

震 源

高 木 聖*

1. 序 説

地震観測の究極の目的は地震を人生に利用更生することであらう。そのためには現象を詳しく識る必要がある。よつて吾々は日夜營々として地震観測に従事してゐるわけである。幸にして、僅か数十年の観測にも拘らず、先輩各位の努力によつてその現象は概ね明らかになつた。しかしまだまだ不可解の點も多く、豫報など覺つかない状態であり、況やその利用更生など思ひも及ばない所である。これはやはりまだ現象が本當にはつかめてゐないからであつて、一般に物の現象をはつきりつかむためには、その原因をはつきりさせてをかなければならない。その原因が分れば、自然と現象もはつきりし、しかも未知の現象まで豫言する事が出来、利用更生など思ひのまゝであらう。従つて先づその原因を究明する事が急務となる。そこで本稿では、今迄に知られてゐる現象及び知識から演繹して地震の原因について論述したいと思つてゐるものである。

地震の原因については古來非常に多くの論説があつて種々雑多である。⁽¹⁾しかし分類の仕方によつては數種に分つことが出来るものであつて、こゝでは次の三種に分類する。即ち

第一種、超自然的なものの作意によるとするもの。

第二種、張合ひによる破壊より起るとするもの。

第三種、急激な衝撃によるとするもの。

である。第二種により破壊の起る時は、急激な衝撃を發するものであらうけれども、これは第三種と區別し、第三種の急激な衝撃と言ふのは例へば火藥の爆發の様なものを言ふのである。

各國の神話は總て第一種に屬するものであつて、日本の鯰、ペルシヤ拜火教の蛇、カムチャツカの犬、等はこれであり、その他は概ね神の仕業としてゐる。これ等のものの中には地震の间歇性をよく物語つて居るものがあるけれども、科學の進歩した現今に於ては考慮の外とすべきではなからうか。

第二種に屬するものは斷層地震である。この成因に對しては地殼に徐々に加はる壓力を假定し、普斷は地殼の彈性により持ちこたへてゐるのであるが、それが彈性限界に達すると遂に破壊して斷層が出来、地震を發生せしめると説明するものである。かう言ふ思想は歴史的に見てさう古くからあつたものではなく、地質學の進歩と共に出来上つたものに相異はないけれども、奥國の地質學者

* 中央氣象臺

(1) 例へば石本巳四雄著、地震とその研究を参照

ジウス⁽²⁾ (Edward Suess 1831—1900) に始まると言つてもよいかと思はれる。その後レイド⁽³⁾ (Harry Fielding Reil) により弾性反撥説が提出された。吾國では大森博士等⁽⁴⁾により實證され、松澤博士⁽⁵⁾本多⁽⁶⁾(弘吉)博士等により理論的、定量的に研究されたものである。その他藤原博士⁽⁷⁾により地渦論が提唱せられた。現今これ等の説はあまねく流布し、地震學者、地質學者の中にはこれに左袒するものが極めて多い。しかし、もしこの説が正しいとするならば、年々上昇の傾向にあるスカンヂナビア半島附近には地震が頻發してもよいやうに考へられるが、事實は皆無と言つてもよい程地震の少ない所であるのは如何したことであらうか。

第三種に屬するものは陥没地震、火山性地震である。これは地下の一局部に何等か急激な衝撃を假想するものであつて、かう言ふ思想は歴史的に見て非常に古くからあつた。しかも非常に澤山の學者達によつて支持されて來たものである。既に西曆前アリストテレス(Aristoteres 384—322 B. C.) は地下の空洞と水蒸氣張力とによつて地震を説明しようとしてゐる。エピクロス (Epieuros 341—270 B. C.) は地下を流れる水により穴が出來て陥没し地震を發生するとなした。これ等の説はその後永く全中世紀までも支配したもので、多くの學者はこのやうに信じてゐた。しかしこゝにこれ等とは少しく趣を異にしたものにピリングツチオ(Vannuccio Birinzuccio 1550年頃)の説がある。それは地下に於ける爆發により地震は發生するとするものである。その後フンボルト (Alexander von Humboldt 1769—1859) 等により地殻内部の岩漿作用により地震を説明するやうになつた。

吾國では小川博士⁽⁸⁾、石本博士等⁽⁹⁾により岩漿作用説が主張され、松山博士⁽¹⁰⁾により陥落説も取り入れられたが、概してこれ等の説に賛成する學者は少ない。最近大塚博士⁽¹¹⁾は岩漿作用の立場から地質輪廻をも説明しようとしてをられるやうである。

この様に最初人類の叡智は第三種のやうな何か爆發的な現象を考へて來たにも拘らず、十九世紀頃より第二種の考へが榮えるやうになつたのは、主として大地震に際し斷層が出来るのによるので

(2) 地貌論を見よ。

(3) Bull. of Geol. Univ of California (1911) 1436 を見よ。

(4) 大森房吉著 地震學講話。

(5) T. Matuzawa : On the Relative Magnitude of the Preliminary and the Principal Portion of Earthquake Motions. Japan Journ. of Ast. and Geoph. IV. 1.

(6) 本多弘吉著 地震波動。

(7) 藤原咲平著 地渦、地裂及地震。

(8) 小川琢治著 地質現象の新解釋。

(9) 石本巳四雄 地震發生の機巧について。震研彙報 6 127。

(10) 松山基範著 輓近の地震學。

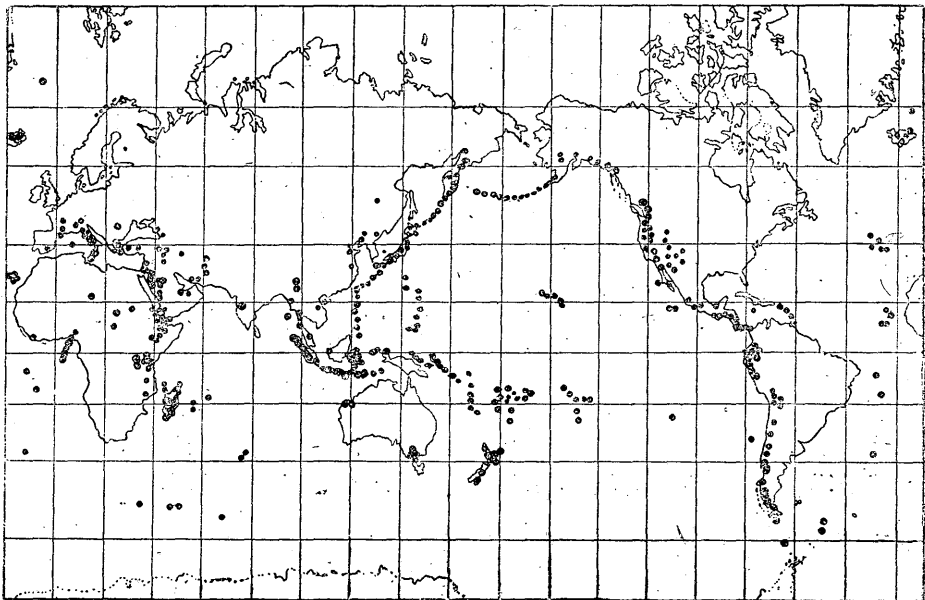
(11) 氏の多くの論文が震研彙報に出てゐる。

あろう。又志田博士の創見にかゝる初動分布の説明にも好都合であつたからであらうと思はれる。
 しかしこれ等の現象に對しても岩漿運動説で充分説明がつくことが石本博士により立證せられた。
 それ以來兩者どちらとも眞疑の程は分らないまゝ現今に到つてゐる。最近河角博士によりS波初動
 の大きさより、どちらの機巧で發震されたものであるか比較が試みられたけれども、P波、S波の
 初動分布だけからではどちらの型も存在することが分り、どちらか一方だけに決める事が出来な
 かつた。

本稿に於ては地震を地下の火山現象であると結論するものであるけれども、それを現今までに知
 られてゐる地震現象の立場から説明しようとするものである。勿論自然科学としては定量的に究明
 されなければならないものであるけれども、その始めとして定性的に論を進めるのはやむを得ない
 所と思ふ。従つて本稿では定性的な論のみにとどめ、定量的な研究は漸次回を追うて發表する積り
 である。

2. 分 布

火山の分布と地震の分布との間には密接な關係があることは、古くから多くの人々によつて識ら
 れてゐる。しかしこれから筆者が示さうとするものとは幾分趣が異なる様である。



第一圖 火山の分布

(12); 志田順：地球及地殻の剛性並に地震動に關する研究回顧。東洋學藝雜誌 45 275

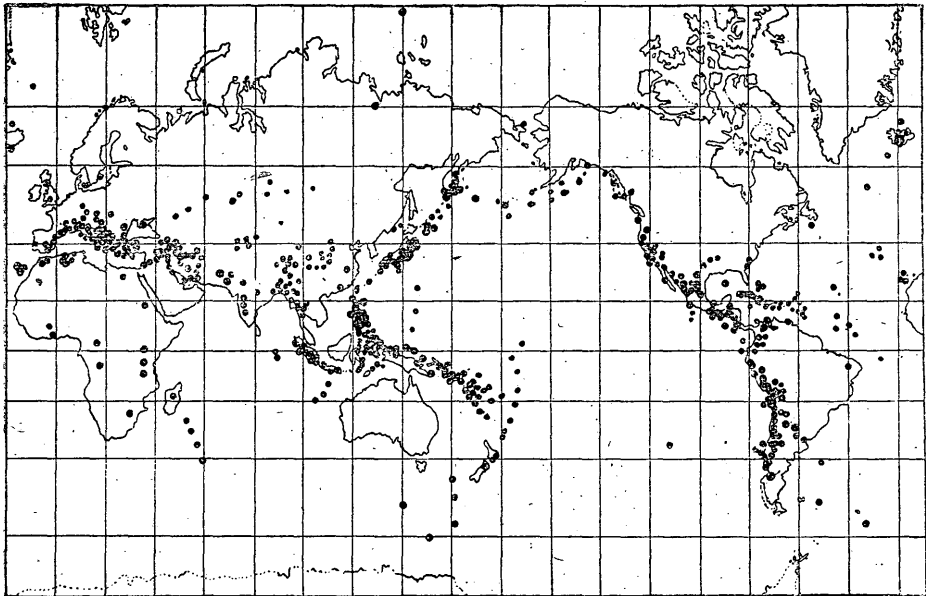
(13) M. Ishimoto : La déformation de la croûte terrestre et la production des ondes sismique au foyer. 震研彙報 11 254.

(14) H. Kawa-tani : Study on the propagation of Seismic Waves. 震研彙報 12 650

(15) 例へば中村左衛門太郎著：地震
 K. Wadati : On the Activity of Deep-focus Earthquakes in the Japan Islands and Neighbour-
 hood. Geoph. Magaz. 8 305

先づ火山の分布を観察する。現在活動を續けてゐる火山は言ふに及ばず、過去に於てその経歴があつたと思はれる火山を一緒にして世界地圖の上に Plot する時は第一圖の様になる。

次に地震の分布を調べるのであるが、これは火山の分布より餘程むづかしいことである。と言ふのは表面上の分布のみならず、時間的な分布があるからである。どうして時間的な分布を問題にするかと言へば、過去に於て非常に活動した個所でも現在では無活動な所があることをよく知つてゐるからである。従つて時間的な分布が非常に大切になる。しかし民族の文化の程度、人口密度等の相違によりどうしても一様に行かない。その上現在では器械観測等が行はれてゐるので、その差がますますひどくなつてゐる。それ故こゝでは可成大規模の地震のみ取扱い、しかもこの場合は極く浅い地震のみの分布を考へることにする。かうする時は大體の目安はつく筈である。理科年表により分布圖を作ると第二圖となる。



第 二 圖 地震の分布 (太古より1933年まで)

第一圖と第二圖を比較する時は、その分布狀況が全く一致してゐることが分る。これは火山と地震との間には密接な關係があることを示すもので、地表に起る地震がないことゝ合はせ考へる時は地震を地中の火山であると思はせる有利な證據となる。

3. 類 似

火山爆發現象と地震現象との間には非常に類似性がある。

第一どちらも間歇現象である。しかもその週期性は全然ない。二三の學者により地震現象には週期があるやうに言はれたけれども、その統計の取り方に疑問な點も多く、よく調べてみると週期等

(16) 大森房吉・今村明恒・松澤武雄等諸氏の調査あり。

と言へたものではなく、非常に誤差の大きいものである。

有名な三原山は一度活動を始めるとその後暫く小爆發を續けるのが常である。⁽¹⁷⁾これと同じことが地震にも起るものであつて、大島北西部に震央を有する地震や伊東地震等は屢々群發して地震が起るけれども暫くすると終息して⁽¹⁸⁾了ふ。

三宅島の噴火は一度活動を始めると二十日前後繼續して終息するのが常である。⁽¹⁹⁾しかも昭和十五年七月十二日以降の噴火に於ては雄山から赤場曉灣に到る直線上に數個の火口を移動して作つた。これは鹿島灘の地震でも同じ事が言へる。即ち南北 $5 \sim 10^{km}$ 位の線上に地震が起つてゐるのである。この他各地の地震も多くこの傾向を示してゐる。最近鳥取市附近の地震も四日夕刻の地震と五日朝の地震とは震源を異にして⁽²⁰⁾ゐる。

最近活潑に活動を續けた淺間火山は一度爆發した後再び沈黙して⁽²¹⁾了ふ。しかもその火口は大體同じ様な所である。和歌山の田殿附近に發生する局發地震や茨城縣南西部の地震は確かにこれと同様の性質を有してゐるものである。

以上三種類の火山をあげたけれども、まだまだ多くの種類があるかも知れない。これ等の火山は噴出物の含有物がそれぞれ異なるものであつて、この相違等から爆發の機巧を明かにする事が出来るものであらうと信じてゐるものであるが、地球化學の進歩を待たなければ如何ともしがたい所である。

次にエネルギーについて一言したい。火山爆發のエネルギーについては水上學士等の研究があつて、それによれば爆發の大小によつて、差異はあるけれども、大體 10^{20} erg の order となつてゐる一方地震のエネルギーについても河角博士、⁽²²⁾鷺坂技師等の研究があり、やはり 10^{20} erg の order となつてゐる。兩々相待つてそのエネルギーの大きさが一致してゐるのは、地震と火山を同一の現象と考へる有力な證據となる。

阿蘇火山を始め多くの爆裂火口を有する火山では、一つの火口が活動を始めても、他の火口は何等の變化も認める事が出来ない事があるものであるが、これは地震も同一様の場所に起つたと思はれるものも、時にその位置を幾分變へたやうに思はれるのと同一ではなからうか。これ等の議論は勿論震源をはつきりと決める方法が案出されなければ言へないことである。

(17) 大島測候所等：伊豆大島三原山噴火調査報告 驗震時報 11. 369.

(18) 竹花峰夫：伊豆大島に頻發した地震群に就いて 驗震時報 11. 68.

(19) 本多彪：伊豆三宅島噴火調査報告 驗震時報 11. 277.

(20) 未發表

(21) T. Minakami : On the Distribution of Volcanic Ejecta, 震研彙報 20. 65.

(22) H. Kawasumi : Study on the Propagation of Seismic Waves. 震研彙報 11. 403.

(23) 鷺坂清信：地震のエネルギー 驗震時報 10. 385.

4. 爆 發

(24) 松澤博士は淺間噴火の壓力の研究の中で、火山彈噴出のからくりは砲彈の發射に近いものであると主張してられる。この砲彈の發射に近いものであると言ふ意味がよく分らないのであるけれども、熔岩を下から壓力でつき上げたと言ふだけのことではないかと思はれる。そのつき上げの前の機巧に對しては立入つてゐられない。即ち徐々に下から壓力を増して行つて遂に抵抗が負けて飛び出したものであるか、又は急激な爆發現象即ち火藥の爆發の様なもの起つて押し上げられたものであるかは論じてをられないやうである。實際火口を觀察する時は、常に小噴火を行つてゐる。これが急に熔岩の粘性のために内部にちぢめられて大爆發になるとは考へられない。火口から押し出された熔岩の流出状態を考へても熔岩の粘性は大きなものではない。あの大爆發をしきりに繰返へす淺間火山の火口底は、時として熔岩が上昇し又下降する。(25) これは火口近くにある熔岩は徐々に變化する内部壓力に對しては抵抗を及ぼさないかに見える。しかも火山の爆發のやうな現象が起るとすれば何等か内部に急激な壓力の増加を考へなければならない。

一方大森博士(26)や水上學士(27)は火山爆發の際の彈性振動と音との觀測から種々面白い事實を論じてをられる。その中で二點以上の觀測を用ゐる時は彈性振動の傳播速度が決まり、計算の結果音響の發振點と彈性波動の發震點とは相異してゐる事を指摘せられた。即ち爆發は火口の幾らか下方で準備せられ、その急激な膨脹により上方の熔岩が吹き飛ばされてあの現象を呈するのである。

これ等のことを考へ合はせると、急激な爆發現象を呈するためにはどうしても内部に急激な壓力の増大を考へなければならない。(28) 石本博士のやうに熔岩の冷却に伴つて水蒸氣張力が徐々に増大し遂に平衡を破つて熔岩を噴出すると考へるためには、あまりにも熔岩の粘性が小さ過ぎるのではなからうか。それ故筆者は次のやうに考へるのである。急激に壓力が増加しなければならぬ所から火口幾分下に化學的な爆發を考へる。この爆發がどうして起るかはまだ分らないけれども、これは地球化學の方面から將來究明されるであらう。或は熔岩が對流中に爆發的化學變化を起すのかも知れない。それはそれとして何か急激な膨脹が起るのは考へられる所である。

今は地表の現象のみを論じて來たけれども、この急激な膨脹が地下で起れば地震となるのである。

(24) 松澤武雄：或る淺間噴火の壓力の波 地震 6.588. 7. 47.

(25) T. Minakami : Changes in the Depth of the Crater Floor of Volcano Asama in the Recent Activities. 震研彙報 15. 492.

(26) F. Omori : The Eruptions and Earthquakes of Asamayam. Bull. of the Imp. Earth inv. com. VII 198

(27) 未發表.

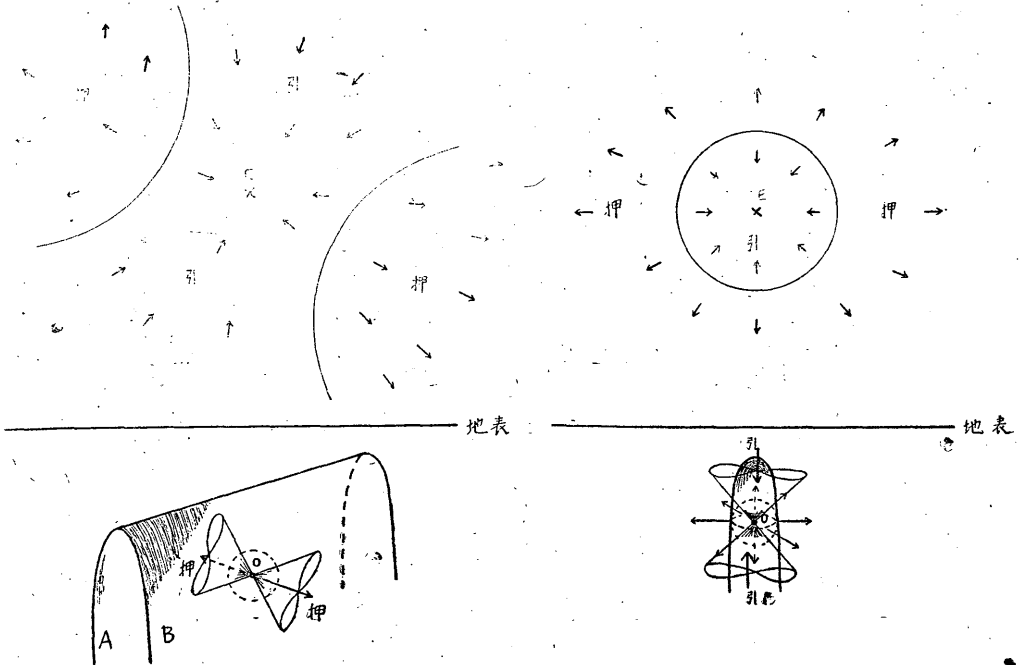
(28) (9) 參照.

この膨脹の原因に對しては、今後の研究を待つて發表する積りである。

5. 發 震 機 構

それではこれから現在の初動分布をどうして説明するかと問題となる。

かの有名な構造地質學者デーリー⁽²⁹⁾ (Daly) は火山脈の説明に岩漿溜の存在を認めてゐる。火山等の存在状態や深成岩の存在状態を考へる時は、かう言つた岩漿溜の存在を認めないわけに行かなくなる。よつてこゝでも岩漿溜の存在を考へるものである。



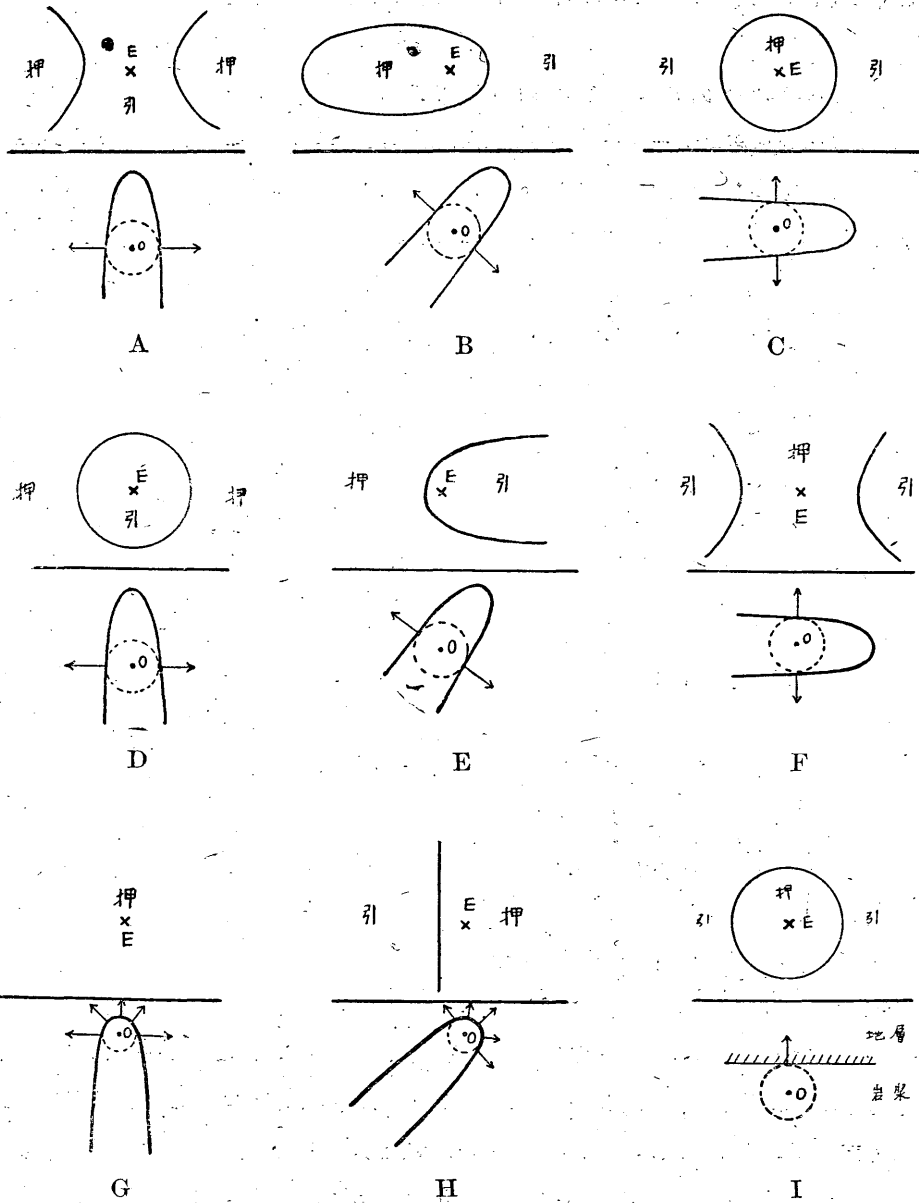
第三圖 岩漿溜の形が奥行を有する場合。
A, Bは岩漿溜の側壁, Oは爆發の起つた點,
Eは震央。上は地表に於ける初動方向の分布。

第四圖 岩漿溜が圓柱狀の場合。
Oは爆發の起つた點, Eは震央。上は地表
に於ける初動方向の分布。

デーリーが火山脈に考へた岩漿溜は第三圖の様なものであつて、この中の一點にて爆發が起つたものとすれば、その壓力は岩漿溜の側壁 A, B を急激に外方に押す。その時は松山博士の裂罅地震と同じく二面 A, B が急激に遠ざかる運動をなすため、初動方向の分布は圓錐型節線の分布を生ずるであらう。第三圖の上圖は初動の地表分布を示したものである。この岩漿溜の形が水平に擴りを持たないやうなもの、即ち第四圖の様に圓柱狀の岩漿溜の時は、Oで爆發が起ると側壁の環狀の部分全部が全部押される事になり、その上下の部分は引かれるに相違ない。よつて第四圖上圖のやうな初動分布を示すであらうと考へられる。即ち圓錐の中が引きとなるやうな場合である。このやう

(29) デーリー著: Our Movil Earth.

(30) (10) 參照.



第五圖 初動方向分布の種類。

A, B, Cは第三圖と同一構造である。岩漿溜が擴りを有する場合、
 D, E, F, G, Hは第四圖と同一構造であり、岩漿溜が圓柱狀の場合、
 Oは震源であり、Eは震央である。

な例は松澤博士⁽³¹⁾や、坂田技師⁽³²⁾の発見にかゝるもので、最近の世界中の調査によれば、昭和8年3月3日の三陸沖の地震がさうであつた。

その外岩漿溜の形や傾きにより種々の初動分布状態が想像される。これ等の内簡単なものを第五圖に示す。これ等は内部構造の簡単なものを豫想したものであるが、地質學⁽³³⁾の方から見る時はなかなか複雑な形をしてゐるやうである。しかし大體のことはこれで分るものであつて、淺發地震の大部分はA型に屬するものである。

又棚橋技師⁽³⁴⁾が発見されて、石本博士の地震原因説を固めしめた昭和6年6月2日の益田川中流の深發地震もA型である。その後河角博士により發震機巧の議論が行はれた昭和4年6月3日の志摩半島沖⁽³⁵⁾の地震はB型であつた。松澤博士⁽³⁶⁾調査の昭和8年3月3日の三陸沖の地震はD型であることは注意した。この型は石本博士の説としては説明の出来ないものであつた。しかしこれ等の議論はいつれ定量的に行はなければならない。

6. 斷層及その他

かく考へる時は鷺坂技師⁽³⁷⁾の調査にかゝる震源の運動機構は非常によく説明がつく、氏の所論によれば、震源は球が楕圓體になるやうな運動、又は楕圓體が球になるやうな運動をしなければならぬのであるが、この様に内壁を考へる時は、それ等は自明の事である。

次に同一場所に起る地震は時を距ても同一記象型を描くことは自然となづける所である。しかし又同一場所に起つても、前のものと後のもので初動分布の異なるものは、EとHとの関係のやうなものであつて、爆發の起つた位置の違いを思はせるものである。これ等のことはまだ詳しくは調査せられてゐない。

中村(左)博士⁽³⁹⁾は初動分布の節線と地質構造線の一致から斷層地震説を主張せられたのであつたけれども、その構造線は現在から見る時は架空のことであつて、例へば千々石灘の地震はかへつて地質構造線は初動分布の腹にあたるあたりを通つてゐるもので第六圖のE Fがそれである。この線上

(31) T. Matuzawa: Seismometrische Untersuchungen des Erdbebens vom 2. März. 1933. 震研彙報 20. 152.

(32) 坂田勝茂: 引き圓錐型發震機巧を示す地震に就て. 海と空. 21. 176.

(33) 例へば 加藤武夫著. 地質學概論, F. V. Wolff著. Vulkanismus I を見よ.

(34) 棚橋嘉市: 昭和6年6月2日本州中部に發生した深層地震に就いて, 海と空. 11. 277.

(35) H. Kawasumi: Study on the propagation of Seismic Waves. 震研彙報. 12. 660

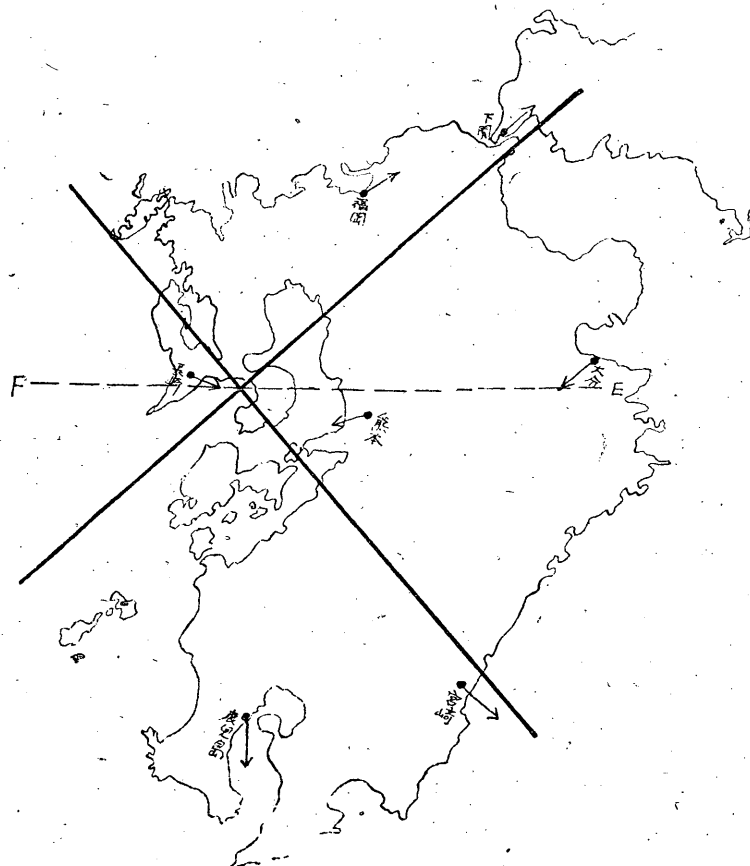
(36) 松澤武雄: 昭和8年3月3日の大地震, 震研彙報. 20. 162.

(37) 鷺坂清信: 地震横波の初動から見た震源の運動機構. 驗震時報. 6. 15.

(38) 本多弘吉: 淺い地震の機構と記象型に就て, 驗震時報. 5. 235.

(39) 中村左衛門太郎: 千々石灘地震に就いて. 氣象集誌. 第二輯. 第一卷. 1.

には別府、阿蘇、金峰山、雲仙等の列ぶものであつて、こゝに岩漿は存在し、時に爆發してその側壁を押し、第六圖の様な初動分布を示したものと考へられる。次に日本中部のフオツサマグナ中の地震を見る時はいよいよこの觀を深くするものであつて、第七圖がそれである。圖中フオツサマグナの線は本間博士⁽⁴⁰⁾による。これを觀ると初動分布はいづれも側壁を押しした形になつてゐる。



第六圖 千々石灘の地震。EFは構造線

する斷層のことであつて、地質時代の斷層等は論外である。

又淺間火山の爆發の際、峰の茶屋帝大觀測所では初動は押波が多いにも拘らず、山麓の追分又は輕井澤測候所では引波を多く觀測してゐるのは、火山の爆發が第五圖Dの如くして行はれたであらうことを物語つてをり、水上學士⁽⁴²⁾の研究と比較して興味深い所である。

7. 結 言

(40) 本間不二男著：信濃の地質。

(41) 藤原咲平：模型實驗との比較、験震時報、4. 321。

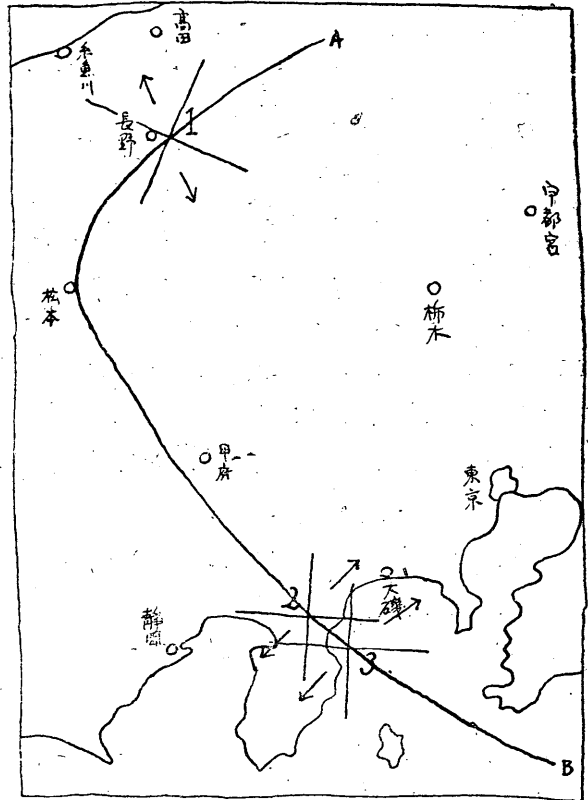
(42) 未發表。

ここに述べた地震原因説を要約すれば、地下に岩漿溜があつて、その中で何等か爆發現象が起り側壁を壓する事によつて弾性波を發生させ地震が起るとするものである。火山はその地表の現象に過ぎない。よつて地震を豫報するには、先づ火山爆發の豫報が可能にならなければならない。しかし現在のところ、火山爆發の豫報はまだはつきりとは言へない状態である。従つて地震を知るためには先づ火山を知らなければならない。

今回は單に定性的のみに止めたけれども、これ等のことは勿論定量的に行はなければならない。それは次回より漸次發表する積りであるけれども、それに先だつて定性的なことであるが發表したのは吾々は何時陛下のお召を受けて武運つたなく屍を戰場にさらすやうになるかも分らないからである。幸にして研究を續行し得れば出來次第發表する積りである。

終りに臨み、中央氣象臺地震課諸彦の御厚情並びに製圖して頂いた高見嬢に厚く感謝す。

一昭和十八年六月十三日脱稿一



第七圖 ABはフォツサマグナ、矢印は初動押しを示す
1. は長野地震、2. は北伊豆地震、3. は伊東地震