

東京における初動方向からみた地震活動域について*

浜 松 音 蔵**

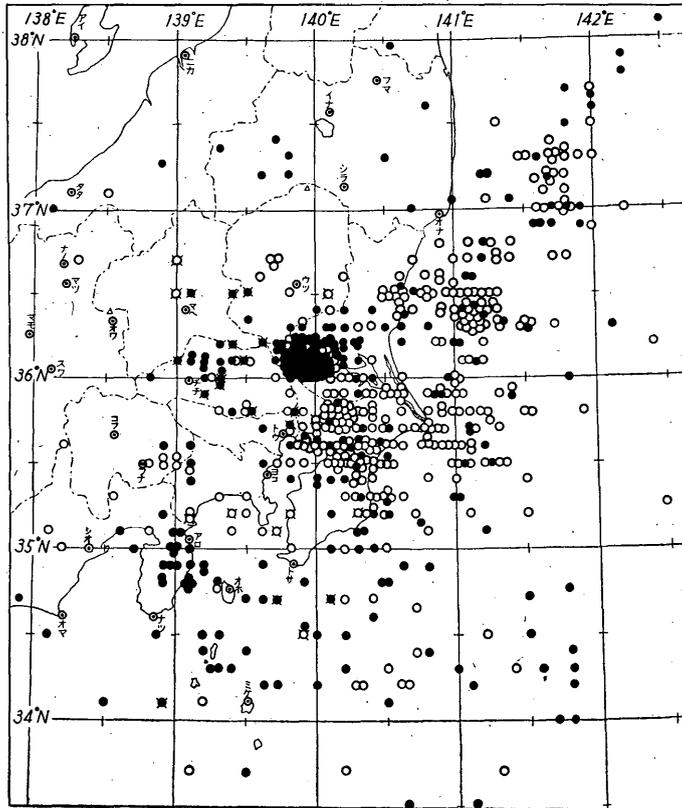
550.341

§ 1. はしがき

この調査は「地震予知のための予備調査要領」のB調査にあたり、東京における調査結果である。測候時報、第26巻9号には、昭和24年～33年3月までの資料を用いて調査要領を述べたが、ここでは昭和3年～33年までの31年間の資料を用いた。このB調査というのは、1測候所の初動の押し引きから地震活動域の単位

を定めることを目的としており、なお、これに付随したいくつかの調査をするものである。

東京における資料を使って、初動の押し (Up)・引き (Down) を調べたものは、すでに福富²⁾、正務³⁾、らのものがある。また、初動方向の偏りについても岸上⁴⁾、宇津⁵⁾らが調査しているので、東京に関してはこれらの調査と重複するわけである。しかし、調査の期間や資料の数は今回のほうがはるかに多く、押し引きの分布も、



第1図 東京における初動の押し・引きの平面的分布 (1928～1958)
 $h < 100\text{km}$ ● : 押し (Up) $h < 100\text{km}$ ○ : 引き (Down)
 $h \geq 100\text{km}$ ■ : " $h \geq 100\text{km}$ □ : "
 ◎ : 観測所 (カタカナは観測所の略名, たとえば, トウ=東京, ヨコ=横浜)

* O. Hamamatsu: Relations between the Distribution of Epicenters and the Direction of Initial Motion of Earthquakes Observed at Tokyo (Received Aug. 24, 1959).

** 気象庁地震課

前述のものは平面的な調査しかできなかったが、今回は震源の深さを考慮した調査を行うことができた。

§ 2. 初動の押し・引き分布

1) 資料

本調査の資料は、昭和3年(1928年)から昭和33年(1958年)まで31年間の、初動の押し・引きが明りょう(立上りがeでないもの)なもので、東京の地震観測原簿に記載してあるものを使用した。予備調査要領では昭和1年(1926年)以降の資料を使うように指定してあるが、戦災にあって観測原簿を紛失したところがあるので、昭和3年からの資料によった。また、昭和3年以降も若干欠除している期間があるが、幸い正務の調査にこの間の資料があるので、昭和3年以降もこの資料を使って31年間連続した調査をすることができた。

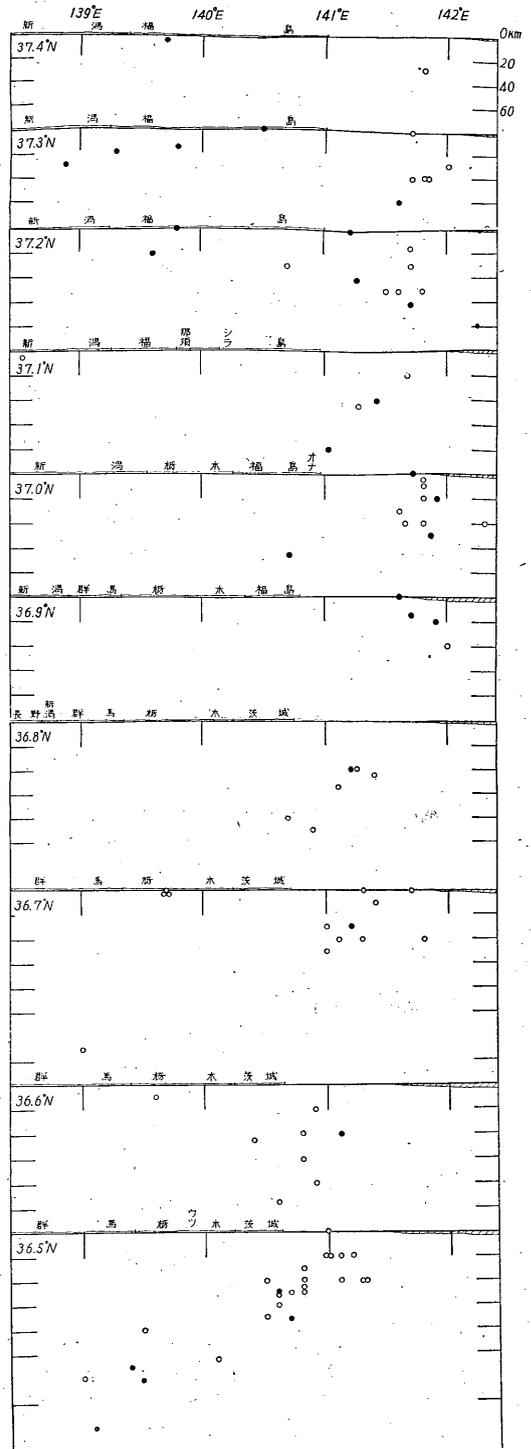
震央の位置(λ, φ, h)は地震月報別冊1「日本付近の主要地震の表(1926年~1956年)」および地震月報(昭和26年以降)を用いた。

2) 初動の押し・引きの平面的分布

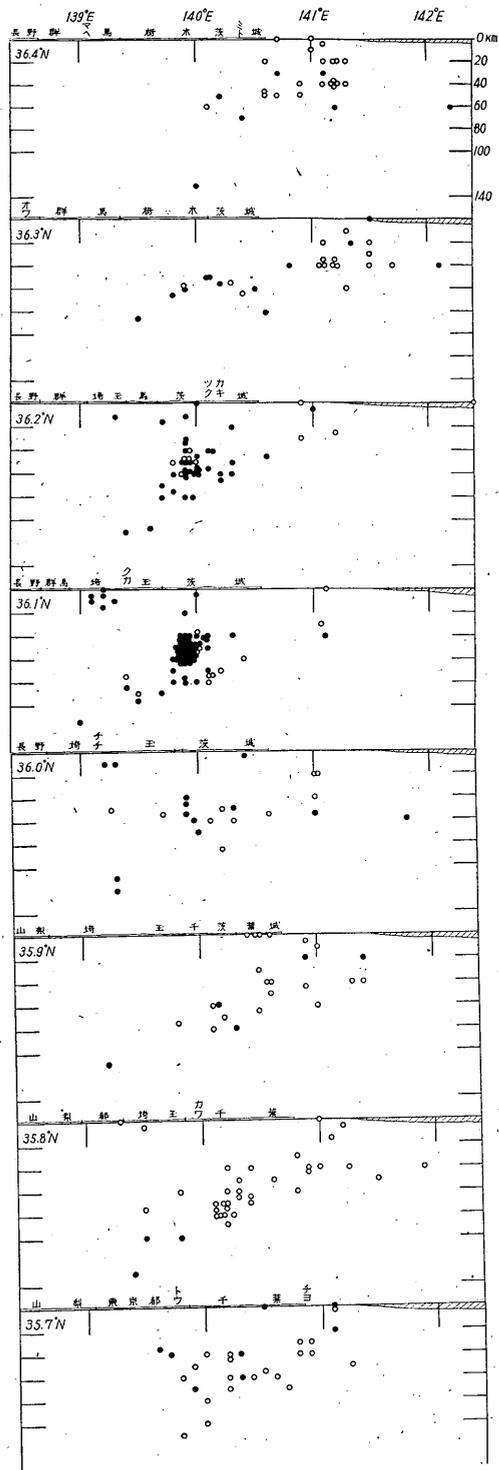
この資料に基いて画いた、東京における初動の押し・引きの平面的分布を第1図に示す。この図では、震源の深さ(h)は100kmを境に区別してある。したがって、震源の深さが“浅”とか“極浅”という地震も含んでいる。第1図の範囲に入る地震の初動の押し・引きの数は、 $h \geq 100\text{km}$ で●=16, ○=10, $h < 100\text{km}$ で●=274, ○=342ある。茨城県南西部は、押しの点が重なってその数がはっきりしないけれども、いずれも $h < 100\text{km}$ のもので、 $36.0^\circ\text{N} \sim 36.2^\circ\text{N}$ と $139.7^\circ\text{E} \sim 140.2^\circ\text{E}$ の範囲内に●=83, ○=17を含んでいる。●印は特に $36.1^\circ\text{N} \sim 139.9^\circ\text{E}$, $36.2^\circ\text{N} \sim 139.9^\circ\text{E}$ および $36.1^\circ\text{N} \sim 140.0^\circ\text{E}$ の3点に多く、51点ある。

第1図を見ると、資料の数こそ多いけれども、さきに福富、正務らが調査した結果とほとんど同じ傾向を示している。すなわち、押し(●印)の地域でかなりまとまっている所として、茨城県南西部、埼玉県中部(西埼玉地震群)、静岡県東部(北伊豆地震群)などがあげられる。その他の地域では、 35°N 以南に割合多く(●=57, ○=16)、大島、新島近海および房総半島南東はるか沖(房総沖地震群)にいくらかまとまっており、また、福島県西部(田島地震群)にも押しの地域がある。引き(○印)の地域は、福島県沖、茨城県東岸から東方沖、銚子の近海、房総北部および中部にかなりのまとまりが見えるし、栃木県中部(栃木地震群)および山梨県東部にも引きの地域がある。

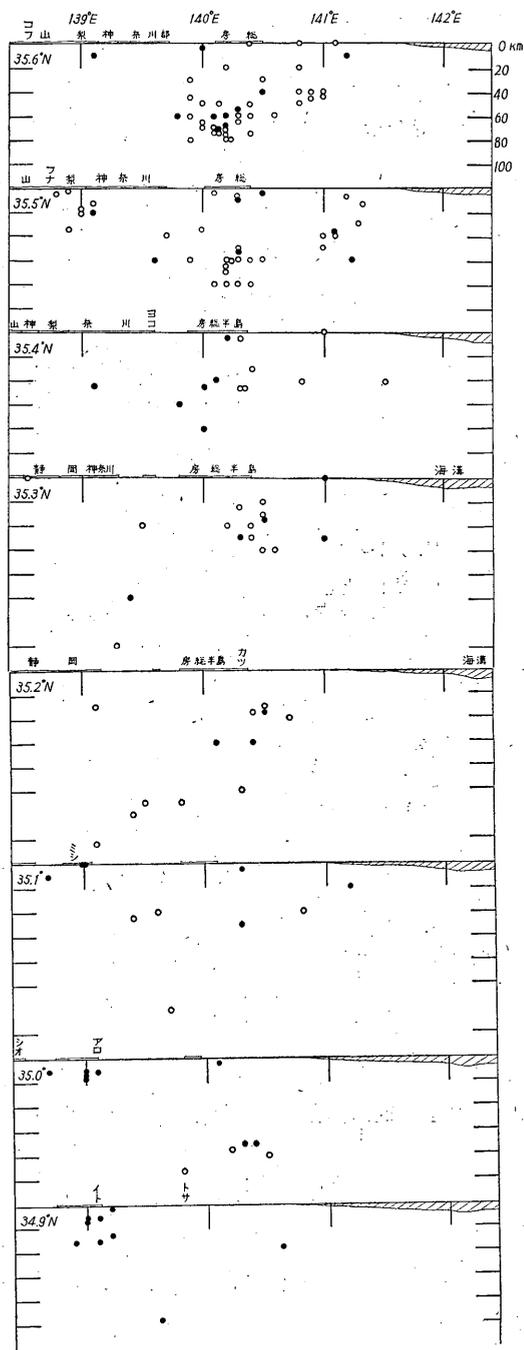
3) 初動の押し・引きの鉛直断面の分布



第2図 (a) 初動の押し・引きの鉛直断面の分布
 (37.4°N~36.5°N, 142.4°E~138.4°E)
 ●: 押し (Up) ○: 引き (Down)



第2図 (b) 初動の押し引きの鉛直断面の分布
 (36.4°N~35.7°N, 142.4°E~138.4°E)
 ●: 押し (Up) ○: 引き (Down)



第2図 (c) 初動の押し引きの鉛直断面の分布
 (35.6°N~34.9°N, 142.4°E~138.4°E)
 ●: 押し (Up) ○: 引き (Down)

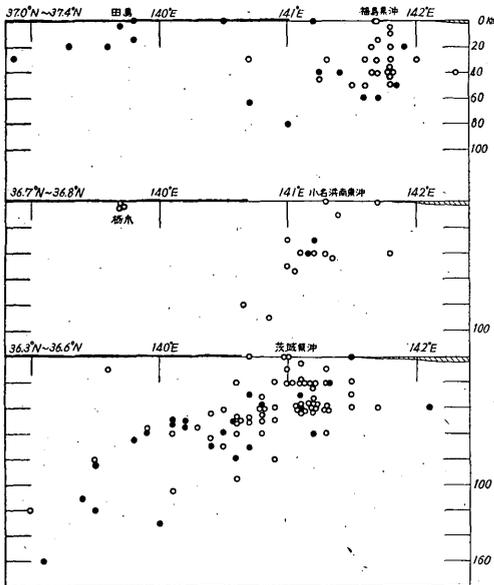
第1図では、初動の押し引きの水平分布を主として、震源の深さについてはおおむね的に調べたが、ここでは震源の深さを考慮した分布状態を調べる。前述の資料の中で震源の深さが数的にわかっているものを、この調査の資料として採用した。

調査の方法としては、37.4°N~34.9°Nの間を0.1°ごとの緯度線を断面として、142.4°E~138.4°Eの間を横軸にとり、縦軸には震源の深さをとって、各断面についての押し・引き分布を調べる(第2図)。このようにして画いた図を北から南へ調べてゆくと、第1図において見られた押し引きの地域の、深さについての傾向がよくわかる。

まず、37.4°N~37.0°Nにおいて、142.0°E~141.5°Eの間に引きの群がある。この群は福島県沖の地震といわれている地域で、震源の深さは60kmより浅い。また、この間の140°E~139°Eには福島県西部(田島地震)の押しの群がみえる。

福島県沖の地震は36.9°Nでは押しに変わり、ここを境として36.8°N~36.7°Nでは、地震活動が若干西に移り、おもに141.8°E~140.7°Eの間に起っている。ここは小名浜南東沖の地震として区別されるが、福島県沖と同じく引きが多い。また、36.7°N、139.7°Eに栃木県中部(栃木地震)の引きの地域がみえる。

36.6°N~36.4°Nでは、引きの地域が小名浜南東沖の



第3図 初動の押し・引きの分布(36.3°N以北の各群)
●: 押し (Up) ○: 引き (Down)

群よりだいぶ西に移り、地震は主として141.3°E~140.5°Eに起っている。この地域は茨城県東岸および茨城県沖の地震といわれるところであるが、図の上からは一つの群とみるほうがよいであろう。ただ、西よりに震源が深くなってきており、地震活動がある傾斜より浅いところに起っている傾向がみえる。この引きの地域は、次の36.3°Nにおいても141.7°E~141.0°Eの間にみられるが、ここでは地震活動が再び若干東よりに多く起っている。

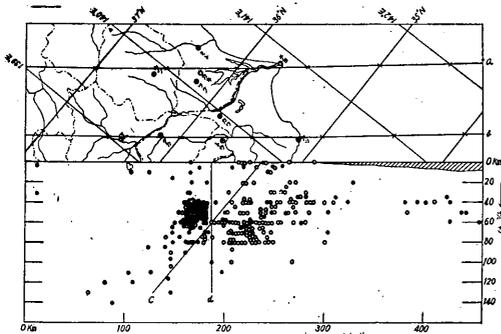
以上の地震活動群について、総合的にみたのが第3図である。この図では緯度の広い範囲を縮めて画いてある。福島県沖より以北は、宮城県沖あるいは金華山沖といわれる地域で、図の中には入っていないが、東京の観測では押しが多いから、福島県沖と区別できる。36.6°N~36.3°Nの140°E付近には、次に述べる茨城県南西部の顕著な押しの地域の北の上限があらわれている。

36.2°N~36.1°Nでは140.1°E~139.8°Eに押しが集中している(第2図)。特に36.1°Nのこの範囲には押しが47、引きが7起っていて、その中でも139.9°E、深さ40~60kmおよび140.0°E、深さ50kmの2点に押しが30集まっている。この茨城県南西部の地震は36.0°Nにもいくつか起っており、この緯度が茨城県南西部の押しの地域の南限とみることができる。また、埼玉県中部の深さ≤20kmにも押しのとところがある。引きは、この範囲では目だって減少し、茨城県沖と銚子沖のものがわずかに残っており、霞が浦付近に起る地震が引きを示しているにすぎない。

35.9°N~35.3°Nでは再び引きが多くなる。引きの地震は千葉県北部および中部、銚子沖などに集中しているが、東京湾北部および勝浦付近も引きを示している。千葉県北部の引きの地域は、35.8°N、140.4°E~140.1°E、深さ60~80kmに多く、35.9°Nおよび35.7°Nにわたっている。35.6°N~35.5°N、140.5°E~140.2°Eは千葉県中部といわれる地域で、千葉県北部と同じく引きが多い。また、35.7°N、140.0°E~139.8°E(東京湾北部)、35.3°N~35.2°N、140.5°E~140.2°E(勝浦付近)、36.0°N~35.5°N、141.3°E~140.8°E(銚子沖)の地域には引きの地震が多く起り、他と区別できないこともないが、これらの地域は、千葉県北部、中部も含めた、広い引きの地域とみることが出来る。また、35.5°N、139.1°E~138.8°E、深さ≤40kmの範囲は明りょうな引きを示しているが、この地域は山梨県東部の地震といわれるところである。

これらの引きの地域と茨城県南西部の押しの地域との

間には、かなり明りょうな境界面があるようにみえる。この傾向を調べたのが第4図である。



第4図 初動の押し・引きの境界面
(茨城県南西部—銚子沖、千葉県北・中部)
●：押し (Up) ○：引き (Down)

この図は、緯度および経度の0.5°の点を結んだ2線 a, b 内に起った地震を、深さを縦軸にとって調べたものである。このように a, b 2線に平行な断面をとると、茨城県南西部の押しの地域とその他の引きの地域が割合よく分離できる。この図を見ると、引きの地震は銚子沖から千葉県北部および中部、東京湾と移るにつれて震源の深さが深くなり、これらの地震は鉛直線からある傾きをもった境界面(第4図c線)で、茨城県南西部を主とする押しの地震と接している。また、これらの押し・引きを示す地震は鉛直面を境として分けることもできる(第4図d線)。図の右側、深さ40~60km、横軸380km~460kmの押しの集団は房総沖地震とその余震である。

35.2°N では、勝浦付近の引きの地域の南限と相模湾の深い(深さ>80km)地域の引きがみえる(第2図)。35.1°N 以南ではも早や引きの地域が目だった所はない。しかし、押しは 35.1°N~34.8°N, 139.3°E~138.9°E,

深さ≤30km に顕著で、この地震はほとんど北伊豆地震(昭和5年11月)およびその前震や余震とみられるものである。また、新島付近(34.5°N~34.3°N, 139.5°E~139.2°E)および房総沖地震の余震域(34.8°N~34.0°N, 141.8°E~141.5°E)にも押しの地域がみられるが、35.0°N 以南では、前にもふれたが全般的に押しの地震が増加している。第5図にはこれらのうち、北伊豆および新島付近の押しの地域と、西埼玉地震の余震域について緯度を縮めた断面で示した。

4) 初動の押し・引きを示す地域

初動の押し・引きを鉛直断面について考察した各地域で押し・引きがどのような割合で起っているかを調べたのが第1表である。この表の中の各地域の傾向は、昭和3年以降31年間の資料に基いたもので、将来起る地震について予測するものではないが、一応、傾向のあることを示したものである。各地域や範囲も資料の数が増加すれば、若干変わってくるであろう。しかしながら、表の中に示した各地域はかなり明りょうな傾向を示していることはいなめない。ただ、小名浜南東沖—茨城県沖—茨城県東岸および銚子沖—千葉県中部および北部—東京湾北部—勝浦付近等の引きの地域は、それぞれ別々のものとするよりも一つのものともみべきかもしれない。

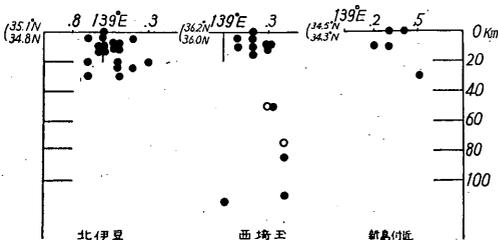
§ 3. 初動方向のかたより

「地震予知のための予備調査」(B)は、1官署の初動方向の観測資料を使って考えられる調査である。初動の押し引き以外の調査としては、初動方向のかたよりの問題が考えられる。初動方向のかたよりというのは、初動の水平成分を合成した方向が震央方向に必ずしも正しく向かないで、多少左右にかたむくことをいい、このかたむきが、震央位置によってそれぞれどのような特徴を示すかを調べ、地殻構造の状態を推定する資料にするものである。しかし、東京におけるこのような調査は、既に岸上⁴⁾、宇津⁵⁾らが調査しており重複するけれども、資料数がいくぶん多くなったので一応示しておく。

1) 方法

初動方向のかたよりを求める方法は宇津が調べた方法と同様である。まず、地図上(1/200万)に、初動方向を震央に平行移動し、矢の形により初動の大きさ(水平成分の合成)が8μ以上(矢の先が一つ)、20μ以上(矢の先が二つ)、50μ以上(矢の先が三つ)の3種に区別する。かたよりは、初動方向が震央に向って左および右にかたよっている場合、それぞれ白丸および黒丸で区別した。

2) 資料



第5図 北伊豆、西埼玉および新島付近の地震の初動の押し・引きの分布
●：押し (Up) ○：引き (Down)

第 1 表 初動の押しまたは引きを示す地域とその割合

単 位	震 央 地 名	範 囲			押し・引きの百分率				備 考
		°N	°E	h km	●	○	計	%	
1	福 島 県 沖	37.0~37.4	141.5~142.0	0~60	6	18	24	75	福島県東方沖 (昭13, XI 5) の群発地震を含んでいる。
2	福 島 県 西 部	37.2~37.4	139.6~139.8	0~20	4	0	4	100	田島地震 (昭18, VIII 12).
3	小 名 浜 南 東 沖	36.7~36.8	141.0~141.4	0~60	2	9	11	82	主として, $30 < h < 50$ に多く起っている。
4	茨 城 県 沖	36.3~36.6	141.0~141.7	0~60	5	33	38	87	主として, $h \leq 60$, $141.3^\circ\text{E} \sim 141.0^\circ\text{E}$ に多く起っている。
5	茨 城 県 東 岸	36.3~36.6	140.5~140.9	20~100	6	21	27	78	主として, $20 < h < 70$ に多く起っている。
6	栃 木 県 中 部	36.6~36.7	139.6~139.7	0~10	0	4	4	100	栃木地震 (昭24, XII 26).
7	茨 城 県 南 西 部	36.0~36.3	139.7~140.3	30~80	84	12	96	88	主として, $36.2^\circ\text{N} \sim 36.1^\circ\text{N}$, $140.0^\circ\text{E} \sim 139.8^\circ\text{E}$, $40 < h < 60$ に集中して起っている。
8	埼 玉 県 中 部	36.0~36.2	139.1~139.3	0~20	9	0	9	100	西埼玉強震 (昭6, IX 21).
9	銚 子 沖	35.5~36.0	140.8~141.5	0~60	8	40	48	83	
10	千 葉 県 北 部	35.7~35.9	140.1~140.4	40~80	4	26	30	87	
11	千 葉 県 中 部	35.5~35.6	140.1~140.5	50~80	6	26	32	81	
12	東 京 湾 北 部	35.6~35.8	139.8~140.0	30~100	3	14	17	82	
13	勝 浦 付 近	35.2~35.4	140.2~140.6	20~60	4	14	18	78	
14	山 梨 県 東 部	35.5~35.6	138.8~139.1	0~30	2	6	8	75	
15	静 岡 県 東 部	34.8~35.1	138.9~139.3	0~30	19	0	19	100	北伊豆地震 (昭5, XI 26).
16	新 島 付 近	34.3~34.5	139.2~139.4	0~10	4	0	4	100	新島地震 (昭11, XII 27).
17	房 総 半 島 はるか 沖	34.0~34 ³ / ₄	141.4~141.8	35~60	9	1	10	90	房総沖地震 (昭28, XI 26).

● : 押し (Up) ○ : 引き (Down)

資料は、初動の押し・引きを調べた昭和3年(1928)から昭和33年(1958)まで31年間の資料のうち、水平動の合成振幅が 8μ 以上のものを使った。これらのうち、震央位置が 0.1° の単位で決めてある資料について、震央方向と上下動の押し引きが理論的に合致しているものを資料として採用した。このような資料は第6図の範囲内に78ある。

3) 東京における初動方向のかたより

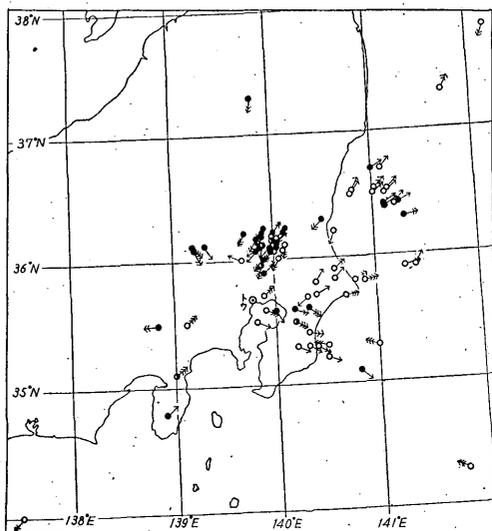
上述の方法によって、 $1/200$ 万の関東地方の地図に作図した結果を第6図に示す。宇津の調査によれば、東京における初動方向のかたよりは、震央が東京より東側にあるものはほとんどすべて白丸で、左にかたよっている。今回の調査においても、当然ながら同様の傾向が認めら

れる。これから推察して、東京の東側では南から北へゆくほど速度が速く(あるいは地殻が薄く……)になっていると思われる。しかしながら、このような結論は、東京付近の他官署における同様な調査を総合しなければ、何んともいえないので、ここでは結果だけを示しておいた。

§ 4. む す び

「地震予知のための予備調査要領」に従い、東京における(B)調査を行ったところ、次のことがわかった。

1) 東京における初動の押し・引きは、地震の起る地域によってかなりはっきりと分けることができる。すなわち、引きを示す地域は、福島県沖、茨城県沖、銚子沖お



第6図 初動方向のかたより

- ：初動方向が震央に於て左にかたよっている地震の震央
- ◐：初動方向のかたよりのない地震の震央
- ：初動方向が震央に向つて右にかたよっている地震の震央

よび勝浦付近の太平洋側が、内陸部では茨城県東岸、千葉県中・北部および東京湾北部が顕著である。

押しを示す地震は、茨城県南西部の地震に多く、その他、埼玉県中部および静岡県東部などの内陸部に多い。これら内陸部以外では、 35°N 以南の海域の地震に多く、

ことに新島付近および房総半島はるか沖に押しを示す地震が多い。

また、千葉県中・北部および東京湾北部の引きを示す地域と、茨城県南西部の押しの地域との間に、明りょうな不連続面が認められる。

2) 初動方向のかたよりは、東京の東側に起る地震がほとんど左にかたよっている。

これらの調査は、今後他官署のこのような調査を総合して論究しなければならないものであるから、ここでは東京における結果を示す。

初動の押し引きを示す地域が、時間的にどう変わるかという問題は、特に顕著な傾向を示す地域がなかったのとおりあげなかった。

参考文献

- 1) 地震課：地震予知のための予備調査(3)，測候時報，**26** (1959)，420～428。
- 2) 福富孝治：関東各地に発生する地震初動の特性，地震，**3** (1931)，592～616。
T. Fukutomi: Some Statistical Problems concerning Initial Earthquake Motion. (The First Report.), B. E. R. I., **11** (1933)，510～529。
- 3) 正務 章：東京有感地震のP波初動及び地震記象型と震央位置との関係，験震時報，**11** (1941)，469～511。
- 4) 岸上冬彦：関東地方の地震初動に就て，地震，**4** (1932)，18～25。
- 5) 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。