

地

球

第一卷第二號

大正十三年三月

關東地震研究

四、ジウスよりフムボルトへ地震成因説の新轉向

小川 琢 治

- 一、地震成因説の變遷
- 三、フムボルトの火山地震説
- 五、ライエル
- 七、ジウスミハイム
- 九、ジウス、ヘルネスの地震種類の區別
- 一一、ジウス學說の缺陷(一)
- 一三、ジウスからフムボルトへ新轉向の必要
- 二、フムボルトの體驗
- 四、ダーキン
- 六、ハイム、ジウスの前驅フナルゲル
- 八、ジウスの地震成因説
- 一〇、ジウスの地震研究の功績
- 一二、同(二)
- 一四、後語

一、地震成因説の變遷

ヘルネスの地震學(維也納一八九三年)やギウンテルの地球物理學(スツットガルト一八九三年再

ジウスよりフムボルトへ地震成因説の新轉向

版)等に西洋古代から第十九世紀末までの學者の意見を列載し、其の後ではモンテシュー・ド・パロール(巴里一九〇六年)ホッブス(ニューヨーク一九〇七年)の地震學に簡截に記述されて居る。我々の東洋文獻によつて知る所では戰國頃の支那の學者間に起つた陰陽五行說で説明したのと希臘哲學者間に行はれた水火地風四行から説明したのとは單純なる偶然の一致と想はれぬまでに類似したものである。周の幽王の二年西周三川(涇、洛、渭)の地震の時に大史伯陽父が陽伏して出づる能はず、陰迫りて升る能はず、是に於て地震ありといつた語の意味とアナクシマンドロスからアナクシメネスを経てアリストーテレスに傳はつた地中に鬱積した氣體が發散して地震が起るといふのと全く同一の見解であることは絮説を要しない而して此の地下に含まれた氣體が何であつて如何にして出來たかといふことに至つては確乎たる性狀を把住した上の考へではなく、眞に風を捉へるが如く空漠たるものではあつたが此の想像の根底が激烈な地震には必ず之に伴ふ地鳴りのあることに注意した體驗に在つたらうと想はれる。

地中海地域の活火山ある處に於ては、火山の噴火の時に地震を伴ひ、震動と鳴動と噴火との密接な關係が目睹されるのであるから、兩現象を同一の活動と看做して、地震を火山作用に原因するものと考へることになるのは亦た當然であつた。

アリストーテレスの説は中世に傳はり、近世に至つても英國のリスター(一六五〇年)の如く黃鐵

鑛の希臘語原から理會される通り熱を發する能力あるものとして、其の燃燒作用によつて地震を起すと考へたものもあれば、又たミツチエル（一七五〇年）の如く水が燃燒する炭層に觸れて氣化して其の爆發によつて噴火と地震を起すと考へたものもあつた。

第十八九世紀の轉換期になつてラブラスの星雲説が出で、希臘哲學者間に行はれた地球の火心説を具體化した高温の液體中心を地殻が包むといふ假定説が雄辯に主張されることゝなつた。これと同時に地質學が發育しかけて世界全體に互る地震現象を觀察し、初めて科學的觀察を基礎とした學説が出現するに及んで、傳來の學説の萌芽から強大な勢で成長して地震の火山成因説となつて學界を風靡した。

第十九世紀上半に於ける自然科學界の泰斗たるアレクサンデル・フラン・フムボルトは初めて週太平洋火山地帯の一部を目睹し、初めて此處で地震を體驗し、此の火山地震説を主張する第一人となつた。

二、フムボルトの體驗

はコスモス（第一卷）に載せて屢引用された所で、原文は浩瀚な「新大陸旅行」の第一卷巴里一八一四年、第五一五頁）にある。其の地震は一七九七年十二月十四日のプエネズエラ國クマナ大地震後

二十二ヶ月に同市で起つた一七九九年十一月四日の餘震であつた。フムボルトの語として有名なものゝ原文を調べて見ると左の如くなつてゐる。

十一月四日午後二時頃非常に黒ツぽい大きな雲がブリガンティンとタタラカルの高山を包んで、次第に天頂に廣がつた。四時頃になると頭の上に雷鳴が聞えたが、非常に高く廻る様な音をせずに、乾いた途切れた音をなした。其最も強い放電の瞬間四時十二分に二つの地震の震動が十五秒を置いて續いて起つた。群聚の高い叫び聲が街上に聞え、卓上に俯向いて植物を調べてゐたボンブラン君（フムボルトに同行した親友の植物學者）は殆んど引つくり反りかけた。私（フムボルト）は吊り床に横になつてゐたのに非常に強い震動を感じた。それはクマナで可なり稀な北から南へ向つたものであつた。マンザナレス河畔で十八尺乃至二十尺以上深い井戸で水を汲んで居た奴隷は大きな砲門の發射の如き音を聞いた。其音は井戸の底から來る様で、地震の多い米洲の多くの場處では極めて普通聞く所ではあるが、是は頗る奇妙な現象であつた。

.....

夜九時頃前の二つよりも餘程弱いが判然たる地鳴りを伴ふ第三の震動があつた。.....

此の出來事はクマナの市街が殆ど全く地震で破壊せられて二十二ヶ月目で市民は烟靄の地平を立て籠めて夜中軟風のないのを悪い徴候と考へた。.....

十一月四日の地震は私の初めて感じもので、偶然ではあつたらうが、著しい氣象の變調を伴ふたので特に強い印象を私に與へた。それは又た全く下から持ち上げられた震動でゆらくする動搖でなかつた。私はキトーの高原やペルーの海岸に永く滞在するまでは、歐洲で雷鳴を聞く如く可なり急な地の震動に慣れてしまはうとは思はなんだ。キトーの市街ではピチンチャ火山から來ると見えるブラミドース(地鳴り)が二三分か七八分前に地震を豫告する(其の強さは滅多に地鳴りの強さに比例しない)のを聞いても、其の晩起きてゐようとは考へぬ様になつた。三百年間市街の壞されななことを記憶する住民の無頓着は臆病な外來者にも容易に感染する。初めて軽い地震の感じを経験する時に強く起るのはごちらかといへば危險の恐怖といふよりも感覺の新異なことである。

といふ文が前に在つて、次に有名な左の文句が來るのである。

我々の幼少の時から或る對照の觀念が我々の精神に固着して居る、水は我々に可動性の原素であり、地は不動で鈍重な塊りであるといふのがそれである。言はゞ此等の觀念は一の日常體驗の產物であつて、五官の我々に傳へた所のあらゆるものに結び付いてゐる。震動を感じ土地が左様に安定であると感じ來つた老地盤で動搖すれば、永い錯覺を打破するのは一瞬間で澤山である。其は覺醒で、而かも悲しい覺醒である。人は自然の外觀的安靜に欺かれたことを感

じ、俄かに極めて輕微な物音に耳を聳て初めて、今まで永い間安心して足を置いた地盤に信頼し得なくなる。然るに震動が繰返されて、連日屢次に起れば此の不安は直ぐに消え失せる。一七八四年墨士哥の住民は我々が雲間に聞く様に脚下に起る雷の如き鳴動に慣れてしまつたし、又たベルーの海岸では波浪の衝擊で起る船の震動に對する按針師の如く地の波動に慣れてしまつた。(旅行記第一卷第四篇第十章第五二一—五二五頁)

三、フムボルトの火山地震說

は此の體驗後に中米及び南米北部の火山噴出帶に沿ふて地震が屢起り、又た火山の噴火に伴ふたものも屢感じ、一八〇五年歐洲に歸り着いた後に、プエシュブキアス火山に登つて噴火の時に地盤の震動するのを時計を手にして數へたりなどした結果として出來たのである。

抑フムボルトとプツフとはフライベルグ鑛山學校のエルネルの門下より出た雙壁であるが、廣く歐弗兩米四洲の探檢を試むるに及んで、あらゆる岩石は皆な水の作用で出來たと極論した水成論者の壓下から脱走して、エデンバラ派の火成論者の列に入り、ハットンやブレイフェア以上に強く火山作用の偉大なるを力説した。其の覺醒は全く索邇の一隅エルツ山嶽の麓の小天地で想像の出來ぬ噴火作用の實況を目撃した結果で、就中地震と火山の噴火現象とを結び付けて考へたのはフムボル

トであつた。而して其の學説は歸歐後五十年間に種々の場合に發表せられて、第十九世紀の前半を支配し、ことに其の永眠の前年一八五八年出版したコスモスの第四卷に於て第一卷の補遺修正を試みた時に最も簡明に述べられた。

地震と永く休んだ火山の突然の噴火——それは唯岩滓のみでも間歇温泉と等しく液體となつて熔融して熔岩流となつて流れても——全く地球内部の高温と共通にして同一なる因果の關係を有するものである。然れども此の兩現象の一は多くは全く他のものと獨立して現はれる。例へば強い地震がアンデス山脈に於て線狀の分布をなして、消熄せずして時々活動する火山の崛起する處を震撼することがあつて、而かも此等の火山は何等著しい刺戟を受けない。リオバンバの大地震の場合に之に近いツングラファ火山も稍遠いコトバクシも全く靜穩狀態を續けた。又た逆に火山が永く續く大活動を呈しても、其前にも同時に附近に地震を感せぬことがある。歴史に記載され數千方哩に傳はつた最も破壞的地震でも表面に於て見得る所から判斷して火山の活動と何等の關係を有して居らぬ。近頃此の種の地震を小區域に局限せられた固有の意義の火山地震に對照して深發地震と呼んでゐる(譯者云ふ、是は一八四八年ナウマンの地質學第一卷に與へた名稱である)。火山作用といふ語の意義を廣く考へたらば此の名稱は正當でない。地球上に起る地震の大多數は深發地震といはねばならぬことになる。

最小の範圍に局限せられて、明かに火山の活動に原因する地震から説き始めるならば、先づ第一に自分（フムボルト）の憶ひ起すのは、一八〇五年七月二十六日のナポリ大地震後十七日目に熔岩の噴出あつた時に毎夜時辰儀を手にして小さな抛出岩滓火丘上に坐つて、私は規則正しく二十秒乃至二十五秒置きに赤熱の岩滓の抛射さるゝ直ぐ前に火口底の震動を感じた。此の反覆する小地震は火口外では全く感ぜぬ所のもので、アトリオ・デル・カプワロでもデル・サルプアトリレでも感ぜぬ。此の震動の週期性は岩滓火丘の内部で鎔融した塊りを貫く爲めに水蒸氣の達せねばならぬ一定の張力の度合に關係することは明かである。之と同一で規模更に大なる現象はキトー市の東南に一、五九八四呎の高さに聳ゆるサンガイ火山の火山灰丘に於てキッセ氏の觀測した所で、一八四九年十二月頂上の火口を千呎の處まで近づき、全く地盤の震動に注意せず、而かも一時間に二百六十七回の爆發を數へて居る。

第二の之に比して非常に重要な地震の種類は頗る頻繁に火山の大噴火に伴ひ若くは之に先だつものである。其の噴火の仕方は或は歐洲の火山の如く熔岩流を流すものでも、或はアンデス山脈のコトバクシ、ピテンチャ、ツングラグワの如く岩滓灰蒸氣のみを噴くものでも同じく、此の如き種類のものに在つては、ストラポーが古ヘオイベアのレランテの熔岩を流す裂罅に就いていつた通り、火山は安全瓣と看做される。（譯者云ふ、かくいふのは大爆發があれば地震

は其後衰へるからである。)

最も廣く分布してゐるのは、或は粗面岩質でなく即ち表面に流れ出た火山岩質でない土地、或は南米墨西哥のホルデエラの如く粗面岩質の土地で起る地震波動の損害であつて、是は近傍の火山に何の影響も及ぼさぬ。是は地震現象の第三の種類であつて、我が地球内部の高温に起因する一般的原因の存在の疑を挿む可らざるを想はしめるものである。(譯者云ふ、フムボルトの時代の粗面岩と呼ぶものは即ち今最も普通な火山岩として區別された安山岩を含む)。

此の第三の群に屬するもので、稀ではあるが、火山質でなく又は殆ど地震に脅かされない土地で局限された地域に於て土地が數月に亘つて斷えず震動し、終に隆起して活火山を生ずる場合がある。(譯者云ふ、是は一七五九年九月二十八、九日に起つた墨西哥のホルロ火山の實例をいふので、三月に亘り地鳴りと地震のあつた後にトルカ、コリマ兩火山の中間の平地に噴出した。但し其の隆起火口の證據としたのはフムボルトの間違であつたが、此の如く地震が火山成生の前驅たることをいふのである。)

私(フムボルト)は此の火山作用即ち地球表面に對する地球内部の反應の現はれ方の全く異つた種類を列擧するのが、觀察者を導き、之に材料を供して諸現象間の因果的關係を知るに有效な結果を得させる爲めに役立つと考へる。時として火山作用は一度にか近い期間にか地球の大

部分に互つて起り、其の生じた地震が同時に多種の互に關聯した原因によつたと考へ得ることがある。一七九六年及び一八一一年は此の如き諸現象群集の特に考慮の價值ある實例である。

(譯者云ふ前者はクマナの大地震に先ち三月の間にグワダループ島及びバスト高原の兩火山が噴火し、翌年二月四日リオバンバ大地震あり、之と同時に突然其附近のバスト火山の噴烟の止んだ事實を指すもので、後者は一八一一年一月三十日アゾーレス群島のサブリーナ火山島が噴出し、五月セント・ブキンセント島に二百回の地震があり、其他北米では同年十二月オハイオ、ミシシッピー、アンカンソ河谷に頻繁の地震が起つて一八一三年まで續き、特にシンシンナチの北では數月間間斷なく震動し、同じ十二月カラカスにも二三の地震があつて、一八一二年三月二十六日にカラカスの大地震があつて、其震撼地帶遠く西南のホンダ及びボゴタ高原に廣がり、四月三十日にセント・ブキンセント島火山の大噴火が起つた事實を指すものである。)

而してフムボルトは此の第三種に屬する地震をカール、ナウマンが火山地震と區別して深發地震 Pitonic earthquake と呼んだのを採用せずして、火山性 Volcanicity と云ふ語を廣義に用ゐればよいと考へたのは前に述べた通りである。

四、ダーキン

ライエルはスクロープの火山研究を祖述して、フムボルト及びブッフの隆起火口説を打破することに力を惜まなんだ英國の大地質家で、之と兄弟の如き關係を有するのはダーキンである。然れども此の兩大家の地震の原因に對する意見を詮するに、矢張りフムボルト一派と大同小異であつたのは時代の思潮であつたと想はれる。

ダーキンの地震説はフムボルトと同じく南米を旅行して火山地方に起る地震現象を観察した結果で、其の一八三八年倫敦地質學會で發表した所によれば、南米アンデス山麓の海岸に起つた地震と火山活動との間に看過す可らざる關係ありとし、フムボルトと殆ど同様の意見を有してゐた。ダーキンはフムボルト及びライエルの後に出で、地質學に關して其の影響を受けたことは一八三一年末に出發する時バツ克蘭ドからライエルの地質學原理の第一巻を贈られたのと、自身の旅行記にフムボルトの南米旅行記を携帶して居たのとで察せられ、従つて其の地震の原因に關する意見が兩大家と趣を一つにしたのを怪むに足らぬ。

ダーキンの地震を體驗したのは一八三五年二月二十日南米智利の大地震で、コンセプション島其他智利海岸地方の隆起を伴ふたものであつた。其の地震に關する意見は「南米に於ける或る火山現象の聯絡に就いて及び大陸の扛起せらるゝと同じ力の結果として山脈及び火山の成生に就いて」と題する論文である。

其の第一章は此の地震の觀察であつて、コンセプシヨンの西北三百六十地學里。(六七〇軒)に在る孤島デョアン、フェルナンデス島は激震を感ずること其の對岸の智利沿岸よりも強く、島の近傍に海底火山の噴火が地震と同時に起つたらしく、チロエ島の對岸の内地に聳えたオンルノ火山は地震の衝擊と同時に黒烟を噴き火口の南々東の側に新に一大火口を生じ其後火光絶えず認められたといひ、アコンカグア、コセギナ兩火山も此の地震と同時に活動し、又他の火山も一時に著しく活動したらしいといふ。

第二章に大陸を扛起する力と火山の爆發を起す力との同一に就いて論じ、同じ瞬間に遠く隔たつた處で地下の火山物質に運動の起るのを凍結した池の水が跳ね上げられるのに比較し、地殼の厚さを二十哩(三十二軒)以下と考へ、廣い地域に互り火山帶に沿ひ地下の火山物質(即ち今我々の謂ふ岩漿)が働くものとし、永い間に此の地震に起つた如き地盤の隆起を反覆し、若くは徐々に隆起して、コルデエラスの高地帶を築いたものと考へた。

第三章は大面積に働く強大な火山作用の週期を論じ、前に擧げたフムボルトの一七九六年より一八二二年に互る地震と火山活動の表に次ぎ、自から觀察した大地震前後一八三四、五年の強震及び大地震と火山噴火の表を掲げて第一章の論旨を證し、其結論として地下の活動力が南米大陸の大部分の地下に互り活動を示すのは、孤立せる火山の場合と同じく間歇性を有し睡眠期の後に再び力を

恢復して廣い地域に互に爆發するものと信ずといふ。

第四章では南米沿岸地震の性質を論じ、其の正確な起原を知ることが困難であるが、液化した岩石(岩漿)の地層間に注入するので起ると斷定すといふ。ダーキンはミッチェルの引用したウロアの經驗を再引用して、南米ではカルグアゴア砂漠に新に火山の噴出した時の例の如く、新らしい火山の爆發が大地震を起すもので、周邊の都邑を全潰せしめるに至るのは爭ふ可らざる事實であるとし、地震は二回目以後の噴火即ち火口の出來た後には比較的に弱小となるといふ。然れどもダーキンは新火口の出來る時に大地震を伴ふことの逆論即ちブアルパライツ、コンセプシオン、リマ、カラカス等の大地震の起つた時に必ず近傍に噴火があつたことを考ふことは出來ぬものと認め、唯此等の地震が火山噴火と類似の現象たるを考へ得といふのである。

今考ふるにダーキンの擧げた新らしい火口の出來る時に強い地震を伴ふといふ事實は七九年にブエノスアイレス火山の爆發する十六年前に起つた激震に於て認められ、又た寛政の溫泉嶽大正三年の櫻島の噴火の如き永い休憩後の活動の場合にも認められる所で、要する岩漿の大きな變動には必ず大きな地震を伴ふのを事實と看做し得る。

ダーキンは又た震動の性質を考へ、地表から餘り深からざる處で地層の拆裂で起るものとし、其の震域の細長い面積を成し、海岸に沿ひ延長し、横には急激に強さを減じ、屢地盤の隆起を伴ふ等の

事實を認め、是から左の結論を下して居る。

(一) 第一次震動は地層の激烈な破裂で起され、此の破裂は一般に近傍の海底で起ること。

(二) 此の震動に次ぎ數多の小さな裂罅を生じ、殆ど表面に達するが、稀に海底の噴火の場合に見る外には表面まで達せぬこと。

(三) 此の如く裂けた地域は之に接する沿岸山嶽に並走して延長すること。

(四) 陸地の全體としての隆起を伴ふ時には更に何物か他の變動の原因が之に加はること。

(五) 地震又は地震で示現する作用は普通の火山噴火と同じく、地下の活動力を除き、之を緩和すること。

といふので、此の第四の何物かは即ち地層の破裂した處に岩漿が注入することを意味するので、一八三五年コンセプション大地震は此の如くして起り、一つの隆起線の成立に於ける一步を成す手續と考へてゐる。

ダーキンはホプキンスの研究を引用して地壘の隆起作用の可能性を論じ、フムボルトが考へた如く深處にある震源から表面に震動を傳ふる中間の岩層を全く鈍重のものとするよりも、破裂のある處に於て各異つた強さの震動を起すと考ふべきものとした。而して此の如くして起る隆起は必しも發作的でなく、ライエルの考へた如く永い地質時代の間に繼續したものとして、コルデエラの山系

を成す箇々の山脈は各異つた時代に生じて、互に高さを異にするものとしてゐる。

第五章で地震の種類の色々あることを論じ、カラブリア、リスボンの如く噴火を伴はぬものあるを認めて居るが、ブサンゴの火山地震に反對した意見よりもフムボルトが一八一二年カラカス地震と西印度火山の活動との聯絡してゐるとした説に左袒した。

五、ライエル

ライエルの意見は其歿年に出版した地質學原理(第十二版一八七五年)の第三十二、三兩章に地震及び火山の原因と題して論じて居る。其の前數章に於て地震及び火山現象を記載したので、此の兩營力が或る範圍まで共通の起原を有することは殆ど疑なき所であるとし、其の關係と類比の或る點を概括して兩者を共通の源から起つたとする結論に達する自然の徑路を明にしたのである。

ライエルの認めた事實を挙げれば、強烈な地震に震撼される地域は其の地域内に活火山全部を含む處であり、或は局部的或は廣い面積に亙る地震には時として火山の噴火に先づものがあり、地震と噴火とは不定の時間を隔て不同の強さで同一地點に幾度も繰り返し起り、兩者の活動は或は數時間で終り或は數年に亙り、何れの場合でも何時も發作的の激烈な活動の後には永い安靜時期が之に續き、溫泉鑛泉は地震と活火山の多い國に多く、又た活火山から遠く隔たつた地方の溫泉が地震の時

に溫度の激變と湧出量の増減を起すといふので、多くの點に於てフムボルト及びダーキンの意見に裏書してゐる。

然れどもライエルはホプキン等の研究を參考して薄い地殻が液體の内部物質を包むといふ考を拋棄して、地殻の一部分が液體狀態に在るとする假説を以て火山現象と兩立するものとし、火山の噴火作用に對する水蒸氣の營力、液化瓦斯の張力を論じ、地球外部の一般狀態は一たび熱せられて次第に冷却する物塊の狀態に在るべしとし、或る場處即ち全表面中の局限せられた狭い活火山の地域だけに表面に近い處に高溫が維持され、時々火山及び地震の活動を示すものと考へた。

ライエルはスクロップの火山論の序文を引いて、大陸内部に火山のないことは深處に在る物質が表面まで突破して噴出する能はずして、其の張力で大陸を隆起してゐる、マレットの語を借れば、火山を造らんとして功を奏せぬ處に大陸が在るといふ一般に承認された事實に起因するといひ、スクロップも地心全體の液體たる證據なしとし、熔融體のポケットか又は局部的海か湖以上のものが地殻に存在すると想像し得ずと考へたといつてゐる。

ライエルは陸地の永久的隆起と沈降との原因を考察するに當つて岩石の溫度及び粘土質地層の熱及び化學的變化による膨脹と收縮でスカンデナブキア一部の隆起とグリーンランドの沈降とを説明し得とし、地下物質の溶解による局部的沈降も可能と考へたる後に、陸地が如何にして均衡を維持

し得るやを論じ、火山及び地下の活動力の作用は之に反對の作用として働く水の浸蝕力を起すもので、是によつて地球表面に生ずる凹凸を調節して、地球の平均半徑を一樣に保つには沈降の量が隆起よりも大きからねばならぬと考へた。

ライエルの意見は火山及び地震の第一次原因は大體同一で、地球内部の色々な深さの處で熱と化學作用が起るのと關係したものとし、而して地震の觀察から考ふれば地殻の或る部分は可撓性を有し、其は廣大な熔融體の地表下に存在するを意味するが、内部の全體が液體である譯ではなくて極く僅かの部分に過ぎぬものであるといふのに歸結する。

ライエルの意見でフムボルトより數歩を進めた所は今最後に擧げた地球内部に關する新しい研究を參考して地震及び火山の兩現象の起る深さを考へんとしたことゝ、水の浸蝕作用と地熱に起因する隆起と沈降の作用との間に調攝が行はれてゐるといふので、是が最も著しい點である。

此の他にライエルの創見として注意すべきは花崗岩の如き深成岩類が必しも古い地質時代に限られた火成岩でなくして、現在の火山岩噴出地域の下底にも存在し得るものと考へたことである。

之を要するにライエルもダーキンも共に當時行はれたブッフの隆起火口説やエリ・ド・ボーモン
の山脈突然の隆起に反對したが、火山作用と山脈の成生との原因を同一と看做し、山脈は火成岩の噴出と同じく下方より上方に働く隆起作用で出来たと考へる點に於て當時流行の學說に一致して居

た。従つて地震の原因を火成岩の噴出作用と關聯するものとしたのも敢て怪むに足らぬ。

六、ハイム、ジウスの前驅フナルゲル

第十九世紀前半に於てフムボルト、ダーキンの地震火山同因説に反對した嚆矢は佛人ブサンゴールで、リオバンバ、カラカス、ホンダ、メリダ等の諸都邑を破壊した大地震は震域非常に廣大で、火山現象と何等の直接關係なくして、其の分布が山脈の走向と並走するを認め、全山嶽の陷落又は沈降に起因すべきを主張した。英國でもネッカーは一六九二年のチャマイカ地震、一七八三年のカラブリア、一八一二年のミシシッピー河谷、一八一九年のカッチ、一八二九年のムルシア等の大地震を地下空洞の陷落に起因するものと考へた。

然れども陷落地震主張者中の巨擘は瑞西のオットー・フナルゲルで第十九世紀後半の首に瑞西に於ける地震現象研究と題する著書（一八五七・八年ゴータ出版）を公にした、ヘルネスの地震學（一八九三年）によれば此の書は詳細な地震年表を調製し、各地震に就き週期、位置、震域等を考察しワリスの地質を論じ、ワリスに於ける地震を記載したもので、當時流行の火山及び深發説を批評して、地震を火山に結付けて考へるのを彗星と戦争とを結付けるが如きものとし、同時に彗星の出現と戦争の突發とがあつても、兩現象の因果關係ある直接の證據でないとしたといふ。フナルゲル

の意見は火山地震の存在を認めつゝ、其の他の原因をも主張したのであつたが、空洞陷落説を餘り廣く行はるゝ現象としたのが其の誤謬であつたと見える。

フナルゲルの陷落説はアルプスの如く石灰岩石膏岩の如き水に溶解する岩層の發達した地域に於て地下循環水の爲めに空洞を生じ、局部的地震が其陷落によつて起る場合に限らるべきであるが、伊國のマレンツィの如く地下の物質の冷却によつて收縮する爲めにも空洞を生じ陷落を起して地震を生じ得ると考へる學者も出た。

此の學說の出た後に陷落地震説で説明された地震はアルプス地方以外にもあつて、一八六九、七一年に互つたダルムスタット近傍のグロースグラウ地震の場合にはラゾーの陷落説成立の可能性を認むるもので、アルサスから東に廣がつた二疊紀の石膏及び岩鹽層の分布から推して必しも其の假定説を否定すべきでない。然れども此の地方はライン陷沒地の一部であるから、ヘルネスの考へた如く之を構造地震中の沈降地震と看做すのが正當らしく、フナルゲルのワリス地方で山崩れを起した如き強震をも陷落地震と看做すに至ては決して妥當を得たものでない。

七、ジウスとハイム

は殆ど同時に埃國と瑞西に出てアルプス山系の構造を研究して褶曲山嶽の成生に關する機制を明

にした兩泰斗である。兩大家の立脚點はフムボルト、ライエル等の地心から上方に働く抵抗力で山脈が出来るものと考へたのと正反對であつて、地球を以て徐々に熱を失ひ冷却すると共に收縮するものとして、其結果として地表を包む地殻は内部の體積に對して過大となり、沈降作用が起らねばならぬから、其の地心に向つて働く重力が地殻の或る局部に於て水平の分力を生じ、地殻の褶曲を起すと考へたのである。此の見解に従へばライン河中流のブローデュと黒森間の溪谷の如きは重力に従つた陷没によつて生じた地溝で、兩側の山塊は残つた地壘と考へられる。佛國中央高原も之と同じ性質のもので、此等の古い地壘の南及び東の中生代を通じて海であつた部分の地殻が第三紀に入つてから南から働く水平の壓力即ち側壓によつて壓蹙せられて褶曲し、珠羅及びアルプスの波濤の如き山嶽が彎屈した走向の皺となつて隆起したと説明するのである。

水成岩の化石によつて層序の明白なもの、層位を觀察すれば、簡單な構造の褶曲よりも褶曲軸面の前方に傾いたものが寧ろ普通に見る所で、幾つも並走した褶曲層では其中間に縱斷層が出来て、後のものが之に沿ふて迂り上つて沓複構造 (Imbrication (Wechsel)) を生じ、又た走向と直角な横斷層が出来て之に沿ふて褶曲系の全體が水平に喰ひ違つて水平移動 (Horizontal shift (Blatt)) を生じてゐるのである。

ジウス、ハイム等の褶曲山嶽構造の研究が出た後に第二十世紀の首に至つて嘗て北米地質學者の

考へた地向斜に關して佛國オー・Hessの新しい研究があつて、アルプス其他の大山脈となつた厚い水成岩の堆積層は既存陸地に接した海中に於て堆積作用と並行して海底地盤の沈降作用が行はれて出來たと考へねばならぬことになつた。換言すれば山嶽の崛起する前に其の建築材料が徐々に集められる處が地向斜で、此の凹地帯の存在が必要條件と考へられる。

地震の原因を考ふるに當つてジウスやハイムの見解は側壓と沈降又は陥没の兩作用を以て主要因子として其他の因子を認めぬ。特にハイムは地震現象を以て褶曲作用に伴ふものとし、瑞西に起る地震の大多數を造山作用の發現と看做し、此の如き無數の震動なくしては最も緩慢に起る褶曲作用の進行を考へ難いといつた。

ハ、ジウス of 地震成因説

ジウスの地震研究は一八七三年の下奥州地方地震が第一で、東アルプスの東端の多惱河に横斷されて維也納附近の低地に終る處に時々小地震が起り、此の年一月三日の強震の時には維也納の西三十軒の山中に在るノイレングバッハを中心として北北西、南南東の直線上に著しく感じ、北は多惱河を越えてカンブ河谷に浴びメッセルン附近に達し、南はキーネル・ノイスタットの西北に達する百軒以上の延長を有し、又た山地から多惱河平地に出る處で東西にも強く感じた場處があつた。ジウ

スは此の線をカンブ線と呼んだ。此の他に維也納から山地の東邊緣に沿うてブルン・バーデン等の溫泉湧出地を連結した線上にも屢地震の起つた歴史があつて、之を溫泉線と呼び、又たキーネル・ノイスタットから西南西に引いてセムメリング嶺を越えてムール河の支谷ミウルツ河谷に沿ひ遠くレオーベンの西南に走る直線上にも屢地震が起つたので、之をミウルツ線と呼んだ。此の三線はジウスの震動線又は地震線と呼ぶもので、其の何れかに起る地震は此の線上で他の處よりも強く感ずるのである。就中カンブ線上のレンジバッハは一五九〇年九月十五日破壊的地震の震源地で、此の地方最強の記録を遺し、北方遠くエルベ河畔のライトメリッツまで感じたといふ。此の線の著しい性質は東アルプスの内に起つた地震が古いボヘミア地塊を横つて其の北部まで達すること、一八七五年アルプス成生論(第八三頁)に於てジウスは此の線は或はアルプスとアルプス外の山嶽間の差異の成立たぬ深い地下に起原を有するかも知れぬといつた。

ジウスは東アルプスに起る地震を以て褶曲山嶽の成生と同一の側壓力で起るものと看做したが、此の水平に働く力によるものに對し、第二の垂直運動により起る地震をも考へた。下奥州の地震研究に次いで其の翌年南伊太利の地震を論じたのが其の意見を示すもので、此の地方は地勢上に明らかに認められる如く、半島の南端からシシリ島の北岸に至るテレニア海の海岸線が皿狀の陷没の邊緣を成し、略ぼエオリア諸島を中心とする圓弧で示され、半島南端カラブリア地方及びシシリ島北

部に亘り屢起る地震は、陷沒地域の邊緣地震と呼ぶべきものであるとし、又た中心の火山島の方角から震動が来る事實から放射狀の裂罅もあると考へて、ジウスは地震も火山活動も共にチレニア海の陷沒に因るものと説明したのである。ジウスの地震の原因に對する意見は此の如く地殼の收縮による褶曲作用と沈降作用とで一切を説明するに十分と考へたのであるから、前に述べたダーキンのコンセプション地震の報告とは勢兩立し難い點があることは明かである。特に地震に伴ふ地盤の隆起といふことは沈降作用とは相容れぬ事實である。故にジウスの「地球相貌論」の第一卷に於て地殼の運動を論ずるに當つて、第二章に特に南米地震を詳細に記述しダーキン以外の報告を引用して海岸隆起の事實を否定せんと試みてゐる。左に其の結論をジウスの語のまゝに示す。

南米洲西部の突發的隆起があつた如く屢肯定するが、自分の意見では左の如く之を判斷する。

(一) カヤオでは原人遺跡から間違つた意見を生じたので、サン・ロレンゾ島の陸側に沙洲が堆積したり洗ひ取られたりしたに外ならぬ。

(二) 一八二二年ブアルバラインの場合ではカミング如き専門的觀察者が汀線の變化を斷じて否定してゐる。

(三) 一八三五年コンセプション地震の時には太平洋の海水全體の運動が激甚で、直ぐ震動の後海岸二三尺乾き、其まゝで續かなんだが數週間の後に至つて初めて海の均衡を恢復した。

(四) 一八三七年ブルヂブキアに關しては何等の正確な報告がない。

(五) 其後多數の南米洲西部の地震に當り何等陸地の隆起が注意されたことがない。

ジウスは又たブサンゴーを引用して地震が火山噴火の何等の關係なく、コルデエラ内部に眞の沈降作用が起つたのに原因するとし、フックスの研究によれば數千回の地震に一つも隆起の場合が報告されて居らぬといつた。

然れどもライエルの記載した一八四八年ニュージールランド地震に當り、クック海峡の南岸に山嶽に並走する南南西の裂罅が生じ、一八五五年一月二十三日の地震に、其の北岸エリントンの東南一九軒にも北北東のもの生じ、南の方は五尺陥没し、北の方は九尺隆起した事實だけは第二卷第一章に於てジウスも之を認め、之を斷層に浴うた地盤の喰違ひとして一般の陸地隆起とは看做さなんだジウスはライエル、ダーキンの主張した海水準面を不變とし陸地の地盤に沈降及び隆起が起るとの意見に全く反對し、永期的隆起と沈降を海水準面全體の變化と解し、之を水圏の一般的昇降運動 Eustatic movements として、隆起と沈降なる語に代ふるに汀線の陰性(負)及び陽性(正)移動といふ語を以てした。

九、ジウス、ヘルネスの地震種類の區別

ジウス門下のルードルフ・ヘルネスは維也納派地震學者の魁楚で、一八七九年以來アルプス地方の地震を研究した後、地震學（一八九三年ライプチヒ版）に於てジウスの地震現象に對する意見を祖述した。今日一般に行はるゝ原因による地震の三種の區別はヘルネスの唱へたもので、地殻の褶曲及び沈降に起因するものを一八七九年には構造地震と呼び、地震學には同じく維也納地質學者ツィラの斷層地震 Dislocation Earthquake といふ名稱を同意義として使用した。

ヘルネスは第一に火山地震として噴火に伴ふ局部的地震を擧げ、七九年ブエシュブキアス火山の爆發的噴火の前十六年の地震の如く、久しく活動の止みたる火山の發作に先づ激烈なるものを噴火の豫備的活動として之を記し、一五三八年ネーブルス灣の西北に新火山モンテ・スオブラの噴出に先づた地震も亦た此の如きものとした。此の地區には一四八八（又は一四五八）年既に死傷者を出す激震が起り、第十六世紀に入りて屢震動し、一五三七、三八兩年には頻繁と激烈とを増し、此の年九月二十七、八日に至り間斷なき震動を起し、海水は二百歩ばかり退き、淡水が地から湧き出し、バルパロ山のアブエルノ湖に向つた麓の土地に火山を生じたといふ。此の他イスキア島に屢起つた地震も二三を除いては火山地震と看做した。

ヘルネスは此等の火山活動の記録あるものに起つた地震以外にも火山地震と認むべきものありとして、羅馬の東南のモンチ・アルバニ及びネーブルスの東六十軒のブルツォレ兩熄火山の常習的地

震地區に起る地震を擧げた。又た更に進んで一八八二年五月二十一日のライン平地カイゼスツールの第三紀玄武岩噴出地の周圍九軒の小區域に起つた數回の弱震を論じて、火山活動の全く熄滅した場合でも多分火山地震と看做せるかも知れぬと考へた。

陷落地震 Depression Earthquake (Einsinkbeben) はフタルゲルの認めた所に從ひリューネベルグ荒地スタスアルトの場合の如きものを之に屬するとし、又たアドリア海東岸ラグサの西北のメレダ島の弱震を伴ふ地鳴りの場合もブライスラクの陷落地震と看做したのに賛成した。是はカルスト地方に在つて石灰岩の地盤の處であるから、其の地下空洞の陷落は可能であるからである。

大多數を占むる地震は此等兩者と原因を異にした斷層又は構造地震に屬し、山嶽の褶曲作用の發動に伴ふものであるとして、ジウスはカンブ線・ヘルネスは南アルプスの大小數多の震動線に沿ふた地震を以て山嶽の走向を横斷する横震と看做し、斷層の水平に動面に沿うて起つたもの即ちジウスの所謂水平に動地震 Blatbeben と考へた。而して南アルプスでは此等の横斷震動線はカルスト石灰岩帶に沿うて東西から南東に彎屈して縱走する地震帶を横るものとし、アドリア海の北東ダルマチア海岸には並走する數多の斷層があつてダルマチア臺地が沈降した爲めアドリア海を生じ、特に北部は中新世の海成層を有せぬ所から頗る新らしい時代に出來たと考へた。

之に反して一八二八年二月二十三日の白耳義地震は夾炭層の走向と全く一致し、ラゾーは此の炭

層に在る大に上斷層正午斷層 *Faule du midi* から起つたとしたのはジウスも之に同意し、前方に動地震 *Wechsel-oder Vorschubeben* を呼ぶべきものと考へた。

一〇、ジウスの地震研究の功績

以上述べたジウス等の地震研究は第十九世紀後半を代表する地質構造に關する學說の一部を成し、フムボルト、ライエル、ダーキン等の火山活動と同一原因と考へた往々外觀上の一致に過ぎぬ如き現象に就き推斷した誤謬を摘發して、其の創設した地殼の收縮に起因する沈降と褶曲の兩作用を營力とする新說を主張したのである。

其の第一の成功は地質構造線と震動傳播との密接の關係を看取して地震現象を造山作用の發現に伴ふものとし、アルプスの如き新しい褶曲山嶽地方には、其の外帶にも内帶にも造山作用が今尚ほ引續いて發動しつゝあるを高調したことである。此の見解は恰もライエルの現在行はるゝ營力と同じ性質のものが永い時間繼續して地質時代に起つたので大きな變動や今から見えろとした考へ方と同一で、之より一步を進めて山嶽成生の作用にも同様に行はれつゝあるとしたのである。即ちライエル等の漸變說 *Uniformitarianism* を徹底した譯である。

ジウスが南伊太利の如き火山地方に就き、或は噴火作用に伴ひ、或は之と獨立して起る地震の性

質を論じ、之を褶曲山嶽の内側に生じた沈降地域の周邊の弧狀の裂罅と放射狀の裂罅とに沿ひ起る沈降地震と看做したのも亦た地殼收縮説に基いた説明であつた。

ジュスの「地球相貌論」に公にした學説を一言で評すれば、フムボルトやライエルの試みた時よりも一層豊富となり、又た従つて之を綜合概括するに始末に困る程に雜多な觀察の資料を、恰も良工の自ら一定の方針の下に蒐集した材料を以て組み立てる如くに、盡く自家の藥籠中の物として巧妙に適處に利用して、廣大なる地球表面全部に渉る各種の地質現象を目睹する如くに表現した驚くべき手際である。其の四卷の大冊は單に分量に於てコスモスや「地質學原理」に幾倍するのみならずして、其の出來上つた作品は曠古の大藝術的價值を有して居る。其の全體に流通するモチブは眞に何とも具象的に言ひ現はす辭を知らぬ。乾燥無味にならんとする走向や傾斜を列擧する間に處々に絢爛の句法で風景を描き、氣象萬變する造化の妙工以上の變化を挿み來り、讀者をして宇宙の奇觀を驚歎せしめねば已まぬのである。其の未だ明確な論斷を許さぬ處になれば、往々にして極めて神秘的なる語句で之をボカして、遠い地平線上に椰子樹の影かミラーヂユか分らぬ杳冥の幻影を望見せしめて幕を引く興趣を添へて居る。

ジュスの大成した「地球相貌論」の輪廓は一八七五年公にしたアルプス成因論といふ十二折百六十頁の小冊子に先づスケッチされた。歿後出版の追想録に其の經營の苦心を語るを聞けば、種々難多

の外國語で公にされた幾千の觀察を蒐集し、通觀し、排列することは範圍を一覽するすら殆ど出來ぬ問題であつて、齡已に四十四歳となつてゐたから事實を排列しても之を比較し之を組成するに至るまで生きながらへ得ねば貴重な歲月の徒費に了るかも知れなんだ、之を思へば勇氣が出なんだが、兎も角自家の研究の方針をこゝに定めて、方々と手紙の往復をして此の研究を續けることにしたといふのである。

又た同書の後語に人間の理解力は堅固な體驗の不拔の基礎の上に幾世紀を経て科學を築き上げる、其の上方限界を成すものは情懷で、此處は詩詞と宗教の住む處であるが此の上方限界は模糊たるもので、其の下に於ても科學的綜合の最高の作品には智識が與かるのみでなくて、智識を結合する包括的な想像が與かつてゐる、故に上方限界なるものは上へ上へと移つて行くもので、其時時の狀況に應じて詩詞は其上に飄搖して其時時の宇宙の認知を超越した形象を示現するといつた。我々の「地球相貌論」を讀むに當つて起した感興は著者の此の如く自から語つたので更に判然と知れて來る。

ジウス自身の筆を執る氣分が此の如きもので、楚辭の天問篇やダンテの天上喜劇の創作に比すべきであるから、其の作品は人目を眩惑驚駭して唯だ歎賞の外なからしむる高閣大樓の如き一大輪奐を成して居る譯である。其の一櫬一甍の彫刻陶冶の得失當否は殆んど問題にならぬ。故に其の一部

たる地震に關する意見に對して批評を試むるのは我々凡庸の識見を以てしては、或は盲人が鼎の耳か足を摸索摩挲するが如きものかも知れぬ。然れどもジウスの目眩し體驗した場處と考察思索した時代から離れて行きつゝある立脚地に立つ我々には美しい幻影が失せて新らしい地平が眸裡に入り来るから、たゞ賞玩にのみ耽ることを許さぬ。其幻影に迷はずして其の實體を正視せねばならぬ。我々は法隆寺の伽藍から出て鐵筋煉瓦の厦屋に入らねば我々の安住の處を得られぬと思ふ。

一、ジウス學說の缺陷 (一、地盤の隆起否認の誤謬)

フムボルトでもライエルでもダーキンでも各其の時代に於て最も進歩した先覺者であつて尙ほ且つ其意見には次の時代から觀て誤謬と缺陷とを指摘さるゝを免れなんだ如く、ジウスの所論にも今日根本的誤謬として排斥せねばならぬものがあつて少しも怪むに足らぬ所であらう。

一九〇一年一月維也納大學で「地球相貌論」の第二卷に論じた汀線移動に關する意見を論ずる地質學の講筵に陪して古ばけたフロックコートを着た古稀の老教授が諄々として海面の變化し得ること
を説き去り説き來るを傾聴した時に其の態度に敬虔の意を表せざる得ぬ感があつた。然れども當時でも我々は更に沈思一番の後矢張りライエルの主張した地盤に昇降運動ありとする説の方が遙かに合理的であると思つた。其後スカンデナブキアの氷河期以後の等底線 Isobases (隆起した舊汀線を

辿つて描いた等距線を觀て彌倍々地盤其ものゝ變遷とするの妥當なるを悟つた。ジウスの一般的海水準面の運動といふものは、寧馨兒フランツ・エツワルド・ジウスが此頃ノイマイアの地史學を改訂するに當つて、デーリー説を引いてダーキン、デーナの造陸運動で環礁の地盤沈降を説明したのが打破されて、乃翁の意見が確定した如く力説するも、カイゼルの如きは最早ジウスの正負汀線移動といふ語を捨て、古い隆起と沈降といふ語を用ゐることを宣言して居る。

ジウスがダーキンの南米洲西岸の隆起を否認した後に一八九九年のアラスカ大地震に伴ふヤクタット灣海岸の隆起及び今回關東大地震に伴ふ相模灣海岸及び初島の隆起の如き疑を容るゝ餘地なき事實が續發して居る。此等の現象は勿論或は沈降が後に起つて或る程度までは再び高さを減するものかも知れぬが、ホッブスの意見の如く幾段も海岸段級の存在する場合を考ふれば隆起汀渚の或るものが此の如き突然の運動によつて生ずることは十分信ぜられる。

我々にして地盤昇降の事實から推して造陸運動の實在を認めるならば、ジウスの如く地殼收縮に基く一般的現象として褶曲と沈降のみで地殼の變動を説明せんとする學說の墨守し難きは明かである。何となれば地盤に沈降なる求心的運動ある外に隆起といふ遠心的運動が起るからである。

然らば此の如き運動を起す原因は何であるか。地殼固結作用の始まる時に起つた比重の異つた岩層の厚さが一樣に全表面に分布せなんだ爲めに、比重の大きな薄い岩層が凹んで海水を湛へて海洋

地域となり、比重の小さな厚い岩層が凸起して陸地となつて、表面に凹凸を生ずる原因となつたと考へられる。而して其の凸起して氣圈に接觸して浸蝕作用に曝露し始めると共に陸面は常に高さを減じ、其の下層を占めて可塑性を有する深處で壓力が周邊及び下面と上面とに差異を生じ、此處に均衡調節の作用が起るから、高さの減するだけ隆起することになる譯である。現今地球物理學者は均衡調節を地表から約六十糎又又は九十六糎の處に於て完全に成立するものと考へワシントン氏の岩石の密度から計算した所も略ぼ之に近いものになつてゐて、六十糎よりも稍淺い處に等地壓深度 Iso piestic depth があるといふ結果を得た。故に三四十糎以下の處で陸面の隆起に伴ふ海底地殻の下層物質の移動が起ると考へられる。均衡調節が絶えず地殻の下層に行はれるものと考へて、其の發現の跡を地表に求むるに、大陸邊緣の海底に於ける地向斜 Geosynclinals の成生は其の最も顯著なものである。此の如き凹處の成因はデーナの如く二つの剛固の大陸地塊の間の海底が兩側から萬力の腮の如く働く側壓力で撓んで凹曲して行くので起るとする在來の考へ方も必しも不可能ではあるまいが、我々は海底に厚層の堆積が生ずる時に其荷重の加はるに従つて均衡の調節が起つて地盤の沈降を來すと考へる方が、之に接近した陸地が間斷なく之に伴つて隆起して浸蝕作用と堆積作用を繼續せしむる實際の事實に對して遙かに自然の説明であると思ふのである。

此の如き物質の移動が地殻下層に起るといふ假定説を認めるならば、褶曲作用も亦た必しも地殻

收縮の直接結果とのみ考へずとも説明され得る。ハイムの近著「瑞士地質編」第二卷瑞士アルプス篇一九二一年ライプチヒ版を讀むに、重力測定の結果から算出した質量缺陷の總量が褶曲構造に認むる所と頗る好く符合すといひ、褶曲の吃水と質量缺陷は密度のより大きな下層帯への沈没を我々に證明するものとしてゐる。ハイム自身は尙ほ地殼收縮を褶曲作用の原因と認むる舊套を脱せずして、地殼變動に對する均衡調節の結果を從屬視するに過ぎぬが、アルプスの翻覆構造の尙ほ明快な解釋法なきを自白してゐる。我々の見る所では地向斜に於ける沈降は其下底に堆積した岩層の溫度の上昇を伴ひ、デーリーの考へた如き火成岩の注入と同時に地層の膨脹が起る筈であるから、褶曲が其結果として生ずることになる。又た下層の可塑性の完全な物質の移動が其上層の半可塑性の部分の移動を誘ふべきであるから、其運動も亦た恰も側面かく働く壓力と同じ結果を生ずるべきで水成岩層の深く陷入して高溫となつた部分は此の運動が飴動 Flowage となると考へ得る。此の如く考へる方がアルプスの南側の土著翻覆層 Autochthone Decke の如きものが其の起原地から噴出岩塊と共に北に向ひ大陸側へ移動した複雑な運動を單なる側壓力の作用とするよりも遙かに容易に理解され、此の如き背斜褶曲の心核に噴出岩塊の存在する事實を水成岩層と共に岩漿帯の物質が移動した證據と考へられる。

カルバシア山脈に於ては此の如き岩塊を缺く代りに内側に火山噴出を見るのは上層の移動した部

分へ下層の岩漿が上昇したものと解される。又た之を東亞邊緣の場合に適用すれば。褶曲と火山噴出と相伴ふのはテティス海の東の續きでは歐弗兩大陸塊間の地中海の地向斜の如く厚い堆積層の發達を見ずして、水成岩層がアルプス、カルバシア等の如く地殻下層に深く沈んで居らぬ爲めに、可塑性を缺いて著しい翻覆構造を成すに至らぬと同時に、岩漿帯に近い火成岩の變動がより著しくてホルンの所謂大褶曲構造 *Grosstalten* を生じ火山活動の旺盛を來したものと解される。

此の如く褶曲作用が厚い堆積物を載せた地向斜の下底で起る時には、其の厚層が更に翻覆褶曲によつて厚さを増すのであるから、次第に隆起して海面上に現はれ、浸蝕作用が行はれてもアルプスの如き新しい褶曲帯は今尚ほ均衡調節が完全に行はれぬ所の不安定な地帯を成してゐると考へられる。故に此の如き場處には或は比較的に震源の浅い所謂構造地震なるものも起ると考へて差支はない。

地質時代に起つた海侵作用 *Transgression* の進行と併せて考ふれば、地向斜が地殻の局限せられた地帯に出来るもので、均衡調節を兩運動の共通原因と看做するのが妥當である。造山運動を之と切り離して地球の冷却に伴ふ地殻收縮の直接結果と考ふるよりも地球の冷却によつて均衡調節を起し此の作用の發動が造陸運動と造山運動として今我々の區別する運動となつて地表に發現すると考ふるのが妥當である。地質時代を通じて兩運動發現の過程を觀ればスチルンの西北獨逸に於て認め

如く造陸造山兩運動が交互して發動したのは明かである。ガルバートが初めて造陸運動といふ語を提案した時に兩者は同一の作用に起因するかも知れぬが、少くも兩者の性質不明である間は互に別つて考察するのが適當ならんといった遠慮は今日では不必要であると思ふ。

以上述べた所によつてジウスの地震研究を批評的に考察するに、其の造山作用に起因する第一の好例とした下奥州の地震なるものはカンブ線といふ遠くアルプス褶曲帯を越えてボヘミア地塊を横つて傳播するもので前に述べた如くジウス自身も一八七五年には此の線は或はアルプスとアルプス外との山嶽間の差異の成立たぬ深い地下に起原を有するかも知れぬといった。ブダペストの北シラインの一八五八年一月十五日の地震も南北に細長い震域を有し、リゼンゲビルゲ、ステテンを越えてプレスラウまで北に延びてゐることも同じくジウスは之を認めた。此等の場合は何れもテライス地向斜から其北方の古陸塊内まで續いたものであるから、是をアルプス造山作用の名残りの活動 *Posthumous activity* と考へるよりも、地向斜と古陸塊の全體を成す地殻下層に於て均衡調節の作用が時々發動するものとして説明する方が遙かに明快であらう。

アルプス外邊に於ける地盤の永期的變動に就きマックス・シュミットの精密な測量を試みた結果によれば上バワリアのミュンヘンと奥國境に於て水平及び垂直の運動あることを認めて國境に近きマルクトルに於て一九〇六年と其の十九年以前との水準を比較し、六六・四耗沈降したことを發

見し、又たミュンヘンの南のバワリア・アルプスの三角點には一八〇一年より一八五五年までに一四〇耗、一八五五年より一九〇五年までに一二〇耗だけ北へ移動したことを發見したといふ。此の事實は同じく地震として發現する急激の地盤變動の外に緩徐の變動が絶えず行はれて居ることを示すもので、造陸造山兩運動を互に無關係な現象と出來ぬ傍證と考へ得られる。

一一、ジウス學說の缺陷 (二、地震現象を地表淺處に起るとした誤謬)

ジウスのアルプス研究初期には前に述べた如く、尙ほ震源がアルプスと其外邊即ち所謂アルプス前地との構造上の差異よりも深い處に在り得べきを説いたが、其後更に淺い處に於て起る地層の褶曲作用に就き研究を進むるに従ひカンブ線に關して考へた所から次第に遠ざかつて、此の名句は一八八四年に出版した「地球相貌論」第一卷には見えない。其後一八九一年濃尾地震に於て小藤先生の觀察で有名となつ地震に伴ふ斷層の出現はジウス等の提出した構造又は斷層地震といふものゝ明瞭な證據として歡迎せられると共に、倍々構造地震が他の原因のものと比較す可らざる廣大な意義を有するものと看做されることになつた。

英國「デブキソン」の如きは地震の原因を斷層の生長とするの妥當なるを力説し、カラブリア、中

央亞細亞、智利、日本等に起る大地震は勿論あらゆる強さの地震を起す動力を是によつて説明し得

るといつてゐる。

然れどもジウス及び其の學說の繼承者の意見が果して何れの大地震の場合にも適用され得るかは、大に考慮を要する。濃尾地震に次いで有名となつた一九〇六年の桑港地震の場合を観るに、斷層其ものの大さは延長に於ても喰違ひの幅に於ても濃尾地震の場合よりも遙かに大きかつたが、其破壊作用は地圖の上に殆ど一線として示される狭長な地域に止つたのが著しい事實である。此の差異は何によつて生じたか、恐らくは震源が淺かつたとするのが最も容易い解釋と考へられたらしく、大森博士は八籽と推定し、リードは之を改めて二十籽より深からざるものとした。

之に比して遙かに幅の廣い地域に破壊作用を起した濃尾地震の震源の深さも大なるべきで鹽谷（應太郎）理學士の四十籽内外と推定したのが恐らくは正しかるべく、明治四十二年北近江地震に對して今村博士の八籽を越えぬとしたのは更に攻究を要するであらうと想はれる。

濃尾桑港兩地震の如く明瞭な斷層が地表に發現したものが震源が深くなかつたとすれば或は狹義の斷層地震として非火山性の原因で起つたと考へ得られるが、之に對してもロートブレッツの如く岩漿の注入によつて起つたと考へんとする論者すらある。

若し此二つの特例であらゆる大地震の原因を説明するに地表に現はれた坵裂と斷層を以て足るとするならば全く震源の深さを無視する僻論と謂はねばならぬ。何となれば若し震源が數十籽の下層

に在るとすれば、其の物理的狀態は少くも潜伏可塑性の狀態に在る筈で、此の如き深處には地表の斷層が其まゝ續いてゐる筈がない。地向斜の厚い堆積層も此の如き深處まで何時も達してゐることも甚だ疑はしい。故に斷層地震の概念を補外法で擴めて行くことは出來ぬ。水成岩層に起る地表現象と離れて之を考察せねばならぬ。

試にラルフの火山論(二二頁)に掲げた地殼下層に於ける物質狀態の變化を觀るに、一〇糎に於てフアン・ハイスの所謂 拆裂帶は終り、岩漿帶の上限は三〇乃至四〇糎の處に在る。此の拆裂帶即ち周邊の壓力に對し岩層が固體として裂罅を維持し得る範圍は今少し深處に達するとしても岩漿帶の限界の方は地溫増加率に多少の變化があつても又た壓力による變化があつても、岩漿中に含まるゝ汽體の存在によつて鎔融點が下るから、決して是より深くはなるまいと信ぜられる。』

大森博士の最近兩年間に公にした關東及び島原地震の震源の深さは從來推算せられた中最も信據すべきもので、淺間火山の地震が七糎であるに對し、關東平野のは二九乃至四〇糎の間に在り、島原のも三四糎と推定せられた。今回大地震の震源の深さの此等從來の地震との異同如何を徵すべき資料を手にしぬが、餘り逕庭のないものと想はれる。故に關東地方に起るが如きものは岩漿帶に近い處か、又は岩漿帶其ものに接する可塑性を有する物質に起つた變動と考へるべきである。

此の如く論じ來ればジウス及び其の學說の繼承者の今日尙ほ主張する斷層地震なるものは決して

地震の大部分を成すものではないことは明瞭である。ジウスの地震に關する最初の研究に當り認めたカンブ線の如きものは此の新らしい考察の仕方によつて面白い意義を生じ來り、三〇呎以上の深處に震源を有する關東の諸地震と同じく表面に近い坋裂帶の地質構造に無關係に傳播したと考へ得ることになる譯である。

我々地質學者はジウスの研究によつて地震を地質構造と關聯して考察する様に導かれたのであるから、此の點は何人も其の功績に感謝せねばならぬ。が地表に出現した變動を直に其の原因として地震の性質を區別し得ると考へることは出來ぬ。故にジウス一派の斷層地震と呼ぶものは地表に明瞭に斷層の出來る地震に適用して、其の根本原因と切り離れた意義を明にして使用すべきである。又た之に對して今回大地震の如きは地表に現はれた變動から名けるならば之を歪曲地震 *Warping Earthquake* と呼ぶべからぬのかと考へる。

ジウスの南伊太利の地震を研究して名けた沈降地震なるものを考ふるに、是れ又た前に述べた如くチレニア海の周邊の地貌と火山の位置から推定したもので、ホッブスの研究によれば其の地質構造と地震構造線との關係はジウスの意見と大なる差異あることは明かである。此の場合が若し大正十一年島原地震に就いて大森博士の推定した如き深い震源の地震の起つたものであるとすれば、所謂火山地震と斷層地震及び其の一種たる沈降地震とが同一の地域に起つたこととなる。火山活動を

伴はぬ南伊太利の大地震が若し三〇乃至四〇籽の深處に起り得るものとすれば、假令沈降又は陷沒の現象が地表に起り、之に反して同時に火山の活動を見なんだとしても、其根本原因は岩漿帶に近い處に伏在するのであるから、直に之を非火山性とし、是を構造地震の仲間に引張り込むことが出來ない。

之と同一の批評は南米洲の火山噴出帶及び其の近海に起る地震の場合にも適用される。

故に火山地方に於て大地震が起る時に、或は同時に火山が噴火し、或は然らざるものがあることは、深い震源を有するもので岩漿帶の變動が波及する範圍如何によつて生ずるものと考へ得る。之を火山作用と切り離し得るや否やは全く震源の深さ如何に繋るものとしてよいであらう。

之を要するに震源が地殻の下層の如何なる部分に在るかを無視し、地表に於て觀察し得る地質構造のみを過重視して研究を進めたのがジウスの地震に關する學說を通じて認められる缺陷であつた。其の繼承者も亦たヘルネス、デブキソン等の如く震源の深さを極めて小さいと推定してゐる。ジウスを驅つて此に陥れたのは褶曲と沈降の兩作用を地殻收縮説の直接結果と看倣す立脚點が然らしめたので、現世紀に入つて殆んど確定した事實と考へ得るまでに發達した地殻の均衡調節を地殻收縮によつて生ずる第一の結果の一として、地殻の變動を之と結び付けて考へたならば此の如き

缺陷から脱出し得たらうと想はれる。然るにジウスは「地球相貌論」第三卷第二篇に於て全體を結ぶ

に當つてヘツカーの海洋重力測定の結果を極めて軽く紹介した以上には論究せなんだのは、或は均衡調節作用を考へなんだ偏見ではなくて之を重要視すれば所論の全部に涉つた製作のモチーフを打破して收拾が出来なくなるを覺つた爲めであつたかと疑はれる。

一三、ジウスからフムボルトへ新轉向の必要

第十九世紀間の地震學說進歩の過程を通觀するに、兩米洲の火山活動と處を同くし、又屢時を同くして起る地震を體驗したフムボルト、ダーキンの主張した火山作用と同一原因とする學說は同世紀の後半に至つて、アルプスの褶曲作用研究に基いた造山作用を重視する學說によつて打破された。

然れども造山作用のみに偏重の意義を認めたジウスの學說は地震の震源の所在を考慮せるざもので、前者の主張した廣い意味の火山作用即ち地下深處に於ける岩漿の變位を原因と看做さんとしたのを打破する力のないことは明かである。地殻の下層に於て均衡調節が行はれつゝあるものと考へるならば、其の當然の結果として岩漿帶に變位が起るのであるから、其の運動が半可型性を有する上層に變動を起して、地下三〇乃至四〇呎に震源を有する地震の發動を見るべきは同じく殆ど疑を挿む餘地がない。此の如き地震はフルボルトの廣義の火山地震(第三種)即ちカール・ナウマンの深

發地震と呼ぶもので、我々は此の名稱を復活して地表の火山活動に直接關聯せぬものに使用すべきを主張せんとするものである。

従つて地震の種類を區別するには淺い震源の地震で直接地表に現はれた現象によつて明瞭なのは狹義の火山地震即ち淺間櫻島等の如く火山の噴火を伴ふもの、斷層地震即ち桑港、嘉義等の如く地表に著しい喰違ひを現はすもの、又はアルプスの局部に起る陷落地震等で、此等の名稱の使用は地震の表面現象としての性質を示すに便利である。

之に反して此の頃屢濫用される陷落地震とか裂罅地震といふのは多くは此の如き明瞭な地表の現象を伴はぬ所の性質の不明なもので、此等の多數は深發地震と看做すべきであらう。此の如きものの性質は志田博士が遠州地震及び淡路地震に就いて研究せられた如く、地殻内部に起つた變動の性質の明かとなつた上で拆裂地震とか沈降地震とかに細別すべきである。

以上述べた所では舊套の學說を概括批評したのみで、我々の最後に主張した深發地震に就いては未だ十分に其性質、機制、結果及び研究の方法を詳論し得ないから、篇を改めて之を論述して更に大方の教見を乞ひたい希望である。

一四、後　　語

本篇を草するに當つて眼前にジウス先生の音容が彷彿と現はれ來るを覺え、其の所説の當否を離れて其の眞摯の態度を想へば、其の創建の學説を批評するに躊躇せざるを得ぬ。然れども世に百年の人なきが如く、フムボルトの意見も七十年以上は流行せず、現在流行の學説が五十年を経た今日次第に彌縫の出來ぬ破綻を見るのを怪むに足らぬ。今我々がジウスを去つてフムボルトに就かんとするのは、エルネルからフムボルトに轉じた後、再び逆轉して其の火成論の全盛からジウス、ハイムの如き水成岩層研究者の全盛となつたと同じく、振子運動の第二週期の後半に入らんとするので學説の轉向は兩端の間を往來する時相を代表するものに過ぎない。我々はデーリーの如く敢て今日の事實は昨日の假定説であると喝破する勇氣を持たぬ。我々は昨日のも今日のも共に假定説として取扱ひ更に第三第四の週期に入つて、終に落ち著くべき處に達するまでの過程を辿らんとするものである。