

60. 1978年伊豆大島近海地震に際しての 三原山の挙動

地震研究所 { 下 鶴 大 輔
竹 田 豊 太 郎
沢 田 宗 久
長 田 昇
小 山 悦 郎
鍵 山 恒 臣

(昭和53年7月28日受理)

1. は じ め に

伊豆大島三原山は1974年2月末から6月中旬に至るまで、山頂火口において小規模なストロンボリ式噴火を行ったが、それ以来、現在に至るまで目立った表面活動は見られない。大島測候所によれば、1974年の噴火活動停止以来、火山性脈動の発現もないという。

1974年の噴火活動を契機として、同年6月に、大学、気象庁、国土地理院によって、三原山の集中総合観測が実施され、三原山の活動の今後の予測も併せ行われた。それによれば、地殻変動に特に注目すると、山体地下圧力の増大の徴候はなく、三原山の噴火活動は、衰微するものと判断された(下鶴大輔他, 1975)。

前期の集中総合観測以来、我々は、火口底の表面温度の繰返し測定(下鶴・鍵山, 1976)、カルデラの辺長の年1回測定などを行って来た。その結果によれば、火口底内にあった、火孔の温度は1974年噴火以来、急激に減少し、また、火口床の表面温度も顕著に減少した。一方山頂カルデラの光波測量結果では、カルデラの伸びを示す結果は得られていない。

このような状態下にあって、1977年10月頃より、大島周辺を中心として有感地震が起り始め、1978年1月14日、 $M=6.8$ の地震が、伊豆半島と大島の間海域に発生した。

我々は、この地震群が三原山に対して、どのような影響を与えたか、また、三原山の火山活動にどのような変化が生じたかを調査する目的で、火口底温度の測定と、カルデラの辺長の再測を行った。また、1月14日の主震前の群発地震についても計測を行ったので、それらの結果を併せて報告し、火山学的検討を行う。

2. 1977年10月—12月の前震的群発地震活動

1978年1月14日、 $M=6.8$ の地震発生の約3ヶ月前から、大島を中心として有感地震を多数含む顕著な群発地震活動があった。この群発地震活動は10月の末から11月にかけて最大の活動を見せ、その後は小康状態を保ったが、1月13日20時38分には、大島で最大震

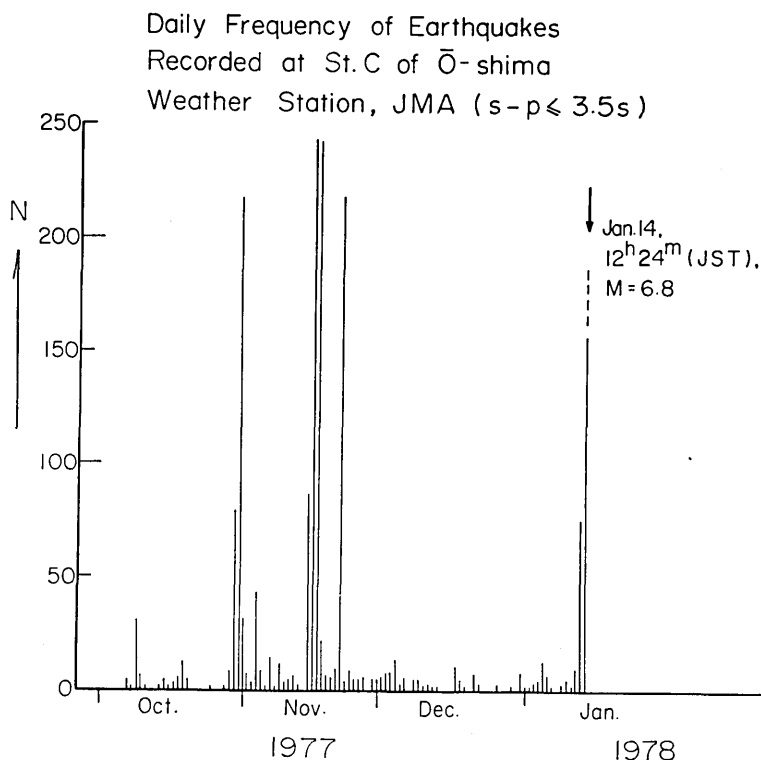


Fig. 1. Daily frequency of earthquakes recorded at Station C of Oshima Weather Station, JMA ($S-P \leq 3.5s$) before the mainshock on Jan. 14.

度3, 21時20分には震度1の地震が発生した。翌14日に至って, 08時12分に大島で震度3を記録した地震の発生が始まって以来, 12時24分の本震発生までに, 大島では, 震度4が4回, 震度3が7回, 震度2が7回, 震度1が27回発生している。

今回の地震の特徴は, 前震的地震活動が顕著であったことである。大島支庁舎や民家の窓ガラスが割れ, 商店の陳列棚からビン類が落ちたのは, 12時24分の本震によるものではなく, 同日の09時45分, 47分, 55分の3回の震度4による地震であった。

筆者の1人(下鶴)は, 1977年10月—11月にかけての群発地震活動が顕著であったため, 三原山の火山活動との関連を見窮めるべく, 1月10日に大島測候所に赴いて, 同測候所のC点(測候所に一番近い地震観測点)の地震記象の読みとりを行った。また, これに先立って, 12月10日には, 下鶴と鍵山は, 三原山の火口底の表面温度分布の再測を行い, 温度の低下を確認している。

ここでは, 大島測候所のC点が記録した地震のうち, 10月29日より12月4日に至る期間のうちで震源が求まった50ヶの地震群について述べる。

Fig. 1は, 大島測候所C点で記録された地震のうち, ($S-P$)が3.5秒以下の地震の日別頻度を示してある。本震発生以後の余震は示していない。これらの地震の($S-P$)頻度分布をFig. 2に示す。これによれば, 0.9秒と, 1.4秒にピークが見られる。この2つのピ

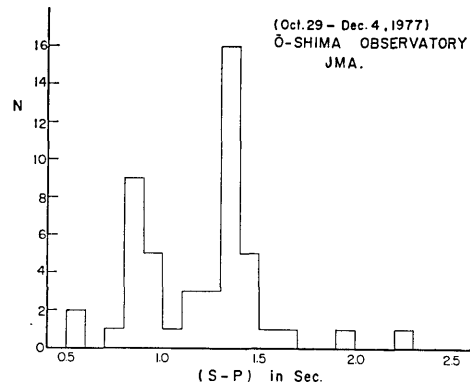


Fig. 2. Histogram of (S-P) of earthquakes between Oct. 29-Dec. 4, recorded at Station C of Oshima Weather Station, JMA.

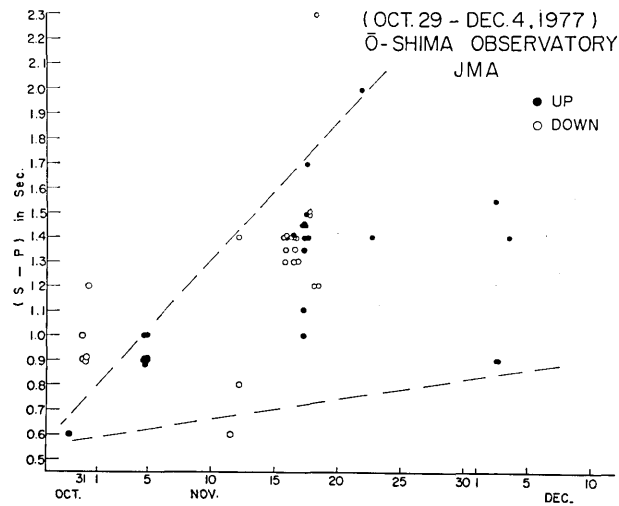


Fig. 3. Change of (S-P) with time before the mainshock on Jan. 14.

ークが震源域の空間的差異によるかどうかを吟味するため、(S-P)を時系列として見たものが Fig. 3 である。これによれば、初期の段階では (S-P) が短かく、時間がたつにつれて (S-P) の長いものが見られることが明らかである。C点における初動方向には特に有意義な傾向は見当らない。

これらの50ヶの地震(1977年10月29日—11月22日)について、C点における発震時と(S-P)、および、伊豆半島に展開されている地震研究所の地震観測網における発震時を使って、震源を求めた。震央分布を Fig. 4に、震源の東西断面図を Fig. 5に示す。これらの結果によれば、この期間の地震は、大島および元町沖合数kmに震央が分布し、N68°Wに長軸があるように見える。また、これらの地震の震源は、大島直下で浅く、西方沖合にゆくに従って深くなり、深さ10kmに達している。

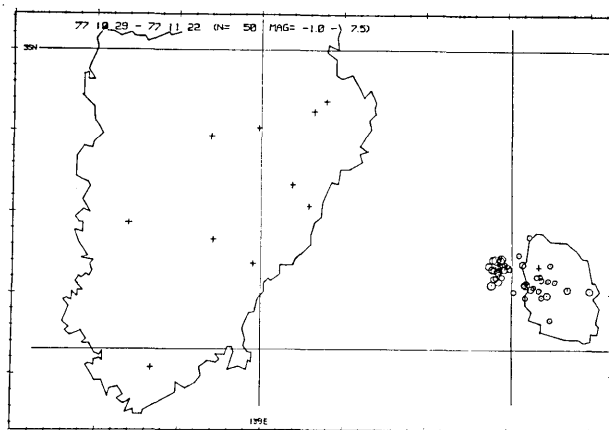


Fig. 4. Plot of epicenters of earthquakes during Oct. 29-Nov. 22, 1977.

一方、これらの地震群の発生場所が時間的にどのような経緯を辿ったかを示すと、Fig. 6の如くなる。上の図は、縦軸に日時をとり、東西断面に投影した地震がどの時間的段階で発生したかを示している。これによれば、初期の段階では大島直下に発生し、次第に西方に移動していることが明瞭である。Fig. 6の上図とFig. 5を組み合わせると、Fig. 6の下図に示すような地震の時空的発生パターンが得られる。即ち、1977年10月から始まった群発地震は、はじめ、大島直下の浅い場所に発生し、次第に、西方沖に移動するとともに、深くなっている。また、これらの地震の震源の深さは、連続的に深くなっている訳ではなく、深さ、2km 附近、5km 附近および 10km 附近にかたまって発生しているように見える。

3. 三原山火口底の温度隔測

1974年の噴火以降、三原山火口西方テラス上の同一場所より、火口底内の表面温度分布の測定を、赤外放射温度計を用いて測定してきた（下鶴・鍵山, 1976）。それによれば1976

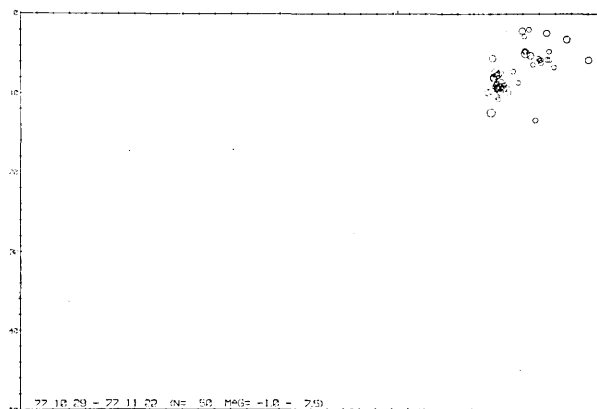


Fig. 5. E-W vertical section of hypocenters.

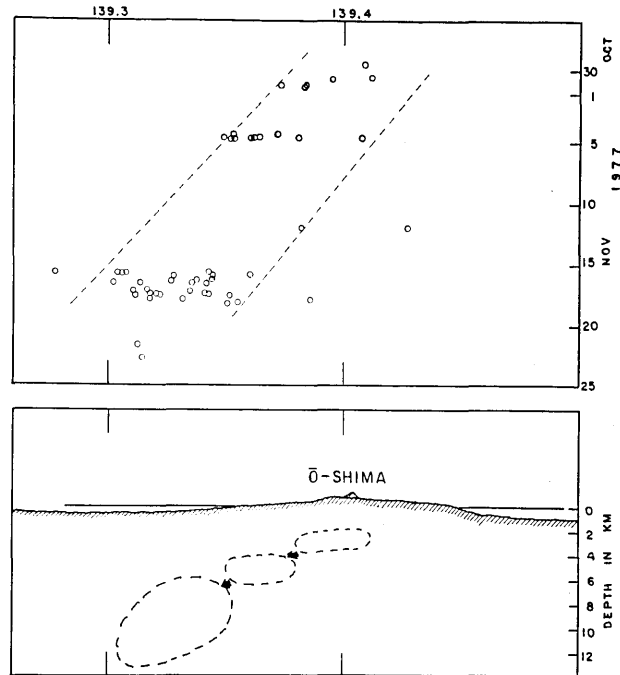


Fig. 6. Upper figure indicates the westward migration of the epicenters with time. The lower figure shows the schematic presentation of the migration of the hypocentral area.

年3月まで、スパッターコーンも、火口床も、温度が顕著に減少し、また、火口床の深さも低下し、(東大地震研究所, 1977), マグマ頭位の低下が推論されていた。しかし、1977年10月から始った群発地震活動によって、上記温度に異常があるかどうかを調べるため、同年12月10日に、温度の再測を行い、さらに、本震発生後の1月16日に再び温度測定を行った。本震発生後の測定の際には、Fig. 11 に示すように、テラス縁に大きく割れ目が入り、それまでの測定場所に放射温度計を設置することが不可能になったので、10m 北へ寄った場所から測定を行った。その結果を Table 1 および、Fig. 7 に示してある。この測定結果によれば、スパッターコーンの温度も、火口床の平均的温度も今回の地震と関係なく、1974年以来的温度低下のパターンの延長上にある。

Table 1. Variation of the temperature of the vent (I) and the surface of the crater floor (II) of Mihara-yama, O-shima, measured by the ground-based IR radiometer in °C.

	Jun. 1974	Jun. 1975	Mar. 1976	Mar. 1977	Dec. 1977	Jan. 1978
I	310	167	136	73	31	24
II	45-50	26-34	12-17	7-16	11-12	5-6

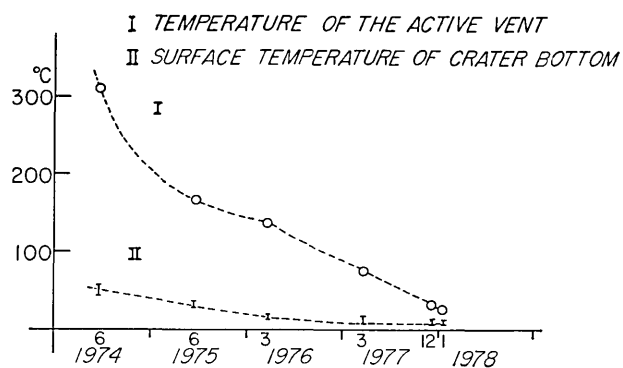


Fig. 7. Change of temperature of the crater bottom of Mihara-yama, Oshima, measured by the ground-based IR radiometer.

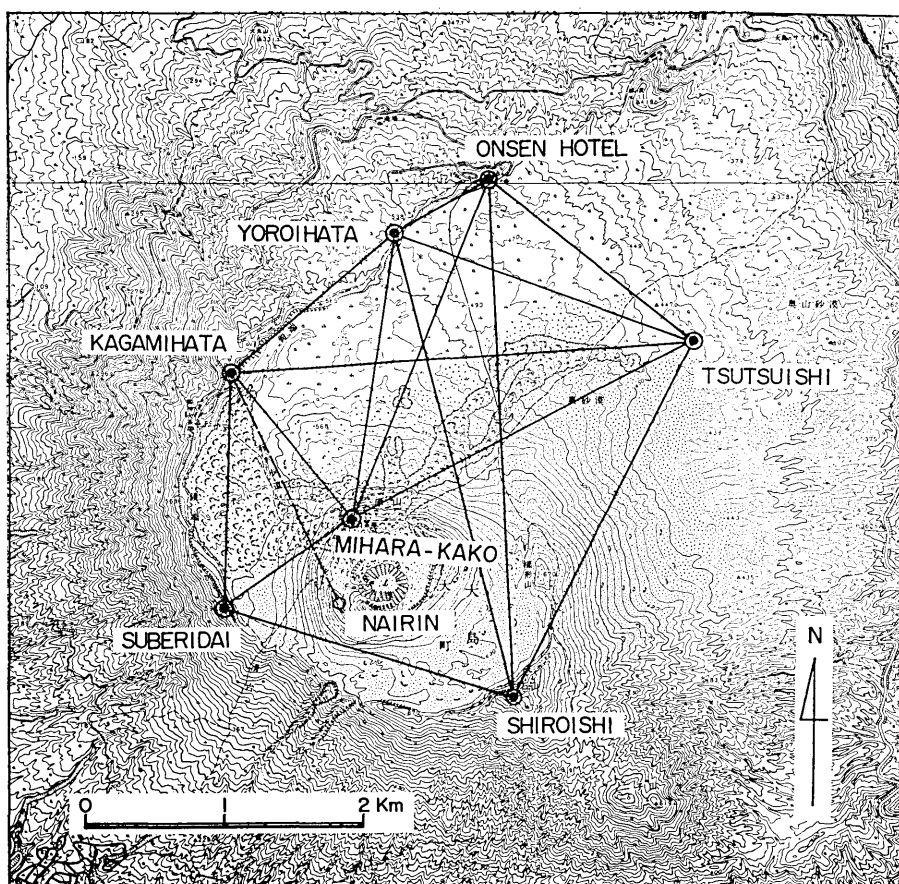


Fig. 8. The geodimeter survey net at the summit caldera of Mihara-yama.

4. 山頂カルデラの辺長測量

カルデラの変形と火山活動との関係を知る目的で、1966年に最初の基線網を設定し、その後、1975年に拡大した現在の基線網を Fig. 8 に示す。1975年以降、毎年冬期に Geodimeter AGA 700型を用いて測定を行って来た。今回の地震で、カルデラがどのように変形したかを調べる目的で、1978年2月2日—5日、再測を行った。天候および、日数の制限のため15測線のうち、測定出来たのは6測線である。過去の測定結果と併せて、各測線の伸縮量を図示すると Fig. 9 のようになる。これによれば6測線すべて、やや伸びを示している。

今回の主震の断層 (島崎・SOMERVILLE, 1978) を東へ延長すると、三原山カルデラの北

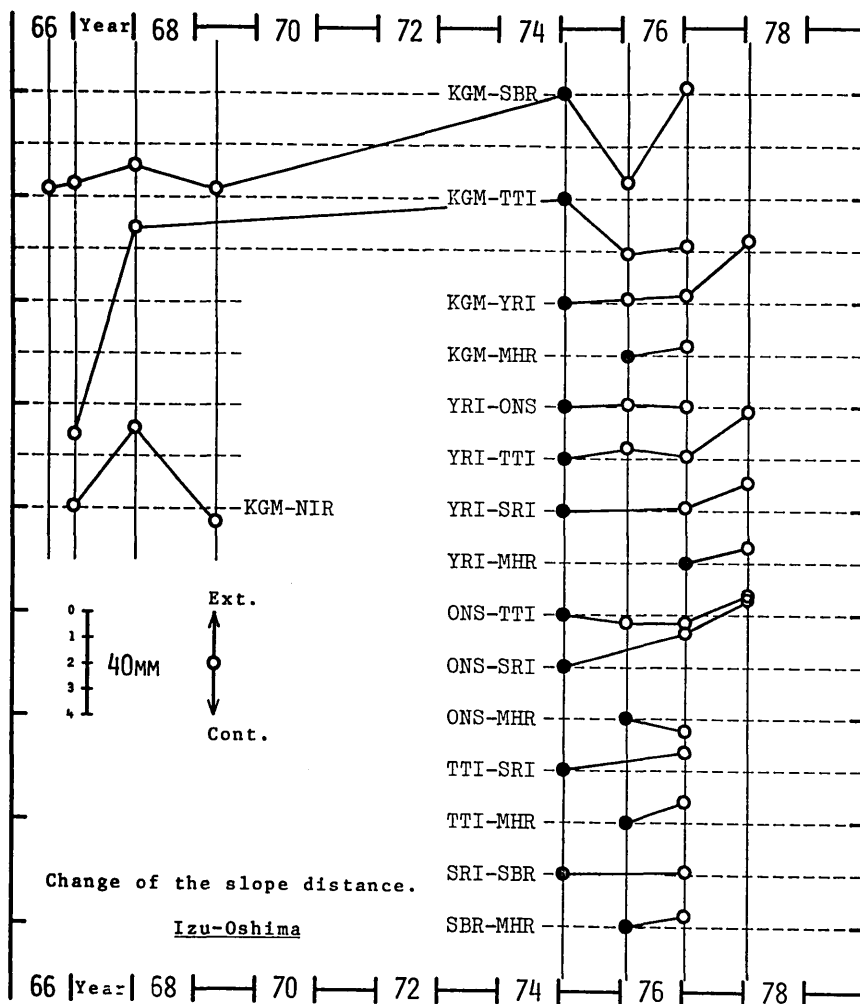


Fig. 9. Change of the slope distance of the geodimeter survey lines at the summit caldera of Mihara-yama, Oshima.



Fig. 10. The crater floor of Mihara-yama. Photograph was taken on Jan. 16, 1978.



Fig. 11. Cracks at the terrace rim of the crater of Mihara-yama formed by the 1978 earthquake.

第2表. 伊豆大島近海地震による伊豆大島の道路・水道施設等の被害

地点番号	被害事項
1	大島高校前道路陥没 $L=250$ m
2	落石 1 m^3
3	崩土 6 m^3
4	崩土 10 m^3
5	崩土 10 m^3
6	崩土 4 m^3
7	カーブミラー一基
8	崩土 4 m^3 , カーブミラー一基
9	空石積 30 m^2
10	路肩崩壊 $L=48$ m
11	崩土 100 m^3
12	路肩崩壊 $L=30$ m, 崩土 50 m^3
13	陸橋路肩崩壊
14	石垣崩壊 8 m^2 , 石垣はらみ 18 m^2
15	道路亀裂および石垣崩壊 21 m
16	北の山川暗渠破損 (河川敷渡り道陥没 40 m^2)
17	元町脱塩浄水場施設破損
18	擁壁石積コンクリート, 暗渠破損 $L=29$ m
19	フノウ物源導水管破損
20	崩土ヶ所 399 m^2
A	岡田笹郷地区漏水 (8ヶ所) $\phi 75$ エタニットパイプ
B	漏水, $\phi 100$ エタニットパイプ
C	岡田小堀地区漏水 (2ヶ所) $\phi 100$ エタニットパイプ
D	漏水 $\phi 100$ エタニットパイプ
E	元町浄水場機械破損
F	元町高区仮配管破損
G	野増配水管漏水
H	南部浄水場内配管破損
I	フノウ導水管破損 $\phi 125$ 銅管

(大島町役場, 大島支庁資料による)

を通過する。断層は右横ずれであるから、辺長測量網の位置では、ごく大ざっぱに云えば、東西方向に伸び、南北方向にやや縮みを示すはずである。これを検出するためには、東西方向の測線、特に、KGM-TTI の測定が重要であるが、今回は、前述したように測定出来なかった。しかし、KGM-YRI および、YRI-TTI の両測線に最も大きい伸びが観測されたことは、今回の地震による影響と考えられる。しかし、我々の辺長基線網は、カルデラという特殊な火山性構造上にあるので、その変形は、おそらく structural control を受けると思われる。従って、測定された測線の伸縮を直接、主震の断層運動と結びつけて議論することには疑問がある。

5. 地変および被害の概略

三原山の山頂火口は Fig. 10 に見られるように、火口壁の崩落が目立つ。特に、南側(写真では右側)のシンダーコーンの崩落物が火口底上にテラス状に堆積した。この堆積

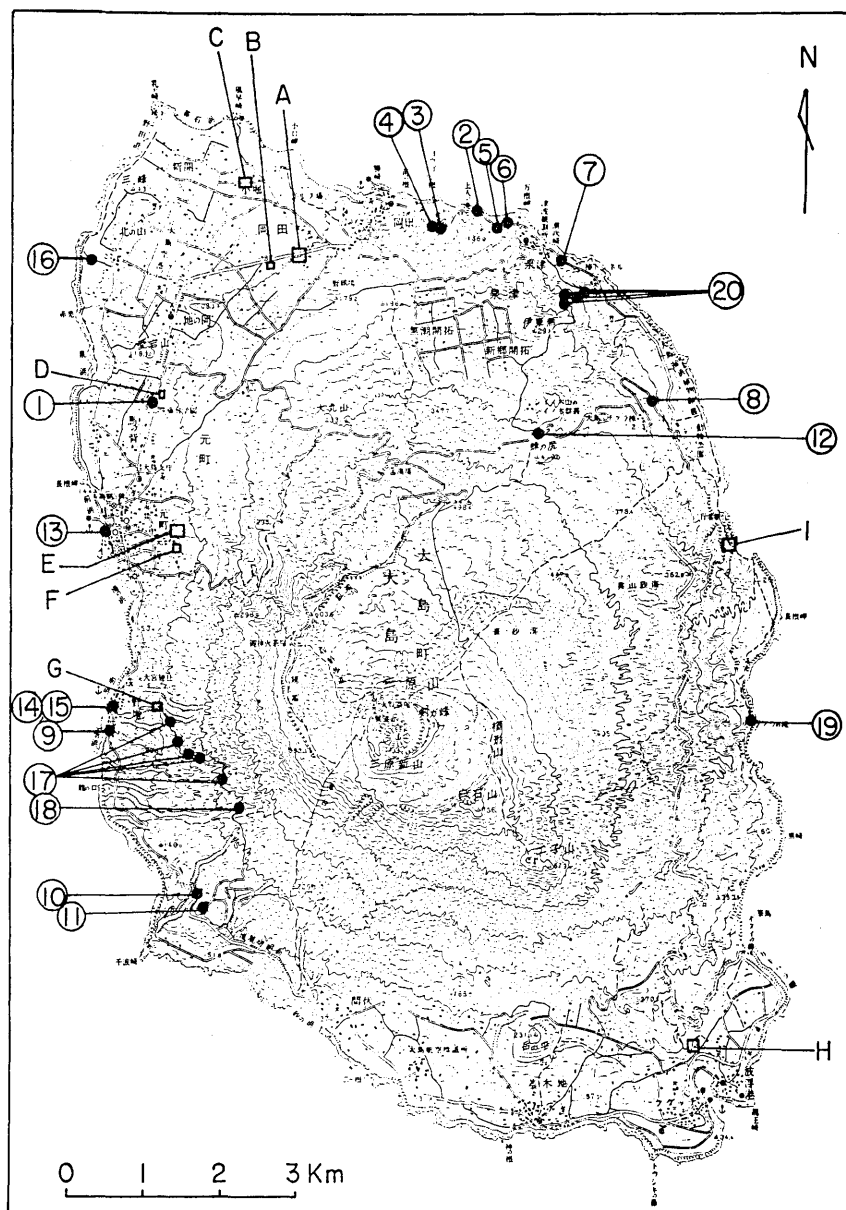


Fig. 12. Locations of landslides and damage to water supply pipes.

物は、今回の地震以前からも徐々に形成されていたが、今回の一連の強い地震動によって、相当量の岩塊が落ちたものと思われる。中央部のスパッターコーンの形には変化が認められない。

また、Fig. 11 は、火口西側テラス縁の割れ目を示している。この割れて突き出たブロックは、おそらく、近い将来、強い地震動によって崩落するであろう。また、Fig. 11 の手前に穴が2つ見えるが、これは、火口底温度測定時に踏み抜いた跡である。地震以前にはこのようなことはなかったが、地震で、テラス上にもリング状にクラックが形成されたと考えられる。その他の目立った地変は山頂附近には見当たらない。

その他の地変および被害状況は次の通りである。

住宅の一部破壊は合計 150 棟であって、その内訳は、元町、111 棟、北の山、10 棟、岡田、3 棟、泉津、1 棟、野増、21 棟、差木地、下地、それぞれ 1 棟、波浮港、1 棟である。主な被害は元町と野増で、88%を数える。非住家の被害は13棟、文教施設では18ヶ所に1部破損が報告されている。

第2表は、道路、水道施設等の被害をまとめたものであり、地点番号は Fig. 12 に示してある。大島南部には、住家や道路などに殆んど被害がないことが明瞭である。

6. 1905年6月の伊豆大島地震との比較

1905年（明治38年）5月末頃から大島を中心として有感地震が群発しはじめ、6月7日14時39分に強震が起きた。この地震の震源は大島北西沖の $\lambda=139.2^{\circ}\text{E}$, $\phi=34.8^{\circ}\text{N}$ で、 $M=7.0$ である（宇佐美、1966）。福地によれば、「大島ニテ初メテ地震ヲ感ジタルハ、明



Fig. 13. Damage to a tiled roof at Moto-machi, Oshima.

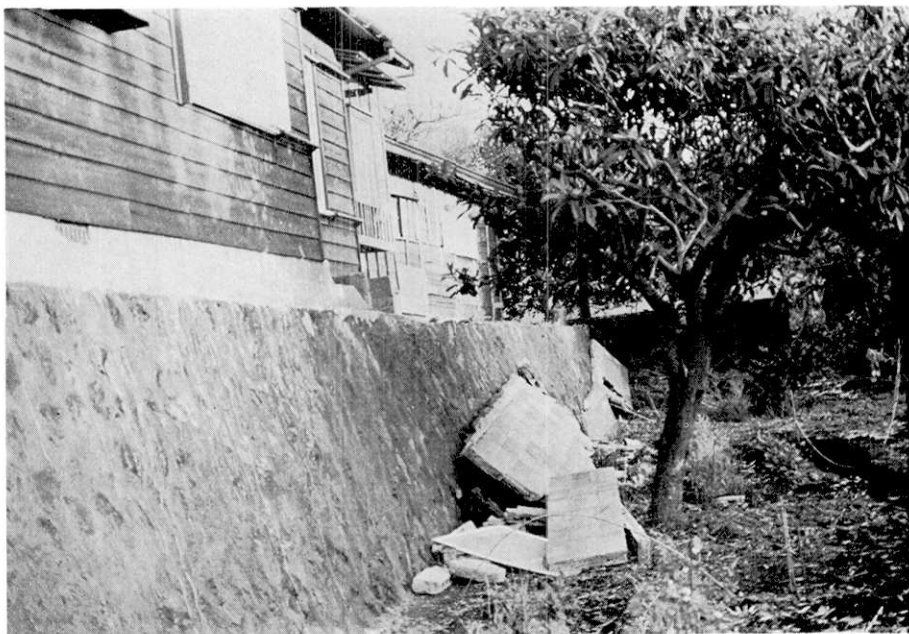


Fig. 14. Damage to a concrete block fence at Moto-machi, Oshima.

治三十八年五月二十八日頃ナリシト云フ。其當時ハ毎日二三回ノ微震アリシガ、六月二日三日及四日ノ頃ハ一時平穩ニ歸セリ。六月五日午前0時半ヨリ弱震起リ午前一時四十五分ニ至リ強震トナル。其後五日六日1兩日ハ引続キ二十数回乃至十数回ノ弱震及微震アリシ。(中略)六月七日午前ハ地震ノ回数及強度大ニ減ゼリ、然ルニ午後二時三十九分再ビ強震ヲ発シタリ。此ノ強震ハ五日午前一時四十五分ノモノヨリモ烈シクシテ被害ノ多クハ此ノ時ニアリ。其後連日引続キ毎日十数回ノ弱震微震アリシ。六月十日ニ至リテハ再ビ稍ヤ平穩ニ歸シ、人ニ感スル地震ハ一日ニ僅カ二三回ノ微震ノミトナレリ。六月十日以後ハ一日ニ僅ニ一回又ハ二回ノ微震トナリ、六月十五日ヨリ以後ハ人ニ感スル地震ハ皆無トナレリ」(福地、1905)とある。

今回の地震と比較すると震源も極めて近く、地震発生のパターンも酷似しており、最大マグニチュードも同程度である。従って、明治38年の地震と今回の地震とにおける大島の地変と火山活動の異常の有無を比較することは興味深い。福地の報告によれば、損害が最も大きかったのは新島村(今の元町)で、野増村がこれに次いで、泉津、岡田両村は損害はやや少なく、差木地、波浮の両村に損害はなかった。住居の構造などの差があるが、今回の被害地域と殆んど同じであり元町が最も被害が大きかったことも似ている。

一方、福地は、三原山の火山活動の有無を調査したが、地震の前後において三原山の活動に異常が発見されなかった。今回の地震においても、三原山の火口には崩落以外に、新たな火山活動の徴候はなかった。



Fig. 15. Cracks of the ground and damage to the fence of Oshima lighthouse.



Fig. 16. Sinking of the road pavement in front of Oshima High School, Moto-machi.

7. 議論とまとめ

1978年1月14日の大島近海地震に際して、三原山の火山活動に異常はなかった。1974年の噴火活動以来、マグマ頭位の低下を示す徴候が観測されている。地震後のカルデラの僅かな伸びは、本震の断層運動の影響であって、マグマ溜り圧力の増大を暗示する確かな根拠はない。

今回の一連の群発地震活動で、特に興味深いのは、1977年10月から起き始めた地震群の震源位置およびその移動であろう。はじめ、大島直下の浅い場所に起り、次第に西方沖合に移動すると共に震源の深さが深くなり、本震の発生へとつながったのである。1月14日の午前中の本震発生前の強い地震はおそらく、大島西方沖、本震の推定断層の東端近くに発生したと思われる。このように、本震発生前の前震的地震活動が、近傍火山の浅い部分から発生し出して、次第に本震の断層方向に migrate していった 事実は今回始めて明瞭に示されたと考える。

我々の行った水準測量の結果によれば、1967年と1974年の7年間に、元町周辺に10mmの隆起が見出されている（東京大学地震研究所，1974）。また、この付近は重力の再測でも異常を示す地点であり（国土地理院，1974），かつ、1972年1月14日および1973年11月14日—16日に、元町一北の山付近に震源を持つ浅い有感地震が群発している。これらの現象と今回の前震的地震活動とを併せ考えると、伊豆大島の西側には、その地下構造に重大な意味があり、三原山の火山活動との間に、基本的関係があるものと考えられる。

8. 謝 辞

貴重な地震記録の読み取りを快諾された大島測候所には厚く御礼申し上げます。また、被害資料を御恵与載いた大島町役場、種々の観測に御協力いただいた高木勲氏に併せて御礼申し上げます。この研究に要した費用の一部は、文部省科学研究費によってまかなわれた。当局に御礼申し上げます。

文 献

- 福地信世，1905，明治38年6月上旬に起りたる伊豆大島の地震に関する地質学上の観察，震災予防調査会報告，53，87-95。
 国土地理院，1974，伊豆大島における重力および地磁気測量，2，地震予知連絡会報，12，29-30。
 島崎邦彦・P. SOMERVILLE，1978，1978年1月14日伊豆大島近海地震の発生機構，1978年伊豆大島近海地震による災害の総合的調査研究報告，11。
 下鶴大輔他，1975，伊豆大島地形変動測定，伊豆大島三原山の集中観測，23-30。
 下鶴大輔・鍵山恒臣，1976，改造型赤外放射温度計による三原山火口底の表面温度測定，火山，21，95-105。
 東京大学地震研究所，1974，伊豆大島における地殻変動測定，火山噴火予知連絡会報，1号，21-25。
 東京大学地震研究所，1977，伊豆大島の地形変動と温度測定，火山噴火予知連絡会報，10号，24-28。
 宇佐美龍夫，1966，日本附近のおもな被害地震の表，地震研究所彙報，44，1571-1622。

60. *Investigation of the Activity of the Oshima Volcano Associated with the Izu-Oshima-kinkai Earthquake of 1978.*

By Daisuke SHIMOZURU, Toyotaro TAKEDA, Munehisa SAWADA,
Noboru OSADA, Etsuro KOYAMA and Tsuneomi KAGIYAMA,

Earthquake Research Institute.

The 1978 Izu-Oshima-kinkai earthquake was preceded by a remarkable swarm of felt shocks, three months before the main shock on January 14. The time sequence and shift of clusters of 50 foreshocks (Oct. 29-Nov. 22, 1977) yielded the very interesting results.

It shows the migration of hypocenters from the shallow part of Oshima towards the west coast with increasing focal depth. The line of migration of hypocenters, then, extends to the fault of the mainshock, which is located between the Izu Peninsula and Oshima. This implies that in the earlier stage of the seismic episode the successive fractures occurred in the relatively shallow part of the volcano where the stress might accumulate in the highly shattered structures or above the magma chambers.

We observed no surface manifestation of Mihara-yama, the central cone of Oshima, associated with this seismic event. The last time Mihara-yama was active was in 1974. The Strombolian eruptions lasted for three months at that time. Since then, the temperature of the crater bottom has markedly decreased and the crater floor subsided. After the main shock on January 14, we made the geodimeter re-survey at the summit caldera. A slight extension of the measured lines was detected compared with the last measurement in January, 1977. This caldera deformation, though it is small, is deemed to be the result of the fault movement of the mainshock.

In June, 1905, a large earthquake occurred near the epicenter of the present earthquake with $M=7.0$. This earthquake was also characterized by an intense swarm of foreshocks. According to the survey report, the surface manifestation of Mihara-yama remained unchanged as it did this time. Land slides and damage to houses were almost the same in their localities for both large earthquakes.