

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(二十)

湯姆生著
胡明復等譯

商務印書館發行

科學大綱

(二十)

湯姆生 著 胡明復 等譯

漢譯世界名著

科學大綱

第二十八篇 地球之構成與岩石之由來

美國哈佛大學哲學博士
竺可楨譯
國立東南大學地學教授

地球之內部——火山之爆發

地球之成因 本書發端諸章，曾略述今科學家對於地球之成因，以及混沌初開時一切情形之理想。地球之始，必與其餘七行星同起源於一龐大無倫之漩渦星雲，此等漩渦星雲，現今天空中尙指不勝屈也。

關於地球及其餘行星成因之學說，最要者凡二，其一爲法國數學家拉普拉斯所創，謂各行星由於星雲中排擠而出之環狀氣體所成。據美國地質學家張伯倫教授所述，則拉普拉斯之理想如

下：

「地球最初，本係一氣體之圓球，後漸成爲液體，但其外部仍爲炎熱之空氣所包圍，不特現今海洋中之水，固盡在空氣中，卽在高溫度易於氣化之固體，亦雜於其間也。嗣後地球面部熱量逐漸發散，遂凝結爲固體，而成地殼，水氣成雨下降而廣被全球。當是時，世界固一片汪洋，無所謂大陸存於其間。迨溫度低降，地殼收縮，而陷穴於是乎成；水性趨下，羣集低窪處，陸地乃始顯露於水面之上，而風化之作用，以及岩層之成造，乃始開其端倪云。」

其二爲流星說，此說謂星雲之初，雖係氣體，但日後成爲散布之流星，所謂行星者卽由是等流星逐漸積聚而成。試再引張伯倫教授之言，以說明其理。

「推想地球最初時之情況，與前說相反者，爲無限小度行星說。（譯者按此說有二名，在英國稱爲流星說，美人則多稱之爲無限小度行星說。）依此說地球最初爲無數流星，各自游行於特殊之軌道中（故此說認定地球之初卽爲固體，）因逐漸互相併吞結合而成地球。其面部之水與空氣亦非本有，爲日後積聚而成者，故地球、空氣、與水三者，皆積少成多，由小至大，無經過一

高溫度時期之必要。由始成以至後期，水與空氣仍源源而來，足以抵制同時間地球所遺失之水與空氣也。」

構成地球之物質，與太陽系內其他行星上之物相類似，所不同者，各種物質成分之多寡耳。原始之時，地球面部爲氣體或液體，月球卽由地球之面部分離而成獨立之形體，潮汐之摩阻力，足令月球離地日漸遙遠，上章已言之矣。初成地球之直徑，據科學家所推測，不過五千五百英里。因吞併鄰近之星雲物體或流星（卽張伯倫教授所謂無限小度之行星，）而漸加大，直至其直徑達八千一百英里，地球之生長時期，乃始告終焉。

生長時期告終而後，其體積乃反減縮，至今日而其直徑乃僅七千九百英里，蓋地球之所以減縮者，厥有二故，一由於外部溫度之下降，一由於內部之固結。地球面部，其始大抵爲熔岩（Lava），或凝結，或沸騰，迭相爲變。而沸騰之作用，能使各種物質互相類聚，輕者上浮及巔，重者直沉於底，故酸性如花崗岩等之物質，乃上升，而鹽基性如玄武岩等之物質則下降。迨外部溫度低降而後，乃凝結成爲厚達五十英里堅硬之地殼，掩蔽地球內部，使其熱量不得外泄，世界各大洲概係較輕之岩

石，如花崗岩等所構成，至於海洋底部，則多爲濃密之玄武岩。要之地殼爲岩石所成，而岩石之奇妙，乃在其構成物質之互換與配合也。

地球之內部，恐係一金屬所成之核，但其外爲五十英里厚之地殼所包圍，故吾人無從覘知。地球中心之離地面四千英里之遙，而世人所掘最深之坑，不過六千五百英尺，尙不及一英里又四分之一也。如欲以此例彼，妄測其內容，直等坐井觀天耳。是以欲洞窺地球內部之狀況，非特科學的研究方法不爲功。大概自地面下降。其始也溫度之加增，與岩石性質之更變，均甚漸而有定，迨達一定深度而後，則情形迴變，是實爲地殼與金屬所成地核之交界處矣。

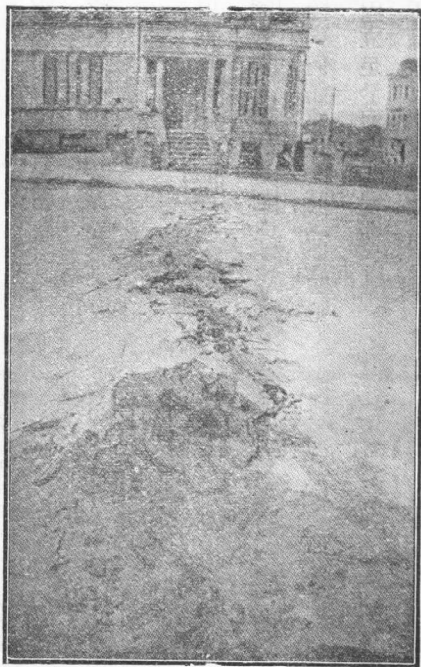
一

地球之內部 吾人所知關於地球內部之狀況，多賴研究地震之波浪與火山之爆發而來。由

地震之波浪，吾人始悉地球內部物質之堅韌，且其堅度愈近地心而愈大，蓋由於地球外部之壓力，迫壓內部物質之分子，使其互相接近之故。地震時其震動之波浪，自地震中心向外四散，以傳於全球，宛似具有彈性之波浪。當地震劇烈時，能發生『主要波浪』，使地面受極大之搖動。此等主要波

浪，循地面而行，入地不深，又稱爲橫浪，其速率不過縱浪二分之一。所謂縱浪者，實爲地震各波浪之先驅，凡有地震時，首到之震動，此爲縱浪，故又名爲『先驅浪。』地震之所以能表現地球內部之情狀者，實由於此等先驅浪也。研究縱浪之速度，則知其

所經之路線，往往直貫地球而過，其入地之深，常可於其速度中推測之。世界各國多設有地震測候所，其中所備儀器非常精密，而觀測亦極勤謹，故凡遇地震，其地點，強度，以及各種有關之事實，不難洞悉。且研究地震波浪前行時之狀態，則可以數學上之理想，測定其傳導時在地中所經之路線，以

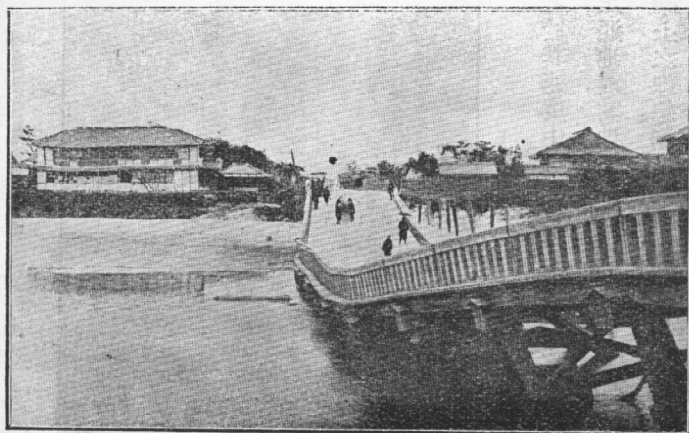


舊金山地震後街道破裂之狀況

破裂之結果足以表現地震時地殼中之漲力與變形。

及其前行之速率。如是則地球內部之情形，亦不難推想而知。其所得結果，已如上述，自地面以達五十英里之深，是爲地殼，五十英里以下，則爲地球之核，其物質與外部不同，多爲密度較大之金屬。亦有信地殼與地核之間，夾有薄層軟而易溶之物質者。此層甚薄，故地球之堅實，不因之以減少也。

使地殼下部誠有此薄層，則恐非爲液體，而僅爲易於變形之物質耳。美國地質學家維理思·貝力 (Bailey Willis) 討論『何謂實地？』時，嘗設問曰，『大陸，山嶺，海底，固立足於何處乎？』『世界固有岩石，其堅固足以抵禦大陸山嶺而

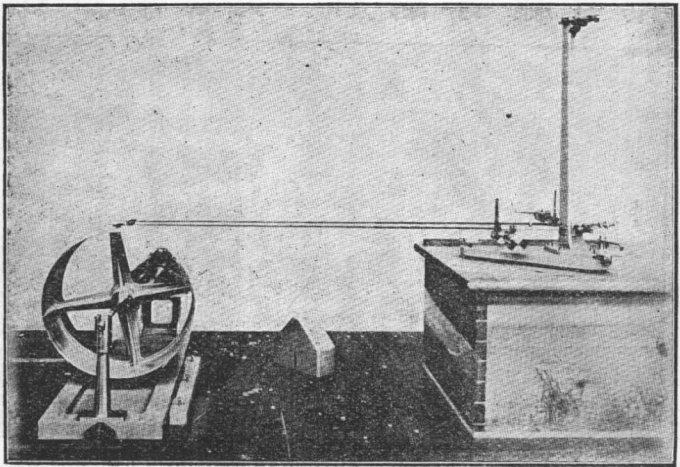


日本地震時莊內川枇杷島橋傾圮後之情況

橋已陷入河中，彎曲作蛇形。

不碎爲鹽粉者乎？』小峯之高，達三英里以上者，指不勝屈，即高達五英里者，亦數觀，其力豈不足以破碎無立足之地乎？試更述維理思對於此點之意見。

以亞洲之高，則其重量斷非在其底部之岩石所能擔負。揆之其餘各大洲，亦莫不然。是故吾人可以意想，在底部之岩石，已近腐爛之狀況，或已經腐爛，亦未可知——特所謂腐爛云者，非謂岩石已成粉末，蓋大陸海洋之底部，同在地球之內，連爲一致，斷不容其或有破碎也。岩石之力，雖不足以勝負擔山岳大陸之任，但同

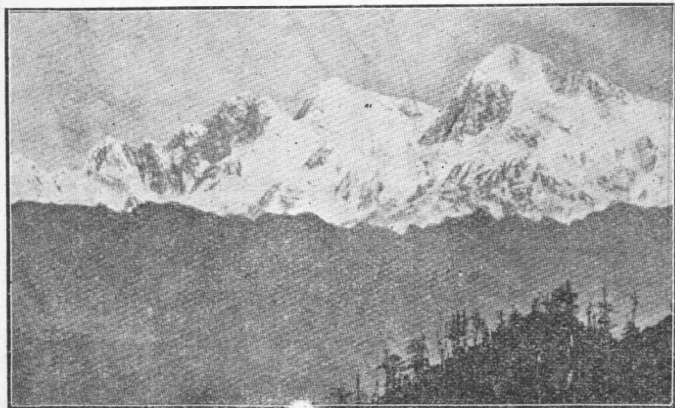


地震儀 (seismograph)

世界各國觀象臺用圖中所示極精密之儀器以測量地震，地面苟略有微震，此等儀器亦可覺察。地球內部之形態，雖直接不能測知，但研究地震波浪之速率，則地球內部之情況亦不難窺其一斑矣。

時復不能碎爲小塊或細末。此種相類情形，曾經幾度之實驗，證明大理石以及最堅固之花崗岩，苟置諸高壓力之下，能變其形狀，但同時仍不失其爲完好之固體也。在此種情形之下，岩石幾與蠟相似，能具任何形式，所不同者，岩石仍極堅硬耳。

地球之內部溫度極高，此可自火山及溫泉等現象窺其一斑。且探礦時掘坑愈深，則溫度愈高，亦足以知地球內部之炎熱。地球內部之溫度，依英國地質學家格列高里教授之說，則謂其『必在攝氏寒暑表數千度以上，但地球內部之物質，雖受此高溫，仍



喜馬拉雅山與其頂峯埃佛勒斯

喜馬拉雅山之頂峯即爲世界最高之一點，計拔海面二萬九千零二英尺。世界最深之海其深度略過此數。二數相加，自最高之山峯以達最深之海底，約十二英里，較之地球半徑四千英里之數，渺乎小矣。

不能變爲液體或氣體，且證明其極爲堅固，實因在極強大壓力之下，分子被束縛不易流動之故。當物質受高溫時，由其物理上性質之變遷，其溫度即不難推測，因此吾人斷定地球內部之溫度，必在攝氏九千度以下，大概不及一萬千度。』

二

地球面上海陸之分布 研究地球之形容面目，即研究地球海陸分布之狀態，實爲一極有興趣之問題。英人格林·羅狄安 (Lothian Green) 於四十年前，已說明世界各大陸之分布，其形勢宛如四面稜體形之邊端。所謂四面稜體形者，即一立體形，其四面均爲三角形。大西洋，印度洋，太平洋，及北冰洋，即在立體三角形之面上。科學家曾以數學之理，證明若一四面稜體形，其面部能吸引水於其上，而全面積七分之五盡爲水掩，則其狀態偁肖世界上之海洋。且依幾何理，凡球體之物，苟其體積收縮，而同時面積之大小不稍減，則其形式必成爲四面稜體形。但地球因自轉極速，故其邊際不尖銳如稜角，而狀較圓鈍。

世界各大洲相去萬里，隔以重洋，但其動植物不特同科而亦同種。今日固如此，即在地質學上

各時期中，亦莫不如此。此非足以證明現在大陸之爲水所分離者，昔曾互相連繫乎？同一地而幾經滄海桑田之變者，蓋屢屢也。間亦有歷經地質學上各時期，而恒爲大陸者，但不多見耳。昔人常謂北部大西洋中有所謂大西洲（Atlantis）之存在者，柏拉圖關於有史以前大西洲之著述，以及其人民文化程度高尚之諛辭，雖未足徵信，但介於歐美二洲之間，遠古以前，曾有大陸立足其處，可謂毫無疑義者也。

要而言之，高岸爲谷，深谷爲陵，並非爲古人之妄想，乃極普通之事實，屢見不鮮者也。英國全部，幾於無處不經滄海桑田之變。今日之大陸，大都昔時曾爲海底，而今日沿大陸一帶之海底，則亦曾見天日而嶄露於海面之上者也。當歐洲石炭層積成之時，澳洲，印度，南美洲，及南非洲，均生有若干同類之特殊植物，地質學家因此推測當時上述各處，實相連合，而成一偉大絕倫之洲，名爲『哥特華納大陸（Gondwana Land）』但依新近威棋納教授（Prof. Wegener）之說，則謂在當時上述各洲，相距實較今日爲近，南美洲，南冰洲（Antarctica，譯者按南極附近，稱南冰洋，但近來發明其地非爲海洋而爲大陸，故又稱爲南冰洲），澳洲，印度諸地，可以南非洲爲中心，而加附於其上，

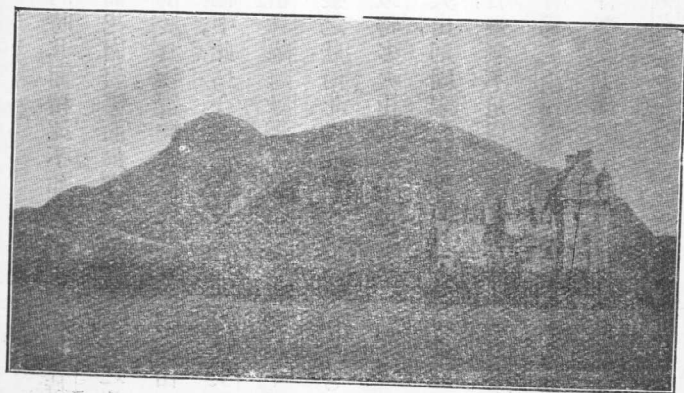
如吾人之排七巧板然，使成連綿不絕之大陸，而同時其面積遠不如普通所臆想『哥特華納大陸』之巨。威棋納教授并謂大陸之上，多輕鬆之岩石，如花崗岩等，而海洋之底，則多重實之岩石，如玄武岩等。是故大陸之所以得高露而顯其頭角者，實由於其物質較輕，而浮升之故，猶冰山之浮於海水中也。直至地質學上離今未遠之一時期，即第三紀中，此烏合之大陸，忽而瓦解。南北美洲離舊大陸而浮向西方，降至今日，此游離之趨向，仍未少懈。格林蘭離歐洲而漸遠之速率，為每年五十英尺。岩石之在移動大陸之前方者，往往被推偏使成皺襞之狀，南北美洲西岸之落磯山（Rockies）與安第斯山（Andes）即由是而成。而此類山脈之所以特多火山者，亦以是也。

火山

英倫諸島，受地震之災害甚鮮。至於火山，則固未之聞焉。但此不過目前之狀況耳，在地質史上，英國固常有地震與火山也。島上各處岩石，幾無不足以證明昔時火山之存在，蘇格蘭西部諸小島，多為火山岩，而在某一時期，蘇格蘭中部曾為火山活動之中心。如北柏立克羅（North Berwick Low）本為一主要之噴火口，蘇格蘭首都愛丁堡附近亞脫座（Arthur's Seat）及堡岩（Castle Rock）諸地，昔曾為一極大火山，洛克斯堡（Roxburgh）之伊爾頓山（Eliden Hills）

與克來德灣 (Firth of Clyde) 之坎布累 (Cumbraes) 亦均爲火山之遺址，此猶不過舉其大略而已。此外如哲維倭特山 (Cheviot Hills) 及湖沼區域 (Lake District) 昔日曾爲火山帶，而威爾斯 (Wales) 之士諾典 (Snowden) 及卡得易德立 (Cader Idris) 諸山，亦在火山活動中心之附近造成者也。

自有地質歷史以來，火山之作用，有時極爲活動，而繼以長時期之休息。蓋以冷卻公轉，及他天體吸力諸故，地脈常發生變形 (strain) 與應力 (stress)。地殼一有變動，則岩石必緣斷層而移易，所謂『斷層』 (faul) 者，即連綿一致之岩



蘇格蘭愛丁堡之亞脫座

上圖代表火山岩所成之岩塊，此等岩塊由溶岩凝固而成極堅硬之岩石，故其附近較軟之岩石雖盡被風霜溪流剝蝕，此則巋然獨存。

石，忽折裂而生上下之移動也。裂谷 (rift valley) 即因斷層陷落之地面而成，其地較近旁各處爲低。地中海西部死海，紅海，坦干伊喀介 (Tanganyika) 湖，以及非洲諸大湖，即成於此等裂谷之中。地球之形容面目，實多由於此等上下移行之動作所造成。依格列高里教授之說，則云：

『在地質歷史上火山之所以時而活動，時而休息者，其故由於地殼內變動有多寡強弱之不同。地球體積減縮，則地殼勢必沉降，但其沉降也以漸。故地殼一時能適應內部收縮，而不致有火山爆裂，迨經若干時後，地球內部之容積減縮至一定程度，地殼力不能支，乃復起變動。但地殼爲堅實之固體，一有變動，岩層必且折裂斷碎。岩石沉降之處，其底部即受有極大壓力，此壓力足使內部炎熱而易於流動之岩石，自斷層裂罅中竄逸而出，於是火山之活動，乃復開一新紀元。』是故火山之活動，與地球面部之各種動作，如斷層，褶曲之類，有密切之關係。在近今時時爆發之火山，可以意大利之維蘇威 (Vesuvius) 爲代表，自有紀錄以來，維蘇威之第一次爆發（在西歷紀元後七十九年），毀滅潘沛依 (Pompeii) 城，使成一片焦土。地中海內斯多倫波利 (Stromboli) 火山，自荷馬 (Homer) 時代以來，即時顯其活動。

維蘇威火山爆發時之情形 英國蘭加斯德爵士 (Sir Ray Lancaster) 曾目擊維蘇威火山爆發時之情形，茲特引其所述如下：

『維蘇威頂峯所成之火山口或陷穴，上部係一穴孔，漸下則成爲管狀之隧道，以與內部深不可測之岩漿及水汽相通。至於下部之岩漿，是否爲局部的貯蓄抑地球內部若干英里以下，均係岩漿，則目前尙不能解決。所可知者，則地殼所生之重大壓力（地殼厚自五英里至二十五英里）能阻遏其下部溫度極高之物質，使不得變爲液體或氣體，其內部之熱力，或由於地球初成時本有之高溫，或由於地殼溫度降低體積減縮時所生之壓力而成，與本題殊無關。爲地殼所封閉而蟄伏於內部溫度極高之物質，至地殼發生裂隙時，壓力頓去，遂化爲流質或氣體，乘隙冲騰而出。此種驟脫壓制之氣體，勢力極大，擲岩石，挾沙礫，若決安全瓣，直衝霄漢，山陵爲之搖動。』

以下所述，爲一八七一年維蘇威爆發時之景況。

『余等徒步行向觀象台，蓋是晚余等即擬在火山上下榻也。遙見白熱之溶岩兩支，自山腰流出，其闊各約二十碼，前行愈近，則見灼熱之石塊，自噴火口騰湧而上，歷歷可數。每次石塊騰湧

而上時，必有洪大之聲，隨之以起。是晚適值天氣晴朗，惟空中有潔白之雲，高懸於火山之上，蓋由於火山口噴出之水汽所凝結而成者也。余等時聞雷聲隱隱，復見雲中電光閃爍，作慘綠色，與火山口內炎熱之物質，所映照於雲中之赤色，互相輝映。於是遂有疑火山之中，實含有火者，此火山名稱之所以由起也。特火山爆發時，燃燒作用，間亦有之，由於容易燃燒之氣質存乎其中也。火山口之噴發水汽，約每三分鐘一次，但至爆裂劇烈時，則每秒中內則可噴發若干次。且其勢力極猛，便炎熱而透明之水汽上衝，高入雲霄。迨至上部溫度低降而後，乃成爲形似松柏之雲塊。維蘇威所成之雲，往往高達七英里云。

「余等仍復前進，向溶岩流注之處而行，溶岩流之前端，宛若冰河，高約二十英尺。雖漸漸前移，而進步極緩，忽流忽止。自此以上二百碼，即爲溶岩自火山噴出處，當其初出，熔岩極炎熱而作白色，奔流如水，但爲量實無幾。須臾其溫度即降低，而面部遂作黏性，外部凝結成皮而後，足以阻梗溶岩之前進。每隔數分鐘，凝結之皮，因受內部溶岩之衝擊牽引而破碎，乃自面部紛紛下滾，互相擊撞，作聲如無數磁器一齊破碎。同時內部熾熱之溶岩，即奔騰而出，前行數英尺，但未幾面部