

阿久根測候所における臨時地震観測*

福岡管区気象台観測課**

§ 1. まえがき

1984年3月に九州系地震資料伝送システムおよび福岡L/ADESS (Local Automated Data Editing and Switching System) が整備され、九州および山口県の各地の地震波形は福岡管区気象台に real-time で伝送され集中記録・処理されるようになった。このことについては、既に山本ら (1985; 以下では前報告と呼ぶ) が報告したとおりである。このシステムの地震計の配置を第1図に示す。これらの地震計のうち、福岡にテレメーターされている地震波形による観測値を用いると第2図に示した範囲内の $M \geq 3$ の地震について震源決定が可能であると推定されている (前報告)。このようにして震源決定できた地震の震央の分布を第3図に示す。この図にみられるように阿久根付近、およびその周辺には阿蘇—八代海—甕海峡とつづく活動、天草灘、鹿児島島西方沖、薩摩半島などの比較的活発な活動が認められる。これらの地震活動を正確に把握することを目的として、阿久根測候所において1985年11月1日から翌年1月31日までの3ヶ月間、臨時地震観測を実施した。また、この観測は阿久根市周辺の微小地震活動、および地震観測環境の調査を併せて目的としている。

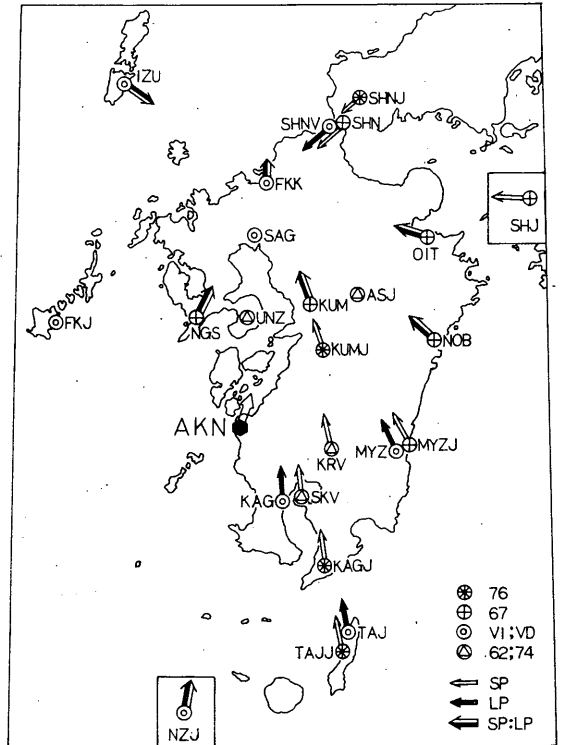
§ 2. 観測システム

(1) 変換器

変換器は火山機動観測に用いているスプレングネーザ社の製品を利用した。変換器の諸元を第1表に示す。また変換器の設置状況を第4図に示す。用いた変換器は上下動のみで手握りの穴の中にブロックを敷き、現用、予備の2式を設置した。穴は砂利、土で埋めもどした。

(2) 増幅器および送受信器

地震資料伝送システム整備以前に使用していた



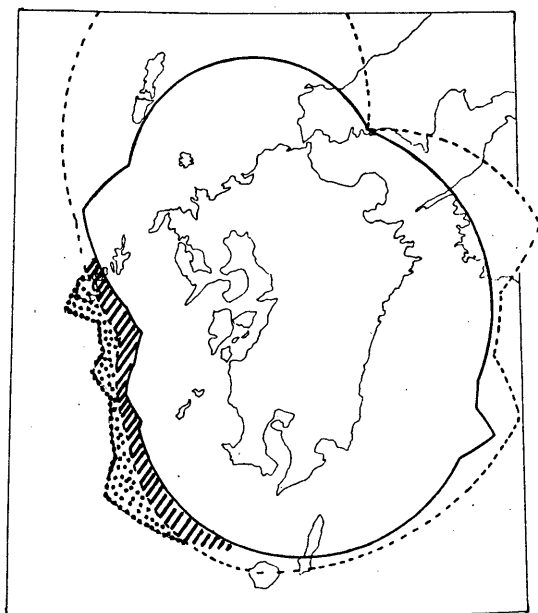
第1図 九州系地震資料伝送システムの地震計配置図。矢印の付した観測点の地震波形データが福岡に伝送されている。AKNが阿久根を表す。図中で76, 67, VI, VD, 62, 74はそれぞれいわゆる76型, 67型, 59型, 61型, 62F型, A74型地震計を表す。SPはこれらの地震計の地震波形の伝送を表す。LPは1倍強震計の伝送を表す。詳細は山本ら (1985; 以下では前報告と呼ぶ) を参照のこと。

広域地震監視システムの内、中種子気象レーダー観測所に設置してあった卓上据置型送信装置 (増幅器を含む) を阿久根側に、同受信装置を福岡側に設置した。増幅特性は20Hz以下で平坦 (3dB以内) で

* Seismic Observation at Akune Weather Station (Received February 6, 1986)

** 内村 進, 江崎慶治, 高橋道夫, 河原畑剛, 永岡 修, 後藤主夫, 日吉昭伸, 中村誠臣

Seismological Group, Observations Section, Fukuoka District Meteorological Observatory.



第2図 第1図の地震計の内、福岡へ伝送されている地震計データ（阿久根を除く）による震源決定能力の推定。実線および破線は $M \geq 3$ の地震を、それぞれ、4点以上または3点でP相を験測可能と推定される領域。ハッチ、およびドットを施した領域は第3節で詳しく述べるが、阿久根に地震計を設置したことにより、図中の実線および破線が広がる範囲を示す。

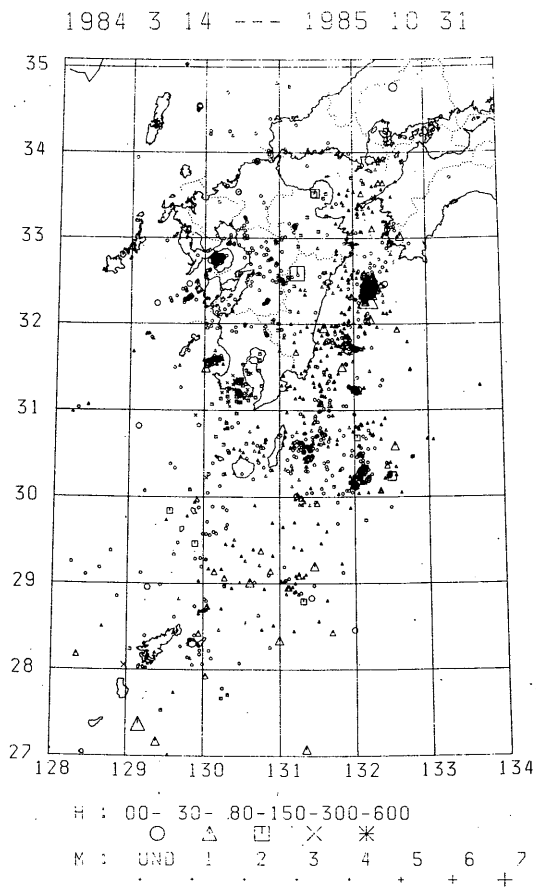
あるから、1~20Hzの間で速度比例の出力が得られる。変調方式はFM変調、キャリア周波数は2.3kHz、周波数のシフト量は±7.5%で、総合して60dBのダイナミックレンジが確保されている。阿久根における送信レベルは-9dBmに設定し、福岡における受信レベルは-19dBmとなった。

(3) NTT回線

4線式のD-1規格（3.4kHz）の専用線で阿久根観測候所からNTT出水電話中継所、福岡天神電話局を経由して福岡管区気象台に到っている。NTT内の回線の径路、伝送の周波数特性、リンク数は特に調査しなかった。回線のS/Nは29dBが確保できていた。

(4) 処理・解析装置

復調されたアナログの地震波形を地震資料伝送システムのアナログデータ入力装置にとりこみ、30Hz、11bitでAD変換したデジタル波形データをL/ADESSの地震波形入力処理装置に転送するととも

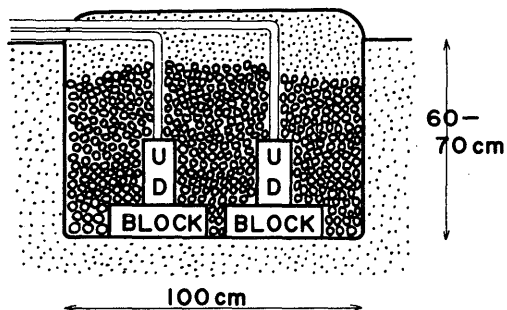


第3図 九州系地震資料伝送システム開設（1984年3月14日）以降、この臨時観測を始める直前の1985年10月31日までに福岡管区気象台が震源決定した震央の分布（総地震数 1726個）、深さ別にシンボルの種類を変え、M別にシンボルの大きさを変えてある。UNDはundeterminedの略。

第1表 変換器の諸元

成分	上下動
振子方式	動コイル直動型
変換方式	電磁式
電圧感度	0.85 V/kine (kine≡cm/sec)
固有振動数	1Hz

に、再びDA変換してモニター記録器に入力した。また、L/ADESSでは既設の観測点と同様に、地震発生時には波形データをディスクにとりこみ、波形処理ルーチン業務の一環として、グラフィックディ



第4図 阿久根における地震計変換器の設置の概念図(断面図). 変換器は上下動のみで, 2台あるのは現用と予備である.

スプレイを用いた精密検測を行って処理した.

(5) トリガー論理

前報告によるところの九州南ブロックにとりこんだ. すなわち, 阿久根, 宮崎2 (MYZJ), 鹿児島2 (KAGJ), 延岡 (NOB), 種子島2 (TAJJ), 霧島 (KRV), 熊本2 (KUMJ) の7点の内, 2点以上で同時に地震発生というFlagをあげた時に地震と判断させるという論理を構成した.

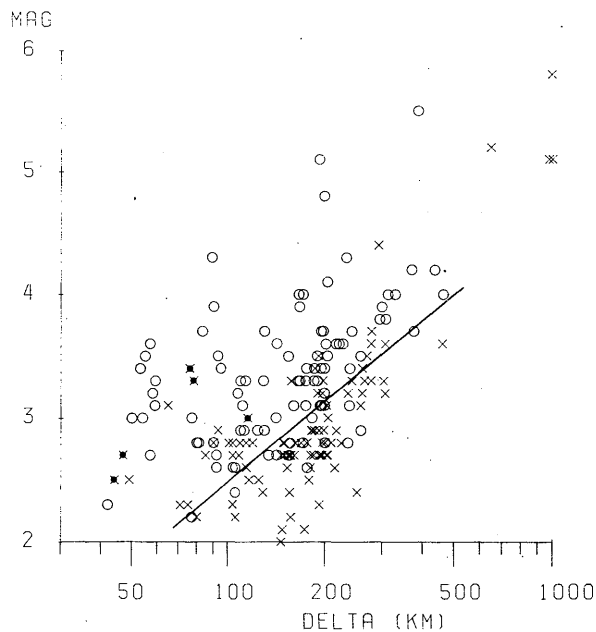
(6) 地震計倍率

背景雑音をモニター記録紙上1mm^{P-P}程度になるように倍率を設定し, その状態で感度検定を行った. その結果, 記録紙上の感度は740 μ kine/cm (1kineは1cm/secの速度), すなわち1Hzで8,500倍, 5Hzで42,500倍になっていることがわかった. これにより, 背景雑音は静穏な気象状態の時は100 μ kine^{P-P}弱であると言える. また, デジタル波形は1ビットが約7.9 μ kine相当になるように調節した.

§ 3. 地震検知力および震源決定への貢献

九州およびその周辺に発生した浅発地震を用いて, 震央距離, Mの函数としてP相が検知可能かどうかを調べ, 阿久根の地震検知能力を推定した. この方法は前報告による方法と同等である. その結果を第5図に示す(前報告の第6図, 第7図参照). 第5図からP相が検知可能となるMと震央距離の関係をめぐることで求めて, 図中に直線で示してある. この図から170 km以内のM \geq 3の地震, あるいは, 100 km以内のM \geq 2.5の地震のP相が検知可能であると言える. 前報告の第2表と比較すると, 阿久根は検知力の高い方の観測点に属することがわかる.

阿久根の数10km南方の薩摩半島では, 深さ100~170 kmのやや深発地震の活動が盛んであるが, これ



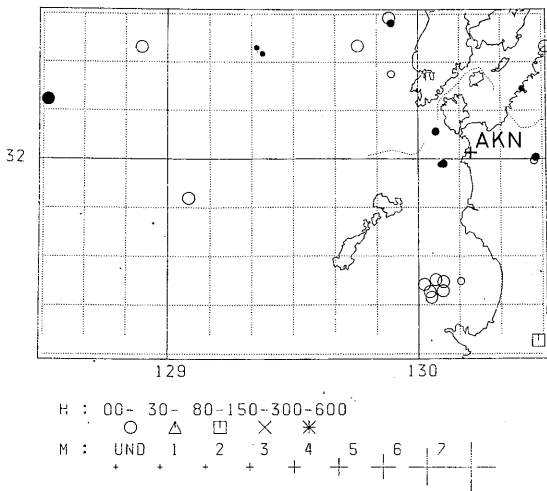
第5図 阿久根の地震計の地震検知能力, 横軸に震央距離, 縦軸にMをとり, 浅い地震についてP相が検測できた地震は○印で, そうでないものは×印で示した. 図中の太い直線はめぐることでひいたP相が検測可能となる地震とそうでない地震の境界線. 前報告の第6図および第7図も参照. ×印は薩摩半島のやや深発地震に対するもので, 低Q層の影響を受けて検知力が異常に低くなっていることがわかる.

らの地震の振幅は阿久根で異常に小さいことが明らかとなった. このためP相の検知能力も異常に低くなっている(第5図の×印がそれである). これはもぐりこむ深発地震面上の側に位置する低Q層の影響であると考えられる.

さて, 前報告では九州および山口県における地震観測網による震源決定能力を第2図の実線および破線のように推定しているが, 阿久根に地震計を設置すれば上に述べた検知力からして, 第2図のハッチおよびドットをほどこした地域にまで震源決定能力が及ぶものと考えられる. また, 第2図に明瞭に示されていないが, 天草灘から鹿児島県西方沖にかけて発生するM3より小さい地震の震源精度の向上に相当大きく貢献することは疑う余地がない.

阿久根における3ヶ月の臨時観測期間中に九州西方海域に発生した地震の震央分布を第6図に示す. この図で塗りつぶした地震は阿久根のデータがなけ

1985 11 1 --- 1986 1 31



第6図 阿久根の臨時観測期間(1985年11月1日~1986年1月31日)中に九州西方海域に震央がもどった地震の分布(総地震数 24個). 表現方法は第3図の説明を参照のこと. 黒く塗りつぶした地震は阿久根のデータがなければ震源決定されなかったであろう地震, および阿久根があったために震源精度が著しく向上した地震を示す.

れば震源決定されなかったであろう地震, および阿久根があったために震源精度が著しく向上した地震を示す.

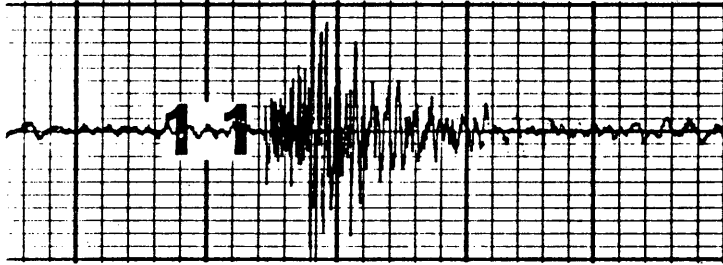
次に, 阿久根市のごく近地に発生した微小地震を第2表に示す. 86年1月2日から6日にかけての5個の地震は, 記象型からして1月2日06時49分に阿久根の西北西約15kmの所に発生した地震(M2.5)の余震と考えられる. 同日08時24分の記象を第7図に示す.

§ 4. 阿久根観測所の地震観測環境

観測全期間を通じて約10秒間続く, 短周期の自動車の通行によると思われる雑微動が記録された. その振幅は背景雑音の3~30倍程度で, 頻度はおおよそ昼間(08~20時)が10回/時間, 夜間(20~08時)が2回/時間であった. これらは決して少ないとは言えないが, 我慢ならないというほどでもない. 背景雑音は静穏な気象状態で, 第2節でも述べたように, 100 μkine をやや下まわる程度であったが, 荒天時でも顕著な雑微動は認められなかった. 前節で述べた検知力, および雑音からして, 観測点としての阿久根は気象庁の現在の観測点の内では, 中程度と言えようか. 九州西方海域の地震活動の監視・観測のための重要点であることも考えに入れると, 高感度

第2表 阿久根で観測された極近地地震

番号	発震時		S-P時間	最大振幅 mkine ^{P-P}	震源事項				
	年	月日時分			北緯	東経	深さ	M	震央距離
1	1985	11 5 04 37	2.8 秒	5.6					
2		7 12 56	2.5	1.4					
3		14 11 26	2.4	1.7	31°58.8'	130°05.4'	8 km	-	11.7 km
4		30 01 20	4.6	0.4	32 14.5	130 25.2	15	-	31.7
5		12 7 22 47	1.4	2.2					
6		16 08 05	2.6	> 5.6	31 59.0	130 06.2	0	2.5	10.4
7		22 14 50	-	> 5.6					
8		30 22 10	0.7	3.2					
9	1986	1 2 06 49	2.1	> 5.6	32 05.6	130 04.3	6	2.5	14.7
10		08 24	2.0	3.8					
11		4 18 13	-	1.5					
12		6 00 03	2.0	4.3					
13		07 25	2.1	> 5.6					
14		07 40	2.0	2.1					
15		14 07 17	2.0	> 5.6					
16		25 09 01	-	4.8	32 00.3	130 28.5	13	2.4	25.7
17		20 56	-	1.7					
18		27 05 03	2.2	3.9					



第7図 1986年1月2日08時24分の地震の記象、横軸は
1.2秒/div, たて軸は0.14mkine/div.

地震計の展開・再配置計画の折には一考に値する地点である。

§ 5. まとめ

§ 1で述べた目的をほぼ達成して臨時観測を終了した。

九州系地震資料伝送システムを用いて九州および山口県の地震活動の監視、および波形処理による精密観測、震源決定を行っているわれわれは、このシステムを次のように評価し、将来への課題としている。今後も課題を解決すべく臨時観測等を行ってゆきたい。

(1) 下関2 (第1図のSHNJ, 以下同様), 熊本2 (KUMJ), 鹿児島2 (KAGJ), 種子島2 (TAJJ), はAクラスの観測点であり、これらの点のデータは非常に重要な役割をはたしている。ただ残念なことはこれらの4点はほぼ一直線に並んでいて、震源計算には都合が悪い。

(2) 大分(OIT)は重要な位置を占めているにもかかわらず地盤が悪く有効なデータとなりえない。国東半島へ移設の方がよい。その他の観測点でも都市化による雑振動等の影響をうける所は移設等の適切な対策が望まれる。

(3) 種子島以南の薩南諸島周辺は地震活動の活発な場所であるが観測点がないために震源がもとまらないものが多い。種子島2 (TAJJ)のモニター記録上で立派な記録の認められる近地地震の内、震源決定できているものは、1/5～1/3にすぎない。気象庁以外の機関の観測網もない地域であるから島づたい(屋久島, 中之島, 沖永良部など)に高感度地震計を設置する効果は大きい。この事情は沖縄県内の南西諸島についても同様であると考えられる。

(4) 九州西方および北方海域は地震活動はほとんど知られていない所であったが、このシステムの整備により、微小ないし小地震の活動も認められるようになった。九州西岸, 北岸の観測点を充実すればさらに詳細な地震活動が把握できるであろう。

(5) 桜島(SKV), 霧島(KRV)以外にも雲仙岳(UNZ), 阿蘇山(ASJ)という火山地域の地震計のテレメータも必要である。

(6) 伊予灘, 豊後水道, 日向灘の地震活動の監視の強化, 精密な震源決定のため隣接管区との効率的なデータの相互交換を図るべきであろう。

謝 辞

この臨時観測は昭和59年度に計画されていたが、その年は雲仙岳付近ないし橋湾を震央とする群発地震(8月6日～)の観測に変更したため、昭和60年度に延期になったものである。この臨時観測が実施できたのは福岡管区気象台業務課をはじめとする関係官の、地震観測の重要性への御理解のおかげである。来年度以降も§ 1で列举した課題にとりくんでいきたい。福岡管区気象台通信課、および阿久根測候所の関係官には伝送上の技術面、および地震計の保守面で指導、援助をいただいた。また、本報告をとりまとめるにあたり、気象研究所地震火山研究部松本英照室長から適切な助言をいただいた。これらの協力を謝意をあらわします。

参考文献

山本雅博, 後藤主夫, 豊田正昭, 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, 駿震時報, 49, 93～104.