

亀山の地震記象からみた地震活動域について*

岡 本 晟**

550.340.1

§ 1. は し が き

この調査は気象庁地震課から提案された「地震予知のための予備調査」の一環として行ったものである。亀山で観測された地震観測の結果を基とし、主として近畿地方及び東海地方の地震活動域を調査したものである。

当所の地震計はウィーヘルト式 (Ares 型) と強震計 (気象庁 52 B 型) で、位置は $34^{\circ}51'N$, $136^{\circ}28'E$ にある。地盤は第 3 紀層に属する粘土と砂礫よりなり、交通関係による雑微動、脈動も観測上特に支障はない。

地震観測を開始したのは昭和 6 年 1 月 1 日であり、昭和 7 年 1 月 30 日に中央气象台型強震計が設置され、その後昭和 34 年 10 月 9 日より気象庁 52 B 型強震計に取替えられ現在にいたっている。その間、東南海地震 (昭 19. 12. 7)、三河地震 (昭 21. 1. 13)、南海道地震 (昭 21. 12. 21) 等の大地震を観測している。

§ 2. 地震計の常数

本調査期間中 (1951—1961) の常数值は第 1 表のとおりである。

第 1 表 ウィーヘルト式地震計常数值

成分	重錘質量 kg	倍率	周期 sec	摩擦値 mm	制振度
南北動	200	74~100	4.0~5.2	0.12~0.40	5~10
東西動	200	75~98	4.0~5.6	0.10~0.27	5~10
上下動	80	51~88	4.0~5.5	0.08~0.79	5~9

§ 3. 地震記象型について

(1) この調査は「地震予知のための予備調査」A に相当するもので、地震記象の型は同一場所で観測した記象

* A. Okamoto: Investigations of Seismic Activity from Seismograms Obtained at Kameyama (Received April 12, 1965).

** 亀山測候所

でも、地震の発震機構、震源の深さ、その地震波の伝搬経路、地盤の状態、などにより色々の型を記録するが、亀山におけるウィーヘルト式地震計により観測した 1951—1960 (10年間) の資料により記象型の分類をおこない、その地域的な特性を調べた。

(2) 記象型の分類にさいして次の基準に従った。

- 分類を明確にするために 3 成分とも記象紙上で最大振幅 1.0 mm 以上を一応の基準とするもそれ以下でも非常に明瞭に出ている場合にはそれも含めた。
- 記象を分類するにあたって特に P 、 S の立ち上り、 S の明瞭度、 P ~ S の振幅と S 以後の振幅の比、 S 以後の振幅の減衰のしかた、最大動の現れ方を着目した。

(3) 以上の基準に従って記象型の分類を行った結果次のようになった。

A 型 簡単明瞭な型で S 波の初動に最大動が現れ振動の減衰が早い、一般に有感が多い。A 型の中で S 波の直後に最大動が現れ振動の減衰が比較的遅いものを A* とした。

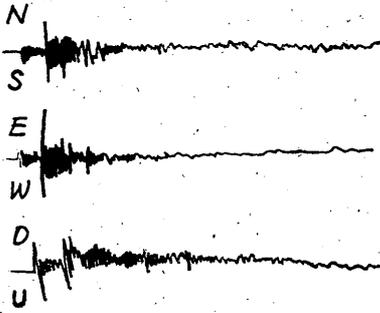
B 型 A 型と殆んど同じ型であるが、 S 相の振幅は P ~ S の振幅に比べて極めて大で、又振動の減衰が早い。B 型の中で S 波の直後に最大動が現われ振動の減衰が比較的遅いものを B* とした。

C 型 P 、 S 共明瞭で、振幅が小さく簡単な P に続いてその後突然明瞭な S 波が現れる。最大振幅は S 相またはその直後に現れ振動の減衰が遅いもの、この型は深発地震に多い。

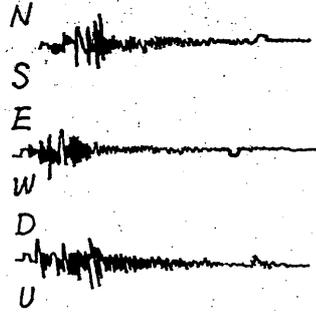
D 型 P 、 S 共やや不明瞭で紡錘型に近く、周期が長く振動の減衰が遅い。

E 型 P から次第に振幅を増し S 相以後に振幅が最大になる。紡錘型で振動の減衰は遅い。

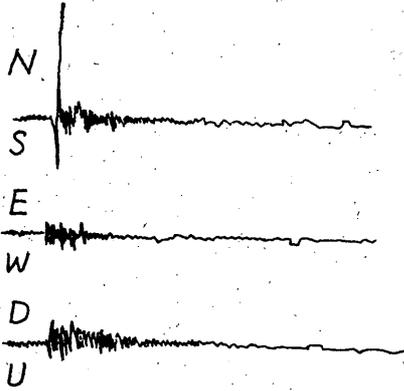
第 1 図は以上の分類による記象型の実例を示したものである。



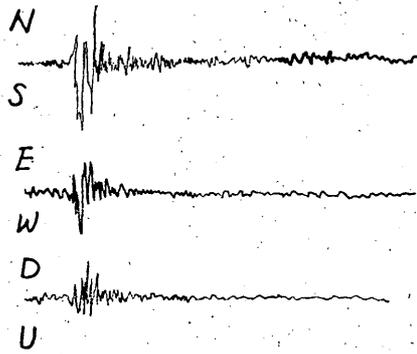
A型 1951年4月26日19h57m 愛知矢作川河口
震度1 震央 34.9 N 137.1 E 深さ 20 km



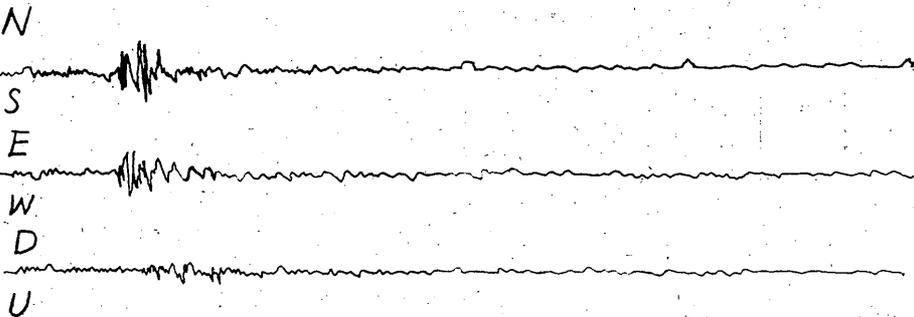
A*型 1953年11月8日14h03m 三重県中部
震度1 震央 34.8 N 136.3 E 深さ 10 km



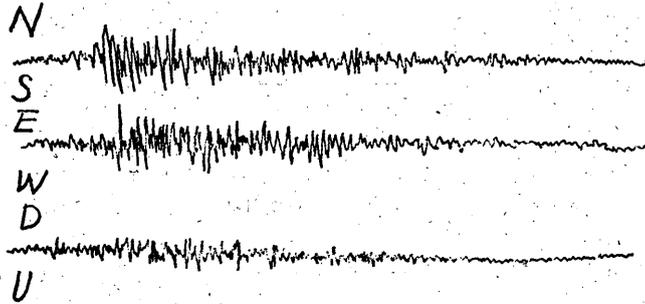
B型 1958年6月28日10h58m 愛知県東部
震度II 34.8 N 137.3 E 深さ 30 km



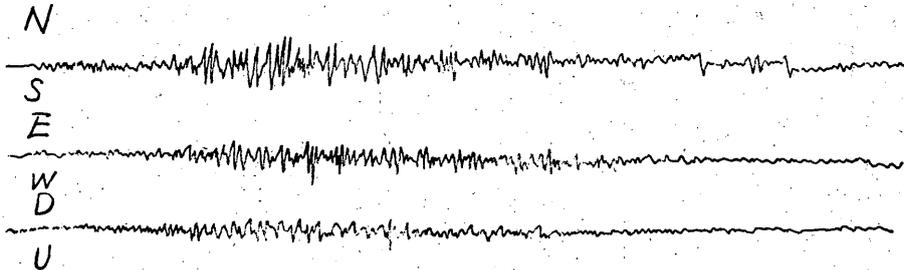
B*型 1957年5月21日05h05m 和歌山県中部
震度0 34.1 N 135.6 E 深さ 0 km



C型 1951年8月21日05h09m 徳島県西部
震度0 33.8 N 134.1 E 深さ 20 km



D型 1956年11月4日14h38m 千葉県中部
震度0 35.6N141.2E 深さ80km

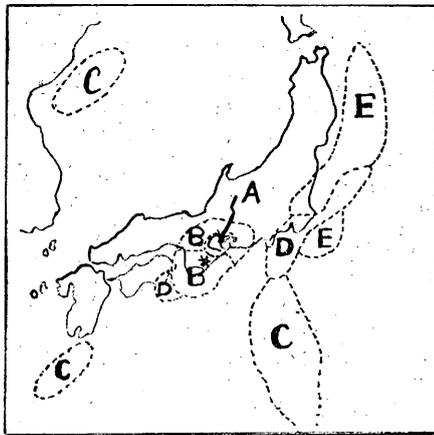


E型 1960年2月5日01h52m 宮城県東方沖
震度0 38.6N143.2E 深さ0km

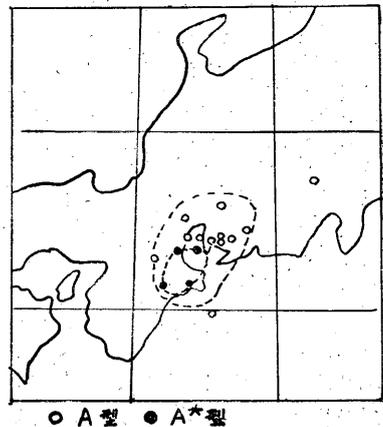
第1図 記象型の実例

(4) 各記象型の分布の特徴をみるために震央位置に記象型を記入したのが第2図である。これより

- 1) 亀山を中心として約 50 km 以内はA型で、その分布を拡大したのが第3図で、A*型は三重県中部に起る。
- 2) 愛知県東部、京都、滋賀、岐阜県はB型で、紀伊半島から和歌山県はB*型が起る。
- 3) 伊豆諸島、南西諸島および朝鮮北部の東海上はC型で深発地震である。
- 4) 千葉県、伊豆半島沖、銚子東方沖および紀伊水道



第2図 記象型の分布図



第3図 A型の細分図

第2表 各記象型の分類表

分類型	震央地名	P-S (秒)	深さ (km)	特徴
A	A 三重県北部 岐阜県南部 愛知県西・中部	3~20	0~50	単明瞭型でS波の初動に最大動, 振動の減衰早し, 一般に有感多し.
	A* 三重県中部			S波の直後に最大動, 振動の減衰比較的遅し.
B	B 京都府 滋賀県 岐阜県中部 愛知県東部	5~27	0~75	S相以後の振幅はP-Sの振幅に比べて極めて大, 振動の減衰は早い.
	B* 三重県南部 奈良県 和歌山県			S波の直後に最大動, 振動の減衰比較的遅し.
C	小笠原諸島 南西諸島		(100≤)	P, S 共明瞭 振幅の小さいPが続き, 突然明瞭なSが現れる, 深発地震に多し.
D	千葉県 銚子東方 伊豆半島 紀伊水道	27~108	0~80	P, S 共やや不明瞭, 紡錐型に近し.
E	茨城県東方 三陸東方 房総半島南東沖	34~112	0~80	紡錐型

はD型である。

5) 茨城県から三陸東方沖, 房総南東沖はE型である。

(5) 以上をまとめ記象型の分類表にしたのが次の第2表である。

大別して近畿地方と関東および東北地方東方海上の地震に2大別されるようである。特に伊勢湾北部から愛知県部(三河湾)周辺の地震はA, B型が混入している。また東関東地方から北上する地震帯に於ける記象型の分類も一応第2図のようにE型にD型が突入している分布を示している。(浅発地震と深発地震に分けずに調査した)

§ 4. 初動について

(1) この調査は「地震予知のための予備調査」のBに相当するもので, 亀山で観測した初動の“押し”, “引き”が震源の位置によってどのような傾向を示すかを調べ, あわせて初動のかたよりについてその分布に特徴があるかどうかをみたものである。資料は1951-1960年の10年間の浅発地震95回である, ただし深発地震は資料数が少く(25回)次の機会にする。震央の位置と深さは地震

月報とその中に入らないものは大阪地震月報記載のものを使用した。

(2) 亀山でP波初動として観測された“押し”, “引き”をそれぞれ震央位置に“押し”は●, “引き”は○で地図上に記入したものが第4図で第5図はそれを拡大したものである。

次に第4, 5図の“押し”, “引き”を特徴づけるように, 近畿及び東海地方を1-10地域に区分する。

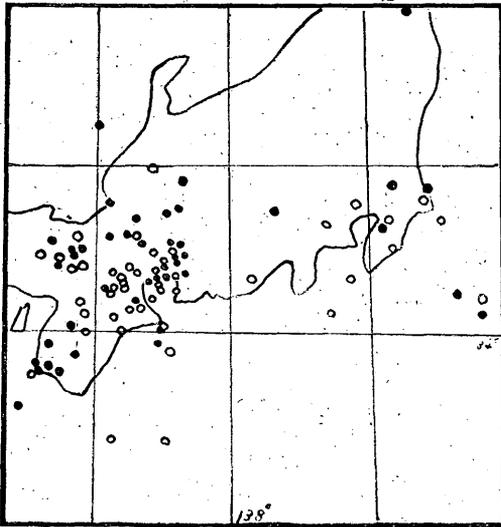
- 1: 三重県, 奈良県中部
- 2: 和歌山県中部
- 3: 京都府中南部
- 4: 福井県, 石川県西部
- 5: 岐阜県南部, 愛知県北部
- 6: 愛知県東部
- 7: 愛知県南部, 伊勢湾北部
- 8: 志摩半島
- 9: 熊野灘
- 10: 千代北, 中部

(3) 震源の深さとの関連をみるために, 深さ別の水平

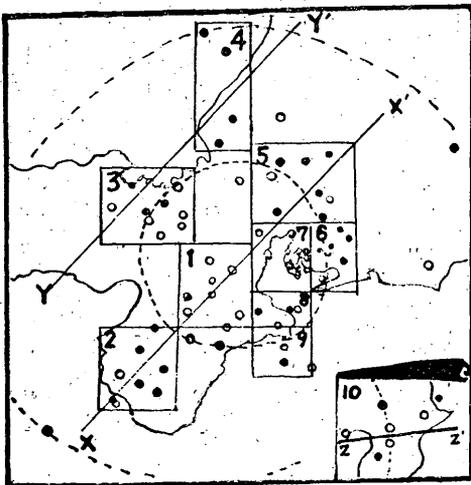
第3表 地域別の分布の割合

地 域	押し、引きの百分率	深 さ (km)
1 三重県, 奈良県中部	○ 100	0~70
2 和歌山県中部	● 75	0~70
3 京都府中, 南部	○ 67	0~20
4 福井県, 石川県西部	● 100	10~20
5 岐阜県南部, 愛知県北部	● 75	0~50
6 愛知県東部	● 51	0~50
7 愛知県南部, 伊勢湾北部	○ 90	10~40
8 島 志 摩 半	50	0~60
9 熊 野 灘	○ 66	40~80
10 千葉県北, 中部	● 63	20~80

● : 押し ○ : 引き



第4図 初動の押し、引きの平面布 ●: 押し ○: 引き



●: 押し ○: 引き

第5図 初動の押し、引きの平面分布と地域区分図 (1951~1960) $h > 80$ km

分布と地域別の垂直分布をあらわしたのが第6—9図、地域別の分布の割合を出したのが第3表である。

以上の結果、三重県北、中部、奈良県中部では“引き”、愛知県南部、伊勢湾北部では“引き”、福井県、石川県西部では“押し”、和歌山県中部では“押し”、京都府中南部では“引き”であり、強い境界線を引けば(第5図参照)“押し”、“引き”の水平分布は亀山を中心として約 100 km 以内は“引き”、約 100~200 km は“押し”、それ以上で“引き”である。X—X' の垂直分布

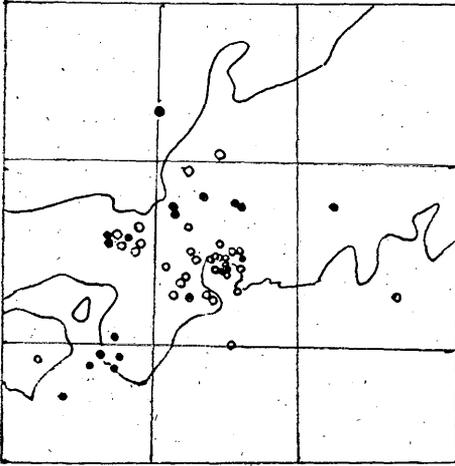
で特に 137°E 付近の地震では 10km までは“押し”、“引き”混入し、20 km までは“引き”でそれ以上になると“押し”が出ている。Y—Y' 線はほとんどが 20 km までの地震である。Z—Z' 線は 40~80 km の地震で深くなる程“引き”が多く出ている。時間的傾向(第10図)はあまり顕著でない。

(4) 次に初動方向が震央と観測点を結ぶ線の方向に正しく向くかどうか、もしかたよるとすればかたよりに地域的に系統だった特徴がみられるかどうかを調べてみた。ここでは亀山の P 波の水平成分、すなわち東西、南北両成分の合成値を使って水平方向のかたよりを求めたのが第11図である。図の矢印は亀山での初動方向をその震源位置に平行移動させたものである。図はかなり特徴ある分布をしているが、およその境界線を引けば図のようであり、愛知県東部と南部の分布は明瞭に出ている。

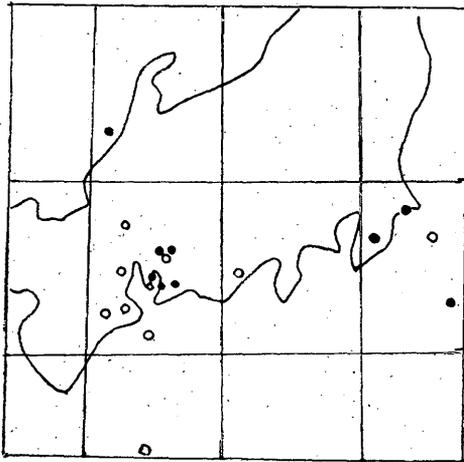
§ 5. P 波の走時について

(1) この調査は「地震予知のための予備調査」のCに相当するもので、ある観測点において、標準走時曲線からの深さ別、地域別の P 波の走時のかたよ(遅速)を調査し、できれば各地域から観測点にいたる地下構造を推定しようとするものである。

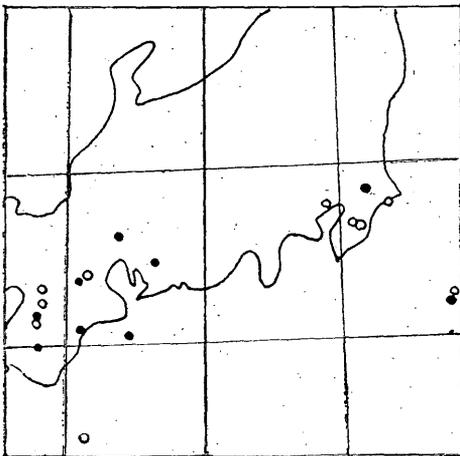
まづ調査の方法として 1953—1991 年まで亀山のウィーヘルト式地震計で観測された地震の中から初動が P および iP で観測されている地震で半径 500 km 以内で震源の深さ(h)が 80 km 以内のものに限定した。(P と iP 別による調査はしなかった。震央の発震時は地震月



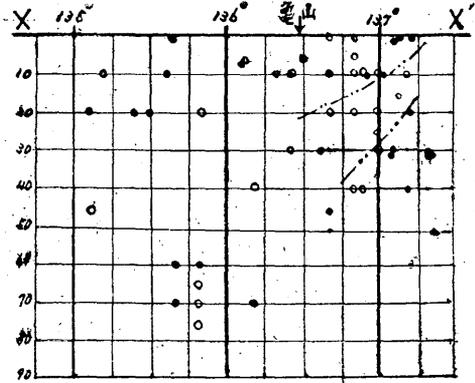
第6のa図 $0 < h \leq 20$ km 震央分布図
●: 押し ○: 引き



第6のb図 $20 < h \leq 40$ km 震央分布図

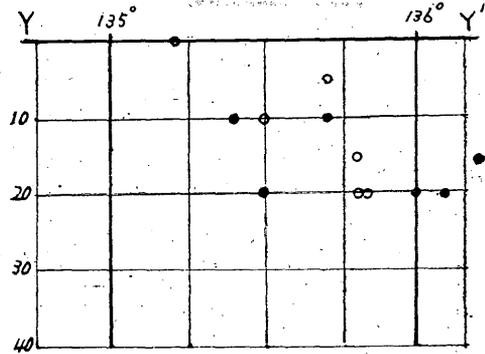


第6のc図 $40 < h \leq 80$ km 震央分布図

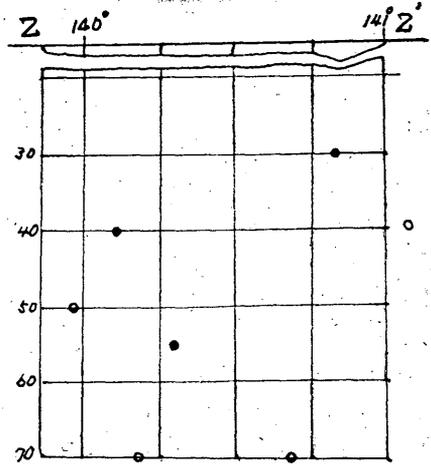


第7図

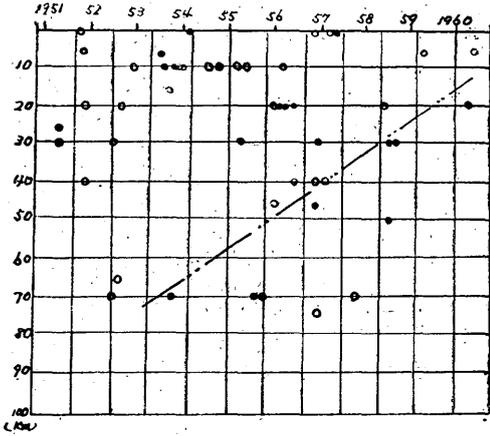
X-X' の押し, 引き垂直分布 ●: 押し ○: 引き



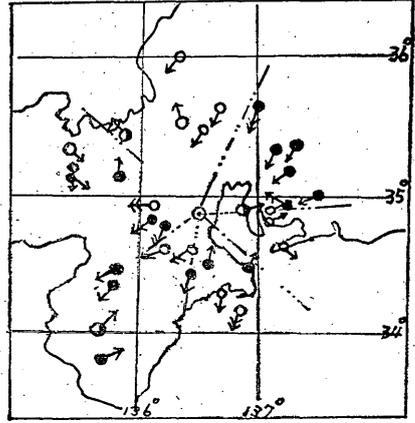
第8図 Y-Y' の押し, 引き垂直分布



第9図 Z-Z' の押し, 引き垂直分布

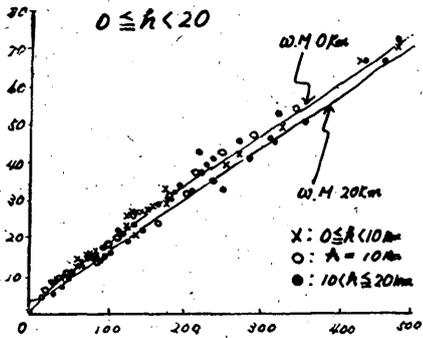


第10図 X-X'線上の押し、引きの時間的傾向
(3. 4. [10]区を除く)

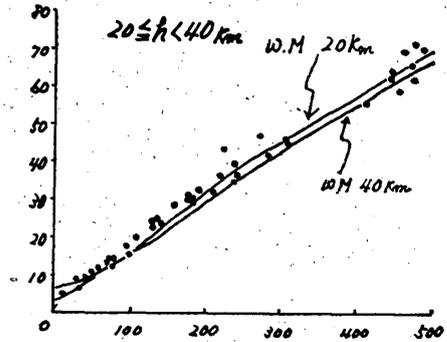


第11図 初動方向のかたより

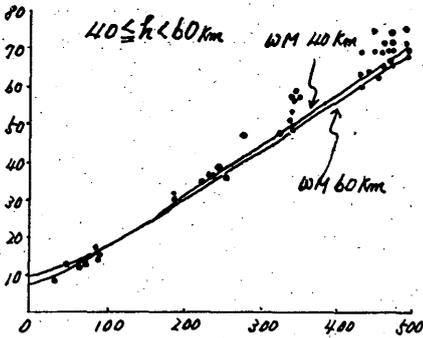
●: 右偏 ○: 左偏 ⊙: 無し
↑: $\leq 10\mu$ †: $10\sim 50\mu$ ‡: $> 50\mu$



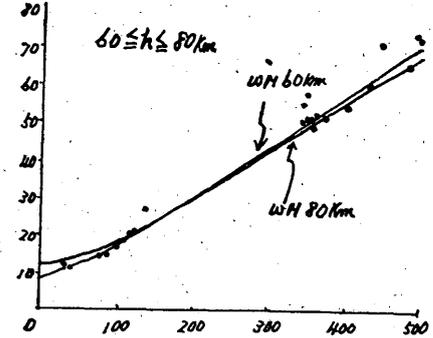
第12のa図 $0 \leq h < 20$ km 走時図



第12のb図 $20 \leq h < 40$ km 走時図



第12のc図 $40 \leq h < 60$ km 走時図

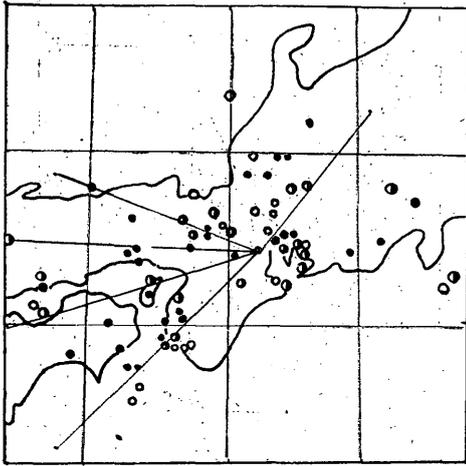


第12のd図 $60 \leq h \leq 80$ km 走時図

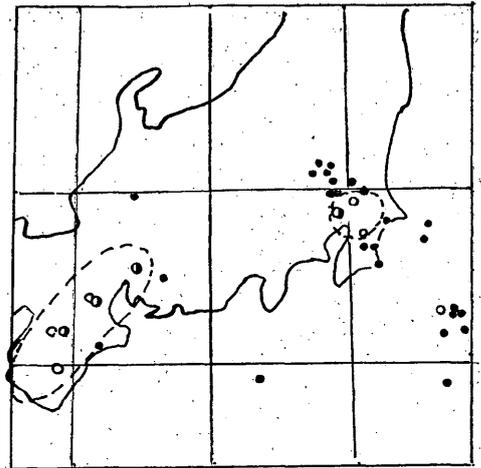
報、震央は地震月報および大阪地震月報による) 上記期間中でこの条件に適合するもの161例を選んだ。

これらの資料を用いて震央距離および走時を求め、これを震源の深さ別に示したのが第12のa, b, c, dの

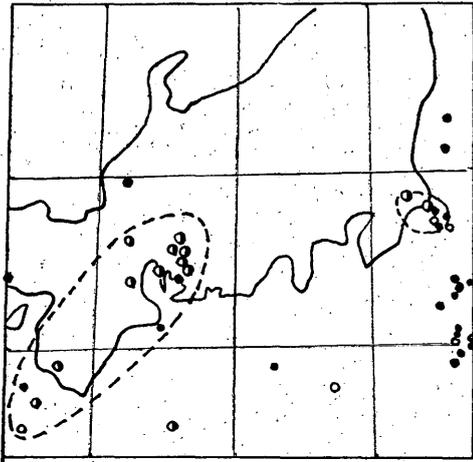
走時図である。なお図中の曲線は和達、益田の走時曲線である。次に地域分布をみやすくするために、走時曲線からの偏差を出し、それらを深さ別に地図上の震央の位置に示したのが第13のa, b, c図である。



第13のa図 $0 \leq h \leq 20$ km 走時偏差分布図
● : おそし ○ : はやし ● : なし(偏差 ± 0.5 sec)



第13のc図 $40 < h \leq 40$ km 走時偏差分布図



第13のb図 $20 < h \leq 40$ km 走時偏差分布図

(2) 時刻精度の誤差および走時曲線からのかたよりが ± 3 秒(大部分)以内であるこの資料よりは地下構造の推定は困難であるが、各図からおよそ次のような傾向を見出すことができる。

- 1) 全体として和達、益田の走時曲線よりおくれる傾向があり、特に100 km以上は顕著である。(0 $\leq h \leq 10$ kmはその傾向が明瞭である)

- 2) 近畿北部から岐阜県西部・愛知県東部・瀬戸内海は大体走時曲線にのる。
- 3) 紀伊半島から紀伊水道にかけ早い傾向がある。
- 4) 亀山を中心として西日本方面にかけて分布の境界線を引けば第13のa図のように放射線状に引くことができ、地下構造の複雑さをみることができる。
- 5) $20 < h \leq 40$ km, $40 < h \leq 80$ km では愛知県東部から南西方面紀伊水道にかけ走時曲線にのる。
- 6) 銚子南東沖、千葉県北部では走時より早く出る地震がいくらかある。

§ 6. むすび

この調査は亀山だけの資料を整理したもので、また主観的判断も入っている。総合的考察の一助となれば幸である。最後に御指導をいただいた鈴木所長に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 地震課 (1959): 地震予知のための予備調査(1), (2), (3) 測候時報, 26, 261~265, 368~374, 419~424.
- 2) 山崎正男外 (1964): 大阪の資料からみた近畿地方の地震の特性, 験震時報, 29, 31~40.