

地球 第八卷第二號

昭和二年八月一日

造山作用の地震地質學的解釋 (上)

小 川 琢 治

明治大正五十九年の間に本邦に起つた地震火山等の地變は頗る頻繁である。是が爲めに失つた生命財産の數字のみでも萬と億とを以て數へ、我々國民の自然力に對して無關心に看過し難い理由は多言を要せぬ所である。特に土地を對象とする地質學及び地理學を研究するものに在つては、他の如何なる問題よりも此等の出來事に注意を惹き興味を感ずるのは當然で、自分の三十餘年間の旅行の目的が屢之に集注し、而かも常に五里霧中に幽谷の中を彷徨するが如く、時々には雲破れて峰を望むが如き快感を味ひつゝも、徹底した此等の現象の見解に逢着するに至らなんだ。

元來地質學にせよ地理學にせよ、土地を對象とする科學の研究者は何れもその環境を觀察研究の出發點とするから、その居處に手近い一局部に睹得る現象に興味を持つと共に、先入主となつて兎角之を過重視する傾向が生じ易い。此の如き地方的偏見から解放されることは虚心坦懷なることの割合に容易なるべき筈の自然科學者にも決して十分には行れ難い所である。その影響は歐亞大陸の

西方に興つた人類學人種學等に在つては殊に甚だしく地文學及び地質學に於ても免れ難い。

我々東亞の地質現象を觀察するものゝ歐米學者の火山及び地震現象に對する見解に對して慄焉たらざるを得ぬ理由の一は此に在るのである。最近二十年間山嶽成生に關する新しい考説が頻々として提出されつゝあつて、水成岩層に起る變動を過重視する五十餘年間行はれた側壓力に因る褶曲山嶽説から頗る異つた見解に到著した學者も出て來た。然れども地球の永期的冷却に伴ふ地殼收縮の結果とする考へ方は先入主となつて今尚ほ地球内部に鬱積するエネルギー發動が如何なる結果を表面に起すべきやを冷靜に考察する學者は寥々たるもので、前稿に紹介したアルガン、コーベル、スチルレ等の如き構造論 Tectonics に關する新説として耳目を聳動しつゝある學者と雖もジュスハイム等の舊套を彌縫せんとする傾向が認められる。

此等の今尚ほ追隨者の多い考説から獨立して新旗幟を樹てたのはアンブレレル Ampferer シュエーネル Schwiner ヘリツチ Heritsch 等の代表する新維也納派と呼ぶべき地質學者の一隊である。アンブレレルの Verschluckungs theorie 嚥下説は佛瑞兩國の西アルプス研究者の東アルプスに適用せんとする被覆構造に對して見解を異にするもので、高温の深處に沈降した岩層の被むる熱の影響を考慮した着想が面白く、シュエーネルの岩漿に起る旋流 Cyclones と逆旋流 Anticyclones とから深處に岩層の沈降する仕方、即ち嚥下説の説明も亦た大に參考の價值がある。

今我々が地球誌上に連載し來つた所は歐米學者と出發點を異にし地下深處に發動する地震の表面に及ぼす結果を追蹤せんと試み、表面に行はるゝ地質現象の相互關係に對して全く新しい解釋が

施され得ると信ぜられることゝなつた。

最近學界に注意を惹いたコーベル氏のオロゲン起山體とロリン、チャンバーリン氏の楔狀體との如きは何れも地殻の下層に於て交叉する面によつて界された造山運動に屈從する地帶を意味し、何れも側壓力を原動力としてその成生を説明せんとした。我々の武器とした震源から及ぼす變動の限界を震源を一點と考ふれば限界の四十五度の頂角を有する圓錐形の限界面となり、震源を點の連續に由り生じた線の場合には、之を交叉線とした平面に近い兩邊に含まるゝ地殻の部分楔狀となる譯である。此の如く水平の方向の側壓力の代りに應力の加はる方向が垂直となつた場合でも、生じた限界面の位置は大體同一であるべきで、チャムバーリン氏の實驗から説明せんとした山嶽の深處地盤の限界に關する自然現象の成因には我々の解釋を適用し得るのである。

スチルレの地質構造に關する研究の最も有益なる貢獻として擧ぐべき結果は、地向斜なる概念を廣ろめて船底狀の凹みの代りに幅の廣い海底に沈渣作用の起る場合をも含めて考へたこと、獨逸の山嶽に認められる造陸造山兩運動の活動が交互して起り、前者が徐々に進行する間に突發的 *Episodic* に後者が發現すること等であらう。此の地向斜を廣い意義に解することは地殻收縮説の主張者が褶曲による短縮を考へるに必要なるは勿論であるが、我々の見地からいつても地下岩漿の運動に永期的から短期的に至る種々の仕方が推定されるから、當然表面に起る變動の性質にも時間的に等差があるべく、兩者の本性原動力が同一であつて發動の仕方が互に異なるに過ぎぬといふ結論には撞着せぬのみならず、寧ろ有力に支持するものと認められる。

スチルレの説で我々の尙ほ慊焉たらぬのは地殻不安定状態と安定状態との間の遷移の仕方に関する考へ方である。同氏はクラトゲンとオロゲンとを絶対不變のものでないとして、一旦安定した後再び不安定になることを認めたのは正當であるが、此の變化を起す要因としての岩漿の役割に對して十分の諒解を缺いた憾みがある。同氏は岩漿の噴出して固結した後の剛性を認めるに止り、岩漿噴出に伴ふ等地熱線の上昇が深處物質の擬剛性を打破して側壓力に屈從し得る状態を生じ、造山運動の前定となるべきを十分に考慮せぬのは我々の首肯しかねる所である。

以上我々の見地から近年の地殻の構造に關する研究の結果を判斷した所には、我々の論者の原著が浩瀚なる爲めに精到に檢覈し能はずして誤解妄斷に失したおそれがある外に、記述の不十分不用意な爲めに解し難くなつた所もあらうと信ずる。然れども之を約言すれば現今流行する新説が地質學百年間に獲た貴重なる事實に根底を置いた長所と同時にその短所は舊套の破綻の多く、その間に嬰兒から成人するの身體に相當して順々に取り換へねばならぬ筈の衣服が今尙ほ間に合はずに彌縫に彌縫を重ねて破綻が百出してゐる觀がある。

我々の主張し來つた地殻表面の現象を深處に起る變化の表現とする推論を明かにする爲めに、數回に亘つて辿つた徑路と反對に變化の起る内部から表面へ變化の進行する徑路を茲に追跡して見ることにする。

二

此の如く地殻に起る變動 Diastrophism を地球内部から發生する現象の一部として考察するに當

り、第一に問題となるのは地質學的觀察の範圍に屬する三四十籽までの表層から下の地殻及びその下層に於ける物質の物理的狀態及び性質である。

一、地球の形狀と運動 地球は太陽系の一惑星たる關係から、他の諸星の成生と同一の起原から發達して、殆ど回轉橢圓體に近き似地體 Geoid なる球體を成し、少し極の方向にひしやげた形狀を呈し、その運動には軌道上の周轉たる歲動と地軸を回ぐる自動たる日動の外に、地軸の軌道面に對する傾斜に起因する歲差その他の地軸の微細なる運動をも有し、就中著しきは赤道に於て毎秒四六五米の速度を有する日動であること。

此の日動の速度は赤道から兩極に向ひ回轉半徑の減少と共に遞減し、赤道に於て最大の遠心力が起る。その影響は氣界水界の循環運動に頗る著しく、若し密度の小さくして突起した陸塊にも幾分の影響があるとすれば、エゲネル、アルガン等の陸塊移動説の如く之を原動力と考へることも不合理ではないかも知れぬ。然れども永期的に加はる遠心力を唯一の原動力として發作的に起る造山運動と説明し得るや否や頗る疑はしい。

二、地球の物質 は全體として水に比して約五・五倍の密度を有し表面に出會ふ岩石（花崗岩の比重二・七）に比し二倍強である。故に内部は遙かに密度の大なる物質から成ると考へねばならぬ。天體の破片たる隕石の物質から考へて隕鐵 Siderites（比重八乃至一〇）に類似する物質が心核を成し、之と石質隕石との混合體 Siderolites（比重六内外）の如きものが中間に在つて、その上が石質隕石 Aerolites（比重四内外）の如き表層を成し、更に最外部に花崗岩から玄武

岩に至る間の岩石(比重二・八乃至三・二)の物質が在ると考へられる。

キリアムソン、アダムス兩氏は此等の物質の分布を圖に示す如く鈍鐵心核と呼び、次をバラサイト質層殼 *Pallasitic shell* と呼び、其外を橄欖岩質層殼と呼び、最外部を花崗岩玄武岩殼と呼び、比重一〇の心核の半徑三、四〇〇籽、比重六乃至八の第二の厚さ一、四〇〇籽、比重四の第三の厚さ一、六〇〇籽、比重二・八乃至三・二の第四の厚さ一〇〇籽と見積つた。ゴールドシュミット氏も亦た略ぼ之に類似した四層を考へ、比重八の心核三、四〇〇を包む、比重五乃至六の硫化及酸化鐵層殼一、七〇〇籽、比重三・六乃至四のエクロヂャイト層殼一、〇〇〇籽、比重二・八の殼一二〇籽の三者を區別した。

此の兩説の何れにしてもジュス氏以來行はれた硅礬質 *Sil* (*Sial*) と硅苦質 *Sima* との區別は此の最外殼とその次の層殼の一部を含むに止まり、我々の考へ來つた千籽を踰ゆる深い震源と雖も、キア兩氏の第三層殼の下部かゴールドシュミット氏の第二層殼の上部に達するに止まり、主として硅質から成つた部分に震源が在ることとなる。

三、物質の狀態 表面から内部に進むに従ひ溫度が増加し、約一籽毎に攝氏三十度の増加率を示し、若し數十籽まで略ぼ一樣に増加するものとせば、表面に流出する千度内外の熔岩は三四十籽の深處から上昇し來るとして説明される。然れども内部は溫度の増加と同時に深さの増加に伴ふ壓力の増加が起る爲めに、構成する物質の鎔融點が上るから、高溫高壓狀態に於て兩者の割合如何によつて、固體とも液體ともなり得る。全體として地球の物質はガラスに匹敵する剛性

を有する固體と看做されるが、最近に至り潮汐現象の働く形跡が明瞭に認められ、重力の分布から推すも亦た表面から六〇乃至一二〇浬の深さの邊に表面の凹凸と物質密度の差異とを補償する地壓均衡 Isostasy の成立を可能ならしむる^{ぜい}延性 Plasticity を有するものである。之を換言すれば地球の剛性は絶對的でなく、溫度と壓力との關係如何により延性を増して動き易くなり溫度の増加又は壓力の減少が鎔融點に達すれば液化し得る狀態に在ると考へられる。

老チャムバーリン氏近頃天體の引力に屈從することや地壓均衡の成立することに立脚して地球の彈性固體 Elastic solid なることを認め、Isostasy の代りに Elastostasy なる語を用うべしとし、地球内部を考察する内地質學 Intrageology の研究が必要なるを力説した。此の提唱は我々の取りつゝある徑路と方向を同くするが、氏の考察に内部の高溫狀態から生ずる現象を無視してゐることが不可解で、是のみで内部に起原する問題の正解が得られるかが疑はしい。又た氏の用ゐた Intrageology なる語はスペンサーの社會學を Sociology としたのと同じ重箱式術語であるから Hypo- 又は Endogeology として今日までの地質學の Epi- 又は Exogeology に對立せしめる方が妥當ならんと信ずる。

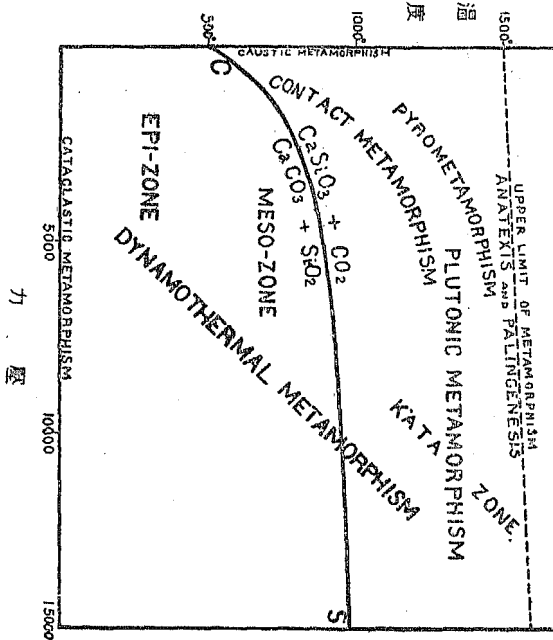
内部物質の狀態は溫度及び壓力の關係に依つて決定されるもので、この關係は表面に起る現象を内部に追跡するに當つて最も重要な關鍵である。一般に鑛物の鎔融溫度は壓力の増加に隨ひ高まるから、地球内部の如く壓力は深さと共に一樣に増加し、之に反して溫度は或る深さ以上に進めば増加率が減少すべき場合に在つては、内部物質が高溫であつてもその壓力に對する鎔融點より低く

なつて固體を成す可能性が多い。故に低温低壓の關係で眞の固體を成す部分の下層に高温なるも高壓なるが爲めに固體を成す物質が存在することになつてゐる。地球内部が高温なるに拘らず殆んど固體と看做し得られるのは此の關係であつて、岩漿の源が必ずしも液體の溜りでなくとも溫度が高

まるか壓力が減ずるかにより液化して流出を可能ならしめると考へてよい。

高温高壓に服従する物質には此の如き完全な固體と液體との兩狀態の中間に飴動 Flowage の可能なる埒性を有する固體狀態を成し得べきことは變成岩の石理に明に認められる所である。

此の運動は靜壓よりも一定方向から加はる應力の場合に著しく石理に現はれて來るが、地殻表面の凹凸及び密度の差異から生ずる地壓均衡の如きも垂直の差分的壓力の補償が此の運動で實現され得べく、大陸地塊とその下層物質との關係を氷山と海水との間のその如く考へずとも十分永い時間さへ假定すれば飴動の行はれ得べきは了解される。



ゴールドシュミット氏は深さに依る温度と静壓の増加を基礎として各種の變性作用の行はるゝ分野の區別を説明せんとし方解石及び珪酸と卓石（珪酸石灰）との安定分野をその一例として之を圖示した此のPとTとは壓力と温度の増加する方向を示し、CSは方解石と卓石との存立分野の界線を示し、上部の斷線は變性の極限を示し、是より高い温度では岩漿として存立すべく、此の邊では花崗岩化作用が行はれ、岩漿との類似が著しくなるとし、之を融和作用 *Anatexis* と呼び、ゼーデルホルム氏の變成岩から岩漿の出來る手續を再成作用 *Palingenesis* と呼んだのも略ぼ同意味である。我々の考へた高壓の下に固體を成す物質が靜壓の減少又は温度の上昇に因り岩漿となる場合は之と區別する必要がある。我々は假りに再融化作用 *Palintexis* と呼んで置く。

三

タンマン氏の實驗によれば高壓高温の下に行はれる結晶作用には或る極大鎔融點があつて、是れから先きは結晶作用は體積の膨脹を伴ふといふ。珪酸鹽類の如く鎔解點の高い鑛物の實驗が困難なる爲め行はれてゐぬのと深處の地温増加率の變化が明かならぬとで、地下何程の深さに於て極大鎔融點に達するかを想像し得ぬ。然れども若し我々の前稿數篇で論じ來つた如く約千呎に達する深處に於て、より淺い震源に起ると同一の地震が起り得るとせば、尙ほ極大鎔融點に達せずして、固體としての變動が行はれると看做し得られるであらう。又た若し高壓力に因る結晶作用の行はるゝ限界を超えて、その下層にも結晶作用が行はれて體積の増加即ち膨脹が起り得るとせば、その結果が千呎内外の深處に於ける割裂となつて地震を起すと考へ得られるであらう。

我々は前稿にナスミス、カーペンター兩氏の水蒸氣を充たしたガラス球の表面を冷却すれば放射狀の割れ目が出る實驗を擧げたが、深處に行はれる膨脹を極大鎔融點を超えた下層の結晶作用として説明することも作業用考説として成立すると信ずる。

此の如き作用が實際行はれつゝあるや否やは姑く別問題として、地熱の増加率が深處に於て小なるべきこと、即ち換言すれば惑星としての地球が冷却して現狀に達するに當り、表面に近い部分の冷却が盛んであるべきことはコッター、デフリース、アダムス等諸氏の研究により疑なき所で、假令内部が膨脹せずとも表面の方が收縮する爲めに割裂が起るべきである。この増加率勾配の變化の大きな部分に最も多くの地震が起ることとなり、此の如き割裂はその生じた空隙に沿ひ靜壓の激減に因る鎔融を起して岩漿の成生を誘發する筈である。若し之を成因的に區別するならば、再融地震 *Palintectic Earthquake* と呼ばねばならぬ。

層殼の割裂が起る最大の深さは恐くは千呎以上に達し得るも、その上層は百呎内外の第四層殼下界までは續き得るかも知れぬ。假令直接再融作用が起らぬとしても、その下層に生じた裂罅に沿ひ岩漿の上昇と溫度の傳播とが行はれるから岩漿楔子の上端が更に割裂と鎔融とを起して上層に廣がることは疑なき所である。之を換言すれば或る深さから上層に於ては靜壓の激減に因る再融作用よりも溫度の上昇に因る液化作用の方がより著しくなる筈である。此の如き加熱に因る岩漿の成生に伴ひ起る地震は之を融和地震 *Anatectic Earthquake* として前者と區別すべきである。

我々の既に見た如く二三百呎の曲半徑に略ぼ等しい深さの震源に起る地震を日本群嶋の弧狀火山

帶噴出の原動力と看做し得るならば、此の如き地震は加熱鎔融に因る岩漿成生と因果關係を有すべく、所謂火山地震なるものはその最末端に起るものとなる。

茲に詮じ來つた所を概括すれば、非常に深い下層に於て上下層殼の伸縮により上層殼が割裂することが地震の原因となり再鎔地震と呼ぶべきものが起り、是より上層に傳播して表面に火山噴出を起す如き浅い地震まで震源の深さの遞減を見ると考へてよい。是は屢述べた所の岩漿の上昇運動を意味し、更に進んでこの運動が如何なる徑路を取つて地震に近づくかを考ふれば造山作用が深處に起る岩漿の移動の惹き起す結果の一たることが明かになると信ずる。(未完)

關東地方の重力偏差 (二)

熊谷直一

一 計算式の常數及その他の事項に就いて

(a) 計算式の常數 重力偏差計の生命とも稱すべき捻線の恒數は、出來る丈け屢々測定する必要がある。最初の年には第一の器械に就いて三回、第二の方に就いて四回、次の年には第一の方に就いて二回、第二の方に就いて三回の測定を行つた。最初の年に第二の器械に使用した捻線は、その前年島原半島の觀測に於て上河氏の用ひたものと同一の捻線であつたから、この捻線の恒數決定