

長崎の観測資料からみた地震活動域について*

坂 本 琢 磨**

550.340

はじめに

この調査は、さきに気象庁地震課から示された「地震予知のための予備調査」に相当するものである。調査についての基準ならびに要領は、全国的な統一調査の方法として、測候時報第26巻第9号(1959, 9)の趣旨に従って実施した。

長崎で正式に地震観測を開始したのは、1913年(大2)4月1日で、当時はグレイ・ミルン式普通地震計、今村式強震計、大森式地動計、大森式微動計、中村式微動計等の地震計で観測されていた。この調査に用いたウィーヘルト式地震計は、1926年(大15)6月から観測を開始し、1962年(昭37)3月の61型直視式電磁地震計が設置されるまで続けられた。この間1945年(昭20)8月9日には原子爆弾によって使用不能となり、1947年(昭22)12月までは観測を中止している。

なお1956年(昭31)8月には、国際地球観測年の地震観測を担当するために、57型光学式電磁地震計が設置され、現在も観測を続けている。この観測結果も一部調査資料として用いた。

地震観測室の位置は、旧長崎測候所(大浦元町, 32°44.0'N, 129°52.5'E, 海拔130.6m, 岩盤—火山粉砕岩)から、1956年(昭31)3月現在の長崎海洋气象台(南山手町, 32°43.9'N, 129°52.2'E, 海拔24.7m, 岩盤—火山角礫岩)に移転された。

長崎における地震観測の経緯および立地条件についての詳細は、験震時報第28巻等4号(1964, 3)の「長崎付近の地震についての調査」を参照されたい。

以下気象庁地震課から提示された、A, B, C調査について、次の項目別に調査結果を報告する。

- I 地震記象型からみた地震活動域について
- II 初動方向からみた地震活動域について
- III 地震活動域と走時について

これらの調査の対象にした地震は、日本付近のすべて

* T. Sakamoto: Investigations of Seismic Regions from Seismograms Obtained at Nagasaki (Received July 13, 1964)

** 長崎海洋气象台

の地震で、震源地、深さ、発震時等はすべて気象庁地震月報および地震月報別冊1を参照した。また長崎の資料は、記象紙および地震原簿を用いた。

なお長崎におけるウ式地震計の観測は、1962年(昭37)3月で廃止となったので、一部不十分と考えられた資料も参考にして検討を加え、ウ式地震計による地震観測の総括報告ともしたい。

I. 地震記象型からみた地震活動域について

この調査は、長崎で観測された地震記象型の特徴を調べ、どの記象型がどの地域に起りやすいかを検討したものである。

調査の期間は、1926年(大15)から1962年(昭37)3月までの約37年間とし、ウ式地震計の記象紙を用いた。

この調査期間中の地震計の定数は、長期間であったため検定値にかなりの差があった。地震計の性能および作動状況を知る目安として、第1表には調査期間中のだいたいの平均値としての定数を示した。

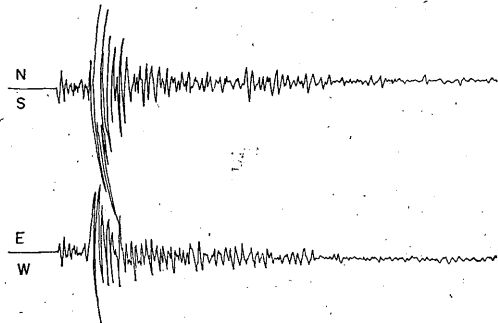
§ 1 深い地震について

1. 調査の方法と資料

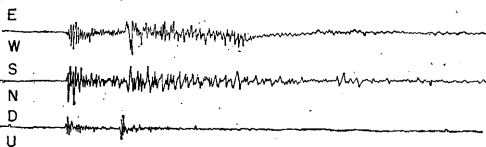
震源の深さ100 km以上を深い地震として調査した。この調査の対象となった地震の数は少なく、そのうえに上下動成分の記象不良が多かった。前に述べたように、今後長崎ではウ式による地震資料は得られないため、水平成分の記象が明りょうなものは、一部水平成分のみの資料も用いることにした。これらの中から基準⁽¹⁾に合った45個の資料を送び出し、いくつかの類似記象型に分類した。

第1表 ウ式地震計定数表

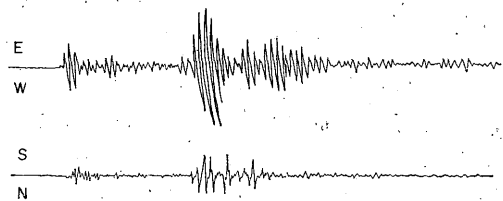
| 成分 | 重すい質量 kg | 倍 率 | 周 期 sec | 摩擦値 mm | 制振度 |
|-----|-------------|-------|------------|-----------|-----|
| 南北動 | 200 | 70—80 | 4.0—5.0 | 0.3 | 6—8 |
| 東西動 | 200 | 70—80 | 4.0—5.0 | 0.3 | 6—8 |
| 上下動 | 80 | 40—50 | 4.0—5.0 | 0.3 | 6—8 |



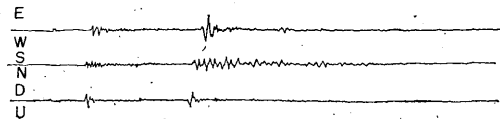
A型. 1960年(昭35) 3月4日12時53分. 大隈半島沖. 震度0. 30.9N, 130.7E. h 140km. P~S 24.6^s.



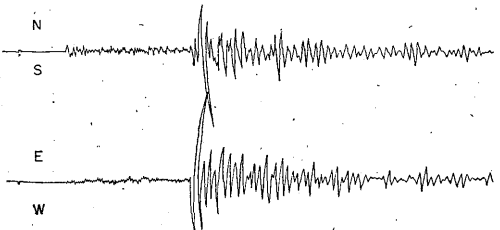
B型. 1951年(昭26) 3月6日05時12分. 庵美大島近海. 震度0. 28.3N, 129.3E. h 200km. P~S 52.5^s.



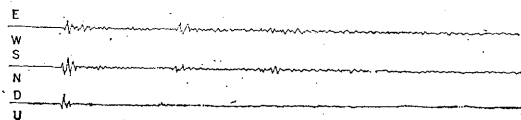
C型. 1952年(昭27) 10月26日17時41分. 遠州灘. 震度0. 34.1N, 137.8E. h 280km. P~S 78.9^s.



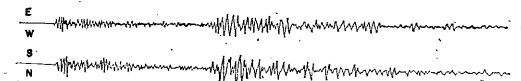
D型. 1931年(昭6) 6月30日01時43分. 熊野灘. 震度0. 32.9N, 136.8E. h 350km. P~S 70.1^s.



E型. 1960年(昭35) 10月8日14時53分. 日本海北西部. 震度0. 40N, 130E. h 650km. P~S 1^m30.7^s.



F型. 1935年(昭10) 5月31日17時19分. 日本海中部. 震度0. 38.5N, 133.8E. h 450km. P~S 1^m23.0^s.



G型. 1950年(昭25) 2月28日19時21分. オホーツク海南部. 震度0. 46.0N, 143.8E. h 320km. P~S 3^m07.2^s.

第 1 図 深い地震の各記象型の実例

2. 記象型の分類

深い地震の震源地は、特定の地域に限定された。記象型の分類に当っては、P相とS相の特徴を主眼にして検討し、PからSまでの振幅、P相とS相の振幅および周期の対比、振幅の減衰状態、P~S、その他の相の出現等に注目して行なった。こうして分類した結果、A、B、C、D、E、F、Gの7種類に区分できた。第1図には、それぞれの記象型の実例を示す。図中各記象型に示した成分の方向は、地震計の位置を移転した1956年(昭31)3月以前とその以降で異なっている。すなわち旧長崎測候所当時の記象紙は、記録紙そのまゝの方向E-W, S-N, D-Uの順に、現在の地震計室で観測した記録紙の方向はN-S, E-W, U-Dの順に示した。

3. 調査結果

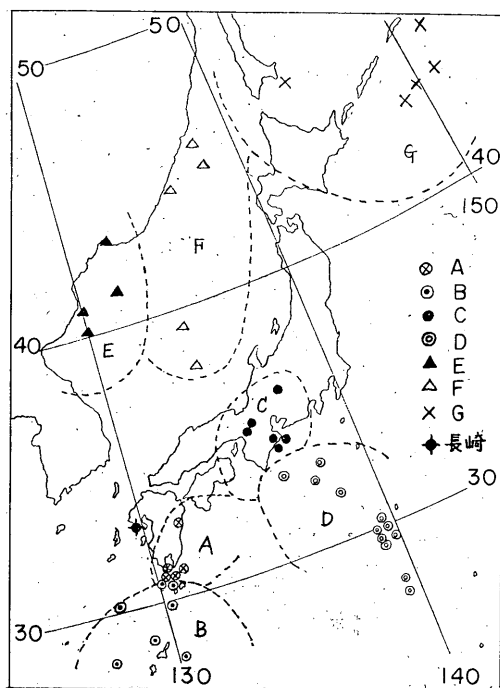
長崎で観測された深い地震(>100km)の震源域は、九州南方海域、中部地方および近畿地方、本州南方海域、日本海、オホーツク海域および千島列島南部に大別される。これらの地震を第1図で分類した記象型のグループ別にして、震央をプロットすると第2図のようになる。また記象型の特徴、深さの範囲等について、分類した地震を集約して第2表に示した。

(ア) 九州南部および九州南方海域

震源の深さは100~250kmで、深い地震としては比較的浅い震源域である。この震源域では<100kmの地震がかなり多く、>100kmの地震は発生回数が割合に少ない。記象型分類は第1, 2図, 第2表に示したよう

に、A、B型に区別した。

A型：震源域は九州本土に近く、震源の深さは100～



第2図 深い地震の各記象型の分布と地域区分

150 km である。この記象型は次の項で述べる同地域の深さ<100 km の記象型とも類似し、特に深い地震の特徴は少ない。

B型：深い地震の記象型を示す。震源域はA型よりも南方海域となり、深さは200～250 km で次第に深くなっている。

(イ) 中部地方および近畿地方

日本海から太平洋にのびる深い地震帯の一環した震源域である。記象型は深い地震の典型的な特徴を示す。

C型：この型に類似した地震は、遠州灘、中部地方、近畿地方がその震源域となっている。震源の深さは250～350 km でやや深い。このグループの対象となった資料は少なく、次に示すD型にも顕著な記象資料が少なかったため、C型とD型の境界には多少の疑問があった。

(ウ) 本州南方海域

小笠原諸島から本州南岸の深い震源域で調査の対象となった地震の深さは300～500 km でやや深い。記象型は深い地震の一般の型を示す。

D型：明りょうな記象の特徴はない。この型の震源域は本州南方全域にわたっている。

(エ) 日本海全域

広範囲な震源域であるが、調査の対象となった地震は9個で震央は全域に散在している。全般に深い震源域で

第2表 深い地震の各記象型分類

| 分類型 | 震央地名 | P—S sec | 深さ km | 記象型の特徴 |
|-----|--------------------------|------------|----------|--|
| A | 屋久島近海、佐多岬沖 宮崎県北部 | 20—30 | 100—150 | P, S相とも明りょうで一般にみられる型。S相の振幅はPからSまでの振幅に比べてきわめて大きい。S相の減衰は早い。 |
| B | 奄美大島近海 屋久島近海 | 30—60 | 200—250 | P相は明りょうで振幅は大きい。S相はやや明りょうで振幅は全般に小さく減衰はややおそい。 |
| C | 遠州灘、京都府中部 奈良、岐阜、滋賀県付近 | 65—80 | 250—350 | P, S相とも明りょうで立ちあがりの振幅は大きい。S相は2段に振幅が大きくなることが多く減衰はややおそい。 |
| D | 本州南方海域 | 70—120 | 300—500 | 一般にみられる深い地震の型。P, S相とも明りょうだが減衰は早く表面波が長く続く。 |
| E | 日本海北西部 | 80—120 | 500—650 | P相の立ち上がりはやや明りょうだが、PからSまでの振幅は全体に短周期で小さい。S相は明りょうでP相に比べて振幅はきわめて大きく減衰はややおそい。 |
| F | 日本海北部および中部 | 80—150 | 300—450 | P, S相の立ち上がりは明りょう。振幅は全体に小さく特にS相の振幅はP相に比べて小さい。S相のあとには小振幅が長く続く。 |
| G | 千島列島南部 オホーツク海南部 | 180—230 | 100—320 | P, S相とも明りょう。遠地にみられる普通の型で減衰はおそい。一般に地震の規模の割に振幅が大きい。 |

特に日本海の北西部では 500~650 km で、深い地震の顕著な記象型を示す。

E 型：前述した深発地震の明りような型。

F 型：E 型以外の日本海の記象型で、特徴は顕著でない。震源域の深さは 350~450 km で E 型の深さよりやや浅い。

(オ) オホーツク海および千島列島南部

遠地地震で記象型の特性を検討することは困難であった。また、比較できる遠地の震源域もなかったため、この震源域を代表する記象型として示すことにした。

G 型：この震源域は、深い地震としては全般に浅い。したがってこの地域の深さ < 100 km の地震の記象型を区分することも困難であった。

4. 考 察

資料が十分でなく確定的な結論はできない。ここには他の調査結果も参考にした地域的な考察を述べる。

(ア) 長崎で観測されたおもな深い地震 (>100 km) は、第 2 図に示したような地域に限定される。

(イ) 深い地震 (>100 km) の観測回数は、浅い地震 (<100 km) に比較してかなり少ない。

(ウ) 深い地震の明りような記象型は、震源の深さが >200 km の近地地震 ($P \sim S$ 3m 以内) にみられた。

(エ) 九州南方の震源域は、九州本土から漸次南方に深くなっている。

(オ) 長崎から北東象限に当る地震は、一般に振幅が大きくなる傾向がある。

§ 2 浅い地震について

1. 調査の方法と資料

ここでは震源の深さ <100 km の地震について調査した。調査の方法は、深い地震の場合と同様に実施した。資料は、長崎で観測したウ式地震計の記象紙で、1926年(大15)から1962年(昭37)までの37年間を用いた。調査の対象とした地震は 194 個であった。

2. 記象型の分類

浅い地震 (<100 km) の震源域は広範囲で、近い地震は調査の対象となった資料も多く、記象型の類似も複雑であった。記象型の分類は、深い地震 (>100km) と同じ観点から、それぞれの型に大別した。第 3 表がそれである。九州付近の顕著な震源域の地震については、大別した記象型をさらに細区分し、A (A_1, A_2), B (B_1, B_2, B_3), C (C_1, C_2), D (D_1, D_2), とし E, F, G, H の記象型を合せて 13 種類に区分した。

こうして区分した浅い地震 (<100 km) の各記象型の

実例を第 3 図に示す。各成分の方向は、深い地震の場合と同様に示した。

3. 調査結果

(ア) A 型：この型は長崎に最も近い雲仙岳周辺の震源域に多い。B 型とやや類似する点もあったが、実際現象面に利用する場合 $P \sim S$ で直感して区分できる分類とするため B 型と区別した。

A_1 型：前述した震源域で規模の小さい地震はほとんどこの型に類似する。

A_2 型：顕著な地震の記象型で、 C_2 型(宮崎県沖)とも類似したが、震源地が長崎に近く特殊な型を示す地震として区別した。

(イ) B 型：この型の地震は、長崎県および宮崎県を除く九州一円、および瀬戸内海西部に分布している。この地域の地震は調査の対象となる資料が多かったので、細分類して次の 3 区分とした。

B_1 型：熊本県付近の震源域に多い記象型で、 P から S までの振幅が割合に大きいものをこの型の特徴とした。

B_2 型：この型の震源域は、コシキ島付近を主にして、鹿児島県近海、福岡県の一部に分布している。記象型の特性は、 P から S までの振幅が比較的小ない。

B_3 型：瀬戸内海西部および豊予海峡の震源域に現われる記象型、 P の立ち上りと S 相は B_1 型に類似しているが、 P から S までの間に特殊な振幅(相)が現われる点で B_1 型と区別した。

(ウ) C 型：最も顕著な震源域である宮崎県沖の地震に多い記象型で、特に顕著地震は特殊な記象型を示しているために C_1, C_2 型として細区分した。

C_1 型：宮崎県沖に震源をもつ地震で、長崎で無感地震程度のもは大部分がこの型に類似した。

C_2 型：宮崎県沖の顕著地震で、主として長崎における有感地震はこの型に属する。前述した A_2 型と類似する点もあるが、震源域がかなり離れているため A_2 型とも区別して分類した。

(エ) D 型：九州南方海域と日向灘にわたる広範囲な震源域で、記象型は複雑である。細区分にはやや難点があったが、 D_1, D_2 型に集約した。

(オ) E 型：特徴のある記象型で、本州西部一帯の地震はこの型に示す。

(カ) F 型, G 型, H 型：遠地地震の記象を示し、各々類似する点もあったが、震源域がかなり離れているため、震源域別に区分してその記象型の特性を示すことにした。

第 3 表 浅い地震の各記象型分類

| 分類型 | 震央地名 | P—S sec | 深さ km | 記象型の特徴 |
|-----|--|------------|----------|---|
| A 型 | A ₁ 長崎付近、千々石湾 島原半島、有明海 | 1—5 | 0 | P相の振幅は極く短周期で小さく初動方向が観測不能のことが多い。S相は明りようで振幅は大きく減衰は早い。 |
| | A ₂ 天草島付近 鹿児島県西方沖 | 8—17 | 0—20 | 周期はやや長く、S相の振幅はP相に比べて極めて大きい。やや顕著な地震以上にみられる。 |
| B 型 | B ₁ 熊本県、有明海、天草灘 鹿児島県西方沖 | 4—15 | 0—50 | P、S相とも明りような単小型。PからSまでの振幅が大きい。S相の減衰はやや早い。 |
| | B ₂ 福岡県西部、熊本県 鹿児島県の西方および南方沖 | 10—30 | 0—20 | P、S相は明りようであるが、PからSまでの振幅は比較的に小さい。S相の減衰はやや早い。 |
| | B ₃ 瀬戸内海西部、豊後水道 宮崎県沖 | 15—35 | 0—40 | B ₂ 型にやや類似するが、S相の前にやや明りような不明相が現われS相が不明りようになる。 |
| C 型 | C ₁ 宮崎県沖 九州南方沖 | 25—40 | 0—60 | P相の立ち上がりは明りよう、PからSまでの振幅はやや長い周期で複雑、S相の出現はやや不明りよう。全体は紡錘型に近く減衰はやや早い。 |
| | C ₂ 宮崎県沖 | 25—30 | 20—40 | 長崎の震度Ⅱ以上で顕著な地震の型。P相は急に振幅が大きくなり、S相は不明。P相のはじめはA ₂ 型に類似するが減衰はややおそい。 |
| D 型 | D ₁ 宮崎県沖、四国南方沖、 奄美大島近海、屋久島近海 | 30—80 | 0—60 | P相はやや明りよう、S相は不明りようなことが多く、周期はやや長い。全体は紡錘型に近く減衰はややおそい。 |
| | D ₂ 宮崎県沖、四国南方沖 奄美大島近海、屋久島近海 | 30—80 | 0—60 | P相は不明りよう、S相はやや明りようで振幅はD ₁ 型より大きい。P、S相とも周期はやや長く減衰はおそい。 |
| E 型 | 本州西部一帯 | 40—100 | 10—40 | P相は不明りよで振幅が小さい。S相は明りようで振幅は急に大きくなる。S相の減衰はやや早い。 |
| F 型 | 台湾付近 琉球列島南部 | 90—150 | 0—40 | P相はやや明りようで周期は長く振幅は小さい。S相は不明りようでPcP相が明りように現われることが多い。S相のあとは減衰がおそい。 |
| G 型 | 三陸沖、金華山沖 福島県沖、茨城県沖 | 120—170 | 20—60 | P相は不明りようで周期が短く振幅は小さい。S相は明りようで振幅が急に大きくなる。S相のあとは減衰がおそい。 |
| H 型 | 千島南方、エトロフ島沖 北海道および近海 | 160—250 | 20—80 | P相はやや明りようで周期は短く振幅はやや大きい。S相は周期が長く減衰はおそい。一般に地震の規模の割に振幅が大きく現われる。 |

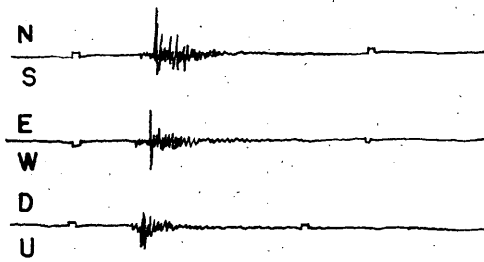
4. 考 察

以上記象型の分類には多少無理な点があつて、あまり満足できる結果ではなかつた。しかし各記象型と震源域の単位について、だいたいの推察は可能となつた。今後の充実した資料によって最終結論を出すことにして、ここにはこれまでの調査の要約を述べる。

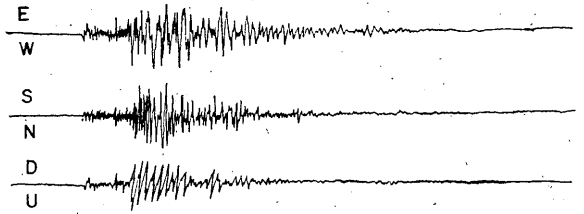
(ア) 浅い地震 (<100km) の記象型は、第4図に示したように、だいたい震源域別に類似型を示した。

(イ) 浅い地震 (<100km) の記象型は、地震の規模(M)によって著しく変化している。

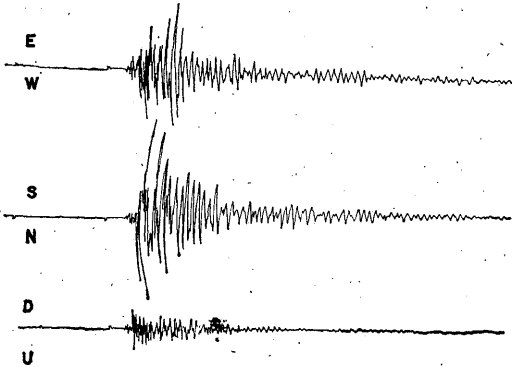
(ウ) 九州南方沖、宮崎県沖および日向灘一帯の地震は、PからSまでの記象が複雑である。これに反して



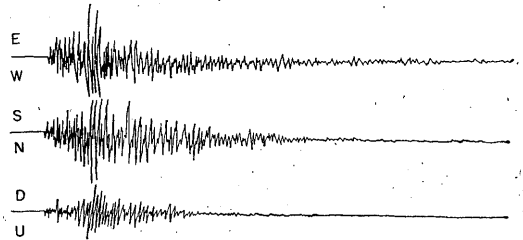
A₁型. 1956年(昭31)10月12日21時46分. 長崎付近. 震度II. h 浅. P~S 1.5^s



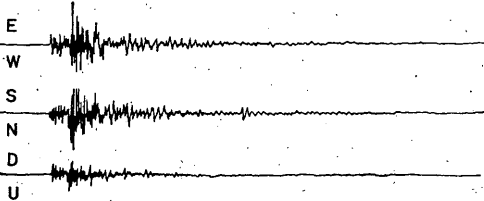
B₃型. 1937年(昭12)2月27日23時42分. 瀬戸内海西部. 震度0. 33.8N, 132.3E. h 0 km. P~S 27.6^s



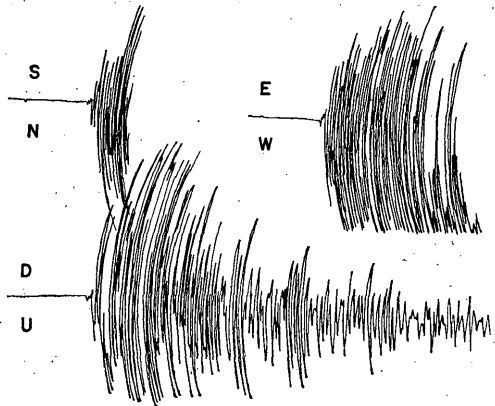
A₂型. 1931年(昭6)12月21日14時47分. 天草島近海. 震度III. 32.6N, 130.4E. h 0 km. P~S 8.5^s



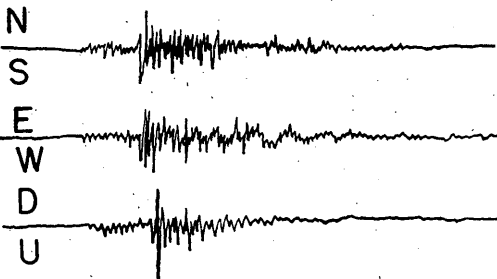
C₁型. 1937年(昭12)8月27日03時54分. 鹿児島県東方沖. 震度0. 31.3N, 131.6E. h 0 km. P~S 31.0^s



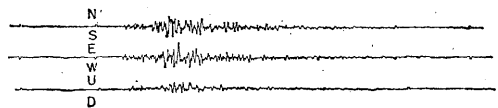
B₁型. 1937年(昭12)1月27日16時04分. 熊本県中部. 震度II. 32.8N, 130.8E. h 0~10 km. P~S 10.7^s



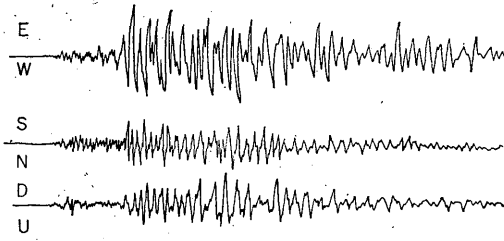
C₂型. 1941年(昭16)11月19日01時46分. 宮崎県沖. 震度III. 32.6N, 132.1E. h 0~20 km. P~S 28.3^s



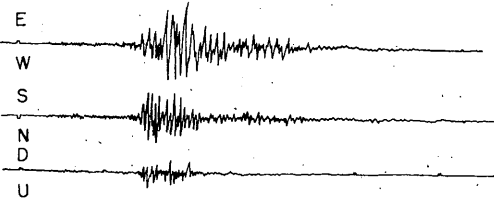
B₂型. 1959年(昭34)10月3日05時51分. 草垣島付近. 震度II. 31.7N, 129.4E. h 浅. P~S 12.5^s



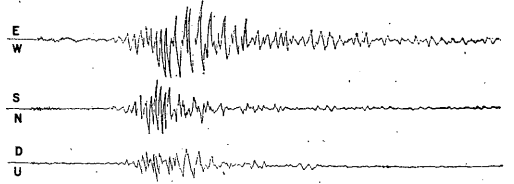
D₁型. 1959年(昭34)6月2日09時47分. 宮崎県南東沖. 震度0. 31.4N, 132.1E. h 20 km. P~S 33.3^s



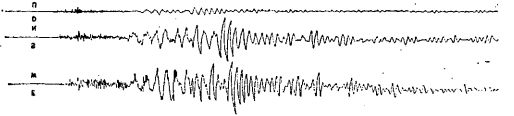
D₂型. 1938年(昭13)6月16日11時15分. 庵美大島近海. 震度0. 27.5N, 129.4E. h 0km. P~S 62.4^s



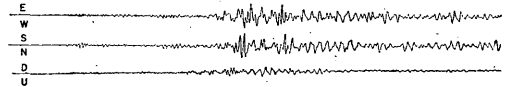
E型. 1943年(昭18)3月4日19時35分. 鳥取県. 震度0. 35.6N, 134.2E. h 20km. P~S 72.0^s



F型. 1935年(昭10)4月21日07時04分. 台中. 震度0. 24.4N, 120.8E. h 10km. P~S 2^m14.8^s.

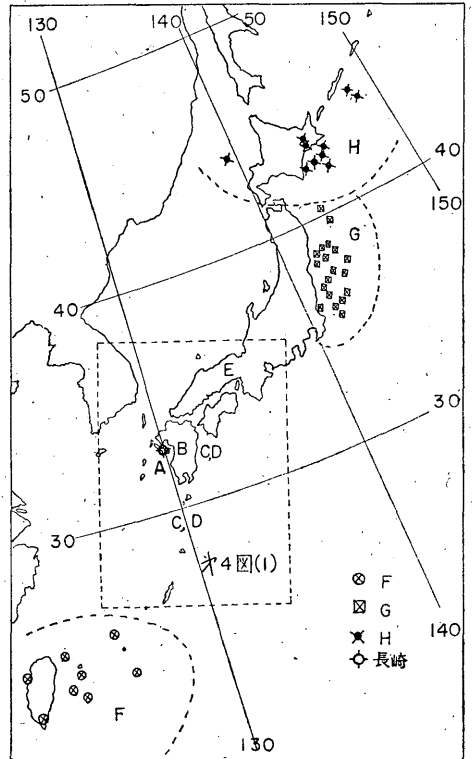
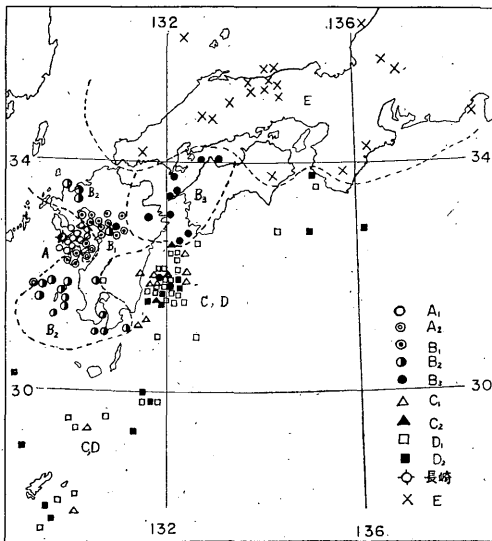


G型. 1938年(昭13)5月23日16時18分. 茨城県沖. 震度0. 36.7N, 141.4E. h 10km. P~S 2^m01.5^s.



H型. 1952年(昭27)3月4日10時23分. 北海道南東沖. 震度0. 42.2N, 143.9E. h 45km. P~S 3^m30.3^s

第3図 浅い地震の各記象型の実例



第4図(1) 浅い地震の各記象型の震央分布と地域区分 第4図(2) 浅い地震の各記象型の震央分布と地域区分

長崎の南西方から北東にのびる震源域の記象型は全般に単調である。このことは「長崎付近の地震についての調査⁽²⁾」で述べた震度分布の地方性と併せて、西日本の地下構造を究明する資料ともなる。

(以下電磁地震計)の観測結果も併用した。ウ式の定数は第1表に示したので、電磁式地震計の定数を第4表に示す。

基準⁽¹⁾に従って選び出した資料は、179個であった。

II 初動方向の分布による地震活動域について

第4表 光学式電磁地震計の定数

昭 35.4 検定

§ 1 調査の方法と資料

この調査は1926年(大15)から1961年(昭36)までの36年間について実施した。資料は長崎の地震原簿に記載されてあるもののうち、調査要領⁽¹⁾に示された基準にそい、主として長崎から半径300km以内の観測値を用いた。調査地震の震源地名は、気象庁地震月報および同別冊1を参照した。観測値は主としてウ式によるものを用いたが、1959年(昭34)以降の分は57型光学式電磁地震計

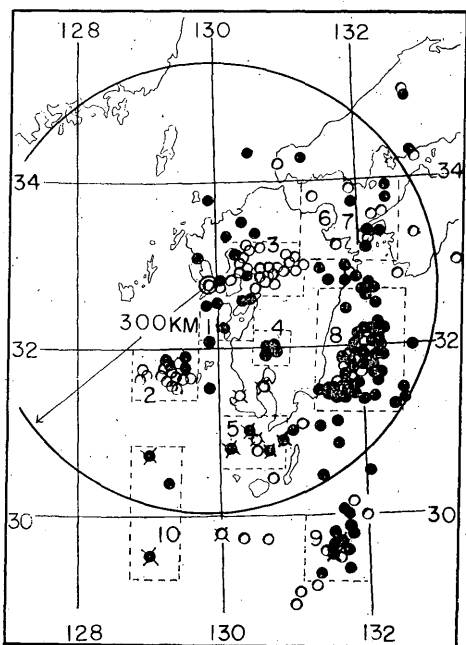
| 成分 | 周 T ₁ | 期 T ₂ | 倍率 | 減衰 h ₁ | 定数 h ₂ |
|-----|---------------------|---------------------|-------|----------------------|----------------------|
| 南北動 | 1.00 | 20.0 | 2,400 | 0.87 | 0.94 |
| 東西動 | 0.99 | 19.8 | 2,200 | 1.05 | 0.87 |
| 上下動 | 0.99 | 17.4 | 2,700 | 1.35 | 0.57 |

T₁, h₁: 変換器 T₂, h₂: 検流計

第5表 地震活動域の単位

| 単位名 | 震央地名 | 範 囲 | | | 初動方向と百分率 | | | | 備 考 |
|-----|---------------|-----------|-----------------|------------|----------|----|----|-----|-------------------------------------|
| | | N | E | h | ● | ○ | 計 | % | |
| 1 | 千々石湾 天草島付近 | 32.5—33.2 | 129.0— 130.5 | 0—20 km | 7 | 1 | 8 | 88 | 小規模の地震が頻発する震源域雲仙岳の火山性地震が含まれると考えられる。 |
| 2 | コシキ島付近 | 31.7—32.0 | 128.8— 129.6 | 0—40 | 4 | 11 | 15 | 73 | 鹿児島県西方域の広範囲のものから区別した。 |
| 3 | 有明海 熊本県 | 32.7—33.3 | 130.2— 131.2 | 0—40 | 2 | 24 | 26 | 92 | やや顕著な震源域であるが顕著な地震は少ない。 |
| 4 | 鹿児島県北部 | 31.8—32.1 | 130.6— 130.8 | 0—20 | 4 | 0 | 4 | 100 | 小区域の震源域。地震の規模は小さい。 |
| 5 | 佐多岬沖 | 30.7—31.1 | 130.3— 130.9 | 100—150 | 4 | 1 | 5 | 80 | やや深い震源域であり顕著ではない。 |
| 6 | 大分県 豊後水道付近 | 32.8—33.6 | 131.0— 132.3 | 0—40 | 2 | 6 | 8 | 75 | 単位7と同一震源域でやや広範囲に震源が散在する。 |
| 7 | 〃 | 32.8—32.6 | 131.0— 132.3 | 50—100 | 4 | 4 | 8 | 50 | 単位6と同様にあまり顕著な震源域ではない。 |
| 8 | 宮崎県沖 日向灘 | 31.3—32.3 | 131.4— 132.4 | 0—40 | 57 | 4 | 61 | 93 | 顕著な震源域で広域にわたる。顕著な地震が時々発生する。 |
| 9 | 屋久島南東沖 | 29.7—30.0 | 131.4— 132.0 | 50—100 | 9 | 1 | 10 | 90 | やや顕著な震源域 |
| 10 | 鹿児島県南西沖 | 29.5—30.8 | 129.0— 129.5 | 200—280 | 3 | 0 | 3 | 100 | やや深い震源域で、単位5の震源域と別にしたが、広範囲に考えてもよい。 |

●: 押し, ○: 引き, %: 多い方の割合を示す。



第5図 長崎における初動の押し(●), 引き(○)の分布と単位区分 ※○>100km

§ 2 初動の押し, 引き分布

初動の押し(●), 引き(○), 別に震央の位置をプロットし, 地震活動域のブロック区分を図示したのが第5図である.

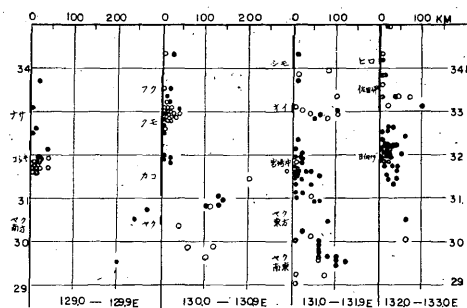
1. 深さ>100 kmで調査の対象となった地震は12個で, その震源は九州南方に分布している. このやや深い地震の初動は押し8, 引き4であった.

2. 深さ≤100 kmの地震の平面的分布は, 九州東方海域に押しが集中し, 熊本県およびコシキ島付近の震源域に引きの初動が多い.

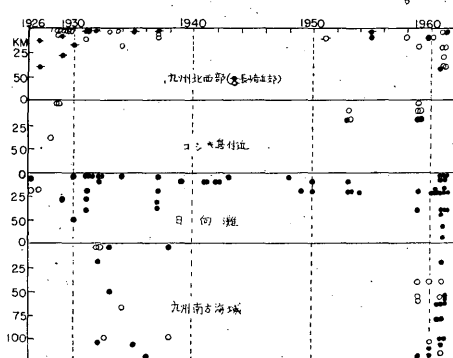
3. 地震活動域の単位は, 第5図に示す10単位を選んだが, 単位区分には明確な条件は設けずやや顕著な震源域を単位とした. 第5表には単位区分によって, その震源域の初動の押し引きの特性を要約して示した.

4. 初動の押し, 引きの立体的分布は, 九州を経線で縦断し, 129.0°E—129.9°E, 130.0°E—130.9°E, 131.0°E—131.9°E, 132.0°E—133.0°Eの4区分にして, その状態を第6図に示した.

(ア) 九州西部の沿岸では, 31°N以北で浅い(<20 km)地震が多く, コシキ島付近で引き, 長崎付近で押しの初動が多い, また31°N以南には深い地震(>100 km)が分布し, 押しの初動を示す.



第6図 初動の押し(●), 引き(○)の垂直断面図



第7図 初動の押し(●), 引き(○)の時間的変化傾向

(イ) 九州中部を縦断した地域では, 30°N以北の熊本県を中心とした<20 kmの震源域に引きの初動が集中し, 鹿児島県北部に押しの震源域がある. 鹿児島県南方沖のやや深い震源域では, その北部に押し, 南部に引きの地震が多い.

(ウ) 大分県から山口県付近では, 20~100 kmの震源域で深さに関係なく引きの初動がやや多い. 宮崎県およびその東方海域では<40 kmの震源域で押しの初動が大部分を占める. その南方海域ではやや深い震源域となるが押しの初動が多い.

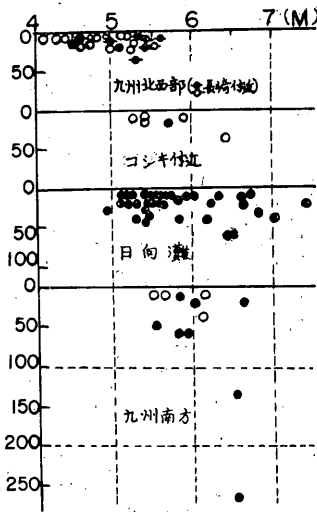
(エ) 九州東方海域(日向灘)では, 深さ<40 kmの浅い震源域で押しの初動が集中している.

5. 初動の押し, 引きの時間的変化の傾向

顕著な震源域である4地域(九州北西部, コシキ島付近, 日向灘, 九州南方海域)について, 1926年(大15)から1961年(昭36)までの初動の押し, 引きの変化傾向を調査した. 第7図に横軸に年, 縦軸に深さ(km)をとってその結果を示した.

6. 初動の押し, 引きと Magnitude との関係

前述した顕著な震源域である4地域を対象にして調査



第 8 図 初動の押し(●), 引き(○)とMagnitude の関係

した. 第 8 図には横軸に Magnitude を縦軸に深さ (km) をとってその結果を示した.

§ 3 初動方向のかたより

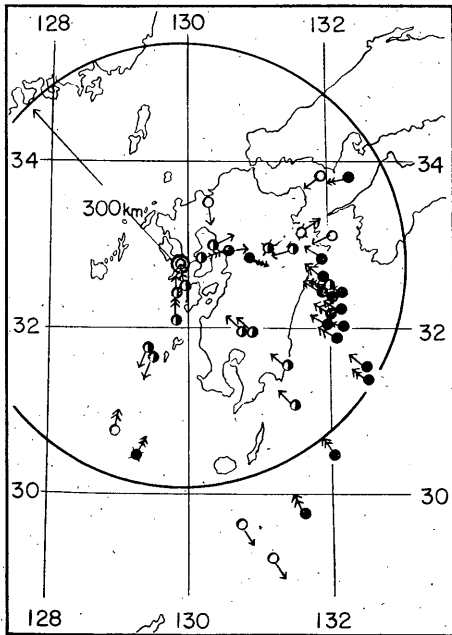
初動の水平成分を合成して平面的方向をだし, 震央に平行移動して震央に対する初動方向のかたよりを調べて第 9 図に示した. 図中矢の方向は初動の向きを, 矢先の数は初動の大きさを 3 階級 (8μ 以上は矢先が 1, 20μ 以上は矢先が 2, 50μ 以上は矢先が 3) に区分して示した.

1. 初動方向が震央に対して右偏している震央が 18 個で最も多く 46%, 左偏している震央が 14 個で 36%, かたよりのない震央は僅かに 7 個であった.
2. 震源域別にみると, 右偏している震央は宮崎県東方沖に集っている. 左偏している震央は, 九州南方海域と伊予灘付近に散在し, 特に震源域とは関係がないように思われる. 初動方向のかたよりのない震央は, 長崎に近い震源域, コシキ島付近, 鹿児島県付近となっている.

§ 4 調査結果と考察

前述したように, この項でも最終的な結論ではなく, 調査結果の要約に止める.

1. 長崎で観測された 179 個の資料のうち, 初動の押しが 117 個で 65% をしめた.
2. 初動の押しが卓越する地域は, 宮崎県東方沖, 鹿児島県, 九州南方のやや深い震源域となっている.
3. 初動の引きが多い地域は, 熊本県および有明海, コシキ島付近の震源域である.
4. 初動の押し, 引きの垂直的分布は, 資料が十分でなかったためか, 深さとの関係は明りようでない. 調査地域の震源の深さは, 九州北西部が最も浅く, 九州東部および南部に次第に深くなり, 九州南方では 280 km の深さに達した. このやや深い震源域では, 押しの初動が多い.
5. 初動の押し, 引きの時間的変化は, 第 7 図に示したように不明りようである. このことは調査期間が 36 年間であったが, その間各震源域の地下構造 (発震機構) に大きな変化が現われていない結果と考えられる.
6. 初動の押し, 引きと Magnitude の関係は; 第 8 図に示したように, はつきり現われなかった.
7. 初動方向の震央に対するかたよりは, 宮崎県東方沖の大部分の地震が右偏し, 長崎に近い (200km 以内) 地震にはかたよりが少ない.



第 9 図 初動方向のかたより
○ 初動方向が左偏する
● 初動方向のかたよりのない
● 初動方向が右偏する

III 走時からみた地下構造について

§ 1 調査の方法と資料

1953年(昭28)以降1961年(昭36)までの9年間について、長崎から半径500 km以内の地震を調査した。資料は長崎の地震原簿に記入され、かつ震源地が判明しているもので、発震時の秒位、 λ , ϕ , h が明りょうなものを用了。また地震の深さは、気象庁が示した7階級⁽¹⁾に分け、80 km以上の深い地震は対象にできなかった。

発震時は各成分にかかわらず、 eP を除き1番早い P , iP を用了。走時の調査には地震観測法⁽²⁾の和達、益田の走時曲線を標準として用了。

なお調査に用了地震計は、ウ式を主にしたが、1959(昭34)年以降の資料には電磁式地震計も併用了。

§ 2 地域区分

初動の iP (○), P (●), を区分して各震央をプロットしたのが第10図である。さらに前述した調査 I, II, の結果も参照して、各地震活動域を6単位(A, B, C, D, E, F)に区分して示した。また第6表には、地域区分別に次に示す走時図に用いる記号、震源域名、各深さ別の調査地震数を示した。

§ 3 走時図

長崎で観測された初動の発震時と、震源における発震時(気象庁地震月報による)の差から走時を求めた。走時図は第6表に示したように、 $0 < h \leq 20$ km, $20 < h \leq 30$ km, $30 < h \leq 40$ km, $50 < h \leq 60$ km, $70 < h \leq 80$ km, の各深さ別に作成した。図中実線で示す標準走時曲線は、和達、益田⁽³⁾のものである。

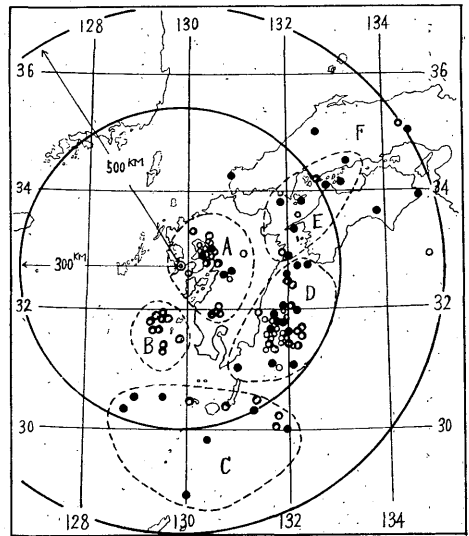
第11図の1~5は、縦軸に走時(Sec), 横軸には気象庁震央決定図(1/200万)で求めた震央距離(km)をとり、前述した各深さ別に iP (○), P (●) 別にプロットして、標準走時曲線と比較した。

第12図の1~5に示す走時図は、第11図の要領で地域別の記号で示し、走時の地域性を標準走時曲線と比較したものである。

1. 第11図の1($0 < h \leq 20$ km)では、標準走時曲線との偏差が、 iP より P の方がやや大きい。

2. 第11図の2~5(>30 km)では、 iP , P による標準走時との差は認められない。

3. 第12図の1($0 < h \leq 20$ km)によると、標準の走時より B, C, D 地域では2~3 sec 早く、E 地域と



第10図 走時調査の地域区分
 iP (○), P (●)

第6表 地域区分の記号および深さ別調査地震数

| 地域区分 | 震源域 | 深さ (km) | | | | | |
|------|----------|---------|----|----|----|----|-----|
| | | 0-20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 計 |
| A | ○ 九州北西部 | 18 | 1 | 4 | — | — | 23 |
| B | ● コシキ島付近 | 9 | — | 1 | — | — | 10 |
| C | ◎ 九州南方沖 | 3 | — | 2 | 13 | 5 | 23 |
| D | △ 日向灘一带 | 27 | 1 | 8 | 3 | 1 | 40 |
| E | ▲ 瀬戸内海西部 | 6 | — | — | 1 | 4 | 11 |
| F | × その他 | 5 | — | 2 | — | — | 7 |
| 計 | | 68 | 2 | 17 | 17 | 10 | 114 |

その他の地域(F)では5 sec 以上走時がおそくなっている。

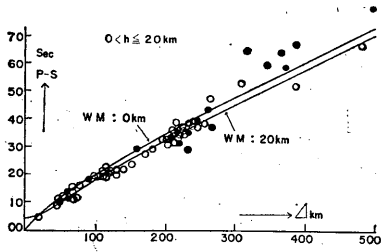
4. ($20 < h \leq 30$ km)では、標準走時よりA地域ではややおそく、D地域では2~3 sec 早い走時となった。

5. ($30 < h \leq 40$ km)では、A地区では標準走時よりややおそく、C地区ではやや早い。

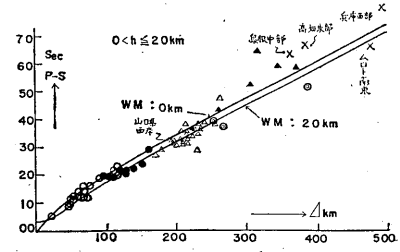
6. ($50 < h \leq 80$ km)のやや深い地震では、各地域とも標準走時曲線とだいたい致するが、C地域では偏差のばらつきがやや大きい。

§ 4 調査結果と考察

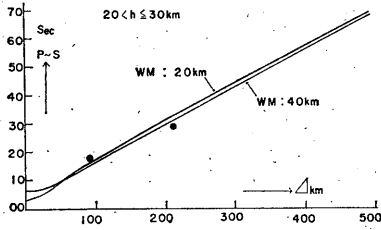
ここに述べる調査結果は、この調査の結論とはいえないが、他の観測所の調査結果と総合される資料として、一応の考察を述べる。



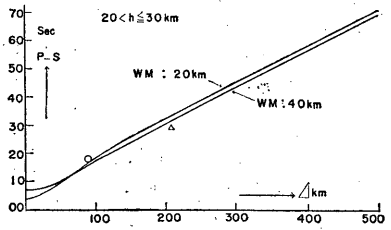
第 11 図 (1)



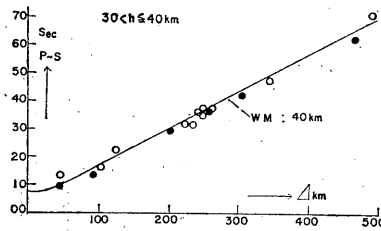
第 12 図 (1)



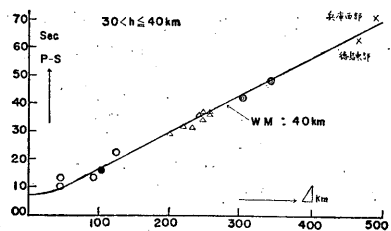
第 11 図 (2)



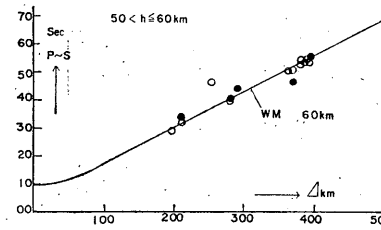
第 12 図 (2)



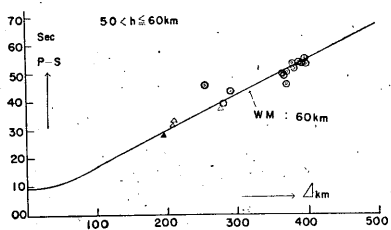
第 11 図 (3)



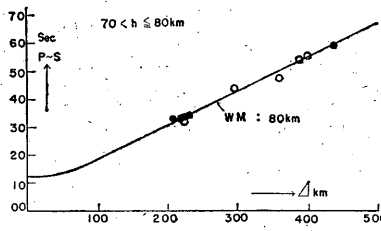
第 12 図 (3)



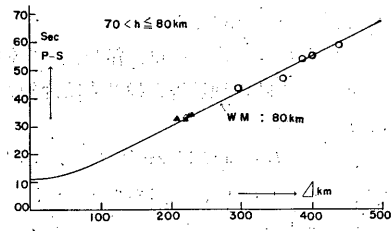
第 11 図 (4)



第 12 図 (4)



第 11 図 (5)



第 12 図 (5)

第 11 図 長崎で観測した各深さ別地震の *iP* (○), *P* (●) 別の走時

第 12 図 長崎で観測した地震の深さ別の走時

1. 初動の iP と P による走時の比較では、 $0 < h \leq 20$ km の場合 > 3 sec 早いものが iP で1, P が3, > 3 sec おそいものが iP で2, P が5となって, iP の偏差がやや少いことがいえる. 深さ > 30 km では iP と P による標準走時との差は, はっきり現われない.

2. $0 < h \leq 20$ km で震央距離が < 100 km の地震は, 標準の走時とよく一致したが, 震央距離 > 200 km では走時のかたよりが次第に大きくなっている.

3. 九州北西部 (A地域) の近い地震は大部分が浅いもので, 深さ < 20 km では標準走時によく一致した. 深さ $30 \sim 40$ km の地震では, 走時がややおそくなる傾向がある.

4. コシキ島近海 (B地域) ほとんどが深さ < 20 km の地震で, その走時は標準より2 sec 内外早くなることが多い.

5. 九州南方沖 (C地域), 深さ < 20 km の地震は標準走時より $3 \sim 4$ sec 早い傾向にあるが, 深さ > 40 km ではだいたい標準の走時と一致する.

6. 日向灘地域 (D地域), 深さ < 40 km では標準走時より $2 \sim 3$ sec 早い. 深さ > 50 km の地震は標準の走時とだいたい一致している.

7. 瀬戸内海地域 (E地域), 震央距離 < 300 km では, 各深さともだいたい標準走時線にのる. 震央距離 > 300 km の深さ < 20 km では, 標準走時よりかなりおそい走時を示す.

8. その他の地域 (F地域), 中国, 近畿地方の深さ < 20 km の地震は標準走時よりかなりおそい走時を示す.

9. 以上の調査結果から, 各震源域の地下構造の特性を要約すると次のようである.

(ア) 長崎の北東方で震央距離 > 300 km の地域では, 深さ < 20 km に標準走時よりおそい走時となる地層があるように思われる.

(イ) 長崎の南西方コシキ島付近には, (ア)と対称的に深さ < 20 km に標準走時より早い走時となる地層が存

在するようである.

(ウ) 顕著な震源域である日向灘付近を含み, 九州全般に深さ < 20 km では標準走時よりやや早い走時を示す地層が多い. しかし深さ > 30 km の地震はだいたい標準走時と一致する地層を示している.

おわりに

地震予知のための予備調査の全部を一応終った. 気象庁地震課の懇切な調査方針と調査要領の指導は, 調査の実施に当って非常に有効であった. またこの調査結果は, あらゆる面で直接現業をやっていく上に参考となるが多かった. 今後もこうした統一された調査とその指導をお願いしたい.

各調査項目について考察したことがらは, 単に長崎のみの資料に基づいた結果で完成されたものではない. 細部についての究明は今後の課題として残すことにする.

最後にこの調査を直接指導して下さった当台山田台長, 中島測候課長および資料の整理を一部担当された測候課の須賀技官, 本山技官に謝意を表す.

参考文献

- (1) 気象庁地震課: 地震予知のための予備調査, 測候時報, 26 (1959), 261—265, 368—374, 420—428.
- (2) 坂本琢磨: 長崎付近の地震についての調査, 験震時報, 28 (1964), 137—145.
- (3) 気象庁: 地震観測法, (1952, 付図).
- (4) 大野謙, 須賀盛典, 南喜一郎: 北海道周辺における地震活動と地下構造, 験震時報, 26 (1961), 39—59.
- (5) 安井 豊: 南九州の群発地震についての一調査, 験震時報, 27 (1962), 109—125.
- (6) 宇津徳治: 初動方向のかたよりについて, 験震時報, 21 (1956), 13—20.