

震源計算装置と処理結果*

市川 政治・藤沢 格・吉田 弘**

550.34.044:034

System for Earthquake Parameter Rapid Determination and Some Results Obtained

M. Ichikawa, I. Fujisawa and H. Yoshida

(*Seismological Division, J. M. A.*)

For the purpose of prediction of great earthquake in the Tokai area, off south coast of central Japan, various geophysical, geodetic and geochemical observations have been carried out at many points in the coastal region and its vicinity by national institutes.

To the Seismological Division J.M.A. are telemetered seismometers at weather stations belonging to J.M.A., national universities and an institute in the region. Ocean bottom seismographs installed at the predicted epicentral area are telemetered to the Division, too (cf. Fig. 10). The telemetered seismograms at the Division are processed by an earthquake parameter rapid determination system consisting of a mini-computer of 128 KB, X-Y reader and video-display (cf. Fig. 2). The system can be operated by any operator who is not familiar to the computer, because the program for rapid determination of earthquake parameter is written on the basis of a man-machine conversation technique.

Parameters for events occurring from April to June, 1979, which were rapidly determined by the system, are compared with the final results determined by J.M.A. The results obtained are summarized as follows:

- 1) Events of magnitude $2\frac{1}{2}$ ~ $2\frac{3}{4}$ and larger which take place in the network will be almost detected by the observation system (cf. Figs. 1 and 4).
- 2) Though there exist some systematic discrepancies in hypocenters determined by the system and the final processing, they are within the accuracy of determination (Figs. 5~9, Tab. 1).
- 3) The number of data is too few to conclude, but the comparison of hypocenters determined by data obtained from the present network, and data from the ocean bottom seismographs in the area and the present network seems to suggest that no distinct discrepancy is found in them (cf. Fig. 10, Tab. 2).

§ 1. ま え が き

遠くない将来に発生すると大かたの地震関係者によって考えられている東海大地震に備えて、東海地域とその周辺の地震活動の常時監視のため、当該地域に存在する気象庁や国立大学研究所の地震計の出力が、気象庁地震課にテレメータされている。

常時監視という立場からは、各地点からの記録をリア

ルタイムで自動処理することが望ましい。しかし、観測網の広さや、観測点の分布などから、目的に沿った精度で、自動的に震源要素を決めるシステムを早急に稼働させることは極めて困難であり、現状では、X-Y リーダを使って能率的に各相の験測を行ない、その結果を直ちに電子計算機で処理するという方式をとらざるを得ない。

また、特定のオペレータがこのシステムを操作するのではなく、当番に当たったものが必要なときは何時でも、これを使って可及的速やかに震源要素が求められるよう

* Received Dec. 10, 1979

** 気象庁地震課

な装置でなければならない。

以上の観点から、日立製作所製のミニコンピュータH

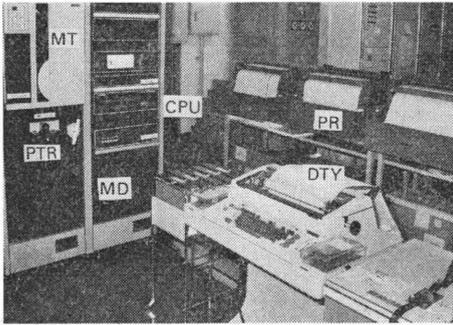


Photo. 1. A part of system for rapid determination of earthquake parameters. Central processing unit (CPU), magnetic disk (MD), magnetic tape unit (MT), paper tape reader (PTR) and data type writer (DTY).
PR: pen recorder

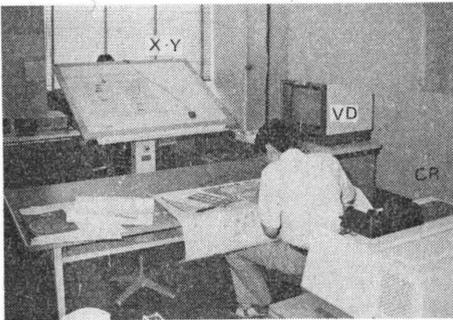


Photo. 2. A part of system for rapid determination of earthquake parameters. X-Y reader (X-Y), video-display (VD) and card reader (CR).

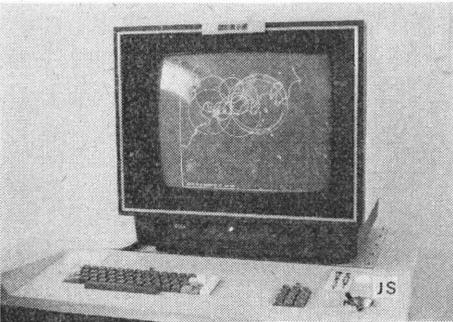


Photo. 3. Close up of video-display. Map, P ~ S circles and message are displayed on the screen.
JS: Joystick

-20に、X-Y リーダや Video-display を取付けた計算機先導型の震源計算装置を開発して、昭和54(1979)年1月に地震課に設置し、同年4月から正式に運用を始めた。

東海地震観測網の地震検知能力、震源決定精度を明らかにしておくことは、当該地域の地震活動常時監視に当って、まず必要なことである。そこで、昭和54(1979)年4月から7月までの観測結果に基づいて、上の問題を調べてみたので、本装置の操作手順などとともに、その結果を速報する次第である。

§ 2. 東海地域地震観測網

東京・松代・八丈島・飯田・御前崎・網代・鎌田・潮岬(昭和55(1980)年には浜松・尾鷲が追加される)の気象庁の地震計のほか、名古屋大学の犬山・知多・三河や、東京大学の富士川、国立防災科学技術センターの中伊豆・岡部の地震計出力が地震課にテレメータされている(Fig. 10(後出))。このほか、昭和54(1979)年4月から、御前崎沖に敷設された海底地震計も地震課にテレメータされている。

各地の記録は、常時1分間1cmのスピードで出力されているが、設定された電圧以上の入力を1地点で検出した場合は、1分間10cmのスピードで30秒間、また、この間にさらに1点以上で信号を検出した場合は約3分間、それらの地震計が関係しているチャンネルのレコーダに記録がとられるようになっている。

この観測システムは、記録継続時間数十秒(津村の式によれば対応する規模 M は2.8程度)以上の地震は、殆んどもれなく複数地点で trigger がかけられている。しかし、継続時間が20~50秒(M 2~2½)の地震は、どこか1点で trigger がかかっているだけである(すなわち、早送り記録は30秒で止まる)。とにかく、 M 2以上の地震が観測網内で発生すれば、trigger は80%作動するようである(Fig. 1)。

§ 3. 震源計算装と操作手順

本計算装置はFig. 2に示すように、H-20にX-Yリーダ、Video-display が取付けられている。X-Yリーダの読取り精度は0.1mmであり、記録スピードが1分間であるから、X-Yリーダによる検測精度は59型のそれ以上である。また、Video-displayは縦横とも512ドットで、英・数字発生装置、key board、スクリーン上の十字カーソル連動のjoystickが付いており、 P ~ S 時間による図式第1近似震源要素決定や、各種メッセージを画面に出して、装置とオペレータが対話しながら震源計

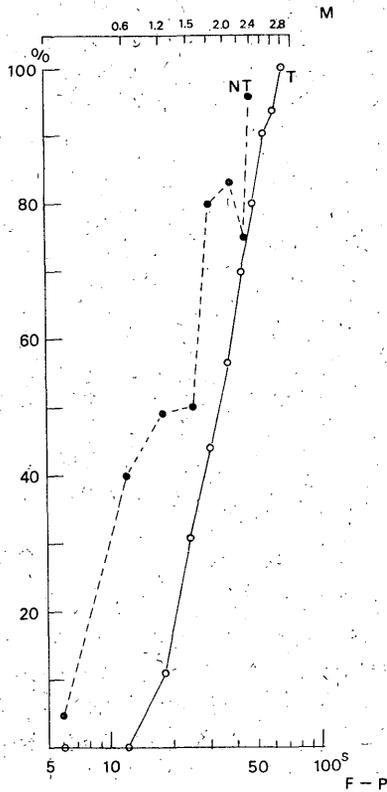


Fig. 1. Relation between earthquake magnitude and ratio of number of events recorded on continuous recorder to number of triggered and recorded on high speed recorder.

open circle: event triggered at 2 and more stations
solid circle: event triggered at a single station.

算を進めていくのに使用する。

震源要素計算用プログラムは、地震課データ処理係が最終震源要素計算に使用しているものと全く同じであり、同係も本装置を使って最終震源計算を行っている。

本装置のCPU(中央処理装置)のメモリ容量は128キロバイト(KB)であるから、処理プログラムと必要なパラメータ総てをメモリに収めることは出来ない。そこで、必要なパラメータ、プログラムをディスク中に収め必要に応じてその都度、ディスクから呼び出すようにした。

次に、本震源計算装置の操作手順を述べる。前記のように処理プログラムはすべてディスク中に収録されており、かつ、これはコンパイル済みのものであるから、数

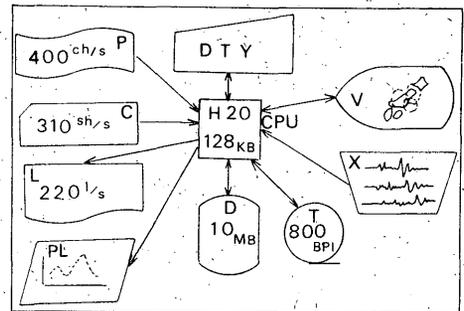


Fig. 2. Block diagram for system of rapid determination of earthquake parameters.

CPU: Central processing unit, V: Video display, X: X-Y reader, DTY: Data type writer, T: Magnetic tape unit, D: Magnetic disk, P: Paper tape reader, C: Card reader, L: Line printer, PL: Plotter.

枚のプログラムローダをガードリーダから読込ませることにより、第1段階目のプログラムがCPUに呼込まれ、このプログラムが必要なパラメータをディスクからメモリに読込む。以降は処理の進行に従って、逐次、必要なプログラム、パラメータがCPUに入って、次の処理・計算が行なわれる。

まず、第1段階のプログラム・パラメータがCPUに入ると、次のようなメッセージがdisplayの画面に現れ、ブザーが鳴る。

1) シゴト ノ ナイヨウ シジセヨ

また、画面に十字カーソルが出るので、joystick連結のボタンを押下げると、

2) ケンソク+シンゲンケイサン=0 ケンソク=1
シンオウ=2

のメッセージが出るので、たとえば、0をkey inするとX-Yリーダで検測し、続いて震源要素の計算が行なわれる。また、1あるいは2をkey inすると検測作業だけ、あるいはカードによる震源計算作業だけが行なわれる。

緊急震源計算の場合、0をkey inすると、X-Yリーダカラの文と十字カーソルが画面に現れるので、joystick keyを押下げる。次に、

3) キロクシ バンゴウ KEY-IN セヨ

のメッセージが画面に出るので、X-Yリーダに検測対象の記録紙を所定の位置にセットし、その記録紙の番号(1~3までである)をkey inする。

引続いて、

4) マエ ト ウシロ ノ タイムマーク ヲ シジ セヨ

のメッセージが画面に出る。

X-Yリーダによる検測は2タイムマーク間の長さ、前のタイムマークとX-Yリーダに連結した拡大鏡付十字カーソルが指示した位置との水平方向の長さの差から、指示された位相の絶対発現時が計算されるようになっているので、先ず先頭のタイムマークを十字カーソルで指示、続いてうしろのマークを指示する必要がある。

記録紙の紙送り速度は1分間10cmとなっているので、指示した2つのタイムマークの長さが 10 ± 0.25 cmの範囲に入っていないければ、装置はその結果を引取らない。タイムマークが正しく指示されると

5) ツギニススム 1 ヤリナオシ 0

のメッセージが画面に現れる。これまでの操作に誤りがあれば、0をkey inすると初めからの作業が繰返せる。1をkey inすると、

6) ニチ ジ フン ヲ タイプ カラ シジセヨ

のメッセージが画面に現れるので、指示した先頭のタイムマークの日時分(6文字)をkey inする。key inが終了と入れた数字と

7) ツギ ニ ススム 1 ヤリナオシ 0

のメッセージが画面に現れるので、正しくkey inされていれば1、又、mistouchの場合は0をkey inし、正しい値をkey inする。日時分がkey inされると、

8) ヨミトリ ジュンビ スミ

のメッセージと十字カーソルが画面に出るのでjoystick連結のボタンを押下げる。次に、

9) P マタハ S ノ イチ シジ セヨ

のメッセージが出るので、X-Yリーダ上にセットした記録上で、逐次、PあるいはSの位置をX-Yリーダ連結の十字カーソルで指示する。

X-Yリーダには、

御破算 $P \ iP \ eP \ S \ iS \ eS$ 再読 次の記録 計算

の文字を一定の間隔で書いてはってある(メニューと呼んでいる)。

位相の立上りを指示した場合、その明瞭度に応じて $iP(S)$ 、 $P(S)$ 、 $eP(S)$ の文字の占める領域を含む帯状の区域にカーソルを置いてカーソルボタンを押下げると、装置は検測した相が何でその立上りがどうか認識する。一枚の記録について検測が終了、次の記録を引続いて処理したい場合は、X-Yリーダのメニュー中の次の記録の文字を含む垂直帯状領域内のどこかに、十字カーソ

ルを置いてカーソルボタンを2度押すと再び

10) キロクシ バンゴウ KEY IN セヨ

のメッセージが出るので3)~9)の操作を繰返す。

すべての記録紙について検測が終了ならば、X-Yリーダのメニューの計算の文字を含む垂直帯状領域内のどこかに十字カーソルを置いてカーソルボタンを2度押す。

なお、X-Yリーダのメニュー上の御破算は、検測作業を振出し、すなわち1)に戻すことを、また、再読は直前に指示した位相立上がり位置をキャンセルすることを装置に伝えるためのものである。

全記録紙について検測が終了、計算を装置に指すると

11) データ ノ トリコミホウ シジ

のメッセージと十字カーソルが画面に現れる。

そこでjoystick ボタンを押下げると、

12) YES=1 NO=0

カミテープ カラ

のメッセージが出る。この装置は、アデスから紙テープに出力された地震データも震源計算に取込めるし、また、key board からも必要な地震データをCPUに入れることが出来るようになっているので、装置は紙テープからデータを取込む必要があるか否かを問合せているのである。

もし紙テープのデータも震源計算に使用する場合は、テープを紙テープリーダにセットし、1をkey inするとジシン電報データがCPUに取込まれる。不要の場合は0をkey inする。

このほかにも震源計算に使用したいデータがある場合は、引続いて出るメッセージ

13) YES=1 NO=0

タイプ カラ

の指示に従って1をkey inすると、key board からデータが入れられる。

1又は0のkey inが終了と、

14) YES=1 NO=0

データ ノ トリコミ オフリ?

のメッセージが出るので、震源計算に入りたい場合は1、まだデータをkey inしたい場合は0をkey inする。1をkey inすると、

15) YES=1 NO=0

シンゲンケイサンホウ シジセヨ

のメッセージと十字カーソルが画面上に出るのでjoystick ボタンを押下げると、

16) YES=1 NO=0

ルーチン プログラム ニヨル

のメッセージが出るので、第1近似震源を与えることなく
 験測データをそのまま使って震源要素の計算をするときは
 1 を key in する。また、display 画面にプロットされた
 東海地域を中心にした中央日本の地図上に、緊急震源決定
 のときのように $P\sim S$ 円を計算機に描かせて、第1近似の
 震源を決め、それに基づいて精密震源を決めたいときは
 0 を key in する (Photo. 3)。

0 を key in した場合、地図が画面に現れると同時に
 17) シンゲン ノ フカサ ヲ アタエヨ **HHH**
 のメッセージが出るので、適当な深さを key in する
 (震源要素計算に使用している走時表に対応する深さ以外
 のものを key in しても、装置は受けけない)。深さが指
 示されると、各地の $P\sim S$ に対応する円が、その地点
 を中心にして描かれる。全データのプロットが終ると、

18) シンノウ ヲ ジョイスティック デ シジセヨ
 のメッセージと十字カーソルが画面に出るので、ジョイ
 スティックを適当な方向に動かして、円の交点の重心に
 十字カーソルを移しジョイスティックボタンを押下げる。
 display 装置は十字カーソルの交点の座標を読取つ

て、これを CPU に伝える。

次に

19) **YES=1 NO=0**

ウマク シンゲン ハ キマツタカ

のメッセージが出るので、各円がよく交っている場合は
 1 を key in する。1 が key in されると CPU はこの $X\text{-}Y$
 座標を緯度・経度に直し、その点と前に指示された震源
 の深さ、および一番早い P 波発震時でしかも S 相が
 験測されている地点のデータから origin time を計算し、
 これらの要素を第1近似値として、前記のルーチン震源
 決定プログラムから最終震源要素を求める。

震源要素が求まると display 画面上に、 P, S の残差
 \sim 震央距離図、震源要素、および、

20) **YES=1 NO=0**

ツギニ ススム 1 ヤリナオシ 0

のメッセージが出る。もし、計算結果が妥当ならば、1
 を、また、不都合ならば 0 を key in する。

1 を key in すると、ラインプリンターに観測結果、
 震源要素残差 \sim 震央距離図が印刷され、次の験測・震源
 計算作業手順 1) に移る。また、0 を押すと 17) に戻

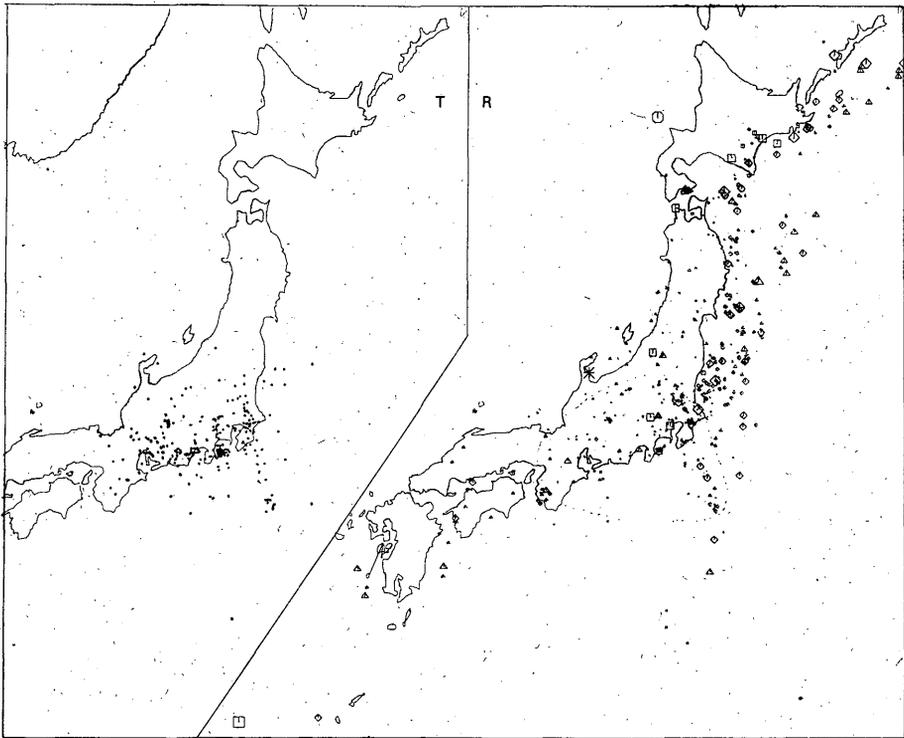


Fig. 3. Distributions of epicenters determined by the Tokai seismological network (left) and by the JMA conventional seismological network (right).

って同じデータで震源要素の再計算が可能な状態になるので適当な深さを与えて震源再決定を行なう。この繰返し作業は5回まで実行できる。

ルーチンプログラムで震源計算する場合、震源要素が求まらなると、震源決定不能のメッセージがライプリンタに出るだけで、次の観測・震源計算作業手順1)に移る。

「誰でも・何時でも」の観点から作ったものであるので、操作に馴れてしまうと、多少、操作が煩雑であるように感じられるが、上記のように不馴れの人でも使えるようにすると、どうしてもこうなってしまう。しかし、同じようなシステムが今後、各管区气象台にも設置される予定であるから、作業に当たっている人々の意見・経験を生じて、より扱い易い作業手順に直して行きたい。

§ 4. 処理結果

1) 検知能力

本装置が正式に稼動を始めた昭和54(1979)年4月から6月までの3か月間に、この装置で震源要素が決った地

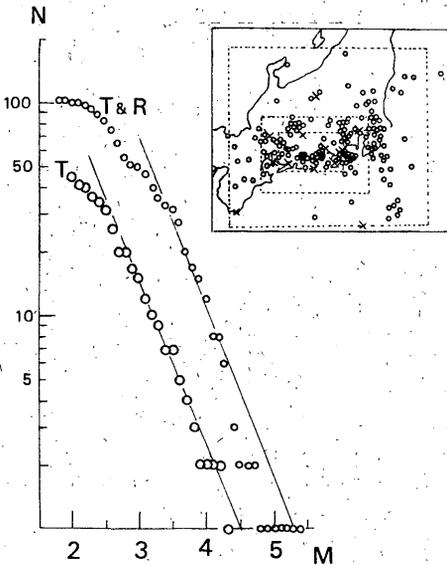


Fig. 4. Magnitude-cumulative-number relation. T in the plot shows the relation obtained from events occurring in the belt zone between the second largest rectangle and the smallest one (the area is named BELT in this paper) in the inserted plot. T&R in the plot shows the relation obtained from all events plotted in the epicenter distribution map.

震数は約370である。これらの震央を Fig. 3 の左に、また右には同じ期間に地震課データ処理係が決めた地震の震央分布図を比較のために示してある。(決った日本とその周辺の地震の数は約550)。

現在、地震の規模 M は適当な決定方式がなく、決っていないので、地震課データ処理係決定の M を使用して、この観測網の地震検知能力を調べてみる。現観測網の地震検知能力は、気象庁在来観測網のそれよりはるかに良いので、現観測網で決められた小さな地震の M は不明なものが多いが、検知能力の推定には差支えない。

Fig. 4 は M の決った地震から作った M 別積算度数分布図 (図の T&R に対するもの) である*。この図で T に対応するものは、同図中の震央分布図のなかに点線で示した3つの矩形域のうちの中間のベルト状の地域に発生した地震から作った結果である。この図と Fig. 1 から、少なくとも、上記の区域内に発生する地震は $M_{2}^{1/2} \sim 2_{4}^{2/4}$ まで、殆んどもれなく検知していると言えそうである。

2) 震源要素

真の震源要素はわからないから、地震課データ処理係決定の最終震源要素を基準にして両者の違いを比較する。

Fig. 5 は震央の差異を示すもので、データ処理決定のものを三角記号、現装置決定のものを菱形記号で示し両者を直線で結んである。当然のことながら、観測網外の地震の震央の差は、網内のものより大きい。

両者の差異に方向性、地域性が存在するか調べるため、最終震央を中心にして、現装置決定の震央を同一紙面にプロットしたものが Fig. 6 である。この図から後者は、前者に比べ、多少、東にずれている傾向が認められる。この傾向を確認するため、Fig. 6 から方向別度数分布図を作った (Fig. 7)。明らかに、現装置で決めた震央は、最終震央に比べ東にずれている。

この震央のずれに観測網の影響があるか否か調べるため、Fig. 4 に示した3矩形域の外側と中間のもの間の区域 (OUT) に発生した地震、中間と内側の矩形域の間の区域 (BELT) に発生した地震に分けて方位別度数分布図を作ったもので、いずれも、現装置による震央は最終震央に比べ東の象限にづれている。

Fig. 7 からわかるように、OUT 地域では関東地方のものが多い。震源要素計算に使用する基準走時表が、真のものと違う場合、観測網外の震央が真のものに比べ観

* b 値は 0.76

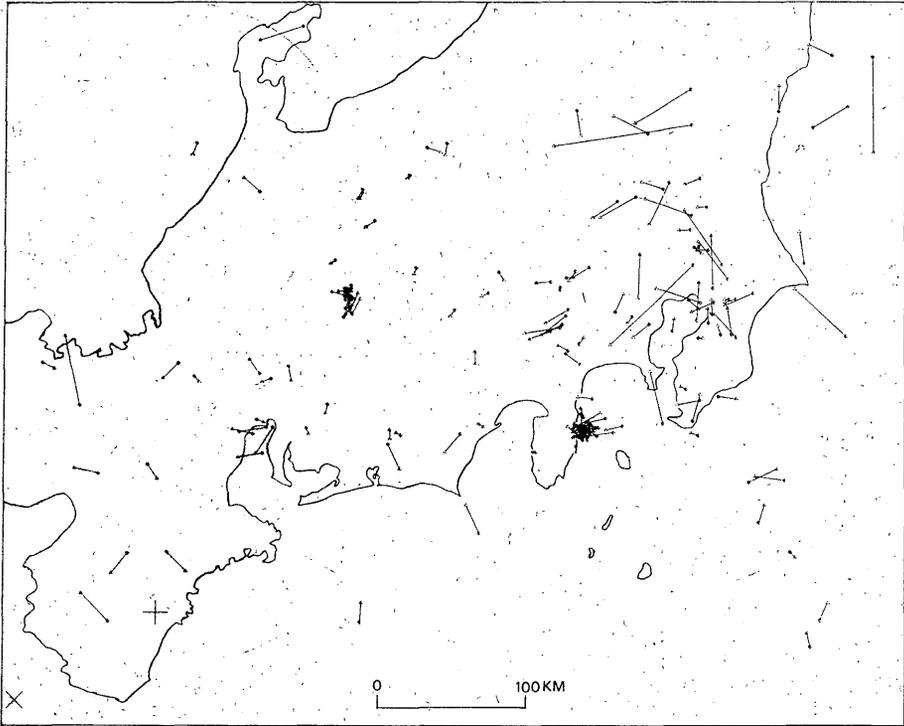


Fig. 5. Distribution of difference of epicenters determined by the Tokai network (\diamond) and the JMA conventional seismological network (\triangle).

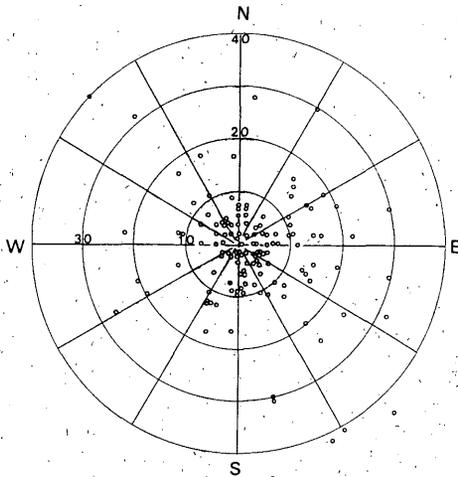


Fig. 6. Relative difference of epicenters in km determined by the Tokai network data and JMA conventional seismological network data (center of the concentric circle is the latter).

測網の外側に押出される(場合によっては引込まれる)傾向が現れることがあるが、今回の結果はこのことによるのかもしれない(市川, 1975)。

BELT 地域内の東海沖には震央は皆無であり、伊豆半島東岸沖に多数分布していることを除くと、ほぼ一様に地震は決められている。しかし、東ずれの現象が認められる。いずれの地震もわずかではあるが観測網からはづれた地域に発生しており、前記の基準走時表と実際のものとの差異により、当該地域の東側に発生した地震は OUT 地域側と同様、観測網外に押出し、西側のものは観測網側に引込むようなずれが生じているため、全体として東側にずれる傾向が出て来ているのかも知れない。

最終震央のすべてが、方位的により均一に分布した観測点から得られたデータで決められているわけでもなく、また、最終震央が必ずしも確かであるという保証もないので上の推論は妥当ではないかもしれないが、震源要素計算に使用している走時表や処理プログラムも同じであり、観測精度もほぼ同じであるいは、X-Yリーダによるほうが良いとも考えられるので、震央のずれは、震源要素決定に使用した観測点数とその分布に寄因するこ

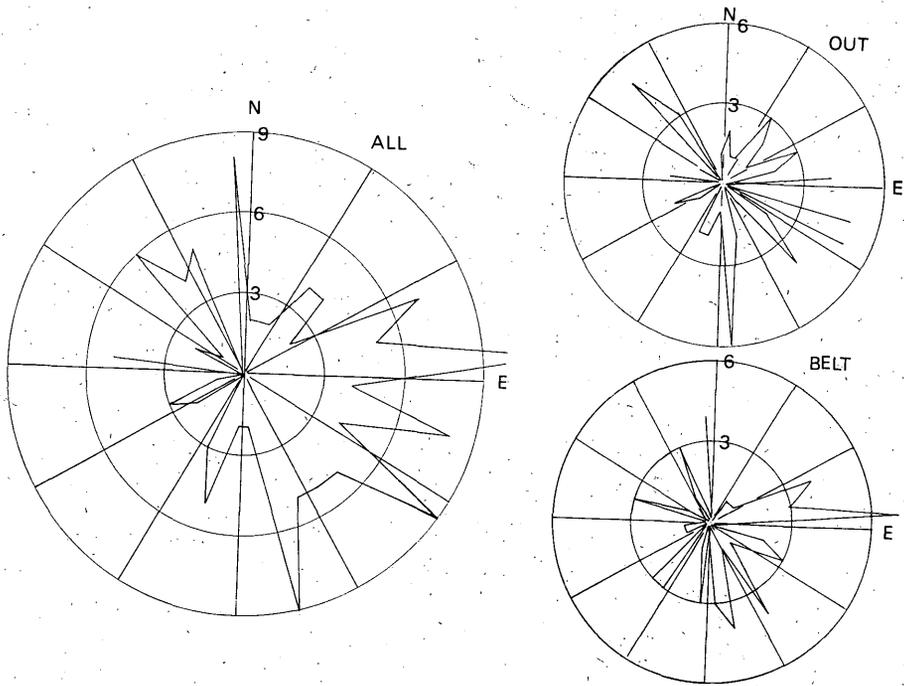


Fig. 7. Frequency distribution of epicenters by azimuths calculated from Fig. 6. ALL indicates the result obtained from all events in Fig. 5. BELT indicates the result obtained from the area BELT in the inserted map in Fig. 4. OUT indicates the area between largest rectangle and the second largest one in Fig. 4.

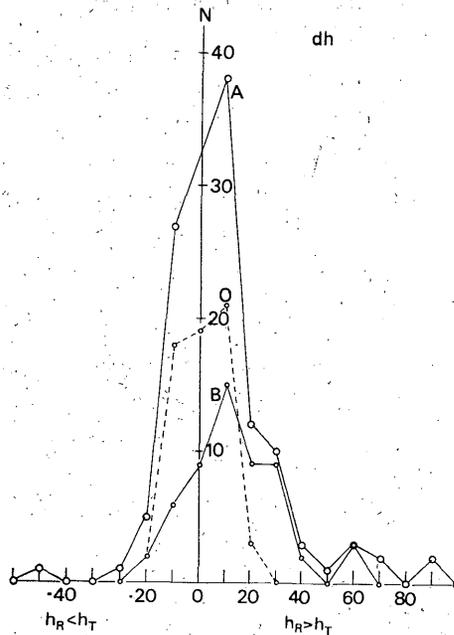


Fig. 8. Histogram of difference of focal depths given by the JMA conventional network data and the Tokai network data. A, B and O in the plot correspond to ALL, BELT and OUT in Fig. 7, respectively.

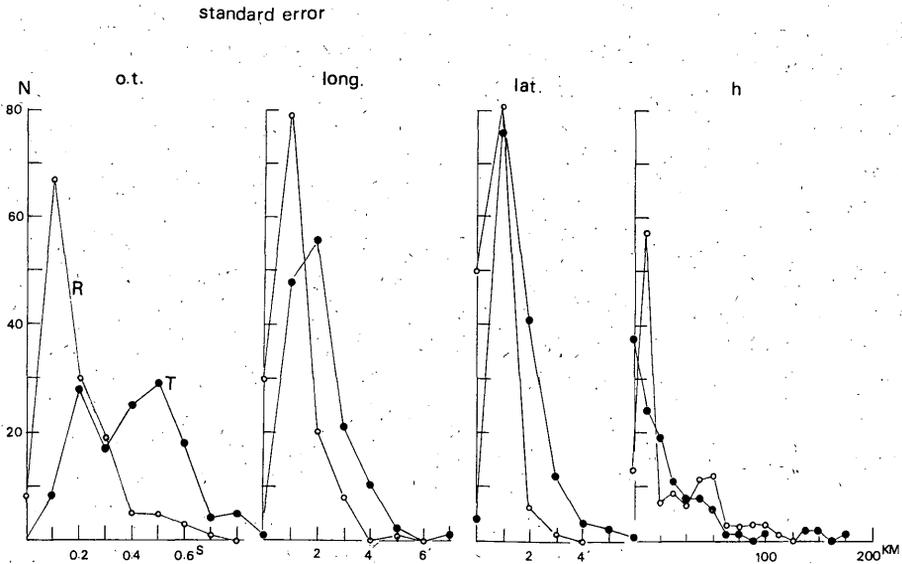


Fig. 9. Histograms of standard errors for earthquake parameters determined by the method of least squares.

The right plot is not for standard error but for focal depths.

Open and solid circles indicate the standard error (or depth) for the JMA conventional seismological network and the Tokai network, respectively.

o.t.: origin time, long.: longitude, lat.: latitude.

とは確かである。

次に震源の深さの差異について述べる。Fig. 8に示すように、現装置で決めた震源の深さ(h_T)は最終値 h_R よりも浅い。これは上記2地域 OUT (図中でO) 地域でも BELT (図中でB) 地域でも同じである。

最後に、決定された震源要素に対する標準誤差の比較結果についてふれる。Fig. 9からわかるように、現装置による各標準誤差 (図中Tの付いたもの) は、最終震源のそれ (図中Rの付いたもの) より悪い。これは、震源要素計算に使用したデータ数が、多くの場合、現装置によるほうが少ないということや、最終震源計算では、デ

ータをカードから入力しているの、不都合なデータは計算からはずすことが出来るのに対し、現装置では検測したデータは、繰返し計算の最終段階でPの場合、5秒以上、Sの場合10秒以上の残差を持ったもの以外はすべて計算に使用していることなどに寄因するものである。

Fig. 9の右端の図は、震源の深さの度数分布を示すもので、前述のように現装置によるもの (黒丸) は、最終震源計算結果 (白丸) よりも浅く決められていることがわかる。

最終震源要素と現装置による震源要素の差異の平均値

Tab. 1. Mean difference of earthquake parameters determined by the JMA conventional seismological network data and the Tokai network data. A, B and O are the same ones as in Fig. 8. I indicates the result for events occurring in the smallest rectangle area in the epicenter map in Fig. 4.

Region	I	B	O	A
Parameter				
Origin time	0.3s ± 0.03s	0.4s ± 0.13s	0.7s ± 0.20s	0.5s ± 0.11s
Distance	7km ± 2.9km	7km ± 1.0km	21km ± 3.9km	14km ± 1.8km
Focal depth	0km ± 4.5km	1km ± 1.5km	16km ± 4.1km	8km ± 2.0km
No. of data	10	65	61	136

を Tab. 1 に示す。

§ 5. 海底地震計データと震源要素

御前崎沖に敷設された海底地震計データが、東海沖および東海地域とその周辺に発生する地震の震源要素にどのような影響を及ぼすか、あるいは、海底地震計データが無いために従来の震源要素がずれているかを知ることには大変に興味のあるところである。もちろん、海底地震計が敷設されている東海沖の地下構造を考慮せず基準走時表だけで震源要素を求めたと言う点に問題は残るものの、これが大勢には影響を及ぼすことはないであろう。

昭和54(1979)年6月から8月のか3月に海底地震計も記録した27個の地震について、東海観測点のデータと海底地震計によるデータを併用して決定した震央 (Fig. 10 中の小さい丸) と東海観測点だけで決めたもの (Fig. 10 中の大きい丸) を Fig. 10 に示す。図中の黒丸は、東海観測点だけでは震央の決まらなかった地震である。

6つの地震を除いて両者の差は、極めて小さいことがこの図からわかる。しかし、この小さな差は、海底地震計のデータが1~2点でしか取られていないため、大勢に影響が出なかった場合もある。震源要素の差異の平均値を Tab. 2 に示す。

海底下に発生した地震も両者による位置がそれ違ってないことは、海底地震計データ無しで決定されていた従来のこの地域の震源要素に、千島南部の地震の震央の大きな系統的なずれや(市川, 1979), 三陸はるか沖の

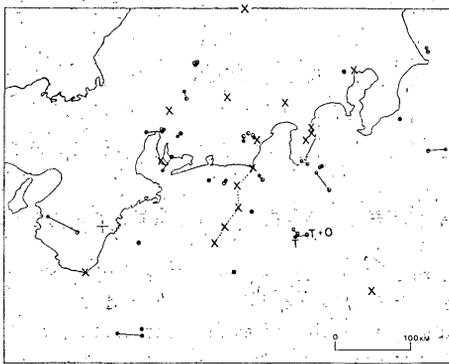


Fig. 10. Distribution of epicenters determined by the Tokai network data (large circle) and both Tokai and ocean bottom seismograph (OBS) data (small circle). Solid circle indicates epicenter which was determined by the both, but could not determined Tokai or OBS data only. X: station.

Tab. 2. Mean difference of earthquake parameters determined by the Tokai network data and both Tokai and OBS data.

distance	longitude	latitude	depth
10km±3.2km	2'±0.3'	2'±0.6'	-4km±3.9km

震源の深さのずれ(市川, 1978)のようなことは無いと言えそうである。しかし、今回の調査に使用したデータの数には、結論を出すには余りにも少な過ぎる。より多数のデータを使って、詳細な調査をしたいものである。

§ 6. むすび

昭和54(1979)年4月から観測を開始した新地震観測網と震源計算装置の地震検知能力や、震源決定精度を知っておくことは、求めた震源要素を使用する上で必要がある。まして、このデータは東海大地震予知にかかわる重要なものであるので、データの貯るのを待ってはられない。そこで、3か月余のデータを使って上記の調査を行った。得られた結果は、大要、次のとおりである。

- 1) $M 2 \sim 2\frac{1}{2}$ の地震が観測網内のどこかで発生すれば、少なくとも1つの観測点ではトリガーがかかる。
- 2) 観測網内に発生する $M 2\frac{1}{2} \sim 2\frac{3}{4}$ 以上の地震は、殆んどもれなく震源要素が決められるであろう。
- 3) 決められた震央は、気象庁の最終震央に対して、観測網の東外側ではやや東方にずれ、観測網周辺の西側でも多少東方にずれる傾向が認められる。しかし、その差は数キロメートル以内で、これは最終決定震央の誤差の範囲の値である。
- 4) 震源の深さは、最終決定震源の深さよりも10kmくらい浅くなる傾向がある。
- 5) 海底地震計観測結果を加えて震源要素を決定した場合も、それを加えなかった場合と殆んど差は認められない。このことは、少なくとも房総半島南方沖から東海沖に発生した地震のこれまでの震源要素中にも、顕著な系統的ずれは無いことを示唆している。

謝 辞

現震源計算装置用を作るに当って日立製作所の関係スタッフから、多大の御援助を賜った。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- Ichikawa, M. (1969): *P* Arrival Time Anomaly in Northern Japan, *Geophys. Mag.*, **34**, 345-357.
- 市川政治 (1975): *P* 波速度異常が震源決定に及ぼす影響と *P* 波異常の検知について, *験震時報*, **40**, 43-54.
- Ichikawa, M. (1978): Lateral Heterogeneity under the Southern Kurile Trench and its Vicinity and Systematic Discrepancy in Epicenter Locations, *Geophys. Mag.*, **38**, 1-19.
- 市川政治 (1979): 三陸沖の地震の震源分布, *験震時報*, **43**, 59-65.