

西表島における群発地震活動

馬場久紀*・伊藤 潔・安藤雅孝・飯塚 進**

*東海大学総合科学技術研究所

**東海大学海洋学部

要 旨

西表島における群発地震は1991年1月に始まり、4月には一時終息した。しかし、1992年8月に再び活発化し、約半年間活発な活動が続いた。その後は震源域が拡大し、島の周辺における海域での断続的な活動が1994年末まで継続した。これらの活動を島内における強震計及び高感度地震計によって観測し、震源の移動を詳細に調査した。その結果、当初島内の北東部に発生した地震は、面上の分布を示し、陸域ではその傾きは南西方向、海域では北東方向と異なっていることがわかった。地震はこの面の方向に内陸に向けて最初に拡大し、後に広範囲に広がった。地震の深さは13kmまで、6-11kmに集中している。地震の波形には地殻中部からの反射面と思われる反射波が観測されたが、火山性微動など火山活動を示すものはなかった。

キーワード：西表島、琉球弧、地震活動、群発地震、震源移動、反射波

1. はじめに

南西諸島は、東シナ海の南東縁に沿った九州から台湾にいたる弧状列島である。この海域では、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込んでおり、それに伴って海溝、島弧、背弧海盆が弧状に配列する特異な地形を形成し、プレート運動に伴う活発な地震活動や火山活動がみられる。この西端にあたる先島群島の西表島近海では、1924年の西表海底火山の噴火（加藤，1983）、竹富海底温泉の活動（大森・他，1991）など、熱的活動を含む地殻活動が活発であることが報告されている。しかし、この近海には活動的な活火山は見られない。西表島は、深発地震面の100kmの等深度線よりも浅い等深度線上に位置することが推定され、松村（1991）は、一般的に火山前線が100-140kmの深発地震の等深度線あたりに位置することから考えて、南西諸島北部地域の火山前線は西表島の北50-100kmに位置すること

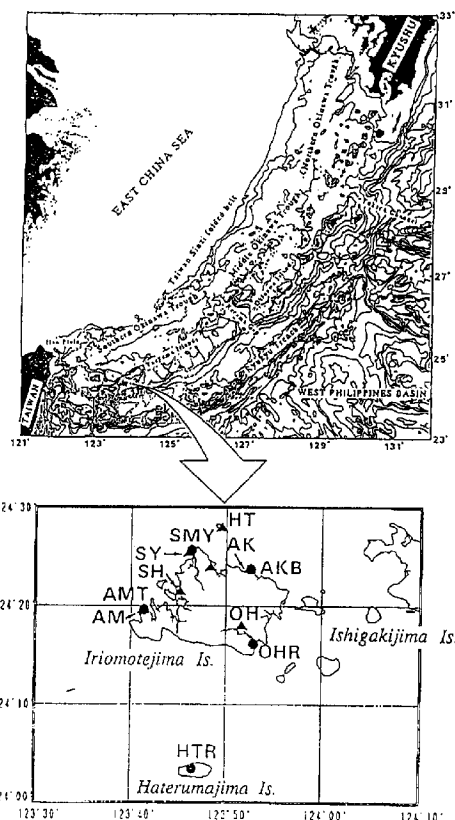


Fig.1 Map showing the Location of Iriomote Island (upper figure) and locations of recording stations (lower figure). Solid circle shows the station equipped with three-component accelerometers and solid triangle, high gain velocity-seismometers.

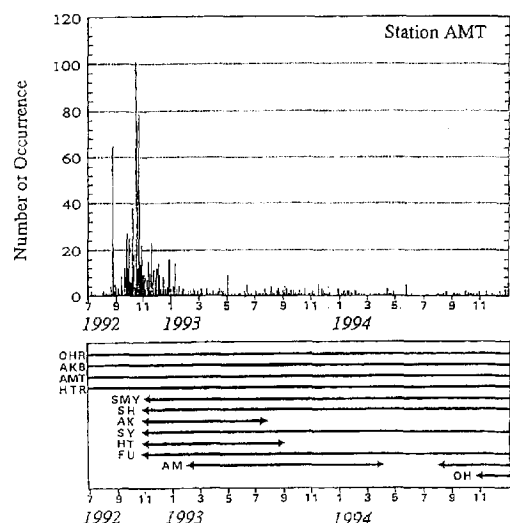


Fig.2 Daily frequency of felt earthquakes at the station AMT (upper figure) and observation period of each station (lower figure).

を示唆している。

南西諸島で行われている地震観測は、従来から気象庁 (JMA) によって行われているが、特に南西諸島南部では北部に比べて観測点数、観測点配置とも十分であるとはいえなかった。そのため西表島及びその周辺海域の詳しい活動は知られていなかった。最近、1991 年西表島群発地震が西表島北西部で発生した。この活動は 1991 年 1 月に始まり、1991 年 4 月中旬を境に沈静化した。この群発地震を期に各研究機関による臨時観測が実施され (たとえば、安藤、1991、永岡・他、1991)、1991 年 7 月からは西表島で地震観測網が整備され始めた (馬場・他、1994)。

さらに、1992 年 8 月に再び群発地震が始まった。この活動は、西表島南西沖において 25 回の

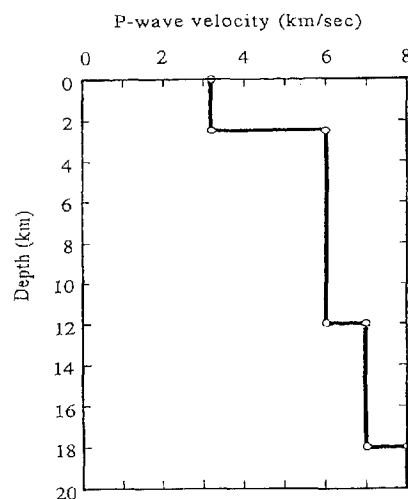


Fig.3 P-wave velocity structure used for hypocenter determination.

有感地震 (永岡・他、1993) が観測され、短期的に活動が小康状態になったが (沖縄気象台、1993b)、9 月 17 日から活動域を西表島北西沖に移して群発地震が再開した。この活動は、島直下で発生したため、強い衝撃音を伴った。西表島測候所で 10 月 14 日には深度 V の地震 (M4.5) が観測され、有感地震数が 112 回に達した。その後震源域は、海域から陸域に徐々に広がった (沖縄気象台、1993a、永岡・他、1993)。この地域では、かつて、石垣島の大地震による明和の津波 (1771 年) の被害を受けたことがあるため (松本・木村、1993)、津波の発生が懸念された。さらに、火山活動との関連性も注目された。この群発地震の活発化に伴い、気象庁地震機動班、海上保安庁水路部、国土地理院 (1993) 及び京都大学防災研究所を初めとする大学の調査研究班 (安藤、1993) が再度臨時観測を行った (東京大学地震研究所、1993、京都大学防災研究所、1993、清水・

Table 1. List of station name, code, location, observation period and instrument.

Name Station	Code	Location Latitude(N) Longitude(E)	Height (Meter)	Establishment Date	Component Sensor
Obara	OHR	24.26912° 123.88165°	10	JUL. 26,1991-present	3 Component Accelerations
Akabanare	AKB	24.39550° 123.87525°	33	JUL. 25,1991-present	3 Component Accelerations
Amitori	AMT	24.32667° 123.69043°	05	JUL. 24,1991-present	3 Component Accelerations
Hateruma	HTR	24.05717° 123.77700°	41	JUL. 27,1991-present DEC. 04,1992-DEC.11, 1994	3 Component Accelerations Vertical velocity(L-22D)
Sumiyoshi	SMY	24.42811° 123.77269°	20	NOV. 01,1992-present	3 Component Accelerations
Shirahama	SH	24.35628° 123.75367°	05	OCT. 25,1992-present	Vertical velocity(L-22D)
Akabanare	AK	24.39547° 123.87483°	30	OCT. 25,1992-JUL. 27, 1993	Vertical velocity(L-22D)
Sumiyoshi	SY	24.42242° 123.76839°	10	OCT. 25,1992-SEP. 27, 1994	2 Component velocities(L-22D)
	SM	24.42478° 123.77173°	20	NOV. 23,1994-present	2 Component velocities(L-22D)
Hatoma	HT	24.46517° 123.82550°	05	OCT. 25,1992-SEP. 07, 1993	Vertical velocity(L-22D)
Funaura	FU	24.39756° 123.80581°	50	OCT. 25,1992-present	Vertical velocity(L-22D)
Amitori	AM	24.32655° 123.68883°	10	JAN. 29,1992-MAR. 31,1994 JUL. 30,1994-present	3 Component velocities(L-22D) 2 Component velocities(L-22D)
Obara	OH	24.29882° 123.86068°	10	OCT. 07,1994-present	2 Component velocities(L-22D)

他, 1993, 後藤・他, 1993)。10 月中, 下旬をピークに 1993 年 3 月 31 日の「一段落」までに, 西表島測候所では震度 V, 6 回, 震度 IV, 34 回を含む 1,381 回の有感地震 (最大マグニチュード M5.2) が観測された。

本論は, 再び活発化した群発地震を含む 1992 年 7 月から 1994 年 12 月までの西表島周辺海域で発生した地震活動について, その特徴と時間的推移をまとめたものである。

2. 観 測

Fig. 1 に地震観測点配置図を, また Table 1 に観測点の位置を示す。観測は, 西表島という小さい島で実施するので, 波浪等のノイズが高く, 高感度観測は難しいと考えられた。したがって, 当初は 3 成分加速型地震計を用い, 振幅 $1\text{gal}(\text{cm/s}^2)$ 以上のいわゆる有感地震を対象とするものとした。観測点は, 1991 年 7 月下旬に沖縄県八重山郡竹富町西表島に有感地震観測点を 3 点 (OHR, AKB, AMT), 波照間島に 1 観測点 (HTR) を設置した。その後, 西表島群発地震が活発化した 1992 年 10 月下旬からは, Fig.1 に示すように西表島西部の震源域付近に微小地震観測点を 4 点 (SH, AK, SY, FU), 鳩間島に 1 点 (HT) を, 新たに展開することによって正確な震原の把握に努めた。さらに住吉にも有感地震観測点 (SMY) を増設した。その後, 群発地震が小康状態になった 1993 年 9 月まで震源域付近で集中観測を継続した (Fig.2)。この間震源域では, 地震発生頻度は減少したものの, 西表島西部から中央部にまで活動範囲が広がったため, 西表島を取り囲む理想的な観測点配置をとるために, 観測点を再配置し, 有感地震観測点 (強震観測点) 及び微小地震観測点を 10 箇所で稼働させた。

記録器は, AC 電源を必要とするため, 役場, 農園, 公民館, 水道施設, 民家などに設置した。記録はそれら施設の関係者に回収を委託して定期的に郵送してもらうか, 巡回して回収するかである。時刻の校正は, NHK の FM 放送の時報, または JJY を用いている。

震源の決定には, 速度構造が重要である。この近辺の陸地の速度構造は未調査で, 海域で行われた沖縄トラフ南西部の構造があるだけである (JDRGBB, 1991, Hirata et al., 1991, Baba, 1992)。そこでこの構造を参照して, 本観測網下の速度構造は, 上部から順に P 波速度 3.2km/s , $6.0\sim 6.2\text{km/s}$, $7.0\sim 7.2\text{km/s}$, の層をそれぞれ

2.5km , 9.5km , 6km , の厚さとし, それ以下は, 8.0km/s の速度を持つ水平成層構造 (Fig.3) を仮定した。また, $V_p/V_s=1.73$ とした。

震源決定に際しては, 3 点以上の観測点で観測された地震の P 波及び S 波の到達時刻が明瞭な記録のみを観測対象とした。読み取りはパソコンで行い, 最小二乗法による逐次近似で震源を求めた。

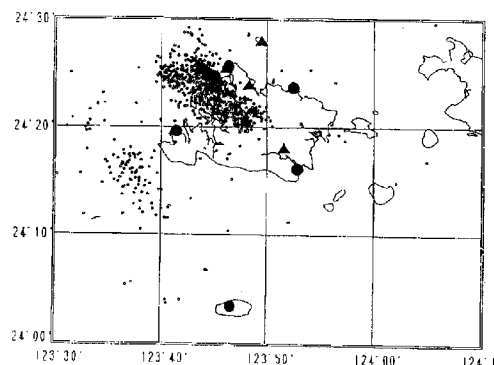


Fig.4 Epicenter distribution from July 1992 to Dec. 1994.

3. 西表島及びその周辺域の地震活動

1992 年 7 月から 1994 年 12 月まで上述の観測点によって決められた, 西表島及びその周辺域の震央分布を Fig. 4 に示す。この期間の地震は, 西表島南西沿岸海域及び西表島北西沿岸から内陸部にかけての 2 ヶ所に集中して発生した。これらの群発地震は, 消長を繰り返して継続的に発生した (Fig.5)。

1994 年 5 月 24 日には, 台湾近海で M7.2 の地震が発生し, 西表島でその活動の様子がとらえられた (Fig.6)。同日, 西表島 AMT で震度 III の地震が観測され, この地震の余震と思われる微小地震が約 250 回も観測された。この余震は, さらに数日間続いた。台湾付近で発生したこの地震には 2 週間前から前震活動があったようである。

1994 年 12 月からは, 西表島東部で地震が集中して発生し数ヶ月継続した (Fig. 5)。この活動は, 西表島北西部で発生した 1992 年西表島群発地震の震源域の長軸方向の延長上にあった。

3.1 1992 年西表島群発地震の時間的空間的分布の特徴

Fig. 2 は, 1992 年 7 月から 1994 年 12 月までの観測点 AMT における日別有感地震発生回数 (上図) 及び各観測点の観測期間 (下図) を示している。1992 年の 8 月 20 日からは, 西表島の南西

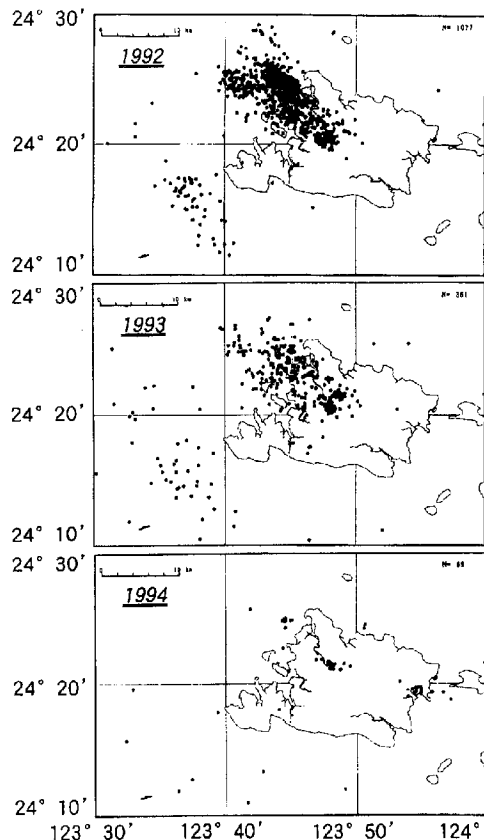


Fig.5 Epicenter distributions of 1992, 1993 and 1994.

沖で地震が頻発した。8月24日には、AMTで震度IV, V各1回を含む65回の有感地震が観測された。しかし地震活動は、9月上旬には沈静化した。AMTは、比較的震源域に近い位置にあるためこの活動の消長をよくとらえられている。

9月17日からは、西表島の北西沿岸付近で群発地震が発生し、地鳴りを伴い、AMTで震度IVクラスの地震がたびたび観測された。10月14日には、活動がさらに活発化し、震度Vを含む有感地震が101回観測された。その後、活動は消長を繰り返し、震度IV以上の地震がしばしば発生しながら次第に減少する傾向を示した。群発地震は、1993年3月31日に気象庁によって「一段落した」と発表され、活動が沈静化した。

集中観測のための微小地震観測網は、10月25日に展開を開始した。結果的に最盛期を過ぎてからの観測となったが、震源域に近い場所での観測と、高感度観測であることなどから震源を精度よく決定することができた。この集中観測網で決定した地震は、10月25日から1993年3月31日まで1,296個である。震源の深さは、ごく浅いところから13km程度までの間に分布し、おもに深さ5kmから10km付近に集中している。

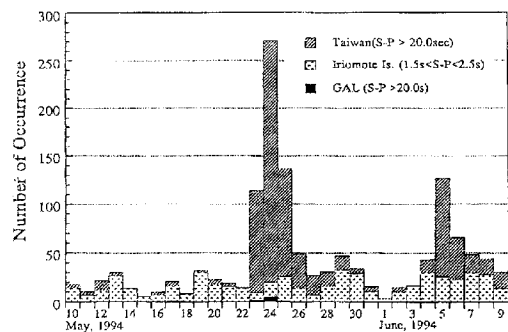


Fig.6 Daily frequency distribution of earthquakes at the station AMT from May 10, to June 9, 1994.

3.2 1992年西表島群発地震の震央分布とその時間的推移

西表島北西沿岸沖合いで発生した群発地震の活動は、時間の推移とともに、次第に島北西部の内陸に拡大していった。この震源の移動、拡大の様子は、期間を区切った震央分布を見ると明瞭である。Fig.7は、群発地震が発生した期間の、AMTにおける日別有感地震回数を次のように区切ったものである。期間Aは、地震が西表島南西沖で活発だった期間とし、9月17日から活動が最も活発になる直前までの期間をB、活動が最も活発化した期間をCとした。また、期間D, E, Fは、消長を繰り返している期間で、震央位置に明らかな移動傾向があったと思われる時期で区分した。

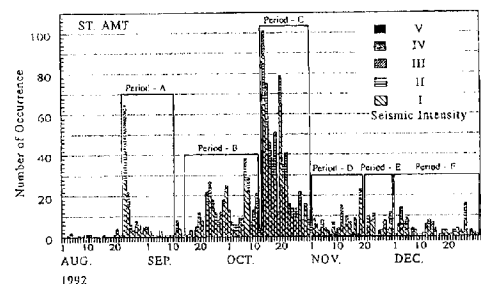


Fig.7 Daily frequency distribution of felt earthquakes at the station AMT from August to December 1992. Periods A-F correspond to epicenter maps (b)-(g) in Fig.8.

8月に地震が発生する以前の、1992年1月から7月までは、西表島北西の群発地震の領域で有感地震は観測されていない (Fig.8(a))。しかし西表島南西沖の震源域には、2個の地震が求められている。Fig.8(b)の期間A (Fig.7)では、西表島南西沖で地震活動が活発化し、この期間のみに活動が集中した。この場所では、1989年前半、1990年前半とその年末にも地震活動があったことが報告されている。(永岡・他, 1991)。

Fig.8(c) の期間 B (Fig.7) では、北西沿岸に震源域が移り、新たな場所で活動を開始した。この期間は、震央が祖納（そない）沿岸海域に密集しており、陸域ではほとんど地震が起きていない。南西沖の活動は、小康状態を保っており、2個の震源が決められた程度であるが、依然として有感地震が観測された。Fig.8(d) は、地震活動が最も

活発であった期間 C (Fig.7) で、群発地震が浦内川に沿って内陸に拡大した様子がうかがえる。この期間には、JMA の西表島測候所で震度 V の地震が 5 回観測された。祖納沿岸沖の海域で発生する地震は、期間 B と比較すると減少した。

期間 D (Fig.8(e)) では、微小地震観測網による集中観測を開始したため、震源決定精度が向上

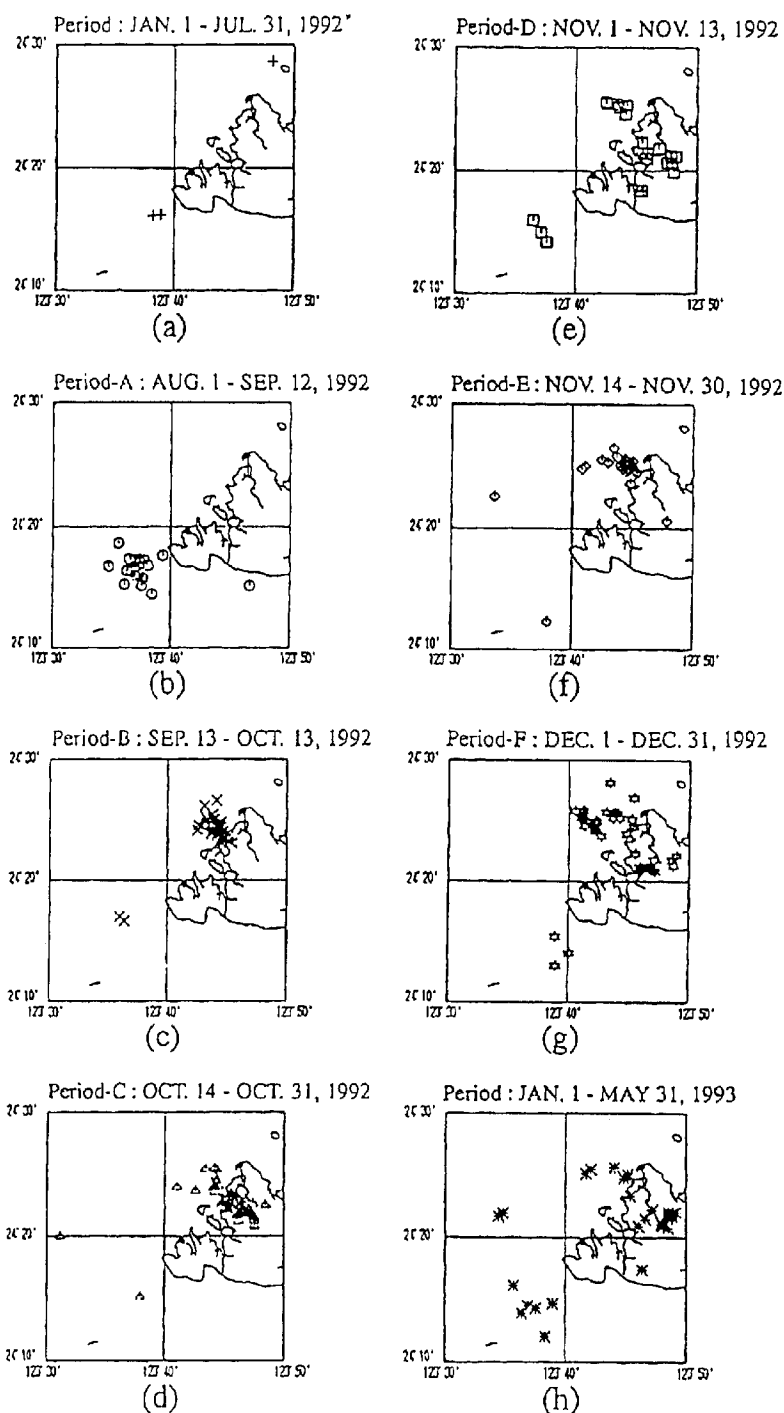


Fig.8 Epicenter distribution of earthquakes of which periods are shown In Fig.7

し、観測される地震数も飛躍的に増えた。しかし、有感地震の発生数は減少してきたため、決められた有感地震の震源も少なくなった。これまでの震源域の北西端と南東端、そして祖納の南にあたる白浜の3カ所で地震が集中している。また南西沖の地震活動も依然として続いている。Fig.8(f)の期間E (Fig.7) になると、震央は沿岸海域に再び集中するようになった。このときは、浦内川河口部に密集し、この付近は海域で活動が活発だった期間B (Fig.8(c)) の密集域のちょうど北東側にあたり隣接している。

Fig.8(g)の期間F (Fig.7) では、まとまって地震の震央が密集することではなく、これまでの地震発生領域を取り囲むように散発的に発生している。この期を契機に、群発地震は次第に小康状態へと移行していった。Fig.8(h) は、1993年1月から5月までに決められた地震の震央分布を示している。浦内川上流付近に密集域があるものの地震は激減した。南西沖の地震は、依然として時々発生していることがわかる。

以上のように、西表島北西沖で始まった群発地震は、有感地震だけを見ても北西-南東方向に拡大し、浦内川と仲良川に挟まれた狭い範囲に集中した。南西沖の地震は、群発活動が小康状態に達した後もしばしば発生している。この海域における地震発生領域は、全期間を通してみると、西表島北西沖で始まった群発地震と同様、北西-南東方向の広がりをもつことが認められる。

3.3 1992年西表島群発地震のマグニチュードと深さ分布

Fig.9 は、西表島北西の群発地震と南西沖の群発地震のM (マグニチュード) 2以上の地震の震央とその深さ分布を示したものである。この図から、地震のほとんどが3km~12kmの深さの範囲で発生しており、上部地殻で活動が顕著であることがわかる。Mの決定には、観測で得られた地震波形から振動継続時間を読み取り、気象庁マグニチュードとの関係を調べ、その関係式から算出した。

北西部の震源域 (Fig.10) では、海から陸にかけて震源が広がったので、海陸を境にして震源領域のリニアメントを直交する断面図を作成して震源分布の様子を調べた (Fig.11)。A-a断面 (Fig.11) では、西表島中央部にあるクラスター

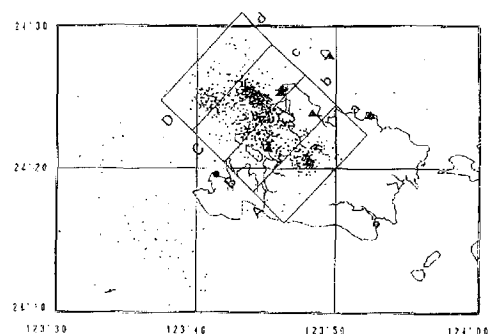


Fig.10 Locations of cross-sections of focal depths shown in Fig.11

(Fig.10) に深さ3kmから10km付近に明瞭な南西落ちのトレンドが見られた。B-b断面 (Fig.11) では、ほぼ地表面から深さ12km付近までA-a断面と同じ方向、南西落ちのトレンドがわかる。C-c断面 (Fig.11) は、海域における分布図である。ここでは陸域に見られたような南西落ちのトレンドは見あたらない。深さ8kmから12km付近にクラスターがあり、このクラスターは、陸域とは逆の北東方向に傾いているように見える。D-d断面 (Fig.11) では、陸からさらに離れた海域となる。ここでは観測ネットから離れ、比較的精度が悪くなり、地震数も減少している。この結果では、地震は全体的にまばらに起こっているように見え、また明瞭なクラスターやトレンドは見られない。しかし深さ5kmから8km付近に南西側で地震が集中している傾向があるようである。

4. 議論

西表島周辺海域では、沖縄トラフの活構造がよく知られている。トラフの中軸部にある八重山海底地溝では、両側が新しい正断層で切られて沈降し、現在も伸張応力場の下にあると考えられている。沖縄トラフは、また琉球島弧と急傾斜面で境されており、西表島付近では北西沖を北東-南西方向に走る直線的な急崖になっていて第一級の活断層をなしている。この境界断層とは別に、西表島及びその周辺海域には、北西-南東方向の断層またはリニアメントが多く分布する。西表島の南方海域でも、特に北西-南東方向の断層及びリニアメントが顕著で、西表島と波照間島、仲の神島を結ぶ海域に多数分布する。

Fig.12 は、今回の震央分布図にリニアメントおよび活断層（活断層研究会，1991）を重ねたものである。ここで注目すべき点は、南西沖群発地震の震源域と北西部群発地震の震源域の伸びの方向が、西表島及びその周辺に分布する北西-南東方向の断層群の走行とほぼ一致することである。また、北西部の群発地震震源域の北端が、琉球島弧と沖縄トラフの境界断層付近で止まっている。これらのことから、沖縄トラフと琉球島弧との間にある境界断層より南側の地域では、断層の走向、震源域の伸び、さらに西表島の地形（川の方位、岬、湾、海岸線の伸びの方向など）が、すべて北西-南東方向に揃う傾向にあることがわかる。

北西部の群発地震震源分布の断面図からは、震源の深さは、3km から 12km の範囲に集中し、いくつかのクラスターになっている部分があることがわかった。また、陸域と海域とでの深さ分布の特徴は異なり、複雑な様相を呈している。陸域の A-a，B-b 断面（Fig.11）では、南西側に落ちるトレンドが明瞭に確認できるのに対し、海側の C-c，D-d 断面では、そのトレンドは確認ができず、特に C-c 断面は北東側に傾いたクラスター

となっているようである。

群発地震は、火山活動と関連して発生する場合があるので（たとえば長宗・他，1992），その推移が注目された。今回、西表島北西部で発生した群発地震の中には、反射波と思われる顕著な波群がしばしば認められた。Fig.13 に AMT における記録の一例を示す。時刻の目盛りは 1 秒，上から順に東西成分，上下動成分，南北成分で、この地震の S-P 時間は、約 1.8 秒である。上下動成分の記録において S 波の前に反射波と思われる顕著な波群が現れている。このような現象は、地殻に速度不連続面が存在する場合は、これが溶融体であるとするとうまく説明できる例がしばしば観測される（たとえば Mizoue and Nakamura, 1982；堀・長谷川，1991）。また、上述したように深部から地表に向かって延びる震源分布は、マグマとの関連を容易に連想させる。しかしながら、雲仙普賢岳の噴火に見られるような、マグマ活動に伴う微動または低周波地震の出現や震源の移動（たとえば Ohta et al., 1992；Shimizu et al., 1992）は検知されなかった。この顕著な波群の原因を調べることは、地殻内の速度不連続面の検出など、今

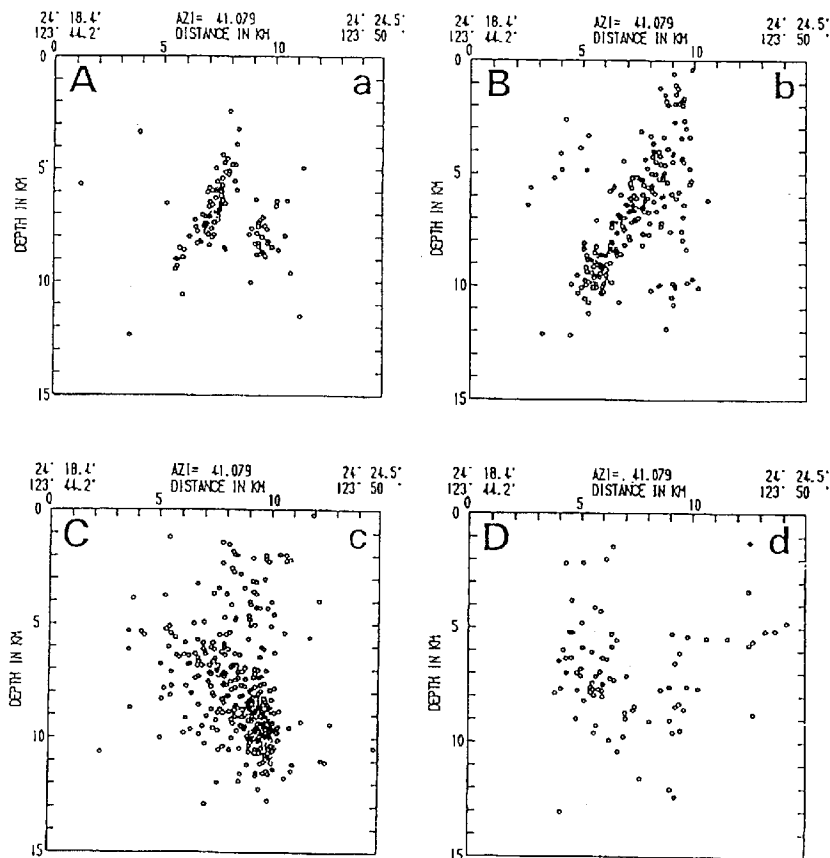


Fig.11 Focal depth distributions in the strips shown in Fig.10.

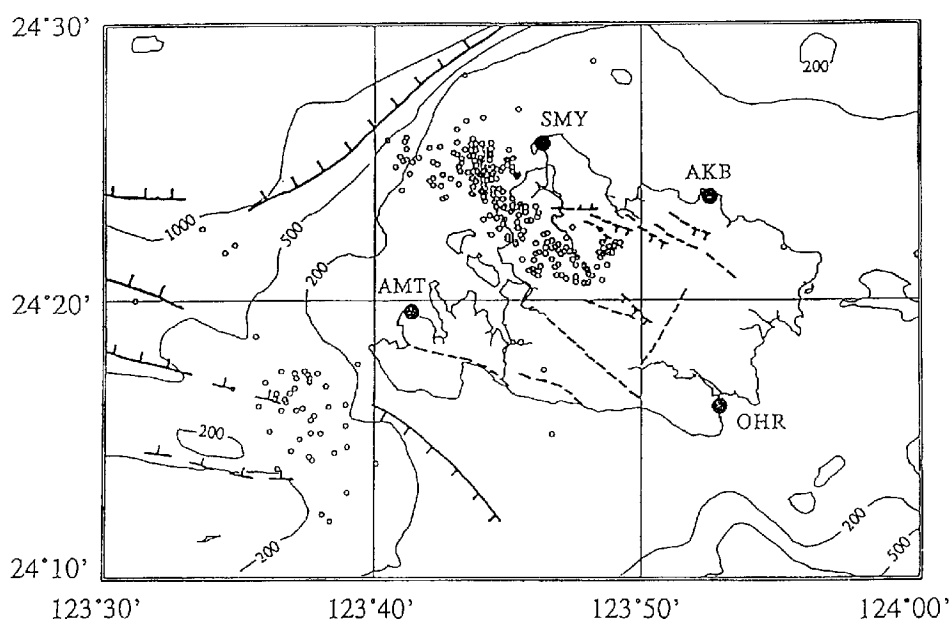


Fig.12 Active faults and lineaments and epicenters in and around Iriomote island.

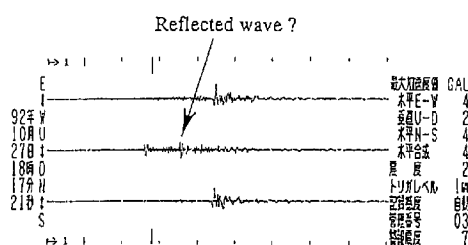


Fig.13 An example of later phase, which is supposed to be a reflected wave from middle crust, recorded at the station AMT.

回の地震発生メカニズム解明の手がかりになる可能性がある。

1994年12月から活発化した西表島東部の地震活動は (Fig.5), 断続的に続いている。この活動は、西表島北西部で発生した群発地震の北西-南東に伸びる震源域の延長上にある。群発地震活動がこのように活発化した原因ははっきりしないが、大地震、火山などとの関連について今後とも事例を蓄積する必要がある。

5. まとめ

本論では、1992年7月から1994年12月までの西表島及び周辺域の地震活動、特に1992年8月から発生した西表島南西沖の群発地震と9月から発生した西表島北西部の群発地震の活動について述べた。有感地震観測点では、最大振幅1gal以上の地震はすべて記録できるので、地震数は比較的少ないが均質なデータが現在でも得ら

れている。したがって、地震活動の大局的傾向を把握するには適していると考えられる。

1992年10月下旬から開始した微小地震観測点によって、西表島北西部の群発地震の震源域を囲むように配置し、精密な活動を把握することができた。その後、群発地震の震源域が広がって沈静化してからは、観測点を理想的な配置に変更し、西表島全域を観測可能地域として地震観測を実施した。その結果、1994年12月中旬から西表島東部で活発化した地震についての資料を得ることもできた。

今回の観測から、群発地震についていくつかの特徴を見いだすことができた。

(1) 8月に発生した西表島南西沖の群発地震活動は、短期間で小康状態に達したが、半年以上の間、しばしば地震が発生し、余震活動が継続した。この地震活動の震源領域は、北西-南東方向に伸びているようである。

(2) 西表島北西部の群発地震は、南西沖群発地震の直後に発生し、その震源域は、発生当初北西沿岸海域に集中していたが、次第に内陸部へと拡大した。さらに地震の経過とともに、震源域は周縁部へと拡大しつつ散発的な活動に移行、消長を繰り返しながら小康状態に達した。

(3) 北西部の群発地震の震源分布は、北西-南東方向に伸び、それに直交する断面上で見ると震源は狭い範囲に密集している。

(4) 北西部の群発地震の深さ分布を見ると、陸域では、南西側に落ちるトレンドが明瞭に確認で

きるのに対し、海側では、そのトレンドが確認できず、北東側に傾いたクラスターとなっているようである。このように、陸域と海域で分布の特徴が大きく異なっており、複雑な様相を示している。

(5) 群発地震の記録中に、反射波と思われる顕著な波群がしばしば観測された。このような例は、火山地域で地殻内部速度の不連続面が存在する場合にしばしば見られる現象である。そのため、地震の深さ分布とあわせて火山活動との関連が懸念されたが、その活動を示すような地震学的兆候は観測されなかった。

(6) 西表島及びその周辺海域には、北西-南東方向の断層やリニアメントが卓越している。一連の群発地震の震源域は、この構造と調和的な、同一方向に伸びており、この地域に働く広域応力場の支配下で発生したものと推測される。

以上、今回の地震活動の時間的空間的特徴をまとめて示した。これらの結果は、群発地震の原因や、この地域のテクトニクスを議論する上できわめて重要な基礎的データをなすものと考えられる。

参考文献

- 安藤雅孝 (1991) : 西表群発地震の調査研究, 月刊地球, 第 13 巻, pp. 621-623.
- 安藤雅孝 (1993) : 続発する西表島群発地震の調査・研究, 月刊地球, 第 15 巻, pp. 193-196.
- 馬場久紀・飯塚 進・内田康人・浅田 敏 (1993) : 西表島及びその周辺海域の地震活動, 地球惑星科学関連学会 1993 年合同学会予稿集, p. 225.
- 馬場久紀・飯塚 進・浅田 敏 (1994) : 1992 年西表島群発地震の特徴について, 地震 2, 第 47 巻, pp. 143-153.
- 古川雅英 (1991) : 琉球弧のテクトニクスと西表島群発地震, 月刊地球, 第 13 巻, pp. 656-663.
- 後藤和彦・内田 敏・平野舟一郎・角田寿喜 (1993) : ハイドロフォンを用いた 1992 年西表島群発地震の観測, 月刊地球, 第 15 巻, pp. 224-229.
- 堀 修一郎・長谷川 昭 (1991) : 微小地震反射から推定される秋田県森吉山直下の地殻深部熔融帯, 地震 2, 第 44 巻, pp. 39-48.
- 加藤祐三 (1983) : 琉球列島での第四紀火山活動一特に中・南琉球について一, 地質学論集, 第 22 巻, pp. 93-94.
- 活断層研究会 (1991) : 新編日本の活断層, 東京大学出版会, pp. 410-412.
- 国土地理院 (1993) : 沖縄地方の地殻変動, 地震予知連絡会報, 第 49 巻, pp. 542-547.
- 京都大学防災研究所 (1993) : 1992 年西表島群発地震臨時報告 (10 月 23 日~), 地震予知連絡会報, 第 49 巻, pp. 493-498.
- 松本 剛・木村政昭 (1993) : 1771 年八重山地震津波発生域における精密地形調査と津波発生のメカニズムに関する一考察, 地震 2, 第 45 巻, pp. 417-426.
- 松村一男 (1991) : 南西諸島の地震活動, 月刊地球, 第 13 巻, pp. 623-627.
- 長宗留男・横山博文・福留篤男 (1992) : 伊豆半島東方沖の群発地震の特性と 1989 年の手石海丘の噴火, 火山 2, 第 37 巻, pp. 1-8.
- 永岡 修・草野富士雄・石川有三 (1991) : 石垣島近海 (西表島付近) の群発地震, 月刊地球, 第 13 巻, pp. 679-684.
- 永岡 修・草野富士雄・前泊正純 (1993) : 1992 年西表島群発地震活動の推移, 月刊地球, 第 15 巻, pp. 197-201.
- 大森 保・棚原 朗・平良初男 (1991) : 竹富町海底温泉と地震活動, 月刊地球, 第 13 巻, pp. 628-639.
- 沖縄気象台 (1993a) : 石垣島近海 (西表島付近) の地震活動, 地震予知連絡会報, 第 49 巻, pp. 466-488.
- 沖縄気象台 (1993b) : 沖縄地方とその周辺の地震活動 (1992 年 11 月~1993 年 4 月), 地震予知連絡会報, 第 50 巻, pp. 461-471.
- 清水公一・大倉敬宏・片尾 浩・伊藤 潔 (1993) : 1992 年西表島群発地震の震源分布, 月刊地球, 第 15 巻, pp. 202-207.
- 東京大学地震研究所 (1993) : 西表島群発地震観測, 地震予知連絡会報, 第 49 巻, pp. 489-492.
- Baba, H. (1992): Crustal structure beneath the southern Okinawa Trough off southwest Japan as derived from seismic refraction measurements and its tectonic significance, Dr. Sci. thesis. Tokai University, 174pp.
- Hirata, N., Kinoshita, H., Katao, H., Baba, H., Kaiho, Y., Koresawa, S., Ono, Y., and Hayashi, K. (1991): Report of DELP 1988 Cruises in the Okinawa Trough Part 3. Crustal structure of the southern Okinawa Trough, Bull. Earthq. Res. Basins (1991): Report on DELP 1988 Cruises in the Okinawa Trough Part 1. General Outline, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol.66, Inst., Univ. Tokyo, Vol.66, pp.37-70.

- Japanese DELP Research Group on Back-arc Basins (1991): Report on DELP 1988 cruises in the Okinawa Trough, Part 1. General outline, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ., Tokyo, 66, pp.1-15.
- Mizoue, M. and Nakamura, I. (1982): Mapping of an unusual crustal discontinuity by microearthquake reflections in the earthquake swarm area near Ashio, northwestern part of Tokachi prefecture, central Japan, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol.57, pp.653-686.
- Ohta, K., Matsumoto, N. and Yanagi, T.(1992): The 1990-1992 eruption of Unzen volcano, in "Unzen Volcano the 1990-1992 Eruption", ed. by T. Yanagi and H. Okada, The Nishinippon Co., Ltd. and Kyusyu Univ. Preess, pp.34-37.
- Shimizu H., Umakoshi,M, Matsuwo, N. and Ohta, K.(1992): Seismological observations of Unzen volcano before and during the 1990-1992 Eruption", ed. by T. Yanagi and H.Okada, The Nishinippon Co., Ltd. and Kyushu Univ. Press, pp.38-43.

Seismic Swarm Activity in Iriomote Island, Southwest Japan

Hisatoshi BABA*, Kiyoshi ITO, Masataka ANDO and Susumu IIZUKA**

*Research Institute of Science and Technology, Tokai University

**Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University

Synopsis

Earthquake swarm activity occurred in and around Iriomote Island during January to April in 1991. The activity once subsided in April 1991 but reactivated in August 1992 and it continued until the end of 1994. The activity was monitored with strong motion seismographs and high-gain seismographs after the 1992 earthquake swarm activity on the island. Eight to ten stations were operated on the island and many hypocenters were located. Heavy swarm activity in 1992 ended after a half year. The activity, however, continued intermittently in broad areas in and around Iriomote Island. The swarm, in the beginning, concentrated on a plane trending toward the northwest-southeast direction, which is well coincided with the active faults and lineaments on the island. The plane dips towards southwest in the land area, while towards northeast in the sea. The swarm first extended towards the inland direction and after that to broad areas of the island. The depths of the earthquakes are shallow, less than 15km deep, concentrating at the depths of 6-11km. Clear wave form in the later phases, supposed to be reflected waves from the middle crust, were recorded, but no direct evidence of volcanic activity such as tremors was observed during the swarm activity.

Key words: Iriomote Island, Ryukyu Arc, seismic activity, earthquake swarm, migration of hypocenter, reflected wave