

日向灘地殻活動総合観測線による地震の 検知能力について

古澤 保・大谷 文夫・寺石 眞弘
園田 保美

ON THE DETECTABILITY OF EARTHQUAKES BY THE OBSERVATION NETWORK AROUND THE HYUGANADA REGION OF KYUSHU

By *Tamotsu FURUZAWA, Fumio OHYA, Masahiro TERAISHI*
and *Yasumi SONODA*

Synopsis

Observation network composed of 7 stations for monitoring seismic activities around the Hyuganada region, was constructed at the Miyazaki Crustal Movement Observatory, and has been operated since April, 1987.

As the preliminary observational result, the detectability of magnitudes and epicenters of earthquakes and the accuracy of the determination of origine parameters are presented in this paper.

1. は じ め に

宮崎地殻変動観測所では1976年11月の観測開始以来、地殻変動連続観測と共に煤書き記録による短周期3成分の地震観測を実施し、1978年12月からはトリガー方式のアナログ磁気テープ集録も行ってきた。¹⁾ しながら1点のみの観測では震源を決定することができず、周辺地域の地震活動の時空間分布の特徴を明らかにするには至っていない。

このため第5次地震予知計画に基き昭和59年度より3年計画で設置された日向灘地殻活動総合観測線の各観測点に地震計を設置し、総計7観測点による地震観測を開始した。観測線の設営は1987年3月に完了し、4月より宮崎観測所でのテレメータ集中記録システムによる集録を実施している。²⁾ 現在解析システムの整備、特にソフトの開発を行っているが、とりあえず独自の震源決定が可能になったので、第1段階として観測線による地震活動の空間的検知能力と震源決定精度について報告し、今後の観測点の増強と解析方法の検討の資料としたい。

2. 観測・集録・処理システム

観測線を構成する観測点の配置は日向灘をはさむ四国側の宿毛 (SKM)、九州側の楨峰 (MKM)、宮崎 (MYZ)、高城 (TKJ)、串間 (KSM)、伊佐 (ISA)、大隅 (OSM) の7点で、Fig. 1 に+印で示される。各観測点の詳細及び観測システムと集録システムについては既に報告されている。²⁾ トリガー装置では各点の上下動成分を20-2 Hz と2-0.2 Hz の2周波数帯に分け、各々が一定レベルを越えた時にトリガーパルス出力する。テレメーターのパルス状の回線ノイズによる誤動作を避けるため、複数個のトリガーパルス

が連続する場合のみ地震と判定する。この信号はトリガーチャンネルとして独立に地震波信号と合わせて集録装置に転送される。集録装置ではこの信号の時間幅、継続する個数、トリガーした観測点の数等により、地震判定と同時に遠近、規模の種別判定を行い、集録時間を決定して全観測点の遅延データをハードディスクに格納する。蓄積された地震の数が一定数に達すると自動または手動操作により MT を起動し集録する。現在短周期地震波用として 2 台の MT 装置と 32 MB のハードディスク領域を使用しており、平均 2 分の長さで約 100 個の地震をテープの交換なしに集録することが可能である。

またハードディスク上の地震データは実験的に使用されている自動判定プログラムを起動して P 波初動の自動読取りを行い、暫定的な震源ファイルの作成を行う。

このようにして 100 Hz サンプリング、12 ビットのデジタル 3 成分の MT 記録が 1986 年 9 月より宿毛・楨峰・宮崎・高城・串間の 5 点、1987 年 4 月 24 日以降は伊佐、大隅を加えた 7 点について得られている。P、S 波の初動到達時刻、振幅、F-P 時間等の読取りは集録 MT よりブラウン管上に波形をとり出し、カーソル操作による半自動処理で実施している。震源決定は 4 点以上の P 波初動時刻が得られた地震について市川-望月の標準走時表を用いて行っている。今回は 7 点のデータが得られた 1987 年 4 月 24 日から 12 月 31 日の期間について検討した。

3. 震 源 分 布

Fig. 1 に 1987 年 4 月 24 日から 12 月 31 日の期間に震源を決定することができた約 500 の地震の震央分布を、マグニチュード 3.0 以上 (a) と 3 より小さな地震 (b) に分けて示す。円は宮崎 (MYZ) を中心とする半径

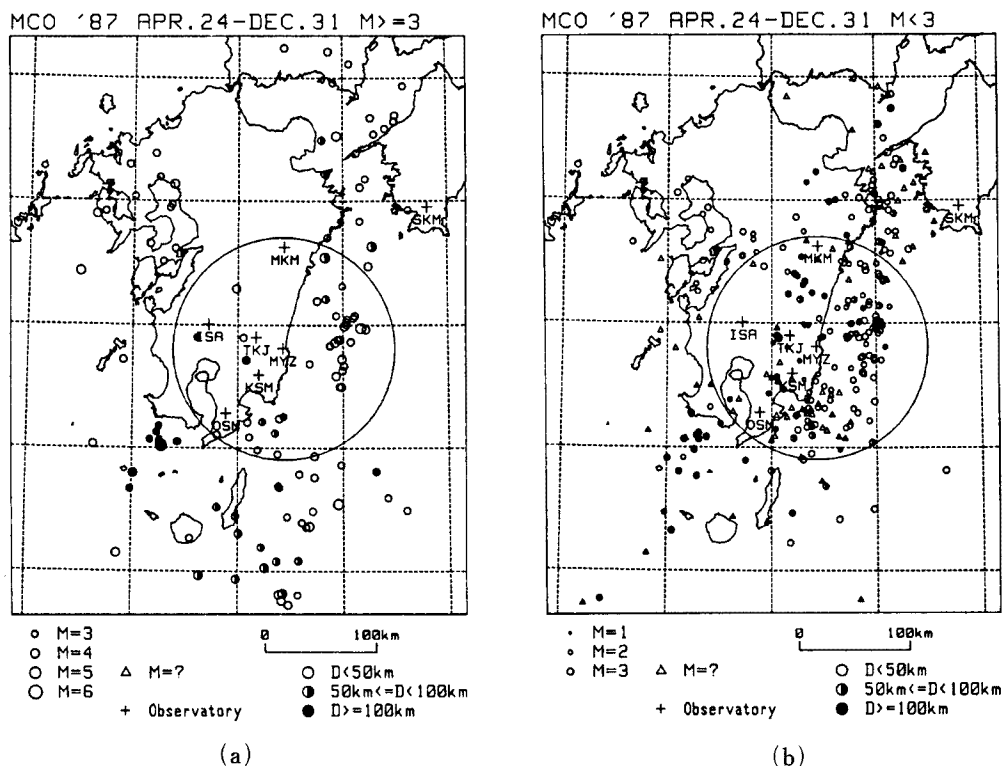


Fig. 1. Location of observation stations and epicenter distribution of earthquakes determined by Miyazaki Crustal Movement Observatory (MCO).

(a) : $M \geq 3$ (b) : $M < 3$

circle means the area within 100 km from MCO.

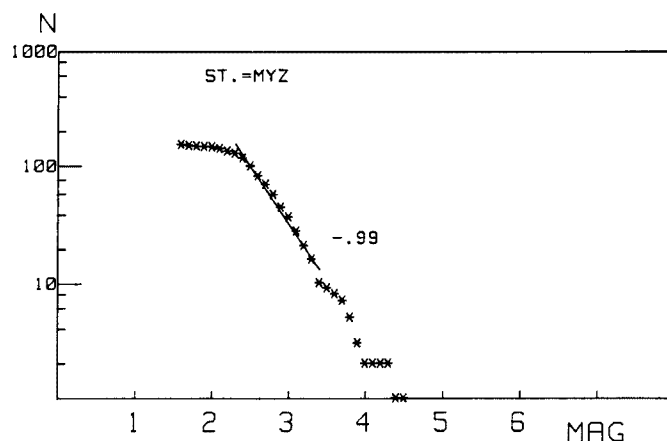


Fig. 2. Cumulative frequency distribution (N) versus magnitude (MAG) for earthquakes observed within 100 km from MCO.

100 km の地域を示す。マグニチュードの決定は円内の地震について宮崎観測所 (MCO) の観測記録の F-P 時間を用いて行っているが、未だ不十分のため JMA 及び福岡管区気象台 (FMO) の速報リストの値を使用し、リストに無い地震のみ MCO の値を用いた。したがって Fig. 1 (b) のマグニチュードが定まっていない△印の地震は深い地震を除いて大部分は JMA、FMO のリストに無い地震を示す。

期間中のこの地域の最大地震は薩摩半島南端の深さ 160 km の $M=6.0$ (JMA) の地震である。その他では日向灘北部の 5.0, 4.8, 中部の 4.9, 4.5, 種子島東方沖の 5.0, 4.5 等が顕著な地震である。日向灘中部の 32°N , 132°E 付近の地震は 3 月 18 日の $M=6.6$ の地震の余震活動の延長と考えられる。日向灘北部の $M=5.0$, 4.8 の 2 つの地震は全く余震を伴っていない。この地域で 1984 年 8 月 7 日に発生した $M 7.1$ の地震の場合も本震の規模に比し、最大余震が 4.5 と小さく全体の数も少なく短期間に終息している。³⁾ また 1980 年 12 月の $M 6.0$ の地震でも余震活動を伴っていない。これは日向灘北部の地震活動の特徴として今後検討を要する興味ある問題である。薩摩半島南の海域では深さ 150~170 km に集中して以前より活発な地震活動が続いている。種子島東方海域は 3 月 28 日, 29 日の群発的発生をはじめ、最近非常に活発な地震活動を示している。

Fig. 1 (b) の $M < 3$ の小さな地震について見ると、観測点が密にある MYZ を中心とする 100 km の円内に多くの地震の震源が求まっている。Fig. 2 にこの 100 km 以内の地域の深さ 50 km 以下の地震 157 個のマグニチュード別の累積頻度分布を示す。震源決定された最小マグニチュードは 1.6 である。累積度数が直線になる $2.3 \leq M \leq 3.4$ の区間で求めた b 値は 0.99 となり、1984

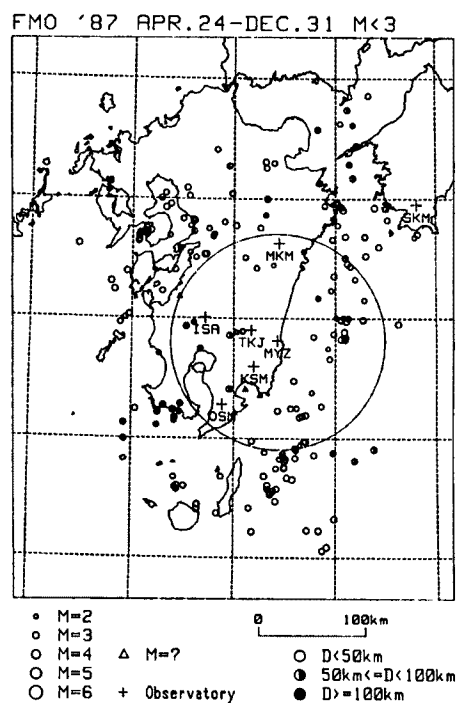


Fig. 3. Epicentral distribution of earthquake ($M < 3$) determined by Fukuoka District Meteorological Observatory (FMO). Earthquakes determined by MCO are excluded from this figure.

年8月の日向灘北部のM7.1の地震の余震について得られた0.98の値に近い。³⁾したがって宮崎観測所を中心とする100 km以内の地域に対して現在の観測線はM=2.3以上の地震の検知能力を有すると考え得る。

100 kmの外では対岸の四国側に観測点SKMが存在する豊後水道地域で観測点の間隔が粗くなっているにもかかわらず多数の震源が定まっている。また薩摩半島南沖の深い地震についてもかなりの数の震源が得られた。一方M $\geq$ 3の地震が多く発生していた種子島東方海域には殆ど震源が定まっていない。

これらの海域に対する検知能力を調べるため、同じ期間のFMOの速報リストと比較する。Fig. 3はFMOのリストにあるM<3の地震のうち我々の震源リストに無いものを示す。FMOの震源リストには最小M=2程度までの地震が600以上記載されているが、そのうち200個の地震が我々の観測網では震源決定されていない。Fig. 2の100 kmの円内にも相当数の地震がプロットされている。これらの地震はMCOの検知能力の範囲内にあり、当然震源決定がなされていなければならないが、大部分はテレメーターの不調、ノイズ等により4点以上のP波初動が得られなかったことによる。日向灘北部はSKM, MKMの2点では明瞭なP波初動が記録されるが、南部の観測点との距離が大き過ぎて震源決定に必要な4点のP波初動が得

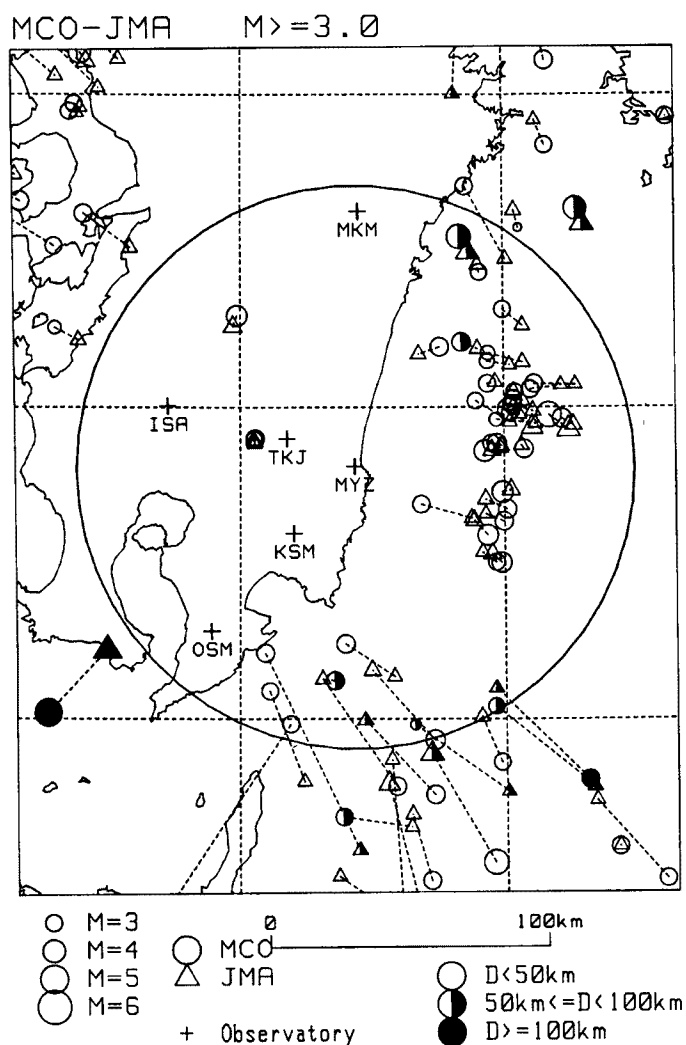


Fig. 4. Comparison of hypocenters determined by MCO with those by JMA.

circle : MCO triangle : JMA.

られない地震が多い。薩摩半島南端部の深発地震は ISA, OSM のトリガー回路を使用していなかった時期があり、集録できなかったものである。

種子島東方海域には Fig. 1 (b) では殆ど地震が無かったが、Fig. 3 では37個の地震がプロットされており活発な地震活動の存在を示している。これらの地震の殆ど全てが、全観測点でトリガーレベル以下となり集録されていない。マグニチュード3.0~3.3の地震についても19個が検知されておらず、この地域に対する観測線の検知能力そのものが低いと言える。

4. 震源決定精度

震源の決定精度を調べるため JMA の速報リストのデータと比較する。Fig. 4 にマグニチュード3.0以上の地震について比較した結果を示す。図に於て○印は MCO による震央位置を、△印は JMA による震央位置を示す。同じ地震の震央位置を点線で結んである。観測網内部の地震は非常に少ないが、両者の震央はほぼ一致する。全般的に観測網から遠ざかるにつれて遠く、深く定まる傾向がある。日向灘中央部の地震については北へ行く程九州の陸地側へ引張られ、南部では若干遠ざかる傾向を示す。薩摩半島南端の M=6.0 の地震は南西方向に 30 km、深さ方向に 50 km ずれている。Fig. 1 に示されるこの地域は JMA のリストではマグニチュードが定まっていないので、Fig. 4 では1つしか示されていないが、他の地震についても全て同様の系統的な偏りを有する。このような偏りを生ずる原因を調べるため P 波初動走時の標準走時表からのずれを求め Fig. 5 に示す。Fig. 5 (a) は薩摩半島南沖の深発地震群について、各観測点の P 波初動の JMA の震源に対する観測走時と走時表から求めた走時の差いわゆる O-C の計算走時に対する割合(%)を、震央から見た観測点の方位に対してプロットしてある。全ての観測点で一定の値に集中してプロットされており、震源の系統的偏りが各観測点への P 波の伝播経路の速度構造に起因することを示唆する。特に四国側の SKM の走時表に比べ5%早い到達は興味深い。

日向灘南部から種子島東方海域に至る地域の地震は JMA の震源とのずれが量的に大きい上、傾向も一定せず、震源決定精度が非常に悪い。Fig. 5 (b) の O-C は各観測点共点の散らばりが大きい。このような散らばりは P 波初動の読取りに問題があるとも考えられるが、震央に近い OSM, KSM での10%を超える走

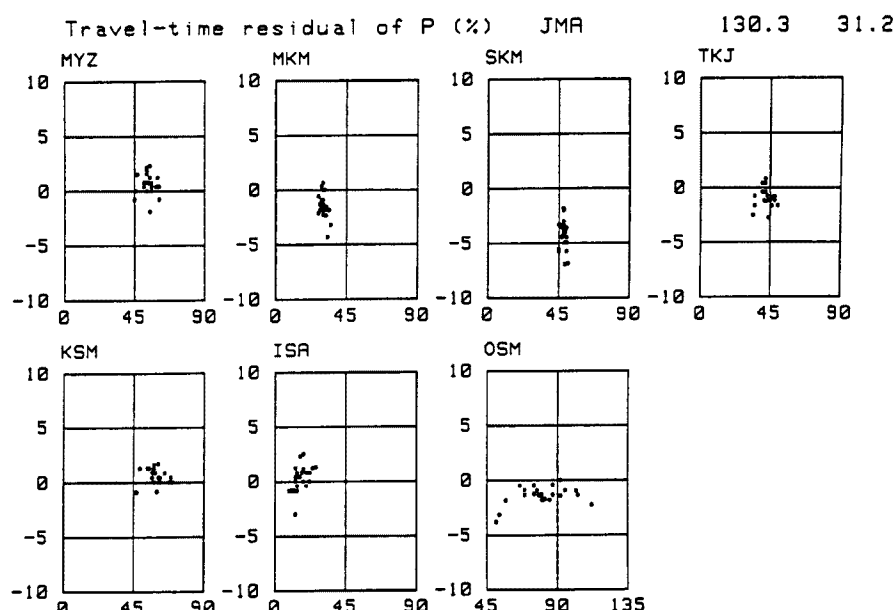


Fig. 5 (a). Travel time residuals of P wave observed at 7 stations from the origins in the region around 130.3° E, 31.2° N.

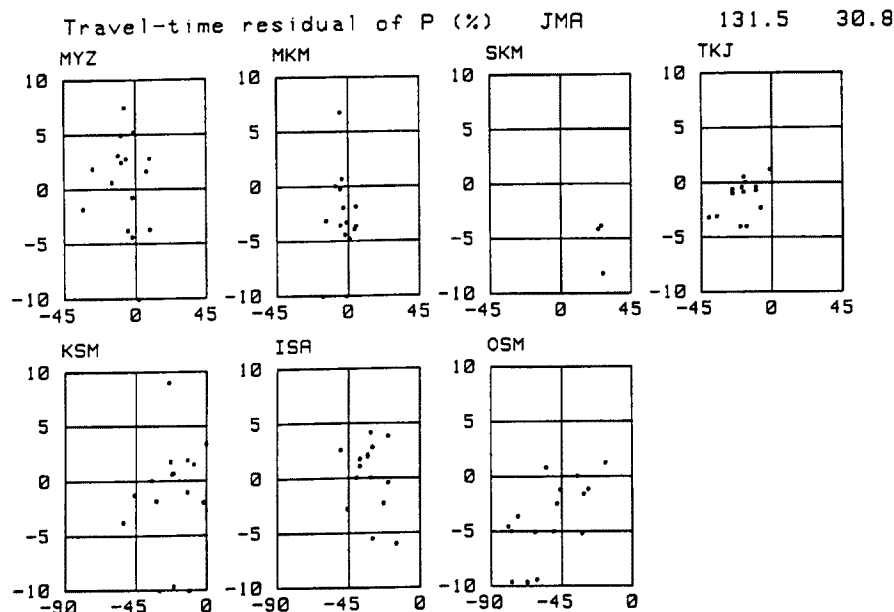


Fig. 5 (b). Travel time residuals of P wave observed at 7 stations from the origins in the region around 131.5° E, 30.8° N.

時差はP波初動の識別の誤まりとは考え難い。恐らくこの地域の地震に対してはJMAによる震源の信頼性にも問題があると推定される。

5. ま と め

日向灘地殻活動総合観測線の7観測点のデータによる九州東・南部地域に対する地震の検知能力として次の結論を得た。

- 1) 宮崎地殻変動観測所を中心とする半径100 kmの範囲内では $M=2.0$ 程度の地震の震源を決定でき、 $M=2.3$ 以上の地震活動を完全に把握できる。
- 2) 日向灘北部及び豊後水道地域では $M=2$ クラスの地震を検知することはできるが、震源決定能力は若干低い。
- 3) 種子島東方海域から一部日向灘南部に至る領域の地震に対する検知能力は非常に低く $M=3.3$ の地震でも記録できないものがある。また震源決定精度も悪く、その方法も含め今後検討を要する。

以上の結果により日向灘北部に対する地震観測の強化のため観測点を増強していく必要がある。また今回十分検討しなかった九州西海岸地域に対しても観測の強化を要するであろう。

終りに本観測網の大隅、伊佐の2観測点については地震波データを桜島火山観測所より転送して戴いていることを付記し、加茂幸介教授をはじめとする桜島観測所の皆様に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 古澤 保・寺石眞弘：宮崎地殻変動観測所における地震観測—観測点の特性と周辺地域の地震活動—，京大防災研年報，第27号B-1，1984，pp. 55-62.
- 2) 高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：日向灘地殻活動総合観測線，京大防災研年報，第30号B-1，1987，pp. 29-40.
- 3) 古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・高田理夫：1984年8月7日日向灘地震に関連した宮崎地殻変動観測所における地殻変動と地震活動，京大防災研年報，第28号B-1，1985，pp. 31-39.