

テフロクロロジーの手法に基づく 1986~1987 年 伊豆大島噴火の経緯と噴出物の特徴

遠藤邦彦*・千葉達朗*・谷口英嗣*・隅田まり*・太刀川茂樹*・
宮原智哉*・宇野リベカ*・宮地直道**

(1987年11月30日受付, 1988年5月2日受理)

Tephrochronological Study on the 1986-1987 Eruptions of Izu-Oshima Volcano, Japan

Kunihiko ENDO*, Tatsuro CHIBA*, Hidetsugu TANIGUCHI*,
Mari SUMITA*, Shigeki TACHIKAWA*, Tomoya MIYAHARA*,
Rebecca UNO* and Naomichi MIYAJI**

Sequences and products of the Izu-Oshima 1986-1987 eruptions which started on November 15, 1986, were investigated tephrochronologically. The results are summarized as follows:

1) Summit eruptions (Crater A)

During 15-20, Nov. 1986, Strombolian eruptions continued to make a lava lake from where lava flows spilt over and went down the slope of the central cone to the caldera floor (LA I~IV). Volcanic ash and scoria (TA-1~4) were dispersed to the eastern and western parts of the island.

On 21 Nov., a little after the beginning of the fissure eruption (Craters B), Strombolian eruptions were reactivated and ejected large volcanic bombs and scoria (TA-5) from Crater A.

On Dec. 18, 1986, small explosion occurred from the Crater A for three or four hours, ejecting a scoria fall (TA-6) and bomb. The level of the lava lake lowered about 5 meters.

On Nov. 16, 1987, a phreatic explosion occurred to break the crust of the lava lake, and the lava drained back to the deep on Nov. 18.

2) Fissure eruptions in the caldera floor (Craters B)

At 16:15, on Nov. 21, 1986, fissure eruptions (Craters B) started on the caldera floor and extended to the slope of the central cone. The eruptions became explosive one, generating lava fountains with the height of more than 1500 meters, with a high discharge rate of 8×10^6 ton/hour, producing pyroclastic cones and rootless (clastogenic) lava flows (LB I and III). Subplinian scoria falls were dispersed to west (TB-1) and east (TB-2). About 5 hours after the beginning, the activity waned to produce only volcanic ash (TB-3 and -6) and finer scoria falls (TB-4 and -5) and ceased on Nov. 23. A rheomorphic lava flow (LB II) occurred from the edge of the deformed cone on Nov. 23.

3) Fissure eruptions on the somma slope (Craters C)

At 17:45, on Nov. 21, 1986, fissure eruptions occurred on the somma slope, and produced two lava flows (LC I and II), scoria cones, and vesicular scoria falls (TC-1 and -3) from the 11 craters.

4) The 1986 eruptions ejected 0.053 km^3 , 7.9×10^7 tons of lava and pyroclasts from A, B and C craters (Table 4).

* 〒156 東京都世田谷区桜上水 3-25-40, 日本大学文理学部応用地学教室.

Department of Applied Earth Sciences, Nihon University: Sakura-jousui, Setagaya-ku, Tokyo 156, Japan.

** 〒305 つくば市観音台 3-1-1, 農業環境技術研究所。(現在, 北海道農業試験場)

Institute of Agricultural Environment and Technology: 3-1-1, Kannondai, Tsukuba-shi, Ibaragi 305, Japan.

I. はじめに

1986 年 11 月 15 日 17 時 25 分 (気象庁発表による), 伊豆大島 1986 年噴火は, 三原山山頂の中央火孔の南端, A 火口からのストロンボリ式噴火によって始まり, 中央火孔に溶岩湖を形成, 溢流した溶岩流はカルデラ床に達した. さらに 11 月 21 日には割れ目火口から爆発的な側噴火 (B, C 火口群) が発生したが, 同日中に衰え, 同 23 日には山頂噴火とともに終息した. 一方山頂噴火については, 12 月 18 日に A 火口の小規模な再活動が生じ, 1 年後の 1987 年 11 月 16 日には, 1986 年に形成された溶岩湖の部分から再び噴火した. 1986 年噴火では後述するように, 約 5300 万 t の溶岩流と約 2600 万 t の火砕物, 合わせて約 7900 万 t, 0.053 km^3 にのぼる噴出物を噴出した. しかし主として 1987 年 11 月の噴火で, 溶岩湖を埋めていた部分が陥没したため, 総噴出量の内, 約 2800 万 t がマグマ溜りへ戻っていったことになる. 本稿ではこの噴火の経緯と噴出物の層序, 分布, 噴出量について山頂噴火と側噴火の相違点を見ながら検討する.

なお, 本稿で述べる 1986~1987 年噴火噴出物の調査・分析については, 次の方々のご協力を頂き, また, 資料の提供を頂いた. 特に東京大学地震研究所荒牧重雄教授には現地調査や化学分析について便宜を図って頂いた. ここに記して厚くお礼を申し上げる.

噴火の経緯: 大島 治・小坂丈子, 1986 年 11 月 16~21 日調査: 早川由紀夫・川本素行・菅香世子・水谷のぞみ・橋本寿康・稲葉宏幸・伊藤昭彦・印牧もところ・小林勝巳・壺子一郎・中村省治・野村純一・岡部 顕・小野沢宏之・斎藤啓吾・斎藤秀幸・酒井由紀子・嵯峨茂美・坂本陽一・肉倉 真, 1986 年 11 月 22 日の周遊道路調査: 荒牧重雄・浅岡伸之・福岡孝昭・Harry Glicken・岩森 光・鎌田浩毅・金子隆之・小屋口剛博・中野 俊・小沢一仁・曾屋竜典・高田 亮・海野 進, 1986 年 12 月のカルデラ内調査: 藤井敏嗣・大島 治・鈴木正章・巽 好幸・宇井忠英, カルデラ内テフラ資料: 鈴木建夫, 層厚資料: 長岡正利, 化学分析: 荒牧重雄・山路 進・鈴木正章・石井輝秋, 諸情報: 下鶴大輔・渡辺秀文・山岡耕春, 11 月 21 日噴泉: 阿部勝征, 熱映像写真: 加藤洋一・中山裕則・山本寛行, 気象資料: 浅見幸宏.

本研究の経費の一部に文部省科学研究費を用いた.

II. 火口と噴出物の概要

1986 年山頂噴火の火口は三原山中央火孔の南端に

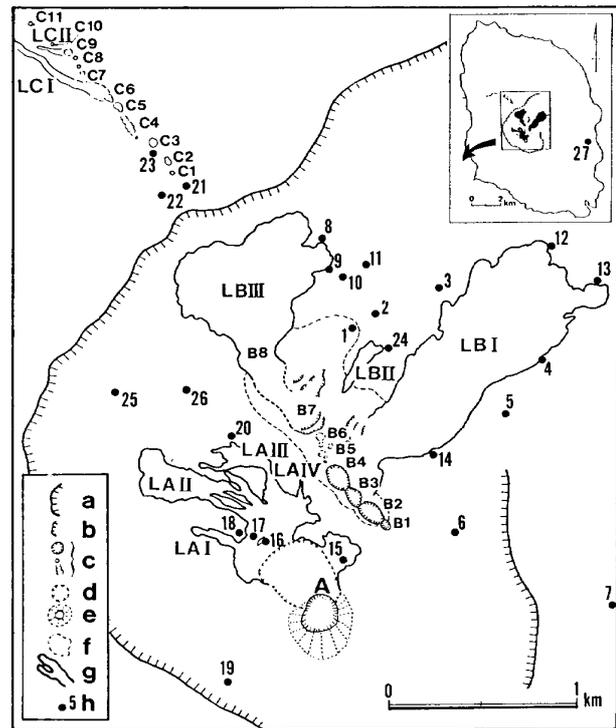


Fig. 1. Map showing distribution of craters (A, B1-B8 and C1-C11), lava flows (LA, LB and LC), and pyroclastic cones of Izu-Oshima 1986-7 eruption, and locality of columnar sections (Figs. 5, 6, 7, and 9). a: caldera rim, b: cliff, c: crater, d: lava lake, e, f: pyroclastic cone, g: lava flow, h: locality of columnar section in Figs. 5, 6, 7, and 9.

位置し, A 火口と名付けられた (Fig. 1). 一方, B1~B8 と名付けられた B 火口群の割れ目は, ミの字型雁行を示す 4 列の割れ目をなす (千葉, 1988). 阿部・高橋 (1987) は B 火口群の割れ目を F1~F4 に区分したが, F1 は B8, F2 は B7, F3 は B6, B5, F4 は B4, B3 に相当すると考えられる. C 火口群は C1~C11 と命名され, 杉の字型雁行を示す 5 列の割れ目に区別される (千葉, 1988). Fig. 1 には以上の火口から噴出した溶岩流と火砕丘の分布も示した.

1986 年噴火で放出された全テフラの等層厚線図を筆者らと荒牧重雄, 鈴木建夫ら大島総合観測班噴出物グループのデータに基づいて作成した (Fig. 2: 遠藤ほか, 1987a). 南から, A 火口から南西に向かうローブ, B 火口群から東に向かう大きなローブ, C 火口群から東北東へ向かう小さなローブが見分けられる. A 火口からのローブは滑り台付近で約 1 m の層厚を示し, その北西, および南東方では急速に層厚を減ずる. B 火口群のローブは, 割れ目火口群に直交し, 火砕丘

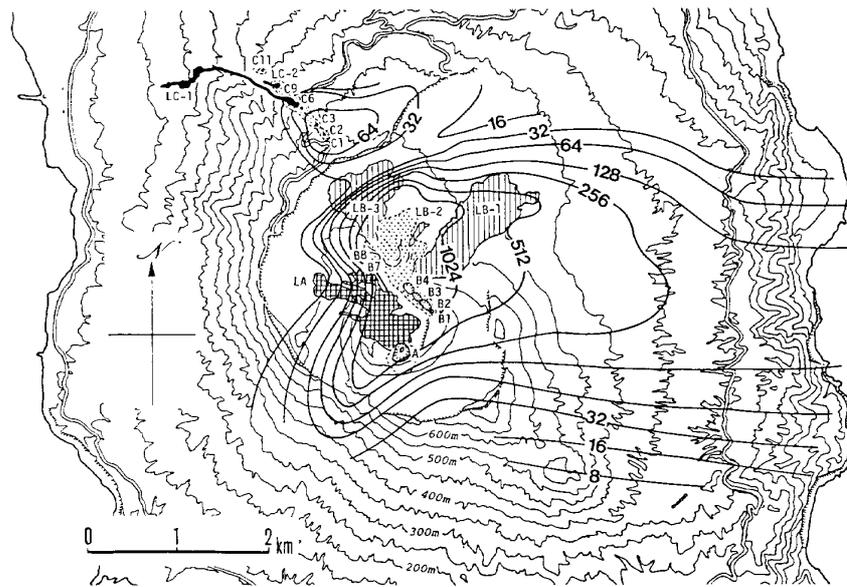


Fig. 2. Map showing isopach of the total tephras (mm) of the 1986 Izu-Oshima eruption and the distribution of lava flows (LA, LB, LC) and pyroclastic cones.

の膨みと並行して北東方向に広がる複数のローブと、割れ目火口の上空から東方へ遠方まで伸びる大きなローブとの合成を示す。C火口群のローブはC2~C3火口付近を中心に主として東北東に伸び、また南西方にも膨らむ分布を示す。

III. 山頂噴火の経緯と噴出物

Table 1 に三原山山頂A火口からの噴火の経緯と噴出されたテフラを示した。以下に 1986 年と 1987 年に分けて説明する。

1) 1986 年 11~12 月の山頂噴火

溶岩湖の形成と溢流

11 月 15 日に始まった A 火口からの溶岩噴泉から落下した噴出物は、噴火前の深さ約 230 m (最深部標高 452 m)、直径約 300 m の三原山中央火孔を満たして溶岩湖を形成した。溶岩湖のレベルは急速に上昇し、11 月 17 日 17 時には標高 660 m に達した。18 日早朝には旧中央火孔域から“A テラス”へ溶岩流が溢流を開始しており、時速 10~15 m で平坦部を流動した。19 日 10 時には溶岩流は三原山の斜面を下り始め、さらに数条に分かれて、カルデラ床に達した (これらは LA I~LA IV と名付けられた)。この流下の過程を Fig. 3 に示す。各溶岩流は、20 日にはわずかに移動を続けた後、最終的な位置に達した。21 日には全く動きが認められなかった。

A 火口からのテフラ

山頂噴火の活発な溶岩噴泉は、15 日より 17 日にか

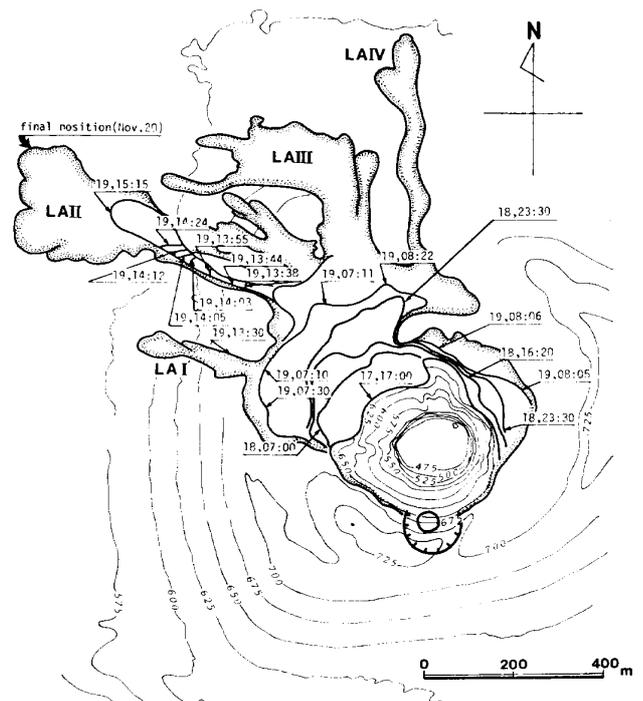


Fig. 3. Isochron map showing the maximum extent of lava flows (LA I~LA IV) spilt over the lava lake which formed by the activity of A crater, Miharayama central cone, during Nov. 15-20, 1986. Figures: date and time observed.

けて、周囲に Pele's hair (火山毛) に富む火山灰を降下させた。15 日~16 日未明には東南東へ、16 日午後には南西へ、16 日夜~17 日朝には東へ、それぞれ海岸部まで達した。Pele's hair は特に初期のものに多

Table 1. Activities of the summit eruptions at the A crater during the 1986-1987 Izu-Oshima eruption.

日 時 (Date)	噴火の経緯 (Sequence of eruptions)	テフラ名 (Tephra name)
1986 年		
11 月 15 日 17 時 25 分 Nov. 15, 17:25	A 火口より噴火開始*, 溶岩噴泉上げる. Start of the eruption from A crater.* Active lava fountains. 東方へ火山灰 (Pele's hair) 降下. Ash rich in Pele's hair dispersed to E.	TA-1
11 月 16 日 Nov. 16	溶岩噴泉続く, 溶岩湖形成, 南西方へ火山灰 (Pele's hair) 降下. Lava fountains continued, making a lava lake. Pele's hair-rich ash fall in SW island.	TA-2
11 月 17 日 Nov. 17	溶岩噴泉継続, 溶岩湖のレベル上昇 (17 時, 660 m). 東へ火山灰降下, その後, 周囲にスコリア降下. Active fountaining, rising of lava lake level (17:00, 660 m). Ash fall in E island, then scoria fall in proximal area.	TA-3
11 月 18 日 Nov. 18	溶岩噴泉続き, 溶岩湖から溶岩溢流開始 (早朝). 周囲にスコリア降下, バブル型噴泉増え始める. Lava flow spilt from lava lake (early morning). Scoria fall in proximal area, bubble-bursting begun to increase.	TA-4
11 月 19 日 Nov. 19	溶岩流三原山斜面を流下開始 (10 時), カルデラ床に達する (15 時頃), 周囲にスコリア降下. Lava flow (LA) begun to descend slope of Central cone (10:00), reached to caldera floor (15:00), scoria fall in proximal area.	TA-4
11 月 20 日 Nov. 20	溶岩流やや前進, スコリア降下極めて間欠的. LA moved a little. Scoria fell very intermittently.	TA-4
11 月 21 日 14 時頃迄 Nov. 21, up to 14:00	火山弾放出間欠的だが飛翔力増す, 光環現象多発. Bombing became to be active intermittently. Shock waves observed frequently.	TA-4
11 月 21 日 16 時 45 分頃 Nov. 21, ca 16:45	B 火口型の噴火開始に引続き, A 火口噴火再開. バブル型, 花火型溶岩噴泉活発化. After short quiescence, fountains from A were reactivated.	TA-5
11 月 22 日 3 時頃 Nov. 22, ca 3:00	溶岩噴泉終了している. Lava fountain not observed.	
11 月 22 日 14 時 5~20 分 Nov. 22, 14:05-20	爆発音と空振*. Bursting (only sound) and shock wave*.	
11 月 23 日 6 時 55 分~ Nov. 23, 6:55-	爆発活動*. Bursting*.	
11 月 23 日 9 時 43 分 Nov. 23, 9:43-	この爆発を最後に沈静化*. Final bursting in this stage*.	
12 月 18 日 17 時 30 分頃 Dec. 18, ca 17:30	A 火口より小規模噴火再開*, 2~3 時間後に沈静化*, 周囲に火山弾・スコリア降下, 溶岩湖のレベルやや低下 (数 m). Small eruption from A crater reopened and continued about 2-3 hours*. Scoria and bombs fell around the crater. Level of the lava lake sank about a few meters.	TA-6
1987 年		
11 月 16 日 10 時 47 分 Nov. 16, 10:47	山頂溶岩湖部よりガス爆発, 噴煙 4300 m. 噴石, スコリア, 火山豆石, 火山灰を周囲に放出. Gas explosion from the lava lake, eruptive cloud 4300 m high. Scoria and bombs fell in the proximal area. Ash and accretionary lapilli were dispersed to ESE-ES.	TA-7
11 月 18 日 3 時 29 分 Nov. 18, 3:29	溶岩湖陥没, ガス突出, 黒煙 1600 m, 赤紫色火山灰降下 (野増へ). Level of the lava lake fell down, reddish ash fell to W.	TA-8

Table 1. Continued.

日 時 (Date)	噴火の経緯 (Sequence of eruptions)	テフラ名 (Tephra name)
7時頃 ca 7:00	小陥没 or 崩落, 赤紫色火山灰降下 (野増へ). Small collapse, ash fall to W.	TA-9
10時 04分	ガス突出, 18日の陥没の深さ計約 160 m に達す. 黒煙 2400 m, 赤紫色火山灰降下 (元町へ).	TA-10
10:04	Collapse occurred. Lake level lowerd about 160 m totally. Eruptive cloud 2400 m high, reddish ash fall to WNW.	
11月19日 14時 50分頃 Nov. 19, ca 14:50	東方へ淡褐色火山灰降下. Brownish ash fall to E.	

* 気象庁地震火山部 (1987) による.
After Japan Meteorological Agency (1987).

く, また, 長いもの (最長 11 cm) が保存されていた. 17 日以後は, A 火口から放出されるテフラは極めて発泡のよい *reticulite* 状のスコリアに変わり, 遠方には到達せず, 火口近傍にのみ堆積した. さらに, 18, 19 日には断続する噴泉から粗粒な黒色スコリアが近傍に落下したが, 噴泉の時間的間隔は広がってきた. 18 日には *bubble fountaining* が目立つようになり, マグマの粘性が増す傾向にあった. 20 日には噴火はかなり衰え, 小山ほか (1987) によると 1~2 時間おきの間欠的爆発となった.

11 月 21 日午前の A 火口は, 光環現象を多発し, 間欠的な爆発により火山弾を放出したが, その飛翔力はカルデラ床に到達するほどに増した. 16 時 15 分の B 火口群の開口に約 30~40 分程遅れて A 火口も打ち上げ花火的な間欠的噴泉活動を活発に再開した. この噴火で火山弾とスコリアが山頂部からカルデラ床にまで放出された. A 火口の活動は 20 時前後も同様であったが, 22 時 15 分頃やや衰えを見せ, 22 日 3 時頃には一旦終息したが, 気象庁地震火山部 (1987) によると, 22 日 14 時 05 分~20 分の間頻繁に爆発音と空振が, 23 日には 6 時 55 分から爆発活動が観測されたほか, 散発的噴火が認められ, 23 日 9 時 43 分の爆発を最後に終息した.

A 火口は 12 月 18 日 17 時 30 分頃, 小規模に活動を再開したが, 数時間後に活動を終了した (気象庁地震火山部, 1987). この噴火でスコリアとともに火山弾が山頂部からカルデラ床まで放出されたが, その分布は写真判読によって推定されている (千葉, 1988).

テフラ層序

A 火口に由来するテフラの層序は, 主として山頂部における噴火時および噴火後の調査に基づいて, TA-

1~TA-6 の 6 層に区分された (遠藤ほか, 1987b). その噴火の経緯との関係を Table 1 に示す. TA-1, TA-2 はそれぞれ 11 月 15 日夜に東海岸へ, および 16 日午後~夜に南西海岸へ降下した火山灰で, 共に *Pele's hair* に富むものである. 火口の周囲では発泡のよい黒色スコリアを混じえている. 同種の火山灰は 17 日早朝にかけて, 再び東海岸に降下した. その後は, A 火口からの火山灰の噴出は見られず, 火口の周囲に発泡のよいスコリアが放出された. そのうち 17 日に降下したスコリアは, 半透明の暗灰~鉛色で, 極めて発泡がよい, *reticulite* 状のものを主とし, 黒色スコリアを混じえる (TA-3). この層は明瞭であり, 噴火後の調査で層序区分の基準となった. 18 日~21 日昼にかけて降下した黒色スコリアは区分できないため TA-4 として一括した. Fig. 4 には, 17 日に調査された東海岸の TA-1 と TA-2, 16 日に調査された西海岸の TA-2, 17 あるいは 18 日までに山頂部に堆積したスコリア・火山灰 (TA-1~TA-4), および 21 日にカルデラ床で調査されたスコリア (この範囲には 19 日以後はスコリアの降下がなかったため TA-4 まで) についての単位面積当り堆積重量の分布を示した. すなわち, この図は A 火口から噴出したテフラの 18 日までの積算値の分布を示している. 21 日夕刻からの噴出物は粗大な火山弾と黒色スコリア (TA-5) で, 火山弾の多くは層位的に後述する TB-2 と TB-3 の間にある. 12 月 18 日の黒色スコリア (TA-6) は表層にあり, その下位には風による再堆積火山灰層があるため明瞭に区別できる. Fig. 5 は, TA-1, 2, TA-3 など特徴的な層準を鍵層として噴火中に調査された柱状図 (No. 15~18) と噴火後のそれを対比したものである.

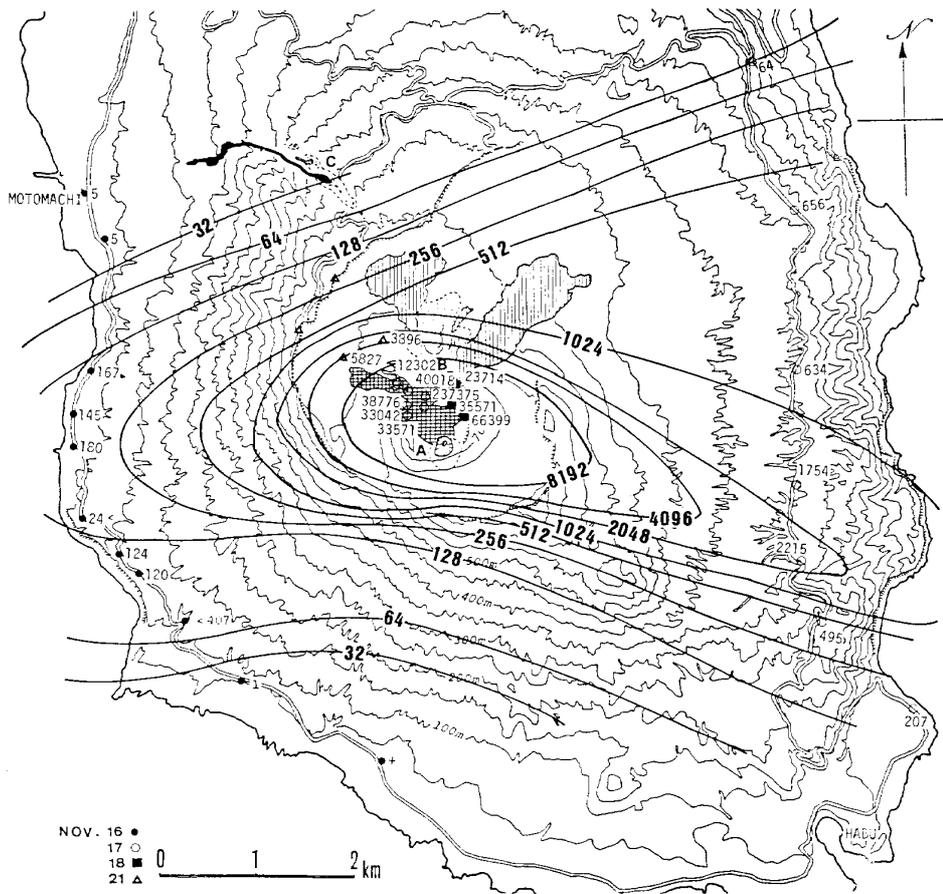


Fig. 4. Isopleth map of tephrae ejected from the summit A crater; ash falls (Pele's hair) of Nov. 15-17 in the distal area in the island, and scoria falls of Nov. 17-21 in the proximal area (unit: g/m^2 , symbol: date surveyed).

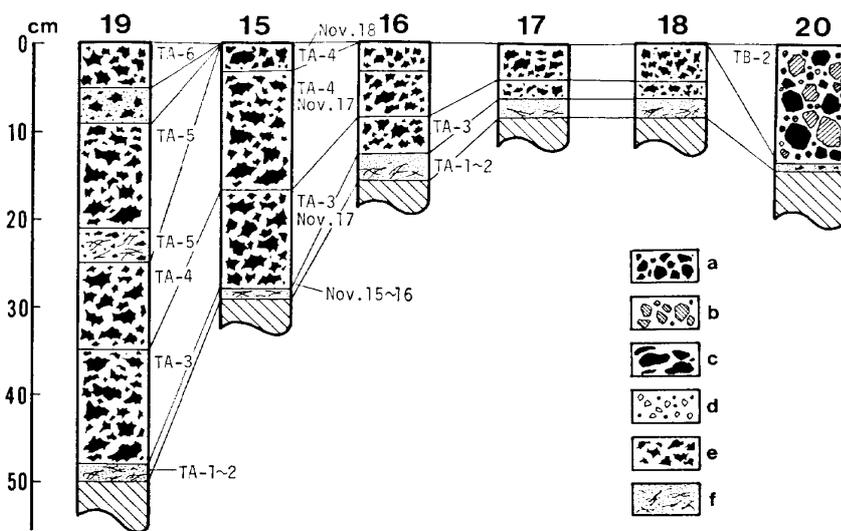


Fig. 5. Columnar sections showing the tephra sequences produced by summit eruptions from A crater (symbol as in Fig. 7; localities shown in Fig. 1). a. black scoria, b. reddish brown scoria, c. volcanic bomb, d. lithic fragment, e. strongly vesiculated scoria, f. Pele's hair and volcanic ash (sand-size).

2) 1987年11月の山頂噴火

A火口からの1986年噴火の開始から1年後の、1987年11月16日に噴火が再開された。同日午前10時47分、強い衝撃をともなって、1986年噴火で形成された溶岩湖の固結した表面が吹き飛ばされ、同時に溶岩湖は約25m陥没を起こした。この噴火により、少量のマグマが降下スコリア・火山弾として噴出したほか、火山豆石に富む細粒火山灰と赤褐色粗粒火山灰が島の東～東南部に降下した(TA-7)。これらの内、剥片状のスコリアの化学組成は、 SiO_2 52.5 wt%で、1986年噴火A火口噴出物のそれと一致する(分析は東大地震研XRFによる)。11月18日には溶岩湖はさらに陥没をおこし推定約160mの深さとなり、A火口側を含め陥没地形は拡大された。この陥没は同日3時29分、7時前後、10時04分の主として3回にわたって起こり、それぞれ赤褐色の火山灰を野増や元町方面に降下させた(TA-8, TA-9, TA-10)。この過程で中央火孔を埋めていた1986年噴出の溶岩湖充填物(高温の液体、マグマ)は、崩落物質とともにマグマ溜りの方向に戻っていったものと思われる。このきっかけを与えたものと考えられる16日の噴火は、溶岩湖表層をつくる固結部(クラスト)の下に集積したガスの圧力が増大したことに基づく水蒸気性の爆発で、その衝撃波は関東南部で広く観測された。この時の噴出物の特徴として、クラストの巨大な破片、その破砕物である赤褐色火山灰、この爆発によってマグマの表層から薄く剥がされて生じたと思われる剥片状スコリアや折畳むように曲げられた火山弾、非常に細粒な灰白色火山灰よりなる火山豆石などが含まれることがあげられる。1987年噴火の詳細については改めて論ずる予定である。

IV. 割れ目噴火(B・C火口群)の経緯と噴出物

割れ目噴火を生じた1986年11月21日の噴火の経緯をTables 2, 3に示す。以下B, C火口群に分けて述べる。

1) B火口群

経緯

1986年11月21日15時頃より山頂噴火は途絶え、静穏となった。15時50分頃三原山登山遊歩道北側のカルデラ床にヘアークラックが発生しているのが発見された。16時15分三原山北西方のカルデラ床より突然白煙が上がり、すぐに続いて黒煙が上がった。およそ5~10秒をおいてその200m程南東より白煙、つ

づいて黒煙が上がった。それぞれ割れ目火口に発達(B8, B7割れ目火口)し、割れ目の南西側に黒煙・白煙を伴って、溶岩噴泉を吹き上げた。上空に上がった噴煙は西風により東方へ流された。噴火の初期、地表近くでは上空とは逆に東風が割れ目火口北端を反時計回りに巻くように吹き、白煙(蒸気)が割れ目火口北部の周囲から西側に流れた。北側からは黒煙・白煙が西側に流されたため溶岩噴泉がきれいに見えた。この風により噴火初期にカルデラ床西側の登山遊歩道付近にまでスコリアが降下した。割れ目噴火初期の経緯を解析した阿部・高橋(1987)によると、16時27分さらに南寄り火口が開いた(B5-B6火口に相当する)。16時40分には山体斜面で火口が開き(B4火口に相当すると考えられる)、16時52分には斜面中腹に火口が(B3火口に相当すると考えられる)開いた。B5-6火口とB3-4火口とはB7-8の割れ目火口とそれぞれミの字型にやや雁行し、各々独立した火口から溶岩噴泉を高く吹き上げた。

噴火開始約30分後には噴泉は急激に高く上がり、噴泉活動の最盛期に向かった。阿部・高橋(1987)によれば17時頃の溶岩噴泉の最高高度は1600mを越えたという。17時前後からが噴泉活動の最盛期に当たると考えられ、粗粒なスコリアや火山弾を周囲から東方遠方へ降下させるとともに、B4-5火口を中心に1000万t級の大規模な溶岩流(LB I)を東方へ、B8火口を中心にやはり1000万t級の溶岩流(LB III)を北方へ流下させた(Fig. 1)。

活発な溶岩噴泉が17時を過ぎても継続した。日没後のビデオ(NHK)によると、割れ目火口北部から斜めに勢いよく噴出する噴泉が認められた。このB8火口付近から北東への斜めの噴泉は、B8火口付近から北東へ発達する火砕丘の形成に寄与したと思われる(大島治氏、中村一明氏との議論による)。噴火約1時間後のビデオ(NHK)には溶岩流(LB III)が北へ流下し、溶岩噴泉から割れ目火口付近に火山弾・粗粒スコリアが急速に集積しているのが認められる。

B火口群の噴泉も21時頃まで続いた後衰え、あるいは間欠的となり、22時過ぎには黒煙に置き変わった。この変化は後述するように、テフラがスコリアから火山灰に変わったことと対応するものと考えられ、23時頭から房総半島館山などで火山灰の降下が観測されたことと符号する。22日1時40分には同じく勝浦で火山灰の降下が確認されていることから、火山灰の放出は少なくとも3時間以上続いたものと推定さ

Table 2. Activities of the fissure eruptions at the B craters during the 1986 Izu-Oshima eruption.

日 時 (Date)	噴火の経緯 (Sequence of the eruptions)	テフラ名 (Tephra name)
1986 年		
11 月 21 日 15 時 50 分頃 Nov. 21, ca 15:50	遊歩道北カルデラ床にヘアークラック発見。 Hair cracks were found on the NW caldera floor.	
11 月 21 日 16 時 15 分 Nov. 21, 16:15	三原山北方カルデラ床より白煙, 続いて黒煙上がる (B8 火口)。 Small, white and black clouds rose on the NW caldera floor (Opening of B8 fissure).	
11 月 21 日 16 時 15 分 Nov. 21, 16:15	200 m 南東より 2 つ目の白煙, 続いて黒煙上がる (B7 火口)。 Second clouds rose 200 m SE of the first one (Opening of B7 fissure).	
11 月 21 日 16 時 20 分 Nov. 21, 16:20	B8~B7 火口割れ目火口に発達, 溶岩噴泉活発, fire curtain をなす。 反時計回りの上昇風発生, スコリア周囲に降下。 Active lava fountains from B8 and B7 fissures. Scoria fell in the proximal area through anticlockwise wind.	TB-1
11 月 21 日 16 時 27 分 Nov. 21, 16:27	B7 の南側に火口開く (B5-6), 溶岩噴泉上げる。 B5-6 craters opened south of B7, issuing lava fountains.	TB-1
11 月 21 日 16 時 40 分 Nov. 21, 16:40	三原山の麓に B4 火口開き, 溶岩噴泉上げる。全体に溶岩噴泉活発化。 B4 crater opened on N slope of Central Cone, blowing up lava fountains. Fountaining of each crater became active.	
11 月 21 日 16 時 52 分 Nov. 21, 16:52	剣ヶ峰斜面に B3 火口開く, 溶岩噴泉上げる。 B3 crater opened at the upper slope of C.C., issuing fountains.	TB-2
11 月 21 日 17 時前後~ Nov. 21, ca 17:00	溶岩噴泉最盛期, 高度 1600 m 以上に達す。溶岩流 (LB I, LB III) 流下。 B8 火口付近から斜め北東方に溶岩噴泉。スコリア・火山弾東へ。 Climax of the B fissure eruption. Fountains were higher than 1600 m. Lava (LB I, LB III) flowed to E and N. Oblique fountains from B8 were observed. Scoria and bombs were dispersed to E.	TB-2 TB-2
11 月 21 日 22 時頃 Nov. 21, ca 22:00	B の噴煙黒煙に変わる, 火山灰降下。 Dark, ash-laden cloud rose from B3-B2 craters. Ash fall to E.	TB-3
11 月 21 日 23 時 Nov. 21, ca 23:00	房総半島館山に火山灰降下。 Ash falls in Tateyama, Boso Peninsula.	TB-3
11 月 22 日 1 時 40 分 Nov. 22, 1:40	房総半島勝浦に火山灰降下。 Ash falls in Katsu-ura, Boso Peninsula.	TB-3
11 月 22 日 早暁 Nov. 22, before 6:00	発泡のよいスコリア, B 火口東方近傍に降下。 Vesicular scoria fell east of B fissures.	TB-4
11 月 22 日 早暁 Nov. 22, before 6:00	発泡のよい皿状スコリア, B 火口東方近傍に降下。 Vesicular, platy scoria fell east of B fissures.	TB-5
11 月 22 日 6 時頃より Nov. 22, ca 6:00~	灰色噴煙 B3 火口より東へ, 細粒火山灰降下。 Very fine ash fell from low, gray ash-laden cloud from B3.	TB-6
11 月 22 日 午後 Nov. 22, afternoon	B3 火口より東方へ細粒火山灰の降下続く。 Very fine ash continued to fall to E from B3.	TB-6
11 月 23 日 12 時過ぎ Nov. 23, ca 2:00	B7 脇のスコリア丘から 2 次溶岩流 (LB II) 流下。 A rheomorphic lava flow, LB II, emitted from the eastern slope of the B7 scoria cone.	

れる。アが降下しているが, その噴煙柱は確認されていない。
堆積物の層序から, 房総に降下した火山灰と, 早朝 22 日 6 時頃から, B3 火口より東方へ灰色の噴煙が
の細粒火山灰の降下の際に, 2 種の発泡のよいスコリア 低く垂れこむように静かに流れ出ており, またこの噴

Table 3. Activities of the fissure eruptions at the C craters during the 1986 Izu-Oshima eruption.

日 時 (Date)	噴火の経緯 (Sequence of the eruption)	テフラ名 (Tephra name)
1986 年		
11月21日 17時45分	外輪山斜面に C 火口群南部 (C2-C3 付近) が開口, 噴煙上がり, 溶岩噴泉活動始まる. 15 分位で C1-C6 に広がり, fire curtain をなす.	TC-1
Nov. 21, 17:45	C2-C3 craters opened on the somma slope. Fire curtain extended to C1-C6 within 15 min.	
11月21日 18時頃	C6 火口より溶岩流 (LC I) 流下始める.	
Nov. 21, ca 18:00	Lava flow (LC I) from C6 started to go down the slope.	
11月21日 18時58分	C7-C11 火口開く, 活発な溶岩噴泉.	TC-2 (?)
Nov. 21, 18:58	C7-C11 craters opened, issuing active fountains.	
11月21日 19時20分頃	C 火口群噴火最盛期.	TC-3
Nov. 21, ca 19:20	Climax of the C fissure eruption.	
11月21日 19時25分	C1-C6 火口突然溶岩噴泉活動停止.	
Nov. 21, 19:25	Lava fountains from C1-C6 ceased abruptly.	
11月21日 19時35分	C9, C11 のみ活動, C9 から小規模溶岩流 (LC II) 流下.	
Nov. 21, 19:35	Only C9 and C11 were active. Lava flow (LC II) emitted from C9.	
11月21日 21時頃	C 火口群の活動ほぼ終了.	
Nov. 21, ca 21:00	Eruptions from the C fissures ceased.	
11月21日 24時頃	LC I ほぼ止まる.	
Nov. 21, ca 24:00	LC I came almost to a stop.	

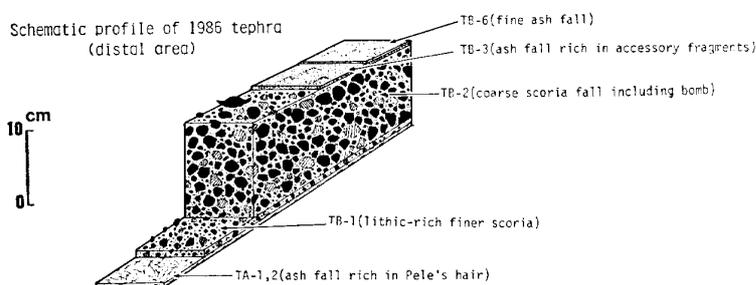


Fig. 6. Typical columnar section showing the tephra sequences observed on Nov. 22, 1986, on the road (Loc. 27 in Fig. 1) along the eastern coast of the Island (symbol as in Fig. 5).

煙から灰白色の火山灰が降下しているのが確認されている (大島 治氏の談話による)。この火山灰は非常に細粒なもので、22 日午後まで東海岸でも降下しているのが確認された。23 日には各火口とも静穏となり小規模な噴気が観察されている。しかし、LB II と名付けられたレオモルフィック溶岩流 (Rheomorphic lava flow: 千葉ほか, 1988) が、12 時以前に B7 火口脇のスコリア丘の東斜面を突き破り、12 時過ぎには北北東方向へ流下するのが確認されている (小坂丈予氏談話による)。

テフラの層序と分布

1986 年噴火のテフラについては、多数の地点でピットを掘り、その層序を検討した。本来 B 火口群に由来するテフラの層序は B1~B8 の火口毎に分けられるべきものであるが、溶岩噴泉の推移に伴ない各火口と

もほぼ共通した特徴を持つテフラを放出しているため、B 火口群全体に共通な層序区分を行った。

B 火口に由来するテフラの層序は TB-1~TB-6 の 6 層に分けられた (遠藤ほか, 1987b)。その噴火との関連を Table 2 に示す。それらの層位関係は、11 月 22 日に東海岸周遊道路上で行われた噴出物調査で得られた標準層序 (Fig. 6) および、12 月 3 日以後の調査による B 割れ目火口から東に約 1 km 離れた北北西-南南東に走る線上での標準層序 (Fig. 7) に基づく、各断面の最下部には A 火口に由来する TA-1, -2, -3 の Pele's hair を含む火山灰層が認められる。これを覆って、B 火口に由来するスコリアや火山灰層が厚く認められる。

TB-1 は、B 火口群の最初の噴出物で、比較的細粒な黒色スコリアからなり、一般に旧地表を薄く覆う

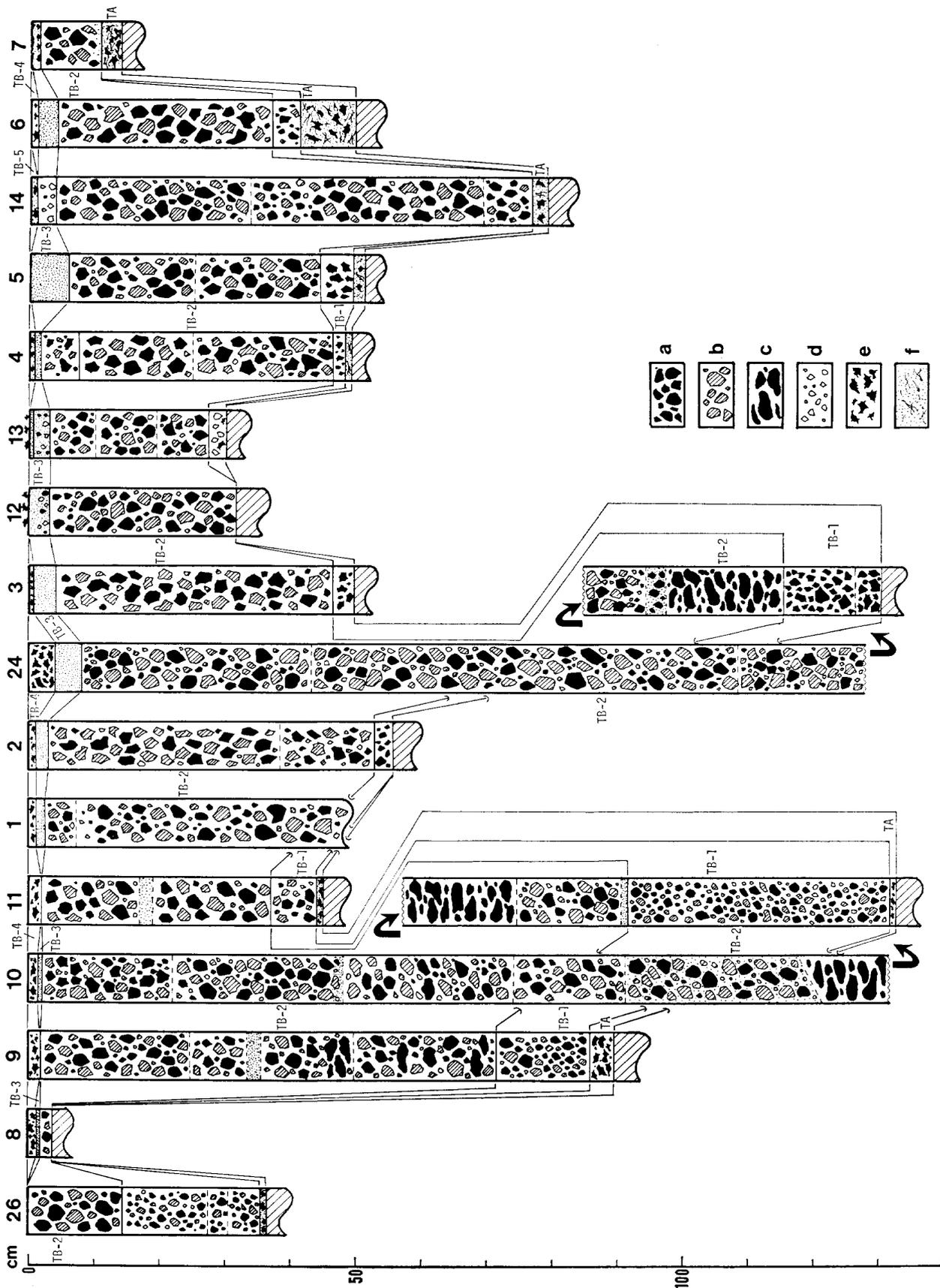


Fig. 7. Columnar sections showing the tephra sequences produced by fissure eruptions from the B craters (localities shown in Fig. 1). a. black scoria, b. reddish brown scoria, c. lithic bomb, d. volcanic bomb, e. strongly vesiculated scoria, f. sand-size volcanic ash (sand-size).

TA-1~3 のスコリア層を厚さ数 cm~数 10 cm で覆い、粗粒で厚い赤褐色スコリア層 (TB-2) に覆われる。筆者らは噴火開始時に B 火口群の北西側カルデラ内で調査中であったため、Loc. 25 (Fig. 1) で、16 時 20~25 分頃、落下し始めた比較的細粒で発泡のよいスコリアを採取した。このスコリアの化学組成は、後述のように SiO_2 57 wt% を示した。後の調査でこのスコリアが TB-1 に当たることが判明した。この間地表付近には東から西に回り込む風が吹いており、TB-1 はこの風のために西側に張り出して分布する (Fig. 8-a)。この反時計回りの東風は噴火開始後 20~30 分で、西風に変わったことから、溶岩噴泉の上昇に関連して発生した局地風の可能性が強い。この風の影響で、B8 火口の西側 (Loc. 26) では TB-1 が厚く、これを覆うスコリア層は TB-1 よりずっと薄くなっている。一方、B 火口群の東側では TB-2 は極めて厚いのにに対し、TB-1 は薄く B 火口群から 1 km 以遠にはほとんど到達していない。このように TB-1 は、東風が吹いていた、溶岩噴泉が急に著しくなるまでの、噴火開始後 25~30 分間の噴出物と推定される。B 火口群の北東側でも TB-1 は厚く認められる (B8 火口の東 0.5 km で最大 40 cm) が、ここではやや粗粒な黒色スコリアとなっており、TB-1 末期のものと思われる (その SiO_2 含有量は約 55 wt%)。

TB-2 は B 火口群の噴出物の主体を占める赤黒色スコリア層で、中下部に粗粒スコリア・火山弾の集中する層準があり、TB-2 の厚さが 2 m を越すとしばしば接点で弱溶結するほか、上部にも粗大な火山弾を含む。これは B3~B8 火口からの著しい溶岩噴泉からもたらされたもので、とくに 17 時頃から 19 時頃の最盛期に速い速度で集積した。B 火口群の北部 (B8) から低い角度で噴泉が北東へ飛び落下しているのがビデオ等に捕えられているが、粗大な発泡した火山弾が B8 火口の北東に著しく多いのはこのためである。こうした粗粒な火山弾・スパッター・スコリアは B 火口列の主として東側に集積して、最大層厚 40~50 m の火砕丘 (スパッターランパート) と、その北東に伸びるローブを形成した。後述するように、B3~B6 火口の東側に落下したスパッター・スコリアはアグルティネイト化し、急斜面であるため北東方向へ流下し LB I となった。B7, B8 火口から北西には同様に火砕丘の断片を乗せて LB III が流下した。一方、上空に吹き上げられたスコリアは上層の強い西風によって東方に遠方まで運搬され、東に長く伸びるローブを形成した

(Fig. 8-b)。気象観測衛星「ひまわり」の 11 月 21 日 18 時の赤外面像では、極めて明瞭な噴煙が真っ直ぐ東方に約 200 km 伸びている。同 21 時の画像では東~東南東に 500 km ほど伸びているが輝度は低く広がり狭い噴煙となっており、既に噴火が衰えたことを示している (豊田ほか, 1986)。21 時の高層気象データによると、秒速 88 m という非常に高速のジェット気流が丁度大島上空、高度 11000~12000 を東方へ向っていた。噴煙はこの高度に到達し、ジェット気流に乗って東へ運搬された (遠藤ほか, 1987c)。富士山レーダーにより 18 時に高さ 10~21 km の噴煙が捉えられているが、富士山測候所の目視観測でも、16 時 40 分には圏界面に達したと推定されている (気象庁地震火山部, 1987)。

TB-3 は黒色火山灰層で、砂粒大の火山灰に細粒スコリアを混じえ、類質物質の赤色細粒スコリアをかなり含んでいる。TB-3 を噴出した火口を決定する直接的証拠はないが、以下の点から、主に B2 火口、一部 B1 火口と推定した。TB-3 は B1, B2, B3 火口付近、特に B2 火口付近で厚くなること (Fig. 8-c; 同図には B6, B7 火口近傍で認められた火山灰質岩片・スコリア層を含めているが、これらの地点を除くと B2 付近に中心が見えてくる。したがって火山灰質岩片・スコリア層は火口を異にする可能性が強い)。B2 火口の壁面には以前の噴火による成層した火山灰層が厚く露出し、円筒型の形態をもつ B2 火口から相当量の類質物質が失われたこと、B2 火口から溶岩噴泉が上がった証拠が火口周辺に認められないことなど、B2 火口は B1 火口とともに、マグマ頭位が低下し、他の火口の口が fall back や drain back の物質やアグルティネイト化によって流動し始めた溶岩流でふさがれた後に、主としてガスの出口として割れ目の最上部に形成されたものと考えるのが妥当と思われる。B 火口列の溶岩噴泉が下火になった後で観察された黒煙がこれに相当するものであろう。ほぼ東方に伸びる分布を示すが (Fig. 8-c)、類質細粒スコリアに富むなど、類似した性質を示す火山灰が房総半島に降下していることから、洋上で北東方向へ流されたものと推定される。気象観測衛星「ノア」の 11 月 22 日午前 3 時 42 分の画像では、噴煙が房総半島の南岸沖を迂回するように流れ銚子沖まで達している (豊田ほか, 1986)。以上の様に本層は、マグマ頭位の低下に伴う噴火の衰退期の、主として B2 火口に由来する噴出物と思われる。

TB-4, TB-5 は発泡のよい、小規模な灰色スコリア

層で、LBI の周囲で地表に薄層をなす (TB-4), あるいは散在する (TB-5). それらの分布範囲を Fig. 8-d に示す. TB-4 のスコリアは細粒で、銀灰色を呈する. TB-5 は比較的粗粒な皿状・薄片状の形態を特徴的に示すスコリアで、TB-4 を散在的に覆う. 噴火末期にマグマが絞り出されたものであろう.

TB-6 は灰白色細粒火山灰で、11 月 22 日の早朝から、B3 火口より東方へほぼ LBI の南縁に沿って垂れ込めるように噴出するのが確認された灰白色の噴煙に由来する. ほぼこの 1 日を掛けて、静かに降り積もったもので、22 日午後には東海岸周遊道路沿いに噴出物調査を行った総合観測班噴出物グループによって、白色細粒火山灰が降下しつつあり、最表層に極めて薄い層を形成するのが確認された. 周遊道路沿いでは黒崎方面に比較的厚く認められたので、運搬過程で南よりに拡散されたものと思われる. しかし、極めて細粒で軽く、表層を極く薄く覆っただけであったため、降雨や風によって洗い流され、詳細な分布は不明となった. しかし、後の調査により、B3 火口の内壁に厚くこびり付くように認められたこと、B3 火口から 2 km 以内の部分では、雨や風で洗い流された細粒火山灰が表層の火山弾やスコリアの下面や側面に付着していたり、その風影に吹寄せられているのが確認されたこと、22 日までの表層の状態を映像として捉えた 11 月 23 日午前国際航業撮影の空中写真に灰白色火山灰の降灰範囲が明瞭に示されることなどから、Fig. 8-d のような降灰分布図が作成された. その構成物を鏡下で見ると、他の噴出物と異なり、殆ど岩片の粉末からなり、本質物質を殆ど含まない. マグマ頭位が十分に低下した終末的段階での噴出物である.

2) C 火口群

B 火口群の溶岩噴泉が続く同日 17 時 45 分頃、突然 C 火口群南部が開口した (Table 3). C2, C3 付近から噴煙が立ち登った後、溶岩噴泉活動が始まった. 5 分位の内に C1~C6 火口が開き、fire curtain をなした. 18 時頃 C6 火口より溶岩流 (LCI) が流下し始めた. LCI は勢いよく沢沿いに下ったが、19 時頃標高 170 m 付近に達し、速度を落した. 18 時 58 分、C8~C11 火口が開き、活発な溶岩噴泉を上げ始めた. 19 時 20 分頃が C 火口群の噴火最盛期で、各火口が噴泉を噴き上げた. 19 時 25 分に C1~C7 火口は突然活動を中止した. 19 時 35 分には C 火口群の活動は北部の C9 と C11 に限定され、C9 からは小規模な溶岩流が流下した (LCII). 21 時頃 C 火口群の

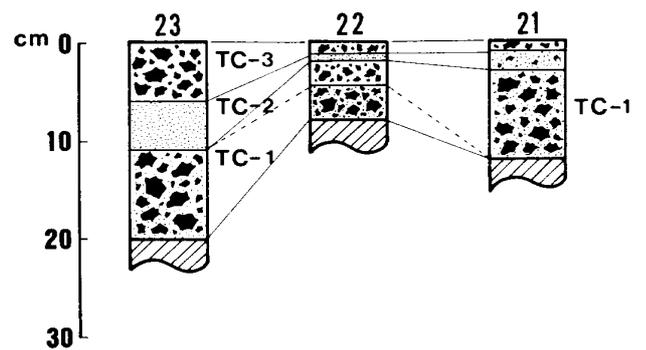


Fig. 9. Columnar sections showing the tephra sequences produced by fissure eruptions from the C craters (symbol as in Fig. 7; localities shown in Fig. 1).

活動はほぼ終了した.

C 火口群のテフラは C2, C3 火口の周辺で TC-1~TC-3 の 3 層に分けられる (Fig. 9). TC-1 は発泡のよいスコリア層、TC-2 は黒色火山灰層で、TC-3 は再び発泡のよいスコリア層である. TC-1, TC-3 は C2 火口の周囲で厚く、主として C2 火口に由来するものと思われる. C3 火口の周囲にはこの TC-2 の黒色火山灰層が見られるが、C3 火口を離れると見られなくなる. C3 火口の火口壁には旧地表面下に厚い黒色火山灰層が見られることから、TC-2 は主としてこの火山灰層に由来する類質火山灰層と考えられる.

これらのテフラの噴出と C 火口の噴火の経緯との関係や、C1~C3 火口以外の C 火口群のテフラについてはさらに検討する必要がある.

V. 割れ目噴火の特徴—B 火口群—

割れ目噴火のうち、C 火口群の活動については千葉 (1988) の記載があるので、ここでは B 火口群にしほってその特徴を述べる.

1) B 火口群の溶岩噴泉と火砕丘、ルートレス溶岩流

TB-2 スコリア層の分布を等層厚線図で見ると、割れ目火口の方向とは直交方向に北東へ舌状に張り出すローブと、割れ目火口全体から東方へ遠方まで伸びるローブとの合成であることを既に述べた. Fig. 10 は新旧地形図の比較により、1986 年噴火堆積物の層厚分布を求めた長岡 (1987) の火砕丘部のデータに、筆者らのテフラ層厚データを加えて作成した、B 火口群周辺の 1986 年噴出物の層厚分布図である. 溶岩流 LBI, LBIII の部分は、溶岩の厚さに関わりなく、その周囲の降下物の層厚値から等層厚線を推定し破線で

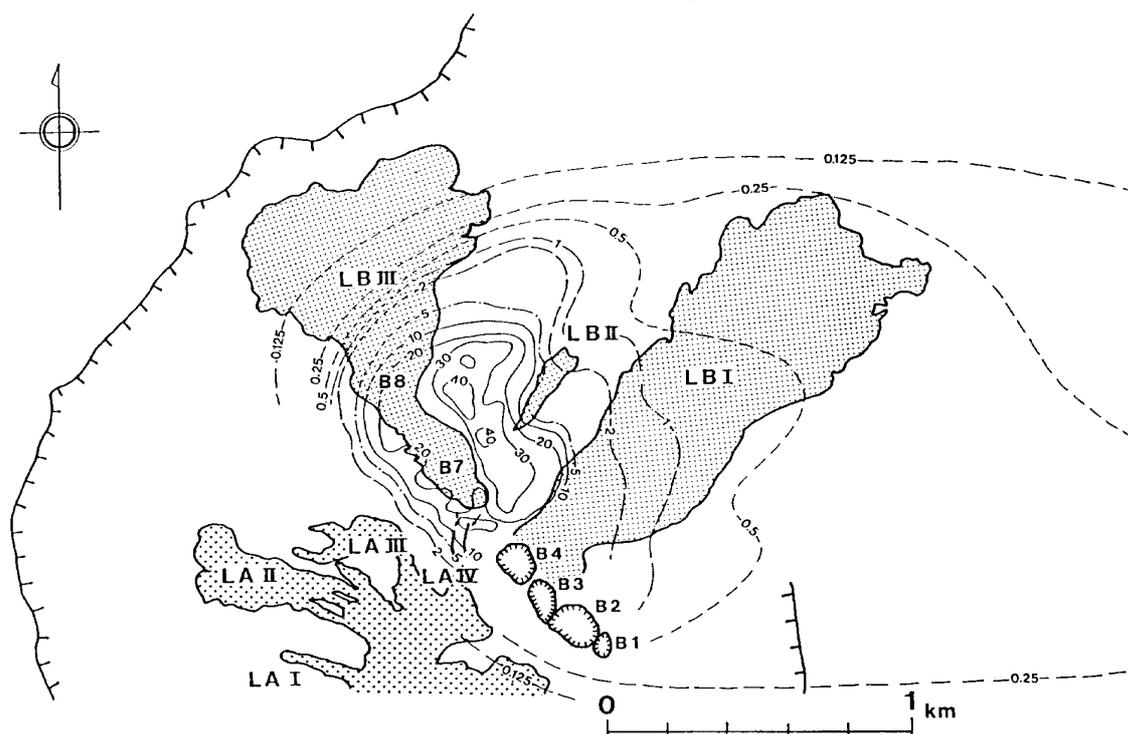


Fig. 10. Isopach map of pyroclasts (nearly equal to TB-2) formed by lava fountains from the B craters in the proximal area, including the pyroclastic cones (unit: m).

示した。LB I, LB III の間に最大層厚 40 m を越える巨大な火砕丘が形成されている。火砕丘や等層厚線の伸びの方向から、北西・南東に伸びる B 火口群と直交する北東方向に主としてスコリアが集積したことが解る。前述の、B8 火口付近から北東へ斜めに勢いよく噴出する火口は、北よりの大きな火砕丘の形成に寄与したと思われる。

噴泉列北部・南部の噴出物も一次的には同様に堆積したが、大きな集積速度 (20 cm/min) と地表面の勾配により、ルートレス溶岩流 (rootless lava flow) として、B3, B4, B5 火口付近からは北東へ溶岩流 LB I が、B8 火口付近から北～北西へ溶岩流 LB III が流下した。すなわち、LB I の場合、B3, B4, B5 の溶岩噴泉から落下した火砕物が急速に累積、アグリティネイト化し、急斜する北東方向へ流動し、ルートレス溶岩流、あるいは、Clastogenic lava flow (Cas and WRIGHT, 1987) となったと考えられる。LB III も B8 付近から同様に斜面方向の北へ流下し、カルデラ縁下の地形的高まりにぶつかってさらに北東へ広がったものと思われる。早川 (1987) はこれらの溶岩流は割れ目から溢れ出たと考えているが、11 月 21 日のビデオにはスパッターが割れ目火口付近に次々と落下し、そこから溶岩流が流下する様子が捉えられるが、溶岩流

が溢れ出る様子は認められないこと、また次の様な観察結果から、早川 (1987) の考えは適当でないと考える。LB I, LB III がルートレス溶岩流であると考えられる物質的証拠として、①表面は赤褐色を呈し、ブロックに富む。火砕丘の破片を多く乗せている。②溶結単位 (レンズ・層状・塊状) が識別可能。③強溶結部にスコリア組織を残す。④水平方向につぶれた泡を多く含む。⑤明瞭な再溶融部がある。⑥LB III と火砕丘の間には火砕丘下部が流動化し上部の火砕丘のブロックを乗せて移動した中間的な部分が認められる。また関連事項として、①流下時を通じて溶岩噴泉が継続した。②最盛期には集積速度 270 mm/min を越えた可能性がある。③隣接する火砕丘に LB I, LB III 側に滑落したことを示す滑落崖を生じさせている。④LB I では斜面が北東向きに急であったため、北東に流下した。LB III についても、B7, B8 間に北向きの斜面があったなどが挙げられる。露頭での産状や地形学的検討などの詳細は、千葉ほか (1988) に述べられているので、ここでは項目を挙げるにとどめる。

LB I, LB III の溶岩流はそれぞれ 860, 1160 万 t に達し、この二つの溶岩流に挟まれた火砕丘の 960 万 t とほぼ同様の規模を示す。LB I, LB III が溶岩流とならずに火砕丘ができたと仮定すると、B3~B8 からは

ば均等に東方ヘスコリアが集積したことになる。すなわち火のカーテンをなして高く立ち昇った溶岩噴泉から低く落下したものが火砕丘と溶岩流を、噴泉からさらに高く上がり、西風によって運搬されたものが東方へ伸びるローブを形成したと考えるのが合理的である。火砕丘南部からは、後述するように LB II が流下したほか、火砕丘北部もやや北東方向へたわむように変形したが、噴火中にルートレス溶岩流を発生させなかった要因として、地形が比較的緩傾斜、B8 の斜め噴泉の存在(粗大なスパッターを比較的遠方へ運搬した)などが挙げられよう。

火砕丘部でのスコリアの最大の厚さは約 45 m で、

ほぼ 4 時間の内に堆積したと考えられる。これは平均 188 mm/min に相当し、最大集積速度が Tarawera 1886 年噴火や Askia 1875 年噴火 (0.2 km^3) の溶結開始速度 250 mm/min (WALKER *et al.*, 1984; SPARKS *et al.*, 1981) を上回った可能性は高い。すなわち最盛期を 2 時間半とすると、267 mm/min となる。

2) 噴火様式と見掛け密度、粒度、噴出量の時間変化

1986 年噴火のテフラのうち、等層厚線図を作成し、粒度分析を行ったもの(粒度分析結果の一部を Fig. 12 に示す)について、F/D 図にプロットし、これらが同図のどの噴火様式の領域にあたるかを検討した

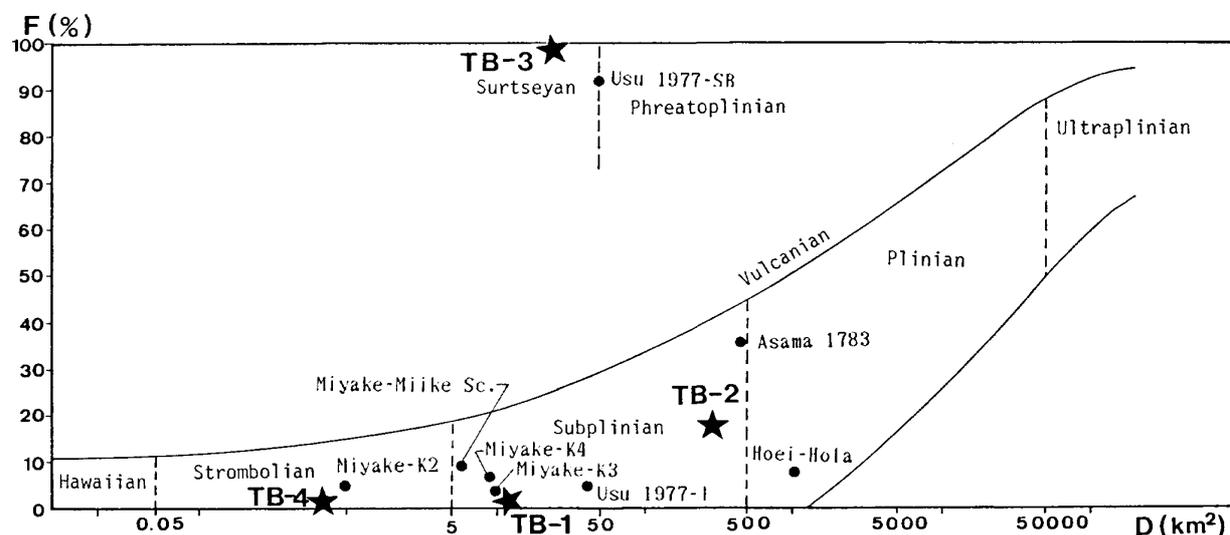


Fig. 11. F/D diagram showing the eruption types of tephras from the B craters. Diagram modified after WALKER (1973, 1980) and WRIGHT *et al.* (1980). In comparison, Asama 1983 eruption, Fuji 1707 eruption (Hiei-Hola), Usu 1977 eruption and Miyakejima 1983 eruption are plotted (ENDO *et al.*, 1986).

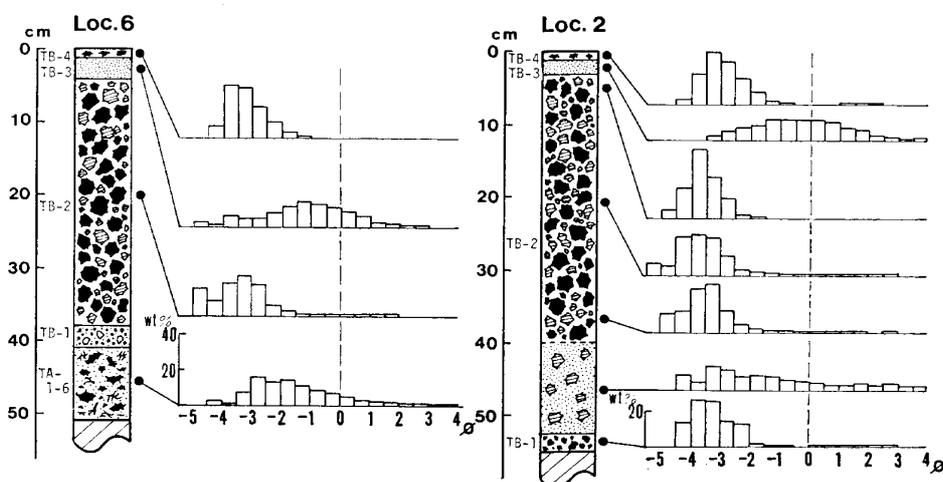


Fig. 12. Grain size distribution of tephras from Craters A and B (unit: ϕ , symbol as Fig. 5).

(Fig. 11), その結果, TB-1, TB-2 はサブプリニー式噴火の領域にプロットされた. さらに TB-3 はスルツェイ式噴火の領域にプロットされたが, これは実際にはスルツェイ式噴火ではなく, 噴火末期の類質物質に富む火山灰で, マグマ頭位が低下した段階でのガスの噴き上げによって形成された噴煙柱に由来するものである. この点は同図が細粒火山灰の識別に問題を含む(遠藤ほか, 1986) ことと関連するものであろう. TB-

5~6 については F, D 値を得ることは困難であるが, さらに TB-4, 5 の小規模なマグマの絞り出し(恐らくともストロンボリ式噴火)を挟んで, 最後に, TB-6 の極細粒な火山灰が TB-3 と同様な噴煙柱からもたらされた. こうした噴火様式の推移と見掛け密度, 粒度, 化学組成の変化との関連を Fig. 11~13 に示す. なお化学組成については, A 火口の噴出物は例外なく, SiO_2 52~53 wt% の値を示すのに対し, B 火口群の

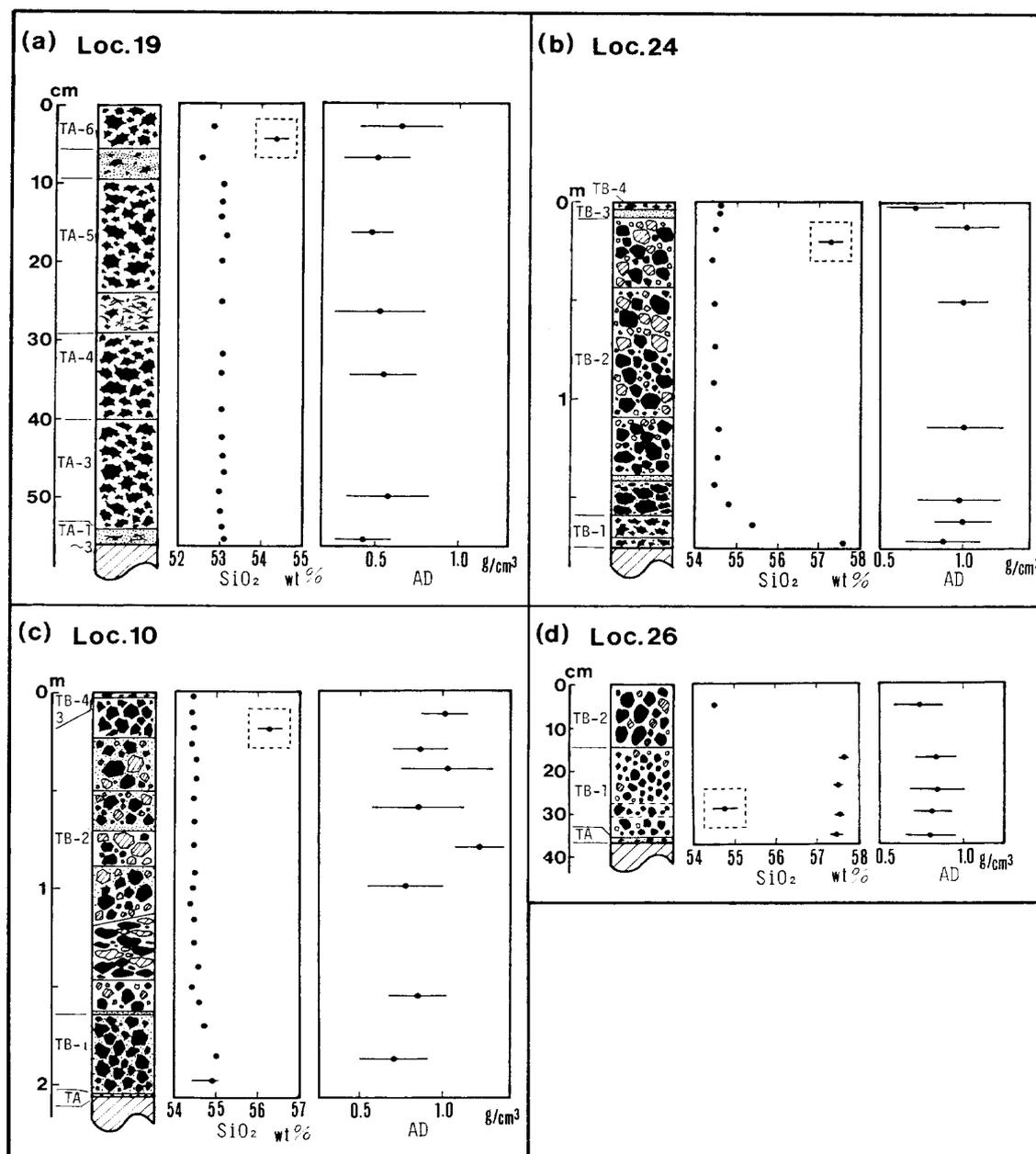


Fig. 13. Vertical changes in chemical composition (SiO_2 wt%) and apparent density (AD) of tephras erupted from A and B craters during the 1986 eruption (localities shown in Fig. 1); a. Loc. 19 composite method, b. Loc. 24 grain by grain method, c. Loc. 10 grain by grain method, d. Loc. 26 grain by grain method; error bar of chemical composition shown in each diagram; error bar of AD is standard deviation (one sigma).

噴出物の多くは SiO_2 54 wt% を示すことが既に明らかにされている (荒牧・藤井, 1987; 藤井ほか, 1987; 大島火山噴火対策特別チーム, 1987). ここでは, A および B 火口群の降下スコリアの化学組成 (SiO_2 wt%) の時間的変化に着目してみよう. なお全岩化学組成の分析には東京大学地震研究所荒牧研究室の XRF を用いた.

三宅島 1983 年噴火では各火口群とも比較的細粒で発泡のよいスコリアがはじめに放出され, その後発泡は悪くなっていき, 休止期を挟んで再び同じ過程が繰り返された (遠藤ほか, 1984). 伊豆大島 1986 年噴火においても, A 火口, B 火口ともほぼ同様の傾向が認められた (Fig. 13). A 火口では, はじめに粘性の低いマグマから Pele's hair に富む火山灰と発泡のよいスコリアが放出されたが, 噴出速度が低下するにつれ, やや見掛け密度の高いスコリアが放出されるようになった. これと並行して溶岩噴泉の性質も粘性のやや高いバブル型噴泉に変わっていった. 噴火が一時的に下火になった後, 11 月 21 日に噴火は再び活発化すると, スコリアの発泡はややよくなり, その後再び発泡は悪くなっていった. しかし, SiO_2 wt% を見るとほとんど一様であった. ただし TA-5 と TA-6 に挟まれる再堆積の層準 (Fig. 13, Loc. 19, 上から 2 層目) は, TA の傾向から外れる結果を示した.

B 火口群のテフラについても, ややばらつきが大きいが, TB-1 で比較的発泡がよい傾向が示される. 一方, 化学組成 (SiO_2 wt%) の変化をみると, より明瞭な傾向が読み取れる. B 火口群の開口から約 10 分後に割れ目火口西側 (Loc. 1) で採取されたスコリアは SiO_2 57 wt% であったが, その近くの Loc. 26 でも厚さ約 15 cm の TB-1 は SiO_2 57.5 wt% を示した. Loc. 24 (割れ目火口東側, LB-II の周辺) で採取された TB-1 は SiO_2 57 wt%, 上部で 55 wt% を示す. 一方, Loc. 10 の TB-1 は SiO_2 55 wt% である. これは, B 火口群北部では, 57 wt% を示す TB-1 スコリアは前述の東風で西側に堆積し, 東風の衰えた TB-1 の後期に SiO_2 55 wt% のスコリアが火口群の東側に堆積したことを示唆する. これに対して, 噴火最盛期にあたる TB-2 およびそれ以後のテフラは殆んど SiO_2 54~54.5 wt% と一定な値を示す.

以上のように, B 火口群からのテフラは, 粒度, 発泡の度合いなどの物理的性質とともに化学組成の上でもそれぞれ特徴を示した.

3) LB II 溶岩流の流下

11 月 23 日になって, B7 火口の脇の火砕丘を破って, LB II 溶岩流が流下した. この溶岩流は火砕丘部に堆積した火砕物が, 急速に累積した噴出物の下で圧密され, 溶結し, 最後に火砕丘を突き破って, 押し出されたレオモルフィック溶岩流である. この化学組成は, SiO_2 57 wt% と均質で, 同じ火口群から噴出した LBI や LB III の溶岩流や各スコリア層の平均的組成, SiO_2 54 wt% と非常に異なる. このような LB II の特性は, 最初期に噴出した TB-1 スコリアの化学組成と部分的に対応することから, TB-1 スコリアの溶結に由来する可能性が強い.

LB II に関わる諸量は, LB II の重量: 16 万 t, TB-1 の重量: 80 万 t, LB II が流出した火砕丘の重量: 400 万 t であるから, LB II が TB-1 によって賄われたとすると, TB-1 の噴出総量の 5 分の 1 が使われたことになる. ただし, TB-1 の全てが SiO_2 57 wt% とはいえず, その末期には 55 wt% を示す可能性が強い. LB II が火砕丘部の下半部全体から, Super heating によって部分的に集められたものとする, 下半部の 8% を使ったことになる.

以上から LB II の成因を検討すると, B 火口群の噴火初期 (TB-1 の時期) に, 割れ目火口から噴き上げた溶岩噴泉から火口周囲に累積した, SiO_2 に比較的富む (57 wt%) スコリアが, 噴泉最盛期の高温のスコリア・火山弾に素早く厚く覆われ, 火砕丘の下で荷重を受け溶結し, 2 日後に火砕丘の側斜面上方を突き上げるように破り, 流下したものと考えられる.

VI. 噴出量と噴出速度

噴出量の見積り

伊豆大島 1986~1987 年噴火による溶岩・火砕物の噴出量を次の手順で見積った. その結果は Table 4 に示す.

【A 火口】 三原山中央火口を埋める溶岩: 旧火口部の標高 450 m から 690 m までを等高線毎の板の積み重ねとして積算した. 溶岩湖を溢れ出した山頂平坦部の溶岩流: 溶岩流頂面を最高 690 m として噴火前地形図より厚さを求めた (時間毎の分布面積は現地作成分布図による). 三原山斜面からカルデラ床に流下した溶岩流: 分布面積は現地作成分布図を空中写真で補正した (厚さは現地での見積り). 11 月 15 日~11 月 17 日降下火山灰 [TA-1~TA-2]: 単位面積重量実測による. A 火口南西方に軸を持つ降下スコリア: 等層厚

Table 4. Estimation of the total volume and weight of the eruptive products of the 1986 Izu-Oshima Eruption.

	体 積 (Volume)	重 量 (Weight)
山頂噴火 (Summit Eruption: Crater A)		
溶 岩 湖: 旧火口埋積部 (Lava lake)	0.0111 km ³	2780×10 ⁴ ton
溶 岩 流: 溢流部 (Lava flow)	0.0023 km ³	475×10 ⁴ ton
スコリア丘 (Scoria cone)	0.0020 km ³	100×10 ⁴ ton
テ フ ラ (Tephra: distal)	0.0003 km ³	9×10 ⁴ ton
テ フ ラ (Tephra: proximal)	0.0021 km ³	63×10 ⁴ ton
A (合計 (A Total))	0.0178 km³	3409×10⁴ ton
割れ目噴火 (Fissure Eruptions: Craters B)		
溶 岩 流 (Lava flows: LB I, LB III)	0.0102 km ³	202036×10 ⁴ ton
LB I	0.0043	860
LB II	0.00008	16
LB III	0.0058	1160
スコリア丘 (Scoria cone)	0.0064 km ³	960×10 ⁴ ton
テ フ ラ (Tephra: TB-1~TB-6)	0.0178 km ³	1427×10 ⁴ ton
TB-1	0.00068	54.7
TB-2	0.0161	1288
TB-3	0.00078	62.8
TB-4	0.00019	15.1
TB-5	0.000002	0.1
TB-6	0.00008	6.2
B 合計 (B Total)	0.0344 km³	4423×10⁴ ton
割れ目噴火 (Fissure Eruptions: Craters C)		
溶 岩 流 (Lava flows)	0.0002 km ³	50×10 ⁴ ton
スコリア丘 (Scoria cone)	0.0002 km ³	30×10 ⁴ ton
テ フ ラ (Tephra)	0.0003 km ³	17×10 ⁴ ton
C 合計 (C Total)	0.0007 km³	97×10⁴ ton
A, B, C 総計 (A, B, C Total)	0.0529 km³	7929×10⁴ ton

線図に基づく。A火口周囲の火砕丘：国土地理院の噴火前・後の地形図（長岡，1987）の比較に基づく。

【B火口群】TB-1~TB-6：等層厚線図に基づき，層厚面積法（鈴木，1981）による。LBI・LBIII・B火口列に沿う火砕丘：噴火前・後の地形図の比較に基づく長岡（1987）の値を採用した。なお，長岡（1987）は火砕丘の下に潜在的溶岩流を考え，この見積をBの溶岩流に加えたが，筆者らは火砕丘の内部に潜在する溶岩流は仮に存在しても極めて部分的なものと考えるので，長岡（1987）のこの部分を火砕丘に含めて見積もった。

【C火口群】LCI：空中写真による分布面積に推定平均厚さを掛けて求めた。火砕丘：噴火前・後の地形図の比較に基づく長岡（1987）の値を採用した。テフラ：C2, C3火口付近を中心とする等層厚線図による。

以上のようにして求められた体積に，溶岩：溶岩湖は2.5，それ以外は2.0，テフラ：TAは0.3，TBは

0.5~0.8，火砕丘：Aは0.5，他は1.5の密度（g/cm³）を掛けて噴出重量を求めた。

噴出物と噴出量

A火口からの噴出総量は3400万tで，そのうち占めるテフラ（火砕丘を含む）の割合は，わずか5%に過ぎない。B火口群の場合，噴出総量は4400万tで，テフラの占める割合は54%に達する。C火口群の場合には，噴出総量は100万t，そのうちテフラは48%を占める。

また，伊豆大島1986年噴火による総噴出量は，0.053 km³，7900万t余りである（Table 4）。この結果は長岡（1987）の見積値に近いが，一方，早川（1987）の見積値は5800万tで，これらに比べ少ない数字となっている。その差は主として，①A火口噴出物の見積り，筆者らは溶岩湖面の平均最高高度を690mとし（湖面は火口側に高くなる）。このレベルは19日の溶岩流のカルデラ床への流下時にも変わらなかったこ

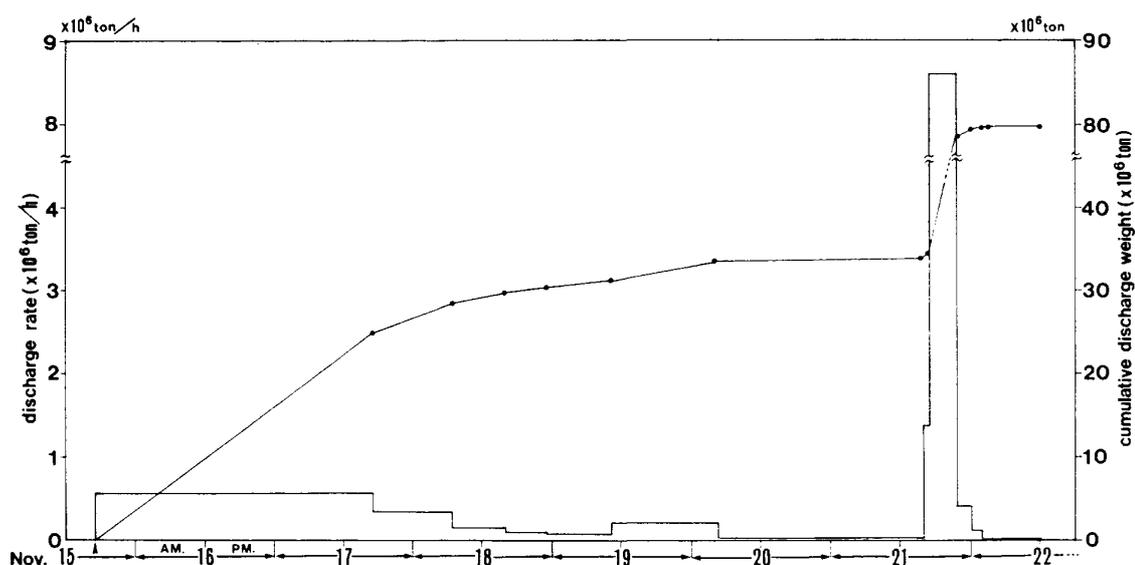


Fig. 14. Changes in magma discharge rate and cumulative discharge weight during the 1986 Izu-Oshima eruption.

とから、この間にも溶岩湖への溶岩の供給は継続されたと考えられることに基づき、溶岩湖を最高レベルまで満たした溶岩の量に溶岩湖を溢れ出した溶岩流の量を加えた。一方早川 (1987) は、溶岩湖を満たした標高を山頂部周囲での 683.5 m に取り、この後は補給が絶えて溶岩流が溢れ出したと考え、溶岩流として流下した分を計算に含めない。これにより約 500 万 t の差がでる。②最も大きな差は B 火口群の噴出物の見積りである。筆者らは特殊な等層厚線を描く B 火口群の噴出量を、TB-1~TB-6 までのテフラと火砕丘とに分解し、それぞれ別個の方法で見積り積算した。一方早川 (1987) は、火山灰を除き、B のテフラと火砕丘をまとめて HAYAKAWA (1985) の式により求めているが、このような堆積物の見積りにこの式が有効であるかどうかの検討には触れられていない。早川 (1987) には、どのようなテフラの等層厚線図に基づくのか明らかでないため、詳しい検討はできないが、火砕丘を別個に見積らない点に、1000 万 t を越す差の出る原因の一つがあると推定される。

平均噴出速度

11 月 15 日に始まる噴火の平均噴出速度の推移を Fig. 14 に示す。平均噴出速度の見積りは、11 月 17 日~19 日の間の 5 回にわたる山頂での溶岩・テフラ調査およびその後のカルデラ床での溶岩・テフラ調査に基づく。A 火口の噴火は、溶岩湖のレベル、溢流溶岩流の広がり、およびテフラの堆積・火砕丘の成長から判断すると、17 日夕刻までは 1 時間 50 万 t 強の

速度でマグマを噴出したが、18 日早朝にかけて 33 万 t/h まで噴出速度を低下させ、さらに 20 日夕刻まで 10~20 万 t/h レベルの活動を維持したが、以後 21 日 16 時に至る間の活動は 1 万 t/h 以下にまで衰えた。なお、小山ほか (1987) は噴火開始から 18 日朝までの噴出率を 14.5 万 m³/h (重量換算 36 万 t/h) としている。割れ目噴火をみると、21 日 16 時 15 分に 110 万 t/h の速度で噴火が始まり (TB-1 の段階)、すぐに勢いを増し、その後の約 5.5 時間の平均噴出速度は 800 万 t/h 強に達した (TB-2 の段階)。最盛期と考えられる 17~19 時頃だけをとれば、さらに著しい噴出速度を示したであろう。一方、噴火開始 6 時間後にはすでに 40 万 t/h に落ち、10 時間後には 1 万 t/h 以下となった。この推移は割れ目噴火が山頂噴火に比べ、いかに短時間に大量のマグマを噴出したかを物語る。

1987 年 11 月噴火

1987 年 11 月 16 日と 18 日の噴火による火山灰は合計約 4 万 t 程度であり、1986 年噴火で三原山中央火口に集積された約 2800 万 t の溶岩湖マグマの 0.15% にすぎない。溶岩湖の表面に厚さ 5 m のクラストが形成されていたと仮定すると、それは 50 万 t となり、クラストの 8% を除いて陥没した計算になる。なお、溶岩湖面の低下は、1986 年 12 月 18 日に始まっていた (約 5 m)。

VII. おわりに

伊豆大島 1986~1987 年噴火の経緯と噴出物について

て、主として現地調査、ビデオ、空中写真等の解析に基づいて検討した結果を述べた。1986年11月15日に始まった山頂噴火は、1年後の溶岩湖の陥没で噴火サイクルの最終段階を迎えたものと思われる。割れ目火口からの側噴火は、噴火様式、噴出物の性質、噴出速度など多くの点で山頂噴火とは異なる様相を示した。A, B, C 各火口群の噴火とも主体は溶岩噴泉活動であったが、噴泉の高度、噴出速度、堆積場所の性質などによって、溶岩湖、火砕丘、ルートレス溶岩流 (rootless lava flow; Clastogenic lava flow), レオモルフィック溶岩流 (Rheomorphic lava flow), 溢流型溶岩流 (Overspill lava flow) などが形成され、遠方には降下スコリア・火山灰が運搬堆積された。

特に 800 万 t/h という極めて高い噴出速度でマグマが噴出した B 火口群の噴火は、激しい溶岩噴泉となりスコリア・スパッターを高く噴き上げた。これはガス圧の高かったことを示す。ガス圧の高い噴泉から、溢流型の溶岩流が発生することは考えにくい。ルートレス溶岩流の事例は実際には少なくないものと思われる、多くの事例の再検討が期待される。

A, B 火口群を通じて、テフラの物理的性質は、細粒・強発泡 (TA-1, 2; TB-1)→粗粒・やや弱発泡 (TA-3, 4; TB-2)→細粒・強発泡 (TB-3, 4, 5, 6) と時間的に推移する傾向が認められたが、B 火口群の場合、化学組成も SiO_2 57% (TB-1)→ SiO_2 54% (TB-2, 3, 4, 5, 6) と、物理的性質の変化と対応して変化した。

引用文献

- 阿部勝征・高橋正義 (1987): 伊豆大島カルデラ床での割れ目噴火 (1986年11月21日) の推移—写真解析による調査—。地震研彙報, **62**, 149-162.
- 荒牧重雄・藤井敏嗣 (1987): 伊豆大島火山 1986 年噴火の岩石学・地質学的モデル。月刊地球, **9**, 481-486.
- CAS, R. A. F. and WRIGHT, J. V. (1987): *Volcanic Successions, Modern and Ancient*. Allen & Unwin, 528 p.
- 千葉達朗 (1988): 伊豆大島 1986 年噴火の経緯と溶岩流。日大文理自然研「研究紀要」, **23**, 49-66.
- 千葉達朗・遠藤邦彦・太刀川茂樹・谷口英嗣 (1988): 伊豆大島 1986 年噴火の溶岩流。火山, **33**, 本特集号。
- 遠藤邦彦・宮地直道・千葉達朗・隅田まり・坂爪一哉 (1984): 1983 年三宅島噴火の火山灰層位学的研究。火山, **29**, 三宅島噴火特集号, S184-S207.
- 遠藤邦彦・福岡孝昭・宮地直道・隅田まり (1986): テフラ研究における最近の進歩。火山, **30**, 30 周年特集号, S237-S266.
- 遠藤邦彦・荒牧重雄・鈴木建夫・大島 治・千葉達朗・大島総合観測班噴出物グループ (1987a): 1986 年伊豆大島噴火の経緯と噴出物。日本地質学会第 94 年学術大会講演要旨, 424.
- 遠藤邦彦・千葉達朗・宮地直道・隅田まり・宇野リベカ・宮原智哉・太刀川茂樹 (1987b): 伊豆大島火山 1986 年噴火の経緯と噴出物。月刊地球, **9**, 452-459.
- 遠藤邦彦・千葉達朗・宮地直道 (1987c): 1986 年伊豆大島噴火をめぐる、採集と飼育, **49**, 337-343.
- HAYAKAWA, Y. (1985): Pyroclastic geology of Towada Volcano. *Bull. Earthq. Inst., Univ. Tokyo*, **60**, 507-592.
- 早川由紀夫 (1987): 伊豆大島 1986 年噴火の噴出量と噴出率。月刊地球, **9**, 366-371.
- 藤井敏嗣・荒牧重雄・金子隆之・小沢一仁・石井輝秋・福岡孝昭 (1987): 伊豆大島火山 1986 年噴火噴出物の岩石学的特徴。月刊地球, **9**, 440-445.
- 気象庁地震火山部 (1987): 昭和 61 年 (1986 年) 伊豆大島噴火。災害時自然現象報告書, 1987 年 1 号, 163 p.
- 小山真人・白尾元理・早川由起夫 (1987): 三原山火口溶岩湖の成長過程—1986 年伊豆大島噴火の第一段階—。月刊地球, **9**, 372-379.
- 長岡正利 (1987): 伊豆大島噴火による地形変化。国土地理院時報, **66**, 23-33.
- 大島火山噴火対策特別チーム (地質グループ) (1987): 伊豆大島火山1986年の噴火—噴火の経緯と噴出物—。地質ニュース, **392**, 10-18.
- SPARKS, R. S. J., WILSON, L. and SIGURDSSON, H. (1981): The pyroclastic deposits of the 1875 eruption of Askja, Iceland. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, **299**, 241-273.
- 鈴木建夫 (1981): 降下火砕堆積物の“層厚-面積”曲線。火山, **26**, 9-23.
- 豊田弘道・田中総太郎・杉村俊郎・中山裕則 (1986): 昭和 61 年伊豆大島噴火に係わるリモートセンシング。日本リモートセンシング学会誌, **6**, 365-401.
- WALKER, G. P. L. (1973): Explosive volcanic eruption—a new classification scheme. *Geol. Rundsch.*, **62**, 431-446.
- WALKER, G. P. L. (1980): The Taupo Pumice: product of the most powerful known (Ultraplinian) eruption? *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **8**, 69-94.
- WALKER, G. P. L., SELF, S. and WILSON, L. (1984): Tarawera 1886, New Zealand—A basaltic plinian fissure. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **21**, 61-78.
- WRIGHT, J. V., SMITH, A. L. and SELF, S. (1980): A working terminology of pyroclastic deposits. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **8**, 315-336.