

伊豆大島の1987年以降の火山活動について*
—1987年4月から1987年11月16日~19日三原山山頂の噴火まで—

安藤 邦彦**

On the Volcanic Activities of Izu-Oshima Island After 1987*
—From April 1987 to the Eruption of the Summit Crater
of the Volcano Mihara on November 16th-19th, 1987—

Kunihiko ANDO**

The summit crater of the Volcano Mihara, which was filled with lava pourings from the eruption in November, 1986, was restored its former shape by the eruption on November 16th-19th, 1987. The process of the reproduction was as follows: 1) The fume activities around the summit of the Volcano became more conspicuous after July, and ring-shaped fume regions were formed. 2) The underground temperature at point X-3 in the summit of the Volcano increased after September. 3) Stimulative sulfur smell, observed in the fumes after August, gradually became stronger. 4) The number of earthquakes with probable hypocenters in the caldera region increased after August, first gradually and then rapidly three or four days before the eruption. 5) The numbers of continuously occurring earthquakes in a short time with probable hypocenters in the caldera region gradually increased after September, especially during five days before the eruption. 6) Volcanic tremors, which occurred intermittently with gradually increasing amplitudes after June, changed to a continuous tremor after October, its amplitude becoming slightly larger two or three days before the eruption. 7) Remarkable growth of white sublimated materials was observed in the ring-shaped fume regions after November.

§ 1. はじめに

伊豆大島は東京から南に約120 kmに位置する、伊豆七島でもっとも大きい火山島である。面積は91km²、周囲は52kmで北々西-南々東に長い楕円形をしている。島の中央部には直径約4 kmのカルデラが形成されており、そのやや南に偏って中央火口丘三原山(1986年の噴火前の標高758m)がある。1990年9月現在三原山山頂には、南に偏って直径約350m、深さ約150mの縦穴状の火孔があり、その南縁には1950~51年の噴火で生成された岩さい丘(以下三原新山と言う)がある。

1986年11月15日17時25分約12年ぶりに三原山山頂の火孔の南々東壁から噴火を開始したが、噴火活動の経過の概要を第1表に示した(気象庁, 1987)。11月21日16時15

分カルデラ内で、17時47分外輪山北西斜面で割れ目噴火が発生し溶岩を流出、また、島の南島部の道路等に地割れが生じたことから、全島民が約1カ月間島外避難を余儀なくされた。このため、国としては、島民が帰島後安全な状態で生活できることを目的として、気象庁、国立防災科学技術センター(現国立防災科学技術研究所)、地質調査所、東京大学地震研究所が観測種目を分担して、島内全域に多数の観測機器を整備した。気象庁は既存の観測機器を含め地震計・傾斜計8点、測距計2点、地温計2点を整備したが、その配置を第1図に示した。

また、大島測候所では1987年4月から毎月1回の定期的な現地観測及び臨時的な現地観測を開始した。

このようにして観測体制が整備され観測が続けられていた最中の、1987年11月16日から19日にかけて噴火した。

* Received Oct. 6, 1990; Revised Dec. 20, 1990

** 大島測候所, Oshima Weather Station

第1表 1986年の噴火活動の経過の概要

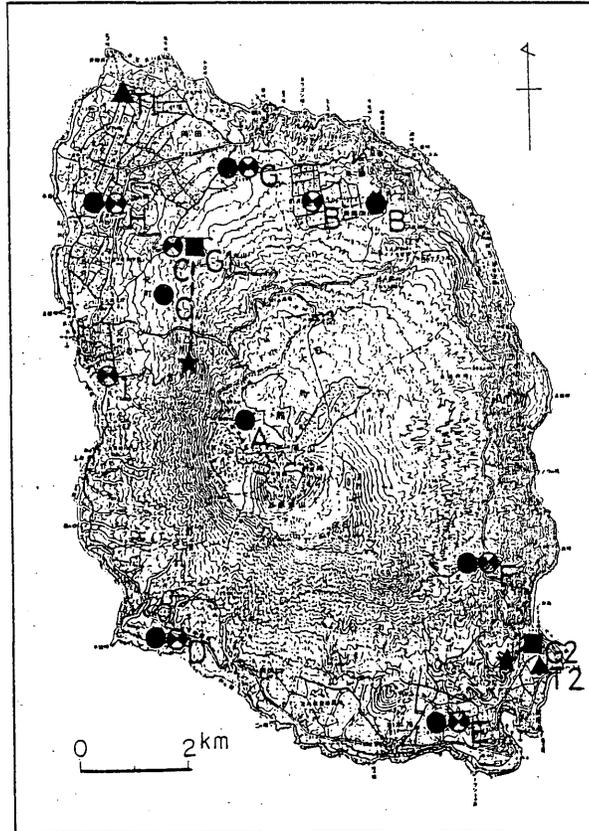
| | |
|--------|---|
| 1986年 | |
| 7月19日 | 12年ぶりに間欠的な火山性微動始まる。 |
| 11月14日 | 三原山山頂の火孔(直径約300m, 深さ約230m)の南々東内壁から新たな噴気活動確認。 |
| 11月15日 | 17時25分火孔の南々東内壁に新たに生じた噴気活動域から噴火、溶岩流出。 |
| 11月16日 | 火孔底の溶岩頭位の上昇始まる。 10時過ぎから地震活動活発化、有感地震発生し始める。 |
| 11月18日 | 火孔内を埋めた溶岩の火口床への流出始まる。 |
| 11月19日 | 三原山山頂からカルデラ床への溶岩の流出始まる。 07時頃から21日午前中にかけて地震活動弱まる。 23時頃から21日午前中にかけて噴火、微動活動弱まる。 |
| 11月21日 | 噴火活動活発化。 14時頃からカルデラ北部の地震活動活発化、多数の有感地震発生し始める。 16時15分カルデラ内で割れ目噴火始まる。溶岩流出。20時35分頃噴火活動は停止。 17時47分外輪山北西斜面で割れ目噴火始まる。溶岩流出。21時50分頃噴火活動は停止。 |
| 11月23日 | 09時43分以降山頂での噴火活動停止。 昼頃カルデラ床で溶岩流発生。 |
| 12月18日 | 17時30分から21時21分三原山山頂で噴火。 |

ここでは、1987年4月から1987年11月までの間に得られた資料をもとに、噴火までの経過をまとめたので、その結果を報告する。

§ 2. 三原山山頂における現地観測結果の推移

1986年11月の噴火によって三原山山頂の旧火孔内を満たした溶岩は、その後西側から北側はAテラス西縁に沿って、その他の地域は旧火孔縁に沿って若干沈下し、12月18日の噴火以後12月19日から29日の間で顕著に沈下した。この間の最大総沈下量は約6mに達した(国土地理院, 1988)。その後、1987年4月に現地観測を開始するまでの間では、特に目立った沈下は認められなかった。

1987年5月に現地観測点を設定した当時の三原山山頂の状況は、A火口南側内壁上部から三原新山南側内壁上部にかけやや多量の噴気が認められる外は、旧火孔内を満たした溶岩の表面及び沈下部の縁に、数箇所少量の白色あるいは青白色の噴気が認められる程度であった。



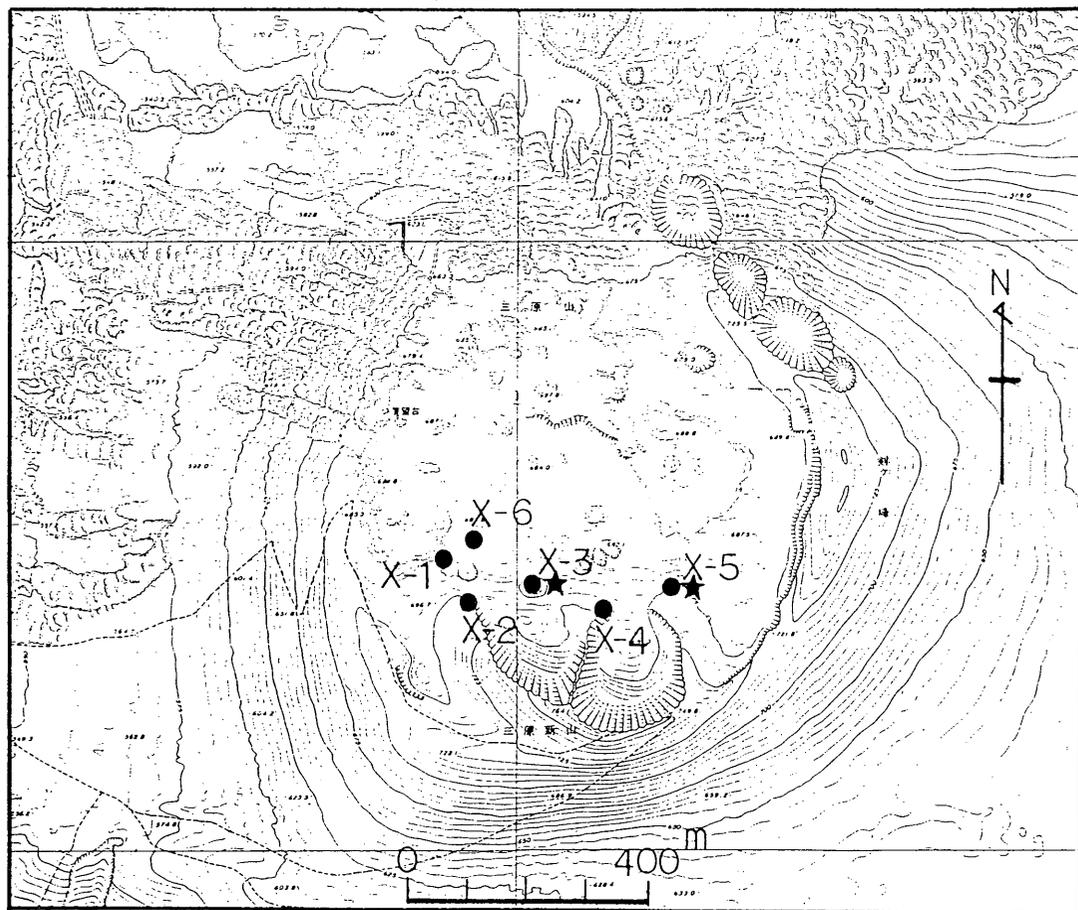
第1図 緊急整備された気象庁の観測点
●:地震計 ⊙:傾斜計 ■:測距計(★との間を計測) ▲:地温計

このような条件下で、火山ガスの測定を含む噴気温度、地中温度観測点を設定した(第2図)。以下に、設定当時の観測点の状況を述べる。

観測点の状況

- X-1：三原新山北西麓と沈下部との縁にあたり、現地観測時に最初に接する噴気地点。
- X-2：三原新山西側内壁と旧火孔内を満した溶岩との縁にあたり、噴気が認められた地点。
- X-3：旧火孔内を満した溶岩の中央部からA火口よりある小山(溶岩の表面との比高差約30m)の、北側の中腹にある高温の地熱が認められた地点。
- X-4：A火口壁の北縁にあたり、高温の地熱が認められた地点。
- X-5：旧火孔内を満した溶岩の南東縁付近にあたり、表面には広範囲に白色から黄白色の昇華物が付着及び青白色の噴気が認められ、また、旧火孔内を埋めた溶岩域の中で、唯一固結した溶岩の亀裂内に赤熱状態が認められた地点。
- X-6：三原新山北西麓にある小山(溶岩の表面との比高約10m)の頂部で、6月頃から噴気が認められるようになり、次第に噴気量が増加し、刺激臭を含む青白色の噴気が認められるようになった地点。

次に観測方法等の概略を述べる。火山性地震及び火山性微動が発生している中で観測及び8月頃からは噴気量の増加、火山ガスの中に刺激臭が認められるようになったこと等から、危険防止のため、三原山山頂での観測をできるだけ短時間で終えるように努めた。



第2図 三原山山頂に設定した観測点
●：地中温度観測点 ★：火山ガス観測点

観測の方法

地中温度・噴気温度：観測当初はサーミスタ温度計を用いて観測していたが、測定限度が300℃以下のため、9月からは熱電対温度計による観測を実施した。

火山ガスの測定：ガス検知管法（気象庁，1968，沢田可洋，1970a, b）によりCO₂，SO₂，H₂Sを測定した。なお，噴気内の刺激臭が強く，咳き込む状態となる観測点では，観測者の身の安全を考え，火山ガスの測定は実施しなかった。このためもあって，SO₂，H₂Sを検出する観測点はほとんど認められなかった。

以上の方法により実施した現地観測の結果を付表1に示した。また，地中温度，噴気温度及び火山ガス観測点を第2図に，地中温度，噴気温度の観測値を付表2に，推移を第3図に示した。

現地観測の結果の概略は次のとおりである。

- 1) 11月16日の噴火まで，旧火孔内を満たした溶岩の沈下は認められなかった。
- 2) 観測点X-1，X-6を含むAテラス西縁に沿う沈下部西縁の噴気活動が6月頃から次第に活発化し，また，7月下旬頃から三原山山頂のほぼ中央に，Aテラス西縁に沿った沈下部西端から旧火孔縁に沿った沈下部，A火口東側斜面及びA火口南側内壁上部から三原新山内壁上部を結ぶ環状の噴気地帯が明瞭化してきた。しかし，沈下部内部の噴気活動は弱い状態となっていた（第4図，写真1，写真2）。

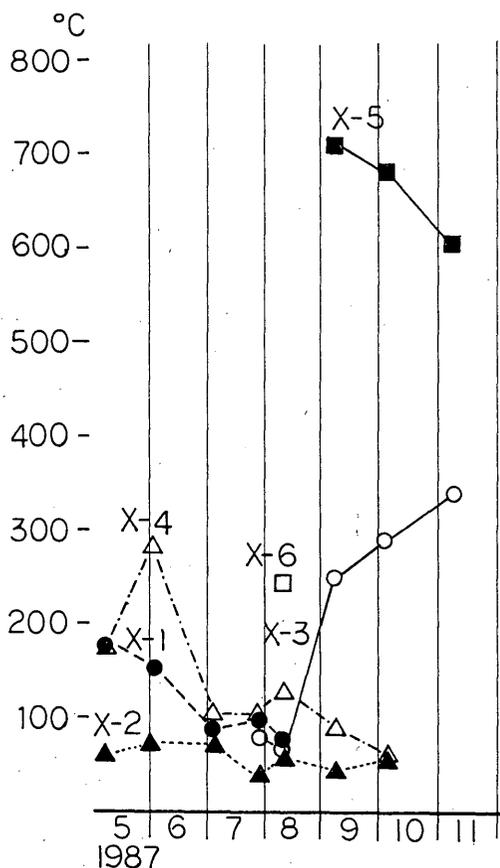
また，環状の噴気地帯の一部に白色の昇華物の付着が認められるようになった。

8月以降環状の噴気地帯の噴気活動が次第に活発化し，噴気内では硫黄臭を含む刺激臭が次第に強まってきた。その後も噴気量は増加し，10月上旬には環状の噴気地帯はほぼ完全な環状を呈するようになった（写真3）。

11月に入り，環状の噴気地帯周辺の岩石に，白色から薄黄色の昇華物の付着が顕著となってきた。

- 3) 10月上旬頃から，三原新山北側斜面及び南西麓平坦部の噴気が，次第に明瞭化してきた。
- 4) 観測当初のX-3，X-5及びX-6の地中温度は，サーミスタ温度計の測定限界である300℃を超えていたため不明である。

各観測点とも地中温度は下降傾向を示していたが，X-3では9月に入って急速に温度の上昇が認められた。火山ガスに関しては，X-3及びX-5で測定を実施したが，CO₂が0.05～0.2%検出された程



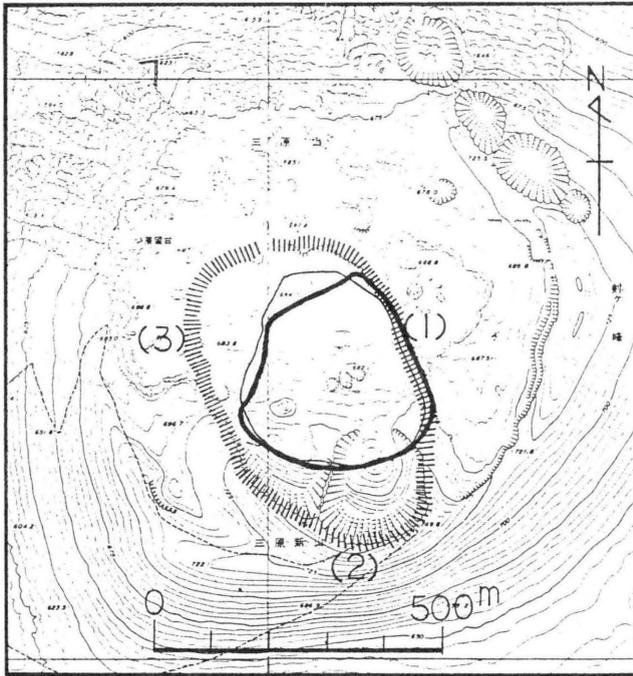
第3図 各観測点における地中温度の推移
各観測点とも地中温度は下降していたが，X-3のみが9月以降急速に上昇した。

度であった。しかし，11月12日の測定では，X-5で微量のSO₂が検出された。

- 5) X-5では，観測点付近の溶岩の亀裂内部で赤熱状態が認められたが，8月中旬以降は認められなくなった。

§ 3. カルデラ内が震源とみられる地震日別回数

火口から北々西に約1.1kmのカルデラ内に設置された観測点A点（速度型，固有周期1秒，記録方式・熱ペンレコーダ）で観測された，1987年5月22日以降のカルデラ内が震源とみられる地震〔U-D成分，S-P2.0秒以下，記録振幅4mm以上（速度振幅0.7m/kine以上），以下火山性地震と言う〕の日別回数の推移を第5図に示した。5月21日以前の地震回数については水平成分で検出していたため，資料の連続性からここでは外した。



第4図 火孔の形状と三原山山頂の環状の噴気地帯の構成

—：1986年11月の噴火前の火孔

—：1987年11月の噴火以後の火孔

//////：1987年7月頃から明瞭化した環状の噴気地帯

- (1) 北部から南東部は、旧火孔縁に沿う噴気地帯。
- (2) 南部から南西部は、A火孔南側火口壁上部から三原新山内壁上部にかけての噴気地帯。
- (3) 西部から北西部は、Aテラス西縁に沿う噴気地帯。

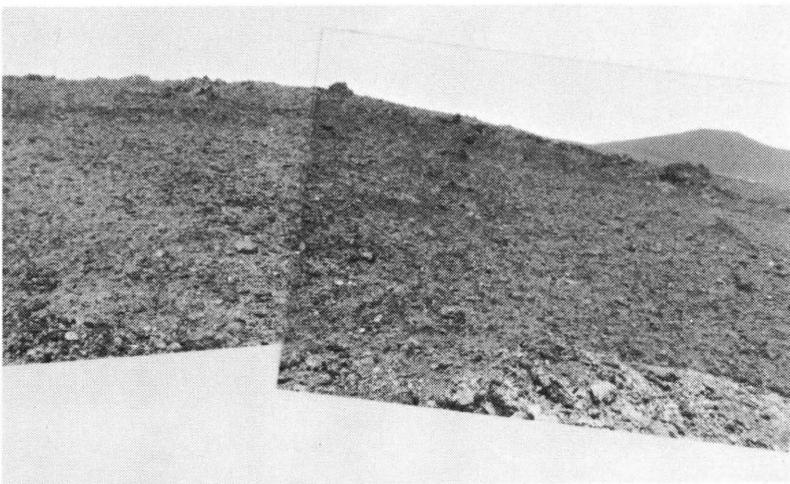


写真1 1987年6月1日

A火孔南側火口壁上部から見た旧火孔

旧火孔内は、1986年11月の噴火により新溶岩で満たされたが、12月には旧火孔縁を含むほぼ円形に約6m沈下した。

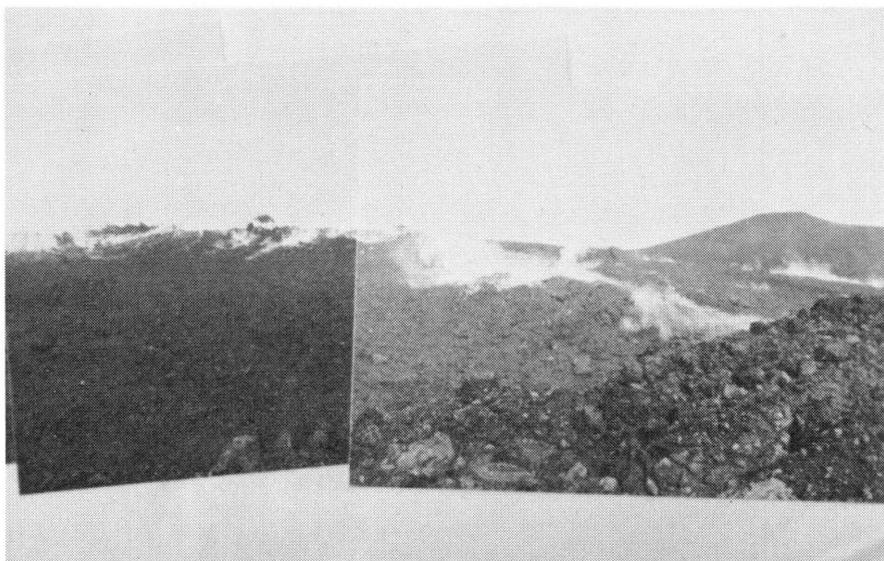


写真2 1987年11月12日
 A 火口南側火口壁上部から見た環状の噴気地帯
 環状の噴気地帯東部の、旧火孔縁に沿う沈下部縁から噴気を噴出。



写真3 1987年11月12日
 御神火茶屋南方の外輪山上空から見た三原山全景
 三原山山頂の環状の噴気地帯及び1986年11月の噴火で三原山山頂からカルデラ床に流出した溶岩。

火山性地震は、第5図(B)で示すように8月頃から増加傾向が認められ、11月13日から14日にかけて急速に増加したが、15日から16日にかけてやや減少し、16日の噴火後から17日にかけて急速に減少した。しかし、18日の噴火前後に再び急速に増加した。その後は次第に減少して22日以降は少ない状態となった。

また、今期間の火山性地震の活動の中での特徴としては、第5図(A)で示すように、7月以降短時間に連続的に発生する地震が頻繁に発生したことである。

ここで言う「短時間に連続的に発生する地震」とは、地震動の立ち上がり及び末尾が明瞭で、短周期の震動が連続的に発生する地震のことを言い、発生状況を付表3に、その記象例を第6図に、継続時間の頻度別分布図を第7図に示した。

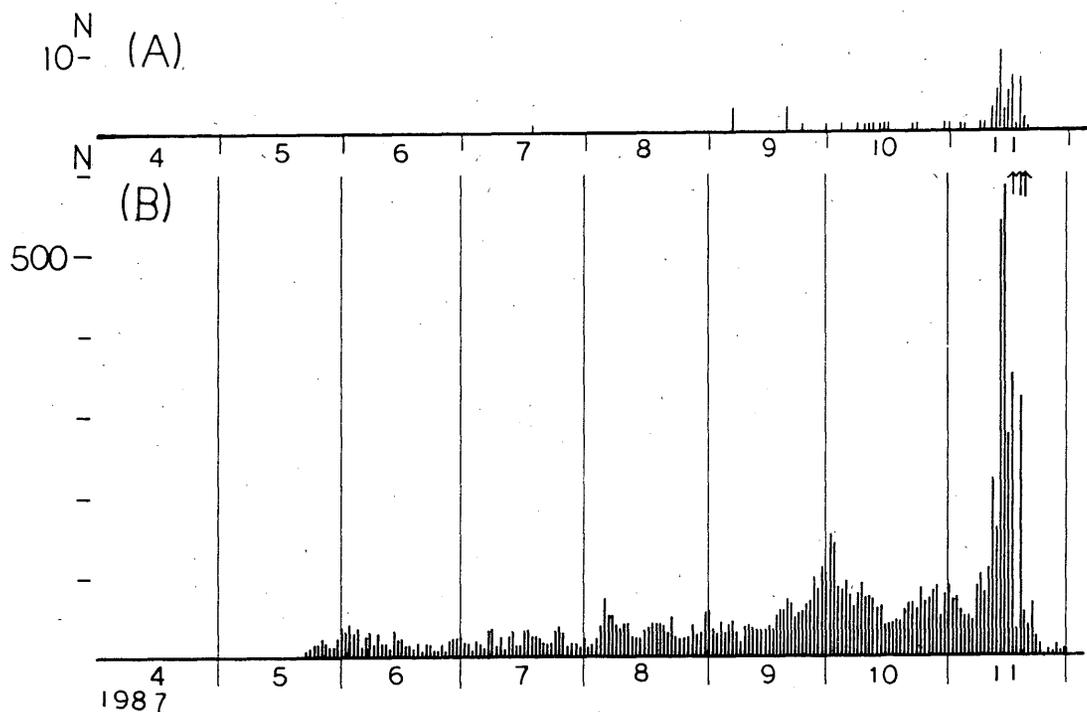
連続的に発生する地震が最初に発生したのは7月18日で、その後8月末までは発生が見られなかった。しかし、9月に入ってから次第に発生回数が増加し始め、

特に11月11日からは振幅が増大すると共に継続時間の長いものが増え、また、この地震の前後に単発的に発生する地震が多発し始めた。さらに、16日の噴火前及び18日の噴火前後にかけては頻繁に発生するようになり、噴火は継続時間の長い連続的な地震が発生している中で発生した。しかし、19日以降はほとんど認められなくなった。

§ 4. 火山性微動の推移

観測点A点(地震と同じ)で観測された1987年4月20日以降の火山性微動の推移を第8図に示した。

1986年12月18日の噴火後22日を最後に認められなかった火山性微動は、1987年1月1日から発生し始め、以後、次に示すような発生様式を繰り返しながら、11月の噴火まで継続した。また、発生様式別の記象例を第9図に示した。



第5図 ↑:噴火

(A) カルデラ内が震源とみられる地震の中で、短時間に連続的に発生する地震の日別発生回数の推移。

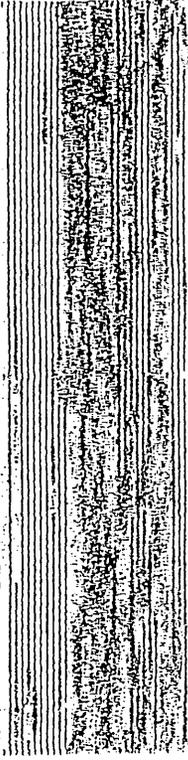
(B) カルデラ内が震源とみられる地震の日別発生回数の推移

カルデラ内が震源とみられる地震の定義

S-P 2.0秒以内 記録振幅 4.0mm以上(速度振幅 0.7m/kine以上)

カルデラ内が震源とみられる地震は、8月以降増加傾向を示し、噴火前の11月7日から急速に増加した。噴火後の11月22日以降は急速に減少した。

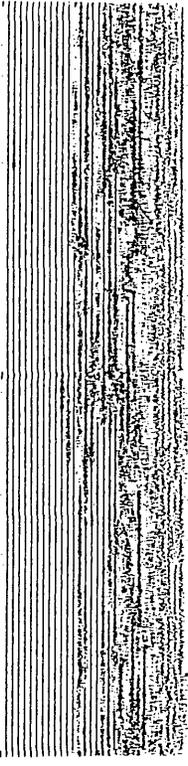
1987年11月13日 21時00分~22時00分



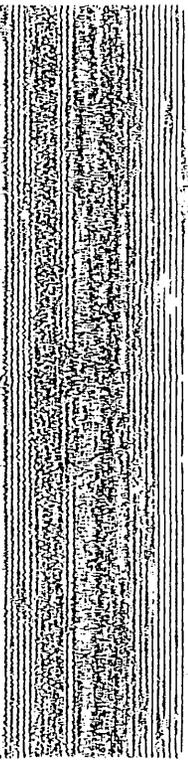
1987年11月16日 07時00分~08時00分



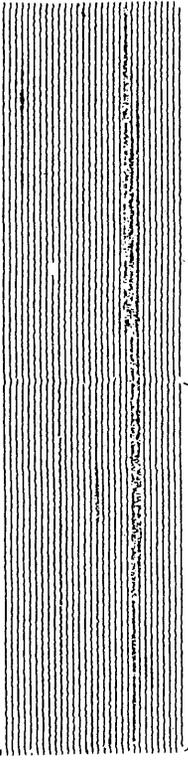
1987年11月16日 10時00分~11時00分



1987年11月18日 03時00分~04時00分

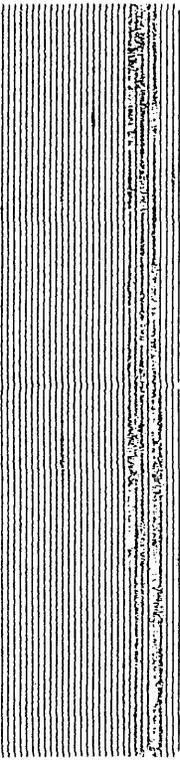


1987年 9月20日 04時00分~05時00分

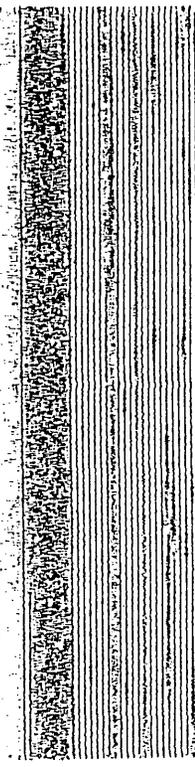


1分間

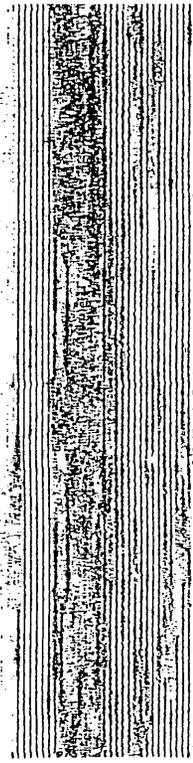
1987年11月 3日 03時00分~04時00分



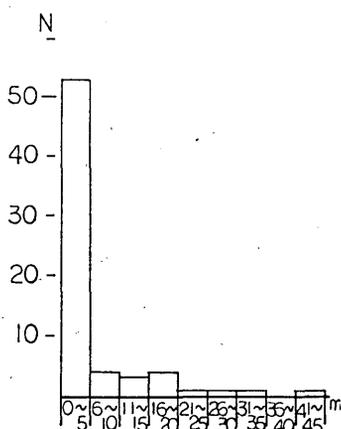
1987年11月11日 02時00分~03時00分



1987年11月13日 15時00分~16時00分



第6図 短時間に連続的に発生する地震の記象例 (A点, U-D成分)



第7図 連続的に発生する地震の継続時間の階級別頻度分布

継続時間は5分以内が主となっており、この中では2~3分以内がもっとも多くなっている。また、11月に入ってから継続時間の長い地震が多く発生するようになり、16日の噴火時には29分間、18日の噴火時には19分間連続的な地震が継続した。

火山性微動の発生様式

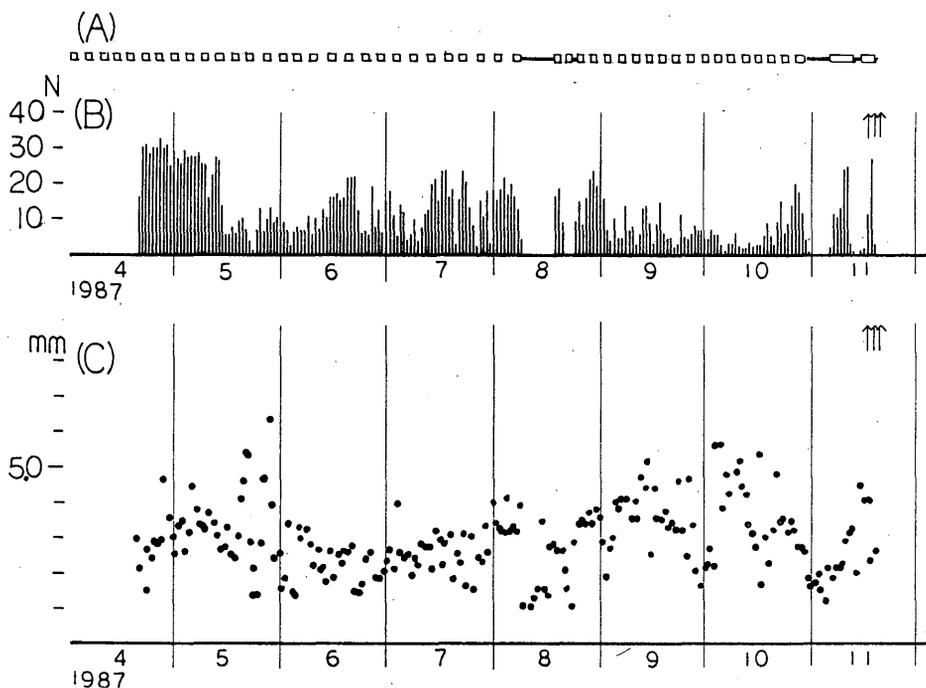
タイプⅠ 連続的な微動

タイプⅡ 連続的な微動のなかで間欠的に振幅の増大する微動

タイプⅢ 間欠的な微動

4月以降の火山性微動の推移は次のとおりである。

- 1) 4月から5月中旬にかけて、振幅のやや大きなタイプⅢの微動が40~60分間隔で発生。
- 2) 5月中旬以降10月末にかけて、タイプⅢの微動が1時間から約1日の範囲で発生間隔が乱れ、その中で8月中旬に一時的にタイプⅠの微動に変化した。振幅は6月に入ってやや減少したが、その後10月中旬にかけて徐々に増大していった。
- 3) 10月末に、タイプⅠ又はタイプⅡの微動に変化したあと振幅が増大したが、11月7日から16日にかけて振幅が次第に増大した。
- 4) 11月18日19時03分火山性微動は停止した。



第8図 ↑：噴火

(A) 火山性微動の発生様式

タイプⅠ ———— 連続的な微動

タイプⅡ □□□□ 連続的な微動の中で間欠的に振幅の増大する微動

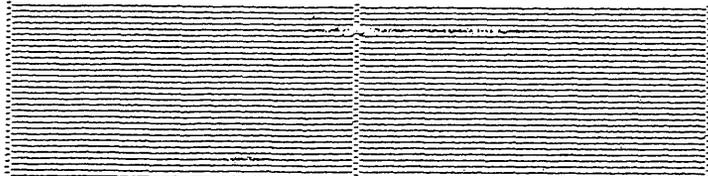
タイプⅢ □□□□ 間欠的な微動

(B) タイプⅡ、タイプⅢの日別発生回数の推移

(C) 日最大振幅の推移

タイプⅠ 連続的な微動

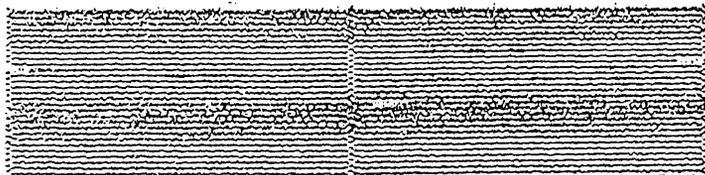
1987年8月13日 02時00分～03時00分



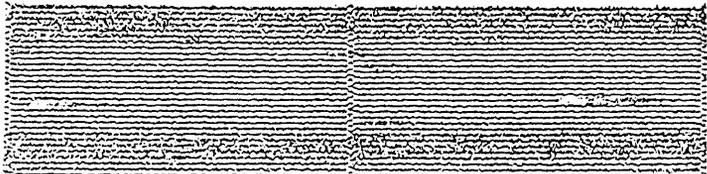
1987年8月14日 14時00分～15時00分


 タイプⅡ 連続的な微動の中で間欠的に振幅の
増大する微動

1987年11月10日 01時00分～02時00分

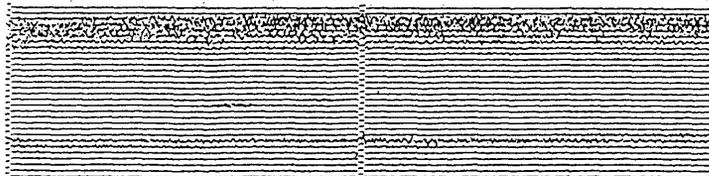


1987年11月10日 02時00分～03時00分

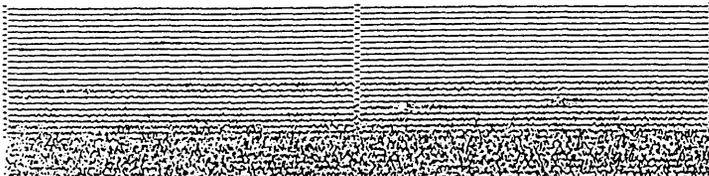


タイプⅢ 間欠的な微動

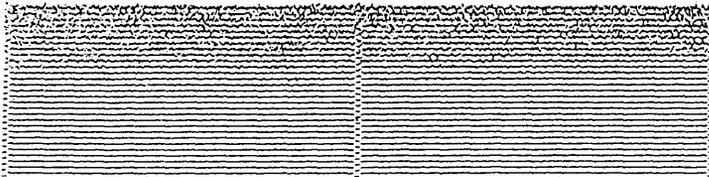
1987年4月18日 03時00分～04時00分



1987年5月19日 23時00分～24時00分



1987年5月20日 00時00分～01時00分



§ 5. 1987年の噴火活動の経過

第2表 1987年の噴火活動の経過

1987年の噴火活動の経過を第2表に示した。

11月16日及び18日の噴火により、三原山山頂には1986年11月の噴火前の火孔がほぼ再現された(写真3~6)。

11月16日の噴火によって噴出された噴石の落下地点を第10図及び写真7~11に示した。この調査は現地観測時に行ったもので、極く狭い範囲の調査に終わったが、噴石の最大到達距離は三原山山頂から1.4~1.5kmに達していた(写真11)。

噴出された噴石は、火孔壁を構成していた既存の岩石及び火孔内に貯留されていた固結又は半固結状態の溶岩である。北東方向に最も遠方に落下した溶岩片は、半固結状態で噴出された溶岩が、空中で徐々に分解しながら、飛行コースに沿って溶岩片を散布したことを示していた。

また、今回の一連の噴火では、16日の噴火による空振で、火口から北西に約2kmにある御神火茶屋の売店の窓ワク及び窓ガラスの破損等を生じた他、噴出物及び噴出物の熱により、三原山山頂に展開されていた大学等の多数の観測機器及び観測用のケーブルが被害を受けた。

| | | |
|------------------|----|---|
| 11月16日 10時47分 | 噴火 | 震度Ⅰの地震を観測した直後、測候所からの遠望観測で爆発音(大)1回を観測した。噴火当時は、外輪山上部から上は厚い雲に覆われていたため、状況を把握することができなかったが、11時頃から雲が切れ、約1000mに上昇した白色噴煙を観測。(噴煙の最高高度は11時24分~11時50分白色、1500m) この噴火により、環状の噴気地帯(写真4)のうち、旧火孔縁に沿った範囲の溶岩の表面が、直径約350m、深さ約30mにわたって陥没した。(写真5) 14時頃御神火茶屋付近で極く少量の黒色の降灰を観測。 島の東~南東部に少量の降灰。 |
| 11時02分 | 噴火 | 爆発音(小)1回 |
| 14時45分 | 噴火 | 爆発音(小)1回 |
| 15時46分 | 噴火 | 爆発音(小)1回 |
| 11月18日 03時29分 | 噴火 | 測候所からの遠望観測で03時29分~05時27分火映(強度1~2)を観測した。08時30分少量の降灰を観測。10時までの噴煙の最高高度は黒色、1600m。 この噴火により火孔底はさらに約120m陥没し、深さ約150mとなった。(写真6) |
| 10時04分 | 噴火 | 御神火茶屋で地震震度Ⅱ1回、爆発音(小)2回及びスコリヤを含む噴煙1000mを観測。 測候所の遠望観測で茶褐色の噴煙2400mを観測。この噴火により、島の西部の野増から元町にかけ降灰。10時33分測候所で降灰を観測。 |
| 11月19日 14時50分 | 噴火 | 測候所からの遠望観測で黒色の噴煙600mを観測。 |
| 11月21日 10時01分 | | 島の東部で地震多発、測候所で震度Ⅱ1回を観測。 |

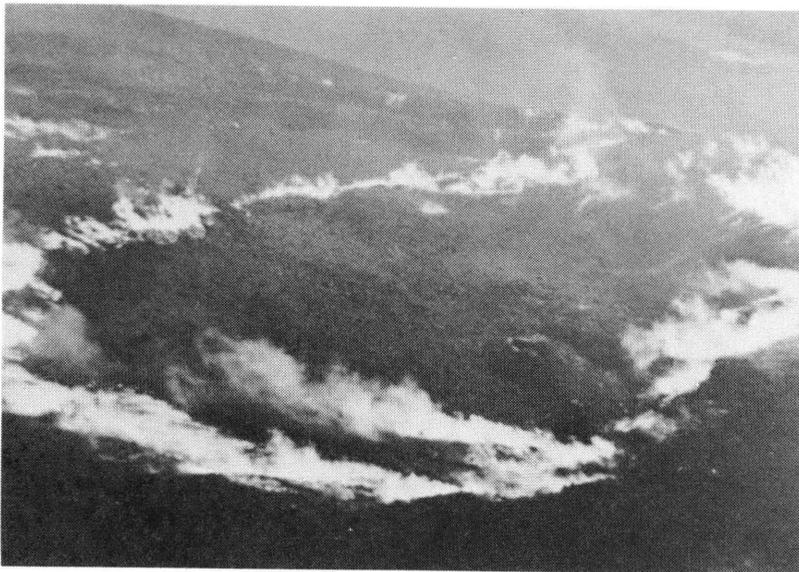


写真4 1987年11月12日

三原山上空から見た三原山山頂の環状の噴気地帯
環状の噴気地帯の内部には、ほとんど噴気は認められない。



写真5 1987年11月17日

11月16日10時47分の噴火により陥没した三原山山頂の環状の噴気地帯内部
三原山山頂の環状の噴気地帯は、ほぼ旧火孔縁に沿って直径約350 m、
深さ約30 mにわたって陥没した。

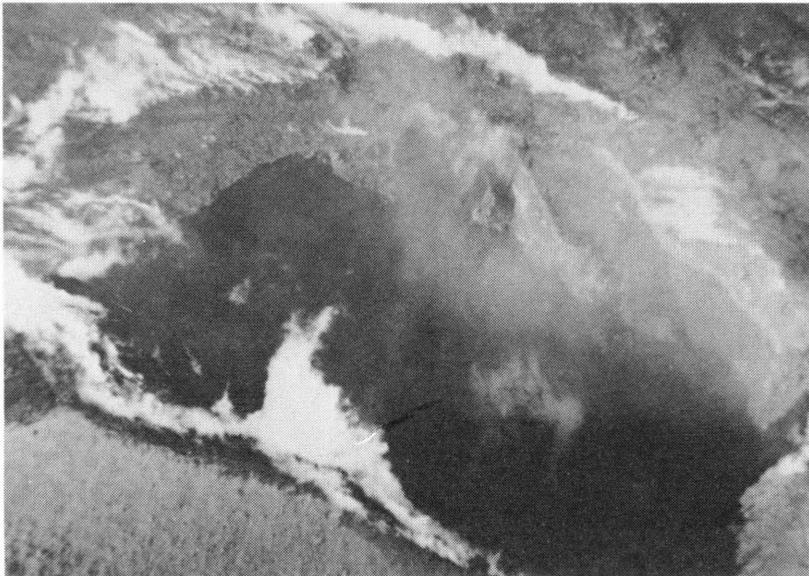


写真6 1987年11月18日

11月18日03時29分の噴火により、更に120 m陥没した三原山山頂の環状の
噴気地帯内部

11月16日と18日の噴火により、環状の噴気地帯内部が直径約350 m、深
さ約150 m陥没し、1986年11月の噴火前の火孔がほぼ再現された。



写真7 1987年12月4日
三原山山頂北西端にある展望台周辺に落下した半固結状態で噴出された溶岩片
附着した溶岩片の熱で溶かされた観測用ケーブル



写真8 1987年12月4日
三原山山頂西部に落下した既存の岩石



写真9 1987年12月4日

三原山山頂西部に落下した半固結状態で噴出された溶岩

写真手前側に火孔があり、半固結状態で噴出された溶岩が、噴出方向に引き伸ばされるように落下している



写真10 1987年12月4日

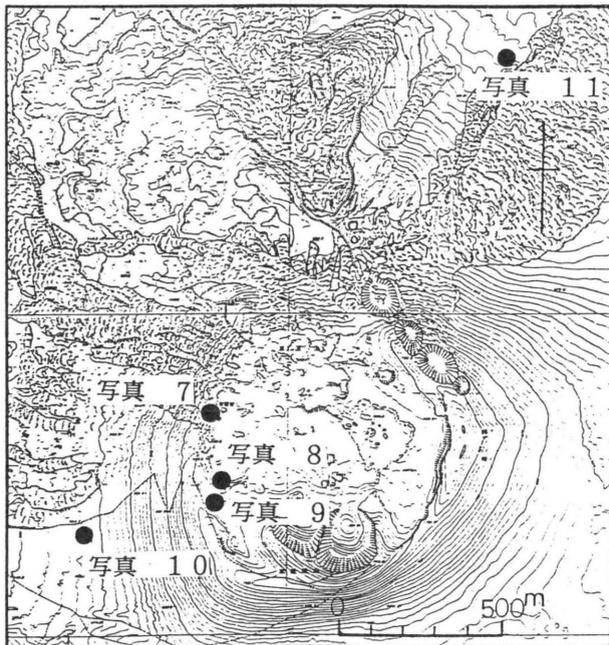
三原山西麓下部に落下した既存の溶岩

直径1 m以上の岩石が落下し、直径約10m、深さ約2 mのクレータを生じた



写真11 1987年12月4日

火孔の北東約1.4~1.5km付近に落下した半固結状態で噴出された溶岩片
半固結状態で噴出された溶岩は、空中を飛行中に徐々に分解し、溶岩片を散布したことを示していた。

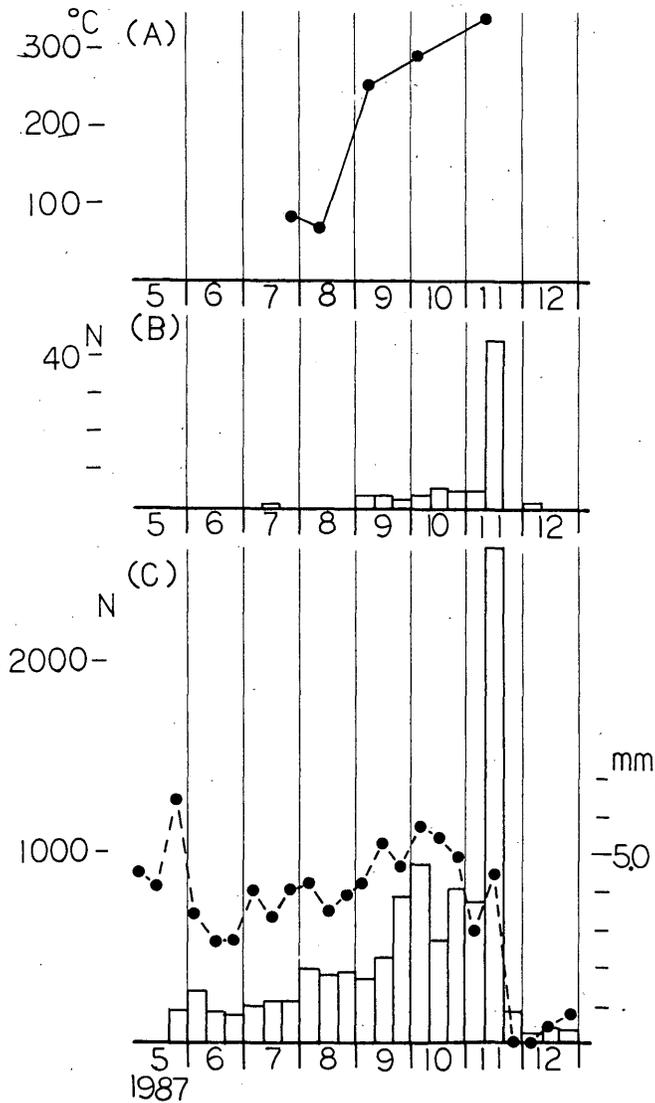


第10図 12月4日の現地観測時に認められた噴石の落下地点

§ 6. まとめ

以上のように各観測資料について検討してきたが、その結果を概略的にまとめて第3表及び第11図に示した。これらのことから、1987年11月16～19日の噴火について、次の前兆現象を捕らえることができたと言える。

- 1) 7月頃から三原山山頂の噴気活動が活発化し、次第に旧火孔縁を含めた環状の噴気地帯が形成されていった。環状の噴気地帯の内部では、所々で弱い噴気が認められる程度であった。
- 2) 現地観測点X-3の地中温度が9月以降上昇した。
- 3) 8月頃から噴気の中に硫黄臭を含む刺激臭が観測



第11図 各観測資料の概略的なまとめ
 (A) : 現地観測点X-3における地中温度の推移
 (B) : 短時間に連続的に発生する地震の旬別回数の推移
 (C) : 火山性地震の旬別回数及び火山性微動の旬最大振幅の推移
 □ : 火山性地震旬別回数
 ●—● : 火山性微動旬最大振幅

第3表 環状の噴気地帯の発達過程(付表1抜粋)

| 月日 | 噴気地帯の状況 |
|--------|---|
| 5月6日 | X-1付近及びAテラス西縁に沿う沈下部西縁の噴気活動活発化。 |
| 7月4日 | X-1周辺及びAテラス西縁に沿う沈下部西縁及びX-6付近の噴気量増加、A火口東側斜面の噴気量やや増加。 |
| 8月4日 | 全般的に環状の噴気地帯の噴気量多量、特にAテラス西縁が顕著。 |
| 8月12日 | 全般的には環状の噴気地帯の噴気量やや減少、北西部から北部にかけ多量、X-1からX-6にかけて噴気量増加、噴気内では刺激臭強まる。 |
| 9月7日 | 環状噴気地帯のうち北西部及びA火口東側斜面の噴気量多量、北東部では噴気量増加、噴気内ではやや強い刺激臭。 |
| 10月5日 | 環状の噴気地帯はほぼ完全な環状を呈するようになり、特に北東部、A火口東側斜面及びA火口から三原新山内壁にかけ噴気量多量。 |
| 11月7日 | 環状の噴気地帯の噴気量多量、三原山山頂部の噴気は北東風に流され、風下側のカルデラ床から外輪山南西縁にまで達していた。 |
| 11月12日 | 環状の噴気地帯の噴気量は多量、特に北側、北東側、A火口東側斜面及びA火口南側内壁上部から三原新山内壁にかけては顕著、環状の噴気地帯のうち、X-1付近から北東部にかけ周辺の岩石に白色から薄黄色の昇華物の付着顕著となり、北東部では黄色の昇華物の付着顕著。 |

されるようになり、次第に強まっていた。

- 4) 8月頃からカルデラ内が震源とみられる地震の発生回数が次第に増加し、噴火の3~4日前から急速に増加した。
- 5) カルデラ内が震源とみられる短時間に連続的に発生する地震が、9月以降次第に発生するようになり、噴火の5日前からは頻繁に発生し、継続時間の長いものが時々現れた。
- 6) 間欠的に発生する火山性微動の振幅は6月以降徐々に増大し、10月末から連続的な微動に変化し、噴火の2~3日前から振幅がやや増大していった。
- 7) 11月に入って、環状の噴気地帯の周辺に白色の昇華物の付着が顕著となった。

伊豆大島の火山活動については、特に前兆現象を捕らえることが難しいと言われている。しかし、1986年11月の噴火のように多量の溶岩を流出した噴火後、火道内の溶岩が地下に逆流する場合に起こり得る一つの事例として、今回の結果は有効な資料となると思われる。

また、三原山山頂の火孔は、中~大規模噴火によって繰り返し新たな溶岩によって満たされるが、その後の活動によってほぼ元の形の火孔に再現されていく過程の一例を見ることができたと言える。

謝辞

1987年11月16~19日の噴火に際し、航空機による火山観測にご協力を頂いた東京消防庁、警視庁に心から御礼申し上げます。

また、本論文をまとめるにあたり、査読者各位、気象庁地震火山部地震予知情報課高橋道夫調査官及び地震火山業務課館畑秀衛技術主任はじめ多くの方から、貴重なご意見、ご指導を頂きました。これらの方々には心から御礼申し上げます。

参考文献

- 気象庁(1968): 火山観測指針, 128-133.
- 気象庁(1987): 災害時火山現象調査報告 昭和61年(1986年)伊豆大島噴火
- 国土地理院(1988): 1986年11月伊豆大島噴火時の溶岩流量及び旧火口沈下量の測定結果, 火山噴火予知連絡会会報第39号, 173-175.
- 澤田可洋(1970a): ガス検知管法による火山ガス分析(第1報)(室内検討), 験震時報第35巻第1号, 1-13.
- 澤田可洋(1970b): ガス検知管法による火山ガス分析(第2報)(野外検討), 験震時報第35巻第2号, 15-24.

付表1 三原山山頂の現地観測結果の推移(1987年5月~11月)

| 観測月日 | 観測点 | | | | | | 記事 |
|-------|---------------------------------------|-------------------|---|------|--|--|---|
| | X-1 | X-2 | X-3 | X-4 | X-5 | X-6 | |
| 5月6日 | 噴気白色、少量 高さ3m 弱いガス臭 | 噴気白色、少量 高さ2m | 噴気白色、少量 高さ1m 弱いガス臭 CO ₂ 0.2% H ₂ S、SO ₂ なし | 噴気なし | | | A火口南側内壁上部から三原新山内壁上部にかけ、噴気の高さ約50m、噴出音、落石音なし。 X-1付近及びAテラス西縁に沿う沈下部西縁の噴気活動活性化。 三原山山頂の新溶岩流域の多数の地点で、昇華物の付着及び地中温度の高温部が認められた。 |
| 6月1日 | 噴気白色、少量 高さ1m 周辺部の広い範囲で地熱を感じた。 | 噴気白色、少量 高さ1m | 噴気なし 頂部の亀裂内の温度約310℃ CO ₂ 0.1% H ₂ S、SO ₂ なし | 噴気なし | 噴気青白色、少量、高さ2m やや強い刺激臭、周辺約20m四方黄白色の昇華物付着。 | | A火口南側内壁上部から三原新山内壁上部にかけ、噴気の高さ約50m、噴出音、落石音なし。 旧火孔内の溶岩の沈下は認められなかった。 剣ヶ峰に生成されたカルデラ内火口列の一部の火口の縁から白色、少量の噴気。 A火口南側内壁の上部の斜面に多数の亀裂が認められた。 |
| 7月4日 | 噴気白色、中量 高さ2~3m 周辺部の広い範囲で噴気、地熱 | 噴気白色、少量 高さ1m | 噴気なし 頂部の亀裂内の温度約269℃ CO ₂ 0.05% H ₂ S、SO ₂ なし | 噴気なし | 噴気青白色、少量、高さ2~3m やや強い刺激臭 | | A火口南側内壁上部から三原新山内壁上部にかけ、噴気の高さ約30m、噴出音、落石音なし。 旧火孔内の溶岩の沈下は認められなかった。 A火口南側内壁が徐々に崩落。 X-1周辺及びAテラス西縁に沿う沈下部西縁の噴気及びX-6付近の噴気量増加、X-6では頂部から青白色の噴気を噴出、A火口北東斜面の噴気量やや増加。 旧火孔内を埋めている溶岩の表面の主な白色変色部3カ所。 |
| 7月27日 | | | | | | | A火口南側内壁上部西端の直径約20mの範囲に薄黄色の昇華物付着。(6月26日温泉ホテルからの遠望観測で初めて認められた。) |
| 7月28日 | 噴気白色、少量 高さ5m 弱い臭気 周辺黄色昇華物付着。 | 噴気白色、少量 高さ2~3m | 噴気なし 頂部の亀裂内の温度約260℃ | 噴気なし | 噴気青白色、少量、高さ5m 溶岩の亀裂内薄い赤熱状態。 CO ₂ 0.11% H ₂ S、SO ₂ なし | 噴気青白色、少量、高さ10m 弱い臭気 所々に白~黄色の昇華物付着。 6月頃から刺激臭を含む噴気量増加、次第に青白色の噴気を噴出。 | 旧火孔内の溶岩の沈下は認められなかった。 A火口南側内壁上部西端の直径約20mの範囲に黄色の昇華物付着。 A火口南側内壁上部の亀裂に沿って噴気が認められた。 A火口内壁の崩落が進んでおり、時々落石音が聞かれ、土煙りが上昇した。 三原山山頂の溶岩の沈下した縁に沿って、環状の噴気が認められるようになった。この環状の噴気の北西部に白色の昇華物の付着が認められた。 |

| 観測月日 | 観測点 | | | | | 記 事 | |
|-------|------|------------------------------------|--|-----|--|--|---|
| | X-1 | X-2 | X-3 | X-4 | X-5 | | X-6 |
| 8月 4日 | | | | | 溶岩の亀裂内薄 い赤熱状態。 | 硫黄臭を含むや や強い刺激臭。 青白色の噴気量 やや多量。 | 環状の噴気地帯の噴気が多量となり、特にAテ ラス西縁の噴気量が顕著で高さ約50mに達し、 時にはカーテン状に広い範囲で噴気が上昇し、 また、北西側の一部では青白色の噴気が認めら れた。A火口東側斜面、A火口南側内壁上部か ら三原新山内壁及び三原新山北西側斜面の噴気 量が多量となった。 A火口南側内壁の崩落が進んでいる。落石音な し。 三原新山南側内壁の噴気量がやや増加、白色の 昇華物の付着が目立ち始めた。 X-1とX-6の間にある亀裂内からは、1～ 2秒間隔でやや多量の白色噴気が噴出されてい た。 |
| 8月12日 | | | 噴気白色、高さ 1m CO ₂ 0.05% H ₂ S、SO ₂ なし 頂部の亀裂内の 温度約255℃ 弱い刺激臭 | | 新鮮な白色昇華 物付着。 | 噴気青白色、少 量、高さ5m 刺激性の強い臭 気のため咳き込 んだ。 | 旧火孔内の溶岩の沈下は認められなかった。 全般的には環状の噴気地帯の噴気の噴出量はや や減少していたが、北西部から北部にかけは多 量となっていた。 X-1からX-6にかけて噴気量増加、硫黄臭 を含む刺激性の強い臭気のため、咳き込んだ。 落石音なし。 |
| 9月 7日 | 観測中止 | 噴気白色、少量 高さ5m 周辺の噴気量や や増加。 | 噴気なし 頂部の亀裂内の 温度約248℃ | | 噴気青白色、少 量、高さ1m CO ₂ 0.2% H ₂ S、SO ₂ なし | 観測中止 | A火口南側内壁上部から三原新山内壁にかけて の噴気、白色、中量、高さ50m、噴出音、落石 音なし。 旧火孔内の溶岩の沈下は認められなかった。 環状の噴気地帯の噴気は依然認められ、特に北 西部及びA火口東側斜面の噴気量が多量となっ ており、北東部では噴気量の増加が認められた。 また、環状の噴気地帯の中では8カ所で青白色 の噴気が認められ、噴気内ではやや強い刺激臭 のため咳き込んだ。 X-1からX-6にかけての範囲では、刺激性 の強い臭気を含む多量の噴気のため、観測を中 止した。 剣ヶ峰西側下部で噴気が認められるようになり、 A火口南側内壁上部西端の白色昇華物の付着域 |

| 観測月日 | 観測点 | | | | | | 記 事 |
|--------|-----|----------------|--|-----|---|-----|--|
| | X-1 | X-2 | X-3 | X-4 | X-5 | X-6 | |
| 9月7日 | | | | | | | の拡大が認められた。 |
| 10月5日 | | | 頂部の亀裂内の 温度約210℃ CO ₂ 0.05% H ₂ S, SO ₂ なし | | CO ₂ 0.05% H ₂ S, SO ₂ なし | | 旧火孔内の溶岩の陥没は認められなかった。 環状の噴気地帯はほぼ完全な環状を呈し、その 中では北東部、A火口東側斜面及びA火口南側 内壁から三原新山内壁にかけての噴気が多量で あった。また、三原新山北側斜面下部に新たな 噴気が認められ、三原新山南西麓平坦部にも噴 気が認められた。 X-1からX-6付近では、多量の白色の噴気 内で硫黄臭を含むやや強い刺激臭が認められた。 |
| 11月7日 | | | | | | | 環状の噴気地帯からの噴気量が多量のため、観 測を中止した。 環状の噴気地帯の北東部では噴気量は多量で、 硫黄臭を含み、所々に薄黄色の昇華物が付着し ていた。CO ₂ 0.62%、H ₂ S、SO ₂ なし 展望台の南側に白色、少量、1〜2mの弱い噴 気が認められた。 北東風により、三原山山頂部の噴気が南西斜面 を流下、カルデラ床から外輪山南西縁にまで達 していた。 |
| 11月12日 | | 周辺部の噴気量 増加。 | 噴気なし CO ₂ 0.05% H ₂ S, SO ₂ なし 硫黄臭を含む刺 激臭。 頂部の亀裂内の 温度約291℃ 噴気白色、少量 1〜2m | | 噴気なし CO ₂ 0.1% SO ₂ 微量、H ₂ Sなし 周辺部観測以来 硫黄臭を含む最 も強い刺激臭 | | A火口南側内壁上部から三原新山内壁にかけ ての噴気白色、中量、高さ20〜30m 環状の噴気地帯の噴気量は多量で、特に北側、 北東側、A火口東側斜面及びA火口南側内壁 上部から三原新山内壁にかけ顕著であった。また、 北西部の噴気量はやや減少していたが、北西方 向への面的な拡大が認められた。 環状の噴気地帯のうちX-1付近から北東部に かけ、周辺の岩石に白色から薄黄色の昇華物 の付着が顕著となり、特に北東部では黄色の昇 華物の付着が顕著であった。 三原新山南西麓平坦部の噴気地帯の拡大が認め られ、北側斜面では噴気量の増加が認められた。 剣ヶ峰西側下部及び内側に弧状の噴気が認め られた。 |

付表2 三原山山頂の現地観測による地中温度、噴気温度の観測値

| 年月日 | 天候 | 気温 | 観測点 | | | | | | |
|--------|----|-----|-----------|----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | | | X - 1 | X - 2 | X - 3 | X - 4 | X - 5 | X - 6 | |
| 1987年 | | | | | | | | | |
| 5月6日 | 晴 | 17℃ | f-50 178℃ | f-30 60℃ | | | g-10 173℃ | | |
| 6月1日 | 晴 | 25℃ | f-30 155℃ | f-30 74℃ | | | g-30 282℃ | | |
| 7月4日 | 晴 | 25℃ | f-10 89℃ | f-10 70℃ | | | g-10 112℃ | | |
| 7月28日 | 曇 | 31℃ | f-20 95℃ | f-10 36℃ | f-10 80℃ | | g-10 99℃ | | |
| 8月12日 | 曇 | 25℃ | f-10 79℃ | f-10 58℃ | f-10 64℃ | | g-10 129℃ | | f-10 243℃ |
| 9月7日 | 曇 | 25℃ | | f-10 47℃ | f-10 250℃ | | g-10 87℃ | g-30 707℃ | |
| 10月5日 | 晴 | 22℃ | | f-10 53℃ | f-10 290℃ | | g-10 55℃ | g-30 680℃ | |
| 11月12日 | 晴 | 19℃ | | | f-10 339℃ | | | g-20 600℃ | |

f : 噴気温度 g : 地中温度 - 10 : 深さ 10 cm

付表3 短時間に連続的に発生する地震の発生状況(1987年)

| 発生月日 | 継続時間 | 発生月日 | 継続時間 |
|--------------|------|--------------|------|
| 7月18日03時16分 | 5分間 | 9月6日04時26分 | 4分間 |
| 9月6日12時34分 | 17分間 | 9月6日16時28分 | 5分間 |
| 9月20日01時39分 | 5分間 | 9月20日02時19分 | 8分間 |
| 9月20日04時41分 | 5分間 | 9月24日09時21分 | 4分間 |
| 9月30日22時20分 | 4分間 | 10月4日22時25分 | 4分間 |
| 10月8日16時38分 | 8分間 | 10月10日19時49分 | 5分間 |
| 10月11日14時47分 | 3分間 | 10月12日23時16分 | 5分間 |
| 10月14日16時25分 | 4分間 | 10月15日04時23分 | 2分間 |
| 10月16日16時12分 | 4分間 | 10月22日14時55分 | 2分間 |
| 10月23日09時39分 | 2分間 | 10月30日19時50分 | 2分間 |
| 10月31日23時26分 | 4分間 | 11月3日03時42分 | 11分間 |
| 11月4日13時18分 | 2分間 | 11月8日19時01分 | 2分間 |
| 11月9日14時40分 | 2分間 | 11月11日02時02分 | 14分間 |
| 11月11日02時29分 | 3分間 | 11月11日04時40分 | 3分間 |
| 11月12日13時44分 | 3分間 | 11月12日14時25分 | 2分間 |
| 11月12日15時22分 | 3分間 | 11月12日15時26分 | 4分間 |
| 11月12日15時36分 | 9分間 | 11月13日03時36分 | 4分間 |
| 11月13日15時12分 | 16分間 | 11月13日15時30分 | 2分間 |
| 11月13日18時46分 | 22分間 | 11月13日19時32分 | 2分間 |
| 11月13日19時45分 | 3分間 | 11月13日20時28分 | 2分間 |
| 11月13日21時18分 | 44分間 | 11月13日22時42分 | 2分間 |
| 11月13日23時16分 | 34分間 | 11月14日00時59分 | 2分間 |
| 11月14日04時32分 | 3分間 | 11月14日11時18分 | 2分間 |
| 11月15日04時54分 | 3分間 | 11月15日10時24分 | 3分間 |
| 11月15日10時29分 | 2分間 | 11月15日11時05分 | 3分間 |
| 11月15日14時54分 | 4分間 | 11月16日06時48分 | 12分間 |
| 11月16日07時02分 | 30分間 | 11月16日07時43分 | 20分間 |
| 11月16日08時34分 | 2分間 | 11月16日08時42分 | 6分間 |
| 11月16日09時12分 | 2分間 | 11月16日10時23分 | 29分間 |
| 11月17日13時58分 | 2分間 | 11月18日01時27分 | 2分間 |
| 11月18日01時34分 | 3分間 | 11月18日02時10分 | 3分間 |
| 11月18日02時26分 | 2分間 | 11月18日03時23分 | 17分間 |
| 11月18日10時03分 | 5分間 | 11月18日11時05分 | 3分間 |
| 11月19日00時06分 | 2分間 | 11月19日01時58分 | 2分間 |
| 11月20日00時58分 | 2分間 | | |