

從原子能推尋地史晚期地理與地質 同時變遷之源

章 鴻 釗

(國立編譯館)

緒 論

自第二次世界大戰將終，從(1937—1945)原子彈問世以來，舉世咸感到原子能 (Atomic Energy 或原子核能 Energy of Atomic Nucleus) 之威脅，甚乃認為人類存亡問題。反乎是者，謂苟能利用得宜，亦可以使原子能化為一切動力之源泉，其造福於人類又至大。一轉移間而利害禍福相反若此，宜世人之知所擇矣。然此二者皆是人為的問題，不涉本文討論之範圍內。本篇所欲論者，只是自然界之問題，尤其是關於地質學上之問題。

本來原子能之在自然界中，自開闢以來，甚或開闢以前，即有其偉大的普遍的營作：如宇宙間星辰之如何維持，如何進化；太陽系熱量之如何供給，如何消長；地球上生物與無生物之如何產生，如何適應與演變，推到本原，何莫非原子能之所左右者，則其功力之宏實已至不可思議矣。然今日之所以得闡明原子能之本末者，直接或間接莫不藉地質學為之助，則地質學家對於本問題所賦與之責任亦甚大。惟原子能所加於地質方面之營力與其影響之所屆，自昔鮮或能詳；假說雖多，其得視

爲定論者仍甚少，今乃始得討論並補充之機會矣。

若者於公歷一九三六年檢討東亞地質報文，得發見自侏羅紀終至始新世後，有構造軸與震旦方向 (Sinian Direction) 平行之震旦運動 (Sinian Movements) 凡五期。^{注一}雖一時未易確定其動原之所在，固已知震旦方向之必由此造成矣。嗣於一九四三年推廣及於太平洋東岸，鈎稽所及，發見美大陸沿太平洋之造山運動亦得判別爲五期，^{注二}而其時代又無不與震旦運動平行者，則其必發生於同一造因殆已無疑。苟造因果同出一源，則同在地球之一環而又爲其勢力之所及，其所造之迹自無不同時與之相應者，理宜然也。不惟如是，假令其造因原本於地下之原子能者，則入之愈深，其發之必愈驟而且遠，終至全球無論何處，皆將捲入漩渦而造成相互響應之局，其餘波或延至易世而猶未止息，此亦所得推想者。果若是，有如近人所盛唱之大陸滲流 (Continental Drift)，以及新生代美洲之安底立造山運動 (Antillian Orogeny)，亞洲之喜馬拉雅運動，歐洲之阿爾波司運動等，又安知非起於同一造因乎？縱諸家學說一時不無紛歧，而事實具在，循是以求之，顯若有同趨一途之勢，其非無因而然也亦甚明矣。爰本客視的所見，復撰此篇，願與地質學界共商榷之。

原子能研究經過概略

昔法國 Pouellet 氏曾計算太陽光垂直射於地面上每 1cm^2 之面積，每一分鐘之時間，能收受 20.1 (Small Calorie) 之熱量。而太陽每 1gm 之質量平均每年亦失去 2cal 之熱量。但地質學家及地球化學家因研究岩石中鈾釷嬗變的成分比例，及生

物產生之悠久歷史，早知地殼與生物之生成，至少已在十萬萬年以上；則太陽每 1gm 之質量致少已失去二十萬萬以上 Cals 之熱量，而其所發出之熱力至今還是甚強，則非徒恃收縮論 (Contraction Theory) 所能解釋已甚明，於是思想之科學家自發見自然放射現象以來，即知原子核中蘊藏一種極大內力，並因自然放射而發生若干副產品，如高速度質點 (Particle) 與強度輻射 (Radiation)。又因愛因斯坦氏 (Einstein) 發明特別相對論，知質與能原可互相變易，並可以數學計算物質毀滅或一部毀滅所釋放之能量。其公式為 $E=Mc^2$ ，即能量 E 等於質量 M 乘光速度 C 之平方。據此式，如物質 1gm 之毀滅可以釋放 9×10^{20} ergs 之能量。今之原子彈亦可依愛氏公式計算爆炸力之大小，即鈾二三五之一原子吸收中子 (Neutron) 而分裂，又遞變為碘 (I) 與釷 (Y) 二原子或其他原子時，其質量約失去千分之一，以所失之質量乘光速度之平方，即為爆炸力。如鈾原子完全毀滅，即并碘釷等原子亦不存在時，則全部化為能量，而爆炸力亦最大。經此證明，愈信愛氏公式之正確而有用，而以此推算太陽所儲之熱量亦自不得謂為無據矣。

據分光譜所得之結果，早知星氣中有兩個已知元素氫 (H) 與氦 (He) 及一個未知元素 Nebulium，其原子量為 3，而氫為最多。故 Perrin 氏曾假定原子量大的原子乃由原子量小的原子凝結而成。乃於 1919—20 年發表關於太陽熱源之理論，謂氫之原子量依化學精密計算為 1.0077，如凝結為原子量較大之原子如氧，炭，氮等，設氧原子量為 16，炭為 12，氮為 4，則每 1gm 之氫即失去 7.7mg 之質量。依愛氏公式，其放出之能量當為 $0.0077 \times 9 \times 10^{20}$ ergs，即 1660 萬萬 Cal 之熱量。如太

陽爲星氣所構成，星氣爲氫所構成，則每 1 gm 氫原子凝結時，按太陽現在放射之分量可維持八百萬萬年以上云。如依近人計算則尚有遙過之者。如此不惟可以反映地球上晝沐日光之長久歷史，即從來對於太陽熱如何持續之疑問亦爲之渙然冰釋矣。

然而地球上之情形又何如？此亦吾人所亟欲知之者。大凡由輕原子自然遷變爲重原子，惟在絕大高溫下乃得進行。地面所得見者，祇有由重原子遷變爲輕原子，如鈾之化釷即其例，即人工放射亦猶如此。然有不可蔑視者即地心之溫度是也。據愷爾文氏 (Lord Kelvin) 精密之計算，地心溫度約爲 3870°C 但尚未計及從原子能所產生之熱量，依近人所見，地下以有原子能之活動，其增加熱量必甚大，或至不可計算也。Perrin 曾謂地心輕原子合併而爲重原子之現象尚未停止。此固不限於氫原子之遷變作用也。1919年路德福 (Rutherford) 用「亞發」質點 (Alpha Particle) 衝擊氦氣，獲得氧少許，並一種帶電質點副產品，證明其他原子亦能變遷。至1934年居禮若里奧夫人 (Mme Curie—Joliot) 與其夫發明硼、鎂、鋁等輕原子亦能由「亞發」質點衝擊而分裂，再產生中間放射原子，且衝擊停止後尚能產生正子 (Positron)。此類發明不惟爲近來人工放射之前驅，且可證實地下因自動原子作用所產生之熱量必甚鉅。於此愈伯喬利 (John Joly) 注三 所倡之對流系統說 (Convective System) 實有同類之價值，尤於處理地質學上若干重要問題時，愈不得不加以重視矣。

喬利氏對流系統說之檢討

所謂對流系統者，不外地下熱量長期積聚，因而引起一種影響地表之流動也。此說自以放射能 (Radioactivity) 為基本要素，但喬利氏亦祇從原有放射元素 (Radioactive elements) 推算長期中產生之熱量，至原子遷變 (Atomic transmutation) 之效應在當時固尙未能計及之。茲姑就前者言之，地殼與地下岩漿不論深淺如何，要皆有相當放射元素存乎其間，則久之自能使地下蘊積之熱上下循環流動，即地面上之現象與歷史亦不得不隨之而變遷者理宜然也。今知地基帶 (Substratum) 之岩漿大率為玄武岩一類而具放射能者，而此放射能原從原子核解放而來，故不受外界一切影響，無論地基帶為液體抑為固體，因原子時時放射，而熱量必愈增高。有時以對流作用達至洋面近處或可散失一部，但在洋底深處與大陸之下均得完全保存；及熱量儲積久而愈多，必達至全體熔化為流體而後已。因之火成岩隨處上昇，即海陸亦得以移動，由是熱量又乘機散逸，而岩漿凝固之時期又至。如此循環往復，歷往古來今而不窮。此即喬利氏於1924年所唱之說也。據此，岩漿熔化時因容積增大，密度減低，必至陸塊下降，海準上昇，一時呈海漲 (Transgression) 現象；及其凝固時，容積縮小，海準又當下降。證諸地史，海水進退消長不乏其例，其言非不驗也。雖然，此說也，以之說明海陸升降之變遷而有餘，而用以解釋全世界之破碎以及大褶曲帶之造成似猶未足。喬氏曾言地史上之大革命每發生於岩漿凝固地體收縮之際，是或然矣。然革命之範圍大小與其歷時之久暫，要皆視岩漿熔化之程度與由此所產生之後果而定。若在經常之情形下，岩漿因失熱而漸次凝固，自所不免，但收縮必甚微，而其勢又甚緩，且海大於陸且數倍，體積雖小有

收縮，仍多容納陸塊之餘地，則亦未必遽能使海陸變位以至造成地史上之大革命也。然地史上海陸變位之例，如韋該納氏 (Alfred Wegener) 所舉，幾於無處無之，尤於中生代晚期爲特著，夫豈盡無其徵乎？抑或尙有其他造因乎？是又不得不重加一考矣。

韋氏大陸漂流說之商榷

韋氏於 1922 年修正其所著「海陸之起原」^{注四}一書，而唱所謂大陸漂流說，曾已聳動天下人之耳目矣。其大要謂南美與非洲，北美與歐洲本俱連爲一體，至白堊紀美洲始向西漂流，而南美先與非洲分離，其北部歐美之完全分離已在從第三紀而入第四紀之際。又謂非洲與印度，印度與澳洲及南極大陸初亦連爲一體，自白堊紀至第三紀之間次第裂成數陸塊，各自漂流，遂至互相分離，以成今日海陸分布之形勢云。韋氏之說乃從地球物理學，地理學，地質學，生物學，古氣候學及測地學等多方爲之證明，固非向壁虛造者可比。然綜論移動之方向，大抵以向西及向赤道之二種動向爲主。中如南北美之向西移動誠多可信，而亞洲似尙少確據。若令初爲一體之原始陸塊果全向西推移，又何致因此而分裂，甚至漸離而漸遠乎？且韋氏亦曾指出印度向東北，澳洲向東，南極大陸又向南移動，均不無與其立說稍稍相左，此可商者一。至韋氏論大陸移動之起原謂深入於 Sima 之 Sial 重心原有一種重力與一種浮力作用於其間，二者方向稍異，遂至循向赤道之合力而移動。若然，則此種向赤道之合力宜自有地殼以來卽有之，何以必至中生代以後而其力乃始顯？此可商者二。韋氏又謂大陸之向西移動乃起因於地

球之自轉；而日月之潮汐作用亦與有力云。然地球自轉，自始有地球即然，則大陸西移宜自太古界以來即如此。韋氏固未明言月球之產生始於何時，然固不得專歸諸月球起潮之力，蓋月之起潮力實不逮重力百萬分之一耳。此可商者三也。

然則韋氏之說固可盡非乎？殆不然也，意者其尙留有修正或補充之餘地乎。韋氏已指出諸大陸分裂及移動之始正當中生代晚期，即約在白堊紀前後以迄於新生代而猶未已。然地理之變動鮮不偕地質之變動以俱來，吾人於此即當從全世界不論何處，尋求同時有無地質上顯著之變動發生？而此變動之動機能否牽涉地理之變動？又其動機能否持續至數世之久？如其無之，則一時似尙未易達到結論；不然，無寧謂爲別有一直接有力之動機，能使地質與地理同時兼受影響，則似較專詭譎諸天體經常之運行而仍未易就地變發生之時代加以有效之解答者，或尤有所得也。然則彼時地質上顯著之變動果又安在？請申陳其說。

環太平洋之造山運動與月地分離說

若者嘗就環太平洋之地殼運動與其特殊之構造稍加剖析，知必獨具一有力之動原，且不得不歸諸地下原子作用之力者，其大要有如次之數端：注二（1）環太平洋盛大之地殼運動率無不發生於侏羅紀以後，東亞然，南北美亦然，即印度半島仍然；前乎此者至多不過有海陸升降之變遷而已。（2）太平洋東西兩岸之造山運動自侏羅紀以後無不同時並起，且各得分爲五期，其時期亦相同。而尤以白堊紀末東亞之震旦運動第四期與美洲之刺拉米特造山期（Laramide Orogeny）爲最激烈，此尤不

能不加注意者。(3)環太平洋之山脈構造軸無不與海岸綫平行，如東亞之震旦方向，北美之落磯山脈及南美之安台司山脈乃其顯見者。(4)環太平洋之火成岩亦自侏羅紀以後活動始開，而自成一火山帶，又造成一地震帶，其活動延至於今而猶未息。(5)環太平洋無論大陸與島嶼每多弧形構造，而以諸弧之矢向延長之，適皆得於南緯十四度許東經百七十度許即薩摩亞羣島(Samoan Is.)附近相迫，顯示當時諸大陸與列島有集中運動之趨勢。(注二原口)(6)太平洋中有若干隆起帶(Ridges)與深地槽(Troughs)，其在北太平洋往往走於西北或東北，在南太平洋又走於西南或東南，而若皆得於薩摩亞附近相迫。此條與前條尤為太平洋區域奇異之特徵，最堪令人尋味。(7)太平洋地震帶震原最深者要推東印度一帶，邊維孫氏(C. Davison)
注五 曾以波狀綫(Sinuuous Line)表示之：即由蘇門答臘(Sumatra)爪哇(Java)蘇門答臘(Sumbawa)福勞雷司(Flores)之弧，通過新幾內亞(New Guinea)，乃轉延蘇魯門(Solomon)新海勃利特(New Hebrides)菲琪列島(Fiji)，及至薩摩亞附近而即止。此亦決非偶然者。(8)太平洋上三千許之島嶼，以火山島為多，且率多自中生代以後或第三紀以後始露出洋面者，如新西蘭(New Zealand)
注六 菲列賓羣島
注七 蘇魯門羣島
注八 等皆是，且海準升降有達至萬二千呎之鉅者。(9)太平洋上之岩石樣式(Rock-types)隨處不同，即同時代者亦不盡同，顯示岩漿分化甚烈；而生物之變遷亦為當時普遍之現象。

綜核上述諸事實觀之，環太平洋一帶在中生代將終，殆無不呈集心推進(Centripetal Thrust)之現象，且不得不認定薩摩亞附近為產生動力之源泉，乃理之至顯者也。夫薩摩亞地方

何以能產生磅礴四達而又持續如許悠久之動力，又何以必至中生代晚期始一發而不可遏，此豈得以地面一二尋常理由所可解釋者。尤不可忽視者，環太平洋造山運動之始，適與韋氏所述大陸開始移動之時代略相符同，則必有若何聯繫於其間者可知。至韋氏謂新生代歐亞陸塊均向赤道推進而構成喜馬拉雅、阿爾波司及阿德拉司等褶曲帶，固較從來之收縮論（Contraction Theory）爲優，乃謂由此亞細亞陸塊以被擠壓，遂於東側擴展而成弧形輪廓，或不盡然。昔裘斯氏（Aduard Suess）曾謂亞細亞弧（Asiatic Arc）乃由全體向太平洋爲膏性的蠕動（Plastic Creep）所致。此說雖未明言成因何在，今證以全太平洋之具體構造，似頗近理。原來環太平洋之爲弧形構造者除亞洲大陸及半島外，南北美及澳洲均然；其餘列島中亦有之，如馬利安納羣島（Marianas Islands）之弧，日本面太平洋之弧，千島列島（Kuril Is.）及亞留申列島（Aleutian Islands）之弧，皆其顯著者。最可驚異者，諸弧矢適示集心運動之方向，而莫不以薩摩亞一隅爲其集矢之的，苟非卽示當時動源之所在，何能至此。

莫里思氏（F.H. Morris）^{注九}曾就第三紀因造山運動升起之太平洋弧（Pacific arcs）加以解釋，謂當由沈積物堆聚於弧形地向斜（Arc-shaped Geosynclines）而成。但莫氏似未言及弧形地向斜之成因。於今所見，所謂太平洋弧固有未盡合於莫氏之所考者；如中國東南海岸正當弧形最顯著之處，乃欲求一明確之中生代地層而不可得，在白堊紀亦惟以流紋岩等之火山岩爲多，則本無所謂弧形地向斜者可知。假令有如莫氏所言者，此弧形地向斜亦正得與弧形海岸及弧形列島同歸集心運動之賜

，苟能求得集心運動之起源，亦自無別加假說之必要矣。太平洋中尚有若干弧形深槽，如橫於馬利安納及亞留申列島前面之深槽，舉無不與集心運動有相當聯繫者，自更不待言也。

又婆羅氏 (A.J. Bull) 注十 曾本喬利氏霍爾摩思氏 (A.H. Holmes) 等著述中若干概念，欲以對流說 (Convection Currents) 解釋列島及一般褶曲陸塊之起源。而對於其爲弧形 (Acuate Form) 則歸諸流速率之不同。大抵其流前進最速者，褶曲線應向外彎曲，同時側面以運動速率較差，故兩翼 (Flanks) 遂呈梯陣構造 (Echelon Structures) 云。然對於太平洋上之弧形構造僅一例假想其如此，仍不能明其本原一貫之所在；若易以集心運動之說，則弧形中央部之前面正當射矢之所向，即無異明示吾人一動源之所在，誠通其源而其流自無不一以貫之矣。

今假得推尋環太平洋地殼運動之動源，而與其時及其地均甚切合，且得一貫解釋諸事實者，則韋氏所述大陸漂流之動機或亦得隨之而確定；何則？時代相同，則其造因亦容或同也。婆拉克威爾特氏 (Elot Blackwelder) (注十一) 曾言，造山力不是地方的而是全地球的 (Planetary)。著者於此且欲爲之轉一語曰：造山力之大者不僅是全球的，亦不必限於一時代的。然則其動源又果安在？此惟有以原子能爲之基，而其直接成因則猶不止此。依喬利氏之說，岩漿因放射作用而熔化時，將必有海漲現象，考之地史，全世界上侏羅紀與上白堊紀處處得見廣泛洪水之遺迹，又適與所期之現象相符。而薩摩亞又適當太平洋之中央，非四周陸塊壓力之所及，則是時垂直於洋底之張力必甚鉅，勢將處處破裂，火山地震相繼並起，又造成輻湊狀之隆起

帶與深地槽，此皆依理所得預期者。然若非岩漿盛大噴出，以致洋底一時造成低岩壓之中心，則欲牽動環太平洋全體使作集心運動，勢亦有所不能。然則欲一舉而直得解答一切現象及已成之諸事實者，惟有一途：意者是時正地球上之一半從黑夜中得到光明之始，蓋必假定此一長期之擾亂悉為月球產生之前兆與後果，庶幾乎可。夫謂月球得拋出於白堊紀晚期，並以太平洋中央為其降生之地，人或驟聞之不無以為怪；然於理則無悖，且任何方面舉未易覓得反面證據，即與達爾文氏（George Darwin）計算月球之年齡（五千三百萬年以上）亦顯無多大出入之處，故著者敢復進一解以說明其如何產生，並其影響於地質與地理者又如何也。

今知月球體積為地球約五十分之一，其質量為八十分之一，比重3.4，較地殼且遠過之。即知月球與地球分離必非從地表割去一贅疣之謂，其質量必得之於地下相當深處已無疑；且亦非專恃太陽之潮汐的分裂所得解，而必濟以內部原子能之作用乃得為功。今固尚未公開人工原子彈之祕密，但可信者人力能為而自然不能為者殆絕無之；人亦祇能利用自然，且祇能利用其一部，而謂自然不能遠勝之者亦必無之。故吾人最初得依 Perrin 之理論，設想地球內部始由輕原子量之元素合併為重原子量之元素，以其損失之質量化為產熱之能量，而熱量乃次第以增；由是岩漿漸次熔化，得以自由流集於抵抗較弱之太平洋底下，又以地球之自轉，得流向赤道近處，似皆理之所當有者。不惟是也，吾人必更設想是時太平洋底下當可獲得一「自然原子彈」產生之機會；何則？四方之異質岩漿自由流集，自由接觸，便易適應「自然原子彈」應有的基本條件故也。於此所

得期待者，不論任何偶然，假得少數原子遇有分裂之機會，其餘原子即將立時起連鎖分裂作用，而熱量勢必大增；不僅能使部分液化，且將使部分氣化，而其所貯之爆炸力乃愈大。及至不可制止一如人工原子彈之爆發時，即得一朝突破洋底，以高速度射出莫大質量，適足以本體之向心力與地球之引力保持平衡之局，卒至永環繞地球而成夜光皆照之衛星也，夫誰曰不宜。此論似與世人所持之月地分離說迥殊，然鑒於原子能威力之大與人工原子彈之已告成功，則在偉大之自然界裏不僅月球可由此產生，又安知太陽系創造之起原非亦同斯理乎。

依前解，則太平洋區域，尤其在薩摩亞附近應尚留有若干可資佐證之遺迹。據婆利安氏(W.H. Bryan)及郝蒲斯氏(W.H. Hobbs)關於太平洋研究之論演，(注十二)大體顯分兩界。其屬西太平洋者謂之安山岩界("Andesitic line")如新西蘭(New Zealand)克爾瑪台格(Kermadec)湯葛(Tonga)菲琪(Fiji)新海勃利特(New Hebrides)蘇魯門(Solomon)及阿達米拉爾底(Admiralty)等列島皆屬之(上舉各島婆利安氏認為從大澳洲解拆者)。新伽雷陶尼亞(New Caledonia)亦當在舊陸塊之內。自馬利安納安山岩弧(Marianne andesitic)以東，即為中央太平洋，謂之馬紹爾界("Marshall line")，其火山為玄武岩質(basaltic)。兩界之地質構造亦殊不同。郝蒲斯氏謂安山岩界為活動的褶曲帶，其境界上地震亦甚激烈；而中央太平洋盆地則為非褶曲帶，僅以塊狀斷層與沈降現象為著。至薩摩亞適在安山岩界之他側，中多橄欖玄武岩圓錐丘(Olivine basalt domes)，其為海洋火山島已甚明。又加羅林烈島(Caroline Island)據岩石分析亦屬中央區域，其中含 FeO 成分甚多，示與華盛頓高原玄武岩

(Washing ton's plateau basalt) 及未分化之矽質岩(Undifferentiated sima) 甚相類似云。此明中央太平洋之玄武岩率多從地下深處未經分化而即上昇者，即薩摩亞之玄武岩圓錐丘亦正得視為盛大岩漿拋出時所遺棄之一部，然則假定月球從薩摩亞附近產生，不惟與其地之位置及現狀無何刺謬，且由此更得說明其餘一切現象而有餘。誠申陳之。

誠如前解，月球果得依原子能之力產生於白堊紀晚期，則在其未產生之前自宜有相當預備工作，如熱量之積聚，岩漿之熔化，張力與側壓力之增強，海陸之起伏移動等，皆得視為必然應有之前兆。及既離地以後，地球內部頓失如許體積與質量及四散於天空之熱，其影響所屆之遠且久，寧可以尋常道里與年月計。而斯時最主要急切之工作所得想像者，不外為等壓調節(Isostatic adjustment)而起一種盛大廣泛之地殼運動。其程度最與動源相當者當推南美，故向太平洋移動較速，而首與非洲分離，且造成安台司山前綫之一折。其距離最近者莫如澳洲，故隨之向東急進，致與印度及南極大陸相繼分離；而印度亦漸向東北前進，乃與非洲及馬達喀斯加(Madagascar) 均失連續。至歐美之分離則顯由北美向西移動所致。而南北美均得先後同時造成沿海一帶之巍巍山脈，澳洲東側亦構成大分水嶺山地(Great Dividing range)，皆不外為側壓力所捲起之波紋而已。其或因之分拆破碎，繼以陷落或沈降，均在所不免，有如東亞沿海及澳洲東面之花彩島(Island festoons) 乃其顯例也。至環太平洋之弧形海岸與列島尤不失為當時集心運動之特徵，幾欲復易一說亦將有所不能矣。

但世非無謂亞洲亦曾向西移動者，不惟韋氏，即喬利氏亦

持此見。(注十三)其大旨謂於太平洋西岸，地震火山震撼至今不絕，舉如破碎海岸與扭曲洋底之廣布，皆示大陸移動後極度熱狀況下之成果。其東岸則全異是，火山與海岸地震皆借造山作用而來，而非與西岸同一成因。且洋底甚堅強，大陸沿海亦無大破碎與大深槽。又太平洋之火山島與破裂綫亦幾全在西部云。於今思之，假令亞洲果曾西移，如無特殊造因，進行必極遲緩，熱達洋底且隨時散逸，何能於海陸交界處造成破碎現象一至此？又美陸西移之迹甚顯，又何爲不於其東側（大西洋西岸）造成同一現象？此皆有不可解者。返觀著者上文所述，如以薩摩亞爲當時大地變發生之源泉，則距亞洲與東亞遠較南北美爲近；又婆利安氏曾言西南太平洋諸安山岩島嶼原爲古大陸塊之一部，則距動源尤爲密邇，其得在地變前後破碎斷落及沈降等現象相繼並起，亦固其宜。而南北美沿岸爲不著者，蓋有中太平洋以爲之緩衝也。至環太平洋之火山帶與地震帶，從其時代與地勢考之，已當屬同一造因，且東西新舊大陸之造山運動在地史晚期又無不同時相應而生，就此點言之，雖欲不與喬利氏之見相左不可得矣。

原來地下岩漿假在流動狀態，等壓調節自易進行；但在大破裂後熱量損失過多，凝固伊始，移補甚遲，遂延至易世而海陸猶未奠定平衡之局，時起漂流分裂之象如韋氏所述者，足以想見當時破壞力之如何強大而有餘。其所以常向赤道移動者，蓋月球既近赤道而產生，則惟此帶質量損失最鉅，又因太陽之引力與地球之自轉，亦以此帶之離心力爲最強，終至全世界俱被牽引，無論南北均向此帶推移，遂於第三紀造成喜馬拉雅阿爾波司等東西橫貫褶曲山脈，良非無因而然也。

且吾人更得推知者，自月球出世後，地下熱量固損失莫大，而一時溺沒於大氣中之熱量必爲之驟增，但不久即因自由四散而奇寒之時相繼又至，理宜然也。徵諸白堊紀末之氣候，寒暖變遷甚劇；一入第三紀之初，美洲考勞拉陶(Colorad)西南已有冰河層之發見，尤爲明驗。夫氣溫之驟變影響於生物之生存且至鉅，將必有無數動植物至不能維持其生命者；尤如爬蟲類之龐大動物在昔未嘗不跋扈雄長一時，乃至是即倏焉瀕於絕迹者，誠不得不深思其故矣。

抑尙有宜加一考者，從來地質學家每謂地下岩漿粘度(Viscosity)甚高，幾視爲不易之定論。台雷氏(R.A.Daly)亦曾言地下相當深處(約60km)玄武質液層(Liquid Basaltic Layer)因受優越之壓力，其性質不類液體而尤似玻璃云。但此說又不無與物理的論據稍稍相左。婆立特孟氏(Bridgman)曾有一著名試驗，明示粘度爲壓力之一函數(Function)，而隨壓力增加甚速，但此試驗又明示如溫度與壓力同時增加而保持體積不變，則粘度例須降下，是溫度繁於粘度之增減誠至鉅也。最近佛爾呼根氏(J.Verhoogen)(注十四)曾本此計算地下深處玄武岩層之粘度尙較玄武岩之在壓力1bar 溫度500°C 下者爲低，則爲等壓調整顯與按地質時準(Geological time-scale)所需之粘度未能一致云。佛氏之計算何以與台氏之說相左如此？試尋其源，殆皆未考慮原子能之爲用耳。如未計入原子能之作用，鮮不謂岩漿在地下之粘度殆固定而不易者；故或以爲甚高，又或以爲甚低，似皆非無相當證據與理由，但按之實際，要不外全過程中之兩端而已。故其不能說明一系連貫的事實，兩說殆亦相等，此似無足怪者。

今乃知地球核心一如其他天體，不所有原子能作用於其間，而岩漿不能常保持一定之粘度。如是，則如著者對於上述諸事實之解答，雖或與台、佛二氏兩說均有所出入，但準諸婆氏之試驗，不惟不相抵觸，且若更易於說明。何以言之？地下岩漿層追一時之大變動如前所述者，固得由低粘度以達於高粘度，因而等壓調整不得不經過地史上一較長之時期者，固甚合於物理的理解者也。

餘 論

或曰，假如地球從氣體或液體漸次凝固以迄於今，則地球之衛星應在地球尚未凝固之際產生，何以延至中生代末始得誕降之機會乎？按天文學家固嘗主此說矣，雖近如金詩氏（J.H. Jeans）於 1917 年發表太陽系創成新說，（注十五）猶持此見。氏言衛星之多少與大小每視行星發生時之為氣體或液體而異。大抵初為氣體之行星，其衛星多而小，首如木星土星，次如天王星與火星，殆皆生而為氣體者，若行星初在氣體與液體之間，則其衛星少而大，如地球與海王星是其例；其無衛星如金星二行星則或生而為液體或固體者。據此，則月球似不應在地球已有地殼之時產生；但金氏或尚未考慮地質方面顯露之事實與放射性原子之作用，第本太陽之潮汐分裂為解，故有此說耳。今知太陽之起潮力遠不如地下原子作用之力之大，故可不論地球初生時之情狀如何，祇藉原子作用使地殼帶全部漸次液化，甚而部分氣化，卒至爆炸，乃以高速度射出相當盛大之質彗使之成為衛星也，依理固非不可能。且反因地殼凝固至相當厚度，乃於四周積壓封鎖之下，由原子能產生之熱量愈得保存；及

積之既久，條件悉備，至潛藏之爆炸力不可遏止時，則其得突圍而出也必愈有力。而著者之所以敢持此說者，不論地質與地理任何方面，尚有當時與其前後一貫之諸事實在，且舍是幾無以說明之，則前已輟輟陳述之矣。

然則自由地殼以來，依近人從放射物質計算，殆已不下十餘萬萬年，而月球乃止此而已，其理又安在？此乃祇就吾人所得目見者言之，而地史上岩漿盛大拋出之例幾於無世無之，其或未得聚成衛星即向空四散而消失；或偶達到可成衛星之境界，旋被其他行星所引去（H. Jeffreys 曾以木星土星之逆引衛星設想為捕獲者）；抑或閱時未久即降落於地上；論理似皆得有之。吾人鑒於古生代末曾造成橫貫東西，遠跨數洲之偉大山脈：即由北美之阿柏拉羌山脈（Appalachian）遠綴至歐洲而成海希尼山脈（Hercynian Chain），或亦總稱為阿柏拉羌海希尼山系（Appalachian—Hercynian System），又延至亞洲而成阿爾泰山脈（Altaide Chain），幾與新生代從喜馬拉雅經阿爾波司，復達阿德拉司而造成橫貫歐亞之一大褶曲帶全相彷彿。果何為而然耶？且據韋氏研究石炭紀氣候之分布，當時之南極應在南非洲東南，約當南緯二十五度，東經二十五度，其北極應在今太平洋北部，約當今北緯二十五度，西經百五十五度之處，則此鉅大山脈殆猶去當時赤道帶不遠。使後者得如前解，為月球產生後由長期等壓調節而成，則前者正得覆同一例。即知地球上因原子作用之力，無古無今常得拋出盛大質量，造成地殼運動，並產生相同之結果，亦例之所常有者。至其得成衛星與否，則惟視其時之機會而定，亦祇幸與不幸之分而已。誠如前解，不惟環太平洋之特殊構造悉得一貫說明，即喬利氏之對流系

統說亦愈有力，而韋氏之大陸漂流說則以覓得直接動機，自更少動搖之餘地矣。然要之非以原子能爲之基不爲功，故著者復敢附加一言曰：自今而後，世之研究動力地質或構造地質者，其毋忘原子能左右之力也可；凡研究地質學及地球年齡等而涉及原子作用者，即專名之曰“原子地質學”（“Atomic Geology”）亦庶幾乎可。

注一：章鴻釗：中國中生代晚期以後地殼運動動向與動期之檢討並震且方向之新認識，地質論評第一卷第一期。

注二：章鴻釗：環太平洋之地殼運動及其特殊構造之成因，

地質論評第十二卷一二合期。

注三：John Joly: Radioactivity and the Surface of Earth, 1924.

注四：Alfred Wegener: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 1922.

注五：C. Davison: The Distribution of Deep-focus Earthquakes, Geol. Mag. London, 1937, vol. 74, PP.316—324.

注六：P. Marshall: Crustal Movements & Geotectonic in Pacific Region, Earthquake, Crust-tides, Variation of Mean Sea-level, Proc. 3rd. Pan-Pac. Sci. Cong. 1926, vol. 1, PP.440—

注七：A. P. Alvia: The History of The Deformative Movements in the Philippine Islands. Proc. 3rd. Pan-Pac. Sci. Cong. 1926, vol. 1. P.455

注八：R. J. A. W. Lever: The Geology of the British Solomon Islands Protectorate, Geol. Mag. 1937, vol. 74, PP.271—7.

注九：F. K. Morris: Pacific Ocean Basin (Abstract), Bull. Geol. Soc. Amer. 1939, vol. 50, No. 12, P. 1925

注十：A. J. Bull: Note on the Origin of the Island Arcs, Proceedings of the Geologists Association, 1944, vol. 55, Part 4, PP.222—226.

注十一：Eliot Blackwelder: A Summary of the Orogenic Epoch in the Geologic History of North America, Journ. Geol. 1914, vol. xxii, PP.

633—54.

- 注十二： The Relationship of the Australian Continent to the Pacific Ocean—
Now and in the Past (Clarke Memorial Lecture, 30th May, 1944)
By W. H. Bryan, Journal and Proceedings of the Royal Society of
New South Wales, vol. 78, PP. 42—62, Map, 1944.
Mountain Growth, A Study of the Southwestern Pacific Region, By
William Herbeit Hobbs, Proceedings of the American Philosophical
Society, vol. 88, No. 4, PP. 221—268, 36 maps and 41 other text-
figs, 1944.
Review, Geol. Mag. 1945, vol. 32, No. 2, PP. 143—144.
- 注十三： John Joly: The Surface-History of the Earth, Second Edition, 1930,
PP. 172—3.
- 注十四： J. Verhoogen: Volcanic Heat, Am. Journ. Sci. vol. 244, No. 11,
1946, P. 759.
- 注十五： J. H. Jeans: the Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics; Stellar
Movements and the Structure of the Universe.

資源委員會鑛產測勘處

業 務 一 覽

甲、測量鑛區勘查地質估計鑛量

乙、計劃工程代辦探鑛

丙、鑑定鑛物岩石代製岩鑛薄片鑛山模型

丁、繪印各項地圖

戊、代編工鑛統計及其他諮詢或委託事項

新式設備 熟練技工

委託服務 毋任歡迎

總處：南京高樓門峨嵋路廿一號

電報掛號 二四一八

電 話 三三四一九

西南工作站：重慶沙坪壩重慶大學農場內