

39. 關東地方に於ける地震の發生 (其 1)

地 震 研 究 所
那 萩 表 須 原 尊 俊 一 治 禮 郎

(昭和 11 年 6 月 6 日 発表 — 昭和 11 年 6 月 20 日 受理)

緒 言 大正 12 年の關東大地震後關東地方に發生せる地震の研究は數多なされたが地震研究所に屬する各地の觀測所の觀測結果に基き震原の分布を研究されたものは先には今村博士¹⁾ 及び保田桂二氏によつてなされたものがあり、その後小平理學士²⁾ によつて震原の立體分布にまで論究されたものがある。小平理學士の研究は大正 13 年(1924)より昭和 6 年に至る期間に發生せる地震に就いてなされたものであるが今回の筆者等の研究はその後に起つた地震をも含めてある。即ち期間は大正 13 年より昭和 10 年(1935)末日までの 12 箇年である。

此の研究の資料は地震研究所の地震觀測報告である。此の報告中大正 13 年より 2 ~ 3 年間に起つた地震の震原位置は東京本郷に於ける觀測に宇都宮、銚子、熊谷等の諸測候所の觀測結果を用ひて決定されたものであるが觀測點が 3 乃至 4 であるため決定された震原位置が稍々不正確であることは否めない。地震研究所創立以來、順次に地方觀測點の増設を見るに至つて震原決定に一段の正確さを加へられた現今の觀測結果と同一價値に取扱ふことは不懶當に思はれるが、前期 2~3 年間の地震に就いて再調査を行ひ現在の觀測結果と同一正確度で震原位置を決定することは不可能であるから、此の研究に於ては差別の必要なき限り同一價値に取扱つた。

震原決定は本所囑託保田桂二氏の多年の経験努力によつてなされたものであるが前記地震觀測報告中には震原位置は東經 (λ)、北緯 (ϕ) 及び深さ (km) を以て示してある。

大正 13 年より昭和 10 年に至る 12 箇年間東京に於ける有感覺地震の回数及びそれ等の内震原位置の決定されたものの數は次表の通りである。

1) 今村明恒、保田桂二 地震研究所彙報 3 (1927), 105.

2) 小平孝雄 地震研究所彙報 11 (1933), 350.

年 號	東京有感地震回數	震原決定數
大正 13 年 (1924)	60	52
大正 14 年 (1925)	34	29
大正 15 年 } (1926) 昭和元年 }	68	51
昭和 2 年 (1927)	65	54
3 (1928)	78	71
4 (1929)	50	46
5 (1930)	58	50
6 (1931)	89	86
7 (1932)	59	58
8 (1933)	63	62
9 (1934)	64	64
10 (1935)	78	78

以下述べる研究は主として地震の発生位置に関するものである。即ち震央の分布及び震原の立體分布である。震原立體分布に就いては筆者の一人が丹後地震の餘震の研究の際に行つたと同様に、或る垂直平面に震原を投影する方法を用ひた。前記小平理學士の研究にも勿論この方法が用ひられてゐる。此の垂直面は夫々場所に適する様に選ぶのであるが小平理學士の選んだ垂直面の方向、即ち略 NE-WS、及びこれに直角なる方向は關東地方の地震を論ずる場合には最も適當と思はれるから此の研究に於てもこの 2 方向の垂直面を選んである。尙ほ關東地方に發生する地震はこれを幾つかの地域に別けてその分布を調べて見ると地域によつて特有な性質が稍明瞭に表はされるので此の研究に於ては關東地方を數箇の地域に區割して考へて見た。

昭和 5 年春より翌 6 年秋に至る間、伊東、伊豆の兩地震を始め道志川附近の地震、埼玉地震と順を追つて地震活動が關東平野の西部周邊に沿つて北進した事實はよく知られてゐるが、これらの震原の立體分布を詳細に研究する目的のため、西部地方は特に區域を限つてこれを取扱つた。

震原の深さが 100 km を越えるものは僅かに數箇に過ぎないがこれ等は或る一定の比較的小區域に限られてゐる様に思はれる。此の事實については後に説明する。以下研究の結果を述べる。

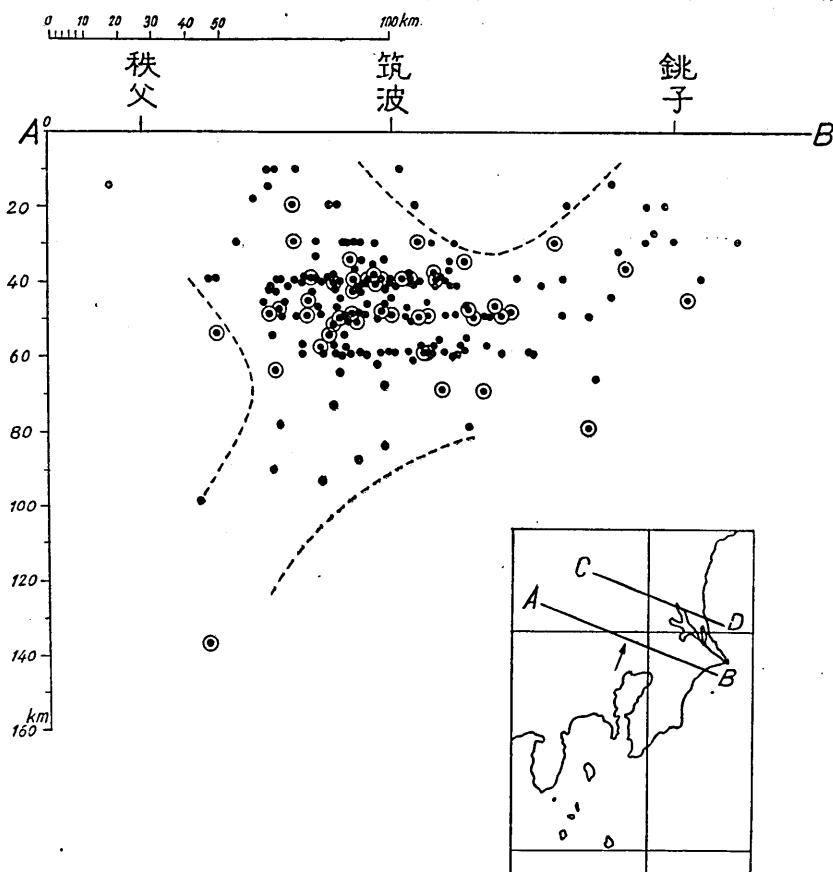
震原の分布状態を詳細に知らんが爲に、先づ地震を其の震原の深さに従つて 0~25 km のもの、26~50 km、40~60 km、51~75 km、76~100 km 及 100 km 以上のもの等に分類し各組毎に震央を別々の地圖上に記入して見ると深さが異なるに應じて震央の分布も夫々特徴のある事が判明する。其等の中最も特徴ある分布を示すものは震原が 20 km より浅い地震、100 km より深い地震及び 40~60 km の間の地震である。就

中，40~60 km の深さに起る地震の回数は非常に多く，而も其れ等が第7圖に見られる如く利根川，鬼怒川流域と東京灣北部との二つの地方に著しく密集して居るのである。

今之等震原の立體的分布の有様を知らんとするに當つて，全部の地震の震原を總括して一つの垂直面に投影してしまふ代りに，幾つかの適當な區域に分け，各區域毎に其の投影圖を作る方が真相を知るに便宜と思はれる。依つて今回は關東平野を利根川鬼怒川流域地方，東京灣北部地方，關東平野西の周縁地方等の地域に分割して夫々別々に立體分布圖を作製することを試みたのである。（第1圖～第5圖）

以下簡単に其等の立體分布圖より察知せられる事項に就き説明を試みる事とする。

1) 利根川，鬼怒川流域と東京灣北部地方との間に震央の分布が非常に粗である帶状の地域が存在する（第7圖参照）。故に利根川，鬼怒川流域地方の震原の立體的分布



第1圖 二つの垂直平面AB, CD間に含まれたる震原の位置を矢の方向に投影す。
○は少くも一観測所に於て震度IIIに達したる地震の震原
●はそれ以下の震度の地震の震原

を知るために、便宜上、第1圖に示す如く此の帶狀の所に A B なる面を作り之と平行に約 30 km の距離に他の平面 C D を置き、此の二つの面で區切られた地域内の震原を C D 面に矢印の方向に投影した。(第1圖参照)

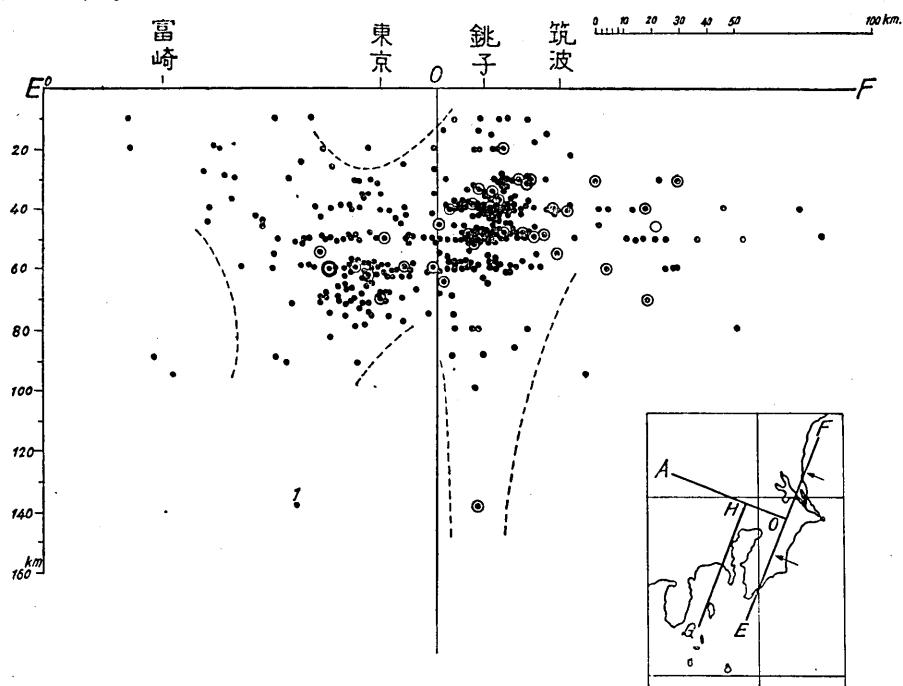
此圖から次の事柄が氣付かれる。

- i) 大多數の地震即ち全體の中の殆んど 7 割は 40~60 km の深さに起つてゐる。
- ii) 霞ヶ浦から印旛沼に至る場所の下では 30 km より浅い地震が殆んど起つて居ない。
- iii) 小平氏は先に關東地方に發生する地震の震原は一つの橢形の部分内に分布して居ると考へられたが、第1圖を見るときは震原は謂ば地表に向つて開口して居る漏斗形に類似した部分に分布して居ると見る方が至當の様である。

震原の最も深きものは 1927 年 12 月 31 日熊谷に於て震度 III を與へた地震であつて其の深さは 140 km である。

尙、圖に於て二重圓は何れかの觀測所に於て震度が III 以上であつた地震の震原を示す。

2) 次に東京灣北部地方の地震の震原の立體的分布状態を知らんが爲第2圖に示す如く東京灣の縦長の方向に平行な二つの平面 G H, E O と之等と垂直な平面 O H な

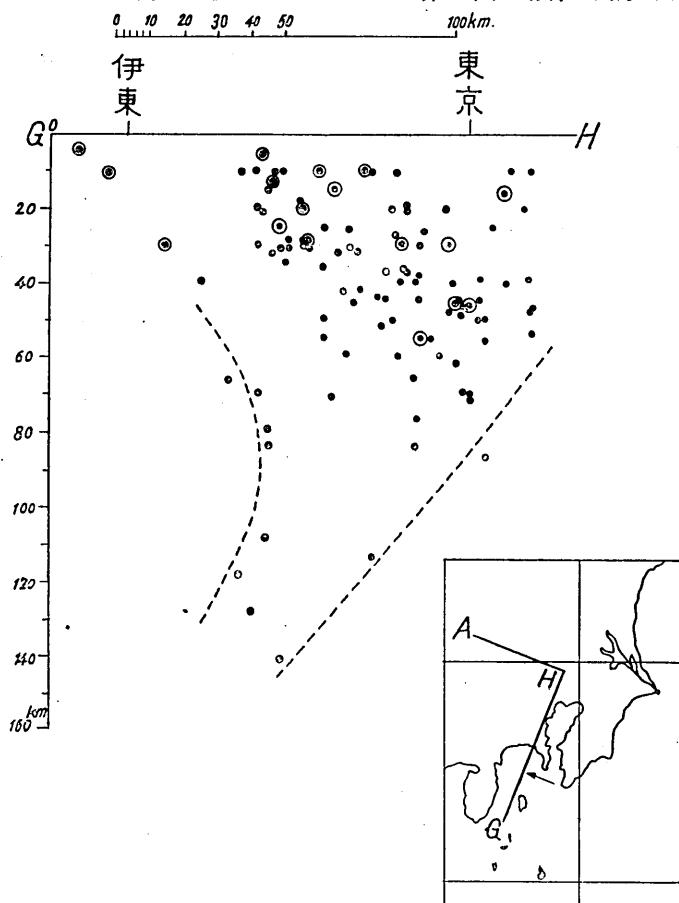


第2圖 GH, EO 及び AO, OF 間に含まれたる震源の位置を矢の方向に投影す。
◎は少くも一觀測所に於て震度 III 以上に達したる地震の震原
●はそれ以下の震度の地震の震原

る三平面で囲まれてゐる地域内の震原を G H 面に矢の方向に投影した。(第 2 圖の左方参照)。之れによれば此の地方に起る地震の震原は前の場合よりも稍深く； 50 km 内外から 80 km 位までのものが多い様である。又東京灣北部の真下にはやはり深い地震の起らない所が存在してゐる。更に立入つた震原の分布状態を考へるには第 4 圖を参照した方が便利であると思はれるから後に再論する事とする。

圖中 1 と書いた地震は 1923 年 1 月 27 日房總半島中央部に發生し深さ 140 km と報告されて居るものであるが、深さ及震央の位置に對し疑問があるので調査中のものである。且又此の震原は唯一つ飛び離れて深い所にあるからこれと東京灣北部の地震との間に關係がある如く考へるのは無理の様である。

第 2 圖の右半分は平面 A O より北の地域に存在する震原を A O に垂直な平面に總て矢を以て示す方向に投影したものであり、第 1 圖の場合を側方より見た場合に

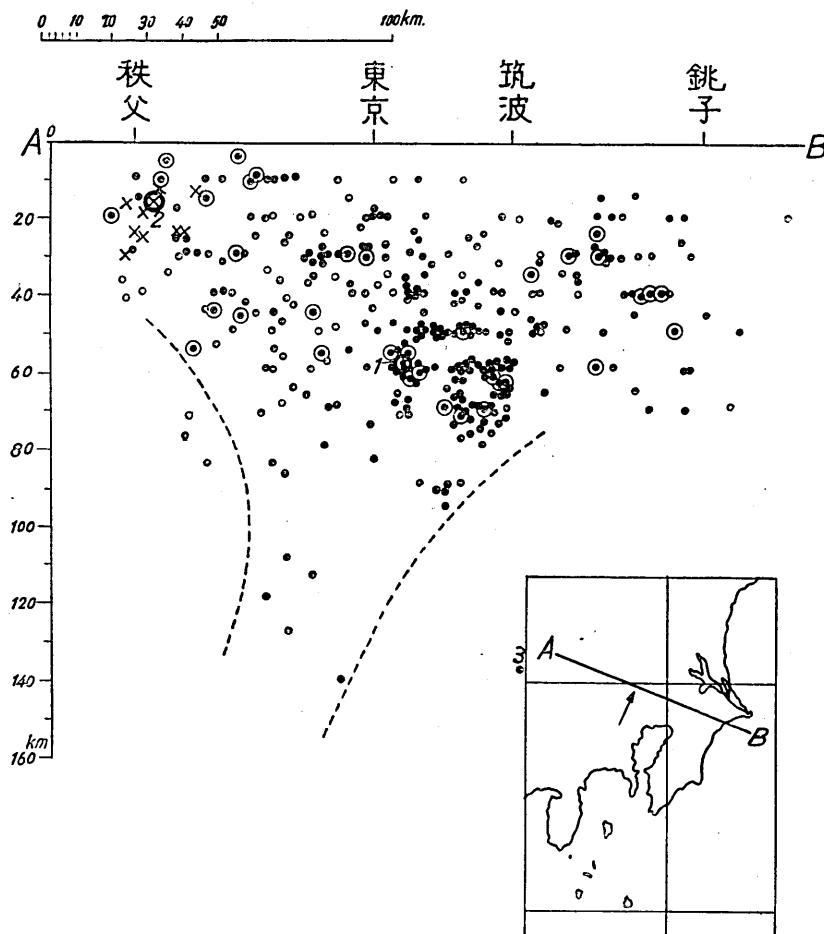


第 3 圖 二つの垂直面 A II, G II 間に含まれたる震原の位置を矢の方向に投影す。

- ◎少くとも一観測所に於て震度 III 以上に達したる地震の震原
- はそれ以下の震度の地震の震原

相當するのである。之で見ると筑波以西の深い地震のために霞ヶ浦, 印旛沼附近の深い地震の起らない地域が圖に於ては穏されてしまつて居る。併し震原が漏斗状の内に分布されて居る有様は明らかに見られる。鹿島灘にも深いものが起らない事が明瞭となる。

3) 次に第2圖の東京灣の西方の部分、即ち3圖に於て平面G H及びA Hに境せられた地域内に存在する震原を矢を以て示す方向に投影したものが第3圖である。之に於て 100 km より深い地震は相模灣及其の直ぐ北の所に起つて居るのみである。圖には 10 km より深い所に頻發した伊東地震群, 15~16 km までの深さに起つた北伊豆地震及其の餘震、又主として 20 km より深い所に起つた秩父地震及其の餘震は記入されてないがそれでも深い地震の多い事が注目せられる。震原の分布はやはり漏斗状

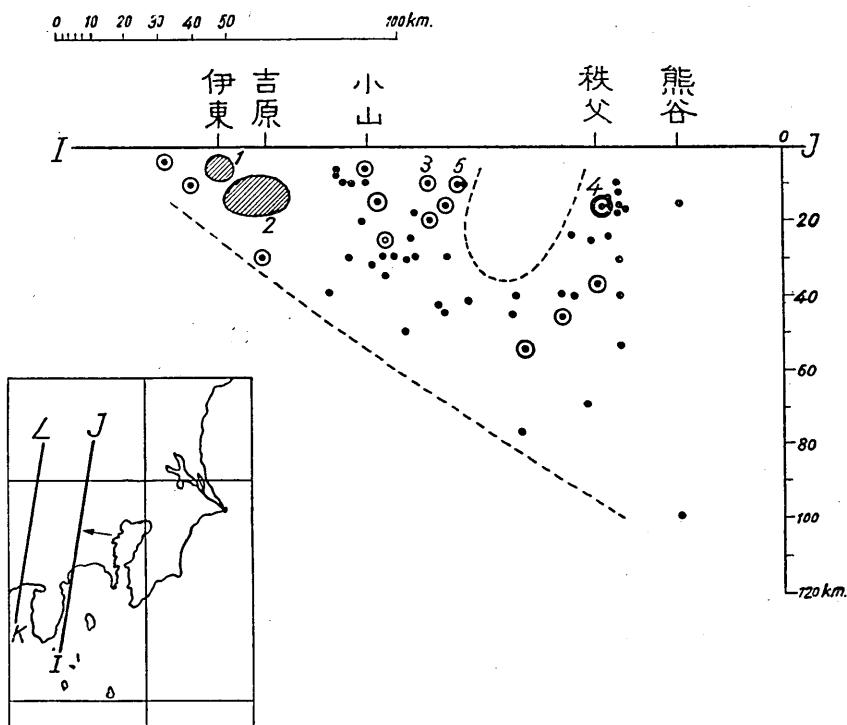


第4圖 垂直面ABに對して北東側にある震原の位置を矢の方向に投影す。
 ●は少くも一観測所に於て震度III以上に達した地震の震原
 ○はそれ以下の震度の地震

をなして居ると見る事が出来る。

4) 第4圖は A B より南の部分に存在する震原を總て A B 面に矢の方向に投影したものである。此の圖で注意する事は

- i) 東京灣に深いものが多く西方の山地に近づくに従つて浅い地震が多くなつて居る事が明らかに見られる。
- ii) 東京灣北部にも浅い震原がある如く見えるのは東京灣口及三崎附近の相模灣に起つた浅いものが投影されて居る爲である。
- iii) 圖中 1 と書いて大きい二重圓で示したのは 1926 年 8 月 3 日の羽田地震で東京に於ける震度 IV であつて、1924 年 1 月 15 日の關東大地震の餘震以後東京で感じた最も大きな地震であつた。
- iv) ×印で示したのは 1931 年の秩父地震の餘震であり、それに二重圓を附して 2 と記してあるのが 9 月 21 日の本震の震原である。大體に於て此等の震原の深さは浅いものばかりであつた。
- v) 圖に 3 と示したのは第 2 圖の説明中に述べた房總半島の中央部に起つた深さ 140 km の地震である。



第 5 圖 二つの垂直面 K L, I J 間に含まれたる震原の位置を矢の方向に投影す。

○は少くも一観測所に於て震度 III 以上に達した地震の震原

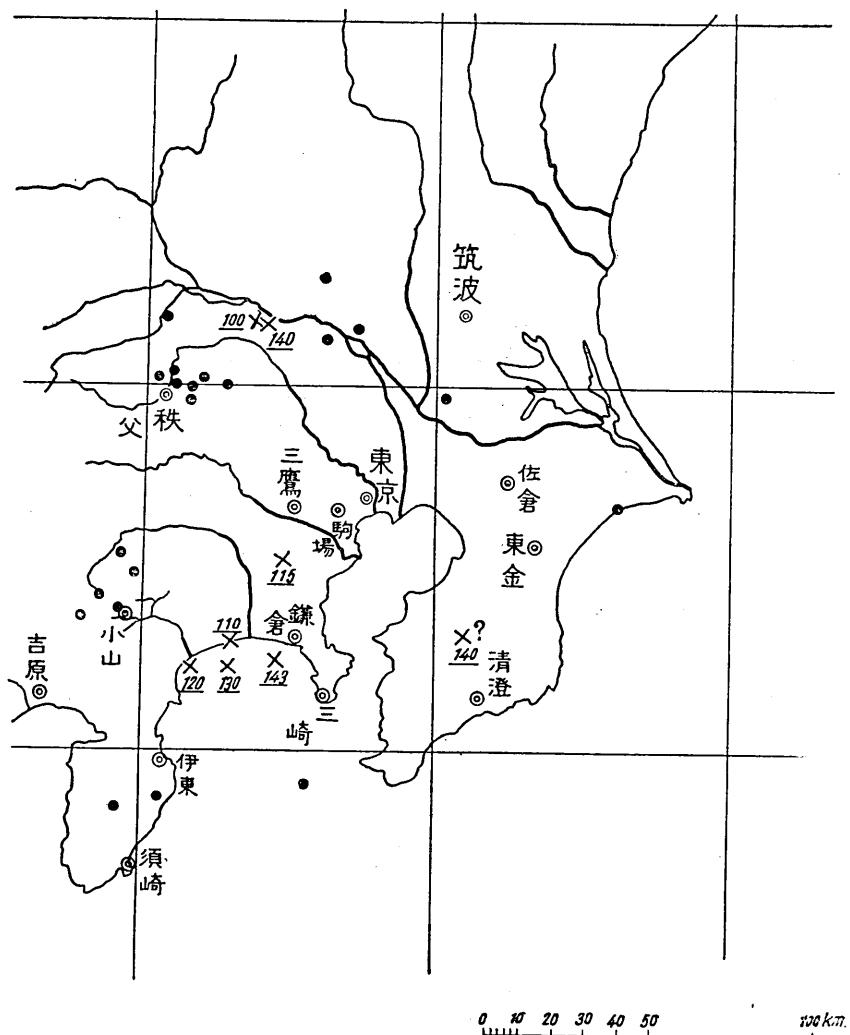
●はそれ以下の震度の地震の震原

vi) 第4圖と第2圖とを綜合して考へれば相模灣北岸附近に震央を有する深い地震と 80 km から 50 km までの間に多い東京灣の地震とは同じ系統に属するものであつて其の分枝の一つが東京灣に延び他の分枝が西方の山地へ延びたものと考へてもよいと思はれる。

5) 第5圖は圖中 I J, K L と書いた二つの垂直面で區切られてゐる部分内の地震の震原を K L 面に矢の方向に投影したものである。

1930年2月より同年8月まで約6ヶ月の期間伊豆半島伊東町附近に於て震原の極めて浅い地震が頻發し、次で同年11月26日其の少しく北方に於て起つた北伊豆地震は震度 V 以上にも達し其の前震及餘震が夥しかつた點に於ても注目せられたのであつたが、同年の終り頃それが大體終息すると間もなく、翌年6月1日約 50 km 距つた道志川上流地方に震度 III の地震が起り、其の後更に 50 km 程北の秩父山地に9月21日震度 V にも及ぶ地震が起つたのであつた。恰も震央が飛び飛びに北に移動して行つたかの如く見え其等の地震相互の間には何等の關係もない如く思へるのであるが、第5圖の如く細長き地帶に付き震原の立體的分布圖を製作して見ると震原は飛び飛びの地域に限られて存在して居るのではなく實は地震相互の間には連絡した關係があり同じ系統に属する其等が次々に活動したものと考へられるのである。圖に於て左端1と書いた大きい圓は深さ 10 km より浅い所に起つた伊東地震群を表はし、その少し右方2と書いた所は北伊豆地震及其の餘震の起つた地域を示して居り、更に右方の二重圓3が6月11日の地震の震原の位置であり其の隣りの二重圓5はそれより前 1929 年 7 月 27 日相模川上流に起つた震度 IV の地震の震原を示し、更に右の二重圓4が秩父地震の震原の位置を示すのである。1, 2 の附近、3 及 4 の附近は今考へて居る期間に於て夫々比較的多くの震原が群集して居るけれどもこれ等の中間に存在する地域では地表近くには全く地震が起つて居らず、反つて 40 km 位の稍深い所に於て震原の分布して居る事は注目すべきであらう。

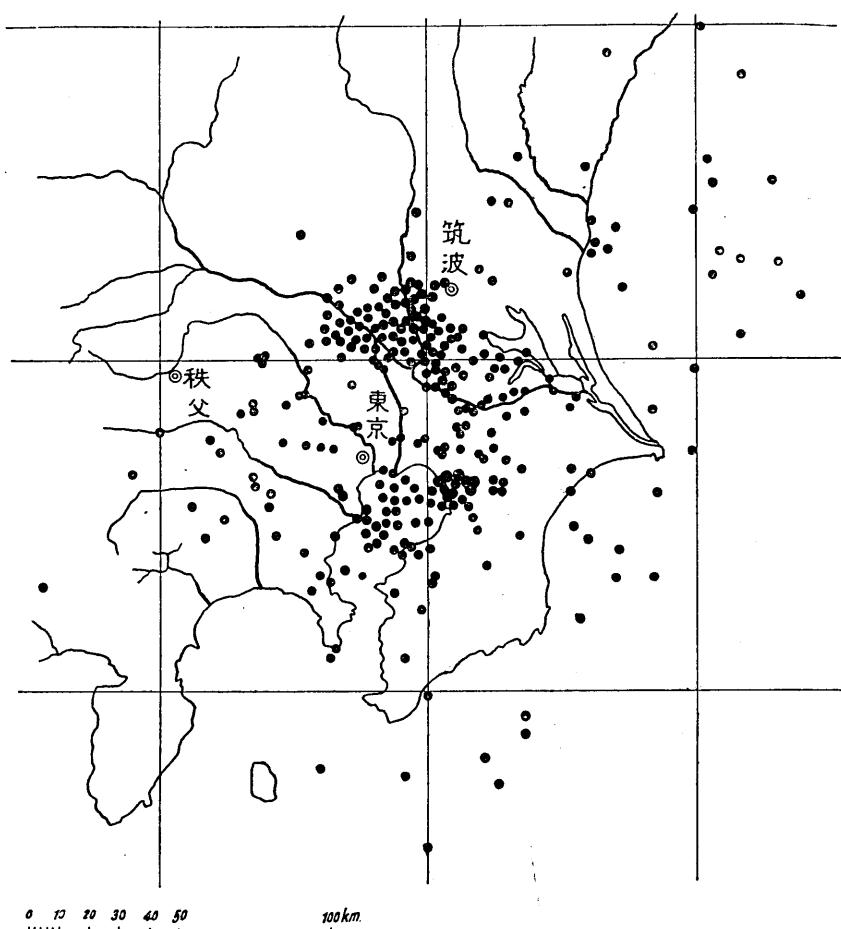
結論 震原の深さ別に書いたものゝ中著るしい特徴のある 20 km より浅い地震(但し1930年後の分)及 100 km より深い地震の分布を示せば第6圖の如くである。浅い地震(●にて示す)は殆ど關東平野の西の周邊に沿つて起り、東京灣、霞ヶ浦、鹿島灘には全く起つて居ないので反し、100 km より深い地震(×にて示す)が起るのは一つは熊谷附近、他の一つは相模灣北岸附近で此の二地域に限られて居る事を知るのである。此の圖に於ては 20 km より浅いものを記入するに當つては観測の精度が可なり増進せられた 1930 年以後の地震観測報告を data として採つたのである。100 km より深い震原の深さは Underline をした數字で記入されてある。



第 6 圖 ○ 震原 20 km より浅い地震
× 震原 100 km より深い地震 [数字は震原の深さ (km) を示す]

震原の深さが 40 km から 60 km の間の地震の震央分布を示す第 7 圖には、既に述べた如く、一見して明らかな二つの震央密集地域があらはれて居る。

6) 今若し地震の原因を岩漿運動なりと考ふるならば以上の事實を基として關東地方に於ては熊谷の附近と相模灣との地下深所に岩漿の Neck 或は Origin と思はれるものがあるとしてもよいと思ふのである。かく考へれば、利根川、鬼怒川流域と東京灣北部地方との二地域に地震が密集して起る理由、又關東平野の西邊に沿ひ次第に震原



第 7 圖 深さ 40~60 km の地震の震央分布。

が浅くなる理由なども極自然に説明せられる。然し乍ら、立體的の分布に於ては上述の如き結果が得られたとしても、此等の地震相互の時間的關係、例へば時間と共に次第に震源位置が上昇する等の事實は未だ判明せられないものであるから、本文に於ては之以上立入つた議論は避け將來の研究に俟つとする。

尙観測の誤差は深さについては ± 10 km 水平距離についても大體其れ位の範圍であらう。

*39. Studies on Earthquakes in the Kwantō District. Part I.
Three-dimensional Distribution of the Seismic Foci.*

By Nobuji NASU, Takahiro HAGIWARA and Syun-itirō OMOTE,

Earthquake Research Institute.

The three-dimensional distribution of seismic foci in the Kwantō district during the period from 1924 to 1935 was investigated, basing on data from the Seismometrical Reports of our Institute.

Generally speaking, earthquakes occurred most frequently in the basin of the Kinugawa River and in the neighbourhood of Tōkyō Bay. To study these distributions in detail, the positions of seismic foci were projected on certain vertical planes. For convenience, the Kwantō district was divided into several sections (Figs. 1~5). In the Figures earthquakes of seismic intensities greater than III at any station are marked with double circles. The general manner of distribution in these sections is as follows.

Region 1 (Fig. 1).

- 1) Shallow seated earthquakes are found in the two ends of this section.
- 2) In the middle part of this region, i. e., in the neighbourhood of Mt. Tukuba and the Lake Kasumi-ga-ura, no shallow earthquakes occurred.
- 3) Earthquakes with depths of 40~60 km occurred most frequently.
- 4) Deep origins of more than 100 km are found near Kumagaya (north-western part of the Kwantō district).

Regions 2 and 3. (Figs. 2 and 3).

- 1) Earthquakes with depths of 60~80 km occurred most frequently in the neighbourhood of Tōkyō Bay.
- 2) No earthquakes shallower than 20 km occurred in the neighbourhood of Tōkyō.
- 3) Deep origins of more than 100 km are found in the northern part of Sagami-wan Bay.

Section 4 (Fig. 4.)

- 1) The Figure shows that shallow earthquakes occurred in the western margin of the Kwantō plain.

Region 5 (Fig. 5.)

Strong earthquakes in this part occurred since 1930, i. e.,

- 1) The Itō Earthquake-swarms in the period from February to July, 1930.
- 2) The seismic activities in the north-western part of Itō on October, 1930.
- 3) The North Idu Earthquake of November 26, 1930.
- 4) The strong after-shock of the North Idu Earthquake near Heta on March 7, 1931.
- 5) The strong earthquake on the upper course of the Dōsi-gawa River on June 11, 1931.
- 6) The Titibu Earthquake of September 21, 1931.

The diagram was constructed to show clearly the migration of these earthquakes.

From these investigations it may be concluded that the three dimensional distribution of seismic foci in the Kwantō district is funnel-shaped, two deep sources lying at a depth of more than 100 km beneath the region near Kumagaya and in the northern part of the Sagami-wan Bay.