

1987年11月16日 伊豆大島火山の噴火

遠藤 秀典・高田 亮（環境地質部）・阪口 圭一（地殻熱部）
Hidenori ENDO Akira TAKADA Keiichi SAKAGUCHI

小川 康雄・高倉 伸一（物理探査部）
Yasuo OGAWA Shinichi TAKAKURA

1. はじめに

1987年11月16日10時47分 伊豆大島の三原山は 昨年11月15日の噴火からちょうど1年目に再び噴火した。

伊豆大島では 火山性微動が1987年1月1日以降観測され 火山性地震の数も徐々に増加した。11月11日には 振幅の比較的大きな地震が頻発し また11月13日には三原山の地震計で振幅4 mm以上（記録紙上）の地震の数は500回をこえた（気象庁資料による）。

11月11日に御神火茶屋から三原山山頂を望むと 噴気は以前に比べ多くなり 展望台の直下付近からは新たな噴気が認められた。一方 地質調査所が三原山山頂で実施している火山ガスの観測結果によると水素ガス等の濃度は11月1日から高いレベルにあった（風早 1987）。

高倉・兼原・高田・小川らは18日までの予定で伊豆大島の地下構造を明らかにするため電磁探査を実施しており（小川ほか 1987）また遠藤は 昨年の噴火後に設置した伸縮計（遠藤ほか 1987）の保守作業のため伊豆大島に渡っていた。伸縮計の保守作業は14日までに終えたが 三原山直下の火山性地震が頻発するなどの状況から予定を変更し 電磁探査グループの作業の安全を確保するため大島に残った。東京大学地震研究所伊豆大島観測所と電磁探査の流電及び測定班の無線の中継を行い 火山の活動状況について常時連絡をとりながら作業を進めることとしたのである。そのさなかの噴火であった。

噴火した16日の午前中は 三原山は霧につつまれ 御神火茶屋からは噴火の状況はつかめなかった。午後からは霧もはれ 14:30頃にカルデラ内に入り この噴火によって放出された噴出物の調査を行った。更に19日及び20日にも筑波から駆けつけた阪口と共に カルデラ内の噴出物を調査した。また島の周辺部に堆積した火山灰の調査を 16日及び18日に行った。

本稿では これらの現地調査結果を中心に報告する。なお 本現地調査期間には小規模な噴煙の上昇などが繰り返し発生しているが 主に筆者らが現地で確認した事柄について述べる。

2. 1987年11月16日10時47分の噴火の前後

噴火当日の11月16日 9時頃 三原山付近を震源とする振幅の比較的大きな地震が頻発し観測されていた。御神火茶屋付近では 数日前から地震のゆれを感じたとか音が聞えた等の未確認の情報が伝えられていた。地震計で観測されている地震が 体感できる程度のものかどうか観察するため 9時54分頃から御神火茶屋からカルデラ内に入った。静かにしていると 時々 直下から トントンとつきあげるような極く小さな震動を感じ また10時31分頃には ユラ ユラ ユラと横ゆれを感じた。

御神火茶屋に引きかえした直後の10時47分 比較的大きな長周期の横ゆれが卓越する地震が始まった。震動が大きくなったり 小さくなったりしながら数10秒間つづき 「震度Ⅱ程度かな」と話している時に 三原山方向から大きな爆発音がとどろきわたった。噴火である。ちょうど三原山は霧の中で 噴火の状況は確認できない。大きな爆発音は1回で その直後に小さな音がもう一度聞えたようにも感じた。この噴火による空振によって御神火茶屋の歌の茶屋のガラス戸が割れた。警察の無線から元町からは噴煙が高くあがっているのが見えると知らされた。

ちょうどこの噴火のとき 小川は島の南部のサド山付近で電磁探査の作業を進めていた。10時50分頃きのこ雲状の噴煙に気がついた。噴火時の音は発電機の音の中でわからなかった。11時15分すぎから 東風から北風になり 降灰が始まった。ここでは11時30分頃に降灰は終わった。

一方 御神火茶屋では 昼頃から霧も晴れて三原山を目視できるようになった。13時17分には 展望台の方向から新たな灰色の噴煙がたちのぼるのが確認された。

霧が晴れると三原山の山腹付近には所々に岩塊が散在し それらから白煙が立ちのぼるのが見えた。またL A溶岩（昨年流下した溶岩）の西側ではやや強く白煙が立ちのぼっていた。新しく割れ目ができたための噴気なのか確認するため 警察官3名と共にカルデラ内に入った。幸いその白煙は 落葉に火がついたために立ちの



写真1 1987年11月16日の噴火後の裏砂漠の状況
 昨年の噴火による噴出物上に 16日の噴火に伴う
 火山岩塊及び火山弾が散在している。また所々
 に火山岩塊の衝突クレーターが形成されている
 (11月18日撮影)。

ぼっている煙であった。

その時カルデラ床(三原山中央部から西約600m)には
 最大径1m程度の岩塊があちこちに飛散しており それ
 らからは白煙(蒸気)があがっている状態であり 素手
 でさわれない程度に高温であった。これらの岩塊の大
 部分は 固結した溶岩の破片であった。また 所々に
 今回の噴火によって放出された火山弾が認められた。

14時45分にはガシャンという音(同行者談)と共に 展
 望台の南側の方向から灰色の煙があがるのが御神火茶屋
 から確認された。また 15時22分にも ほぼ同様な方
 向から灰色の煙がのぼるのを遠望した。

3. 1987年11月16日10時47分の噴火の噴出物

岩塊及び火山弾

16日10時47分の噴火によって 火山弾が三原山の中心
 付近から1,000~1,100m以内の範囲に また火山岩塊が
 半径600~900m以内の範囲に放出されている(写真1)。

火山弾は径が数10cm~1m程度で厚さ5~10cm前後
 のざぶとん状(扁平な形状をなし比較的厚いもの)の形状を
 したものが多く(写真2, 3)。片面は 褐色の皮でおお
 われ もう一方の片面はスコリア状に発泡し 中央部は
 発泡のわるい層状構造がみられる。このほかに 表面
 全体にひび割れた皮を持つものが認められる(写真4)。



写真2 三原山南側のカルデラ床に降下した火山弾
 この“ざぶとん”状火山弾の片面(写真では上を向いて
 いる)には 急冷した平坦な皮がついている。もう一
 方の片面(写真で地面側)は スコリア状に発泡した面
 からなる。草を焦がしている。



写真3 三原山南側のカルデラ床に降下した火山弾
 折れ曲がった“ざぶとん”状火山弾。草を焦がしてい
 る。

また 剣ガ峰から楡形山を結ぶ線の南側にはセンベ
イ状岩片（発泡度が低い板状で偏平な岩片；最大で 10 cm
程度 厚さ 5 mm 以下）が散乱している。

これらの火山弾の化学組成は 昨年 A 火口の噴
出物と同じであることが確認されている（中野・宇都
1987）

放出された火山岩塊（写真 5）の大部分は 1986 年
噴火以前に三原山山体を構成していた岩石からな
る。火山岩塊のうち空中写真で落下点が確認でき
るものは 三原山の中心から半径 600 m と 900 m の距
離に挟まれる地域に局在する。

落下時の径が数 m に及ぶと推定される岩塊があり
それらは最大深度 1 m 径 5 m 程度の衝突クレータ
ーをつくり 飛んで来た方向の延長上に多数の破片
が散在した散乱域を形成している（写真 6）。空中
写真（写真 7 17 日 11 時 17 分撮影）上で これらの火
山岩塊の散乱域ののびの方向を延長することによ
って 岩塊の放出中心を推定できる（第 1 図）。本図
によると 例えば三原山南東の火山岩塊の放出中心
は三原山中央部 すなわち今回形成された陥没孔の
北側斜面と推定できる。

到達距離から火山岩塊の初速度を見積ると 空気
抵抗がないものとする 約 95 m / 秒の放出初速度
をもっていた事になる。この初速度が生じるため
には 岩塊の密度を 2.5 g/cm^3 とすると 横山（1979
（3.16））の式から 火口内では少なくとも約 110 bar
の圧力があつたことになる。

一方 散乱域の形状は長くのびるものからまるい
ものまであり 放出角度が高角から低角まであるこ
とを示している。

これらの 11 月 16 日の噴火で放出された火山弾及び
火山岩塊の総量は 10 m^3 に数 10 kg の量が落下したと
して $10^3 \sim 10^4 \text{ t}$ 程度と見積ることができる。

一方 この 11 月 16 日の噴火に伴い 三原山の中央部が
陥没した。陥没域は約 $400 \text{ m} \times 300 \text{ m}$ で その深さは 17
日 11 : 19 撮影の空中写真から約 40 m と見積ることが出来
る。従って陥没量は $1 \sim 2.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

火山灰

16 日 10 時 47 分の噴火では 高度 2,500 m に達する（朝日
新聞による）噴煙が上がり 火山灰が大島東部の長根崎か
ら波浮・差木地にいたる地域に降下した（写真 8 第 2 図）
降灰域の主軸は楡形山とフノウの滝を結ぶ線のやや南側
をとる。火山灰は この分布の主軸付近では 主と
して火山豆石からなる（写真 9）。火山豆石の径は 北
側で 1-1.5 mm 南側で 1 mm 程度である。また こ

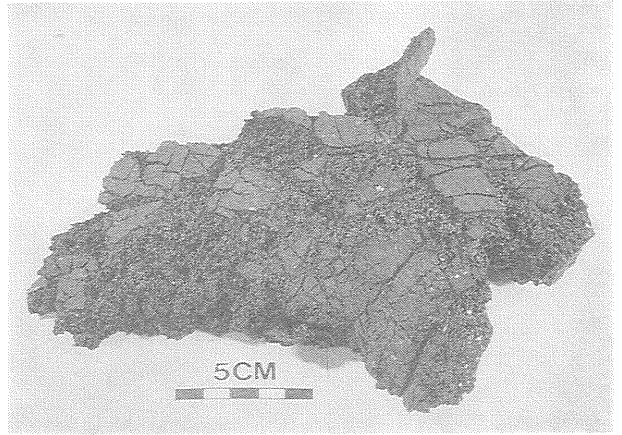


写真 4 三原山中央部から西 600 m 地点に降下した火山弾
両面にひび割れた皮を持つ。採取当時（16 日 14 時 30 分頃）
ほのかにあたたかった。



写真 5 三原山南側に降下した火山岩塊とその衝突クレータ
ー衝突によって掘り返された砂礫が 三原山の反対方向の周囲
の草の上に散在していた。写真は三原山を背に撮影。

の分布の主軸付近には 細粒火山灰が付着した長径が最
大 12 mm 程度のスコリアや発泡の悪い板状岩片が見られ
る。一方 波浮から差木地にかけては 粗粒の火山灰
が多い。

これらの火山灰は スコリア 岩片及び斜長石の結晶
片等からなる。スコリアと岩片は赤-褐色のものが多く
黒色のものも含む。スコリアは角がとれているもの
が多い。また これらの火山灰には径 0.1 ~ 0.3 mm 程度
の球状のガラス等が含まれる（写真 10）。

これらの降下火山灰の総量は 早川（1984）の方法に
よれば $1.7 \times 10^4 \text{ t}$ と推定できる。

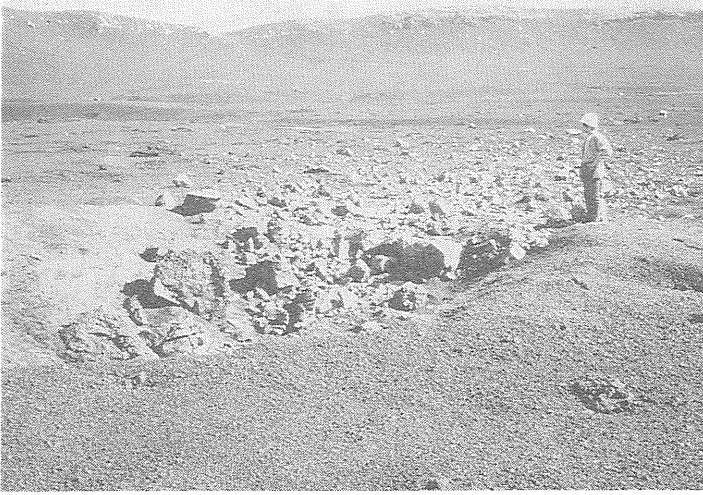


写真6 三原山南東側に降下した火山岩塊による衝突クレーターとその散乱域
観察した範囲で最大規模のクレーター。三原山と反対側に長径約80mの散乱域を形成している。写真は三原山側から撮影。

写真7 1987年11月17日11時19分撮影の空中写真(株式会社パスコ撮影)。中央部に11月16日にできた陥没孔が見える。



4. 11月18日以降の噴出物

11月18日 3時29分

深夜のため噴煙を目撃していない。この後 大島西部 野増付近を中心に降灰があった。この火山灰は粗粒なものが主体であり 角張ったスコリア 岩片及び斜長石の結晶片からなる。スコリア及び岩片の色は 赤一褐色のものが多いが黒色のものも少量含む。

降灰量は先の計算式によると約 $3 \times 10^8 \text{t}$ 程度と推定される。

11月18日 6時45分

黒煙が数100m上昇したが 降灰は確認していない。

11月18日 10時04分

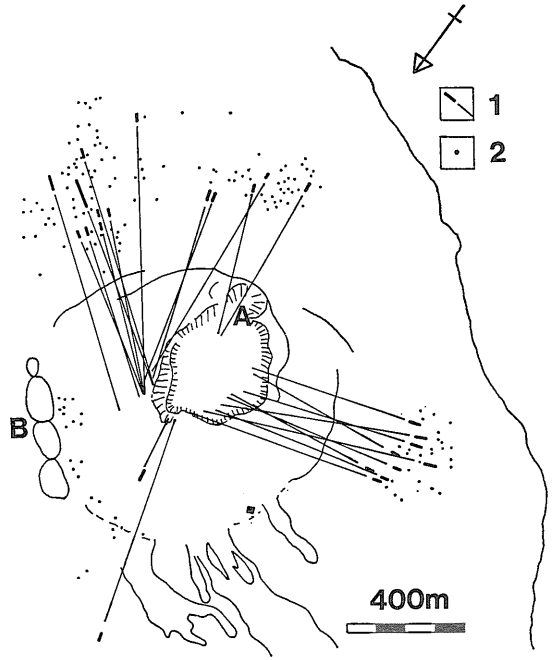
黒煙が三原山の中央部から上がり (写真11) 朝日新聞によると 2,400m の高度に達した。この噴火による火山灰が大島西部の元町を中心とする地域に降下した。これらは主に細粒の火山灰が凝集した火山豆石からなる。

この降下火山灰の総量は 約 $3 \times 10^8 \text{t}$ 程度である。

朝日新聞の13時45分撮影の三原山上空からの写真では三原山の火口は11月16日から新たに約 110m 陥没している。おそらく 18日の3回の小噴火に伴って陥没したものであろう。その陥没量は $5.5 \sim 7.2 \times 10^6 \text{m}^3$ と見積れる。

11月19日

白煙は少なかったが 褐色の煙がたちのぼるのが目立つようになった。これは前日までの噴火で深い陥没孔ができ 崩落が多く発生したために生じたと考えられる。写真12は11月20日に 三原山新山と剣ガ峰との鞍部から今回の噴火にともなって形成された陥没孔を撮影したものである。



第1図 火山岩塊の分布及び散乱域ののびの方向分布図
11月17日11時19分撮影の空中写真 (写真7) から作成。
1. 火山岩塊の散乱域ののびの方向と三原山方向へのその延長線。 2. その他の火山岩塊の落下地点。

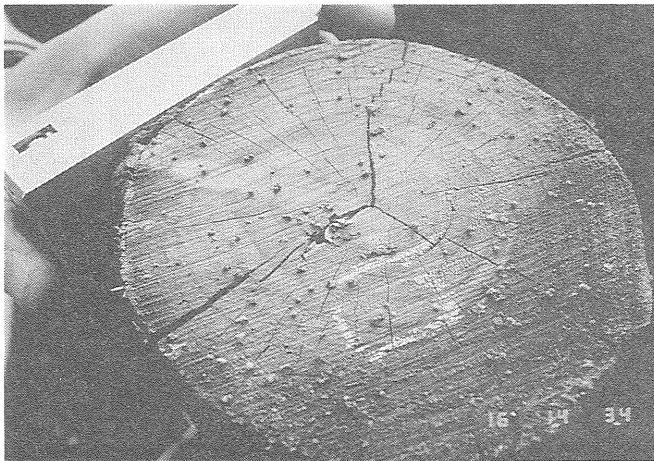
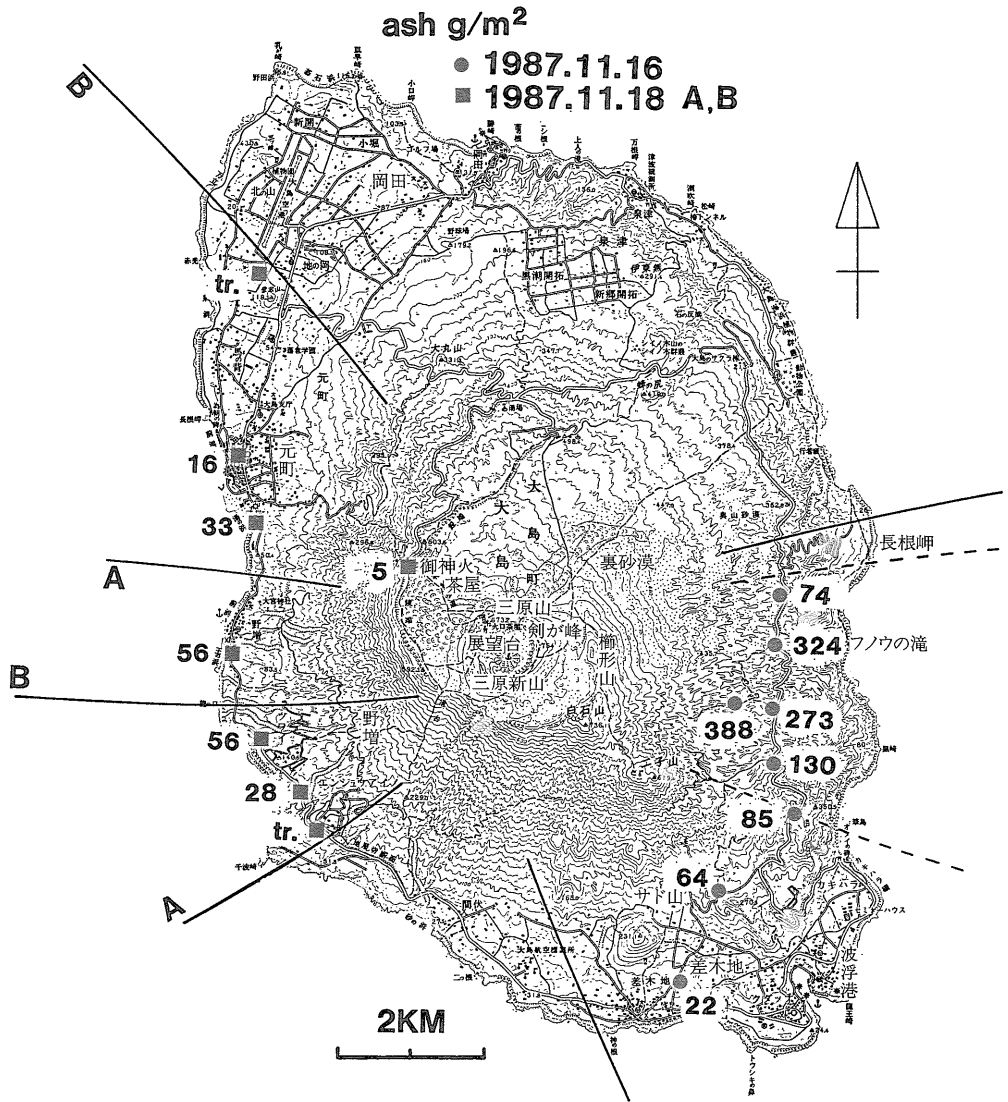
14時48分には 陥没孔の北部の方向から黒煙がのぼった。朝日新聞によると噴煙は約 600m の高さには達しカルデラ周辺に少量の降灰があった。

5. 1987年11月16日—18日の噴火活動について

今回の噴火の特徴として 次の2点を指摘できる。



写真8 奥山地域の火山灰の堆積状況 (17日撮影)
16日10時47分の噴火による火山灰の分布域の主軸付近。この付近の火山灰は主に火山豆石からなる。



第2図 火山灰の分布図

実線は各噴火の火山灰降下域を示す。1987年11月18日でAは3時29分の噴火に伴うもの またBは10時04分の噴火に伴う火山灰の降下域である。破線は16日の噴火による火山豆石の降下域を示す。数字は火山灰1m²当りの重量(g)を示す。

写真9 フノウの滝北西の一周道路沿いに降下した火山豆石

火山豆石は火山灰が球状に固結したものである。16日の噴火にともなって形成された火山豆石の一部は水中に浸しても分解しない。火山豆石は一般に噴煙の中を降下する雨滴に火山灰が捕らえられて形成すると考えられ、また降雨がなくても噴煙中に水蒸気やSO₂が多い条件があると形成されることがある。

第1表 伊豆大島1987年11月の主な噴火の経緯

日	時	噴煙の高さm	噴出物			火孔底の陥没		
			種類	分布	噴出量 t	陥没域m	垂直変位m	陥没体積m ³
16	10:47	2500*	火山弾	カルデラ内	10 ³ ×10 ⁴	400×300	40	1—2.7×10 ⁶
			火山岩塊					
			火山灰	東部 —差木地	1.7×10 ⁴			
18	3:29	?	火山灰	野増	3×10 ³	400×300	110	5.5—7.2×10 ⁶
	6:45	数100	火山灰		0			
	10:04	2400*	火山灰	元町	3×10 ³			
19	14:48	600*	火山灰		0			

* は朝日新聞による

写真10 1987年11月16日に噴出した火山灰の顕微鏡写真。角張った半透明の斜長石片やや角がとれたスコリア岩片のほかに、球状の無色透明なガラスが認められる。メッシュの大きさは、224μ

1)粗粒な噴出物はカルデラ周辺に限られ、主に山麓に火山灰を堆積する噴火であった。

2)今回の噴火に伴って三原山山頂部の噴火孔が大きく陥没した。この陥没量は、噴火による放出物の量より著しく大きい。

これらの特徴のうち、1)の放出物の特徴として次の点が指摘できる。

- a. 火山弾及び火山岩塊などの粗粒な火山礫がカルデラ床まで放出されたのが確認されているのは16日10時47分の噴火のみである。
- b. これらの放出物のうち、火山岩塊は主に三原山の山体を構成している岩石が、また火山弾は三原山山頂部の堅坑状火孔を埋積した昨年の未固結の溶岩が放出されたものであって、新たなマグマからの噴出物は現在

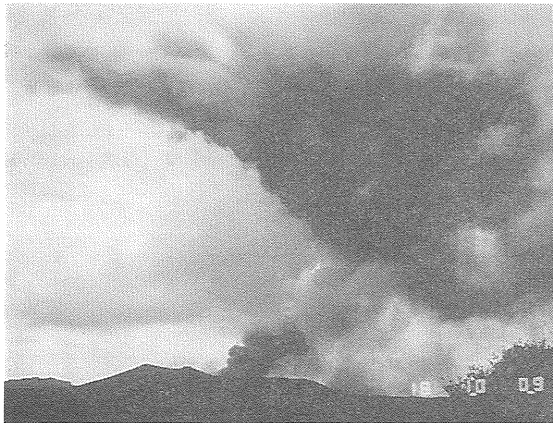
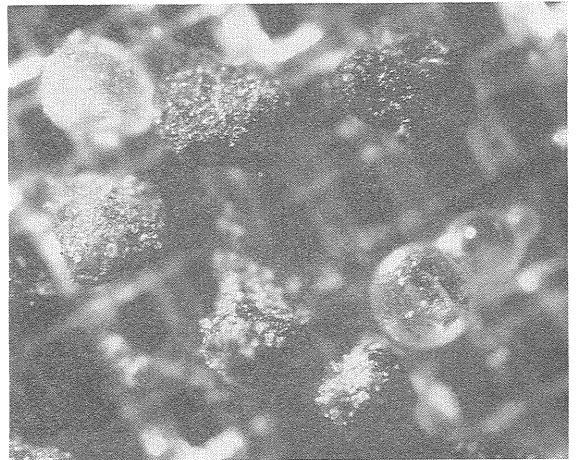


写真11 11月18日10時04分の噴火でたちのぼる黒煙。温泉ホテルから撮影。噴煙は西方に流されて元町に火山豆石を降下させた(10時09分撮影)



写真12 三原山新山と剣ガ峰との間の鞍部から陥没孔を望む。1987年11月20日11時12分撮影

のところ確認されていない。

- c. 16日10時47分の噴火では火山灰の噴出を伴い、その後の噴火でも主に火山灰が放出された。
- d. これらの火山灰の大部分は赤—褐色のスコリア片や岩片あるいは結晶片からなり、新たなマグマからの噴出物は確認されていない。なお、火山豆石の形成や火山灰に含まれる球状のガラスの成因について今後検討する必要がある。

従って、16日10時47分の噴火は、新たなマグマが直接噴出した活動とは異なっており、地下で蓄積された火山ガスの圧力が臨界値をこえ、その突出によって、堅坑状火孔に形成された高温の溶岩湖の溶岩及び山体の岩石が吹き飛ばされたと考えられる。

この圧力は、先に述べたように、放出された火山岩塊の飛距離に基づくと火口内で110bar以上であったと見積られる。この圧力に達する気体が堅坑状火孔の溶岩湖に蓄積されるのは困難であり、より深部に蓄積されたと考えられる。また火山岩塊の放出中心は昨年噴火のA火口ではなく、三原山の中央部付近にある。従って、堅坑状火孔より深い位置、おそらくA火口の火道中でガス圧が増大し、その突出によってA火口の火道が拡大し、堅坑状火孔につながり、18日までに溶岩湖の高温の溶岩は地下に逆流したと考えると2)の陥没が説明できる。

一方、風早(1987)は16日と18日に放出された火山灰に吸着しているS(硫黄)とCl(塩素)を分析した。16日に噴出した火山灰(s-1、奥山、11月17日採取)及び18日に噴出した火山灰(s-2、元町、11月18日採取)に吸着していたこれらの元素の量比(Cl/S)は、s-1ではほぼ等量であるのに対し、s-2の試料では1/10であった。

松葉谷(1985)のモデル計算によると、Cl/S比が小さい場合は、より高圧の条件下で気体がマグマから分離したと解釈できる。従って、16日の噴火を引き起こした火山ガスは、比較的低下の状態での周囲の岩石と平衡に達し、地中で蓄積されていたと推定できる。のに対し、18日の噴火では、火山ガスはより地下深部の高圧の条件下で分離したものと考えられる。従って、この火山ガスの分析結果によると、今回の一連の噴火活動には、新たに伊豆大島火山に供給されたマグマの活動が伴っている可能性があると見えよう。

6. 終わりに

三原山の過去の火山活動は、地質調査の結果及び過去の記録による(Nakamura, 1964; 一色, 1984)と、火山弾やスコリア等の粗粒物や溶岩を噴出する活動後に、主に火山灰を放出する降灰期の活動が長く続く場合が多い。

11月16日に始まった今回の噴火では火山灰を多く放出

し、また溶岩が堅坑状火孔から逆流し、火孔底の深度は深くなった。このような状況は三原山の活動が降灰期に移行したかの様にも思われる。

しかし、例えば地質調査所が伊豆大島で実施している地殻変動の観測結果によると、南東部の奥山第1及び第2の伸縮観測測線では、11月18日以降に伸張の傾向の変化が観測され、11月21日の9:11と10:11との観測時刻間にはこれらの測線の全観測点(17観測点)で観測開始以来最大の伸張の変化が観測された。この変化は、28-29日ころまで観測された(遠藤, 1987)。このような観測結果は、地下でマグマの圧力が増大していることを示している可能性がある。従って、伊豆大島火山の活動は必ずしも静穏化していないと考えられ、今後も伊豆大島火山の活動について観測結果を十分に見守る必要がある。

謝辞 現地調査にあたっては、東京大学地震研究所伊豆大島火山観測所、大島測候所、御神火茶屋の高木氏に御世話になった。(株)パスコには空中写真を掲載させていただいた。地質調査所の中野俊、宇都浩三、鎌田浩毅、奥村晃史の各氏には火山灰の分析等に協力していただいた。また特殊技術課の薄片係の方々には薄片を作成していただいた。曾屋龍典氏には本稿を読んでいただき多くの助言を受けた。以上の方々に感謝いたします。

文 献

- 遠藤秀典・釜井俊孝・角井朝昭(1987)伊豆大島火山1986年の噴火割れ目とその伸縮観測について、地質ニュース no. 392 p. 19-33
- 遠藤秀典(1987)伸縮観測結果—1987年11月18日以降に南東部に観測された地殻変動について、第185回 所内研究発表会講演要旨、地調月報(印刷中)
- 早川由起夫(1984)結晶法によるブリー—式降下軽石堆積物の総重量と総粒度組成の測定(講演要旨)火山 第2集 29 p. 307-308.
- 一色直記(1984)大島火山の歴史時代における活動記録地調月報 v. 35, p. 477-499.
- 風早康平(1987)山頂火山ガス観測結果、第185回 所内研究発表会講演要旨、地調月報(印刷中)
- 松葉谷治(1985)マグマから放出される揮発性成分の組成を規制する要因—噴火の化学的前駆現象を理解するための基礎的問題—火山 第2集 30 p. 197-210.
- 中野 俊・宇都浩三(1987)1987年11月16日の噴出物の岩石学的特徴と化学組成、第185回 所内研究発表会講演要旨、地調月報(印刷中)
- Nakamura, K. (1964) Volcano-stratigraphic study of Oshima Volcano, Izu. Bull. Earthq. Res. Inst., Univ Tokyo, vol. 42, p. 649-728.
- 小川康夫・高倉伸一・栗原保人・高田 亮(1987)伊豆大島における電磁探査結果—そくほう—第185回 所内研究発表会講演要旨、地調月報(印刷中)
- 横山 泉(1979)岩波地球科学講座7 火山 3, 3地表活動 p. 62-65.