

地球

第七卷第一號 昭和二年一月一日

地質現象相互關係の釋解法

小川 琢 治

一、
地質學研究の進歩の經路を顧みれば百數十年間に地質現象に關する色々の考説が提出されて個々の疑問が順次闡明されて來たが、而かもその中には一時弘く容認された後に新らしい考説に打破されて廢棄に歸し又は顧みられぬに至つたものが少くない。此の如き發達の順序は何れの自然科學の方面にも見る所であるが、實驗を基礎とする物理學化學等と觀察及び經驗を基礎とする地質學との間には多少趣を異にする所があり、新らしい公式による計算を必要とする量的研究の範圍に限りある地質學に在つては舊い考説が互に相容れぬ新説の間に介在するも餘り氣づかずに或る時期まで殘存し得る傾向がある。

此の如く考へ來れば地質學の教科書に精細なる批判を加へれば個々の現象に對する解釋が往々にして互に撞着する考説に基いたものがあつて、自然現象の根本的説明としては支離滅裂した體系たるを發見することも怪しむに足らぬ。之を論理の井然として一絲紊れざる組織に改造することは研究

の未だ盡く徹底せざる現在の地質學及び關聯科學の狀態に於て望み難く、教科書を編纂する學者を責む可らざることは是非もない次第である。

然れども我々は幾分なりとも個々の現象が互に關聯し互に影響する真相を明確にして新らしい學說の出現に伴ひ變更さるべき説明を取り入れる途を開くに間斷なく努力せねばならぬ。然らざれば科學としての地質學の體系が新說の爲めに徒らに混亂されるのみで、之によつて生すべき進歩を阻害するに止る惧がある。

今日まで此の見地から地質現象を大觀せんとした著書として推獎し得るのはド、ローネー氏の「地質科學」L. de Launay : La Science géologique(1905)とオー氏「地質學」E. Haug : Traité de Géologie(1907)の兩書で、就中後者の序論は、佛文「第二十世紀科學」雜誌(一九〇三、四年)に「地質諸現象の輪廻」として連載した論文を節略した一篇であつて注意すべきものである。その論旨を熟讀して敬服するのは地質諸現象の相互關係に對して與へた一道の光明であつて、一九〇〇年佛國地質學報に發表した同氏の「地向斜と大陸地域」と題する大論文に比して更に重要なやに認められる。

オー氏の地質輪廻に關する見解は一八九九年米國地理學の泰斗デーブキス氏の倫敦地學協會雜誌 Geographical Journal に發表した地理輪廻說に著想の端緒を獲たることは明かであるが、後者は地質の箇々の形相が何れも浸蝕作用の或る行程に在る事實を明かにし、其原始的時相から究竟的時相に至る間の變化を一輪廻 Cycle としたのであつた。オー氏は此の如き海面上に露出して陸地を成し

た地殻の部分に對して浸蝕作用の行はるゝ場合を一時相 Phase として之を彫刻成生 Glyptogenesis と呼び、その浸蝕によつて生じた物質が水底に運び去られて其處に堆積し、次第に新しい地層を築き水底を成す地殻の部分が變化する場合を他の時相とし、之を岩石成生 Lithogenesis と呼び、第三に此の如き水成岩層に我々の手の届く陸地となるのに必要な地殻の變動の生ずる時相を考へて之を山岳成生 Orogenesis と名けて區別した。之を簡單なる用語に改めて茲には刻成、岩成、造山の三時相と呼ぶ。

要するにオー氏の三相はデーブキス氏の地文學的に陸地の外形の變化を區別したのに對して、之を地質學的に考察して地殻の表面全體に涉り行はるゝ現象の一部として之を刻成期の區分とし、更に地の二相を加へて地殻の變化する行程を完全に示さんとしたものである。此の三時相の區別を或る地區に現はるゝ岩層に適用すれば不整合に被覆する下層の刻成期に次いで上層の岩成期が來り更に造山期を経て現在の層位を占むるに至つた行程が明かとなる譯である。

二、

オー氏は勿論此等の時相が各場處を異にするに従ひ互に異つた状態の下に種々雑多の營力が加はつて進行することを認め、其箇々の場合を詳論して同氏『地質學』の第一卷としてゐるのであるが、我々は營力そのものから此等の三時相を考へねば地質現象の相互關係を明にするに不十分であらうと信ずる。第一第二兩時相の營力は何れも地殻表面に行はるゝ風水等の作用で、第三の時相に限り

營力は地殻自身及び地下深處から發動するものであるとする氏の説に對し敢て異論を挾むを要せぬ如く見ねるが、その實際に立入つて考ふる時は刻成期に於ける地表物質の移動、浸蝕促進の要因等に地下から働く營力の及ぼす影響は決して主として水成岩層のみから成つたアルプスの如き地方のみで考ふる如き少小なるものでなく、之を無視した説明を我が環太平洋地域にそのまゝ適用することが出來ぬ。

之に關する明證は關東大地震の際に起つた大規模の陸上の山崩れ海底に起つた深淺の變化等に於て認め得るから、我々は刻成岩成兩時相の營力にも地表と地下とに起因する營力の兩々相並んでゐることを主張せんとするもので、此等の點を一層明確にせねば地質諸現象の眞の相互關係を知ることが出來ぬ筈である。

造山期に於て働く營力に關するオー氏の考へ方は更に不十分である様で、尙ほ更に大に考慮を費す必要があると信ずる。最近四十餘年間に行はれた如く地震の震源を淺い地殻表層に起る變動とし地震の時に地表に現はれる地割れ及び斷層を直ちに起震力の原因と考へんとする傾向は更に深處に伏在する岩漿の潛勢力を無視するもので、爲めに地下深處に發動して地表に甚深なる結果を生ずべきエネルギーの源の地質諸現象に對する重大なる關係を殆んど全く暗黒裏に葬らんとするに至るべく、是は輕々に看過すべからざる缺陷でないかと疑はざるを得ぬ。水成岩の堆積によつて地殻の表層としてジウス氏の所謂層圈 Stratosphere が發達し來り、地球の星的狀態 Astral State から我々の溯り得る地質狀態 Geological State に至つた、その過程に何時も水成岩層に伴ひ火成岩層の

存在する事實を認むるならば、地質現象の時相の一として造山期を考ふるに當り重大なる意義を岩漿の活動に許容するのが妥當である。此の意味に於て我々は再び火成水成兩論者の前世紀初に闘つたと同じ戦争を繰返さねば或は正當なる見解に到達し得ないかも知れぬと想ふ。

本誌發刊の初に當り關東大地震に關する數篇の論文を公にした際に我々の取つた立脚點から地質諸現象の相互關係を一層根本的に論究せんとするに至つた次第は以上述べ來つた所で略ぼ明かであるが、更に進んで新舊箇々の考說の間に諧調を看出さんとするには尙ほ數言を費さねばならぬ。

三、

地殼を研究の對象としその表面に變化を與ふる現象を考察する地質學に於て種々雜多の地表現象を起す原動力と認むる物理的力 *Physical forces* を營力 *Agencies (agents)* と呼び、之を大別して外部に現存し活動するものと地殼内部から發現するものとして、外力と内力とし或は表生的 *Exogene* 及び内生的 *Hypogene* 營力とも呼び、その區別は極めて明瞭なるが如く見わけるが、之を仔細に考察すれば日射潮汐等の宇宙的のものと風雨海流等の如き地球自身に屬するものと互に錯雜した作用が外力を成し、且つ外力の働き方を見れば地殼凹凸海陸の分布等の關係によりて色々變化するものであり、現在の氣候地域の區劃の如きも山岳及び海岸線の現狀に於てのみ略ぼ安定するものたるを一考すればその外力のみの生ずる結果たらざるを容易に知るに足る。之を反言すれば山岳の崛起海岸線の移動等の地殼の變動は外力の働き方に著しい差異を生ずべく、流水の浸蝕作用の如きも一

定の緩斜面を限界とし陸面の或る海拔高度を有するを條件として活動するのであつて、地殻自身と無關係に働き得ないのである。

水成岩層は陸面の浸蝕によつて生じた物質が水底に運ばれて堆積して出來たもので、その最も著大なるは地向斜帯に行はるゝ場合である。この事は嘗て本誌上でアルガン氏の説を紹介して東亞の地質構造に論及した際に述べた通りであるが、今茲に岩成を考ふるに當り尙ほ説明を加へる。

水成岩が數千米の厚層を成し得るには地向斜なる海洋の舟底狀の凹みに發達したとの條件を假定して最もよく説明され、この考へ方は前世紀前半に既に北米のホールの唱へた所で、その後デーナが之に地向斜と命名した。然るにホールは海底の深さが餘り異ならざる、即ち物理的條件が略ぼ一樣な状態の下に同種の岩層が久しきに亘り堆積を繼續して此の如く厚く發達するのであるから、此の海底が堆積により荷重が増加するに従ひ地盤が徐々沈降し何時も同じ位の海深が維持されたと考へたのである。即ちホールは重力的沈降 Gravitational Subsidence によつて地向斜の成生を説明した。之に反してデーナは地殻の褶曲による撓屈が行はれるに伴ひ生長するものと考へ、側壓力の發動の一つの結果として説明した。若しもエゲネルの陸塊移動説に基いたアルガンの地質構造説に従ふならば同じく陸塊を構成する剛固なる地殻の邊緣に沿ふた之よりも撓み易い海底地盤が凹むものとし、地中海の前身たるテティス地向斜(アルプス褶曲系の地盤)の如きは歐弗兩塊間に壓縮されて出來たもので、同じく側壓力を主要なる働力と考へねばならぬ。

之を要するに岩成期なるものにも何等かの地盤の變動を前定することが必要で、全く外力の作用

と考へ難く、次に起る造山期と切り離す可らざるは明かである。

バーソン・シュッカート兩氏の地質學教科書 Pinsson-Schuchert: Text-book of Geology (2nd ed.) などに簡截明快なる地質學入門の良書であるが、その造山作用を説明するに當て地向斜に起る水成岩層の沈積を造山材料を集積する準備時代と呼んだのは概念として餘りに明確に過ぎ、厦屋建築に當り材料を積みそれから足場を作り構造を完成する場合の如くに兩者の關係を截然と區別し過ぎる候があるから留意して讀むを要すると思ふ。

造山期に行はるゝ營力は地殼と及び地殼の深處即ち地球内部とから發生する變動が主要なるは勿論であるが、今述べた水成岩層の厚く發達して海底の地盤を被覆する事實は地熱の垂直分布に大なる影響を與へることは明かで、從つて褶曲後にその中軸に屢々發見する花崗岩及び片麻岩の如く七百度内外の鎔融溫度を有する岩漿に對してその上昇噴出を容易にすることも亦た想像に難くない。故に岩成作用には造山作用の誘因の一部分を含むもので兩者の關係の相互的なるは彌々倍々明かである。

之と關聯して岩成期に於ける水成岩の變性 Metamorphism も問題となる。地向斜の下底を成す岩層は上層の堆積に伴ひ荷重を増し、この荷重は靜壓として働き之と同時に地熱の爲めに溫度の上昇も起るから、その結果は沈積物の再結晶作用を促し、炭質物を含む泥岩は粘板岩となり石墨千枚岩及び石墨片岩の類となり、石灰岩は大理岩となり砂岩は石英岩となり、若し又た上昇する花崗岩その他の岩漿に接觸すれば黒雲母片岩その他の變性の最も甚だしいものになつてしまひ得る。所謂

結晶片岩の中には此の作用が働いた場合は頗る多く單なる側壓のみによる所謂働力變性のみで完全なる結晶性を取得することは或は比較的稀であるかも知れぬ。

更に進んで火山作用と造山作用との關係に就いて我が環太平洋地域に於て我々の認める事實を一考して歐米學者の多數が膠着しつゝある層圈の變動のみを重要視する舊套から解放される途を求めて見たい。

四、

大正元年八月東京地學協會の催した豆南諸嶋の巡檢隊に参加して小笠原嶋及び硫黃嶋を見舞つた時に第三紀及び現代の火山活動が太平洋中の嶋嶼を成立發育せしめる手續を目睹し、本誌第三卷に於て當時學んだ所を略述して海底の噴火が終に火山嶋を形成するに至る徑路を明かにした。その成生は噴火と同時に地盤の隆起する中硫黃嶋の本山の如き場合に可能で、抛出された浮石質の破片が層狀に集積して饅頭形の山となり、その中央及び周邊に無數の吹貫き火口を蜂窠狀に生じ、而かもその上に矗立する珊瑚蟲の遺骸が海底に在つた證左を呈しつゝある。又た母嶋では東北部の熔岩流の上に中新世の有孔蟲 *Lepidocyclina* を含む石灰岩層が堆積し、その南部では海底に出來た凝灰岩層中に更に古い始新世有孔蟲 *Nummulites* の遺骸を埋藏し、現在の中硫黃嶋に行はれる所の火山活動が過去に起つて出來た岩層を睹るを得た。

是は海洋中の火山活動は海底を埋めて大部分水面下に没した山脈を築き上げ得ることを拒めぬ好

例である。

更に眸を轉じて日本群嶋の脊梁を構成する古い岩層を観るに、阿武隈高原の南端に露はるゝ角閃片麻岩角閃片岩等の變性の程度最も甚だしきものに接して凝灰岩質の成層岩に石灰岩粘板岩等の尋常の水成岩を雜ねたる厚き岩層が出で、大理岩化した石灰岩に珊瑚海百合等の遺骸を藏し、更に東には變性の程度の小なる鼠寒水石を含み凝灰質物の少く尋常水成岩の多い岩相となつてゐる。之を約言すれば日立鑛山の西に崛起する高鈴山から東に向ひ海岸に達する間に火山噴出の中心に近き凝灰岩及び熔岩の厚き堆積層から石灰岩發達の傾向の漸次増加した水成岩を主とする岩相に遷移するところが認められる。而して此の火山活動に次いで造山期に入つて片麻岩の噴出を伴ふた褶曲が起つてその中軸は西から東へ翻倒した構造を成すに至つたのである。

我々の以前に踏査した富士諸湖の北邊に峭壁を成す御坂山脈及び本間理學士の本誌第一卷四・五號に載せた丹澤即ち道志山塊に在つては中新世の火山活動によつて出來た岩層にレピドシクリナ石灰岩を夾層し、その褶曲に隨伴し若くは繼續して石英閃綠岩の噴出が起り、高鈴山附近の凝灰岩及び熔岩から變化した角閃片岩に續いて角閃片麻岩の噴出したのと同じ手續を繰返してゐる。

我々は大正十二年濠洲に開かれた汎太平洋會議に提出した『日本及び近接太平洋諸嶋の造山作用に於ける火山作用の意義』(同報告第八四二、七頁)なる論文に我が群嶋の場合を概括して『之を一言すれば火山作用は造山運動に先つた』In a word, the vulcanism preceded the orogenic movement)といつた。今本稿を草して茲に至り、造山期に入つてまた深成岩類の噴出する事實を認めるか

ら更に之に補足して、『造山運動の起るに當つてもその下底に伏在する岩漿の上昇運動が之に伴ふものである』との一句を加へねばならぬ。我々の所謂深發地震なるものは此の運動の繼續であるとして造山作用との關係が始めて明白となると信ずる。

又た小笠原諸島の如き嶋弧の場合に海底の山岳を構成する材料は主として凝灰岩と熔岩で、その海面下餘り深からざる處まで築き上げられた後に始めて石灰質の骨格を有する海棲動物や石灰藻類などが之に加はり父嶋母嶋等の如きものとなるのである。故に造山作用なるものは必しも地向斜帯の凹處に陸成沈渣物の集積した場處に限つて發生すると謂へぬ。海底火山の活動によつて淺海を生じた後には陸成沈渣物の來ぬ處にも水成岩層特に珊瑚その他の海棲動物の築く石灰岩の成生を容易にし、特殊の山岳が發生し得るのである。之を換言すれば陸成沈渣物から成つた地向斜と同じく海底火山の噴出物から成つた地背斜にも亦た山岳が發生し得べく。我が豆南の嶋弧には此の如き成因を考へてよいと想はれる。但しナウマン氏は日本嶋弧の南北兩翼間の大地溝帯の成生を西北から加はつた壓力によつて生じた波動が既存の剛固な七嶋山脈に衝突した結果に歸せんとしたが、我々は此の如き前定は必しも必要であるまいと信ずる。

茲に主張した所も亦た以前に提出した深發地震説と同じく全く作業用考説には過ぎぬが、維也納派の山嶽の成生を切線の方向に働く側壓力の結果として放射狀に働く深火山作用を等閑視するの缺陷を摘示するには十分有力であるべく、火山作用の旺盛なる環太平洋地域に立脚する我々としては黙止出來ぬ所である。

五、

ハイムの見積れるアルプスの厚さは三十數千で關東地方の震源の深さと略ぼ等しいことは地震を論ずる際に述べた通りで、是は岩漿が地殻の下底から上昇する運動によつて地殻の表層を震撼する激動の起る深さを推知するに足ると同時に、水成岩の褶曲によつて出來た地殻表層の厚さの大きさの階級を示すに足る。アルプス褶曲系以外の地向斜に於ける堆積層の厚さは或は之に倍する場合あるべきも所謂層圏の全厚は千百を超過せぬものとしてよからう。

此の假定にして大差なくば、前に論じた火山活動の原動力たる岩漿の上昇の迫る運動は地球の半徑の百分一内外に過ぎぬ外面に近い處に行はれつゝあると想像される。

然るに最近志田教授の別府地球物理學研究所の開所式に當り發表された地震觀測の成績に従へば震源の深さには非常に大なる實例があり、昨大正十五年七月の近江地方の強震は二百六十千の深度を有することが確かめられたといふことである。此の決定は地殻の物理學に従來豫期せざりし新しい手掛りを與へるもので、高温と同時に高壓の爲めに潜在延性 *Latent plasticity* を有する筈の深處に於ても、地殻の物質が三四十千の深さに起るものに類似する變動を起し得る状態を成してゐることを推定せしめる。

假に此の深さを約三百千とすれば地球半徑の約二十分に相當し、キーヘルト氏等の考説に従へば尙ほ硅苦質 *Sima* 層殼厚さ約千五百千の表部に在るのである。故に玄武岩よりも更に基性即ち過基性 *Ultrabasic* の岩漿の源は此の位の深處まで溯られ得るかと思はれる。デーリー氏は昔て火

成岩噴出の機制を考察するに當つて、デブキンソン氏の地殻に行はるゝ壓力に關する考説に従ひ表面に近き部分に壓迫作用 Compression が行はれ、その下層に伸張作用 Tension が行はるゝと考へ、岩漿の地殻の表面に上昇し來るに當り先づ此の張力層帶 Zone of Tension に注入 Inject せらるゝとした。

此等の考説を併せ考ふれば我々の深發地震説を論ずるに當つて岩漿の徑路を探らんとした地質學的方法によつて推測し能はなんだ所が、今回の志田教授の發表によつて偶然にも更に闡明せらるゝ、曙光に接せんとする如く感せられるは會心に禁へぬのである。

志田教授に従へば此の如く大なる深さを有する地震の分布は近畿地方の東邊を横斷して太平洋から日本海の北邊に至る間に廣がるものゝ如く、所謂大地溝帶の日本群嶋を横斷する邊にも同様の深處に發動する地震の存在すべきを想像されつゝある。我々は津浪を伴ふた寶永大地震の時に山陰の或る地方が特に強い震動を感じた事實に注意し、ジウスのカンブ線の延長にしてポヘミア山塊の北に當るプラーグ以北方まで強震を感じた一五九〇年の地震の記録を基礎としてアルプス褶曲帶の構造とアルプス外地帯との構造の區別の存せぬ深處に原因を求めんとした炯眼に敬服したのであつたが、今やこの新らしい觀測により此の如き見解の蓋然性 Probability が加はつたと考へられる。

此の如く詮じ來れば我々の地殻の表面に於て地質學的觀察により認むる所の噴出岩の出現、斷層その他の地質構造上の地貌の變化の如き造山作用と關聯して考察する問題の地下深處に發動する原動力を無視して解決し難たい事は一層明白となる。之を無視するものは無風の池面に起る波紋が潜

游する魚の運動たるを忘れて徒らに水面に生ずる波動として説明せんとするが如き滑稽なる誤謬に陥るべきである。

故に我々は環太平洋地域に見る所の旺盛なる火山活動の行はるゝ事實はその原因が非常に深い地下に於ける變動の結果で、之をアルプスその他の地向斜帯に發生した山嶽の地質學的考察によつて獲た見解によつて論斷せんとするのは恰も牛を割くに鶏刀を用うるが如く、庖丁の妙技と雖も手に餘るべしと茲に力説せざるを得ぬ。

六、

以上述べた所を通觀すれば今日まで地質學者間に行はれた地殼の變動に關する考説は表面に極めて近い表層に於て起る現象のみに限局せられてゐて、此の如き淺處に起る變動原因が更に深處に起るものゝ續きであることを知る途がなかつたことは明かである。而してその深處に起る變動が如何なる性質のものなるかを理會するには或は地球の衛星たる太陰の表面に見る所の變動と比較するの亦た多少の參考たるかと想はれる、

太陰の表面の地球と異なる主要なる點は大氣及び水分を缺き、地球表面に行はるゝ浸蝕作用が全く行はれぬに在つて、地球の氣圈水圈を除き、その水成岩の層圈をも剝ぎ取つた場合の狀態を小規模に示すものと考へ得られる。

太陰の外殼に見る所の變動中最も我々の注意を惹くものはその裂罅である。リル Rills 及び壑

Chasms と稱するものは或は大部分内部から裂罅を通じて熔岩を押し出し或は之に充填されぬ割れ目たることは疑ない。更に著しきは大なる火口から放射状に出た白く輝いた線であるが、英國ナスミス、カーペンター兩氏は之を内部に伏在する物質の膨張力で出来た割れ目とし、獨逸天文家には之を否定して噴出物の昇華 Sublimates とし、氷の結晶の硝子窓の面に出来たものと類似した出来方を考へる學者もあつて果して裂罅であるや否や判然たらぬ様である。然れども兩氏の硝子状の内部に熱水を充たしてその内部から働く膨張力によつて割れ目の生ずる實驗は頗る面白く、三百軒の内外の地殻下底に於て一種の坼裂地震 Fracture Earthquake の如き變動が起る場合は此の實驗の結果に比較し得るものかも知れぬ。

若し此の比較が許容さるゝならば地殻深處に行はるゝ變動は惑星の冷却する過程に於て當然起るべく、その過程が進むに従つて深さを増すべきものと考へられる。従つて從來多數地質學者の信じた地殻の收縮説 Contraction Theory も亦た此の如き深處に於て現に行はるゝ現象の説明に必要である。

之を要するに地殻深處に行はるゝ營力の如何なるものかに就いて瞥見が我々に想着せしめる所は表面に起る現象の眞の解釋説明は明確に之を論述し得るには尙ほ前途の遼遠で、恐らくは惑星としての地球の問題として更に論議されねばならぬであらうと感ぜられる。

本稿は茲に擱筆するが次號に於て引き續いて地下深處に起る變化が地震として地表に發現するに伴ひ如何なる結果を地表に生ずるかを論ずる積りである。