

大阪管区気象台テレメータシステムの震源決定能力*

竹内 新**・下田 正人**・菊田 晴之***・尾浜 良太****

Epicenter determination capability
in Western Honshu and Shikoku District by the seismic telemetering system.

H. Takeuchi M. Shimoda
(Osaka District Meteorological Observatory)
H. Kikuta
(Earthquake and Volcanological Management Division, J. M. A)
R. Ohama
(Earthquake Prediction Information Division, J. M. A)

The digital seismic telemetering system, from the stations of two 59-type, twelve 67-type and three 76-type seismographs, have been operated at Osaka District Meteorological Observatory since March, 1983.

Since then, the capability of epicenter determination in Western Honshu and Shikoku District have been enhanced.

This enhancement is, here, evaluated by the following two methods.

- 1) Evaluation of the smallest magnitude for the regions divided into 1 degree x 1 degree using the determined epicentral parameters.
- 2) Estimation of the areas covered by more than three stations, for which P phase could be detectable, for the earthquakes with magnitude 2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 respectively.

It is found that most of the earthquakes with a magnitude 3 or more, which occurred in Western Honshu and Shikoku District except Hyuganada region, have been determined.

The detection capability for the earthquake in Hyuganada region is not high, however, data exchange system with Fukuoka District Meteorological Observatory is useful for the accurate determination of epicentral parameter for the region.

§ 1. はじめに

1983年3月大阪管区気象台に、地方中枢気象資料伝送網(L-ADESS)が整備された。このシステムの整備と同時に、管内の地震波形は管区に伝送され、そこで集中処理されるようになった。大阪管内の地震伝送網はFig. 1に示すとおりで、59型地震計2、67型地震計12、76型地震計3の計17カ所のデジタル波形データを、震源決定用に伝送している。波形収

録に当たってのトリガー方式は、それまでの単独方式と違い、収録効率を上げるため多点トリガー方式が採用されている(市川, 1982)。また、管外のデータとして、システム設置当初は、松代、八丈島、下関2、種子島2が伝送されていたが、その後順次尾鷲、敦賀2、熊本2、延岡のデータが追加伝送されるようになった。

上記の結果、大阪のシステムによる震源決定能力は、システム設置以前より向上した。1983年までの

* Received Jan. 30, 1989.

** 大阪管区気象台観測課

*** 気象庁地震火山部地震火山業務課

**** 気象庁地震火山部地震予知情報課

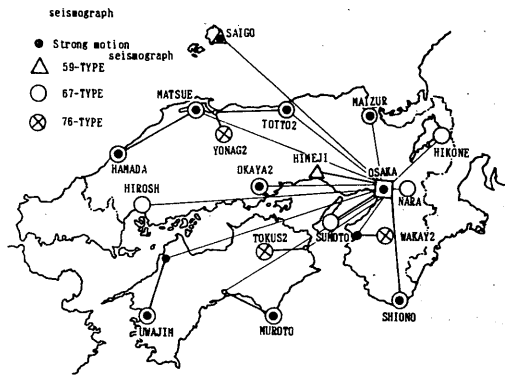


Fig. 1 The telemetering system and the distribution of seismic stations operated by the Osaka District Meteorological Observatory.

気象庁全体の震源決定能力は、横山（1984）により調査されている。そこで今回、大阪L-ADESSによる震源決定能力について、新たに2種類の方法で調査したので報告する。

§ 2. $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ メッシュ別震源決定能力

(1) 方法

大阪管内地震活動図に相当する範囲を $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ のメッシュに分け、それぞれの地域について震源決定されている最小のマグニチュードをMminとし、Mminを横山（1984）と同様の方法によって推定した。調査地域をFig. 3に示す。各メッシュの右下の番号が各メッシュに与えた地域番号である。

ある限られた地域に発生した地震については、マグニチュードMとM以上の地震の総数N(M)の間に

$$\log N(M) = a - bM \quad (a, b \text{ は定数})$$

の関係が成り立つ（宇津，1967）。 $\log N(M)$ は、 $M \geq M_{\min}$ でMと直線関係にあるが、 $M < M_{\min}$ では直線からはずれた分布になる。また、各MをMminとしてb値の最尤推定値を計算すると $M < M_{\min}$ でb値は低下する。

そこで、 $\log N(M)$ とMの関係を調べ、その分布が直線からはずれる直前のMと、b値が低下する直前のMとの適合を見てMminを推定した。

使用したデータは1983年4月から1988年11月の期間に、大阪管区気象台が波形処理によって決定した震源のうち、マグニチュードの決まったもので、震源の深さが60kmより浅いものである。

(2) 結果

Fig. 2に各メッシュのMと $\log N(M)$ の関係を示す。横軸がマグニチュード(M)、縦軸が地震の積算度数(M)の対数及びb値で、●印は地震の積算度数、○印はb値をプロットしたものである。それぞれの図に地域番号、使用した地震の数、推定したMminとそのときのb値を示してある。直線は、Mminを通る傾きbの直線を引いたものである。Fig. 3に推定したMminを示してある。これからわかるように、対象地域では、大まかには、マグニチュード3.0程度の震源決定能力をもっている。対象地域の東半分の方が震源決定能力が高い。高野山（和歌山2）、半田（徳島2）、三土（米子2）に設置された76型地震計が震源決定能力を上げるためと思われる。これに比べ、西側、特に地域10（日向灘付近）はMminが4.1と震源決定能力が低い。

この方法の問題点は、地域によってはMminが決めにくいことである。特に、地域10はb値の低下がはっきりしないためMminが決めにくく、ここではMminを4.1（そのときのb値は0.7）としたが、他の地域のb値から考えると、 $M_{\min} = 4.8 (b = 0.9)$ の方をどるべきかもしれない。このように、b値の低下がはっきりしない地域があるので、震源決定能力を見るときには、Fig. 3だけでなく、Fig. 2のグラフの分布（特にb値）を考慮しながら評価する必要がある。

§ 3. 地点別検知力

(1) 方法

各観測点毎にP相が検出可能となるマグニチュードと震央距離(M-D)の限界を求めた。使用したデータは1987年1月から12月までの地震月報に掲載された地震のうち、マグニチュード(M)の決定された深さ60km以浅の地震の中から、観測点毎にデータ数を考慮し、適当な期間のものを用いた。Fig. 4は、各地震計の代表例として、西郷、宇和島、徳島2の図が示してある。それぞれの図で縦軸がマグニチュード(M)、横軸が震央距離(D)の対数、○印はP相が検出できた地震、×印はP相が検出できなかった地震を表している。図中の直線は、M-Dの限界をフリーハンドで引いたものである。

他の観測点についても同様の作図からM-Dの直線を求めた。

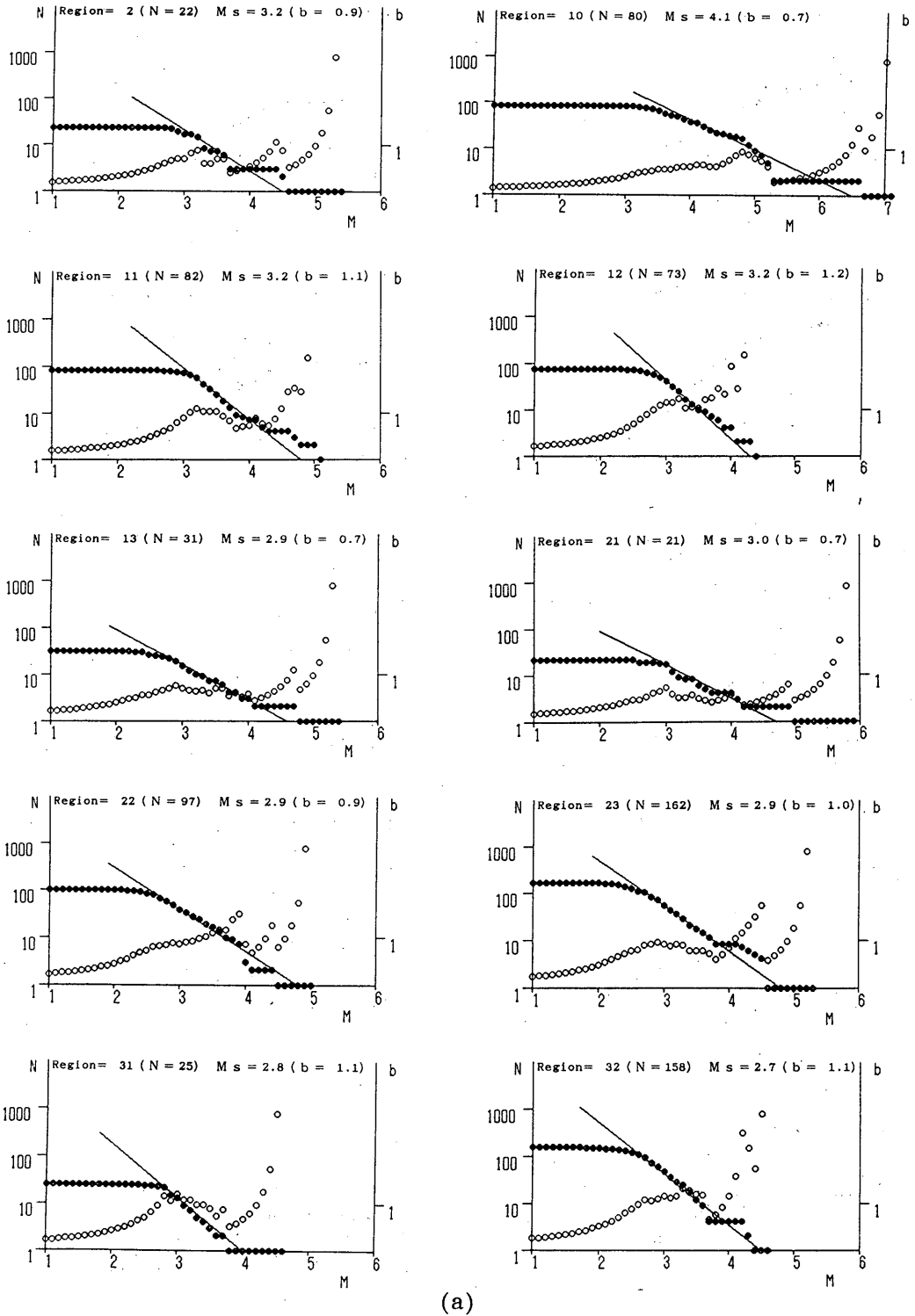
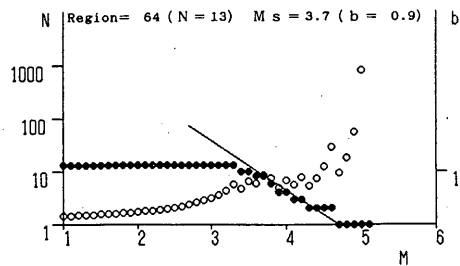
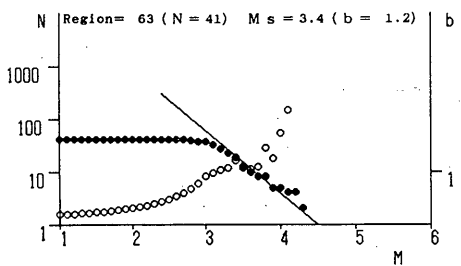
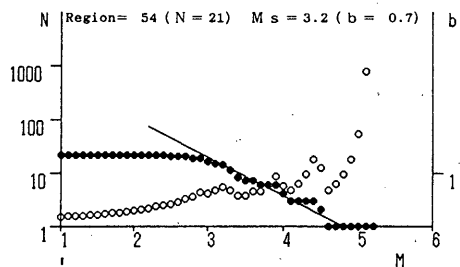
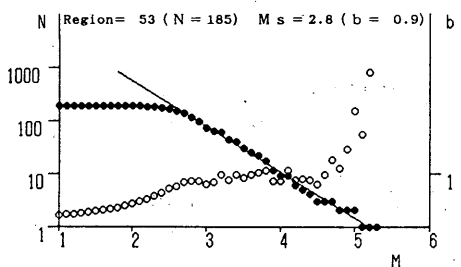
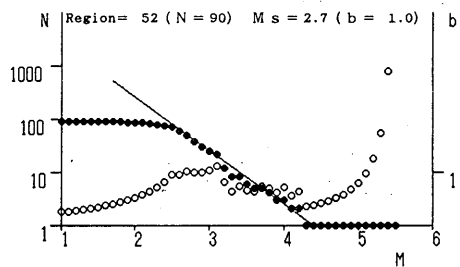
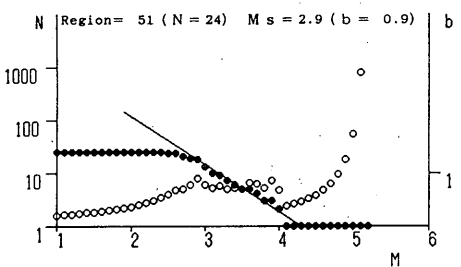
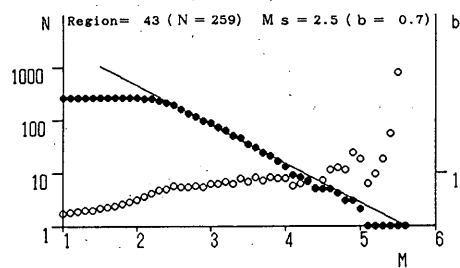
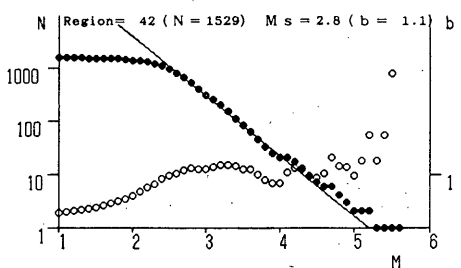
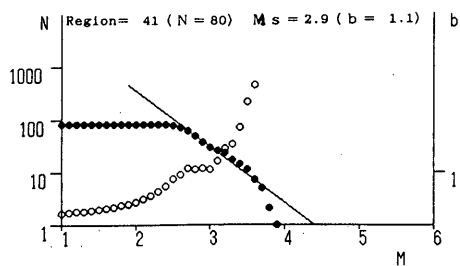
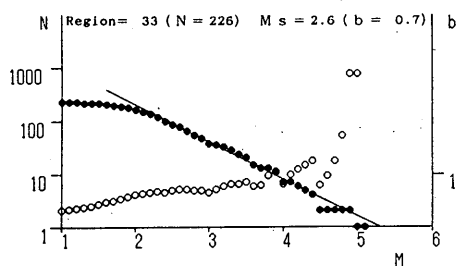


Fig. 2 Magnitude-cumulative numbers of earthquakes(solid circles)and b values (open circles) for the regions divided into 1 degree x 1 degree.



(b)

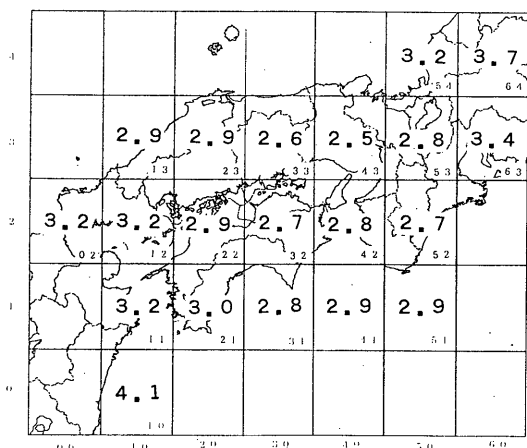


Fig. 3 Distribution of Mmin values(minimum magnitude determined in each regions).

(2) 結果

Tableは、求めた直線から各観測点毎にM2.5 ~ 4.0までの検知可能距離を読み取ったものである。M 4.0の検知可能距離は、米子2を筆頭に76型地震計の観測点が最も良く、いずれも500 km前後となる。次いで、鳥取2、洲本、宇和島と地盤の良い67型地震計の観測点が続いている。逆に奈良、彦根、西郷等地盤条件の悪い観測点の検知力が悪い、M3.0については、和歌山2は170kmで他の76型地震計の観測点に比べ小さい。これは観測点が東京管区との境界近くにあり、東側の地震については現在の複数点トリガー方式による取りこぼしが出るためと考えられる。一方、洲本、岡山2などの検知力は良い。これは、設置場所の地盤がある程度良いことに加え、

76型地震計観測網の近くにあるなど、当該地点でトリガーがかからなくても周辺のトリガーで波形が収録される、現行トリガー方式のメリットを受けているためと考えられる。

Fig. 5は、得られた観測点毎の直線を地域別、地震計の型別に示した。なお、59型地震計は67型地震計のグループに含めてある。76型地震計の箇中、破線で示した直線は、それぞれ67型及び76型地震計で100 μ kineの最大速度振幅の地震を観測した場合の関係を示す。ちなみに夜間静穏時における76型地震計のノイズレベルは20~40 μ kine、67型地震計で最もノイズレベルの高い彦根は300 μ kine程度である。各観測点の直線の傾きは、これらの破線よりも大きな傾きになっているが、これは周期が長くなるとP相が検知しにくいことを示している。また、傾斜の度合いとノイズレベルの大きさには、ある程度正の相関が存在するようである。

Fig. 6は、Tableの値を用いて、大阪のシステムだけで震源決定できる範囲をM別に示したものである。震源決定には最低3ヶ所のP、Sの観測値が必要なことから、実線は4点以上の観測点で、破線は3点以上の観測点でそれぞれP相が検知可能な範囲を示した。M3.5以上の地震については、沿岸も含めカバーできている。M3.0以上の地震についても、ほぼカバーできているが、足摺岬沖から日向灘にかけて震源決定能力の低さが見られる。これは、横山(1984)の(2)の方法によるものと傾向的に一致している。M \geq 2.5については、このことが一層鮮明である。そこで、現在福岡管内からテレメータしている下関

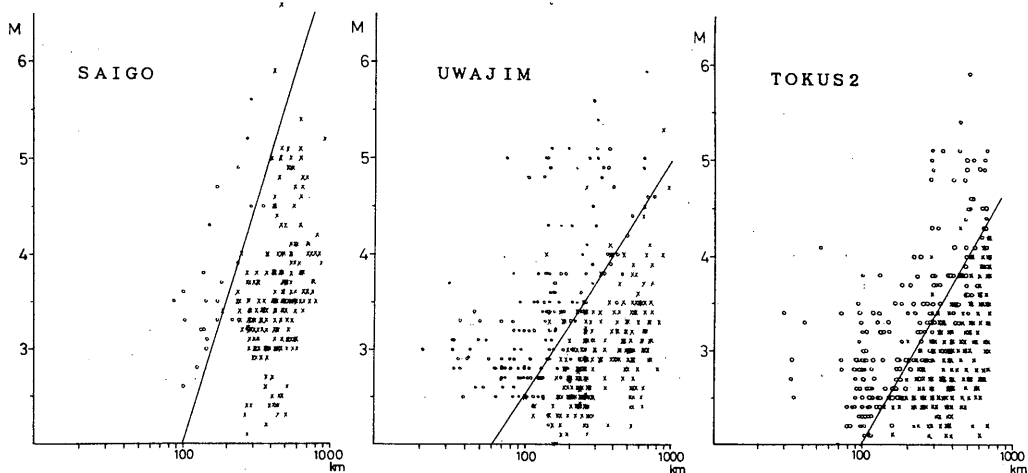


Fig. 4 Earthquake detection capabilities for SAIGO, UWAJIM and TOKUS2.

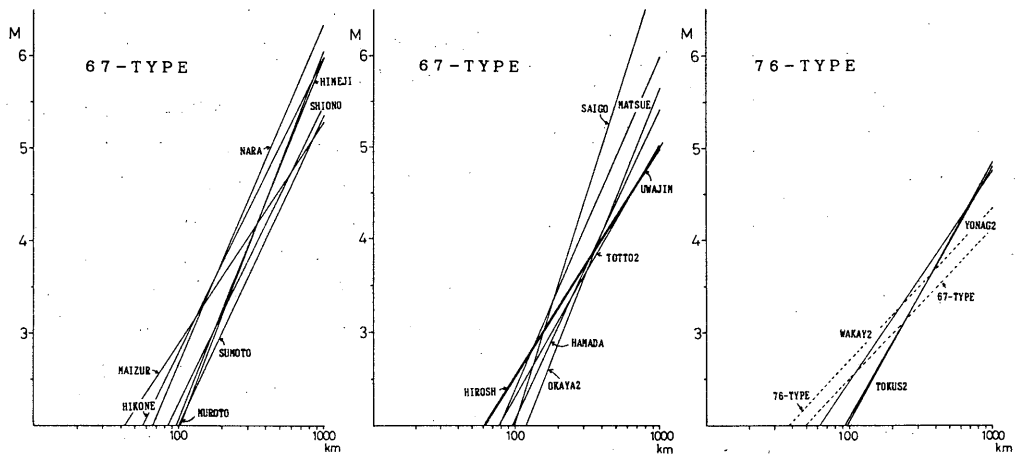


Fig. 5 Earthquake detection capabilities for different types of seismometer.
Left and middle figure show for the 67-type seismographs located in eastern and western parts of Osaka District respectively.

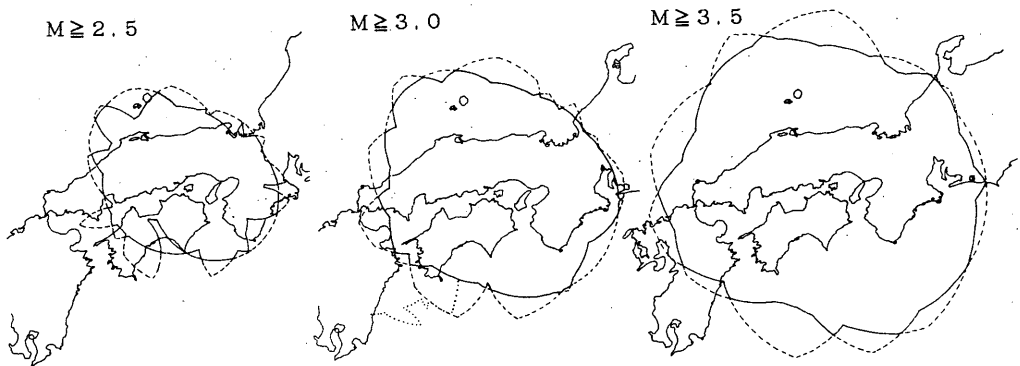


Fig. 6 Estimation of epicenter determination capability for the earthquake with a magnitude of 2.5, 3.0 and 3.5.
The broken lines denote the areas covered by at least three stations, for which P phase could be detectable.
The solid line is for more than four stations.
The broken line of the middle figure in Hyuganada region denotes the capability including the stations telemetered from Fukuoka District Meteorological Observatory.

2, 種子島2, 熊本2, 延岡のデータも加え, この周辺の震源決定能力を調べた. それを $M \geq 3.0$ の図中に細かい破線で示す. この値は, 山本ら(1985)により求められたものを利用した. 福岡管内からのデータにより, 日向灘周辺の震源決定能力がある程度向上していることがわかる. しかし, この付近の震源決定に大きく寄与すると思われる熊本2, 延岡が, 大阪のトリガー方式に組み込めないという問題が残されている.

| | STA. | magnitude | | | |
|------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| 59 T Y P | SAIGO | km 125 | km 160 | km 200 | km 250 |
| | HIMEJI | 130 | 175 | 235 | 315 |
| 67 T Y P E | HIKONE | 81 | 115 | 165 | 240 |
| | MAIZUR | 68 | 110 | 180 | 290 |
| | NARA | 90 | 124 | 170 | 230 |
| | SUMOTO | 138 | 200 | 280 | 405 |
| | SHIONO | 120 | 170 | 240 | 350 |
| | MUROTO | 136 | 180 | 240 | 315 |
| | TOTTO2 | 117 | 180 | 270 | 420 |
| | OKAYA2 | 160 | 215 | 285 | 385 |
| | MATSUE | 107 | 148 | 205 | 280 |
| | HAMADA | 132 | 190 | 270 | 380 |
| 76 T Y P E | HIROSH | 96 | 153 | 245 | 395 |
| | UWAJIM | 97 | 156 | 250 | 400 |
| | WAKAY2 | 103 | 170 | 280 | 470 |
| 76 T Y P E | TOKUS2 | 148 | 220 | 335 | 500 |
| | YONAG2 | 145 | 220 | 335 | 510 |
| ※ | HIROS2 | 122 | 184 | 275 | 420 |

Table Detection capabilities for the stations
Detectable epicentral distance and its
magnitude are shown.

The number for HIROS2 is shown as a reference due to few data obtained, because the observation started since March 1988.

§ 4. まとめ

地点別による方法で, 大阪管内からテレメータしている地震観測点17カ所について検知力を調査した. その結果, (1)多点トリガー方式が有効にはたらくこと (2) $M : 3.0$ 以上の地震については, 日向灘周辺地域を除いて大阪管内がカバーされていること (3)日向灘周辺では, 問題点が残るものの, 福岡管内からのデータによりある程度の震源決定能力の向上が図られていることがわかった. これらの結果は, 横山(1984)の結果と一致している.

さらにメッシュ別による方法でも, 同様の結論が出たが, 日向灘付近については, 震源決定能力をより向上させる必要がある. この付近は, 地震活動が活発で, たびたび津波を引き起こした重要な地域である. この地域の震源決定能力を上げるためには, 四国南西部への高倍率地震計の設置や, 日向灘に近い足摺などの地震波形のテレメータ化(その前に足摺などをテレメータ化することによって日向灘付近の震源決定能力がどれだけ上がるかの調査が必要であるが), さらに福岡管区気象台とのより多くのデータ交換等が必要であると考えられる.

参考文献

- 市川政治(1982): L-ADESS地震端末による地震データ処理. 験震時報, 46, 47-83.
- 大沢光雄, 尾崎祥, 竹内新(1984): L-ADESS展開後の新地震観測の一年. 大阪管区気象台技術情報, 51, 2-13.
- 宇津徳治(1967): 地震の規模別度数分布に関する諸問題I. 北大地球物理学研究報告, 17, 85-112.
- 山本雅博, 後藤主夫, 豊田政昭, 永岡修(1985): 福岡管区気象台地震波形テレメータシステム整備とそれに伴う地震検知能力の改善について. 験震時報, 49, 93-104.
- 横山博文(1984): 最近の気象庁地震観測網の震源決定能力. 験震時報, 49, 53-65.