曰遠震。再視第一二圖，則遠震之內分初期震動，主要震動，餘震；近震亦可分為三震，而無初期震動之二細別。若源震者，無初期震動，而初期與餘震二震則在似有似無之間也。

第六目 震源之遠近深淺及震域之形

由地面震源以觀測各點之距離；即遠震亦可知其精確。蓋地震由震源之距離而生強弱也。

震源之深度，迄今仍未知其詳。近來施種種方法以推定，大約最深六十二英里；即震動達於地面，如一九一七年六月印度地震，其深度為四十五英里餘。一九一一年十月日本濃尾地震，其深度僅五英里餘。蓋地震之強弱不特關係震域之廣狹，即震源之深度亦有密切關係。其地震最強者，所觸之地方固廣，其震源之深度，亦必增加；例如一九一一年，日本濃尾地震，所觸面積計三十萬方里。一九一三年鹿兒島地震，所觸面積較上不過十分之三；前者地震強猛，震源頗深，後者地震微弱，震源亦淺。世或亦有地震猛烈而震源淺者，足知地震與震源深淺之關係也。

震域之形狀，約分三類，分列於下；

- 一 中央地震：聚集地面震源之一點，旋轉播蕩以成圈也。
- 二 線狀地震：又名單軸地震，由震源發一長形之震軸，再由長形之軸旋轉而成橢圓也。
- 三 多軸地震：發出多數震軸，成不整齊之形狀也。

第七目 海底地震

既有陸地震動，而地球四分，水佔其三；則地震之發源於海底者，亦當不少，故特名為海底地震。自震源發球形之波，游散於四周，漸增漸大，及於海底而發為圈形之波，亦漸為增廣。復經海中，巨浪衝突，浪圈之起，愈肆愈廣，直與大陸之濱相薄。當震動時，其地面震源常上下升降；其降也海水

凹成潭，其升也海水直立。若極劇烈海震，則海水沸騰，其體積之大，往往甚廣數百英里，高至五六
十英尺；航海遇之摧破，重物能騰飛空中，大砲跳躍不止。凡浪衝突之境，靡不爲之掃蕩，其慘狀猶
如陸震！

例如一七五五年十一月一日，葡萄牙京城里斯本(Lisbon)地震，其震源距海濱約一百英里之海底；
其時震浪先至，屋宇亦即倒塌，逾二十分鐘，海中巨浪，忽然翻起，高至六十英尺，全城頗如飄入大
海，而魯提士，愛爾蘭，那威，及西印度羣島咸爲之波及。一八六八年，南美之秘魯國地震，其震源
距海濱甚近。僅五分鐘，巨浪已湧上大陸，高至六十英尺，澳海地方盪洗一空，船隻湧帶上陸，擱置
於高坂。浪之所及，南逾哥肯波，北至舊金山，西南至奧大利亞之紐西蘭，西至夏威夷羣島以至日
本；太平洋之境，無不動盪，若無大洋爲之阻隔，則竟能波及全球矣。

一九二三年三月二十四日，午後九時四十六分，太平洋海底地震，日本大阪氣候觀測所之地震表，受
其感動。其記錄最大之震幅，南北爲十五公厘。東亞爲五公厘，下野所長測定在太平洋沿岸之海底起
有深溝——在地震學上稱爲弱線——此次太平洋所起之弱線，沿北美西岸而北上，經柏林海峽南方之
亞流裏羣島與日本並行，以至於台灣。本年自二月起至此次止，計太平洋所起之弱線，共有四次。此
等弱線，若起於大陸，則日本島國之人畜，悉爲魚矣。

海底地震，所起之弱線，若近於海岸，亦能波及大陸，發生地震海嘯；例如一九二二年，南美智利之海嘯。日本寶永四年十月四日記州沖之地震。安政五年十一月四日遠州灘之地震；同月十五日之四國沖地震，均受海底弱線之影響，同時發生海嘯。此弱線通過於日本之沖積層，為世界第二深溝，發見此深溝者，為之命名曰。「塔斯喀羅那海康」，其深達四千餘尋，此等深溝，蘊蓄既久，將來又為海底地震起因之一也。

海底地震之現象，既已詳述。今姑就海底地震所起之海嘯、而論其概略，不難以種種事實推斷，試例於下：

一 海底斷岩之崩落；若所崩落之岩石，體積過大，則海水起極烈之動搖，同時與海底面撞擊，發生非常之聲響。

二 海底陷落與隆起或裂罅；則海水起極劇烈變動，形如峯巒起伏，若地震之中心點，在海底不甚深處，或距岸不遠，則所生之海嘯，尤為激烈。

三 海底火山破裂；海底及海濱地方，火山爆發，更足以促海水激蕩，發生海嘯，波及於海岸大陸，尤為迅速。

四 陸地震動及火山破裂；若震源離海不遠，亦能起劇烈變動，發生海嘯。

據上述推論，因海底地震，及火山破裂，發生海嘯，波及於海岸陸地，其高低之程度，大都與海岸線，頗有關係。海岸灣曲有成港灣且向外，開展地形中間後內凹；若海水由淺而深，則沿岸水可驟然漲高數十尺，反之海岸係屬直線而海水甚深者，則激烈之形狀，較之亦弱。按暴風急雨經過海洋，氣壓過低之時，則潮浪起伏，雖程度之有高低，與地震海嘯現象則一；其不同者，前者由漸而起而伏，後者驟然上下震動；如火車行於分歧軌道，如上下震動無異，吾人旅行海洋，則屢驗不爽也。

海底地震，其震波之速率，不及陸上震波之速；而較平時之海浪，則為其速；每小時計行三百七十英里；至其浪基之廣狹，視其擺動所需之時間為定，可由上述公式方法以計算之，其結果浪廣，凡二百零三英里。

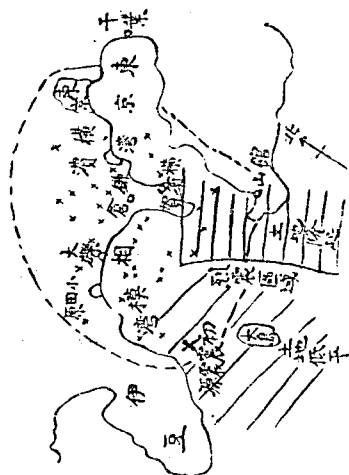
第八目 地震之作用

地震之作用，能使地殼漲縮及地形變遷者；如蘇皖間之洪澤，丹陽兩湖，蘇魯間之微山湖，蘇之逃浦尚湖，皖之巢湖，直之灤州雞鳴山池，滇之滇池洱海馬草諸湖，以及太原至蘭州間之諸土坑（大如池沼）咸因昔日地震下陷之所致，此陷落之地震也。一三二五年，元史所載甘肅成紀縣地震，北山南移十餘里至西河川，平地突出土阜，高者二三十尺，陷沒廬舍。一八一九年印度地震，有縱三十英里，寬十六英里之沙洲，驟然漲高十英尺，同時附近有面積二千英里之片陸，完全陷沒，成為澤國，此漲

高及陷沒之地震也。一三〇五年山西懷仁縣地震，地裂二所，泉湧盡黑，漂出松柏朽木。及民國十年廿肅固源地裂巨罅。一九〇六年，美國桑港地震，有與海岸平行長二百餘英里驟裂巨縫，寬達二十三尺，此裂縫地震也。

地震之作用，不僅能使地面陷落。裂縫，隆起，山移，及海底變動海嘯而已。其震浪波及之附近，火山促其同時暴發，有互相因果，（或火山先發促進地震）助紂爲虐，震區因之擴大，烈度亦因之增高，其餘震能延至一星期以上；例如一九二二年十二月，南美智利之阿比西波，西南之伐爾拉地震，山崩嶺裂，地殼生成圓孔，噴洩泥水及氣體。海潮暴漲高至一百八十英尺，大陸成澤，使四十噸船隻，擁上隴阪。一九二三年九月一日，日本東京橫濱一帶地震，同時富士山形變動，及伊豆大島火山暴發，其結果使陸地裂縫，陷落，隆起，及橫濱港口變動。據中央觀象台中村博士，實地測勘，證明震源起於相模灘之西南部；因其陷落與反動，及於湘南地方甚巨，其三浦，房總，兩半島，於一面土地之隆起與陷落，其隆起之程度，爲大磯江之島館山方面約三尋，陷落之程度，在大島約四尋，最激烈者，爲神奈川縣之厚木，平塚，地方。餘震恐有一星期之繼續云。地震作用之大小，雖視震動之強弱，及其所發之方向爲定；然地質鬆疏，亦能擴大區域，反之地質堅硬，亦能阻礙其進行也。

第三圖



第九目 地震之推測

地震乃地球本身之內部含有極大之弱點，常受外界日月之影響，促其迅速發動，其關係最大者，莫若太陽。蓋太陽電氣最活動之時，一年以夏季為烈，一日以正午為盛。故太陽電氣活動最盛之時，發生地震，甚屬罕見。不僅此也，太陽有「吸力」與「抵力」；設使太陽僅有吸力而無抵力，而周天之行

星，則被其吸入與太陽合體矣；而八大行星仍能依軌以運行不與太陽合質者，厥惟太陽之有吸力抵力作用，「相吸相拒」使之「不即不離」，各依軌道毋許傾越也。要言之，太陽吸力達於微末限度，其抵力「並不因吸力縮小之限制」，是地內之弱點，一方「受吸力縮小之影響」，一方又「受抵力之促進」，故地震多而且烈。

太陽繞地球以運行，逢朔望太陽藉太陽之力，以攝引球，二力相加，而地球被日月之吸力亦增，故新月及滿月地震較少，反是則多。

日月攝力最大之時，吸住地殼，不使下降，而地內存在之弱點，綏延其發生。反之地殼之降力大，而地底之負力薄，適當日月攝力小抵力大，則地震亦即暴發矣。是日月不能致力於地震，要之適逢其會耳。夫地球之大且厚，難窺全豹。日月之攝力，乃無形之物，非普通人所能知。今舉以淺顯之例以明之：譬以築堤於泥沙最厚之河灘，屢築屢陷，幾等於河灘齊平；後以最大之勁缸，鋪於河灘之平面，覆土於其上，建築成堤。其理乃藉勁缸之吸力，以增加地之負擔力，使河灘不再下陷，此乃我國建築舊學，稍具堤工智識者，類能言之。勁缸之力，竟與日月同功，惜國人未能發揮而光大之。

月被地球攝力以運行，本有互相吸引之助。其本身攝力，甚屬薄弱，無獨立左右地震之能，故逢太陽電氣活動達於最小限度之年，則地震多而且烈。法國地震學家那培摩洛氏，於一九二二年十二月間，

宣布其預測一九二三年，爲太陽電氣活動已達於最小限度，將有大地震發生；其測定區域及效果詳述於後。乃純根據太陽電氣活動力之大小，爲測定地震之發生與否，是爲普遍的推測。設欲將地震一科，亦如天氣預報之例，而爲確定之預報，及發生地點月日時，証之今日之科學，仍絕對之不能也。

據科學家以種種實驗，謂地球爲一大彈性之物體，在地勢參差不齊之處，恒有若干部分之弱點存在。而地質之有堅鬆，即地底之負力，亦有強弱。使上面之壓力不能平均；此不平均之壓力，涵蓄蘊蓄，經若干年後，達於極度，則地殼之一部，遂生震動；使其被震部分之高度，平均低降，於是乎地面遂生龜文裂縫，是其平均低降之証也。一九二三年日本東京橫濱地震，到處裂縫橫生，左右交錯，儼同龜背，深約六七寸。或一小部分有最大陷落及隆起，其名曰結構。其陷落之部，因上壓力加重，及橫壓力被擠，其下層軟弱之沙土，遂自行走動，一遇障礙，即行停止上湧，於是陸地隆起；如和麵盆，投以重物，中間下陷，四周隆起無異。迨地震結構後，前所謂若干部分弱點，消滅淨盡。再由各種原因，令其弱點，再行發生，積久再行地震，循環往復周而復始，洵屬事理當然。欲求循環之次數，恒視位置與地質而異。計各國地震，以日本爲最多，中國最少，德國次之。日本每年約有五六百次；每二年半平均有大地震一次。中國據史載二千四百二十三年間。地震僅九百餘次，平均每二年八個月地震一次。德國之拉印河流域，去今年間，計地震六百次，平均每十年地震六次。今世地震帶上之區域

，如美洲之西海岸，南美之智利，秘魯，等國，亞洲之日本，緬甸，安南，印度，以及南洋羣島，歐洲之意大利，葡萄牙，以及地中海各島嶼，在近數百年間，地震災害，循環不已。若加以精密統計，恍若有一種週期。即就一九二三年日本東京大地震，回想一八五五年東京江戶附近之大地震，二者相距六十八年，日本帝國大學地質學教授理科博士今村恒氏，於明治三十八年，著有地質學一書，序述震源離東京甚近，平均每一百零三年必有大烈震一次。今竟於今村氏預言提前三十五年，不幸逢適太陽電氣活動最小之年，促其提前暴動，不無原因。若就今村氏之所言，再加以物理上與事實的經驗及種種推測，未始無線索之可尋也。

地震乃自然界之一種暴舉，爲人力所不能抗；然科學進步，人能善謀，未始不可以避免，即或於事實相妨，亦可避重以就輕。日本四百三十一氣候測量所之彙錄，自明治八年至三十年止，計二十三年間，觀測震動之方向，八方之中，以東與西暨東南及西北四方向爲最多，任意以一地測定其震動之方向，無不以適與建築物相對。蓋物質文明日進，則建築物亦多層樓閣，增加地殼之負擔力，與地質構造，立於反對之地位，即無震源之潛伏，亦有岌岌可危之勢。試以百年老屋，其四柱及牆脚，未能於初建時之齊平如一，無不有傾斜之形勢。良以地經百年，無不有一部分參差低降，况震源潛伏其地乎？一九二三年日本東京橫濱地震，損害之巨雖屬天災，其大半亦人謀之不善，飽則忘饑，安則忘危，

不思避就，有以致之。

茲將一九二三年九月一日，日本東京震地之震源測定，爲「馬入川之右岸小田原之北」，「南北互生裂罅」其理由試列於下：

日本東京橫濱一帶之大地震，其損害之巨，爲世界有史以來，未有之損害也。據日人測定震源之中心點，議論紛歧，莫衷一是。今綜合各方觀察：以東京觀象台之觀測爲主，以岐阜，津，兩測候所之初動方向及志田順，小川琢治，兩博士之議論爲參考。據觀象台地震記錄模型推測，震源由小田原，附近成四十五度，向南北發生裂罅。「橫波」至橫濱東京，由此適成一直線以至甲府。次以賀茂，測候所之記錄，關於地震所受摩擦之修正，及島原測候所觀測爲參考：由東京觀測成東北十一度，距海岸二十五英里之厚木方面，爲震源之中心點。而神戶海洋氣象台，根據各觀測所彙錄，推定震源中心點，在相模灣右岸，厚木西部，小田原之北，似爲確切。

各測候所以其記錄模型，推測震源之中心點，各有差異：在濱松，湖岬，津，大坂^坂，神戶，京都，岐阜，松本八測候所觀測，由震源生「斜上撞突」。在長野前橋一關三測候所觀測，由震源生「斜下引吸」。反之在水戶測候所觀測，由震源生「斜上撞突」。自震源向松本，與長野之間，有「引吸」與「推壓」的境界線，略成一直角。水戶與一關之間，「引吸」與「推壓」成一直線。所以「縱波

「初動方向，忽轉換爲二線，與震源之中心點互略或直角，確與一九一五年五月十八日，天龍川中流地震初起時，偶然的方向與平行的裂罅，完全相同。

天龍川地震之震源頗深，又適斷睡之中，震源之中心點，不甚明瞭。其裂罅方向，略成十五度，靜岡附近，發生破毀。此次東京地震，由震源向沼津，熱海，小田原，東京，等處，成一直線；又自三浦半島至房州，成一直線。由此二破綻線，遂起激烈破壞。但此次震源不深，地上突起大斷層，南北向發生裂罅，爲一疑問。東京觀象台關根技師，推定地震之原因於下：

一 馬入川右岸南北斷層；

二 自神奈川，至八王子，沿鐵道線斷層；

三 浦賀水道中央向東西橫切斷層。

上述三個原因，是否關根氏個人意見，抑或觀象台勘查之結果，未經宣明。果是實地勘察，始發見三個斷層，則關根氏之主張，堪爲此次地震原因之證券也。

震源不深，地上發生斷層線，不僅單生裂罅，周圍並起不平均之諸「歪力」，或裂罅上下，或向裂罅平行，此水平亦伴有多少異動。既向南北起大裂罅，生大斷層，則自橫濱，至八王子，附近成一線，即與大鄉川或平行爲六十三度。若橫斷賀浦東西成一線爲直角，起二次之斷層，則關根氏所發表或勘

察之結果，在地震學上，放一大光彩。簡要言之；夫地震初起，卽生相當之破壞，續震乃破毀各地斷層及建築物；無論發生何項地震，欲爲精確之研究，甚屬不易也。

此次地震之震源，發生於陸地，所以橫濱，熱海，下田，四五處，發生海嘯，不過障海之小部分，程度微弱，仍因地殼震動而起上下波動，非大洋底地震，所起之驚濤駭浪於萬一也。

按法國地震學家那培摩洛氏，於一九二二年十二月預測一九二三年，爲太陽電氣活動，達至最小限度，將有大地震發生，其預測地點，爲西印度，中部亞美利加，日本，及東亞諸國，不幸事實竟證明那氏預言，熟謂科學之絕對無能也，今彙其證例於下：

一 三月二十四日午後七時，川邊鎮霍仁縣之達溝，斯木，雅德，宜拜，等處，道浮縣之孔邑，麻孜，等處，同時地震，火山爆發，約五六分鐘之久。

二 同日午後九時四十六分，太平洋海底地震，沿南北美兩岸直穿柏林海峽，之南方亞流囊羣島，介於日本之千島，與加拿大之大陸間海底，自二月至本日止，太平洋海底地震，共有四次。

三 六月二日午前二時至五時，日本東京地震。

四 九月一日午後十二時三十分至四十三分，及午後五時五分日本東京橫濱等處地震，海嘯，火山爆發，已詳載矣，茲不贅述。

- 五 九月二日午後九時十五分，甘肅固源猛烈地震，歷十分鐘，頗有損失。
- 六 九月十日午前四時，印度孟加刺之買孟新地方地震，人民逃出屋外。
- 七 九月十一日晚，湖北嘉漁縣地震，倒瓦店一所，死八十人。
- 八 九月十二日午後六時，吉林之長春地震一分鐘。
- 九 九月十四日，直隸高牌店地震，延及徐水，安肅，南安，三縣，人畜俱有損害，倒屋二百餘戶。
- 十 九月十五日倫敦電，大西洋中之亞索爾羣島，今日有數處地震。
- 十一 九月十六日午後三時，日本兵庫縣三方郡磯江村地方地震，地陷約五十町次第陷落，倒屋三十戶；十七日又生龜裂，倒二十二戶，穀倉十棟。
- 十二 九月十七日。印度柯拉省希加巴特西南七十里之布魯特地方劇烈地震。
- 十三 同日加州歐里加電，今日此間劇烈地震，初和緩繼增甚，同時火起。
- 十四 九月十八日瑪太爾電，（地中海小島）今日發生前所未有之劇烈地震，屋宇皆被撼動。
- 十五 同日亞細里島，錫古拉斯電「地中海小島」今日此間發生地震。
- 十六 九月二十日德黑蘭電，波斯之柯立桑省布拉德地方地震，數村被毀，死一百二十三人，餘震現時仍作，攝文地方亦有損害。

十七 九月二十三日西姆電，波斯之扣爾滿地方劇烈地震，第一次兩分鐘，此後九十分鐘遠震四次，房屋損傷惟，未喪生命。

十八 九月二十六日午後五時，日本東京方面，又生強大地震，氣象台岡田博士云：此係激震餘波，

震源附近，須有此項餘震，始能漸次安全。

十九 九月二十七日羅馬電，台爾瑪西亞州薩拉地方，今日略有微震。

二十 九月二十八日德墨蘭電，今日克門地方，地震數次，頗有損失。

二十一 九月二十九日午前五十五分，日本大阪神戶均有劇烈地震，仍上下動，現信中心據乃在附近。

二十二 同日日本台東地方於午後一時四十分，二時四十分，兩次地震，屋宇墻壁報載恐有損傷。

二十三 十月一日午後十二時九分。香港小地震，歷一分鐘。

二十四 十月十五日午前二時，北滿東路之雅魯車站地震甚烈，屋宇均受撼動。（查雅魯車站係屬俄路在中俄交界離與安嶺五十俄里。）

二十五 十月三十日馬尼刺電。菲律賓今晨此間有劇烈之地震，爲一九〇六年來所未有，旋北鄰各省亦有地震。

二十六 同日西班牙京城電。今日洛格羅諾附近有劇烈之地震，路生龜裂，石礦中發生硫磺爆發。

二十七 十一月二日莫斯科電，南阿齊倍乾之摩里干地方，今日有劇烈之地震。

二十八 同日意大利洛佛倫斯電。今夜十時三十分觀象台表示甚劇烈之地震，估計在一萬一千基羅邁當之遠處。

二十九 十一月五日意大利法安柴電，今夜觀象台表示由東北至西南一萬基羅邁當之遠處，有劇烈之地震，地壁搖動約三小時之久。

三十 同日加州加萊西哥電，今日印批里爾流域遭多年未有之地震，房屋傾動，牆壁多裂，玻璃窗碎，但無死傷。

三十一 同日午前五時四十五分，東京又有強烈地震，人民狂奔戶外；自九月一日以來之餘震，爲人體所能覺察者，計有一千四十五次。

三十二 十一月八日加州加萊西哥電，昨日正午此間覺有劇烈之地震，居民皆奔出屋外。

三十三 十一月二十二日下午三時半，山西省崎嵐縣西北七十里，發生地震極烈，房屋倒塌。死傷千五百人。

三十四 十一月二十三日午前十一時三十三分五十二秒，東京又發生強震，人民成奔出屋外，同時長

野·名古屋，福島，宇都宮亦生強震。

三十五 十二月三日十二分，日本名古屋大地震，居民驚恐。

三十六 十二月十五日波戈太電，南美可倫比亞大地震，共十二起死三千人，交通中阻，損失甚巨。

三十七 十二月二十一日馬尼刺電，今晨此間地震，其發源地距此南一百五十哩之佛特島。

第十目 中國地震考

吾國位置於亞東大陸，爲地震帶以外之安靜部分。科事幼稚，設備不周，國人欲行地震之研究，尤爲困難。試就歷史所記載以統計之：自周幽王二年（紀元前七八〇年）截至明末，（一六四三年）地震總數九百餘次。其記錄多關於衰世時政，暨歷代京師一帶，及其區廣災巨之各重要地方，盛世罕見焉。國人視爲五行災異，諱莫於深，而邊遠之記載尤屬無幾。以二千四百二十三年之歷史，僅地震九百餘次；其間關於歷代京師，四百餘次。遠稽元明地震之多，區域之廣，災害之巨；近證民國地震之多且烈，其記載之確實與否不難推測。就史載區域廣袤及災害激烈者，略以述之：周幽王二年西周（鎬京即長安）三川（涇渭洛）皆震，岐山崩。敬王元年，（紀元前五一九年）南宮極震。漢成帝綏和二一年（紀前一七年）京師（陝西長安）及北邊郡國三十餘處同時地震。順帝陽嘉二年（紀元一三三年）洛陽宣德亭地坼八十五丈。隋文帝開皇二十年（六〇〇年）天下大地震；史氏曰：「異莫異於天地之

變，地震必有方，所見於漢魏至六朝其大者，不過二十餘州亦極矣；未聞同日方輿盡震，其爲厚載不寧，將有傾側之象亦著矣。」迨至唐中宗嗣聖三年（六八九年）雍州新豐縣地震，東南有山湧出，武后璽以爲國瑞，改新豐爲慶山縣。宋仁宗康定三年（一〇四三年）河北兩赤雪河東一帶地震。英宗治平六年（一〇六九年）少華山崩（陝西），地下裂陷數百戶。理宗寶佑三年（一二五五年）四川大地震。度宗咸淳十年（一二七四年）臨安（浙江）天目山崩。元世祖至元二十七年（一二九〇年）八月大地震，武平尤甚，壓死官吏軍民七千餘人，壞倉庫局四百餘間，民居不可勝計；翌年八月平陽（山西府名）地震，壞民居一萬八百二十六區，死一百五十人。成宗大德七年（一三〇三年）八月地震，平陽太原（山西府名）尤甚，村堡移徙，地裂成渠，壞民舍一萬八百區，壓死人民不可勝計。九年大同路（山西府名）地震聲如雷鳴，懷仁縣地裂二所，湧水盡黑，漂出松柏朽木，壞官民廬舍五千餘間，死五千餘人。十年八月開成路（直隸）地震，王官及官民廬舍皆壞，壓死故秦王妃也里完等五千餘人。仁宗延佑元年（一二三四年）人寧路及冀寧路（山西）德梁路（河南）地震聲如雷鳴聲壞官民廬舍。二年秦州（甘肅天水）成紀縣地震，是夜疾風電雹，北山南移，至西河川，次日再移，平地突出土阜，高者二三丈，陷沒民房無數。四年冀寧路又震，成紀縣山崩。五年和寧，懿州，懿德慶路地震，秦州秦安縣山崩，鞏昌山崩（德慶鞏昌河南）隨西縣南山崩，壓死居民。天曆九年（一二二八年）

邛川地震，（四川邛崃縣）陷沒二地，鹽水湧溢（舊名金鳳芳池二鹽井）。順帝元統元年（一二三三年）京師（直隸灤州）地震，鷄鳴山崩方百里爲池，人死甚衆。改至元二年（一二三六年）宿松縣（安徽）山裂，秦州山崩。三年京師連震六日方止，及河南地震，所損人民甚衆。四年奉寧路及信州路（河南）地震，鞏昌山崩，京師連震十日，日震二三次。又改至正二年（一三四二年）鞏寧路地震，聲鳴如雷，地下裂縫，民房皆傾，惠州（廣東）羅浮山崩。六年山東連震七日，邵武路（福建）地震山鳴，至夜不鳴。翌年山東又震，壞城郭，棣州鳴聲如雷。十二年隨西地震百餘日不止，會州（甘肅會寧縣）公廨墜崩，殘弩五百餘張，長者丈餘，短者九尺，人不能挽。十月霍山（安徽）雷鳴三日，禽獸驚散，隕石數里（火山爆裂）。十七年靜江路（直隸）山崩，地陷泉湧。翌年大同路，（山西）夜黑氣蔽，西方有聲如雷，少頃東北有雲如火，交射中天，城遍地俱見火光，空中似有兵戈之聲（似是火山爆發所起之現像）。二十八年臨州保德州（均屬山西太原）連震五日不止。明孝宗弘治十七年（一五〇四年）廬山鳴動（江西）星子德安兩縣受災尤重。

世宗嘉靖三年（一五二四年）南畿（南北京）河南山東陝西同時地震。四年南畿又震，是歲天下共震六十三次。三十四年（一五五五年），山西陝西河南大烈震，華嶽及終南山鳴，平地突成山阜，地裂泉湧中有魚物，陝西渭南，華州，朝邑，三原，及山西蒲州等處尤甚，城郭官民廬舍陷沒地中，壓死

官吏軍民八十三萬有奇，尤爲古今中外所未有。神宗萬曆二十七年（一五九九年）陝西山崩，狄道縣有長山二百餘丈，鳴聲如雷者十數夜，遂陷爲池，山南平地湧出高阜二十餘丈。熹宗天啓三年（一六二三年）兩京，鳳陽，蘇，松，泗，滁，淮陽，（淮陽屬河南）同時地震。六年京師，（北京）河南山東地震。翌年南京又震。統觀史載南宋以前畧而不詳，其所記載多關於衰世時政，其震區及災害之程度，無從考核。元史九十年間，大烈震損害最巨者七次，山崩地裂者十二次，災害小者二十一次，共四十次，平均每二年二個半月地震一次。明史二百七十九年間，最大激烈地震壓死官民爲世界古今所未有者一次，震區廣袤而有災害者四次。北京三十次，平均每九年四個月一次。南京九次，連微震共計一百零三次，平均每二年八個月地震一次。以元明三百六十九年，平均每二年七個月地震一次。再以周幽王二年至明末崇禎十六年總平均，每二年八個月地震一次，大致相符。甘肅陝西山西直隸山東河南暨長江下游之安徽江蘇等省及湖北與陝豫庇連之荆襄一帶，同一地方平均，每十年或十二年有地震一次。而有最大破壞者多在秦晉甘三省；以同一破壞地方平均，每十五年或二十年最多三十二年有循環之破壞地震一次。凡大破壞之後，地層結構未能悉屬吻合，是以每隔二三年必續有小震一次；其他各省發生破壞地震者，甚屬罕見。而長江下游多屬普遍弱震。再就各省地形地質以考察之；秦晉甘三省火山遺跡甚多，史載破壞之地震，多有如雷鳴繼續之聲，似係火山破裂現象，（全史均未載火

山暴發）其地殼之構造似還一種特異性質。甘肅接連沙漠，北有天山西脈連接陰山東脈，西南之嘉谷關有祁連山脈，高至一萬五百尺，東南有賀蘭山脈，南接祁連，北連陰山，成一大圍圈，水無出路，中多鹽湖，再南有六盤山脈，黃河繞其南以出長城，山多頽阜斷崖，地多大土坑，其地質多屬滲漏層，極弱者表土常生薄片浮皮，誤入其境者，無不人馬自行滲入，綠冰雪春融，溝渠四溢，表土雖屬如故，而積受滲漏之水，地腹卽形諸洞壑；如會甯縣一帶之風穴口小下大，深不見底，是其明證也。山西西有呂梁山，東南有太行山脈所起之恒嶽五台高至八千六百七十尺，加以地火烘焙故多煤苗。陝西之太華山脈綿延千餘里，高至一萬一千尺，壓力與負力相反，積久卽生變動，該三省地質既含有極大弱點，故地震多而且烈，四川峻嶺綿延，火山遺跡尤多。閩粵接近地震帶之南台（天台灣），長江下游地質多有斷層，均爲地震原因之一，故常發生地震；如民二十六年廣東汕頭地震，發生海嘯，倒毀屋宇，死一千餘人。十年甘肅之固原地震，裂隙巨罅，發現古城，災及數縣，倒毀屋宇及死亡甚衆。十二年又震，頗有損害，同年二月川邊之鎮寧道孚兩縣同時地震，火山爆發，災及二百餘里，廬舍毀，死二千五百餘人。九月直隸高碑店地震，災及徐水南安兩縣，頗有損害，次如清季光緒二十八年及宣統二年民國六年（係汕頭震浪波及），長江下游一帶。發生弱震，區域雖廣，惟無災害。其有小害者，如民國七年安徽霍山地震，崩山一角。十二年嘉漁地震，倒店一所，死十八人，皆地層含有弱點之

表現也。其他各省間亦發生地震者，雖處地震帶以外之安靜部分；然經無數年代，則地殼之內部漲高與冷縮、不能並容，地質堅硬鬆疏，悉難吻合，蘊蓄既久，弱點發生，地震因之亦起。如民國十二年，吉林之長春地震，乃偶然一見，不能制其有循環之週期也。

按史載地裂泉湧，其水盡黑，漂出松柏朽木，中有魚物；如果不虛，頗有科學研究之價實。礦學家謂煤炭乃由植物經水土壓迫炭化而成；據此學說，則漂出朽木，為火山灰煙掩覆，或地殼下陷埋入地底伏泉，經過煤層溢出。大同煤苗極富，湧泉盡黑，無足怪也。夫動物雖空氣則斃，植物離空氣則枯，魚乃動物之一，性質反是。其見空氣即死者，緣空氣有一種壓力，吾人不覺其重者，以與體內血液之壓力兩相平均，則由口鼻吸入，即由肺臟以呼出也。魚無抵抗氣壓之能，其所吐納者，純持鰓泡吐納水以為呼吸，是與陸地動物不同之點也。性質既反，無須空氣，然蔽絕陽光，深入地底伏流，能否生存則為疑問。近世考察地質，常見魚類化石，其未變盡者，以顯微鏡窺之，多為近代所有，則魚入地腹不能生存，毋再贅言。然此項魚物來必有自，或經過池塘土坑，魚物逐流與湧泉混合也必矣。其有不然者，隴阪川壘之間，常掘獲鳥魚，其潛伏泥土經久不死者，無須空氣也。亦有變為穿山甲。其未變盡者，吾人常得考察以證明之。據此類推，則魚蛭伏地內，又為不死之證。予素乏動物研究，惟有留待質諸生物學家以供其考察耳。

第十一目 日本地震考

日本乃亞東之一大島國也，以五大島四千小島組織而成。位置於太平洋西岸，爲世界火山帶最熾之區，亦即世界地震最多最險之地也。夫太平洋爲火山蒼翠之區，而日本之島嶼，尤多火山及火山島。其火山最著者：如富士山，三原山。櫻島山，鶴鳴山，普賢山，淺瀨山，岩木山，盤梯山，妙義山，鳥珠嶽等。其由火山噴出熔岩，而成島嶼之最大者：如伊豆大島，八丈島，澎湖島；小島且無數焉。日本國家宅居於厝火積薪之上，其地心火力仍時時烘焙不息，地質因之日見鬆疏，蘊蓄既久，激起變動。故地震一次，卽結構一次。其結構者，不過暫時維持地盤之安甯，在歷史上本有循環之可考。其地震最強烈者，如元祿十六年，（一七〇三年）居州沖海底大地震，則相模，武藏，阿波，上總，發生海嘯。後三年卽寶永年，江戶大地震，四年十月，伊豆江_海底地震，則太平洋沿岸繼起激烈海嘯，爲日本有史以來最猛烈之地震也。同年十一月二十三日，富士山鳴動，山腹爆裂噴火，激起地震，卽日人所謂寶永山之誕日也。享保二年，日向地震，鶴鳴山爆裂噴火。八年西海道等處，同時地震。十年九月長崎一晝夜地震八十餘次。十月續震尤烈。安永四年伊豆大島地震，三原山爆裂噴火。翌年薩摩大隅地震，櫻島噴火。天明三年（一七八二年）七月，相模，江戶，及信濃地震，淺瀨山噴火。寬政四年，肥前地震，普賢山噴火。文政五年膽振地震，鳥珠嶽噴火。天保五年（一八三四年）一月，石狩

大海嘯，四月駿河，甲斐地震，富士山鳴。十四年馴路，根室，渡島地震，海嘯繼起。弘化四年，（一八四七年）信濃，越後，地震。嘉永六年（一八五六年）相模，伊豆，駿河，遠江，三河大地震，小田原城崩毀，壓斃數千人。翌年即安政元年六月十五日，山城，大和，河內，和泉，攝津，近江，丹波，紀伊，尾張，越前大地震。其災害最巨極慘者，爲伊賀，伊勢，大河，三處，俗傳爲「上野大地震」。同年十一月四日，山城，大和，河內，和泉，攝津，近江，美濃，伊勢，志摩，尾張，三河，遠江，駿河，相模，伊豆，武藏，信濃，下野，同時海底大地震，海嘯繼起；並波及若狹，越前，備前，安藝，出雲，紀伊，阿波等處，沿岸屋宇人畜洗刷殆盡；翌日海嘯復大起，波及大阪一帶。二年十一月二日，最著之江戶大地震，雖屬局部，而同時大火延燒，被害尤慘。三年七月，波島騰振海嘯；十月因上年餘威，江戶又發生烈震。四年伊豫；震五年二月越中，越前，及三月信濃，松代；六月武藏，均發生強烈地震。自嘉永四年至安政四年各處地震，江戶無受損害，尤以安政二年爲極慘且巨，日人名爲「安政大地震」。最近如明治二十四年（一八九〇年）十一月二十八日，濃尾大地震，被災區域禍延巖及本洲全土，西至越前，越後，四國，九州，北及陸羽等處；其震浪並播及佐渡，美濃，尾張，和賀，近江，伊勢，倒毀屋宇十四萬二千一百餘戶，半毀者九萬餘戶，死七千二百七十三人，負傷一萬七千一百七十人。二十七年六月二十日，東京地震，倒毀九十戶，半毀者四千八百戶。

，死二十四人。十月二十三日，鹿兒島之莊內地震，上川流域成受損害，尤以西川爲甚，同時火起，倒毀及延燒屋宇二千一百四十八戶，半毀者三千八百餘戶，死七百二十六人，傷九百七十七人。二十九年六月十五日，三陸，大津，及東海岸一帶，同時地震，倒毀屋宇一萬零六百七十七戶，半毀者二千四百五十六戶，死三萬七千一百二十二，傷九千二百四十人。八月三十日，陸羽大地震，倒毀屋宇五千八百七十九戶，燒燬三十二戶，半毀者三千零八十五戶，輕毀者二萬七千戶，傷七百七十九人。三十一年九月二十八日，小田原海嘯，沿岸洗刷，倒毀屋宇六百九十戶，半毀者一千六百戶，死一百四十五人，傷一百五十八人。四十年，桑港地震，海岸平行裂巨罅長至二百餘英里。四十二年八月十四日，近江地震，倒毀屋宇一千一百二十戶，半毀者二千四百十七戶，死三十一人，傷一百六十人。大正十二年，（一九二三年）九月一日，東京橫濱一帶大地震，富士山形變動，及伊豆大島火山爆裂，海嘯繼起，同時大火延燒三日夜，逼地裂縫，儼同龜背，湧泉突出；加以颶風暴雨，受害極慘。據警察總監公布，所有東京內外及神奈川，靜岡，千葉，埼玉，各府縣倒毀及延燒屋宇共五十五萬五千七百四十四戶，橫濱市全毀不在此內，死共十三萬八千二百八十二人，內有橫濱三萬三千七百六十七人，傷十一萬五千三百七十八人，行踪不明者共二十三萬一千二百零八人，華僑共死二千餘人；政府公佈總計損失金額一百一十五億二千萬元。論其災區之廣，面積只四萬方里，乃關東之一部，較之濃

尾震區三十萬方里，僅及七分之一。更比之鹿兒島震區三萬方里，亦祇大四分之一。再溯一千一百八十九年前，較之天平六年（七三四年）畿內七道；仁和三年五畿七道；文治元年山城近江（搖天撼地連續九閱月）；正平十六年攝津大和；明應七年伊勢三河，天正十一年（一五八三年）山城大和；慶長七年薩摩大隅；寬又二年豐寶永四年之山城大和；以及安政上野各地震，區域之廣，震動之烈，均超越無有不及。論其災害之慘，損失之巨，不但日史所未有，實越過世界地震記錄。日人視爲「第二安政大地震」。綜計日史記載強烈地震，自推古七年（六一二年）至大正十二年（一九二三年）共一百八十三次。而區域最廣者二十三次。同時發生大海嘯者二十四次。火山最大暴裂者十一次。富士山最大崩塌者二次。各地方受震最多者，山城三十三次；相模十七次；大和十六次；京都十五次；武藏十四次；駿河十三次；近江十二次；伊豆，伊勢，攝津各十一次；遠江，三河，江戶各十次；美濃，信濃，伊紀，各九次；越後八次；佐渡，鎌倉，各七次；其餘甲斐，大隅，伊豫，土佐，下野，陸奥，羽後，河內，和泉，尾張，越前，日光山，各五次。據觀象台記錄及日人推測，每年微震約五六百次；每二年半有強震一次；每三十五年或五十年有烈震一次；每一百零三年有最大烈震一次。全國（本洲）以關東一帶爲最多，迺西次之。總其原因，日本乃天災流行之國，所處環境均悉火山地震帶，及其海度之深與東南山脈之高，差度大相懸殊，地勢急峻，地殼鬆疏，地層含有極大弱點。故震動一

次，雖弱點暫時消滅，而原因仍然存在；復經地火烘焙及環境影響，醞釀積蓄，弱點復生。又激起變動，以致演成循環不絕之地震。即造就大和民族之文明，煅煉其不撓不屈堅毅之性質；自然界每予以破壞，不啻予以創造文化與繁華之機會；予以繼續之破壞，即予大和民族日新月異之建設。夫患難與邦，晏安亡國，循環演進，不絕努力，勵精奮神，力抗自然；如飛蛾撲火，不滅不休，尙希暫避重以就輕，求科學之進步，及防止之方法，務使達到預測地震之週期而後已。再進一步，祛「櫻島爆發」與「島原山崩」，其效力擴充於世界，使地震帶之循環地震，永久消滅，尙賴吾人前撲後擁不斷之努力也。

第四節 地球之隆窪

第一目 凹凸之成立

地球面形勢非平坦，大概凸凹兩形參差而成，（因地體漸冷之各處縮力不等，遂有凹凸之分。）此兩形地分有最大與最小；最大之凹地者，即大洋；最小之凸地者，即大陸；凹於大陸凸於大洋者，爲低地或窪地，即江河水之歸墟；凸於大陸者，爲大高原，爲褶疊山嶺，谿谷阜丘，即所謂最小之凹凸地也。由此觀之，則地球非真似橢圓形體也明矣。故十七世紀以來，學理紛歧，亦不外乎下說：「地球自能成今日之形式者，咸因內生力與外生力相互作用所起之結果也。」

外生力者：如流水，風，風化，礫浪，冰等，能剝蝕地面，使成平坦；內生力者，能使凹者增高，凸者低降，適與外生力成反對之作用也。內生力使地層成凹凸之變換，可依其結構分爲二類，即縱的改變位置與橫的改變位置是也；縱的改變位置者，即地層爲幅狀運動也；橫的改變位置者，即地層經橫壓力擠起也，其結果生成地層之褶皺與提高。此兩種改變位置效果迥異。褶皺與提高，則地殼之一部面積縮小；反之若向下起斷層，其周圍地殼向外壓迫，則面積大。由是褶皺面積收縮頗大時，則斷層面積膨脹甚小。故觀上說，地球之收縮力較之膨脹爲優也。

縱的與橫的改變位置，若由一地觀察其作用，同時不能並起。如縱的改變位置，則高地變起，橫的改變位置，則褶疊山嶺變起。若二者互起，則發生效果必異。

地殼生有凹凸，其利害不可不說明。按赤道直徑爲七千九百二十六英里，計算其全體面積，爲十五億一千七百萬方里。各大洲拔出海面之平均數，一千二百五十英尺；而大洋底距海面之平均數，爲一萬五千五百英尺，幾三英里矣；又海洋之面積三倍於陸地。設使地殼盡去其凹凸不平之處，則海水當環流全球至一萬五百英尺之深，而人類盡爲魚鼈矣。

第二目 凹形地

凹形地者，較與凸形地，其種類頗少，而關係與緊要亦不遜於凸形地也。揆諸其理，大陸之部分，多

由凹形地而成，蓋此有成立最古者，亦不可信其與大陸之成立同時期也。然有成立期淺者，確由地盤構造之變化也。又有最小之凹形地者，由水之削磨作用或洞穴崩壞所成。凹形地構造之形勢，大抵以凹狀陷沒與壕爲主；凹狀陷沒者，由環狀裂縫而成；壕者，由二條或數條之平行裂縫陷沒而成。以上所述陷沒地決非僅在大陸，即日本海，地中海，亦有凹狀陷沒。近年太平洋中亦常探發見深壕，紅海即其例也。

第三目 凸形地（山嶺）

凸形地者，別爲山脈，高原，總稱之曰山嶺。山嶺之成立，有下述三項作用，一火山堆積，剝蝕，改變位置，一是也。故山嶺別爲火山嶺，剝蝕山嶺，結構山嶺之大三類，試分析言之：

一 火山嶺

亦名噴出山嶺（因地層裂縫，既深達數英里，則地中熔化石汁，由裂縫達至地面。

）即由火山噴出物質，堆積而成者也；然其物質與山之成立時期含有一種特異性質，故與山嶺殊異。此種山嶺惟日本頗多；例如富士山，至箱根山，縱貫伊豆之天城山脈是也。

二 剝蝕山嶺

亦曰破壞山嶺。平坦土地，藉雨之滲潤磨琢以造基，後藉火之烘托力以生長也。

雲南四川及沅水，兩峯常見之。

三 結構山嶺

亦曰頗形山嶺。由地層經橫壓力改變種種位置而成者也；大別爲二：即一 由地

層屈曲而成，曰褶疊山嶺；一 由斷層而成，曰斷層山嶺。

褶疊山嶺，由其成立時期又細別爲二，即第三紀及以後所生成者，曰新褶疊山嶺；第三紀以前之古地質時代所生成者，曰舊褶疊山嶺。

新褶疊山嶺 即所稱山脈（連山）由褶疊地層而起，山形瞭然，成弓狀灣曲且高大，並重重疊疊；而極大山嶺中，往往層層復障，一望無數。喜馬拉雅山，崑崙山，天山，阿爾太山，以及世界之最大山脈，咸屬於新褶疊山嶺也。究其弓形由來，辨者甚重，某氏謂由橫壓力擠起；某氏謂如螺旋現象；某氏謂此與古質堅岩抵抗而成。總之地殼之內爲熔岩流質，而起膨脹收縮之作用。自以某氏謂地層每爲傍牽之壓力排擠，而致疊疊成弓形之說爲近理。試以泥土爲薄片數層，上下疊置，於層下炙以火，始見其中部爲熱力所逼，微變柔韌，既經兩傍之壓力擠逼，則向中部較柔處上漲成弓勢，觀此可知疊疊成如弓形之效。故其弓形灣曲，乃地內之熱力及受兩傍壓力而成，續經水力削磨之修飾，以成今日之形勢也。

舊褶疊山嶺 亦由褶疊地層漲成，其結構較爲複雜，至漲力停止，經水之滲漏與磨削洗滌，及種種自然動力，化力以至於剝削無已，巖或全山爲之消滅，甚至夷爲平地，使原深面目不甚明瞭。常有最古之山，如衛爾士高原 (Welsh Heights) 與斯勞頓 (Snowdon) 及蘇格蘭高

原而論，古代亦多高峯聳峙之區，厥後歷經剝蝕，僅具邱壘，是名殘邱，夷爲菜圃矣。故地質學家，每尋獲重疊之結構，即知其地爲最古山嶺之遺蹟也。

斷層山嶺一方或周圍控制斷層，其全部爲水平地層，或上爲水層，下爲褶疊層。凡孤山、小山脈，高原之屬皆隸焉。以上各種山嶺，單獨生成者，甚屬罕見，大抵相合產生也。

第四目 土地漲高及陷落

綜觀以上各說，火山，地震，及地內動力種種作用，能使地殼漲高與陷落；即海底隆起爲陸，陸地低降爲水。而火山與地震爆發，其昇降也驟，顯而易見，地內熱力之運動，其昇降也緩，人不易見。設使地心有一種動力，能將吾人所居之地漲高，而爲地殼彈力所拒，久之其力亦集，攻之益堅，則地殼之彈力，以漸漸日減，浸假外伸，則爲漸漲；若地殼之彈力過大，始則相持不下，終則轟然迸裂，即成地震，則爲驟漲。夫地殼漸退讓，則陸地遂漸漲高；反是則地內熱力冷縮，與地質鬆疏，遂生陷落，或峻嶺質堅，斜度太高，與窪地質疏過低，二者相處，高低懸殊，亦爲陷落起因之一。如川邊鎮城對山之海子，繞懸崖絕壁，面積幾及千里，此我國最大之陷沒地也。清季籌邊處派員探測，及西人探險死二人，均未探得其究竟也。

然而漲高與陷落，咸由地殼全體變動所致，動因詳載於第七目。然亦有與以上作用無涉者，其昇降也

，爲「水力」與「風化」，剝蝕地面之物質，運之入海，使陸地漸薄，海底墊高，亦詳載於外生力篇中，茲不贅述。

第五目 土地漲高之證

土地漲高之證，分人造物，岩石，生物遺蹟，汀線，海岸段邱，海濱洞穴，列舉於下；

一 人造物 地中海之喀利特島，昔之船塢，今距海面已二十七尺以上。

二 岩石 廣東香山縣南五里，有八尺方岩石一塊，上刻顏體迎陽石三字，考之士紳云：古人某，征討至此，見太陽出山必先照其石，是以立於船頭，以矛搗此三字，今距海岸已數十里矣。又瑞典之墨拉爾湖畔，約五百年前，所建石碑，今隆起約十三尺之高。又於一七九二年，有人在瑞典海岸岩石上留劾痕跡，百年之後查之，則見已升高三尺。

三 生物遺蹟 廣東澳門半島與前山間，距海濱高五百尺之青山，一九一五年，始有塚墳於山腹，掘得蟻殼化石（此蟻似蚌較大且硬）無數。格林蘭島海岸，今拔出海面一百尺至二百尺，掘得現代海產介類。南美舊時海岸，今拔出海面一千三百英尺，近沿海岸者二千英里，而沿東海岸者約一千一百英里，阿格西氏於其距海高三千英尺之巖石上，檢得近代之死珊瑚。

四 汀線 日本下總以北至陸前之海岸岩石，昔爲波浪浸蝕之痕，今拔出海面數十尺以上。大連考

虎灘痕，拔出海岸二十尺以上。

五 海岸段邱 日本北海道，至樺太之海岸，波浪剝蝕之段邱，今距海面高至數十尺。台灣南海岸之淺海底，有珊瑚礁台，今距海面高至數十尺。又在蘇格蘭之多羅河口 (Dornoch Firth) 海灘升高竟有五級之多，即高出現在海面十五呎，二十五呎，五十呎，七十五呎，及百呎是也。可見該地在比較最近時期內，確曾有五度之縱長增高，而每次之間，又曾經停頓也。

六 海濱洞穴 浙江南海普陀山之潮音梵音兩洞，拔出海面三四百尺，英國蘇格蘭之海岸洞穴，今亦拔出海面百尺以上，皆有波浪剝蝕之痕可考也。

以上所舉，咸屬海岸。至陸地增高，隨處都有。近各國地質學家，常來我國考察，謂湖南衡山一帶，逐漸增高十四五英尺。據康特氏謂每百年約增高二尺至三英尺；設以每百年增高二尺之例推之，則十五英尺須歷七八百年。宋趙抃葬於衡山，載在縣誌，年湮代遠，無從考察，後裔祇得望空致祭，忽於一九二二年覓得地址，興工掘發，果得趙抃華表及墓銘，已深入十七八尺之下。按史載趙卒於宋神宗元豐六年（一〇八三年）距今八百四十餘年。

又一九二三年，河南新鄭縣掘獲周代鄧國太廟祭器九十一件，及續獲鑿耳匙耳盤鐘等三十三件，均埋沒三丈以下，比之英尺已有四十二三尺。然埋沒年代雖不可考，按照鄧國於周厲王元年，

紀元前三七六年，距今二千二百九十餘年。是年孟津縣發見石穴古寺，深入二十尺以下，內多就崖鑿佛及殘碑斷碣，有一唐代年號，其埋沒年代雖不可考，按唐亡於天佑三年，即九〇六年，距今已千餘年，則與康特氏每百年增高二尺之說，均屬相符。以上所述陸地增高之情形，多屬外生力，緣表土漸增，使原有位置漸陷，上愈增高，即愈愈陷。但其所增之土，乃風化遷徙之功，日積月累，其增也漸，其降也緩，人不知覺。（其作用詳述於外生力章）倘再歷數萬年後，則凹凸齊平可斷言也。

第六目 土地陷落之證

土地陷落之證，分人造物，海底森林，海底沼澤，海底谷，江底泉，列舉於下：

一 人造物 瑞典南岸之馬爾墨城街道，昔被洪水淹沒，當十年前於八尺水下，發見昔之街道數石。昔那威人覓得格林蘭島，築室而居，今其遺址，已沒入水中，蓋其沿海一帶下陷者，計六百英里。

二 海底森林 英，法，荷蘭等國，沿海岸之海底，常發見森林遺蹟，其樹株仍植立於海底。

三 海底沼澤 美國紐則兒幾，沿岸海底，有昔之沼澤遺蹟，當狂風巨浪之時，其沿面所生之泥炭之屑，被浪沖散，浮游於海岸。

四 海底谷

美國紐約以南與河相接之海底，有深溝遺蹟，即昔河流剝掘陸地成溝之海底谷也。

五 江底泉

鎮江金山麓之天下第一泉，三十年前冬乾時，尙能見其遺蹟，今則陷沒江底，距岸

已二里矣。

土地漲高及陷落，已於上述。尙有迭昇迭降關於史期有可考者：如意大利之拉普爾士城附近有西拉壁士神廟（Temples of Serapis）。此廟原建於二千年前，位於波磧里（Pezosoli）海灣，當時本在海平線上，厥後因地面低陷，侵入海中。後復漲高距海面四十尺，有三石柱併立之上截，掘深至十二尺，始見下面有方格石板。其石板及石柱埋入土中部分，皆完好光滑，其上十尺間，石柱多爲穿孔介刺蝕痕，更上又光滑完好，考此古寺於紀元二百三十五年，少有損壞，至一千七百四十九年發現，則全部爲火山灰燼埋沒，僅存石柱之上截，今以石柱之蝕痕，證明其迭昇迭降之說於下：

按此古寺，自紀元二百三十五年至一七四九年間，火山噴發，灰燼停蓄，遂埋石柱十二尺。由此可知古寺建築後，原有位置下陷，故山地層下之方石板以上二十二尺爲海水淹沒，遂其灰燼上面與海面之十尺間，故石柱爲穿孔介刺蝕痕，由此即證明其地曾下陷二十二尺也明矣。泊乎一千五百三十五年火山噴發，遂復漸漲昇，至達於原平面。故其石板今日尙高出海面。有謂當一千五百三十年時，人能立絕壁上持竿而漁，據此則其時適爲海濱下陷時代可知矣。

近來研究歷代土地之迭昇迭降，除此實例外，無確切之例可舉。然而波磧里海灣之迭昇迭降，溯其起

點，在羅瑪時代，考此原有位置，較今爲高，中古爲低，至十六世紀復上升，迨至今日則又下陷矣。

第七目 地殼變動之原因

地殼變動，關係於山嶺大陸海洋極爲密切。究竟地殼何爲變動，爲重要問題，至今未詳，而其說亦不一。今世最通論者，惟地球收縮說，此說又近於星雲說，（今之太陽系元來爲星雲之熱塊，漸次失其熱度而收縮，遂成幾多星辰之說）。地球初爲一沸熱之流質體，其熱外散，次第冷凝，外部成爲固體，是以地體外部之異於內部。但地殼內之熱，仍放散不已，收縮不息，似此現象，必生一種震動，即橫壓力之發生也。橫壓力生，則地殼軟部，變成褶疊，亦有不變成褶疊者；若近於地心，則陷沒起，此際地體周圍必生裂縫；然裂縫錯落，則復起斷層。人有以柑喻球，其皮喻地殼者，緣以柑之自乾，內肉收縮，則皮亦隨之起皺，此所以地球收縮生有一種變動，而起褶疊也。倘有平均說者：謂地殼包圍地心，繞短軸以自轉，遂選一種平均狀態也。蓋地殼之鬆疎部，因地球遠心力極易引吸，而生旋轉；若或堅密，不顯移動，亦生傾向；若爲流質，旋轉不已，必成髓圓；再旋轉不已，則凹凸以起，自能成今日之形式也。然以上各說尙不足以盡其地殼變動之原因，蓋火山地震，其變幻莫測，勢誠劇烈，關係於地殼變動，良非淺鮮。質言之，地殼變動，大抵由地殼漸冷，各處縮力不均，暨屢受外物剝蝕與壓迫之所致耳。

第三章 外生力

第一節 總論

外生力者，乃地面自然所起諸現象之結果，所生之變化也。質言之，外生力者，乃自然界風化作用之結果，所生之變化也。所謂風化作用者，不外乎大氣與水及生物三者而已。所謂結果者，使地質變化，地形變遷，高者削之，卑者益之，礫石變爲沃土，低窪益爲隴阪，平原大陸於是乎成，萬物亦於是乎生，造化之功，關係於人類之生存，豈淺鮮哉。

第二節 風化

第一目 風化作用

風北作用者，乃峻嶺高阜，日受風剝雨蝕，化岩石而爲土壤之謂也。夫山嶺岩石，日受風剝雨蝕，暨動物寄生，植物根鬚，冰體擴大之諸種動力，與空氣中之碳酸，被水溶解，遂起物理上之化學作用，使磐石逐漸崩裂，由粗塊而細微，以至於泥沙，飛颺空際，或隨流以入海，則削高填低，遷移致遠，時時風化，刻刻遷徙，變化雖緩，而剝蝕之量，試以考察，誠有駭人聽聞。如我國北方有二百五十萬方里，深達二千三百英尺之黃土地層（其理詳載第二目）皆風捲飛颺而至，東北各省所下之黃沙，

及塵埃之厚，乃顯著之證也。

美國米悉西比河流，挾帶之泥沙，據學者考察年有四億噸^噸。設以人力搬運，須用四十噸之貨車三十輛，每日輸運九百次。則沿岸海底，承受如許之泥沙，其結果，則山嶺高阜日形其薄，沿岸海底日漸墊高。奉天蓋平縣之熊岳城，在二百七十年前原屬停船碼頭，今則距海岸頗遠，成一大市鎮矣。日人八帆太郎義家，所作歌中之「勿來關」「原名波越關」在七百五十年前，原位置於海岸，今則溢出陸地數十里，且有山阻隔焉。夫人生之壽，最多不過百年，而滄桑之變，非一人所能見。古之崇山高原，今之類阜斷崖，焉知將來不夷為平地，以至夷為湖澤沉沒於大海，又焉知永不超拔海面，而為海灘平原，以至恢復原有之崇山高原。總之風化作用，乃削高以益低，其破壞與建設，有循環不絕之變化也。

風化作用所生之變遷，已於上述。而風化作用分化力，動力兩種，其化力作用分述於第二第三第四各目，茲將動力作用試述於下：

風化作用能促增動力作用之原動力者，為風，雨，溫度，昇降，結冰，及有機物是也。

風之作用，詳載於第二目，茲不贅述。

雨水之滲落，腐蝕岩面，風之拂除，其新面暴露，後受風剝雨蝕，層次遞薄，則大石變為碎片，砂礫

化爲泥沙也。

溫度昇降，能使岩石一伸一縮，其內部結合力弛緩，故能促進岩石毀壞而爲土垠也。

冰之動力尤大，水浸入岩裂石罅，結冰而生脹力，其裂罅受冰之動力，輾轉崩裂，不久全體分解矣。有機物者，即動植物腐敗所生之炭酸，阿摩利亞硝酸等，藉化力作用而破壞岩石。植物之根，穿入岩石裂罅，藉動力作用，亦能破壞岩石也。

風化之強弱，恒與土地有密切之關係；熱帶氣候酷熱多雨，其風化力強，故岩石腐蝕成土，頗易且深。溫帶若晴雨合度，其化力動力並行作用，亦不亞於熱帶。寒帶結冰，則易使化力爲強也。

第二目 空氣作用

地球爲空氣所包圍，吾人生活常賴於此，故名之曰「氣界」。今以「氣」「水」「陸」三界，統計百分，而空氣約含〇・〇三。空氣之厚，至今未有確論。現僅知其數十里以至百里，愈近地面，密度愈大，愈高則愈稀薄。如距地五千米較地面之壓力約減一半，若高至一萬米，其總質量不及地下三分之一。距地愈高，溫度愈降，此人之所盡知，然每高百米，則溫度次第約減一度，依此類推，若達於零點，則僅高一萬一千米，若超過此數以至於無限之高，則有一定溫度，即零下五十五度也。故離地一萬一千米爲空氣之重要疆界，在此界線內，溫度變化，分子運動，雲之成立，皆由此也；至此界線以

下，其容積化學成分，爲淡氣四，養氣一，其餘及少量之炭酸，水蒸氣，氫，氮，氫，氫，等物質。滲落地面，浸潤裂罅，淋漬朽腐，於地質變遷之功尤多。欲研究其作用，更別以剝蝕作用，及停蓄作用：

(一) 剝蝕作用 無論風之強弱，其關鍵極爲密切。風力強，則堅砂卵石及風化岩石所產土砂等物質，常飛揚空隙摩擦琢磨，成爲微質，似此現像，地質學上決不可輕視忽之，故名曰風化作用。若草木繁茂鬱密之區，以足妨礙風化。戈壁沙漠，乏草木之地，其作用尤大，剝磨岩石，使變黃土，稜礫，石柱，塊石，搖石，茸岩，及種種奇形。黃土者，乃黃色極細之砂也。

我國北方有面積約二百五十萬方里，深越二千三百英尺之地層，咸此構成，質鬆易裂。至此土何來，大概岩石經剝蝕腐爛，成爲細微粉末，藉風力堆積而成也。惟司克其氏，謂此土爲冰河，（喜馬拉雅山）運下之漂土，在冰水中絕時代，復爲空氣所運，日積月累而成。李希霍芬氏獨謂此乃中亞細亞之土砂，爲蒙古風所吹送，散布於其地云。

掘土常見土中含有圓形之石，卽名塊石。美國南境，亦往往見此巍然巨石，露露地面，時或成爲搖石。蓋其質堅硬，外部皆化爲土，獨此巍然不變，或亦謂之遺石。茸岩形似石柱，上橫如茸，聳壁立，故名茸岩。總之稜礫石柱塊石茸岩等形，其體含有石英；蓋石英係礦質之一種，具有特性，酸類不

能溶解，獨溶於弗酸中，故不受空氣中氣質之剝蝕；雖歷有年代，附近石質，已成泥土遷移，此質獨依然存在，而成此等之形狀也。

空氣破壞作用，與次目水之作用，外觀似屬相同，究有區別。凡水浸潤岩石之功，不僅具有動力，除化成土外，亦薄具有化力，惟水之所至，適能奏其功效；而風則不然，無論上下成能速及，與重力方向無關。

(二) 停蓄作用 蘆葦之生之地，海濱沙漠之區，氣候乾燥，土質鬆疏，常為颶風颶至遠處，彙聚成一種堆積，名曰沙邱，下下高高，若滄海之波浪然。各國海岸及我國山海關北戴河之海濱多見之，其高僅達五六十尺。而沙漠沙邱，長達二三十里以至百餘里，高出沙漠遠數百尺。如埃及之撒哈拉大戈壁，橫斷非洲，我國天山以南，崑崙以北之阿克蘇，莎車和閩大戈壁，天山以北，自吐魯蕃沿甘肅綏遠邊境以至察哈爾之沙漠沙邱，東西三千餘里，橫坦中國分南北兩部，此皆世界之最大沙漠區也。砂邱之成因 砂邱雖藉風力，堆積而成。究其原因，須有障物所在，方能抵抗風力，風力既小，砂土停滯，恰成直角落下，積久便成砂邱。其障物高，所成之砂邱亦高，適與障物成正比，至超過障物之高度時，不僅堆積，亦能遮蔽障物全部，往往埋沒村莊屋宇也。

然而沙邱動移，隨風所向，故超過障物高度時，更有第二堆積砂邱，以致遞增，山上二者，可得縱砂

邱與橫砂邱之別；縱砂邱者，與風之方向平行，且風力最強，成長形狀，天山南北及蒙古頗多見之。橫砂邱者，與風之方向成爲直角，風力不強，且面積頗大，故需沙甚多耳。

第三目 水之作用

水本液體也，凝結成冰固體也，然二者，關於地質作用，其力有不可言喻；冰之作用，只有動力而已；然水固不僅具有動力，而更具有化力，直可以化力與動力二者該之。

第四目 天水與滲漏水之作用

地面之水，蒸發昇騰空中，遇冷而凝爲細點，益積益重，則降於地，名曰天水；浸潤入地中，曰滲漏水。天水固由雨成，其降落時，吸收空中之溼，養，炭酸，及達於地面或地中時，又吸收石鹽，石膏，石灰岩，白雲岩，炭酸，腐植酸。故地面或地下水，決非純粹無雜物質及有機物也。水既含有種種物質，能促增其溶解與吸收之機能，故浸潤岩石裂罅，必能使之分解也。然此項作用，有單一與複雜之別。依此作用，其雜物大略發生下列之變化；即（一）水之吸收（二酸）化（三）還元（四）炭酸化合物之成立，（五）矽酸鹽物之分解（六）腐植物風化。其變化分列於下：

一 水之吸收 金屬鐵，矽酸鐵，最能吸收水分，變成他種雜物；例如赤鐵礦，或磁鐵礦，變成褐鐵礦。硬石膏，變成石膏。橄欖石，變成蛇紋石是也。

二 酸化

此種變化之鑄類頗多，惟鐵關於地質學上最爲重要；如磁鐵變爲赤鐵；赤鐵又變爲褐鐵是也。當其變爲褐鐵時，雖爲酸化，而同時亦能吸水。又如硫化鐵酸化時，易於變爲綠礬。

三 還元

還元適與酸化相反。由水中腐敗之有機物，將酸化鑄中之養取出，而與化合也，如赤鐵還元，則變爲磁鐵；硫酸鑄還元，則變爲硫化鑄是也。

四 碳酸化合物之成立

水中碳酸與他鑄物接觸，變爲碳酸鑄之力最強；例如生銅始變爲赤銅，漸次吸收碳酸養氣與水變爲圓孔雀石是也。

五 矽酸鑄之分解

含有大量碳酸與水之作用也。由鑄物而成岩石最多者：如長石，輝石，角閃石，雲母等類，大概與矽酸礬土，或矽酸亞爾加里，或矽酸亞爾加里土，或與此等二個或三個相合。由以上各鑄物，由水之動力作用，則亞爾加里或亞爾加里土分離與溶解。此之分解視爲複雜，然尙最爲複雜者，而更變爲碳酸鑄也。

此際水初浸入岩石中之碳酸鹽內，變成可溶之重碳酸鹽，而即行溶解矣。由此溶解質中，則矽酸亞爾加里或矽酸亞爾加里土分解，變成碳酸鑄。此項分解變化時，應特別注意者，其亞爾加里，含水矽酸亞爾加里，碳酸亞爾加里，碳酸亞爾加里土，含水之矽酸礬土矽酸鐵，矽酸苦土等。

六 腐植風化 腐植土與矽酸礬，其分解力最強；然不僅分解亞爾加里土，亦能溶解鐵之化合物，

所成之土壤，含鐵質最少者，能漂白其色，故名爲漂白土也。

第五目 雨水動力

陸地受雨水動力之剝蝕，雖不甚顯著，反較川流剝蝕之效爲多。蓋其動力，恒運行不息，陸地爲其剝落，攜帶入海，土屑因之日薄，將來土地之破滅，必由於斯，可斷言也。

今舉其最顯著者，如滴水久能穿石，崇邱高阜，夷爲平地，揆其原因，不外受雨水洗刷剝落，其泥沙隨流水遷移，使廬山真面，逞特異之形；如阿爾白嶺之石灰岩面，現無數之平行溝渠，其脊如劍。喜馬拉雅山有高三百餘尺之土柱。我國甘肅尤多類阜斷崖，最著者：如安定縣青嵐山之類，如人之肢體殘碎，身無完膚者然，皆雨水之作用也。

陸土爲雨水剝蝕之率，視土地高低傾斜而異。凡多山之區，其速率約三倍於平地；而傾斜之度愈甚，則速率加焉，反之低窪之地，雨水之衝刷力恒小，甚至祇有堆積，而無沖刷也。其剝落之速率，雖有不同，但平均計之，每五千年間，陸地經沖刷而低損者，必有一尺。以高出海平面約一千二百英尺推之，假使外部之剝蝕沖刷無已，而無內部繼續增高之力以反抗之，則六百萬年之後，全球大陸，將盡沒於大洋之下矣。

第三節 井泉及洞穴

地質變遷概論

、第一目 地底流水及泉源

雨降之水可類別爲三：卽一橫流地面，到處剝蝕。二入地流行，復出自地中爲湧泉，與地面之水相合。三既入地中，卽不復出，徑自地中尋道入海。凡地盤質疏之處，或爲灰石，或爲火成石者，均易滲漏；卽岩石堅硬罅隙較多者，亦易浸入，如弗勞力大境內諸河之水，時忽不見，此乃顯然伏流地中人海之證。凡岩石堅硬全無罅隙者，水不易入，此隨流至他處。滲漏最易者：爲砂礫等地，砂岩礫岩次之，黏土壘塼爲最難；因其微點甚密，故謂之不滲漏層。設水絕對不滲漏地中者，必成凍結地盤無疑矣。

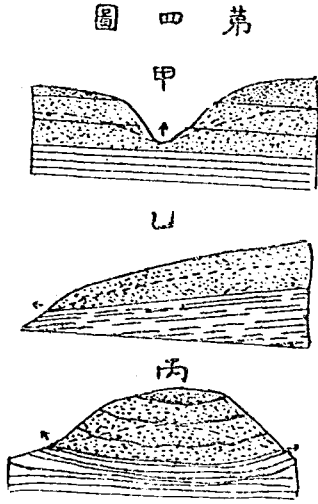
滲漏性強者，吸收多量之水，其地之井泉不易乾涸，而河水之量亦增。反之弱者，則成爲沼池，泉井亦少。而河水須仰給於雨雪，其量亦漸減也。

地面無論有如何之堅密岩石，則日受風化作用，必軟且疎，或成多少罅隙，雨水自然滲傳，浸入地底，至不漏層始停滯，名曰地底流水。多雨之區，地下數尺卽見。故掘地愈深，則水愈多，最後則見流水。地中流水所及最高之平面，時於山麓或豁谷間溢出，遂成泉水。地底流水之動力，與地面水同一法則。但通過岩石最小之虛隙，其勾股甚小，速力極緩：如地面每秒鐘速率七十尺，在同距離間，則地底流水需一小時矣。

地底流水，所含鹽質較河水爲多，大概多含碳酸，石灰，或爲貴金品，如金銀之屬，或藥材，則謂之鑛泉。（如日本長井博士發明別府鑛泉，能治各病。）鑛泉水多熱，而溶解之力較大也。

第二目 泉之種類

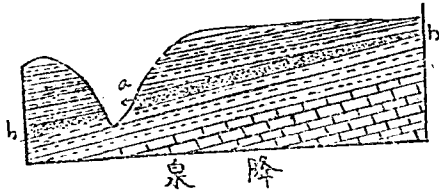
泉之分類大有別三；即一谷底泉，二層泉，三氾溢泉也。地底流水平面以下，湧出泉底者，名曰谷底泉。滲漏層與不滲漏層間，湧出於山腹者，名曰層泉。不滲漏層中間處溜水溢出，湧於山腹者，名曰氾溢泉。



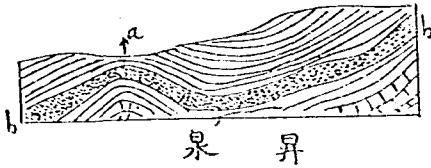
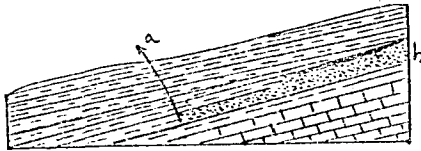
甲 谷底泉
乙 層泉
丙 氾溢泉
上為滲水層
下為不滲層
其為泉之湧
出數點線為地
下水面

泉又可別為二；即一降泉，二昇泉。降泉者水之流動，依傾斜進行，即由上端浸入，下端湧出；其水道毫不關於不漏層上，與二不漏層間，及地面決口，經過裂隙中也。昇泉者，水之流動，由二道而成，一與降泉相似，一為向上進行，此乃全藉水之壓力使之上升，恰如U字形管，由一端注水，則由他端溢出，故出口入此口低，其湧出水勢必強。

第五圖



降泉



昇泉

a 為泉之
涌出點
b 為含水
層

第三目 噴水井

泉自地中發出；非則人造之泉也。尋常之井，因爲人力穿得之滲漏泉；噴水井亦然，惟體較大，蓄水亦多；蓋本伏行地中，尋道入海之川流也。其理亦由罅縫土質水易滲透，上下二不滲層夾之，水由露邊，以入鬆層。今鑿孔穿通上層，高部遞傳壓力，激之上昇，名曰噴水井。地中流水，雖不能所在都有，然苟穿土極深，常可得噴水井。德國之寄思恩干，有一泉，深一千八百英尺，噴出之水高達五十八英尺。世界最深之噴水井，在柏林附近，深五千五百七十四尺。埃及撒哈拉，沙漠鑿水井甚多，其間亦有深至二百英尺者。美國劈斯堡之井，深四千六百二十五英尺。西加高，魯意斯維，沙里登等處，噴水井谷，寬闊恒在百英里以上。

按我國地底伏流；如貴州黃菓樹之瀑布注水爲潭，水不外溢，潛穿伏流二十餘里，匯於某河。長白山之天池，周六七十里，冬不冰，夏無萍，浮游一種海石，每逢朔望，噴出之水高至二十尺，上下弦次之，竟與潮汛相應，其深可知。次爲濟南之趵突泉。三泡併發，大如車輪；省署之珍珠泉。甘肅之酒泉，噴水如珠。鑿井最深者，如四川之鹽井，深自二千尺以至五千尺，其口徑竟不逾尺，誠世界井口之最奇小者也。

第四目 地 穴

地質變遷概論

尋常地中石塊，多不能消化，故不通行；灰石則否，其全體爲水消化，而成二養花鈣之流質，地中流水，常穿之成穴，往來流行。故地之多灰石者，必多穴；有極長者，如美國之麥墨土穴，計長數百英里。我國貴州之觀音洞，前口近省會，後口通都勻，曲折五百餘里，乘燭荷糧，九日半始達，爲橫貫苗疆之燈道，爲全國山洞之最深者。次如平越之老母猪洞，長二百餘里。湖南桃源之桃源洞，長百餘里。江寧之嚴山第三洞，逕達鎮江。茅山之華陽洞，蘇通州之吳山，惜久經封閉，未能窮其究竟也。次爲桂林之門窰山穴，迭綵山風穴，均穿南北山麓七里，棲霞山穴尤多奇形怪石也。火成石穿之洞穴，與灰石迥異，再詳論之：

地球爲一流質，冷縮其外層成一硬殼，前說已詳。或爲謂外層形似水泡，而具微孔之石沫所成，岩石之質濁者，其內氣泡往往相合成大泡，及石體冷縮堅固，則內凹成穴，岩石之大者，多褶道孔穴，爲地殼膨漲，隆起山嶺，其外層完好如故，則腹部空洞穴，或因大力內縮，有所陷落也。長城沿邊及滇蜀桂粵暨揚子之高山峻嶺，著名之洞穴，如方輿紀要所載：

粵之羅浮十五洞壑，蘇之嚴山十二洞，虞山之聯珠老石洞，焦山之三詔洞，皖之黃山鯨魚巢雲臥龍諸洞，贛之廬山仙人蓮花洞，閩之武夷山投龍洞，豫之石門山水晶洞，晉之恒山還元諸洞，川之金佛山古佛洞及我眉洞，川邊最著之密巒山，甘肅河州之唐逸窟，皆各省著名之洞穴。其深邃曲遠者，亦屬

不少。證諸洞穴之多，則地殼形一種泡沫之說，誠不謬也。

第五目 溫泉

火山噴發之變象，往往存而不滅，其遺跡最著者，如溫泉是也。因熔石自經火山噴出，其外層雖漸次堅凝為殼，而中心之熱度，仍久留不散，伏泉經此等熔岩流而復出不含鏽質者，謂之溫泉。凡火山最多之區，其溫泉必多。故日本有溫泉國之稱。我國溫泉最熱者：如雲南某縣之湯池，「產最貴之天生能治痢疾」人不能浴；次為川邊之打箭鎮及鹿馬嶺湯泉，察省赤城縣溫泉，陝西驪山之清華池及湯谷溫泉；山西之蒲城晶泉，河南之陝州溫泉，安徽之英山溫泉，潛山湯池，火山滅跡已久，故溫度亦低也。溫泉具有一種特性者名曰噴泉，又曰沸泉；固其有定時噴出，著有奇特之象故名。今世界已經探有著名凡三；即一美國華奧明省之黃石圍沸泉；二紐西蘭之北島沸泉；三伊斯蘭島之沸泉。現日本亦探有沸泉二處；一為陸前鬼首之吹上溫泉，每三小時噴發一次，汽水高至十尺以上；二為伊豆熱海之大湯，每晝夜噴發三四次，然噴發力微擴散，不足稱為沸泉也。

按北美華奧明省之黃石圍為世界著名之沸泉；五百方里內，尋常溫泉約有三千四百座，而沸泉約佔一百。此外尚有多數之泥湯泉硫氣泉碳酸泉蒸氣孔等。沸泉之最奇特者：如格蘭特沸泉，巨人泉，巨婦沸泉。格蘭特沸泉，噴起之水柱，直徑六英尺，汽水升高至一千英尺，每三小時噴發一次，每次需二

十分鐘。巨人沸泉所起之水柱，徑闊五英尺，升空至一百四十英尺，每次歷三小時之久。巨婦沸泉，其水柱之徑，凡二十英尺，升高至二百五十英尺，每十一小時噴發一次，每次需二十分鐘。伊斯蘭全島，爲一距海面二千英尺之高原，繞以火山峯，大小溫泉尤多，口徑十英尺。凡泉沸時，井底先轟雷鳴，水面泡沫繼起，旋見池水驟然四溢，俄而井中及池中之水，皆向上飛騰，高至一百英尺，汽水彌漫空中，若聯珠大砲，然其歷次噴發無一定時，或不得噴發，投巨石於井中，亦能激之使其噴騰云。考噴泉沸汽之理由，至今未有確切之說。通謂地內深穴，本有多量之汽水，受汽之蒸騰逼之使出，若壓力增大，則沸點亦因之增高也。

故噴洩之長久與高度，恒視壓力大小與蒸汽之多寡而異。本生氏謂地面水之沸騰，爲尋常壓力攝氏百十度；例如化學之試驗管，中貯滿水，下熱一百二十二度，至一百二十七度時，則上端之水，測得僅八十度。可知沸泉噴起之水柱，須在沸騰點以上明矣。若試管闊大，分子受熱，則生對流，故溫度均一。反之狹長，則對流不充，各處溫度，即稍有差異。沸泉之漸以噴洩者，沸騰點在二百二十度以上，藉壓力激之使出，而成水柱，迨蒸汽洩盡，泉水略冷，而後復歸於寂靜；迨水熱又達沸點，則復噴洩於前矣。

第六日 泉中礦物及其停蓄

凡泉循環運動之際，礦物被其溶解，流至他處，久之遂淤蓄停積。其停積之物，往往厚至數百英尺，延至數英里，且其逐漸停積而不紊也。

泉水溶解最著最要之礦物者：為炭化合物之碳酸石灰，碳酸苦土，碳酸亞爾加里，次為鹽酸化化合物之硫酸石灰，硫酸蘇達，再次為食鹽，尚有少量之磷酸，硝酸，矽酸等之化合物，又有鋁之鹽類瓦斯等。然其溶解分量不一，大約水萬分中，僅能溶解其礦物一分至三分，但水含石灰多者名曰硬水，少者曰軟水，大凡川水成爲軟水。

泉水湧出地面，不僅溫度而生變化，遇壓力亦生變化。故水常爲蒸發，業已言之甚詳。水之溶解碳酸石灰，碳酸鐵等物，使碳酸脫離，礦物遂爲停蓄，其停蓄尤多者爲碳酸石灰。

當礦物停蓄，碳酸分離之際，最足激水振盪，助其溶解力。又藻蘚草木之屬，皆具增停蓄石灰之能，良以植物奪取碳酸，以資營養。然碳酸石灰當停蓄之時，其水冷則變爲方解石，溫則成爲霏石，含碳酸鐵者，其停蓄物成爲褐鐵，若碳酸分離，其鐵與空中之氧氣相合，成三成丹，（暗赤色粉末），其物不能溶解者，遂有停蓄。

沸泉以及各溫泉，能溶解矽酸，蓋其中含有碳酸亞爾加里，又水沸熱，則溶化力亦因之而增大。故其水自地中將鹽酸溶化，至熱度稍殺，遂有停蓄，成爲矽華。

第四節 流水剝蝕及其作用

第一目 剝蝕

凡流水剝穿岩石，成爲溝渠，或受磨剝，成爲砂礫，此種作用，名曰剝蝕。欲知剝蝕之多少，當先明下列三項：即（一）水勢之強弱，（二）岩石抵抗之大小（三）地質與地形。

水勢強弱，但視水量與水道勾股之理。夫水暴漲，其速力大，平水與退水，其速力其小，則其負重力，當明下律：

上述之例，即所增負重之力，爲所增速力之六次方，譬如速力爲二，則其負力即二之六次方，可載重六十四倍之沙石，餘此類推。可知大雨時，河水暴漲急流，大石足爲致遠；每時聞所遷移之距離，如卵石爲二英里，砂爲半英里，粘土爲五分之一英里。是故速力驟增，則河底河岸及其他物體，輒爲冲刷剝壞，其力因之亦大也。

（二）岩石之抵抗力，恒視其硬軟，罅隙多少，層之厚薄，屈曲有無，及水之滲漏性難易以爲衡。如岩石易於滲漏，水浸入其中，表面水量亦減，則剝蝕益弱。

（三）地質與地形，關於剝蝕之影響，視土地之褶皺地層，水平地層，斷層線之有無，及地面凹凸，與谷之位置形勢方向等，均有密切之關係。

第二目 谷之成立

谷之成立，先由流水沖蝕傾斜之地面而成溝，剝削日久，則愈鑿愈深，斯成谷矣。

考谷由下向上成長，故谷必有支谷，亦與本谷同一起因，因水流不息，漸次剝削而增大也。

谷之上端與下端，亦有差異，則水全力以鑿削谷底，其部分剝蝕最強，因之勾股亦大，摧削山腹兩旁之土，亦因之隨流而下。綜其結果，平如河底；故谷之橫截面，似英文V字形也。

第三目 剝蝕之功用

絕壁危崖，暴漲橫溢，急流湧瀉，如渴隄奔海，剝蝕之力，有不可思議之奇形，誠天之圖畫美觀無匹也。

瀑布 高出山麓之危崖或山谷，其下地層爲二：上層爲灰，下層爲沙礫。當急湍暴注，下層之砂礫，不久被剝殆盡，峭削成懸崖，其水勢成垂線而下，是名瀑布。如美國明尼哈七河瀑布，聖安納奈瀑布，尼亞格拉瀑布（垂線之長一千六百英尺，剝蝕之期不過數千年之久）其瀑布瀉流之聲，恒達數里之外。我國貴州之黃菓樹瀑布，高二千餘尺，自絕壁懸空倒瀉，其水珠及瀑聲飛濺於五里外。安徽黃山之九龍瀑布，高一千五百尺，九起九伏。浙雁之蕩山大龍湫瀑布，高自五千尺墜頂懸空飛濺，以成雲雨崖星飄珠濺之勝。江西廬山瀑布。河南之石門瀑布。及方輿紀要所載廣東羅浮山谿澗瀑布之屬九百

八十九，皆我國之最著者。其剝蝕力之強，及挾帶泥沙之多，與河州湖泊之變移，有極大之關係。例如長白山天池溢出水，爲松花江正源。河南登封告成鎮之瀑布，下注石爲石澗河乃潁水之正源也。潭 瀑布下注，漸削漸陷，卽穿成穴，是名曰潭。如美國阿拍拉輕山脈之最著者，爲法蘭勃木潭，搭勒拉潭及尼亞格拉瀑布穿鑿之潭，深一百數十英尺，所歷之年約在三萬年。他如亞美利加諸河之支流，鑿開岩石成潭者，深約二千至三千英尺之間。我國川江，（楊子江上游）及流水所注之潭尤多，其深度須視灘頭水之高低，卽爲潭之深淺也。

峽溪 大抵由於急流衝突之力而成。如美之尼亞格拉河流，自十五至十八英里之高原，瀉成垂線，穿成一狹長之峽。科羅拉多河高自六千英尺，急流穿成一巨溪，名曰科羅拉多溪，長計三百英里，深自三千至六千英尺。

第四目 河水之作用

河水剝蝕之遲速，視河底之高低，及水量之多寡爲衡。由於河底高低者，其剝蝕之力，上流較下流爲速；至水量由河域大小及氣候如何爲定。故雨量及蒸發量，影響及於水量盛漲之時，河水剝蝕力亦隨之增速也。

欲明水之速度，先不可不設以測定之；其法維何，卽如船行中流，每秒速率〇、六至一，三米，稍速

則爲三米。但此速率不能以一概之；蓋河勢有高低，水有急緩，亦時不同也。如兩岸峭壁，所成之缺，其速率較他河流爲最速。例如川江（重慶至宜昌）大於沅江（湖南湘河上游，）之水，速度亦比沅江爲大。貴州至鎮遠之山河，潛行於山峽峭壁之間，其速率較之川江，爲三與二比。蓋河水漲漲，擋急流之衝者，恒冲刷其砂礫以成穴，久之愈鑿愈深廣，挾泥沙轉移於避溜之彼岸，損此益彼，灣曲之勢，因之亦成。如揚子江下游之灣曲是也。或上游湍急，挾泥沙以具下，忽阻中途，水勢漸平，其沈澱泥沙，日積月累以成沖積層。水繞其半圓周，成一大灣曲，如陝甘管間之河套，即古之河曲也。與川境之揚子江大灣曲遙遙相對，南北一千餘里，東西二千餘里，此我國之最大沖積，亦即河流成灣曲原因之一也。然灣曲之大小，恒與河城之大小成比例，不備增長水道，亦能擴充河幅也。水之曲灣處，每受水之壓力，作凹凸之勢；外凹處，流恒至急，故緣岸常受冲刷，土石墜落，成爲險岸；內凹處，流恒至緩，故泥沙常爲停蓄，成爲平行積地。（河畔水潤之地）是以受冲刷處，日以頽弛；而停蓄處，日以淤積，終乃凸者益凸，凹者愈凹，遂以愈增愈大矣。

曲線兩端，漸逼近而相遇，其間水斷，或成河中之島，卽自成一湖沼，又曰日月沼。而河之本體則遂成一直線，凡低窪之地，此等湖沼最多。

第五目 河水搬運之物體

地質變遷概論

河水所挾之物體者何，即細微之土沙，浮游於水中。其泥粒之粗者，轉移河底，其較更粗者，輒先淤積。故凡河之上流，常有卵石之屬，或浮或沉，由河水搬運他處。其搬運重量，恒以水勢之強弱為定，而水勢之強弱，或為搬運力，為水之質量。為水之速度則按上律，有於下式：

水若運石，則由流行速度成比，即前述之速度二倍，則其負力為六十四倍也；設增至十倍則可載重百萬倍之石。可知大雨時，山中急流瀑漲，其運重力，誠殊可驚。如人游泳水中，能負二百斤巨石以行，非人之臂力能負此重量，乃藉水之浮力以行也。

石在水中運行，恒與河底互相琢磨，石之稜角，因之以去，成為圓形，此河內多圓石之所由來也。然流行不息，摩擦愈間，則又愈小，故流行以愈速也。是以大河之下流，多見小石與泥沙耳。

凡河水搬運沙石，其力之巨，乃非偶然之事也。茲將地質學家之實驗，一秒間所流之水量，及一年間負石之體積，列之於下：

河名	一秒間所流之水量	一年間負石之體積
楊子江	二一·八一〇（立方米）	一八二·〇〇〇·〇〇〇（立方米）
黃河	三三·八五〇	四七二·五〇〇·〇〇〇
米悉西北河	一七·五〇〇	二二一·五〇〇·〇〇〇

歐洲諸河，浮淤石類，大抵每一立米之水，能負重百克，（二兩六八）若輾轉運行，其負重，則愈下流愈減，反之浮游，則負重愈加。概言之浮游物質，較輾轉物質，十倍以至五十倍也。

第六目 河口沙洲

凡河水滿載物質，順流而下，每至河口稍狹，則速度減緩，沉澱淤積，遂成片陸。或水勢湍急，與海水混合，衍流平行，漸遠其勢漸衰，所挾帶之泥沙，沈澱日積，遂成沖積之島嶼，即所謂河口沙洲也；其形如三角，故亦有稱三角洲。有河中特起者，有分列沿岸者。蓋洲有一種特性，恒依水道，往往沖突裂為數支，其分流所起之處，即為沙洲。

世界最大之沙洲，如印度恒河與雅魯藏布江合流入海之沙洲，則有二萬英方里。米悉西比河之沙洲，有一萬四千英里。我國西北江合流之珠江，淤積之沙洲，有一百八十萬畝。楊子江口沖積所成之崇明縣島，計長二百餘里，今則又置分縣矣。

水負泥沙，能成沙洲，不惟江河而已，即大湖亦能成之。湖能成洲者，其構造簡單，不過藉波浪潮流之力，停著而成。若江河則不然，必須潮流不大，無怒濤突衝，沙洲即成。其停著泥沙，頗有秩序，未見參差錯綜，慢無規矩也。歷考世界諸大沙洲，上層皆累平行符線，無縱橫淆亂之跡，沙洲之厚，據試錐之結果，為一百至二百米。

第七目 沙洲成立及其漲率

上述江河之水，負載物質，隨流直下，稍遇阻力，則停蓄之處，即成沙洲。是故阻物，爲沙洲之基礎也明矣。然而觀其變化，非躬踐其地，不足以明其理。今特舉近例，以證沙洲成立之原因，及其漲率；皖之無爲南寬百里，有一沙洲，原有面積五千六百餘畝，當一八六〇年，爲巨筏剗削，復受惡濤沖刷殫盡；於一八七四年，有一汽輪沉沒其處，是爲阻物，於江流所携帶之沙石淤泥，至此停蓄，日漸漲大，而沙洲因之亦起，即其面積逐日增益，迨至一八九四年清丈，其面積爲六百二十畝，後十四年復丈，爲一千五十四畝，至一九一九年爲一千四百畝。考其增大之率，計每歲可得三十一畝，卽十七年半可得一方里。但此漲率，不可同一概論，因水勢湍急之有不同。即停蓄亦有差異也。苟欲知一洲全體之積，須先得每歲所積泥沙之平均量，乘其所經之時間，卽得其全體之積也，其公式書列於下：

沙洲成立之公式

按江河波浪及沙洲之多，俱在下游，而沿途挾帶之泥沙，稍一被阻，水卽分流。故分流之處，卽爲沙洲之首，此江心特起之沙洲也。或因灣曲，水不由中，則如岸捲急溜之衝，無不崩塌，此岸因避溜水平，而沈澱力大，潮浪湧上之沙土，不能隨流而去，年湮月積，無不日形其漲，此沿岸之沙洲也。上述兩種沙洲，底層多屬沙質，表層多屬粘土，一經突出水面，卽生蘆葦，刮澆水泥，漲率尤速。考其

增漲之程度，視水之大小久暫而異；每年平均約漲高四五寸至一尺，其面積亦因之逐漸擴大，高度漸增，則漲度亦漸減。反之雖出水面，蘆葦不生，水流稍有變動，則日形沉沒，甚至於無；亦有或沒或漲，出沒無定。而沙洲之崩漲，平均每百年約有一次變動，有循環之勢也。凡利之所在，害亦隨之，沙洲亦然。如無妨害者，始不具論。其有妨碍者，不但阻碍交通，而侵佔河幅，頓減容量，阻塞河口，其害尤大。夫霖雨多，伏水漲；伏雨多，秋水大，超過容量，無不漫溢田廬，沙洲之區域小，淹沒之田廬多。權衡利害，得不償失，則揚子江及珠江下游之連年水災，沙洲之漲爲其一大原因也。黃河流域，多屬沙質，團結力薄，祇有沖積層，而無沙洲，每因堆積兩岸，河幅日狹，河口墊高，洩道不暢，則決口四溢，良有由也。

且黃河僅有河套之益，而有百害，誠國家之敗子。中國三大流域之下游，無一不有水患，僅知沙洲之益，罔知殃及池魚之害。故西人常用刷淤之法：凡有妨害之沙洲，築堤設圩束狹水道，令速率增大，藉沖洗之力，以復原狀。如美之米悉西比河，歐洲之多腦河，常用此法，水患罕見。我國崇明島係在海外，其餘無一不爲水患原因之一也。

第八目 湖及其種類

湖與地質及地形毫無關係。舊謂湖之淺者曰澤，深者曰淵，有草者曰藪，有鹽者曰鹽湖，或曰鹹湖，

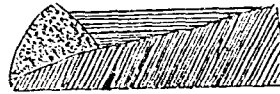
縮而不流者曰浸，咸由水泄陸陷，其在俄原及近海新生之地，自然沖激停蓄者無論矣。其在山地與夫平坦之區，大率由於地震，或地殼之陷落而成。考其深約在六千英尺，較海之深度為四分之一。

凡氣候乾燥之地，衆水匯歸之湖，不得出路，溶解礦物之量甚多，停滯不行，日久自成鹹水，加以附近鹽類流入，停蓄其中，此類之湖，名曰鹽湖。鹽湖水之多少，視其所受水之多寡與化氣上昇之量爲定。若所洩視所入爲多，或相等，則湖水有減無增，其水日漸益鹹，歷時久遠，鹽質日集焉。故鹽湖之成，有歷千萬年者；如美國內華達之華克湖，兩泰之大鹽湖均蘊蓄鹽粒之最著者。我國甘肅之大小花馬等鹽池，蘊質延及十縣，官設十塢以監督之。陝西之瀕泊等灘，官設四塢以監督之。次爲山西之安邑鹽池，長五六十里，寬六七里。綏遠杭錦旗之白鹽池，面積亦十餘里，尤多鹼湖。新疆羣山環繞，水難外洩，尤多鹽鹼湖；其最著者，如腰站子鹽塢十里，七角井鹽池，所產鹽塊厚二三尺。故西北各省及蒙古地方，（川滇均產井鹽）不需海鹽，或吸引鹼漬，或掘鹽塊，或刮湖土，煎晒並製以成此天然品也。

大湖變遷甚易，如沙土游充其溢地，以填高其底，則水溢出，久之幾於地面齊平，如洪澤洞庭兩湖。或所入水量多於所洩，則湖水日漲，久能自覓出路。依此原因，湖之成立有二，即不外乎內生力與外生力是也。

由外生力所成者，曰堰止湖與盆地湖是也；堰止湖者，橫斷河流，作成隄坊，盡而爲湖；又谷之截斷，所成之天然堤防，水流停蓄而成者也。其流入之熔岩，火山石，火山灰，及其他各種物質，又細別爲燄岩湖堰水湖，山崩湖，雪崩湖，環礁湖，海岸湖等。

第六圖



湖止堰



湖地盆

盆地湖者，地盤自然剝別，水流其中成溜者也。又細別三類：卽由水之剝蝕，使地殼成凹者，曰剝蝕湖。前世界之水河所掘成者，曰冰蝕湖。地下洞穴陷落，曝露地面，或地殼陷落與大地震所成者，曰墜落湖；如魯吳間之微山照陽及吳皖間之洪澤丹陽諸湖。

由內生力所成者，曰構造湖，火山湖，遺跡湖等。構造湖者，其溢地由地層變位而成者也。火山湖者

，火山熄滅後，水流火口內所成者也。遺跡湖者，昔爲大海一部，後海岸隆起盡海以成者也。

第五節 冰

第一目 冰河

冰有二類，在陸者曰冰河，在水者曰冰山，今次第論之。

大抵氣溫，不僅在南北極爲最低，卽高山之境，溫度亦低。山漸高，氣溫亦漸低，故氣候寒冷，如滇之點蒼山所積之雪，四季不融，於是全山多被積雪所覆，積雪既多，則壓力重，崩塌生焉；且積雪下壓，下層融解極大之冰塊，相繼漸向坡下滾落。此積雪流水之湖，卽所謂冰河是也。其積雪之界線，稱之曰雪線：

一 其崩也急

二 其崩也緩

雪崩乃山上崩塌之雪塊；冰河是結成冰狀之河流。前者在雪線以上，居山之高部，所謂冰河之水源也。後者在雪線以下，冰塊結成河狀，所謂之運輸也。

東省之長白山積雪所成之冰塊，融流於松花鴨綠圖們等江，甘肅之祁連大山，新疆之天山，西藏魯藏布江北之達丹山，及其魯貢拉雪山諸嶺，已入冰雪界，其間冰塊冰谷不知其數也。

山冰由疏鬆而集合，由集合而一部分融解，於是再結水而成結晶粒狀。細考其實，不甚透明堅實，含有空氣泡多者，色白而濁，崩之谷下，遂押擠而現藍色之層狀。故冰河之區，其冰泡多者，爲白色層，泡少者，爲藍色層，橫坦其面，則堅海冰也。但藍色組織之理由，尙未判明，今姑置之。

第二目 冰河運動

冰河與河流相同，其道有寬狹，底有深淺，滔滔不絕，洶湧直前。惟遠力則依斜度及冰量爲轉移，即依河之深淺爲增減。大抵冰河之流，中間速於兩傍，在坡斜速於平坦，冰面速於近底，是冰河之流與河流之相同者也。例如阿爾白嶺之冰河，長自五英里至十五英里，廣自一英里至三英里，深自二百至六百英尺，每日可前進數寸。喜馬拉雅山冰河，長自三十至四十英里，深一百八十英尺，每日行九英尺至十五英尺。美洲東北之格林蘭冰河，長一千二百英里，廣六百英里，全地皆爲冰雪所掩蔽，水雪之深自二千至三千英尺，該地雖非傾斜，每日尙行六十英尺云。

冰河之道，與他種實質迥異，幾如有粘性之流質，試以下法証明之：以冰塊受壓，使之一部融解，故轉瞬間，又復結冰，或使之受壓至內部顯有破壞之一片時，俟壓力減輕，其內部又復變成原狀，此皆證明其有粘性無凝也。

第三目 冰河運動之現像

地質變遷概論

水河前進，受工作之力，遂成裂縫現像，區以縱橫之別：橫裂縫者，谷底斜度所生之現像也；縱裂縫者，谷底廣汎所生之現像也。

第四目 谷水河

谷水河，依其形狀，別爲二類：即（一）谷水河，又曰正水河，因其爲河狀故名。（二）內陸水河，又曰水帽，因其蔽覆陸地之四面故名。

谷水河在高山最下部沿森林而進，與小冰河相合。冰河之下端，由氣溫所消失之量相均等，遂成一種水平地。

冰河之面及底，均畧有融解。若表面水多，則沿裂縫流滲達底，而成潛流，由裂縫流入處則成穴，名曰冰河門。

地球之南北緯度最高之境，冰河至中途不能融解，即已去雪線數里之遙，以至於海濱，且又卸入大海，浮游而成冰山。

冰河表面融解之水，沿裂縫之形，左曲右拆，迴轉流下，而達於底，名曰冰河車。當達底時，旋鑽其底之石，穿成圓孔，恰如石竅，故稱其圓孔，曰冰河竅孔。

冰河表面之雖能溶化，既已略逸。但其冰上之土石堆砌，即所以維護其冰層，免爲日所融化，故月遠

日久，冰河面上顯有突出之柱狀，稱爲冰河卓。凡土石山山之兩側墮入冰河，其流動則土石隨之弛降，遂累成行列，或成長堤防，稱曰側堆石。蓋山之墜落，只能集於冰河兩傍，決不能達於中央。若二冰河相遇於一途，則二堆石始混合於中央，稱爲中堆石。但中央堆石無定類，因冰河合流有多寡也。而側傍之兩堆石，無論如何，浮載冰面，卽水底亦有之，稱爲底堆石。冰河全重，內含粉雜之墟母質土及多少稜石而成。但稜石不銳，因受冰河流動之擦傷也。尙有所謂終堆石者，卽上堆石與底堆石集合而成者也。

受冰河之壓迫，不僅冰堆石，而底及兩傍之岩盤亦受之。故此等之岩面甚平滑，同時堆石亦能磨損，至於底之岩盤，則有多少突出之部，而成圓形，卽所謂饅頭岩也。冰河具有磨擦現像者，實有對谷之一種穿掘力存焉，故名此爲水蝕作用。昔時所見冰河底面遼闊，兩側急峻，而成爲V字形之谷，率由水蝕之明證也。

第五目 內陸冰河

其內部全無堆石及裂縫，而堆石因山四邊墜落於海也。又如南極內陸冰，其大較格林蘭爲九倍，其大體形勢亦相同也。

第六目 冰山

地質變遷概論

前所謂緯度甚高之區，冰河之限點直達海面。考南美南緯四十五度，那威北緯六十五度，阿拉斯加北緯之地皆然。愈近兩極，則冰河有延綿入海者，至是遇巨潮駭浪，遂分裂數分，浮游水面，成爲冰山。北大西洋之格林蘭島，南大西洋之南水洋羣島，皆冰山之總源也。

冰比水輕，故水河入海，即浮游水面，隨潮進行，其大者長達數英里至十數英里，高出海面百米，全高約九倍之。巨船遇之立碎，最爲航海者所憚恐。冰山多有殘堆石，故學者，謂產水河之証也。

冰山常隨潮浪南運，與熱流遇，即融解消滅。冰山之形，初恒爲稜體，飄流漸遠，其全體漸受日光，空氣之融解，不能一律，故形亦遂變化，遠眺之疑爲大山焉。

第六節 海洋

第一目 海水所含之物質

地球表面之水陸二部，統計四分，水佔其三，大陸僅居其一耳。北半球之陸地較多，即陸四海六；南半球爲陸一，九，海八，一。海之全面積爲二千三百四十四萬方英里，平均深度爲三千七百米。近陸者曰海，遠陸者曰洋，即百川之總匯也。

海洋者，無出路之巨泊也。含有鹽類千分之三五。茲將分析七十七處，所含鹽之種類，計千分之三十五之效果。

究其含鹽之故，與鹽湖少異。蓋地殼之水，溶解礦質，流入江河，以達於海。其礦物又在海水中沉滯，逐漸成鹽。而海水與鹽類不生飽和，故由海水中之動植物又起作用，此昔人之舊說也。

但海水之鹽味，亦有原於岩者，要知洋海之鹽，乃經地質許久年代滲聚而成者也。

第二目 海之剝蝕作用

觀夫沿海之區，怒濤駭浪，衝擊無已，其剝蝕之力不言而喻。考其剝蝕作用有二：卽礫浪與潮陸是也。礫浪不僅衝損海岸，同時亦能穿壞岩石，而助其功用者，厥爲水中鹽類之化力，或生物粘附岩石，亦能助其功用也。夫緯度甚高之地，海水常流入岩石孔隙，凝結成冰，復受波浪之衝擊剝蝕之力，因之亦速。但其速率各有不同，故海岸外形，亦有參差，卽凹凸之不齊也。其凸處又時爲狂浪湧入，衝突尤力，遂致日形其深，成石竅之形也。

海岸激浪剝蝕之速率，恒視其高速度，岸之角度，岸之傾斜，岩石硬軟而異。蓋岸爲懸崖，則剝蝕力最強；若岸爲最斜面，使潮浪洶擊力小，則剝蝕之方亦減，甚至只有停蓄，而無破壞也。但波浪作用，水之土層爲大，漸下漸減。據地中海試驗：沉物於海三米之下，已受波浪之衝擊，再取而視之，并無損壞。大西洋於海面八米之下，則安全無恙；總之自五米至八米，其剝蝕力極弱，自一米至二米爲極強。

海岸陡立，經年年受浪衝擊，久之能鑿石成溝孔洞穴等，漸嚼岸脚，亦穿成洞，終焉岸之岩石崩墜墜落。其崩墜之石，如擲砲彈，隨浪振盪，其洞倍深且廣。故最後所成者，名曰海岸台。則其海岸又遂增後退；如那威海濱之海岸台頗多，高自二千至三千英尺。

泥土海濱，激受海浪振盪，剝削泥土，成一條或數條溝渠，似此作用，稱爲潮浪。

潮汐洶湧，冲刷極猛，不能蓄土成洲，並將原有所成之砂洲，潮蝕殆盡，即河口肆張，形如喇叭，怒潮往往突入其中，遂流上行，其理詳於下說：

潮浪愈高，速力愈大，故浪激河口，阻力過大，則潮頭碎爲浪花。其速率每旬鐘自十五至四十里。其冲刷之力，實異尋常。比其退也，凡江河所停蓄及其河流所含之雜質沙土，成爲蘆捲入海。此所以受冲刷而現喇叭口，如錢塘江口是也。

第三目 海底珊瑚虫

珊瑚虫種類頗多，產於熱帶地方，且集羣而居，故珊瑚爲無數微虫而成者也。珊瑚旣成，歷年有所，則成爲岩礁或島。故此種珊瑚，曰礁珊瑚；其所成之形，曰珊瑚礁，又曰珊瑚島。礁珊瑚不能在深海中生長。其最繁殖者，自海面至深四十米之間，至限而止。

珊瑚礁者，由殘拆珊瑚，粘合成之灰石，是曰礁石。礁者集無數之礁石，暨植其上之活珊瑚而成者也。

，可分三類：卽一海岸礁，（裾礁），二壁礁（堡礁），三環礁（湖礁）是也。

海岸礁者，乃蔓延於海岸而生者也。壁礁者，生於距岸十數英里之深海。環礁者，於海水深處自行長成者也。其形渾圓如環，中注一片靜水，儼同湖泊，三礁之中，此爲最奇之礁也。

達爾文氏：謂此三礁本同一物，因海底徐沉，經種種變形而成分類之現象也。但達氏之說，今世學者頗多攻擊，阿蓋雪斯氏考得弗勞力大海之環礁，並非爲海底下陷所致；墨雷氏親往達氏所遊各地重加考察，謂環礁亦全非爲海底下陷所成，乃爲海底火山頂或別種海灘沙堤，珊瑚虫寄生其上，遂成環礁。壁礁者，本爲海岸礁，其後因向島之一面，珊瑚漸次消滅，故礁之四周，遂日向外擴張，而與本島漸遠之所致也。以上各說，學者爭論卒起，苟不實地研究，則此問題，斷難解決也。

某國學者，派人至南洋弗那夫七島，雖試環礁，迨至四千米之下，其海底火山頂及其他山頂之岩石，成爲珊瑚質，以弗那夫七島，試驗之事實，足以証明達氏海底下陷之說，殆非謬語也。

第七節 生物之作用

植物之能根深蒂固者，緣其俱有穿崖裂石之能也。由淺微而粗深，如石匠鑿石，塞以木屑，石之能自裂無異。其枯朽腐敗之物，停蓄所生之碳酸等質，則起分解作用。能將岩石化爲土壤者，卽由腐植殘留之渣滓，與酸化的分解岩石混合而成者也。

高等植物之能穿崖裂石，已於上述。而最小之動物，如「穿孔介」（土龍蚯蚓）及其最多之海產，「蠕虫」亦同俱有造成之功也。

世界最小之動物，莫如菌類，不僅生能穿入最小之孔隙，即死後尚能吸收空氣中之炭素，起分解作用，使最小之孔隙日益擴大，而植物之根鬚，即乘虛而入，此岩石分解之初級也。

第八節 煤炭成立與地質變遷之關係

生物作用，不僅剝蝕岩石變化土壤而已，即煤炭之原料，大都由生物逐漸變化而成，與地質變遷有莫大之關係，試述於下：

煤炭之生成，據鑛學家考察，因前世界地震震動，穩花植物爲土沙掩蔽，久而殞死，既受壓迫，又乏空氣，日久漸漸腐敗，遂生碳酸瓦斯及種種炭之化合物。美國傑佛奈氏謂其主要部分有三：即隱花植物之細胞，變質木及炭精另有少量之松脂石臘等質，與炭養輕三原素化合而成；後受水之溶解，大部炭酸殘留，即所謂炭化作用，遂成廣漠無限之煤油。其生成之種類，大別爲二；即（一）海成層（昔時四川湖北江西江蘇等省）其礫石以有孔虫珊瑚及魚類爲主；（二）陸成層（遼寧河北山東陝西山西湖南福建廣東等省）而山西一省據英國福公司實地勘測，無烟煤有一萬三千五百英方里，烟煤有二萬英方里，李希霍芬氏謂其足供世界二千年之需。其礫石以高數十尺粗十數尺之草木印木羊齒類爲主。

凡物之生，不能無因而至。大陸地層，此項生物究由何來，其說有二，卽（一）漂流說（二）本地生長說是也。

（一）漂流說 謂煤層乃陸地之植物，受水之冲刷，隨流遷徙於湖海之底，沉積炭化而成。世界大河，常有浮木漂流，海濱沙磧中，亦有植物之遺蹟，皆爲是說之證也。

（二）本地生長說 謂植物之根深蒂固，勢難刷之使去，且煤層底部之土質，卽當時之表土也。每見植物化石枝葉俱備，往往保存極佳，其根莖蔓延於土中，是其顯著之証也。

夫煤層分布之廣，及煤層之厚，非水之冲刷力所能致；苟經一度遷移，必有多少砂礫等質，孱雜其間。近代考察煤質多屬純淨，爲漂流說所不能解，有時煤質含灰極多。

植物化石破碎零落，煤層分布有限，顯係含有滑雜等質，是本地生長說亦未完備。總之煤之化學成分，含有海產介類及陸地植物兩種；其植物成分，皆爲現代植物之所有；例如長白山之落葉枯枝，堆積有二十尺之厚，其底層之黑土及各省河湖俗稱之黑狗屎泥，皆有可燃性，其組織成分乾則與煤無異。而川滇黔崇山之大圍木，埋沒土中尤爲數見不鮮，自然界變幻莫測，然據一說萬難概括其全體也。近來研究炭化作用，乃由腐植物中所含之揮發物逐漸飛散，炭分因之益增，苟作用太速，則炭分將盡化爲碳酸氣散去，結果一無所存。今欲植物一部分之腐化，必須使之埋沒水中，不予以充分空氣，俾

得慢慢化解始能保存炭分。近世沼澤沉積之泥炭，即植物化炭之初階也。以此類推，則古代沼澤沉積煤質情形，當與近世沼澤大相彷彿；其所異者，古代沼澤面積廣漠，地勢平坦，與海平面相近；而近代沼澤皆高距海平面上，且有山嶺阻隔。證以世界煤田之地質，其岩石常發見沿海沉積之生物，則古代沼澤，其地勢必與海平面相近，或離海岸不遠，地盤稍有昇降，海水易於浸入也。反之近代煤田多居於大陸高阜，土壤掩蔽深入數千尺之下，蔓延於大陸幾無地無之。據此推論，則古代之海濱沼澤，多為今界之大陸，而現世之大陸多於古代之大陸。設風化遷移而靡亡，則海陸齊平，無待懸譬矣。

第九節 結論

地之成毀變遷，已次第論之。綜觀形形色色之諸種現象，則內生力隱而不顯；其所顯露者，為驟然之暴舉，常予人類以摧殘。雖損繼漲增高之能，究不敢外生力剝削之厚。外生力顯而隱，其削也漸，其積也緩，即以彭聃之壽，亦難窺其究竟。康特氏謂地球每五千年，平均剝低二尺，則已去之三千萬年，則已剝低六千英尺。今海洋三倍於陸地，設外生力剝削無已，而內生力積漲不繼，終恐茫茫大陸，將與海洋齊平。証以今日水土所演之現象，乃屬確切之事實。其有不然者，據科學物質不滅之律，自然界乃有循環之現象。如第三紀以前之舊褶迭山嶺，今世所存留者，已成殘邱頽阜，而有新褶迭山嶺繼起以替代之，則海陸變遷，亦有循環之替代也。大哉斯賓塞曰：今之太陽之熱不如古太陽之熱，八

大行星之旋轉，未有不耗本力者。及乎最近法國地質學家馬推勒氏詳論水分減少，「非洲撒哈拉戈壁之峽隘，哥羅鐸之格蘭谷，以及中央亞細亞，在第四紀以前水盛滋潤，近則極形乾燥。美之萊項及陸內維爾之大鹽湖，水漸低落，」與平均剝低互相參証，則地球之旋轉。「因耗本力則日縮」，地面之水分，亦未便獨存而不減。則斯氏之言，乃愈有徵也。

地質變遷概論

朱兆蕃 著

大連微光學社發行

同益

北平前門外五道廟街
同益印書局代印
電話南局八百五十一

中華民國十七年十月出版

全一冊 定價四角

版權所有 不許翻印

