

日向灘地域の地震活動 (1987-1990)

古澤 保・森井 亙・寺石 眞弘

SEISMIC ACTIVITY IN THE HYUGANADA REGION OF KYUSHU (1987-1990)

By *Tamotsu FURUZAWA, Wataru MORII, and Masahiro TERAISHI*

Synopsis

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

Seismicity during the latest 4 years from 1987 to 1990 in the Hyuganada region is described in this paper.

1. は じ め に

日向灘地域は過去 100 年間に $M > 7$ の地震が 10-20 年間隔で発生しており¹⁾, 九州で最も活発な地震活動を示す地域である。

地震予知研究センター宮崎観測所では 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てきた。また, 第 5 次地震予知計画に基き 1984 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て地震観測を行っている。これにより, 1986 年 9 月からは 5 観測点の, 観測線の設営が完了した 1987 年 4 月 24 日からは 7 観測点のデータが宮崎観測所にテレメータ伝送され, トリガー方式でデジタル集中記録されている。

今回は観測所での独自の震源決定が可能となった 1987 年 1 月以降 1990 年 12 月までの期間の日向灘地域の地震活動の特徴について述べる。

宇津 (1974)²⁾ はマグニチュード 6 以上の地震の時空間分布と規模別頻度分布の特徴から日向灘を北から南へ 3 つの地域に分類している。北部は $M 7.5$ の地震が周期的に繰り返して発生し, 標準的な余震活動をともなうが前震はない。中部は $M 7$ より小さい地震が swarm 的に発生し, この地域の活動増大が北部の大地震の発生に対応する。そして南部はその中間的活動様式を示す。

大地震に対するこのような地域分けと発生様式の特徴に, $M 2$ 以下の小地震を含む現在の 4 年間の地震活動がどのように関係づけられるか比較してみる。

2. 震源決定と解析データ

観測線を構成する観測点の詳細及び観測システムと収録システム並びに記録の処理方法については既に報告されている^{3), 4)}。

震源決定は, P-time と S-P time から求めた origin time を固定して, 3 点以上の P-time より最小

自乗法を用いて行なった。origin time は $V_p/V_s=1.73$ を仮定して各観測点について求めた値を平均することにより決定した。P波の走時表は浜田による市川一望月の改訂走時表 (1983 A)⁵⁾を使用した。計算に際して震央距離に比例する重みをつけた。マグニチュードの決定は宮崎と槇峰の2点の煤書き連続記録より読みとった F-P 時間を用いて決定した。

このようにして4年間で3681の地震について震源を求めることができた。震源決定された最小の地震は $M=1.6$ であった。Fig. 1 に $M \geq 2.5$ の地震の震央分布を示す。

圧倒的多数の地震が、伊予灘から日向灘を通り種子島の東へ九州の東岸沿いに延びる海域に集中している。またそれに沿って海岸線から約20 kmの幅の地域ではほとんど地震が発生していない。その他の地域の主な地震活動としては、島原半島周辺の群発活動を中心とするいわゆる別府—島原地溝帯の活動、薩摩半島南端に集中しそこから九州中央部を縦断する形に延びる100 km—150 kmの深さのやや深発地震帯、並びに九州西海岸沿いの活動がある。

今回対象とする地域は、観測線の観測点配置による地震の検知能力を考慮して Fig. 1 に示す四角に囲んだ範囲とした。すなわち 32°N , 132°E を中心に東西120 km, 南北250 kmの長方形を海岸線に平行になるように東へ 20° 傾けた領域である。

種子島海域の地震は、観測点が一直線上に並ぶ上、S波初動の識別が非常に困難であるため震源決定精度が悪く、また、伊予灘周辺の地震に対しては、観測点間隔の粗さと、宮崎以南の観測点でのPn波の減衰によると考えられるP初動の大幅な遅れのため⁴⁾震源決定できる地震の数が少ないので、除外した。

3. 震源の空間分布

Fig. 2 は Fig. 1 の四角で囲った地域の拡大図であり、この地域内に求まった地震全ての震央分布を示す。宮崎現測所で4年間に震源決定できた地震の1/3以上にあたる1360の地震がこの地域に集中しており、九州では最も地震活動が活発な地域であることを示す。

震央分布の集中度と切れ目から南北方向に3つの地域に分けることが可能である (Fig. 2 の A, B, C)。しかしながら地域を分ける境界線の位置は宇津の境界線よりかなり南に偏る。北部のA地域ではこの4年間の最大地震は1987年の $M 5.0$ と小さく、震央分布はかなり散らばっている。この地域は観測点が少なく、宿毛、槇峰の2点のみの記録で震源決定ができていない地震も多いので、震央分布に関する詳細は検討はできない。この地域では1980年に $M 6.0$ ($131^\circ 55' \text{E}$, $32^\circ 23' \text{N}$, $h=40 \text{ km}$ JMA), 1984年には $M 7.1$ ($132^\circ 0.9' \text{E}$, $32^\circ 23' \text{N}$, $h=33 \text{ km}$ JMA) の地震が発生しているが、1980年の $M 6.0$ の地震は宮崎観測所の煤書き記録でみる限り1この余震も記録されていない。1984年の $M 7.1$ の地震は本震の大きさに

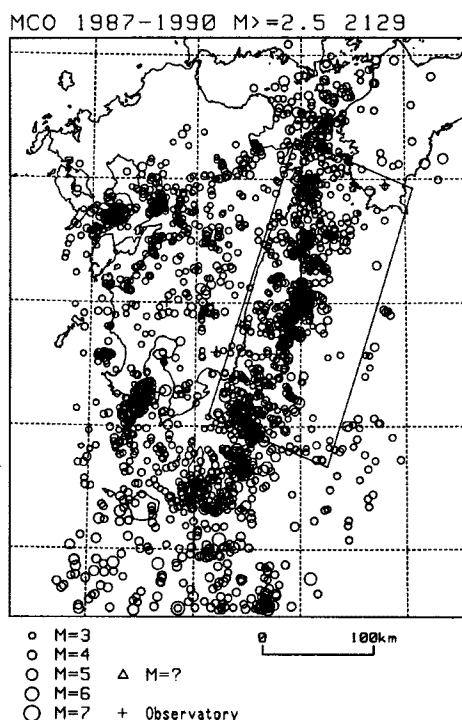


Fig. 1. Epicenters of earthquakes ($M \geq 2.5$) determined by Miyazaki Crustal Movement Observatory (MCO) during the periods of 1987–1990. Squared area means the Hyuganada region.

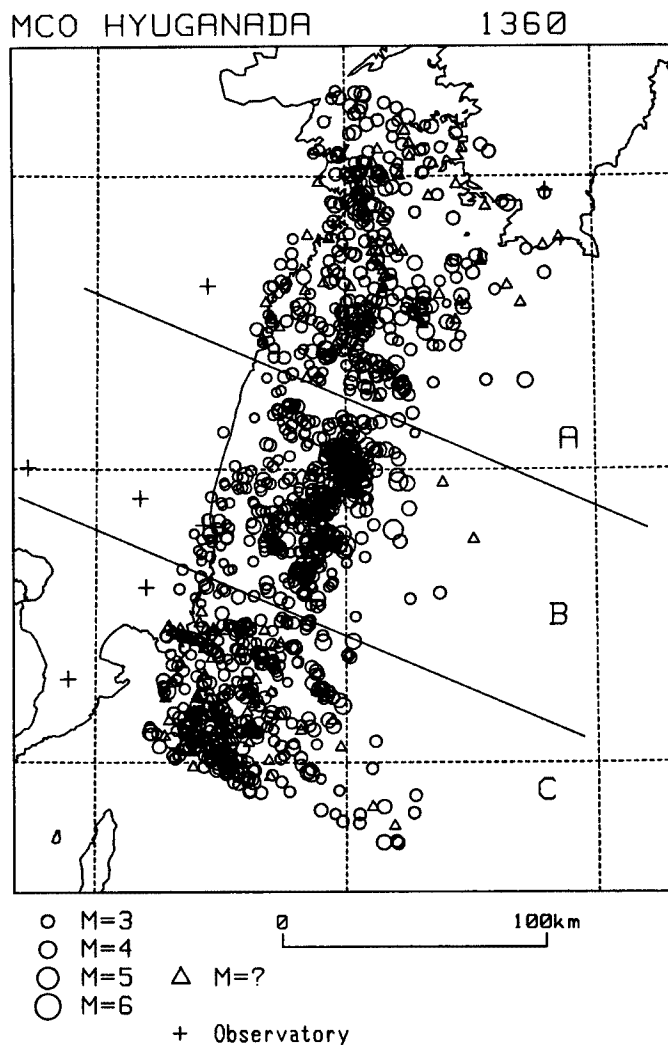


Fig. 2. Epicenter distribution of earthquakes occurred in the Hyuganada region. The region is divided into three segments (A, B, C) by two seismic gap lines.

比べ、最大余震の大きさは M 4.8 と小さく、余震の数も直後の 24 時間に約 200 と比較的少なかった。また 1987 年の M 5.0 の地震も余震を伴っていない。これらのことから、この地域の地震活動は単発的傾向を持つと考え得る。

中部の B 地域では 1987 年 3 月 18 日に M 6.6 の地震 ($132^{\circ} 04'E$, $31^{\circ} 58'N$, $h = 48$ km JMA) が発生している。 $132^{\circ} E$, $32^{\circ} N$ を中心とする震央の塊はこの地震の余震である。前震と見なせる地震は少なくとも 1987 年初めからは発生していない。最大余震は 5 日後の M 5.1 であり、本震直後に M 5.0 の地震が連続して起こっている。余震活動は 2 カ月でほぼ終息し、その間に震源決定できた地震は 120 であった。この余震域の南側に集中する地震活動は、定常的に継続しているものである。B 地域の地震活動は全体として平面的に集中して発生するようである。

南部の C 地域では最南部に地震が集中しているが、全体に北西—南東方向の帯状に震央が並ぶ傾向がみられる。この方向はこの地域に位置する九州—パラオ海嶺の延長線の走向に一致する。この地域の 4 年間の最大地震は M 5.3 である。

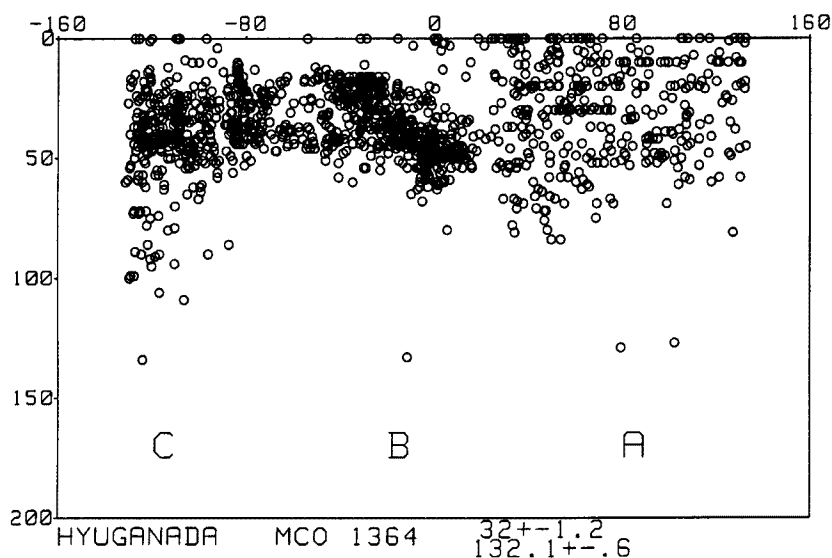


Fig. 3. Hypocentral distribution of earthquakes in Fig. 2. Projected plane is parallel to the coast line of eastern Kyushu.

Fig. 3はFig. 1の長方形の長辺方向すなわちN 20° Eの断面に投影した震源の深さ分布を示す。深さの決定精度は震央に比しあまり良くない上、観測網より遠い地震ほど深く決まる傾向がある。そのため、100 km以上の深さを示す領域の東端に近い地震の震源は、実際にはもっと浅いと考えられる。したがって深さ分布に関する詳細は議論はできないが、日向灘全体として地震活動の下限はかなり深く、60 kmの深さまで続くようである。また、上記の3つの地域に対応してかなり明瞭な分布の相違がある。A地域では0-60 kmまで一様に分布しており集中性に乏しい。B地域では震源の集中性が深さ方向にも存在し、南に向かって浅くなる傾向がある。そして表層の0-15 kmの範囲にほとんど地震がないのが特徴である。C地域もB地域と同様の分布を示すが、南側で下限が少し深くなっているようである。また浅い地震も若干存在する。

Fig. 4にB地域の海岸線に直行する方向の投影断面を示すが、図の左側の陸方向に向かって震源分布が深くなる傾向はみられない。只、明瞭ではないが深さの上限は西へ向かって深くなるようである。

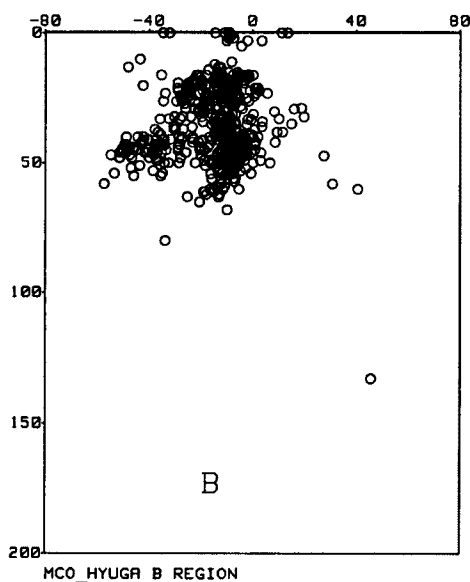


Fig. 4. Vertical distribution of hypocenters for the central B region in Fig. 2, projected on the plane perpendicular to that of Fig. 3.

4. 地震活動の時間的变化

地震活動の時間的消長と地域相互の関係を見るため、海岸線に平行な方向への断面に投影した震央の時間軸上の分布を Fig. 5 に示す。

北部の A 地域は時間軸上でも全般的に集中した活動を示さないが、1987 年 12 月に南北方向に広がってはいるが M 3.0 以下の小地震の集中的発生がある。1989 年 1 月から 8 月にかけては、M 4.0 以上の地震 3 個を含む北から南へ移動する地震活動がみられる。また 1990 年は活動がやや活発化しているようであるが、M 4.0 以上の地震は 1989 年後半から発生していない。

中部 B 地域（Fig. 5 の縦軸方向の .21 ～ -.53 の範囲）では 1987 年 3 月の M 6.6 の地震の後、余震活動が約 1 年間続いている。その後の 2 年間はこの地震の震源域では活動が不活発になっていたが、1990 年に入って再び地震が起こり始めている。しかしながら M 4.0 以上の地震は 1987 年 11 月以降全くない。その南側では、数個～10 個の地震が集中する活動を繰り返しながら、定常的な地震活動を示している。

南部の C 地域は 1988 年後半から活動が活発化している。その活動は B 地域と同じく地震群の繰り返しの発生である。

さらに Fig. 5 に於て日向灘全体に活動が北から南へ活発化していく傾向がみられる。

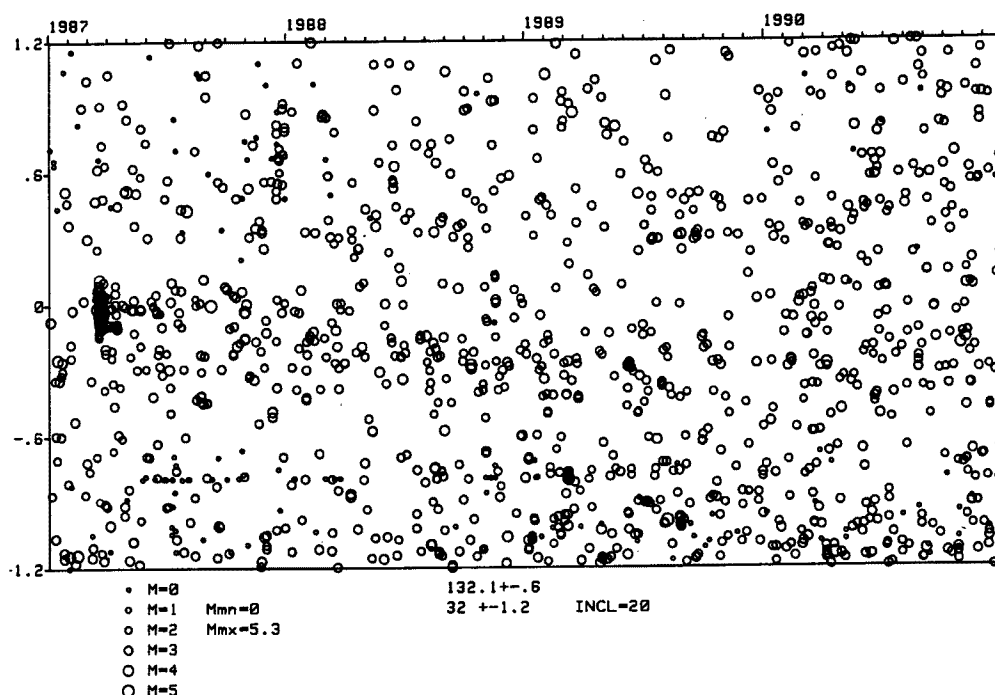


Fig. 5. Space-time plot of seismicity for 1987-1990 in the Hyuganada region along N20° E-S20° W section.

5. 地震の規模別頻度

A, B, C 各地域の地震活動の様式をより明らかにするため、マグニチュード別頻度曲線を求め、その勾配の値 (b 値) を比較する (Fig. 6)。 b 値の決定は累積度数が直線となるマグニチュードの範囲 ($2.4 \leq M \leq 4.1$) での最小自乗近似直線の勾配による。それぞれの地域で用いた地震の総数は、A 地域では $M \geq 2.0$ の地震が 319, B 地域では $M \geq 1.6$ の地震が 508, C 地域では $M \geq 2.0$ の地震が 380 である。得られた b 値は A 地域と C 地域で 1.16, 1.12 となり、ほぼ同じ値を示した。一方 B 地域は .95 と A, C に比し小さな値を示す。これは 1987 年 3 月の $M 6.6$ の地震の余震による影響と考えられる。Fig. 6 (d) に示す本震後 1 年間の余震 124 個についての規模別頻度分布曲線より求めた b 値は .84 となり、1984 年の A 地域での $M 7.1$ の地震の余震に対する .98 に比べかなり小さな値である¹⁾。

次に地震活動の時間的な変化と b 値の関係を見るため、B 地域について 1 年間の地震に対する b 値を 1 ケ月づつずらして求め、プロットしたものを Fig. 7 に示す。 $M 6.6$ の主たる余震を含む最初の 3 ケ月は余震に対する b 値とほぼ同じ値となり、余震活動に強く影響されていることがわかる。4 月以降は $M 4.5$ を含む 100 個以上の地震よりなる定常的な地震活動に対応し、 $b = 1.0$ に近い安定した値を示す。1988 年

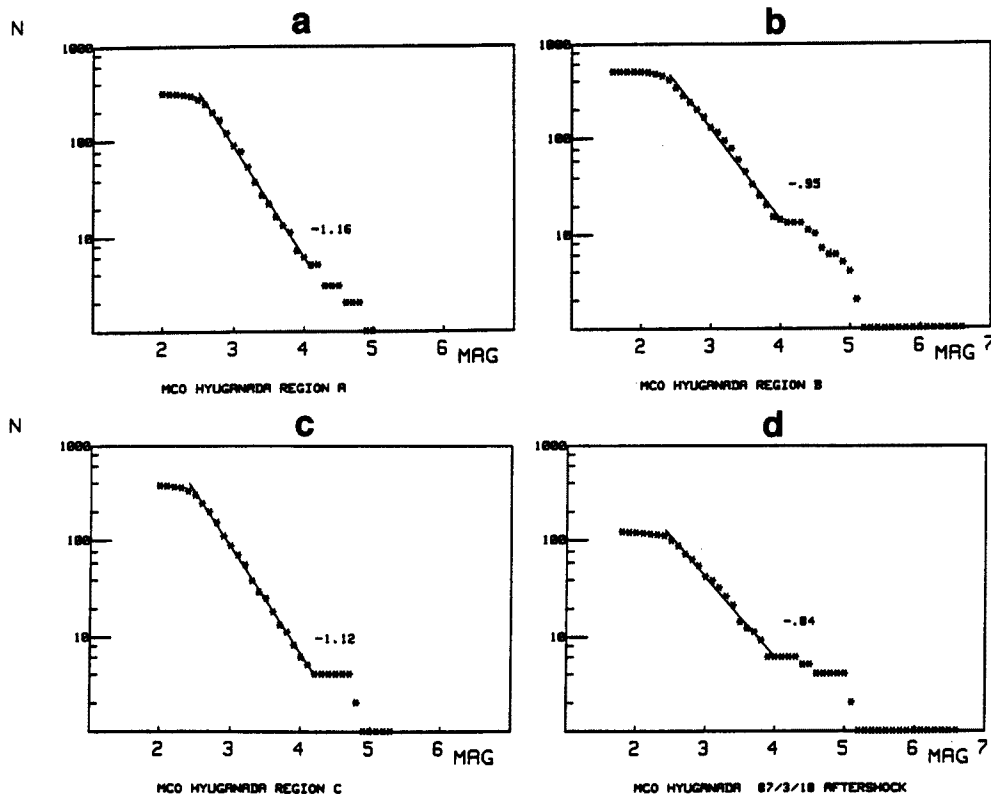


Fig. 6. Cumulative frequency distribution (N) versus magnitude (Mag) for earthquakes in the Hyuganada region.

a: for A region in Fig. 2.

b: for B region.

c: for C region.

d: for aftershocks of the earthquake with $M 6.6$ on Mar. 18, 1987, in B region.

B-value VARIATION

REGION B

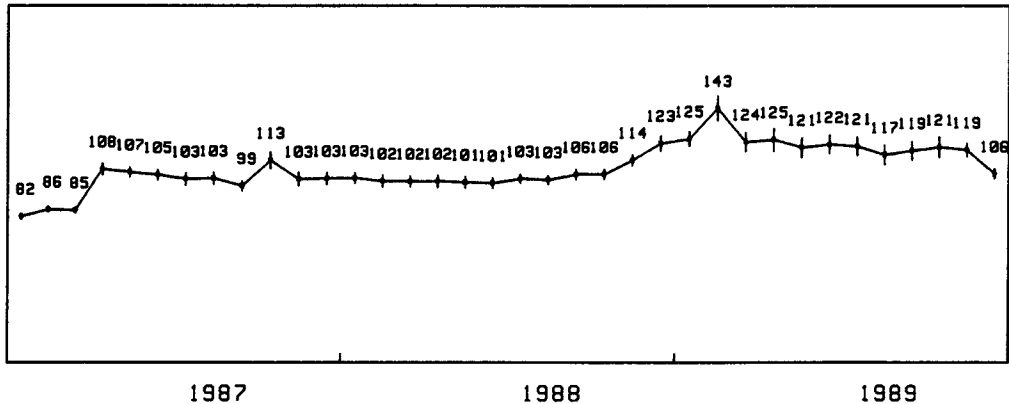


Fig. 7. Temporal variation of b-value for earthquakes during 12 months in B region.

末より地震活動が低下して、最大地震が M 4.0 以下、地震の数も 100 以下となり、b 値は 1.2 前後の大きな値を示す。この場合の b 値の決定は $2.4 \leq M \leq 3.6$ の範囲で行なった。1990 年 11 月に M 4.4, 4.6 の 2 この地震があり、地震の数も 100 を越えると再び b 値は 1.06 と小さくなっている。

6. ま と め

宮崎観測所での日向灘地殻活動総合観測線の 7 観測点の地震データより 1987 年—1990 年の 4 年間の日向灘地域の地震活動について次のことが得られた。

- (1) 日向灘地域の地震活動は南北方向に 3 つのブロックに分けられる。
- (2) 1984 年に M 7.1 の大地震が発生している北部ブロックは、この 4 年間の活動は低く、時間的にも空間的にも集中した活動を示さない。
- (3) 中部ブロックは期間中最大の M 6.6 の地震があり、その余震活動を含め集中度の高い活動を示す。
- (4) 南部ブロックは 1988 年後半より特に南端部分での活動が活発化している。
- (5) 地震活動の推移に対応する b 値の変化がみられるが、b 値決定の際のマグニチュードの範囲、地震の数、最大地震の大きさ等との関係を統計的にさらに検討する必要がある。

終りに本観測網の大隅、伊佐の 2 観測点についてはデータを桜島火山観測所より転送していただ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火山観測所の皆様に深く感謝致します。

また観測システム、特にソフトウェアの整備に努力していただいた大谷文夫氏ならびに観測システムの保守にあたっておられる宮崎観測所の園田保美技官に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 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地殻変動と地震活動，京都大学防災研究所年報，第 28 号 B-1，1985，pp.31-39.
- 2) Utsu, T.: Space-Time Pattern of Large Earthquakes Occurring off the Pacific Coast of the Japanese Islands, Jour. Phys. Earth, Vol. 22, 1974, pp.325-342.
- 3) 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，京都大学防

災研究所年報, 第 30 号 B-1, 1987, pp. 29 - 40.

- 4) 古澤 保・大谷文夫・寺石真弘・園田保美: 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, 京都大学防災研究所年報, 第 31 号 B-1, 1988, pp. 41 - 46.
- 5) 浜田信生: 近地地震用走時表の再検討, 気象研究所研究報告, 第 35 卷, 1988, pp. 109 - 167.