

8. 関東地方南部における微小地震臨時観測

東京大学大学院理学系研究科 石橋克彦
地震研究所 津村建四朗

(昭和45年9月22日発表—昭和46年3月22日受理)

1. はじめに

1969年9月、地震予知連絡会は房総・三浦両半島の異常隆起を発表し¹⁾²⁾、1970年2月、関東南部を「観測強化地域」に指定した³⁾。これに伴って各種の調査が始められているが⁴⁾、われわれも、1970年3月、DAR 磁気テープ記録方式の可搬型観測装置を用いて三浦半島と房総半島でそれぞれ1カ所ずつ微小地震臨時観測を実施した。短期の予備的観測ではあつたが、地震研究所堂平微小地震観測所のデータ及び同所南雲研究室の臨時観測点のデータを加えることにより、関東地方南部の微小地震活動に関していくつかの問題点を確認することができた。更に、既設の観測網の南部における観測点不足を若干補つた形で、約10日間にわたる関東地方全域の震源も決定された。ここにそれらの結果を報告する。なおこの観測は、南関東異常地殻活動調査⁵⁾の一環として行なつたものである。

2. 観測場所・観測期間

1970年3月に稼動していた5カ所の微小地震臨時観測点を含めて、関東地方の地震観測点の配置を第1図に示した。関東地方の地震観測網の強化について、津村⁶⁾が南関東異常地殻活動に関するシンポジウムで論じているが、第1図にみられる臨時観測点の分布はほぼその所論に近く、堂平微小地震観測所観測網の南部における衛星点の不足を比較的よく補っている。

われわれが設置した観測点はTKE(武山)・KYN(鋸南)の2点である。これらにHAT(畑)・KYS(清澄)を加えた4点からなる観測網は三浦・房総地域に対してかなり高感度・高精度の検知能力を持つものと期待される。HATは、地震研究所南雲研究室⁷⁾が1969年12月以来、海底地震計用の磁気テープレコーダを使用して観測を続けている観測点であるが、われわれが臨時観測を行なつていた期間の原テープを借りてわれわれが再生・読

1) 国土地理院地殻活動調査室「房総・三浦半島地域における地殻活動状況」地震予知連絡会会報1(1969), 25.

2) 地震研究所油壺地殻変動観測所・鋸山地殻変動観測所「油壺・鋸山における地殻変動の観測」地震予知連絡会会報1(1969), 34.

3) 地震予知連絡会事務局「特定観測地域等の撰定にいたる経過」地震予知連絡会会報3(1970), 89.

4) 災害科学総合研究班, 昭和44年度文部省科学研究費特定研究(災害科学) 研究報告集録, pp. 183-184.

5) *ibid.*, 4)

6) 津村建四朗「関東地方の地震観測網の強化について」東京大学地震研究所地震予知観測センター資料 第1号(1970), 33.

7) 南雲昭三郎・是沢定之他, personal communication.

み取りを行ない、そのデータを使わせて頂いた。KYS のデータは、地震研究所地域センター室でルーチン的に読み取っていたものを拝借した。

HAT も含めた臨時観測点の座標及び観測期間を第 1 表にまとめておく。表中、HAT の“Period”というのは、われわれが用いた記録の期間のことである。

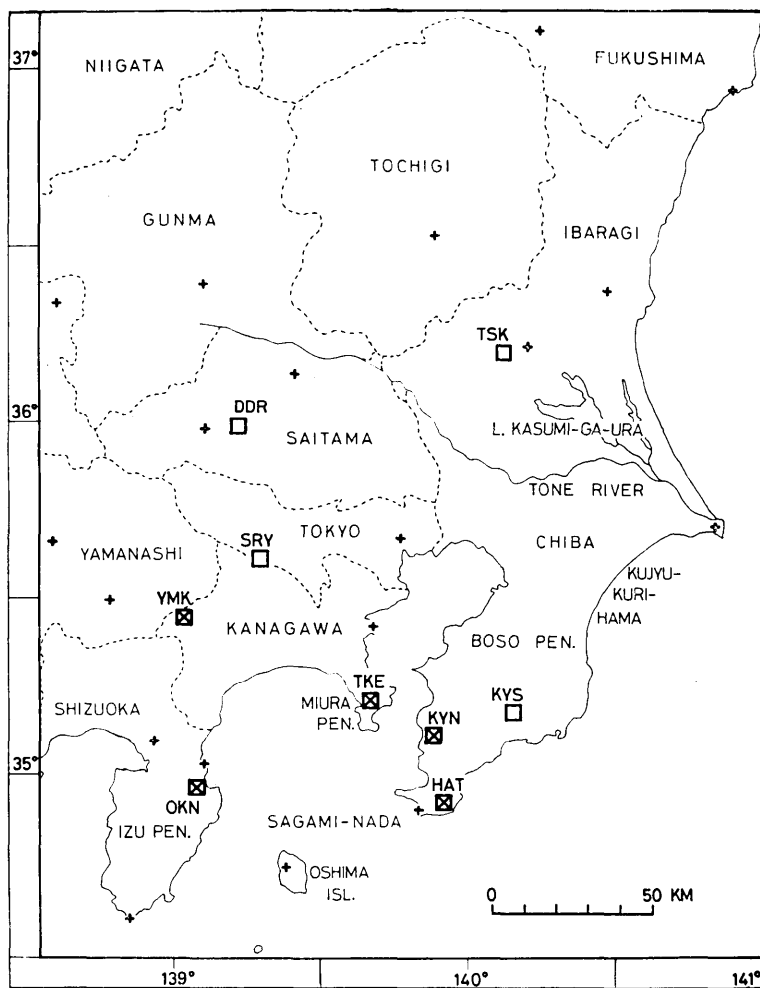


Fig. 1. Location of the seismological stations in the Kanto district that were operating in March 1970. □, Routine stations of the Dodaira Micro-earthquake Observatory. ⊠, Temporary stations for the observation of micro-earthquakes. +, JMA stations.

さて、TKE は神奈川県横須賀市の武山の東南東にある通称「砲台山」である。その山頂の岩盤に打たれた砲台跡と思われるコンクリート台に上下動のピックアップを石膏で固定し、水平動をその近くに N40°E の方向に置いた。地層は嶺岡・葉山隆起帯と呼ばれる新第三紀層であつて、地盤の悪い南関東では、房総半島中部にわずかに見られる古第三紀

Table 1. Temporary stations occupied in this study. Takeyama and Kyonan were operated by authors. Hata has been operated by Nagumo et al. since December 1969. Their data for the tabulated period has been used in this paper.

Station	Abbr.	Lat. N.	Long. E.	Alt.	Period
Takeyama	TKE	35°12'54''	139°39'59''	190m	7d 18h 07m—18d 07h 00m March 1970
Kyonan	KYN	35°07'47''	139°52'20''	160m	9d 18h 35m—17d 12h 00m March 1970
Hata	HAT	34°56'08''	139°54'32''	110m	7d 18h 00m—18d 07h 00m March 1970 (12d 08h—14d 16h) no record

層を除けば最も古い⁸⁾⁹⁾。たまたま山頂で無線中継施設を建設中であつたため、昼間は工事用自動車や作業のノイズがひどく、良好な記録が得られたのは18時ないし19時頃から翌朝7時頃までであつた。この時間帯の雑微動レベルは、10 cps 前後のものが、静かな時に10 μ kine ($p-p$) 以下、うるさい時で50 μ kine ($p-p$) 程度である。脈動はかなり入るが、再生の時に1 cps より長周期をフィルタで除けばほとんど支障はない。観測は昼夜をとわず同じレベルで続けられ、観測時間は約10日半である。

KYN は、千葉県安房郡鋸南町江月で、ピックアップは上下動を、露岩をうがった穴に石膏で埋め込んだ。地層はTKEと同じ嶺岡・葉山隆起帯の新第三紀層である¹⁰⁾¹¹⁾。ここもTKEと同様、昼間はほとんど毎日ひどいノイズが入つて検知能力は上がらなかつた。このノイズは土木工事によるものと思われるが、帯域は数 cps から10 cps までで、100 μ kine ($p-p$) 以上しばしば300 μ kine ($p-p$) にも及んだ。しかしこれがなければ割合静かで17時すぎから翌朝7時頃までの雑微動レベルはたかだか20 μ kine ($p-p$)、10 μ kine ($p-p$) 以下を保つこともまれではなかつた。観測時間は約7.7日である。

なお、第1図のYMKとOKNは、われわれが観測を実施した期間中は記録が無かつたので、この報告には含まれていない。

3. 観測の方法

今回の観測には、TKE・KYNの2点とも、東京大学理学部浅田研究室の観測装置を使用した。観測方式は上下動地震計と水平動地震計とを用いた1点観測で、記録は直接アナログ録音(DAR)による磁気テープ記録である。そのブロック図を第2図に示す。使用した上下動地震計は固有振動数3.5 cps 感度1 V/kineの筒型、水平動地震計は固有周期1秒感度3 V/kineのものである。TKEでは1台の上下動地震計の出力をゲインを変えて2つのチャンネルに録音して総合的なダイナミックレンジを60 dB以上にした。KYNでは上

8) 松田時彦「南関東の地質と活断層」東京大学地震研究所地震予知観測センター資料 第1号(1970), 9.

9) 村井勇「南関東の地質構造的応力場」東京大学地震研究所地震予知観測センター資料 第1号(1970), 17.

10) *ibid.*, 8)

11) *ibid.*, 9)

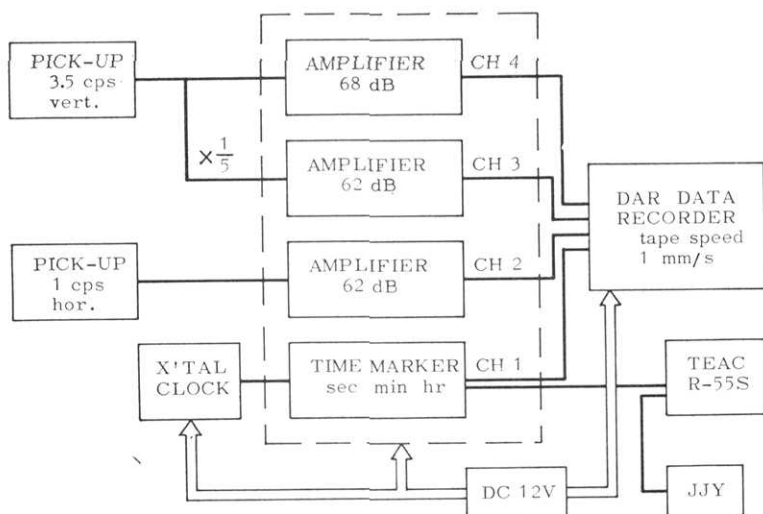


Fig. 2. Block diagram of the observation system used at TKE. (At KYN almost the same system was used.)

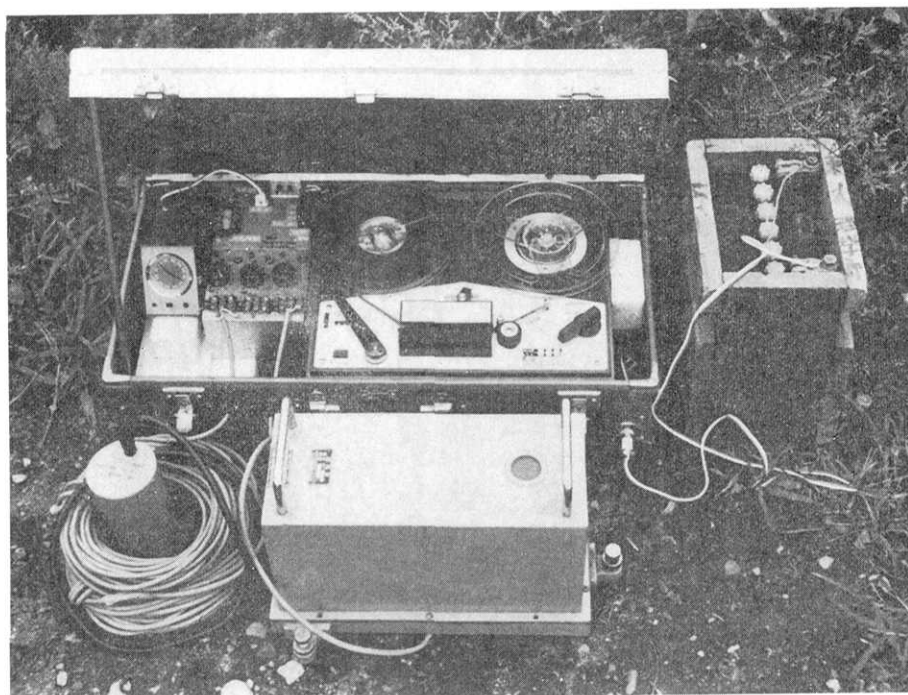


Fig. 3. Apparatus of the observation system.

下動地震計を2台置いたが、読み取りに用いたのは2の項に記した地点に置いた1台だけである。プリアンプは使わず、地震計から、TKE では十数メートル、KYN では約 300

メートル離れたところに、直流電源の記録装置一式を置いた。これは撤収の日まで無人で野天に放置された。アンプは岡田¹²⁾が設計したもの(国際電子より GPA-401 として市販されている)を用いた。レコーダは、浅田研究室で開発され改良が続けられてきた多用途用可搬型 4 チャンネル DAR 方式長時間データレコーダ¹³⁾¹⁴⁾である。テープは TDK の 7 インチ 200 型を用い、1 mm/sec のテープ速度で録音した。刻時は SEIKO の水晶時計によつて秒・分・時のマークを独立のチャンネルに録音した。刻時の校正はタイムマークと JJY をポータブルステレオテープレコーダ (TEAC R-55S) に録音して行なつた。絶対時刻の誤差は TKE が 1/20 秒程度、KYN が 1/50 秒程度である。以上の観測装置一式の写真を第 3 図に示した。

なお、HAT は、ピックアップは固有周期 1 秒の上下動、記録はテープ速度 0.006 ips (約 0.15 mm/sec) の DAR 方式磁気テープ記録である。

4. 再生の方法

磁気テープによる記録は、インク書きや光学式などの他の記録方式が観測時に現象をひとつの固定された形に記録紙上に定着してしまうのと本質的に異なつて、(周波数帯域やダイナミックレンジの制約はまぬがれないが、ある帯域・レベル内では) ほぼ生のまま現象を保存することであるから、観測が終わつてから実験室で何度でも、しかも時間軸を自由に伸縮させて、現象を再現してさまざまな処理を施すことができる。更に、記録されたものを電気量として再び取り出すことができるために読み取りの自動化が可能なので、最も有力な記録方式といえる。

しかし、以上の利点をもたらす磁気テープ記録の本質的性格は、裏を返せば、再生という作業を経なければ記録されたものが出てこないということであつて、自動処理技術が確立していないと逆に大きな難点となる。つまり、人間が読み取りを行なう場合には、テープに記録されている現象を再生装置によつて再現し、それをもう一度別の記録装置に書か

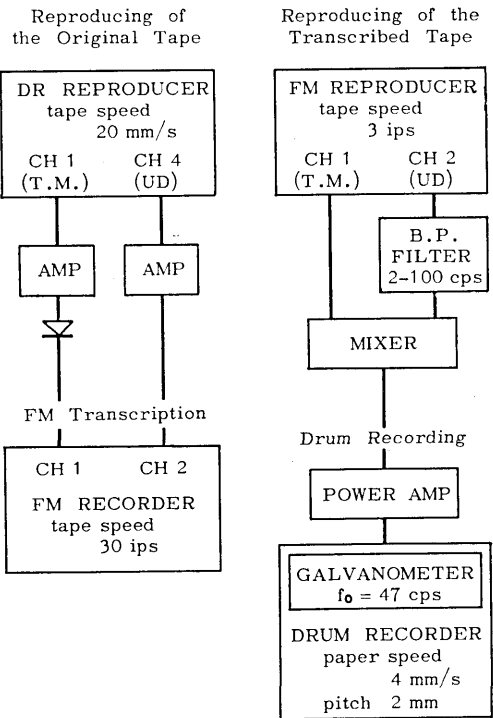


Fig. 4. Block diagram of the reproducing system.

12) 岡田義光「微小地震計測用増幅器について」地震 [ii] 21 (1968), 151.

13) 浅田敏・島村英紀「多用途用長時間データレコーダ」1968 年春季地震学会講演.

14) 浅田敏「データレコーダの応用実施例 6. 地震観測への応用」エレクトロニクスダイジェスト 121 号 (1969), 78.

せるといふ二重の手間をかけなければならないわけである。

DAR 方式の磁気テープレコーダは、前記の利点のためというよりは、むしろ、記録容量が他の方法に比べて桁違いに大きい（従つて、装置が小型軽量安価で電池で動くこととあいまつて、少ない費用で手軽に臨時観測点を維持できる）という別の長所がまず着目されて急速に普及するようになったが、自動処理技術の開発がまだ緒についたばかりでほとんど人力に頼っている現在では、上記の難点が重大な隘路になつている。

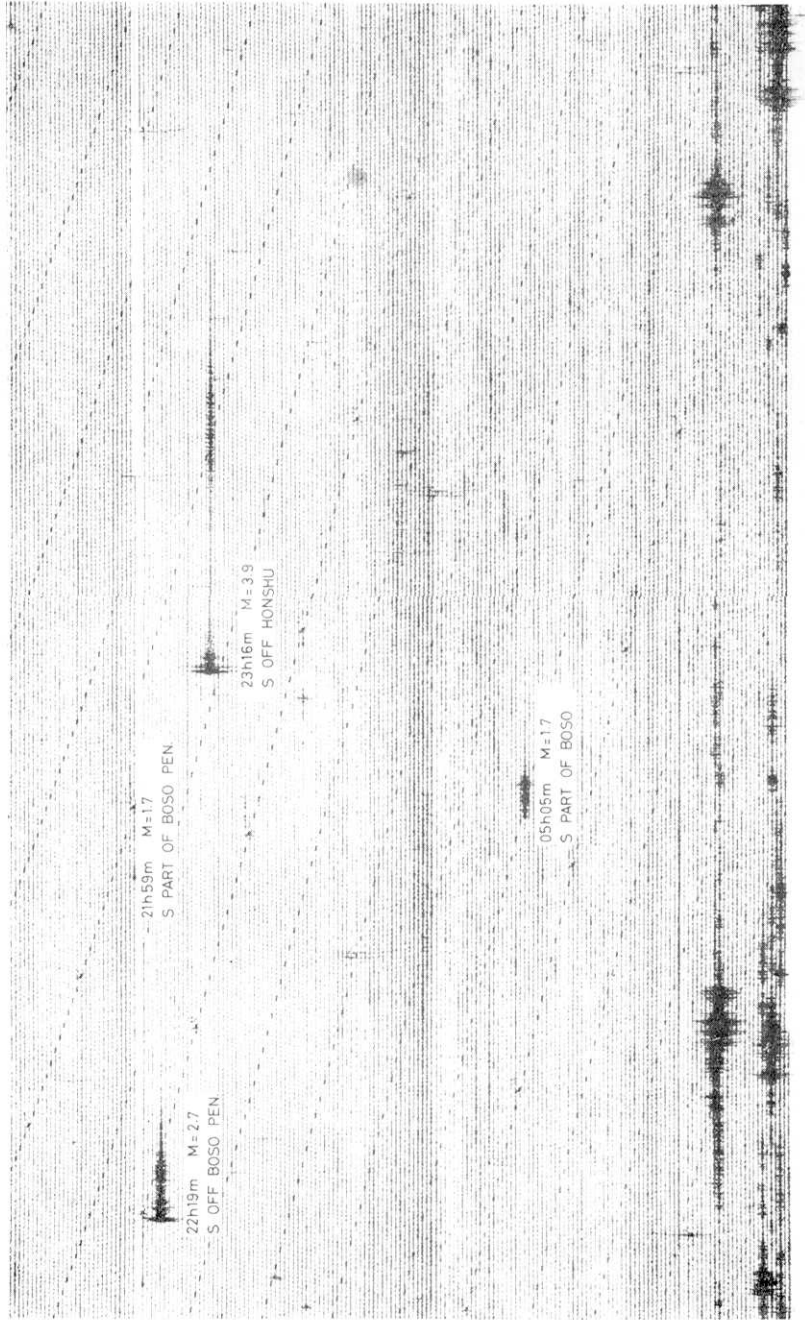
現在一番広く行なわれている処理方法は、DAR 方式の場合速いテープ速度で再生するほど SN 比が良くなりかつ信号の周波数が高くなることを利用して、スピーカを用いて地震を見付け出しながらビシグラフで地震ごとの可視記録を作る方法¹⁵⁾であろう。人間の聴覚は非常に能率の良いフィルタを備え、高度のパターン認識を行なつているために、スピーカモニタによる地震の検知能力は他の方法に比して断然優れており、ノイズに埋もれたゴミのような微小地震まで識別することができる。また、スペクトルや時系列の問題を考える際には、スピーカから流れる記録を聴くことは面白いヒントを得るきっかけになるかもしれない。しかし、例えば 7 インチ 290 型テープ 1 巻に収まつた約半月分の記録をこの方法で処理するために人間が単純作業に拘束される時間は、多少の半自動化の工夫を施しても、大変なものであつて、観測の手軽さを帳消しにすると云つても過言ではない。

そこで今回は、この負担を減らすために、全観測期間にわたる記録をドラムに書かせるという方法を試みた。この方法ならば、人間が作業に拘束される時間は、スピーカモニタ法に比べてはるかに少なくすむ。再生系のブロック図は第 4 図に示す通りである。

SN 比を良くするためには速いテープ速度で原テープを再生しなければならず、従つて出力信号の周波数は数 100 cps にもなるのに対して、ペンガルバの動作振動数範囲はせいぜい数 10 cps までだから、FM データレコーダを用いてタイムベースの変換をする必要がある。そこで、まず原テープを録音時の 20 倍のテープ速度で再生し、これを 30 ips のテープ速度で FM 録音する。この時に 10 インチ 200 型テープを使うと、36 分間で、12 時間分の記録を 1 度に写しかえることができる。このテープを今度は 3 ips のテープ速度で再生すれば、出力信号の周波数は原信号の周波数の 2 倍になつて、固有振動数数 10 cps のガルバに入れてもそれほど差しつかえない。こうして 12 時間分の記録が 6 時間でドラムに書かれることになる。もし固有振動数 150 cps 程度のガルバを用いることができれば、1 回の写しかえ操作で 24 時間分の記録を 6 時間でドラムに書かせることができる。なお、タイムマーク（秒・分・時）は、パワーアンプの手前で地動信号に重ね合わせた。また脈動を除くためにフィルタを入れてある。原テープの再生には浅田研究室の 6 スピード再生専用機を、FM データレコーダは TEAC の R-410 を、ドラム記録装置一式は地震研究所のものを使用した。ドラムの送りは 4 mm/sec、従つて記録紙上では 1 sec は 2 mm、またピッチは 2 mm で、1 枚に 1 日分の記録が収まつている。こうして得られたドラム記録の例を第 5 図・第 6 図に示す。第 7 図はこの方法で再生した時の総合周波数特性である。感度は、10 cps で TKE が 30μ kine/mm・KYN が 45μ kine/mm、倍率に直すとそれぞれ 21 万倍・14 万倍である。

以上のようにして全観測期間にわたる規格化された可視記録を得ることは、自動読み取

15) *ibid.*, 13)



TAKEYAMA (TKE) 13d 09h59m — 14d 10h01m
U-D MARCH 1970

Fig. 5. An example of the drum records (part) finally obtained through the reproducing procedure. One-day record is contained in one sheet. The interval for one second and the pitch are both 2mm on original records.

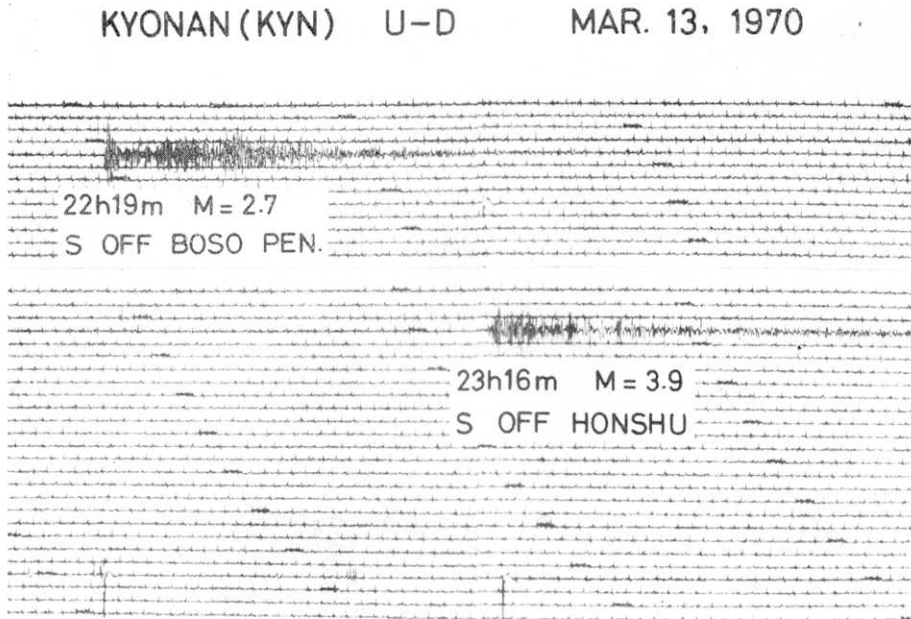


Fig. 6. Another example of the drum records (part).

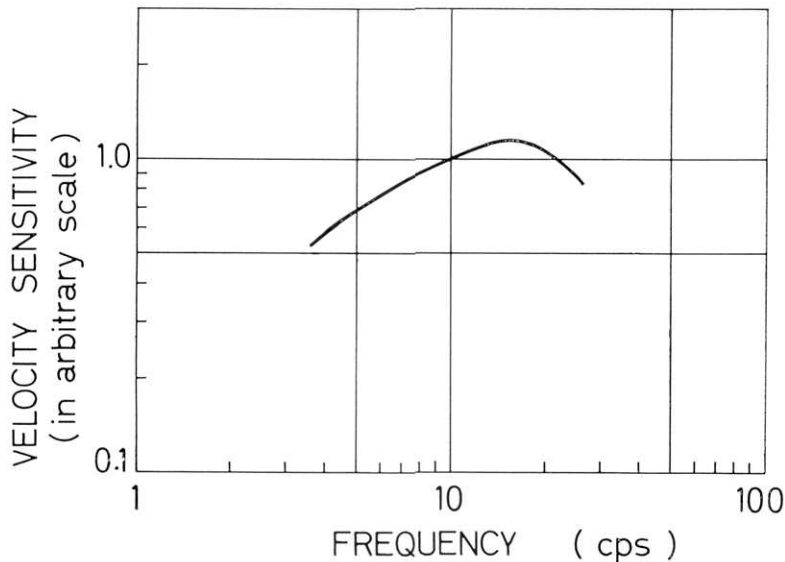


Fig. 7. Overall frequency characteristic curve of the seismograph system used at TKE and KYN. The sensitivity at 10 cps is 30μ kine/mm in case of TKE and 45μ kine/mm in case of KYN.

りが可能になつた時でも、場合によつては無意味なことではないと思われる。あらかじめ仕組まれた方法に従つて自動的に地震を検出して決められた物理量を読み取ることは、大量のデータを定まつた目的に向けて処理する場合には威力を発揮するが、観測記録からそ

れ以上の未知のものをひき出すためには、研究者が記録を見て下す総合的判断が依然として重要だからである。そういう意味で、今回のような予備的観測の場合には、地震の起こり具合・波形・ノイズの様子などが一目でわかるドラム記録は極めて有効といえよう。

DAR 方式磁気テープ記録の再生は、現状では、観測の目的・観測期間・地震の頻度・再生に費やす時間・人員・費用などに応じてその都度適当な方法を組み合わせてゆくことになるだろうが、磁気テープ記録の長所を完全に生かすためには、自動読み取り装置・モニタ記録装置・周波数解析装置などを備えた専用の再生システムが完備されなければならないであろう。

なお、南雲研究室から借りた HAT の記録テープは録音時の 240 倍のテープ速度で再生され、FM データレコーダを用いて 30 ips のテープ速度で別のテープに写しかえられた。そのテープを 3 ips のテープ速度で再生し、ビジグラフによつて読み取り用の記録を作つた。

5. データの処理

以上のような手続きによつて、TKE 53 コ・KYN 71 コ・HAT 41 コの地震が記録・再生され、これらすべてについて、0.1 秒までの着震時と *S-P* 及び 1 秒までの *F-P* が読み取られた。読み取りデータは、地震研究所地域センター室が関東地方の震源決定のために使つていたプログラムをそのまま用いて計算機で処理した。この際、堂平微小地震観測所及び地域センター室でルーチ的に読み取つていた堂平観測所の 4 点、TSK (筑波)・DDR (堂平)・SRY (城山) 及び KYS, のデータと若干の気象庁のデータも加えられた。これらの観測点の座標等は「微小地震観測所要覧」¹⁶⁾を参照されたい。

使用したプログラムは験震表を作製しながら震源の決定を行なうものである。震源は、まずポアソン比を 0.25 とし *P* 波走時と *S-P* との直線関係から発震時を固定したのち、最小二乗法によつて決められる。地下構造は MIKUMO¹⁷⁾ が爆破や重力の結果を考慮して関東地方にあてはめたモデルに基づいており、*P* 波速度がそれぞれ 5.5 km/s・6.15 km/s・6.7 km/s の 3 層がそれぞれ 4.5 km・10.6 km・16.9 km の厚さで *P* 波速度 8.0 km/s のマントルの上のにつているものである。マグニチュード *M* は、*F-P* から式¹⁸⁾

$$M = -2.57 + 2.96 \log (F-P),$$

を用いて求められた。ポアソン比の値や地殻構造などは、今回は上述のように仮定して、その当否には立ち入らない。

6. 結果及び考察

まず、第 8 図・第 9 図に関東地方全域の震源分布図を示す。第 8 図は堂平観測所の 4 点のデータだけを使つて決めた結果、第 9 図は臨時観測点のデータも含めて決めた結果である。共に期間は 3 月 7 日 18 時から 3 月 18 日 07 時までで、第 8 図ではマグニチュード 1.7 から 4.2 まで 38 コ、第 9 図ではマグニチュード 1.3 から 4.4 まで 58 コの震源が

16) 微小地震観測研究連絡会 微小地震観測所要覧 (1970)。

17) T. MIKUMO, "A Study on Crustal Structure in Japan by the Use of Seismic and Gravity Data," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 44 (1966), 965.

18) 堀実, personal communication.

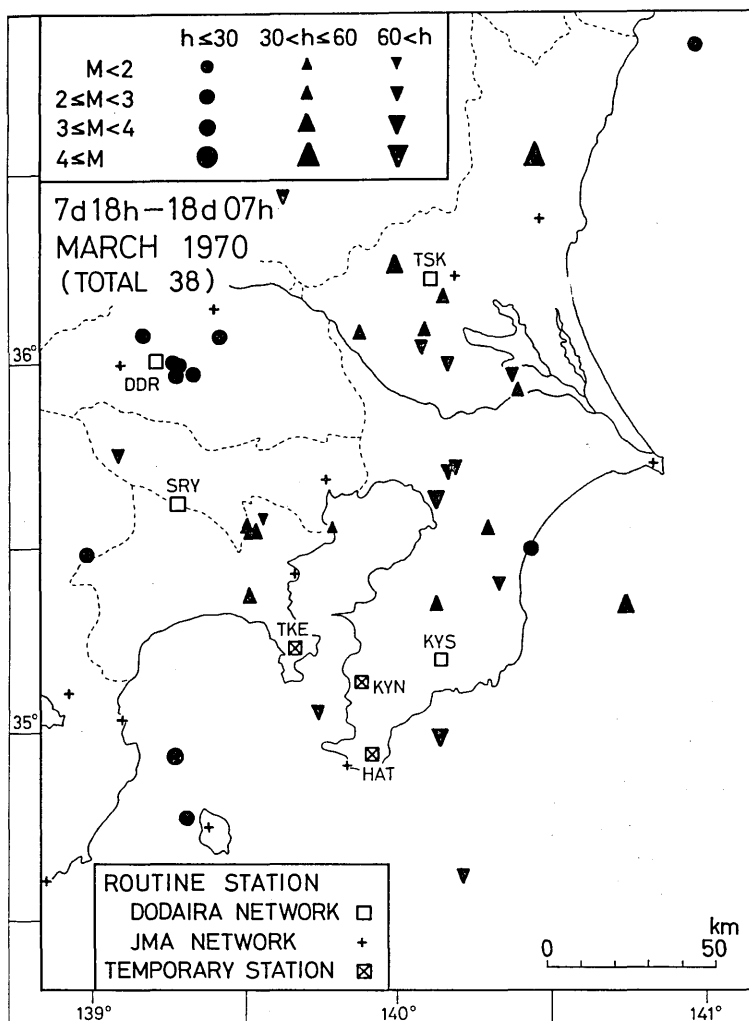


Fig. 8. Distribution of epicenters determined only from the data obtained by the Dodaïra Micro-earthquake Observatory network.

決まっている。第 10 図は前 2 図をまとめたもので、図中、白い印は臨時観測点では観測されず堂平観測所の 4 点だけから決めた震源、矢印のついていない黒印は臨時観測点のデータが加わって初めて震源が決まったもの、半分黒い印は堂平のデータだけで決めた震源と臨時観測点のデータを加えて決めた震源が深さの変化も含めてはほぼ同じ位置に決まったもの、矢のついた黒い印は臨時観測点のデータを入れないと矢の始点に震源が決まるがこれらを加えると黒印に移動するものをそれぞれ表わしている。また角がはえているのは気象庁のデータも入っているもの、斜線の印は高感度記録では振幅が大きすぎて $S-P$ がよめないため気象庁のデータを加えて初めて震源が決まったもの、J と書き込んでるのは気象庁が決定した震源¹⁹⁾でわれわれの決めた震源とは点線で対応づけられている。

19) 気象庁 地震月報 昭和 45 年 3 月。

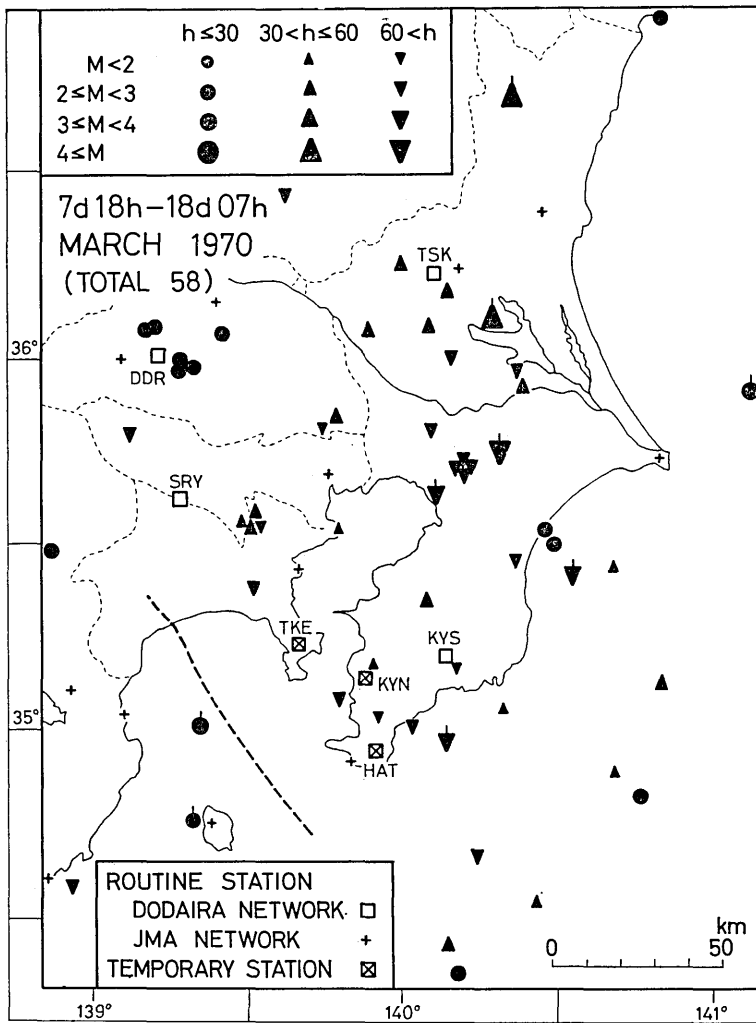


Fig. 9. Distribution of epicenters determined from all the data obtained by the Dodaire network and three temporary stations, TKE, KYN and HAT. A few JMA data were also employed for the determination of several epicenters, which are indicated in this figure by the marks ●, ▲ etc. The heavy broken line represents the Kozu-Matsuda Fault after Matsuda.

これら3つの図から、房総半島及びその東南方に対しては観測点の増設がかなり有効であつたことがわかる。堂平のネットだけの時はこの範囲の最小のマグニチュードは2.0であつたが、TKE・KYN・HATの3点を加えたことによりマグニチュード1.3のものまで震源が決定されて、地震の数は約2.5倍に増えた。しかし東京以北に対しては今回設けた臨時観測点はほとんど影響していない。例えばDDR周辺に群発性の地震があつたが、これら6コのうち臨時観測点に記録されたのはKYNにおける1コにすぎない。しかもそれは立ち上がりが鋭くなくて読み取り精度が低かつたので、その読み取り値を加えた方

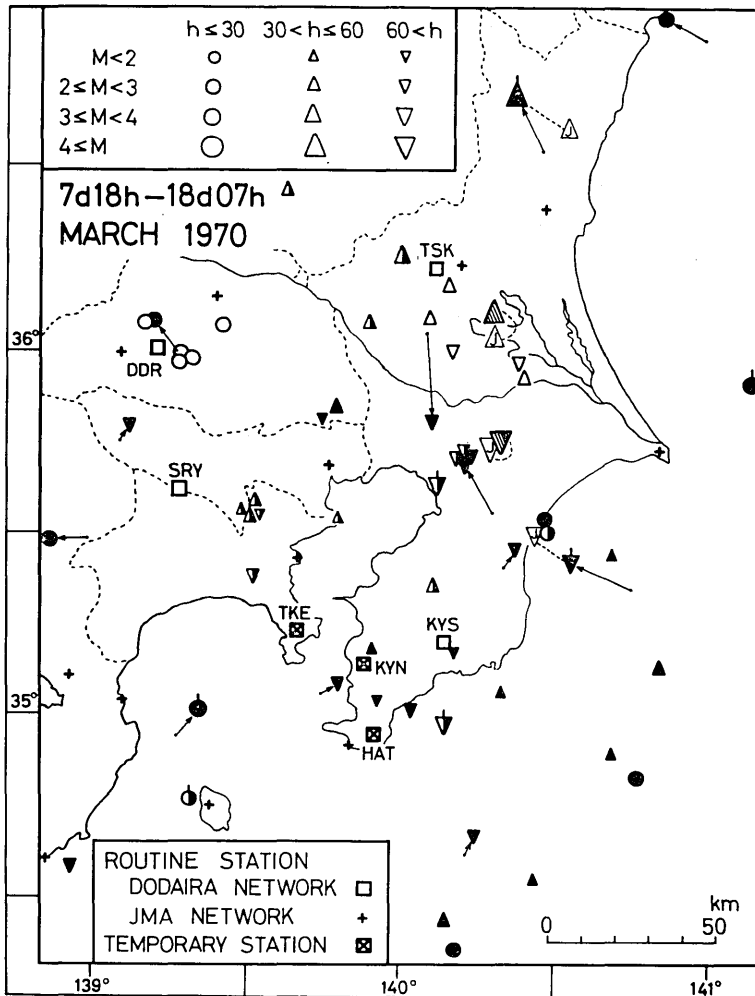


Fig. 10. Compilation of Figs. 8 and 9. Open marks represent earthquakes that were not observed at the temporary stations and the hypocenters of which were consequently determined occupying only the Dodaira network. Solid marks without arrows represent shocks whose hypocenters could be determined only after the addition of the data from the temporary stations. Semi-solid marks represent shocks the hypocenters of which were located at almost the same position whether the data from the temporary stations were used or not. Solid marks with arrows show that hypocenters, having been located at the starts of arrows when only the Dodaira network had been occupied, were moved to these marks as a consequence of the addition of the data from the temporary stations. Shaded marks represent earthquakes whose hypocenters could be determined only after the addition of the JMA data. Several marks with 'J' represent hypocenters determined by JMA and the correspondents determined by authors are indicated by broken lines.

がむしろ震源精度が悪くなっているようである。また霞ヶ浦から TSK にかけても臨時観測点で観測されなかつた地震が数コある。神奈川県中央部から相模灘にかけては臨時観測点のデータを加えても震源の数はほとんど増えておらず、一見観測点を増やした影響はないように見えるが、TKE・KYN・HAT・KYS からなる観測網の形状からして、房総半島及びその東南沖に対して効果があつたものが反対の西側に対しては無効ということはずありえない。従つて、神奈川県中央部から相模灘にかけては実際に地震活動が極めて低いものと考えてよいであろう。このことは今回の観測の重要な結果の1つであつて、後でまた触れる。

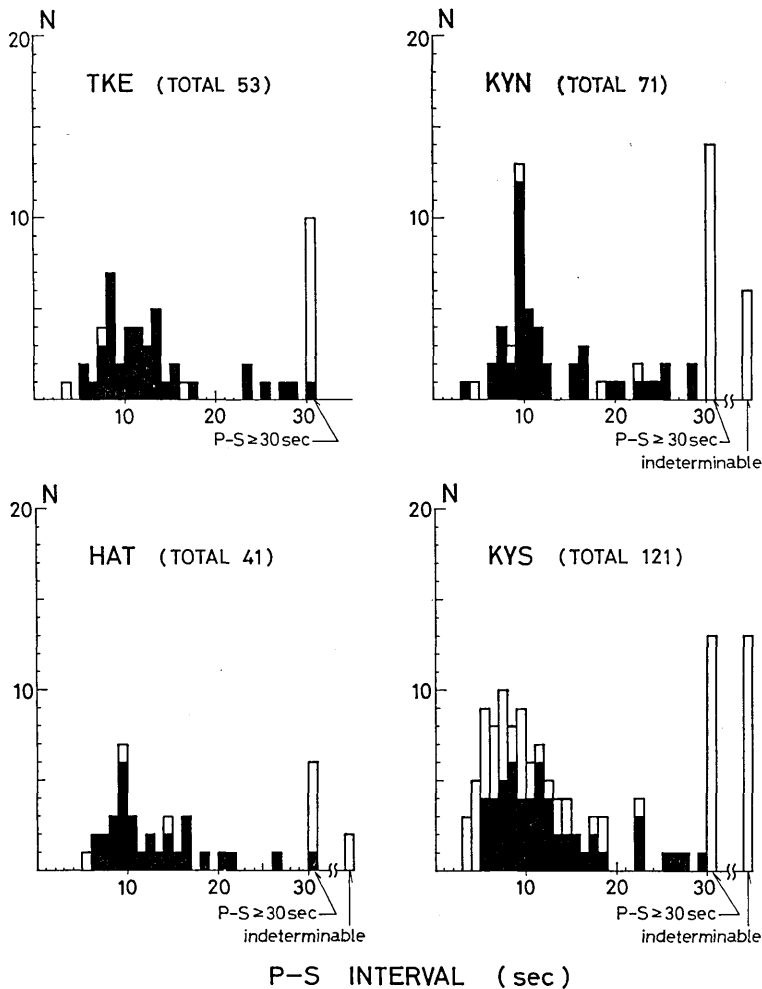


Fig. 11. Frequency distributions of *S-P* times observed at TKE, KYN and HAT during the listed period in Table 1 and at KYS during the period from 7d 18h to 18d 07h. The black portions correspond to earthquakes whose hypocenters were determined and are plotted in Fig. 9, while the white portions refer to shocks the hypocenters of which could not be determined because they were observed only at one or two stations.

第 10 図から、堂平観測所のネットは周辺部を除く関東地方に対してはかなり精度よく震源を決定しているといえよう。しかしマグニチュードが 2.0 程度より小さくなると、ネットの中央で起こった地震でも、3 点以上で同時に記録することがむずかしくなるために震源が決まらないことがある。東京・埼玉・千葉 3 県の県境付近の 2 コの地震がその例である。これらはマグニチュード 1.8 深さ 68 km とマグニチュード 2.0 深さ 43 km であるが、共に観測条件のよい深夜であるにもかかわらず堂平観測網では 2 点しか記録しなかつた。こういう点からも、関東地方の常設の微小地震観測点が 4 点というのは少なすぎると思われる。

臨時観測点のデータを加えたために震源が移動したはなはだしい例は利根川中流域の地震で 30 km 近くも動いたが、これは読み取り精度から考えてどちらの震源もかなりの誤差を含んでいるようである。

今回設けた臨時観測点はノイズレベルの変動が大きくて SN 比が一定ではなかつたか

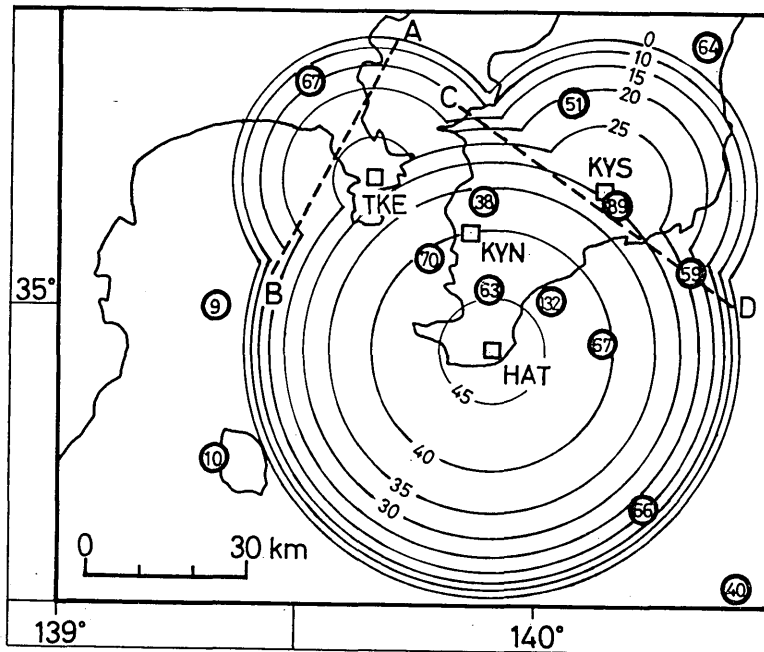


Fig. 12. The domain where no hypocenters could be located around the Miura and Boso Peninsulas judging from the shortest $S-P$ times observed at each of TKE, KYN, HAT and KYS assuming Omori's constant to be 8.0. The contour illustrates the boundary surface inside of which no shock was detected, figures showing depths in km. Such marks as ⑩ indicate epicenters shown in Fig. 9 and figures in circles represent the depths of hypocenters in km. These marks are not discriminated by magnitudes. The shock which had the shortest $S-P$ time among TKE's data was registered only at KYN apart from TKE. If we assume Omori's constant to be 8.0 as before, the epicenter of this shock exists on the broken line AB, the depth of the hypocenter varying from 0 to some 25 km. Similarly, the broken line CD corresponds to the shock whose $S-P$ time was the shortest at HAT.

ら、堂平の4点と臨時の3点とからなる観測網の震源決定能力を計算で求めて第9図がどの程度忠実にサイスミシティーを表現しているか定量的に吟味することは無理であろう。

次に、今度の観測の直接の課題であつた関東地方南部について考えてみる。

第11図は三浦・房総地域の4観測点のS-Pの頻度分布である。図中、黒い部分は3点以上で観測されて震源が決まり第9図にプロットされているもの、白い部分は高々2点でしか観測されなかつたため震源が決まらなかつたものである。TKE・KYN・HATの3点は感度がほぼ同程度でしかもKYSやDDRより低いから、これらの点で観測された地震はほとんど他の2点以上でも記録されていて震源が決まつている。これに反してKYSは、深さ50mの地中地震計で他の3点より感度が高いために、KYSでは観測されたのに震源が決まつていない地震がかなりある。第9図からサイスミシティーを見る際にはこういう点も考慮しなければならない。そこで、KYSでS-Pが10秒以下で震源が決まつていない地震について考えてみると、もしこれらがKYSの南西側で起こつたものだとしたら、感度がより低いとはいえ位置関係からしてTKE・KYN・HATのどれかが記録してよいはずであるから、KYS1点でしか観測されなかつた地震はおおむねKYSの北から東の方面で起こつたものと考えられる。またKYS以外のもう1点でも記録されているものは、両方のS-Pから震源の範囲をあたつてみるとどれもKYSの北から東に分布する。従つてKYSで観測されていて震源が決まつていない近い地震の大部分は千葉県中北部から九十九里沖にかけてのものと考えてよいであろう。

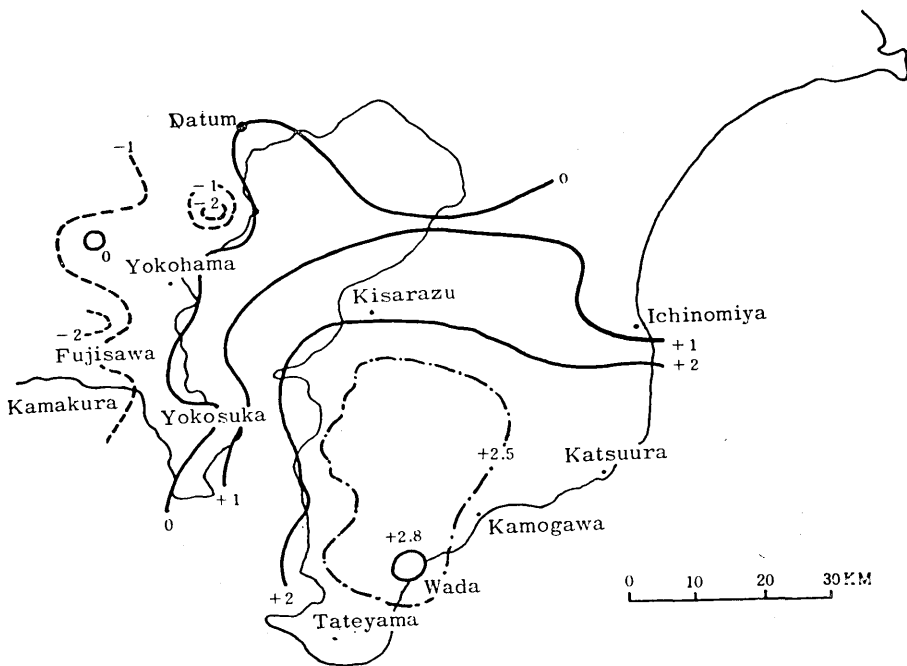


Fig. 13. Vertical movements of the Miura and Boso Peninsulas for the period from Feb. 1968 to Feb. 1970 revealed by relevelling. Unit is in cms. (After Crustal Activity Monitoring Office, Geographical Survey Institute.)

第 11 図でもう 1 つ顕著なことは、4 観測点とも極近傍の地震が全然観測されなかつたことである。一番短い $S-P$ は TKE は 3.27 秒・KYN は 3.3 秒・HAT は 5.8 秒・KYS は 3.4 秒であつた。大森定数 k を 8 として、これらの数字から今回地震が観測されなかつた領域を図示すると第 12 図のようになる。曲線は等深線で数字がその深さ、ここに表わされた曲面の内部に地震が無かつたわけである。TKE で観測された最も近い地震は KYN でも記録されており、 $S-P$ は 4.8 秒であつた。マグニチュードは 1.3 で両観測点とも明瞭に記録しているが HAT がたまたま欠測であつたために震源は決められなかつた。大森定数 k を 8 として TKE と KYN の $S-P$ から震央の範囲を求めてみると第 12 図の破線 AB 上になる。KYN で $S-P$ が 3.3 秒であつた地震はマグニチュード 1.4 で、 $35^{\circ}11'N \cdot 139^{\circ}54'E$ ・深さ 38 km の位置に震源が決まつている。HAT で $S-P$ が最も短かつた地震は KYS でも記録されていて $S-P$ 4.0 秒であつた。大森定数 k を 8 として前と同様のことをすると、この地震の震央は第 12 図の破線 CD 上にあることになる。

第 13 図は国土地理院地殻活動調査室²⁰⁾による 1968 年 2 月から 1970 年 2 月までの三浦・房総両半島の上下変動を示した図である。これを第 12 図及び第 9 図と比べてみると、この地殻変動は地震活動と特別の相関はないようである。特に隆起の激しい房総半島南部にも地殻内地震は全然観測されていない。しかし今回の予備的観測から早急に結論や解釈を下すことは危険で、もつと長期にわたる高感度の地震観測が是非必要であらう。

最近、地震学的・測地学的・地質学的研究から 1923 年の関東地震のメカニズムが解明されつつある²¹⁾²²⁾²³⁾。それらの結果によれば、酒匂川地溝-相模トラフの東縁の国府津-松田断層²⁴⁾ (第 9 図の太破線) の運動が関東地震の発生に結びつくことはほぼ確かであるらしい。ところが前に述べたように、今回の観測ではそれに相当する場所には全然地震が観測されなかつた。もちろんこの問題に関しても観測期間が短かつたしデータが一様でないから定量的な表現はできないが、関東地震から 47 年経過した時点で国府津-松田断層に沿つた地帯の地震活動が著しく低いことは確かで、断層がロックされつつあることを示唆するもののように思われる。これも、伊豆半島や神奈川県西部にも観測点を置いた高感度の精密観測が必要である。

7. 謝 辞

地震研究所宮村撰三教授と東京大学理学部浅田敏教授の今回の観測に対する熱心な御後援を厚く感謝する。また、未公表の記録あるいは読み取り値を快く提供して下さつた地震研究所南雲研究室・同堂平徹小地震観測所・同地域センター室及び気象庁地震課と、観測及び整理の段階で何かと相談に乗つて頂いた地震研究所第 2 地震研究部の松本英照・理学部浅田研究室の高野敬・島村英紀の三氏とにありがたく御礼申し上げる。武山観測点の下

20) 国土地理院地殻活動調査室「最近の関東南部の地殻変動」地震予知連絡会会報 3 (1970), 25.

21) H. KANAMORI, "Faulting of the Great Kanto Earthquake of 1923 as Revealed by Seismological Data," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 49 (1971), 13.

22) M. ANDO, "A Fault-origin Model of the Great Kanto Earthquake of 1923 as Deduced from Geodetic Data," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 49 (1971), 19.

23) *ibid.*, 8).

24) *ibid.*, 8).

見をお願いした堂平観測所の辻浦賢・中村功両氏や観測装置の設置に便宜をはかつて下さった海上保安庁第3管区海上保安本部・鋸南町馬賀利一氏他の方々の御援助が無ければ観測を遂行することはむずかしかった。ここに記して感謝の意を表したい。

なお、本報告中の計算は地震研究所地震予知観測センター計算機室 (EPOC) の IBM 360/40 によった。また、この観測の費用の一部は昭和44年度文部省科学研究費特定研究費 (災害科学) を使った。

8. *Temporary Observation of Micro-earthquakes in the Southern Part of the Kanto District.*

By Katsuhiko ISHIBASHI,
Graduate School, University of Tokyo,
and
Kenshiro TSUMURA,
Earthquake Research Institute.

In March 1970, for about a ten-day period, observations of micro-earthquakes were carried out at two temporary stations, TKE (Takeyama) and KYN (Kyonan), which were simultaneously set up in the Miura-Boso region, the southern part of the Kanto district, where a remarkable crustal movement was detected in 1969. The location of the stations and the observation period are shown in Fig. 1 and Table 1.

The instrumentation used in the observation consisted of 3.5 cps vertical geophones, 1 cps horizontal geophones, 30-day portable DAR magnetic tape recorders equipped with solid-state high-gain amplifiers and with the Seiko crystal clocks, and 12-volt batteries. The block diagram, photograph and frequency characteristics of the system are given in Figs. 2, 3 and 7 respectively. The recorded magnetic tapes were processed in the laboratory using the procedure shown in Fig. 4 and drum records such as in Figs. 5 and 6 were obtained.

At TKE 53 earthquakes were registered and at KYN, 71. For all these events *P*-arrival times, *S-P* times and *F-P* times were read. These data were processed by an electronic computer together with the data obtained by the Dodaira Micro-earthquake Observatory and another temporary station HAT in Table 1, and origin times, hypocenters and magnitudes of 58 shocks of magnitudes from 1.3 to 4.4 were determined for the period from 7d 18h to 18d 07h assuming the crustal structure proposed by Mikumo. Magnitudes were estimated from *F-P* times. Figs. 8, 9 and 10 indicate the distribution of epicenters.

As for the Miura and Boso Peninsulas and vicinity, hypocenters of earthquakes of magnitudes down to 1.3 were determined, but no event was detected in the crust in spite of the abnormal crustal uplift shown in Fig. 13.

The region along the Kozu-Matsuda Fault which is considered as the surface fault line of the slip plane of the Great Kanto Earthquake of 1923 was also found to be aseismic, which suggests that the fault may be locked.

As the present observation was rather preliminary, a longer-term observation at higher sensitivity is desirable to make sure of the two above mentioned facts.

The effect of the three additional stations on the capability of hypocenter determination for the Kanto district of the Dodaira network is also discussed. The general conditions will be seen in Fig. 10.