

1983年10月三宅島噴火前後の地殻活動

岡田義光*・佐藤春夫**・木下繁夫⁺
鶴川元雄⁺⁺・野口伸一*
国立防災科学技術センター

Crustal Activity related to the Eruption of the Miyakejima Volcano, October 1983

By

Y. Okada, H. Sato, S. Kinoshita, M. Ukawa, and S. Noguchi
National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

The eruption of the Miyakejima Volcano in the Izu Islands, central Japan started at about 15h30m (JST) on October 3, 1983. Related to this eruption, seismic activity around the Miyakejima Island became to be high and an earthquake with magnitude 6.2 (by Japan Meteorological Agency) took place off the southern coast of the Island at 22h33m on the same day. This high seismic activity lasted about 24 hours since the eruption, after then, the number of earthquakes decreased very rapidly.

Looking back to the past seismic activity in this region, we can notice the following several features.

- (1) Around 1950, the Izu Islands area was seismically very quiet. Before this period, it is seen the southward migration of seismic activity, while the northward migration of it is observed after this period.
- (2) The seismic activity around the Miyakejima Island seems to be switched between quiet and active states every 10 years.
- (3) In these 4 years, the seismic activity just around the Miyakejima Island were very calm compared with the surrounding regions.
- (4) Within 2 months prior to the eruption, no earthquake was detected in the Miyakejima region by NRCDP network.

The focal mechanism of the largest shock shows NW-SE compressional stress in this region. This direction coincides to the motion direction between the Phillipine Sea and the Asian plates, and is also consistent with the distribution of the fissures in the Miyakejima Volcano.

After the eruption, temporary observation of microearthquake and the ground tilt was carried out at the northwest part of the Miyakejima Island, some 5 km north from the most active volcanic region.

Hourly number of earthquakes at this temporary station was 40 to 50 per day in the initial period of the observation, which decreased to the level of 7 to 8 per day in the end of October. Hypocenters of several earthquakes were redetermined including the data from the temporary observation. As a result,

* 第2研究部 地殻力学研究室 , ** 同 主任研究官
+ 同 耐震実験室 , ++ 同 地殻変動研究室

more reliable estimates of focal depth were obtained.

As to the ground tilt observation, we can get only short-term record by a few troubles. Although the quality of the data is poor, it shows the trend of southward-down tilting, which is consistent with the general tendency of the post-eruption crustal movement.

1. はじめに

1983年10月3日15時30分頃、伊豆諸島三宅島はほぼ20年ぶりに噴火活動を開始した。この噴火に伴って同島周辺では地震活動が活発となり、同日22時33分にはマグニチュード6.2(気象庁)の最大地震が発生、島内では震度Vの揺れとなって、多くの崖崩れが発生した。

国立防災科学技術センターでは、既存の関東・東海地殻活動観測網(浜田ほか, 1982)により今回の地震活動の様子をモニターする一方、現地へ臨時観測班を派遣して、噴火直後の微小地震および地殻傾斜をとらえるための観測を実施した。臨時観測は同島北西部の伊豆地区において行なわれたが、この地点は、防災センターが昭和53年度より6ヶ年の計画で南関東および東海地方に展開中の観測網の一環として、本年度中に微小地震観測点を設置する予定で準備を進めていた場所である。臨時観測の目的は次の2点であった。(1)活動中の火山近傍における地殻活動(ここでは微小地震および傾斜)の状態の把握、(2)現地観測結果を既設観測網データに加えて解析することによる震源決定精度の向上。

以下に、今回の噴火に到るまでの伊豆諸島地域における地震活動の様子、噴火前後の三宅島周辺における地震活動の推移、そして、現地臨時観測の行なわれた経緯ならびにこれまでに得られた観測結果について述べる。

2. 伊豆諸島地域における近年の地震活動

図1は、伊豆諸島近海において最近約60年間のうちに発生した、 $M=6$ 以上の浅発地震($H \leq 60$ km)の分布である。三宅島南東の*印は、今回の噴火に伴ない10月3日22時33分に発生した最大地震($M_{JMA}=6.2$)を示している。この図に示した範囲には10個の地震を数えることができ、単純計算すれば $M=6$ 以上の地震の発生間隔が約6年ということになるが、発生年を見ると'44・'45, '56・'57, '82・'83のそれぞれに続発性があり、活動の周期としては10年程度であろうことがうかがえる。

次に、対象とする領域を南北に拡げて、伊豆半島北方から八丈島にかけての地域でここ約60年間に発生した、 $M=5$ 以上の浅発地震($H \leq 60$ km)の震央分布および地震活動の時空間表現を、図2に示す。後者は、縦軸に震源の緯度、横軸にその地震の発生年をとってプロットを行なったものである。この図を全体的にみると、1950年頃の静穏期を境として、それ以前は地震活動域の南下、それ以降は北上という大きな傾向が読み取れる。また、今回の最

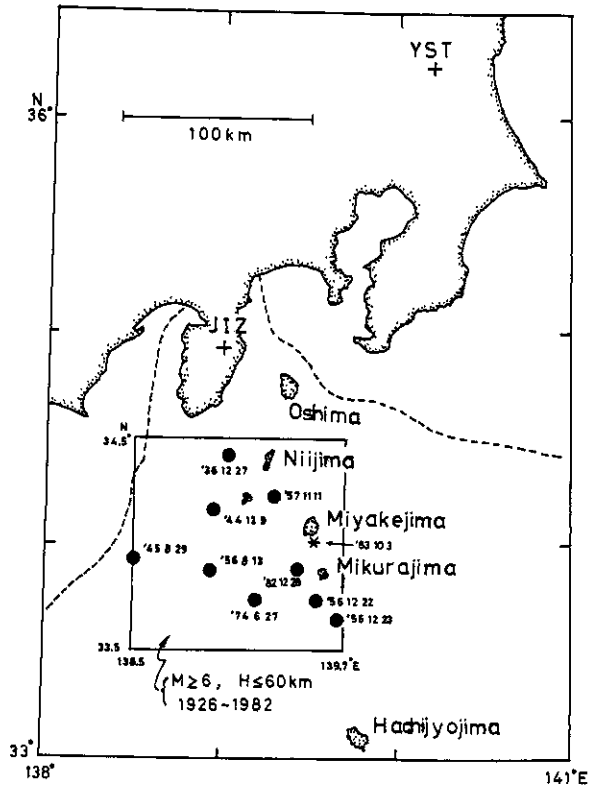


図1 伊豆諸島近海における最近のM=6以上の浅発地震(気象庁データによる)
 Fig. 1 Recent shallow seismic activity in the Izu Islands area (by JMA data)

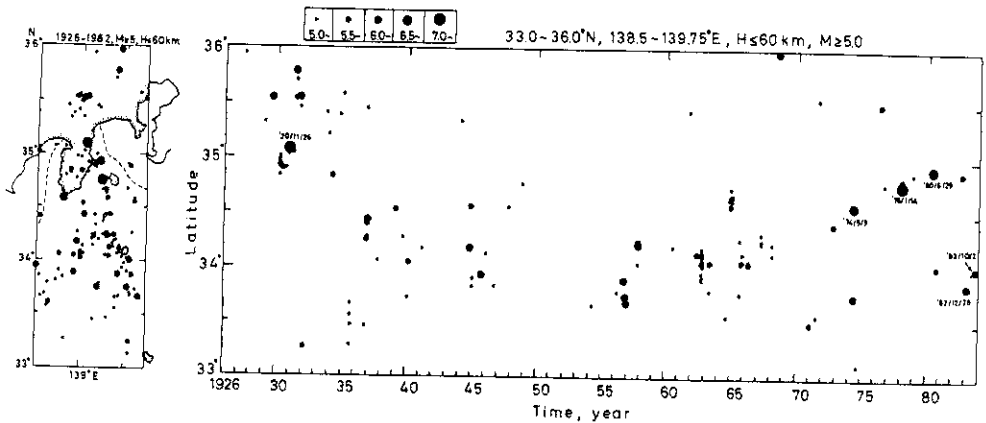


図2 時空間表示による伊豆諸島地域の最近の浅発地震活動(気象庁データによる).
 Fig. 2 Space-temporal presentation of recent shallow seismic activity in the Izu Islands area (by JMA data).

大地震の発生した34°N付近は、ほぼ10年の周期で活動期と静穏期とが入れ替わっているように見える。

3. 噴火前後の三宅島周辺における地震活動

図3は、防災センターのルーチン震源計算により求められた、噴火に先立つ数年間の三宅島周辺における浅発微小地震活動 ($H < 30\text{km}$) の様子である。(a) ~ (c)は1980~82年の年別震源分布、(d)は1983年1月1日より噴火前日の10月2日までの震源分布を、それぞれ示している。

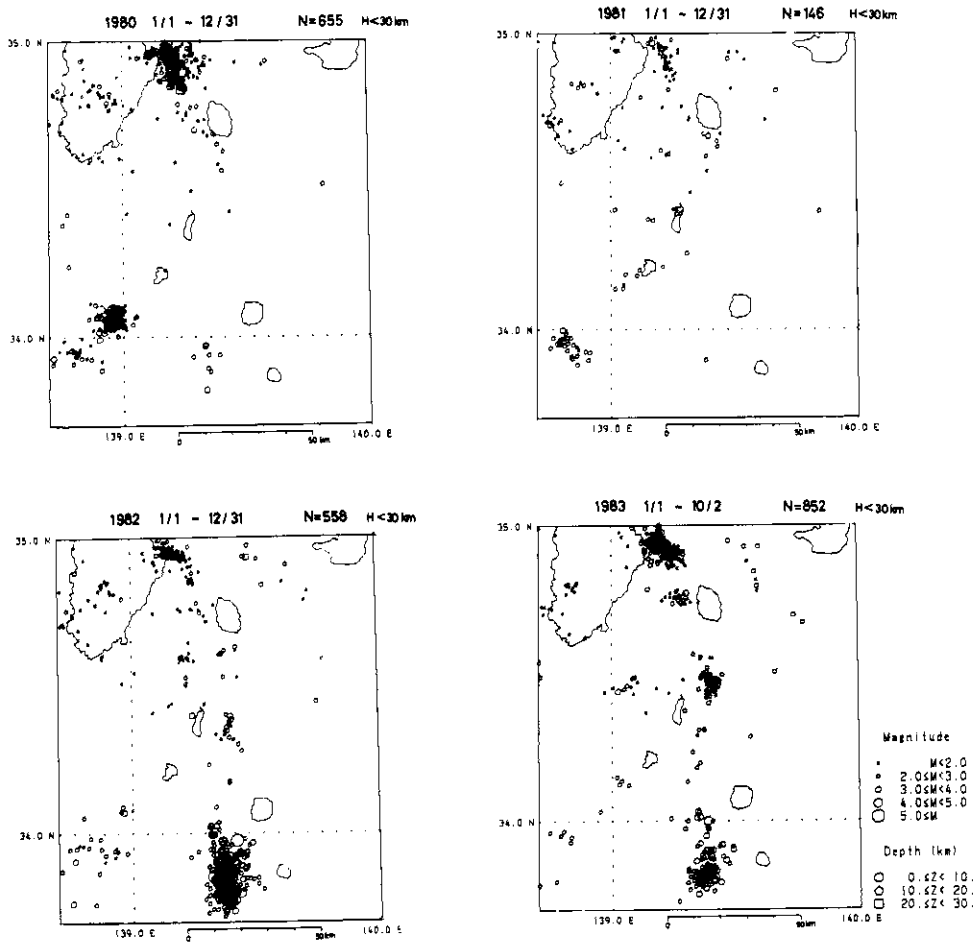


図3 三宅島周辺における年別の浅発地震分布 (防災センター観測網による)。

(a)1980年, (b)1981年, (c)1982年, (d)1983年1月1日-10月2日。

Fig. 3 Yearly hypocentral distribution around the Miyakejima region (by NRCDP network). (a) 1980, (b) 1981, (c) 1982, (d) Jan. 1 to Oct. 2, 1983.

最近では、1982年12月末に始まる三宅島南西沖での群発地震活動（国立防災科学技術センター、1983；気象庁地震予知情報課、1983）が顕著であるが、三宅島のごく周辺に限って見れば、ここ4年間ほどの地震活動は、周囲の海域に比較して非常に静穏であったといえる。

図4は、噴火のあった10月3日より同月末までの震央分布および図中AA'に沿う震源断面図である。地震は、島の南西側半分およびその沖合に集中して発生している。三宅島近海は既設観測網の外にあるため、高精度の震源決定、とくに深さの高精度決定を望むことは困難である。図4(b)の断面図において深さ5kmおよび15kmのところに震源の集中が見られるが、これは震源計算の過程でやむを得ず深さを固定して解いたために生じたみかけのものである。これらを除けば、震源の深さは島の下で0-10km、南西沖合では10-20kmにほぼ分布していることがわかる。

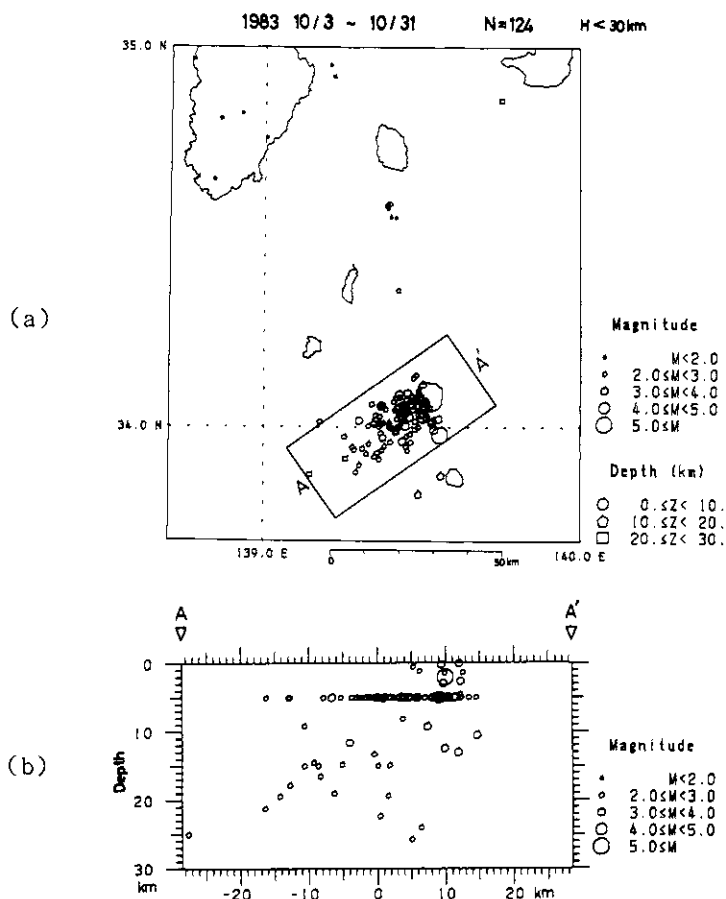


図4 噴火に伴った地震の震源分布。(a)震央分布、(b)AA'に沿う断面図。

Fig. 4 Hypocenters of the earthquakes which accompanied with the eruption. (a)Epicentral distribution, (b)Cross section along the A-A' line. Concentrations to 5 and 15 km show that the focal depths were fixed to these values in the process of hypocentral determination.

以上に見てきた約4年間の地震活動の推移を、図2と同じ手法で時空間表現したものが、図5である。この図からは、伊豆半島東⽅沖と伊豆諸島の両地域における群発地震活動の間に連動性が見られること、および、新島と三宅島との間の海域が地震活動の空白域とみられること、の2点を指摘できる。

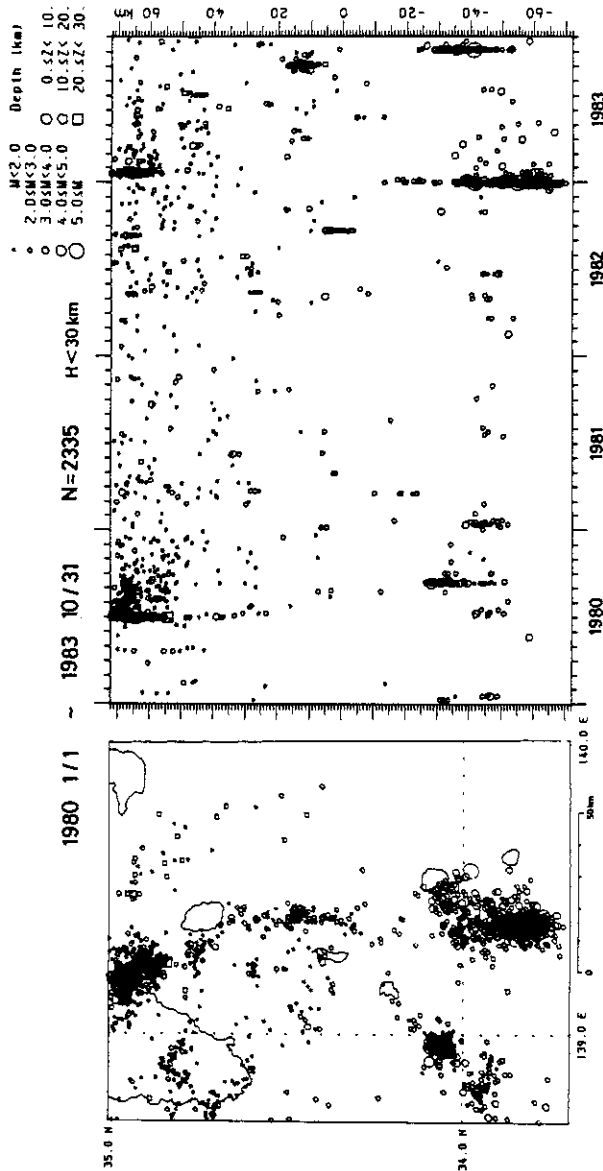


図5 三宅島周辺における最近4年間の震央分布および時空間分布。
 Fig. 5 Epicentral distribution and space-temporal seismic activity around the Miyakejima region within these 4 years.

図5のうち、噴火前後の2ヶ月間だけを拡大した時空間分布を図6に示す。新島北東沖での群発地震活動が8月末から9月始めにかけて発生し、それがおさまった頃に、三宅島での噴火およびそれに続く地震活動が始まっている。また、少なくとも防災センター既設観測網で見る限り、噴火の前1ヶ月以上にわたって、三宅島周辺での地震の発生は捕えられていない。

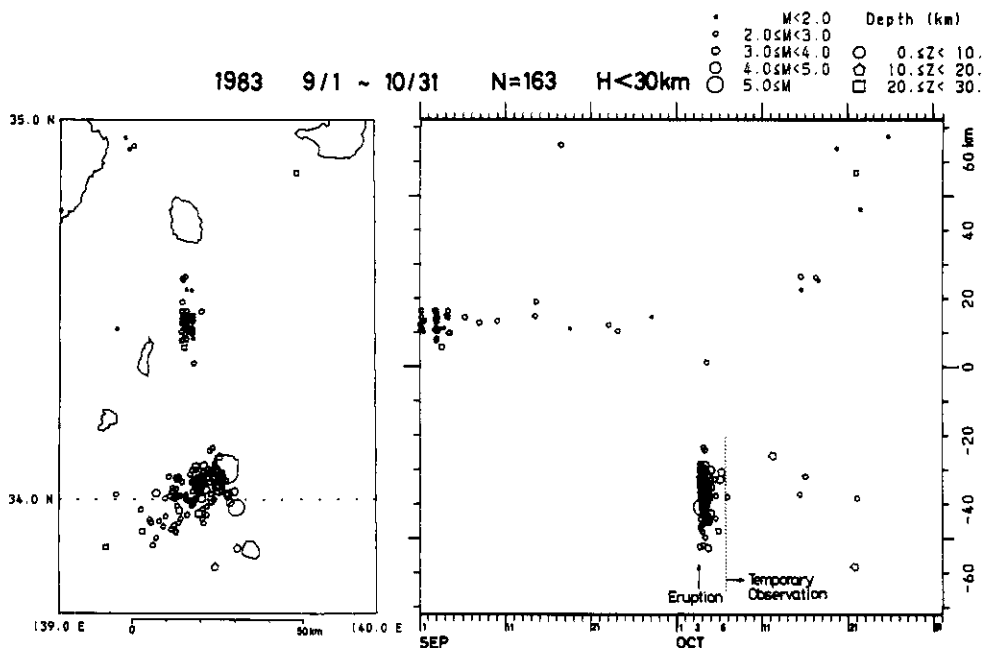


図6 1983年9月、10月の震央分布および時空間分布。
Fig. 6 Epicentral distribution and space-temporal seismic activity in Sep. and Oct., 1983.

4. 噴火に伴う地震活動の推移

次に、今回の噴火に伴った地震活動の推移についてその詳細を追ってみよう。

図7は、今回の地震活動の時間的経過を、観測された1時間ごとの地震回数の変化で表わしたものである。同図の中で、黒く塗りつぶされた柱状図は、伊豆半島にある既設観測点：中伊豆(図1のJ1Z、震央距離約100km)での記録振幅が80 μ kine以上であったものの数を表わしており、これはマグニチュードに換算するとほぼM=1.9以上の地震の数を計数していることになる。

観測された地震の数は10月3日18時頃より急激に増大し、最大地震の発生があった22時台には、上記基準で26個の地震が数えられている。しかし、このように活発な地震活動は噴火

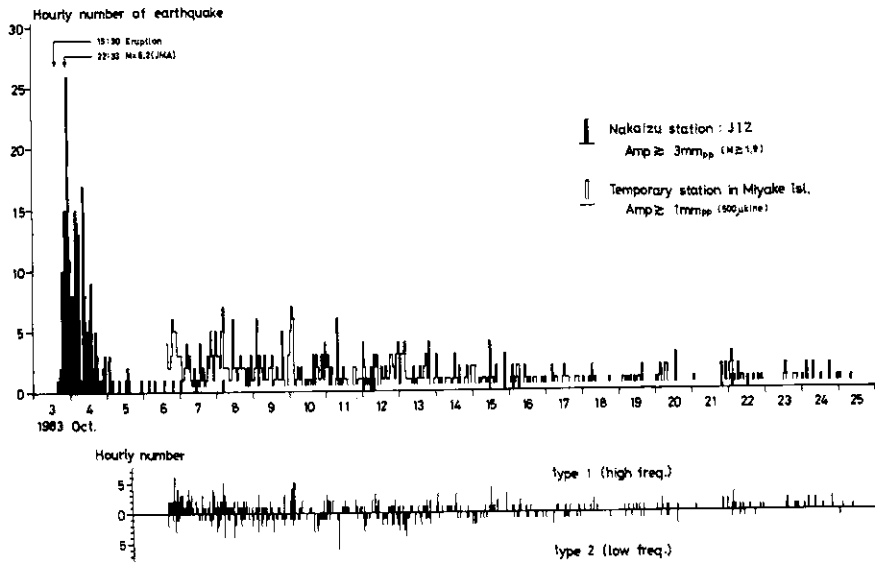


図7 中伊豆観測点 (JIZ) および現地臨時観測点 (MKE) における1時間ごとの地震回数の変化。

Fig. 7 Hourly number of earthquakes observed at the Nakaizu station (JIZ, $\Delta=100\text{km}$) and the temporary station (MKE) in the Miyakejima Island. At JIZ, the number of earthquakes with $M \geq 1.9$ are counted.

の当日および翌日だけに限られ、10月5日以降は急激にその活動が衰えてしまっている。

ここで、今回の地震活動の変遷を次に示す6つの期間に分け、各期間において震源分布を求めてみた結果を、図8 (a) - (f) に示す。

- (a) 噴火前 (8月1日 - 10月3日15時30分): この2ヶ月間、図中の領域には (震源決定可能な大きさの) 地震がひとつも発生していない。
- (b) 噴火から最大地震発生直前まで (10月3日15時30分 - 22時33分): 27個の震源が決められ、震央は島西部およびその沖合に分布している。
- (c) 最大地震発生から翌朝まで (10月3日22時33分 - 10月4日6時): 震源域は南東方向にやや移動。なお、図7からわかる通り、10月4日6時頃は活動の谷間となっている時期である。
- (d) 翌朝から噴火24時間後まで (10月4日6時 - 15時30分): 震源域は島の南西側半分およびその沖合に広く分布。なお、図7からわかる通り、主たる地震活動はこの噴火後24時間のうちに殆んどが終了してしまっている。
- (e) 噴火24時間後より72時間後まで (10月4日15時30分 - 10月6日15時30分): 震源域は島南西部とその沖合とに分離したようにみえる。
- (f) 噴火72時間後以降 (10月6日15時30分 - 10月31日): この約25日間で震源の求まったものは僅か6個であり、地震活動はすっかり低調になってしまっている。

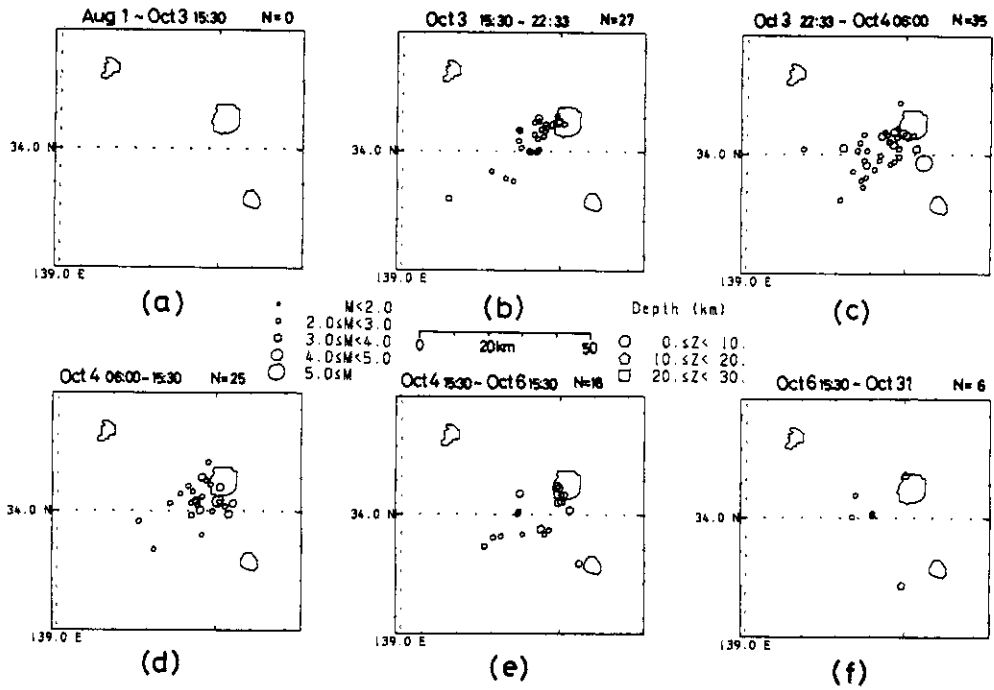


図8 噴火に伴った地震活動の推移。(a) 噴火前2ヶ月, (b) 噴火から最大地震発生まで, (c) 最大地震から翌朝まで, (d) 翌朝から噴火1日後まで, (e) 噴火1日後から3日後まで, (f) 噴火3日後から10月末まで。

Fig. 8 Change of hypocentral distribution. (a) Within 2 months prior to the eruption, (b) From the eruption to the largest shock, (c) From the largest shock to the next morning, (d) From the next morning to 1 day after the eruption, (e) From 1 day to 3 day after the eruption, (f) From 3 day after the eruption to the end of October.

5. 最大地震の発震機構とその意味

今回の一連の地震活動のうちで最大のものは、噴火当日の夜、10月3日22時33分に発生し、島内では震度Vの揺れが記録された。防災センターの震源計算結果によれば、この地震の諸元は以下の通りである。

発震時 : 22 h 33 m 34.9 s (JST)
 震央 : $\phi = 33.98^\circ\text{N}$, $\lambda = 139.56^\circ\text{E}$
 深さ : 2 km
 M : 5.7

この地震について気象庁の発表したマグニチュードは6.2となっているが、当センターのルーチン震源計算結果ではそれよりやや小さめの値が得られている。茨城県の八郷観測点

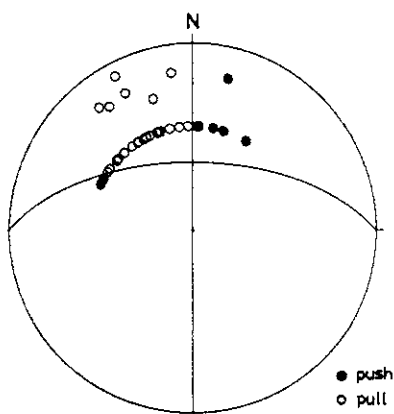


図9 最大地震の発震機構（下半球等積投影）。

Fig. 9 Focal mechanism of the largest shock projected on the lower hemisphere.

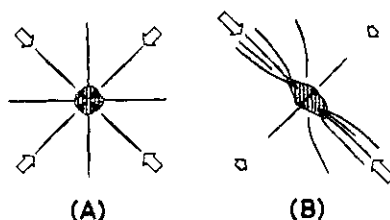


図10 火山下に働く圧力が等方な場合(A)とそうでない場合(B)の、割れ目発達の方の相違(Nakamura(1977)による)。

Fig. 10 The difference in the fissure distribution under (A) a uniform stress and (B) a nonuniform stress (after Nakamura, 1977).

(図1のYST, 震央距離約250km)には埋込式3成分歪計(坂田, 1981)が設置されているが、これにより記録された今回の地震の長周期表面波の振幅をみても、マグニチュード6は超えない模様である。

図9に、この最大地震の発震機構を示す。下半球に等積投影されたものであるが、北西-南東主圧縮軸を持つ横ずれ断層型であることがわかる。

一方、今回の割れ目噴火の方向は山裾で北西-南東軸に沿う方向に曲っているが、火山下の圧力場と岩脈の方向配列との関係を論じたNakamura(1977)の考え(図10参照)によれば、これも当地域が北西-南東方向主圧力の場であることを示す証拠のひとつといえる。

この北西-南東の方向は、よく知られているように、アジアプレートとフィリピン海プレートとの相対運動の向きに一致しており、今回の一連の活動も、伊豆諸島をとり巻く大きな造構力に支配されて誘起された現象であることは間違いない。

6. 現地臨時観測の経緯

はじめに述べたごとく、防災センターでは、今回の噴火直後、現地における臨時観測の体制をとった。設営班の臨時観測点設置ならびに現地調査の行程は、大略、以下の通りである。

- 10/4-5 観測資材の調達、整備、輸送
- 10/5 22h 竹芝桟橋出港
- 10/6 05h 三池港着
 - 16h 観測機器の設置完了、臨時観測開始
- 10/7 06h 都道に沿い阿古方面へ崖崩、溶岩流の調査
 - 14h 臨時観測点の風雨対策を施し設営完了
 - 15h 都道に沿い坪田方面へ降灰、水蒸気爆発の調査
- 10/8 06h 臨時観測点の記録状況点検
 - 08h 中道に沿い崖崩、溶岩流、割れ目噴火の調査
 - 13h 三池港発

現地臨時観測は、三宅村役場の協力を得て、三宅島北西部の伊豆地区にある分水井施設において実施された。火山活動の激しい地域からは北方5 kmほどの場所である（位置については図14参照； $\phi = 34.100^\circ\text{N}$, $\lambda = 139.517^\circ\text{E}$, $H = 169\text{m}$ ）。観測項目は微小地震と地殻傾斜の2つである。

地震観測は、固有周期1秒の換振器2台（上下動、東西動）を用い、2チャンネル感熱式長時間記録計による4 mm/sec送り、500 $\mu\text{kine/mm}$ の連続記録を行なった。

一方、傾斜観測は、気泡型傾斜計（キネメトリック社製、東西・南北2成分）を用い、自

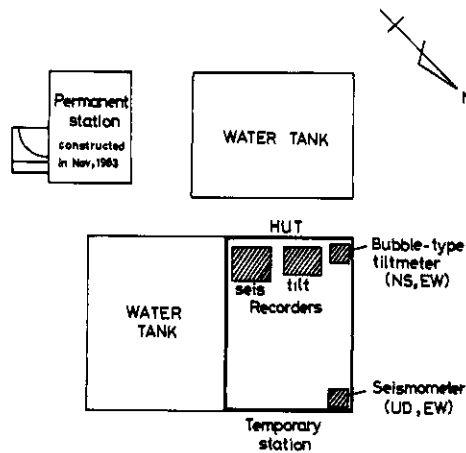


図11 現地臨時観測の観測機器配置。

Fig. 11 Arrangement of instruments at the temporary observation site.

動スパンシフト機能付ペンレコーダーによる20mm/h 送りの連続記録を行なった。記録感度はフルスケール(25cm)が25および12.5 μ radに相当する高低2段階にセットした。

図11に、観測機器の配置を示す。分水井施設自体がコンクリートのがっちりした構造物であるため、地震計および傾斜計はいずれも分水井小屋内に設置された。

写真1は、設営の行なわれた分水井施設の外観、写真2は小屋内にセットされた記録計の様子を、それぞれ示している。

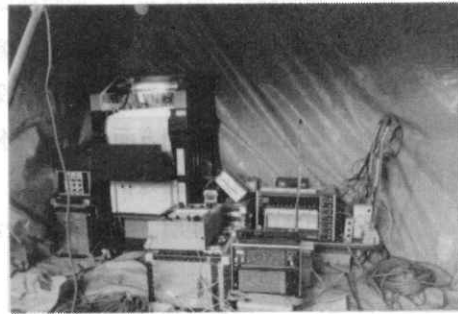
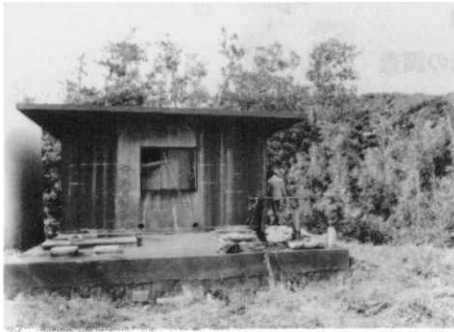


写真1 臨時観測の行なわれた伊豆地区分水井施設。
Photo 1 Outview of the temporary observation site.

写真2 臨時観測に用いられた記録器。左側が微小地震用、右側が地盤傾斜用。
Photo 2 Recorders for (left) seismic and (right) ground tilt observation.

7. 現地臨時観測により得られた観測結果

(1) 地震観測

現地における地震記象の一例を、図12に示す。これは10月11日19時の1時間分の記録であり、上段が上下動、下段が東西動のものである。ここに見られるように、地震の波形は高周波型と低周波型との2タイプに大別される。なお、観測開始当初の10月7日1時から5時にかけては、火山性脈動と思われる微動(最大振巾 ~ 3 m kine)が記録された。

図7で白ヌキの柱状図で表わされているのが、現地において速度振幅500 μ kine以上を記録した地震の1時間ごとの回数である。また、同図には、上記の高周波型と低周波型とに分類して地震回数を計数した結果も示してある。地震の回数は、観測開始当初40 \sim 50個/日であったものが、10月末には7 \sim 8個/日程度に減少している。高周波型の地震と低周波型の地震のそれぞれの発生パターンの中に、とくに際立った関連性は見い出されない。

現地での微小地震臨時観測は10月6日16時頃より始められ、これは第4節の地震の期間分けていえば、(f)の期間に相当する。この期間に既設観測網で震源決定のなされている地

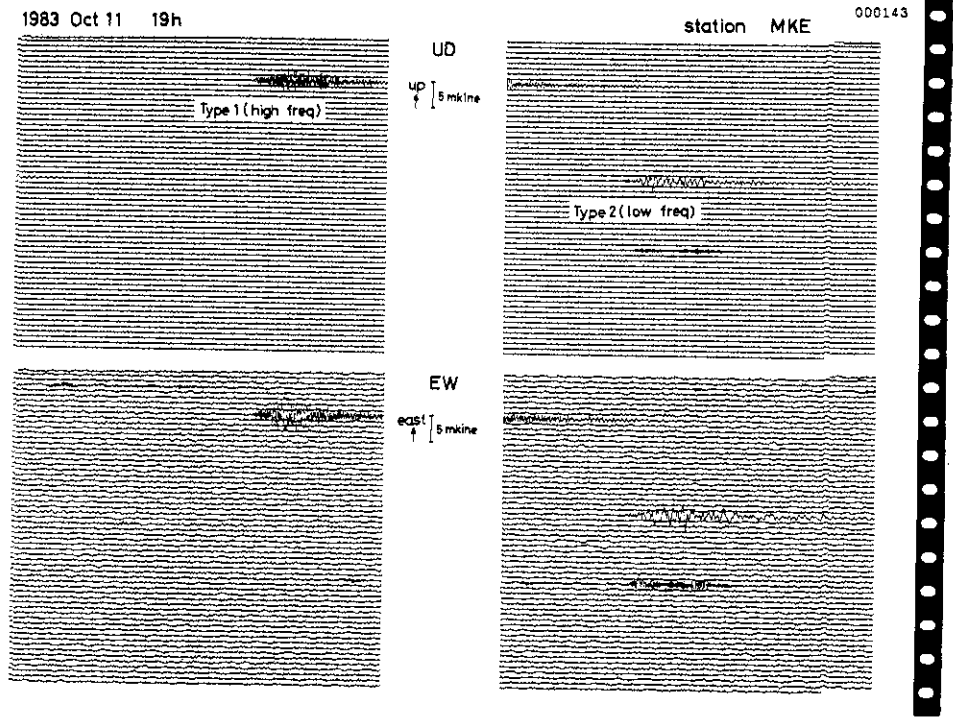


図12 臨時観測点における地震記録の一例
 Fig. 12 An example of seismic record obtained at the temporary station.

震は僅かに6個であるが、この6例について、現地での観測データを加えた震源再決定を試みた。

図8 (f)にある御蔵島近くの1例は、現地データを加えてもほとんど震源位置が変わらないので(震央位置、深さが共に0.2 km動くのみ)、図13では、残る5例について、既設観測網で得られた震源位置と現地データを加えた再決定震源位置との比較を行った。同図からわかる通り、震央位置についてはせいぜい2 km程度動くのみであるが、深さに関してはすべての震源が浅くなるセンスで再決定されており、現地データを取り入れた効果ははっきり現れている。なお、図13中で点線の丸印により示されている例については、現地データを加えることにより、かえって満足な震源決定のできない結果となった。これは、既設観測網のみで決められた震源位置の標準誤差が、他の4例については2~3 km程度であるのに対して、この地震だけは5 kmを超える誤差が見積られていることから、もともとの震源決定にかなりの無理があったためではないかと思われる。

(2) 傾斜観測

気泡型傾斜計による地盤傾斜観測も、地震と同じく10月6日夕刻より開始された。翌7日の朝にはセンサーの再セットが行なわれたが、その後は手を加えることなく13時より本観測

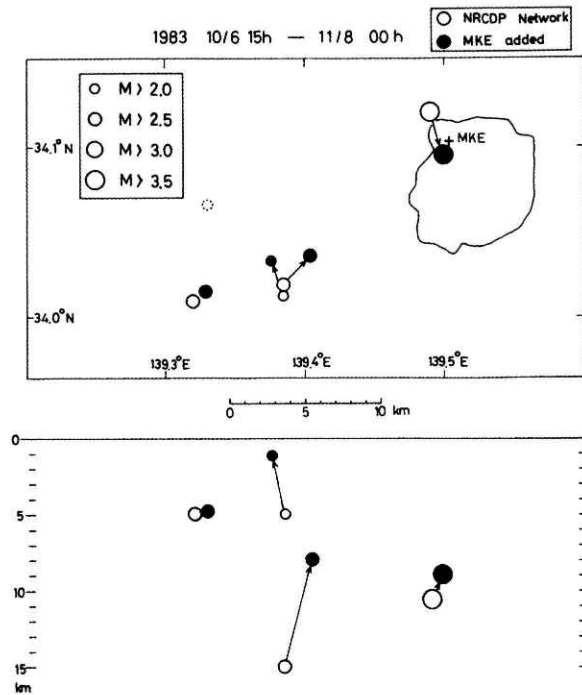


図13 既設観測網による震源位置と、現地データを加えて再決定された震源位置との比較

Fig. 13 Redetermined hypocenters including the data at the temporary station compared with ones determined by existing NRCDP network only.

の態勢に移行し、その後の観測は無人で放置される形となった。

記録の回収がなされたのは10月25日になってからであるが、図14に示される通り、この間に得られた実記録はほぼ10日分で、しかも途中の4日間ほどが欠測となっている。10月11日頃には三宅島付近を台風が通過しており、激しい風雨による記録紙の湿化から紙送り不良が生じたものと予想される。その後、15日には奇跡的に記録が再開されたが、16日夕刻には何らかのトラブルで傾斜計本体に人為的ショックが与えられたらしく、突然に記録は振り切れたままとなってしまった。

以上のような経緯により、手許に得られた傾斜記録は、図14がそのすべてである。なお、11日から15日の間の欠測期間の動きについては知るすべがないので、15、16両日分の変動図は、全体がスムーズにつながる位置に置かれている。

地表設置ということもあって、得られた記録には 10^{-5} に及ぶノイズが乗っているが、この短期間の間に南下りの一般的傾向は読取ることができる。図14中に示す通り、今回の噴火活動域は臨時観測点から見てちょうど真南の方向にあたる。一般に、火山活動に伴う地殻変動のパターンとして、噴火前には地下のマグマ圧の増大による山体の膨脹が、そして噴火後に

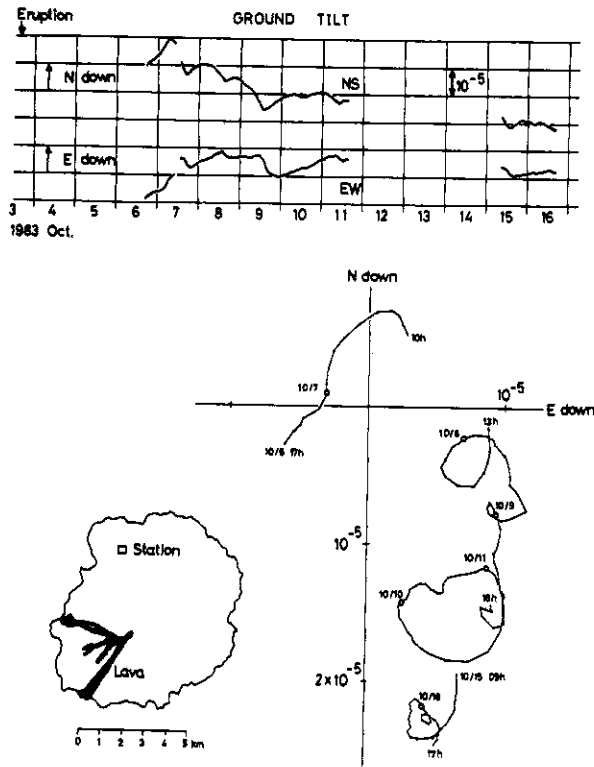


図14 臨時観測点における地盤傾斜変化およびベクトル傾斜図。
 Fig.14 The ground tilt and its vectorial presentation observed at the temporary station in the Miyakejima Island.

はその逆の現象が期待される。今回の臨時傾斜観測結果は、定量的にはともかく、定性的には上記の火山性地殻変動の一般的傾向と矛盾していない。ただ、今回の傾斜観測はあまりに短期であり、通常は設置直後の初期ドリフトを覚悟せねばならない期間のデータしか得られていないので、記録の解釈には慎重を期す必要があるだろう。

8. おわりに

現地における臨時観測は1点だけだったため、今回の報告において、現地データによる地震活動の追跡は、地震回数の変化という形でしかなされていない。しかし、噴火後には大学等により20点近い地震の臨時観測が行なわれているので、いずれその結果を持ち寄って総合的解析がなされる際には、今回得られたデータが役に立つものと期待される。

本来の計画として三宅島に設置される予定であった微小地震観測施設は、図11に示された位置に11月19日完成し、それまで分水井で行なわれていた臨時観測もこの施設に移設された。

テレメーターの開通は1984年2月中旬の予定なので、それまでの期間は現地における臨時地震観測が継続されることになっている。なお、傾斜計は11月19日をもって撤収された。

火山の山体における微小地震や地殻変動を捕えるためには、その山体中に高密度の観測網を張る必要がある。また、噴火に伴う予兆的異常現象を知るためには、平常時の活動に関するデータの蓄積が不可欠である。今回の臨時観測や、1984年4月から始まる予定の常時観測が、そのような歩みへの一歩となれば幸いである。

謝 辞

今回の臨時観測にあたっては、長谷川好信助役、沖山孝水道課長、島沢紀久企画係長をはじめ三宅村役場の方々に何かと御協力を賜わった。また、伊豆地区における観測点設営に際しては、現地の仲沢英喜氏に種々の面で大変お世話になった。

観測機材の整備・運搬・点検等については、防災センター第2研究部の山水史生主任研究官をはじめとする諸氏、第3研究部の熊谷貞治・田中耕平両主任研究官ならびに管理部の南部後雄・大石恵章両氏の協力を得た。

割れ目噴火方向の曲がりと応力場の関係については、第2研究部石田瑞穂主任研究官に示唆をいただいた。

ここに記して、以上の方々に感謝の念を表したい。

参 考 文 献

- 1) 浜田和郎・大竹政和・岡田義光・松村正三・山水史生・佐藤春夫・井元政二郎・立川真理子・大久保正・山本英二・石田瑞穂・笠原敬司・勝山ヨシ子・高橋博 (1982): 関東・東海地域地殻活動観測網—国立防災科学技術センター。地震Ⅱ, 35, 401-426.
- 2) 国立防災科学技術センター (1983): 1982年12月三宅島近海の地震活動。地震予知連絡会会報, 30, 53-58.
- 3) 気象庁地震予知情報課 (1983): 1982年12月28日三宅島近海の地震。地震予知連絡会会報, 30, 59-63.
- 4) Nakamura, K. (1977): Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation—Principle and proposal. *J. Volcanology and Geothermal Research*, 2, 1-16.
- 5) 坂田正治 (1981): 新しく考案したボアホール式3成分ひずみ計。国立防災科学技術センター研究報告, 25, 95-126.

(1983年12月22日 原稿受理)