

## 三宅島火山 2000 年陥没カルデラ

津久井雅志<sup>1)\*</sup>・新堀賢志<sup>2)</sup>・川辺禎久<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 千葉大学理学部地球科学科

<sup>2)</sup> 千葉大学大学院自然科学研究科

<sup>3)</sup> 産業技術総合研究所地球科学情報部門

## The 2000 AD Subsidence Caldera at Miyakejima Volcano, Izu Arc, Japan

Masashi Tsukui<sup>1)\*</sup>, Kenji Niihori<sup>2)</sup> and Yoshihisa Kawanabe<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University

<sup>2)</sup> Graduate School of Science, Chiba University

<sup>3)</sup> Institute of Geoscience, Geological Survey of Japan

### Abstract

The activity of Miyakejima Volcano, in the Izu Arc, commenced on June 26, 2000AD, resulting in the formation of the 1.6 km-across "2000AD Caldera," or "New Hatchodaira Caldera." This summit subsidence caldera duplicated the position and size of the Hatchodaira Caldera of 2500y.B.P., probably utilizing the former caldera structure. In this paper we describe these two caldera-forming activities and discuss the mechanisms of caldera formation.

The volume of magma discharged during the Hatchodaira eruption was  $3.7 \times 10^8 \text{ m}^3$  (DRE) comprising a new batch of basalt magma mixed with preexisting andesite magma. The 2000AD event, on the other hand, was accompanied only by  $1.1 \times 10^7 \text{ m}^3$  of ejecta in contrast to  $6 \times 10^8 \text{ m}^3$  of the missing volume.

The major reason for the 2000AD subsidence is thought to be that the magma in the reservoir underneath Miyakejima Volcano intruded to form dykes in the adjacent area of Niijima and Kozushima, 30 km northwest of Miyakejima. The explosive events in 2000 were caused passively by decompression in the magma-evacuated reservoir, rather than active magma itself. This sequence of the 2000AD event had never been experienced by Miyakejima Volcano during the geologically described last 10,000 years.

**Key words:** Miyakejima volcano, volcano-stratigraphy, caldera collapse, magma differentiation, magma-plumbing system

### 1. はじめに

平成 12 年 (2000 年) 6 月 26 日 18 時 30 分ころから三宅島で火山性の地震活動が活発化し、地震計、傾斜計、GPS によって、マグマが上昇しつつ進路を西へ変えて貫入していった動きが捕らえられた。前回の 1983 年の噴火後 17 年目の活動は、過去の噴火実績から知られている平均的な 21-22 年の噴火間隔に比べてやや短い、ほぼ予想された時期に始まった。

ところが今回の活動では、多くの機器観測、目視観察が行なわれる中で、全く予想外の山頂部の大きな陥没 (カルデラ) を生じた。それ以外にも噴出物の大部分が火山灰であり、発泡の良いスコリアがほとんどないこと、高濃度の火山ガスが 1 年以上の長期にわたって続いていること、神津島・新島近海にまで広い範囲におよぶ地震活動や地殻変動と密接に関連した活動となったこと、など、有史時代はもちろん過去に知られている三宅島のい

\*e-mail: mtsukui@earth.s.chiba-u.ac.jp (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)

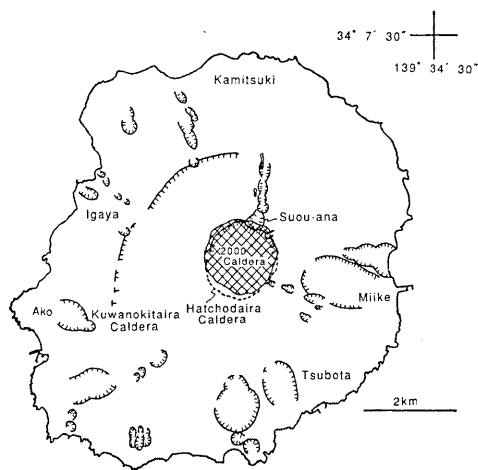


Fig. 1. Map showing the locality of craters and calderas. Cross-hatched area subsided during the period July-August, 2000.

ずれの噴火活動とも違う特異な展開になった。

この稿では三宅島の2000年の活動と最近1万年間の活動を概観した後、2000年カルデラの壁面の記載をおこなって、三宅島の中心部の構造について検討する。さらに2000年の陥没カルデラと、2500-2200年前に形成された八丁平カルデラとを比較する。

## 2. 2000年三宅島陥没事件

三宅島は過去1000年の間に少なくとも14回の噴火記録があり、最近では1940年、62年、83年と約20年の間隔をおいて噴火したことが知られていた(例えば、宮崎, 1984; Isshiki, 1964; 一色, 1984)。1983年の噴火の際に直前の予知ができなかった反省から、噴火後、常時観測、定期観測の体制が強化された。その結果、1983年噴火の際に大きく沈降した島は、島の南西部を中心に膨張と隆起が継続し、1997年には沈降分をほぼ回復していたことがわかった(国土地理院, 1998; 名大理・東大震研・九大理, 1998など)。これは、火山体の地下にマグマの蓄積が進行していることを示し、過去の噴火間隔もあわせて考えると、近い将来に噴火が起こる確率は高いと予測されていた(気象庁, 1998; 津久井, 1999)。一方、過去の噴出物の再検討も行なわれ、最近1万年間の三宅島活動は、噴火の頻度や噴出様式、岩石学的特徴の違いから4期に区分できることが明らかにされた(津久井・鈴木, 1998; 津久井1999; 新堀・津久井, 1999, 2000a, 2000b; 伊藤・他, 1999; 津久井・他, 2001)。

2000年6月26日夕方に地震活動、地殻変動が活発化した。同日深夜以降、傾斜計やGPSのデータは、島の収縮・沈降に転じ(Ukawa *et al.*, 2000; Kaidzu *et al.*,

2000), 6月27日朝に阿古沖の海底で小噴火があったものの、陸域では噴火が起こらなかった。この段階でマグマの主体は島外へ移動して岩脈を形成した、と判断された。マグマの貫入はもっとも起りやすいシナリオとして予測されていたため、今回は地表非噴火事件として終結し、みかけ上20年間隔の噴火を1回とばす事件に相当する、と思われた。ところが、引き続き三宅島は収縮し、地震活動の震源は三宅島から、北西に30 km離れた神津島・新島近海に向かって移動していった。この動きは7月にはいっても止まらず、8月末まで大きな地殻変動をともなうマグニチュード6クラスの地震をも含む活発な地震活動が続いた。

島内では7月8日に山頂部で小規模の噴火があり、雄山山頂付近が直径1 kmにわたり陥没した。その後も7/14-15, 8/10, 8/18, 8/29に陥没火口の中で水蒸気爆発もしくはマグマ水蒸気噴火が起こった。陥没部分は日々拡大と沈降を続け、8月末には2500年前に形成された八丁平カルデラに重なる位置に、中心をわずかに北にずらして直径1.6 km、深さ500 m、“新八丁平カルデラ”とよべる大きさにまで成長した(Fig. 1; 中田, 2001, 国土地理院, 2001a, 2001b)。この間の噴火によってもたらされた噴出物量は $1.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ と見積もられ(中田・他, 2001), 1940年噴火の $1.91 \times 10^7 \text{ m}^3$ (津屋, 1940), 1962年噴火の $8.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ (松田・森本, 1962), 1983年噴火の $1.21 \times 10^7 \text{ m}^3$ (荒牧・早川, 1984)にほぼ匹敵する量であったが、陥没して失われた体積はその50倍にも相当する $5-6 \times 10^8 \text{ m}^3$ に達した(中田・他, 2001; 国土地理院, 2001a)。

2000年9月には、噴出物が山麓に達するおそれが否定できないことと三宅島のカルデラ内の火口の噴煙および二酸化硫黄など有害なガスの放出量が増加したために、全島民が島外避難した。2001年11月時点でも二酸化硫黄の放出量は1万トン/日を超える高レベルのままであるため、一般島民は帰島できない状態が続いている。

一連の火山・地震活動は三宅島火山の地下にあるマグマ溜まりから北西へマグマが移動し、去ったために、島の収縮が起こり、山頂部が陥没した。過剰圧を持った熱水、マグマが減圧によって爆発して地表の噴火に至ったと考えられる(渡辺, 2001)。神津島・新島付近ではマグマが貫入するとともに横ずれ変位が発生したため、2島間の距離が1 m近く広がった(山岡, 2000; 西村・他2000; 木股・他, 2000), と説明された。

## 3. 三宅島火山の活動期の概要とマグマの特徴

今回形成された“新八丁平カルデラ”, そして地形的に

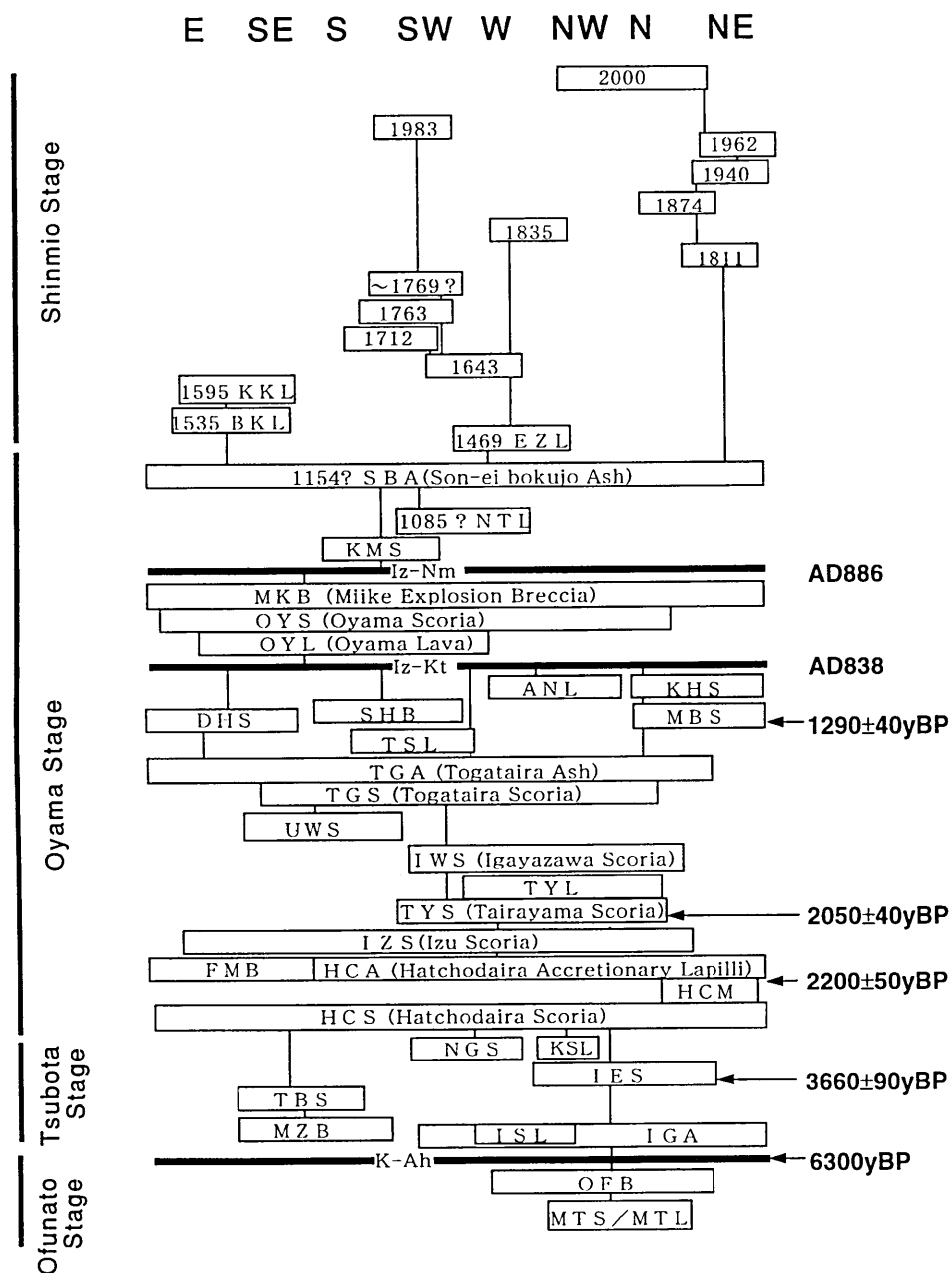


Fig. 2. Stratigraphic relations of lavas and tephros from Miyakejima volcano during the last 10000 years. Lines indicate confirmed relations. Abbreviations: MTS, Miogataira scoria; MTL, Miogataira lava; OFB, Ofunato explosion breccia; K-Ah, Kikai-Akahoya ash; IGA, Igaya accretionary lapilli; ISL, Izushita lava; IES, Igaya-east scoria; MZB, Mizutamari explosion breccia; TBS, Tsubota scoria; NGS, Nagane scoria; KSL, Kannon-shita-bashi lava; HCS, Hatchodaira scoria; HCM, Hatchodaira mudflow; HCA, Hatchodaira accretionary lapilli; FMB, Furumio explosion breccia; IZS, Izu scoria; TYS, Tairayama scoria; TYL, Tairayama lava; IWS, Igayazawa scoria; UWS, Usugi-west scoria; TGS, Togataira scoria; TGA, Togataira ash; SHB, Sabigahama explosion breccia; MBS, Mitoribata scoria; KHS, Kazahaya scoria; DHS, Daihannyayama scoria; Iz-Kt, Kozu-Tenjosan tephra; OYL, Oyama lava; OYS, Oyama scoria; MKB, Miike explosion breccia; Iz-Nm, Niijima-Mukaiyama tephra; KMS, Kamane scoria; NTL, Nanto lava; SBA, Son-ei bokujo ash; EZL, Enokizawa lava; BKL, Benkenezaki cape lava; KKL, Kamakata lava; SMB, Shinmio explosion breccia.

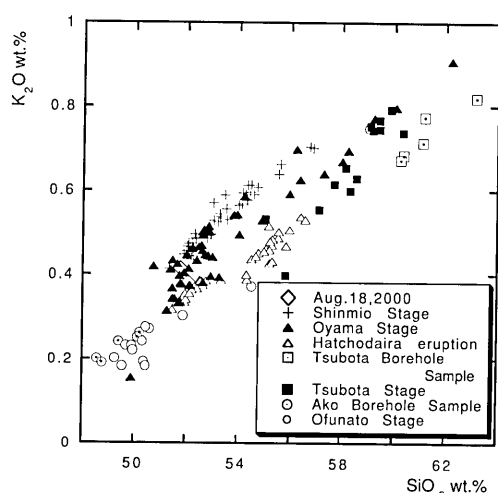


Fig. 3. The variation of whole-rock wt. %  $K_2O$  versus wt. %  $SiO_2$  for the products from Miyakejima Volcano, during the last 10,000 years.

関連の深い八丁平カルデラは三宅島火山の形成史の上でそれぞれどのように位置づけられるのだろうか。

津久井・鈴木 (1998), 津久井・他 (2001) は, 最近1万年間の三宅島火山の活動を4期に区分した。1) 7000年前以前の玄武岩質を主とした溶岩・火砕物を噴出した活動期と, それに続く4000年前までの活動の不活発な時期をあわせた大船戸期, 2) 4000-2500年前の坪田期, 3) 2500年前の大規模な八丁平噴火にはじまり, 後八丁平カルデラ火山として雄山が成長していった雄山期, 4) 山腹噴火を中心とした1469年以降の新澁期, である。主な噴出物の層位関係をFig. 2に示した。活動期ごとにマグマの化学組成や分化の傾向が違うことも明らかにされた(新堀・津久井, 1999; 新堀・津久井, 2000 a, 2000 b; 新堀, 2001; 津久井・他, 2001; 伊藤・他, 1999)。

大船戸期(防災科研阿古観測点コア試料を含む)の岩石は, 斑晶量0.4-34 vol. % (多くは20%以上), 斜長石+カンラン石+普通輝石の斑晶鉱物組合せを主とする玄武岩-玄武岩質安山岩で,  $SiO_2$ 量は48.5-54.5 wt. %である(Fig. 3)。

約3000年間の休止期において再開した坪田期(防災科研坪田観測点コア試料を含む)の噴出物は,  $SiO_2$ 量58-63%の安山岩であり(Fig. 3), 噴出年代にともないMg#が下がる傾向が認められた。斑晶鉱物組合せは斜長石+普通輝石+シソ輝石+磁鉄鉱+カンラン石を主とし, 斑晶量は7-27%である。また, ほとんどの斜長石斑晶は複雑な反復累帯構造を示す。斑晶鉱物組合せと安山岩質である全岩化学組成とから, この期の噴出物は前後の活動期のものとは明瞭に区別できる。

雄山期の最初の噴火である八丁平噴火は, 今回と同様にカルデラの形成にかかわったこと, マグマの組成の上でも特徴的な点があることから, 関心がもたれている。八丁平噴火については次の項で詳しく述べる。この噴火の後の雄山期の噴出物のほとんどは, 斑晶量の少ない(<10%)  $SiO_2$ 量51-56%の玄武岩-玄武岩質安山岩であり(Fig. 3), 斑晶鉱物組合せは斜長石+カンラン石+普通輝石+シソ輝石+磁鉄鉱である。雄山期の噴火年代と全岩組成の変化を見ると, 噴出するマグマ組成が突然未分化になった後に時代とともに徐々に分化が進行していくサイクルが2回繰り返され, それぞれのサイクルは八丁平噴火と約1300年前前に始まったと指摘された(Fig. 4; 新堀・津久井, 2000 b; 新堀, 2001; 津久井・他, 2001)。

300年の休止期において1469年の噴火に始まる新澁期の噴出物は, 斑晶量の少ない(<3%)  $SiO_2$ 量52-57%の玄武岩-安山岩であり(Fig. 3), 主な斑晶鉱物組合せは斜長石+カンラン石+普通輝石+シソ輝石+磁鉄鉱である。この活動期も雄山期同様, 早期に未分化な組成のマグマが噴出した後に徐々に分化が進んでいった(宮坂・中川, 1998; 津久井・他, 2001)。

三宅島の噴出物の中にはAn90を超える斜長石, Fo80を超えるかんらん石が単独あるいは集合して含まれることがある(たとえば一色, 1960)。このような組成をもつ結晶は長径1mmを超えることが多く, メガクリスト(巨晶)と呼ばれる(Arakawa *et al.*, 1992; 宮坂・中川, 1998)。メガクリストとそれ以外の斑晶鉱物のサイズは異なり, 全体としてバイモーダルなサイズ分布を示す。このようなメガクリストは大船戸期のほとんどすべての玄武岩に含まれるほか, 坪田期の早期, 未分化な組成に転じた雄山期の八丁平噴火および1300年前ころの噴出物に含まれる(新堀, 2001)。新澁期では, 1535年, 1874年, 1940年噴出物に認められる(宮坂・中川, 1998; 新堀, 2001)。

2000年の噴火による噴出物は, 6月27日朝に阿古沖の海底に噴出した, とされる1983年噴出物に良く似た組成のもの(中田・他, 2001)のほか, 8月18日の噴火の本質物とされるもの(宇都・他, 2001)がある。これが本質物であるか否かについて議論があったが, 火山弾の帯磁方向がそろふことから, 本質物であったと決着がついた(中田, 2001 私信)。しかし, 噴出物全体に占める本質物の量は, 最も割合の高い8月18日の噴火でも総噴出量の高々40%(宇都・他, 2001)に過ぎず, 地表に噴出したマグマの量は, 最近20年に一度起こってきた噴火の規模と比べて明らかに少ない。2000年噴出物の全岩化学組成(appendix; 宇都・他, 2001)は, 1940年,

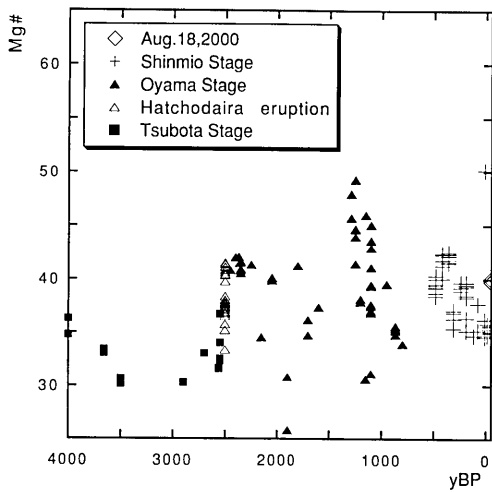


Fig. 4. The variation of Mg# ( $=\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})\times 100$ ) versus erupted age.

62年, 83年噴出物に比べてMg#が高く, 過去の噴出物の中では新漆期, 雄山期のそれぞれ初期の噴出物のMg#に近い(Fig. 4). このことから, 2000年噴火を境に新たな噴火ステージに入った可能性を指摘できる。

#### 4. 八丁平噴火の特徴

三宅島では少なくとも2つのカルデラが知られていた(Fig. 1; 一色, 1960; 茅原・他 1973, 1984; 早川, 1990; 津久井・鈴木, 1998). 内側の標高700m付近に南北1.8km×東西1.6kmの広がりを持つ新しいカルデラは八丁平カルデラで, 外側の標高350m付近の直径約4キロの古いカルデラは桑木平カルデラである. 津久井・鈴木(1998), 津久井(1999)は八丁平カルデラは八丁平噴火(2500-2200年前)に伴って形成され, 桑木平カルデラは, 1万年前以前に形成されたと考えた。

八丁平噴火は最近1万年間でもっとも規模の大きな噴火であり,  $3.7\times 10^8\text{ m}^3$  (Dense Rock Equivalent) のマグマを放出した. 三宅島の最近の噴火の1回の噴火の平均的な噴出量は  $n\times 10^7\text{ m}^3$  程度であるから, この噴出量はその5倍から1桁大きな値であった. 噴火は島の中央で始まり, 割れ目火口が南麓へ伸びた. ここから大量のスコリアが噴出し, 島内全域に降下・堆積した. スコリア噴火の後期にはマグマ水蒸気噴火に移行した. 噴火の末期には, 海岸近くの割れ目火口で激しいマグマ水蒸気爆発が起こって, マールを形成した. 同時に山体の中心部では細粒火山灰が大量に生産され, 火山豆石や泥雨となって全島に降下, 堆積した. 噴火末期もしくは噴火直後に八丁平カルデラが形成されたと考えられる. 一連の堆積物の間には明瞭な浸食間隙が確認できないことか

ら, 地質学的には短時間内に起きたらしい。

全岩化学分析の結果(Figs. 3, 4)から, それ以前の安山岩質マグマに新たな玄武岩質マグマが相当量混合して噴出したと推定される. 少し詳しく検討してみよう. 島の北半分に露出している八丁平スコリア噴出物は, 分布から山頂噴火に由来すると判断されるものが主体を占めており, このスコリアの $\text{SiO}_2$ 含有量は57-52%の広い範囲にわたる. 1露頭の2-5層準から採取した試料を比べると下位(すなわち早期)の噴出物ほど $\text{SiO}_2$ に富んでおり, 上位(後期)の噴出物に向かい, 順に乏しくなる. 一方, 南半部に分布し, 割れ目火口起源と推定される八丁平スコリアの全岩の $\text{SiO}_2$ 量は, 52%前後に集中する.  $\text{SiO}_2$ に富む試料は, 斑晶に斜方輝石が出現すること, 斑晶の斜長石は坪田期に頻繁に出現する反復累帯構造の顕著なものに類似し, かつ中心部(An60-65)よりも縁部(An60-75)でCa成分の高くなる逆累帯構造を示すものが多いこと, などから八丁平噴火のマグマは, 坪田期の安山岩マグマに, より未分化な玄武岩質マグマが混合したものであるというモデルを想起させる. もとからあった坪田期の安山岩マグマが多い部分は早期に山頂から, 玄武岩マグマの多い部分は山頂噴火の後期および南山腹の割れ目火口から噴出したと説明できそうである.  $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ 図上で分析値がほぼ直線状に分布していること(Fig. 3)も, マグマの混合がさまざまな割合で起こった結果だと理解できる。

津久井・他(2001)は八丁平カルデラの形成が2500-2200年前の八丁平噴火の末期もしくは直後に起こったと推定したが, その基礎となるデータは以下の通りである. 八丁平カルデラはおよそ1200年前の割れ目火口のスオウ穴によって地形的に切られており, 八丁平カルデラの形成はこれ以前である. また, 雄山南山腹の登山林道の標高690mのヘアピンカーブで新島の886年噴火による軽石質火山灰が観察され, 雄山は9世紀にはすでに標高700m以上にまで成長していた. 八丁平噴火後のいくつかの噴火堆積物は, 細粒, 急冷された組織などマグマ水蒸気噴火の特徴を持つ. これらの事実は八丁平噴火後にカルデラが形成され, カルデラ湖, もしくは地下水として大量の水が存在したと考えると都合良い. 八丁平噴火の噴出量は  $3.7\times 10^8\text{ m}^3$  (DRE) あり, 他の噴火に比べて一桁大きい. したがって陥没をひき起こすのに十分な量のマグマの脱出・移動があった. 9世紀および1763年の噴火は比較的規模が大きく, 噴出量はそれぞれ  $1\times 10^8$  (DRE)  $\text{m}^3$  を超えるものであったが, 山頂の火口の陥没は起こらなかった。

八丁平噴火そのものの噴火年代は以下の3個の $^{14}\text{C}$ 年

代値から推定した。すなわち、1. ココマノコシ遺跡の露頭で、八丁平スコリア層と古澗爆発角礫岩に挟まれる小規模な泥流に含まれていた炭化木片から得られた  $2200 \pm 50$  yBP (Beta137519: 川辺, 未公表資料), 2. 八丁平スコリア層の上位2枚めの平山スコリア堆積物から得られた  $2050 \pm 40$  yBP (鈴木・津久井, 1997), および 3. 八丁平噴出物の下位にあたるスコリア堆積物から得られた  $2570 \pm 100$  yBP (一色・他, 1965) である。

なお、八丁平噴火による火山豆石は、桑木平カルデラ内にある南戸林道沿いに堆積しており、桑木平カルデラは八丁平噴火のときには既に存在していた。

### 5. 2000年(新八丁平)カルデラ内壁の記載

津久井, 川辺は、警視庁, 東京消防庁, 自衛隊, 海上保安庁, 気象庁の協力のもとに、ヘリコプターから三宅島火山の活動状況の観察を行なう機会を得た。陥没カルデラ内に開口した火口の形状, 噴煙の状況の変化については、中田・他(2001)などの報告があるので、ここでは陥没カルデラの壁面に露出している後桑木平カルデラ丘および八丁平カルデラの構造について記載する。

最初に三宅島噴火地形図(国土地理院, 2001b)のカルデラ縁上の点に、スオウ穴から時計回りに1-19の番号をふり、カルデラ壁のスケッチに対応させた(Figs. 5a-5d, Plates 1-6)。1, 2, 7-19は主要な尾根に、4は八丁平カルデラ東縁の705.3m三角点、5は1595年側火口に対応させた。6は雄山登山道とカルデラ縁との交点である。7-8は陥没していない八丁平カルデラ縁の高まりにあたる。

2000年の陥没カルデラ壁の北半は八丁平カルデラ形成前の非溶結火砕岩累層(カルデラ底から厚さ400m)と、これを不整合で覆う弱溶結火砕岩(アグルーチネート)累層(7-19の地表直下から50m余りの深さまで)で構成されている。つまり、三宅島の雄山の北半分の標高250m以上のほとんどは降下スコリアからなる。非溶結部は7000年前以前の大船戸期およびそれ以前、弱溶結部は主に2500年前以降の雄山期、新澗期の噴出物である可能性が高い。

一方、カルデラ南壁は北壁とは構造が大きく異なる。噴煙のため観察が充分ではないが、南半(3-8)では下位から、1枚約10mの厚い溶岩が約20枚(厚さ200m)、無層理の崖錐堆積物(50m)、弱溶結の火砕岩(50m)、順に重なり、さらに3-7および9はカルデラ縁の低所であったためここを溢流した溶岩(新澗期)がみられる。崖錐堆積物は、3-4ではカルデラの内側に向けて傾斜していることから、八丁平カルデラ形成後に堆積したこと

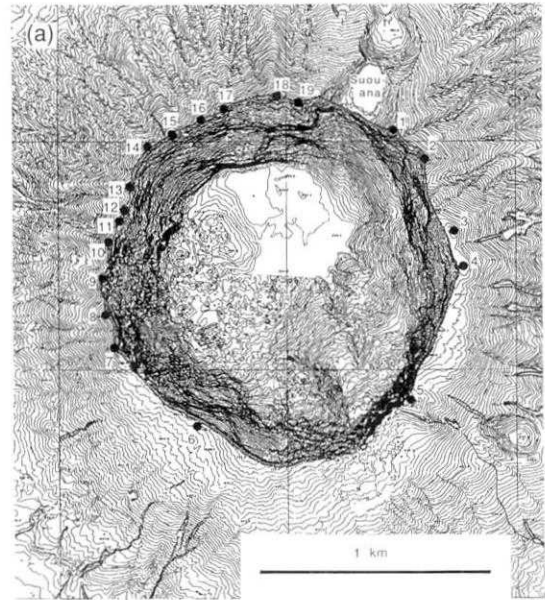


Fig. 5a Topographic map of the 2000 AD Caldera area (Geographical Survey Institute, 1:5000 in scale). Numbered points correspond to Figs. 5b to 5d, and Plates 1 to 6.

は明らかである。厚い溶岩累層は、八丁平カルデラ形成後の雄山期に噴出して陥没カルデラの埋立てに寄与した溶岩である可能性と、カルデラ形成前の4000-2500年前の坪田期の安山岩質の溶岩である可能性、の2つが指摘できる。現在どちらか断定することは難しいが、後者であった場合、八丁平カルデラの陥没構造自体はカルデラ縁に比べてかなり小さいことになる。9世紀ないしそれ以降はカルデラの埋積が進んだため溶岩が八丁平カルデラ縁の地形的低まりを乗り越えて溢流したことが地表地質の調査からわかっている。

北壁に見られる降下火砕岩累層と南壁に見られる厚い溶岩累層の境界は、西側では7のやや南寄りの内壁で観察され、溶岩積累層が北側の火砕物に不規則にアバットしている(Fig. 5d, Plate 5)。ここではカルデラの縁から底まで崩壊が著しく、崩落した岩屑が崖錐をつくっている。東側の境界は崩落物質のためはっきり見えないが4-5の間にありそうである。

カルデラ壁断面には少なくとも、6火口(スオウ穴, 2, 3-4, 5, 8, 14の下), 1岩脈(18-19の下), そのほかカルデラ縁を溢流した溶岩(7-8間, 9)が認められた。それぞれを順に記載する。特に記載しなかったが北-西壁には不規則で小規模な岩脈が多数認められる。

**スオウ穴** カルデラ北側に位置するスオウ穴は、後桑木平カルデラ丘(雄山)山腹に開いた割れ目火口の跡である。火口中心部に向かい高角で傾斜する断層群により中心部ほど落ち込む構造を示す。その形成時期はテフラ

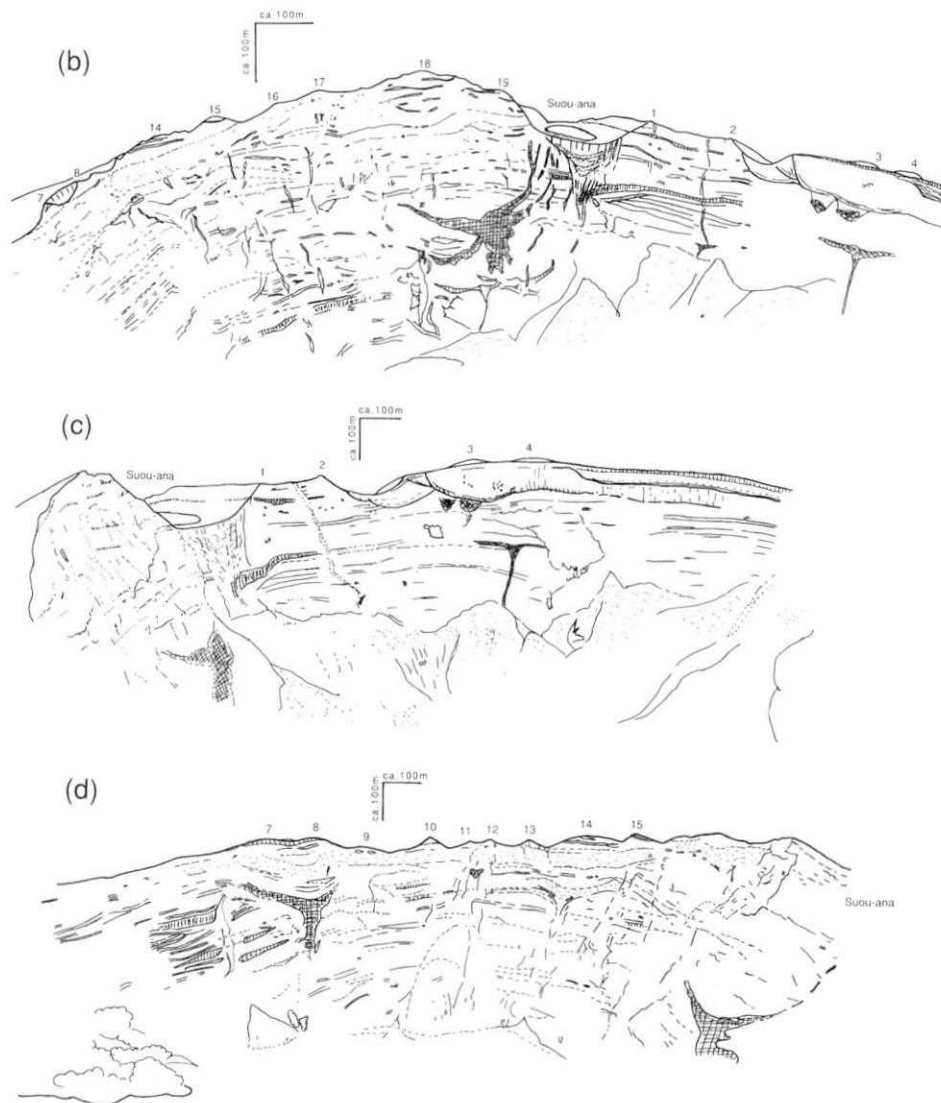


Fig. 5b. Sketch of the north caldera wall.  
 Fig. 5c. Sketch of the east caldera wall.  
 Fig. 5d. Sketch of the west caldera wall.

層序からは8-9世紀(約1200年前)ころと推定されいて、火口の地形は18に見られる最上位のアグルーチネートを切っている。スオウ穴形成時に放出された降下火砕物は1では厚さ20-30m、東側に向い薄くなる。

2の地表下300m 小規模な割れ目火口を満たしたと見られるじょうご型の溶岩(水平方向20-30m)がある。2001年7月には崖錐に覆われてしまった。

3-4の地表下200m 貫入・噴出の痕跡であるT字状の岩脈と火砕岩が水平方向に約200mの幅で広がっている。深度150m以深では成層した降下火砕物層が1の下から連続している。

5 地表に1535?年噴火割れ目が達している。スコリ

ア丘とその基底部に小規模な溶岩が認められる。

8の地表下50-200m じょうご型をして上に開き、降下火砕物で充填された火口断面が現れている。火砕物は、南側にのびて薄化し、溶岩と火砕岩互層のうち一枚を構成している。下に向かって収斂し、岩脈になる。

14の地表直下 2枚のアグルーチネートがあり、地表下100-150mに赤色火砕物が幅150mにわたりT字状に拡がる。割れ目火口と火砕丘の断面であろう。

岩脈 18-19の深度250m以深にじょうご型をした貫入岩が見られる。現壁面では岩脈は地表には達していない。また、山麓にこの岩脈につながる側火口は認められない。貫入岩体の上位に見られる成層構造は左右から連

Table 1. Comparison of 2000AD Caldera and Hatchodaira Caldera

Event	2000AD "New Hatchodaira" Caldera	2500yBP Hatchodaira Caldera
Sequence	dyke intrusion→collapse→ash fall	scoria fall(summit→fissure) →(mud flow?)→collapse?→ash fall?
Size	1.6km×1.6km	1.6km×1.8km
Depth	450m	?
Collapsed volume	$6 \times 10^8 \text{m}^3$	?
Total volume erupted (apparent volume)	$1.1 \times 10^7 \text{m}^3$	$7.5 \times 10^8 \text{m}^3$
Juvenile volume erupted (Dense Rock Equivalent)	$<2 \times 10^6 \text{m}^3$	$3.7 \times 10^6 \text{m}^3$
Related magma	basaltic andesite+basalt	andesite+basalt

続しているが、熱変成あるいは熱水変質のため白色化し、カルデラ内側に向かいやや突出している。以上の観察からこの部分は、マグマが貫入したものの、噴火が不発に終わった事件の痕跡の可能性がある。壁面ではこの岩脈の端はスオウ穴のすぐ西側にまで達しているので、貫入はスオウ穴形成のわずか前に起こった。

**カルデラ縁を溢した溶岩** 7-8間の地表直下、9の地表直下の谷地形(火口?)には9世紀もしくはそれ以降の溶岩がある。表層地質の調査からは4-5、および5の南、6-7からも9世紀の溶岩がカルデラ縁を溢れて流下した(津久井・鈴木, 1998)が、壁面のいずれの溶岩に対比されるか明らかではない。

将来カルデラ内壁に露出する岩石を採取し、分析できれば、さらに詳しい成長史とマグマの組成変化の情報が得られるであろう。

## 6. 2000年カルデラと八丁平カルデラの比較

2000年カルデラは、7月8日以降約2ヶ月かけて山頂部の沈降と壁面の崩落が進行し、八丁平カルデラに重なる位置に、ほぼ同様の広がりを持つに至った。そこでこの2つのカルデラの大きさ、形成のメカニズムの比較をしよう(Table 1)。

八丁平噴火では、分化の進んでいない新たなマグマが既存の安山岩マグマに加わり、 $7.5 \times 10^8 \text{m}^3$  ( $3.7 \times 10^8 \text{m}^3$  DRE)におよぶマグマが噴出した。この噴出量が多かったために陥没したと考えた。それに対し、2000年の活動では、噴出物は細粒の火山灰を主とし、みかけの噴出量は $1.1 \times 10^7 \text{m}^3$ にすぎず、陥没量に比べ桁違いに少ない。2000年の活動前にはマグマの供給に対応した山体の膨張、活動開始後はマグマの脱出、移動に対応した収縮が起っていることから、マグマの移動がカルデラの形成に本質的な役割を果たしたという点では2500年前の八丁

平噴火と共通するとみることできる。しかし、大量のマグマが地表に噴出した2500年前の八丁平噴火とは異なり、2000年の活動ではマグマの大部分は三宅島の地下から噴出することなく地殻内を移動し新島・神津島近海に向かって貫入したことが陥没の主な原因であったと考えられる。陥没は既存のカルデラ構造を利用して進行したのであろう。このようなメカニズムでカルデラを形成したことを示唆する前例は、地表の地質調査からは過去1万年間には認められない。

## 7. 今後の見通し

2000年カルデラの縁は急崖で囲まれており、これが安定な角度になるまで崩壊、崩落を続けることは間違いない。2000年の活動で新滞期のマグマ供給系は破壊されてしまったと考えられることや、三宅島の地下から移動した $10^8 \text{m}^3$ の桁のマグマの量が最近の三宅島火山の噴火の数回から10回分に相当することから、三宅島火山の地下へのマグマの供給率がこれまでと同程度であれば、次の本格的なマグマ噴火まで間隔があく可能性は高い。

2500-2200年前に八丁平カルデラが形成されてからおよそ1000年間は、発泡の悪い降下スコリアや、噴火活動後期に細粒の火山灰降下に推移した例が確認でき、カルデラ内に溜った水とマグマが接触してマグマ水蒸気噴火が起り易かったと推定できる。このような状況は雄山が八丁平カルデラを埋めるまで続いたらしい。

2000年カルデラの底にはすでに水溜りが出現しており、いずれ湖にまで成長するであろう。カルデラ湖は、八丁平カルデラ形成後と同様に山頂噴火の際にマグマ水蒸気爆発の誘因となったり、水位の上昇やカルデラ壁の崩壊がきっかけで泥流の発生につながることで予想されるので、注意深い監視を要する。

謝 辞



渡辺秀文教授には発表の機会を与えて戴いた。防災科学技術研究所鶴川元雄総括主任研究員にはコア試料の観察と試料採取に便宜をはかって戴いた。XRF 分析を行なうにあたり、産業技術総合研究所小笠原正継氏に指導して戴いた。三宅島の観察のためのヘリコプターの運航、スケジュール調整にあたり、警視庁、東京消防庁、自衛隊、気象庁、中田節也教授に大変御世話になった。国土地理院からは現況図と噴火地形図を提供して戴いた。これらの方々と諸機関、担当者の方々に厚く感謝します。

査読された藤井敏嗣教授、中田節也教授からの指摘により原稿を改善することができた。記して感謝します。

この研究には地震研特定共同利用(B)平成8-10年度「活火山における噴火様式・規模の時代的変遷に関する研究」、平成11-13年度「高噴火ポテンシャル火山における噴火の規模・様式に関する研究」の研究費の一部および平成13年度科学研究費補助金(一般C213640477)を使用した。

#### 引用文献

- Arakawa, Y., H. Murakami, M. Kimata, and S. Shimoda, 1992, Strontium isotope compositions of anorthite and olivine phenocrysts in basaltic lavas and scorias of Miyakejima volcano, Japan. *J. Min. Petr. Econ. Geol.*, **87**, 226-239.
- 荒牧重雄・早川由紀夫, 1984, 1983年10月3・4日三宅島噴火の経過と噴火様式, *火山*, **29**, S25-S35.
- 茅原一也・青木 滋・八木健三・新藤静夫, 1973, 三宅島火山に関する新知見(演旨), *火山*, **18**, 102-103.
- 茅原一也・青木 滋・八木健三・新藤静夫, 1984, 三宅島火山西斜面のカルデラと溶岩流制御について, *火山*, **29**, S335-S342.
- 早川由紀夫, 1990, テフロクロノロジーとレスクロノメトリーによる三宅島火山の噴火史, 日本地質学会第97年学術大会(富山)講演要旨, 416.
- 一色直記, 1960, 5万分の1地質図幅「三宅島」及び同説明書. 地質調査所, 85p.
- Isshiki, N., 1964, Mode of eruption of Miyake-jima volcano in historic times, *Bull. Volcanol.*, **27**, 29-48.
- 一色直記, 1984, 三宅島火山の過去3,000年間の活動. 火山噴火予知連絡会会報, **29**, 1-3.
- 一色直記・小野晃司・平山次郎・太田良平, 1965, 放射性炭素による<sup>14</sup>C年代測定, *地質ニュース*, **133**, 20-27.
- 伊藤弘志・吉田武義・木村純一, 1999, 三宅島火山におけるマグマ組成の時間変化, *月刊地球*, **241**, 406-411.
- Kaidzu, M., T. Nishimura, M. Murakami, S. Ozawa, T. Sagiya, H. Yara, and T. Imakiire, 2000, Crustal deformation associated with crustal activities in the northern Izu-islands area during the summer, *Earth Planets Space*, **52** (No. 8), pp. ix-xviii.
- 木股文昭・山岡耕春・奥田 隆・宮島力男・高井香里・藤井直之, 2000, 神津島・新島周辺の地殻変動—三宅島噴火後のマグマ貫入モデル, 日本火山学会講演予稿集2000年度秋季大会, 11.
- 気象庁, 1998, 第5回火山噴火の長期予測に関するワーキンググループ議事録, 噴火予知連会報, **69**, 116-120.
- 国土地理院, 1998, 三宅島の地殻変動・火山噴火予知連絡会会報, **69**, 77-81.
- 国土地理院, 2001 a, 1: 25,000 災害現況図「三宅島」.
- 国土地理院, 2001 b, 三宅島噴火地形図. 国土地理院技術資料 D・1-No. 385.
- 松田時彦・森本良平, 1962, 三宅島の噴火—1962年8月, *科学*, **32**, 578-585.
- 宮坂瑞穂・中川光弘, 1998, 1940年-1962年噴出物の岩石学的研究から見た近年の伊豆諸島三宅島火山のマグマ組成供給系, *火山*, **43**, 433-445.
- 宮崎 務, 1984, 歴史時代における三宅島噴火の特徴, *火山*, **29**, S1-S15.
- 名古屋大学理学部・東大地震研究所・九州大学理学部, 1998, GPS観測による三宅島における地殻水平変動(1995-1997年), 噴火予知連会報, **71**, 84-85.
- 中田節也・長井雅史・安田 敦・嶋野岳人・下司信夫・大野希一・秋政貴子・金子隆之・藤井敏嗣, 2001, 三宅島2000年噴火の経緯—山頂陥没口と噴出物の特徴—, *地学雑*, **110**, 168-180.
- 新堀賢志, 2001, 三宅島火山マグマ化学組成の時間変化, 千葉大学自然科学研究科修士論文.
- 新堀賢志・津久井雅志, 1999, 三宅島火山全岩化学組成の時間変化(予報), 日本火山学会講演予稿集1999年度秋季大会, 14.
- 新堀賢志・津久井雅志, 2000 a, 三宅島火山全岩化学組成, 平成11年度東大地震研・研究集会報告書「噴出物にもとづく火山成長史・噴火の推移の解説および長期噴火予測」, 65-71.
- 新堀賢志・津久井雅志, 2000 b, 三宅島火山の全岩化学組成の時間変化, 日本火山学会講演予稿集2000年度秋季大会, 2.
- 西村卓也・村上 亮・小沢慎三郎・鷲谷 威・矢来博司・多田 堯, 2000, 2000年7月の新島・神津島におけるダイク貫入と非地震性すべり, 日本火山学会講演予稿集2000年度秋季大会, 10.
- 鈴木裕一・津久井雅志, 1997, 三宅島火山噴出物の<sup>14</sup>C年代, *火山*, **42**, 307-311.
- 津久井雅志, 1999, 三宅島火山の形成と噴火の歴史, *月刊地球*, **241**, 399-405.
- 津久井雅志・鈴木裕一, 1998, 三宅島火山最近7000年の噴火史, *火山*, **43**, 149-166.
- 津久井雅志・新堀賢志・川辺禎久・鈴木裕一, 2001, 三宅島火山の形成史, *地学雑*, **110**, 156-167.
- 津屋弘達, 1940, 昭和15年7月三宅島噴火調査概報, 第1部, 緒論-第5章, *地震*, **12**, 437-478.
- Ukawa, M., E. Fujita, E. Yamamoto, Y. Okada, and M. Kikuchi, 2000, The 2000 Miyakejima eruption: Crustal deformation and earthquakes observed by the NIED Miyakejima observation network, *Earth Planets Space*, Vol. 52 (No. 8), pp. xix-xxvi.
- 宇都浩三・風早康平・斎藤元治・伊藤順一・高田 亮・川辺禎久・星住英夫・山元孝広・宮城磯治・東宮昭彦・佐藤久夫・濱崎聡志・篠原宏志, 2001, 三宅島火山2000年噴火のマグマ上昇モデル—8月18日噴出物および高濃度SO<sub>2</sub>火山ガスからの考察—, *地学雑*, **110**, 257-270.
- 山岡耕春, 2000, 三宅島・神津島の地下で何が起っているのか地震・火山活動の原因をさぐる, *科学*, **70**, 926-935.
- 渡辺秀文, 2001, 三宅島火山のカルデラ陥没過程と噴火のメカニズム, 2001年地球惑星科学関連学会合同大会, V0-026. (Received July 23, 2001)
- (Accepted December 20, 2001)



Plate 1. Aerial view of the 1.6 km across "The New Hatchodaira Caldera," taken from a Metropolitan Police Department helicopter "Ootori No. 1" from an altitude of 2,000 m on April 23, 2001.



Plate 2. Northeastern wall of the caldera, from an altitude of 1,000 m, on April 23, 2001.

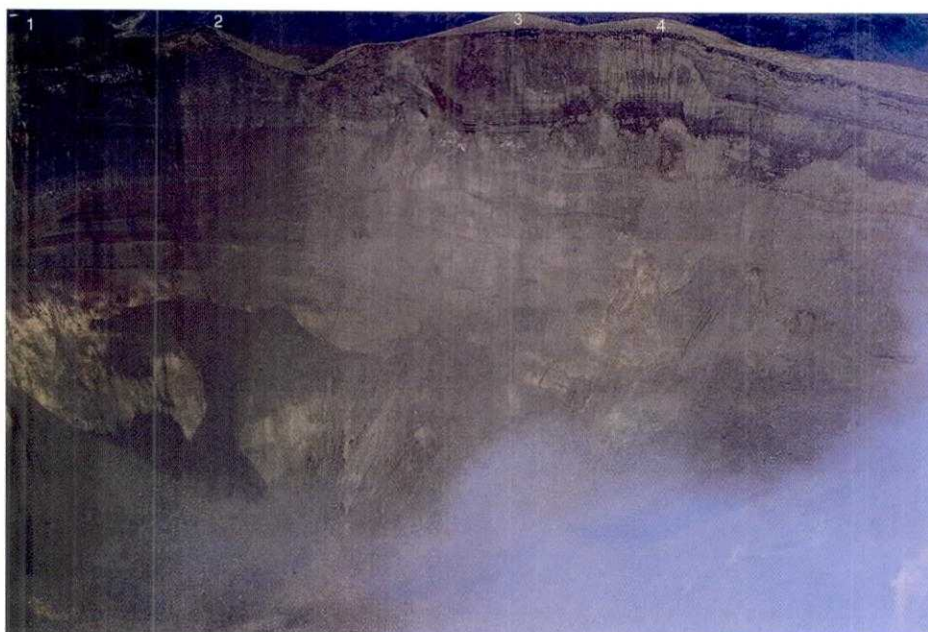


Plate 3. Eastern wall of the caldera, taken from a Metropolitan Police Department helicopter "Ootori No. 7" from an altitude of 1,500 m on July 9, 2001.

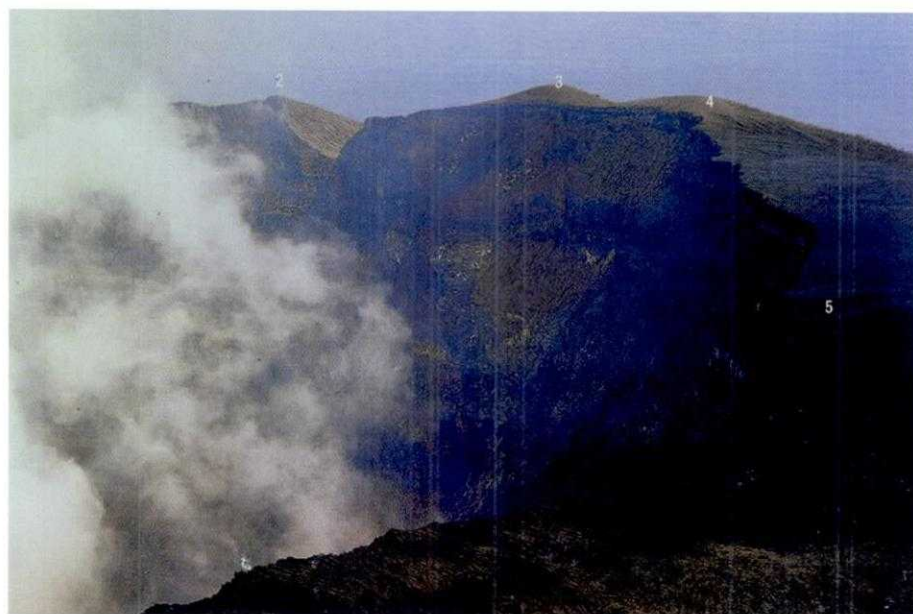


Plate 4. Southeastern wall of the caldera from an altitude of 1,000 m, on April 23, 2001.



Plate 5. Southwestern wall of the caldera from an altitude of 1,000 m, on April 23, 2001.



Plate 6. Northwestern wall of the caldera from an altitude of 1,000 m, on April 23, 2001.

Appendix XRF whole-rock chemistry of lavas and scoria from Miyakejima volcano. See Fig. 2 for abbreviations.

No.	Horizon	Sample Loc.	Lat.(N)	Lon.(E)	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mg#	Zr	Y	Sr	Rb	Ba	Zn	Cu	Ni	Cr	V	
Aug.18.A.D.2000																										
1	2000 scoria	01120801	34° 04'05"	139° 30'57"	51.81	1.13	17.72	11.14	0.19	4.17	10.94	2.38	0.41	0.11	40.00	55	26	264	6	136	102	130	12	34	442	
2	2000 scoria	01120801	34° 04'05"	139° 30'57"	52.10	1.12	17.65	11.24	0.19	4.15	10.74	2.31	0.38	0.12	39.73	48	27	257	5	128	103	119	12	30	447	
3	2000 bomb	01121004	34° 04'37"	139° 31'21"	51.80	1.12	17.63	11.23	0.19	4.16	10.95	2.40	0.41	0.11	39.79	57	27	259	5	135	98	125	14	33	439	
Shinmoo Stage																										
4	1983 lava	98042808	34° 04'33"	139° 28'54"	53.31	1.38	15.19	13.16	0.24	4.09	9.22	2.71	0.54	0.15	35.66	64	32	232	7	166	118	150	13	10	371	
5	1983 lava	98042903	34° 04'13"	139° 30'41"	53.30	1.38	15.09	13.36	0.24	4.02	9.17	2.75	0.54	0.15	34.93	66	33	236	6	170	115	163	10	10	376	
6	1983 lava	98042908	34° 03'28"	139° 30'09"	54.75	1.35	15.04	12.43	0.23	3.84	8.72	2.87	0.61	0.16	35.54	74	36	235	7	188	118	133	10	16	345	
7	1983 scoria	98072504	34° 03'31"	139° 30'13"	54.61	1.38	15.18	12.40	0.22	3.79	8.78	2.88	0.59	0.16	35.28	73	35	236	8	181	114	121	13	17	349	
8	1962 scoria	98042802	34° 05'40"	139° 33'42"	54.15	1.43	14.86	12.92	0.23	4.04	8.86	2.76	0.57	0.17	35.79	71	33	232	7	175	121	135	12	6	354	
9	1962 lava	98072405	34° 06'07"	139° 33'42"	56.78	1.27	14.81	11.60	0.23	3.46	7.83	3.13	0.70	0.17	34.69	85	38	231	9	209	113	97	9	7	260	
10	1940 scoria	98072404	34° 05'47"	139° 33'53"	54.34	1.42	14.92	12.76	0.23	4.05	8.73	2.82	0.58	0.16	36.16	72	36	229	8	177	120	140	10	8	348	
11	1940 aphyric lava	98042803	34° 05'51"	139° 34'01"	56.90	1.27	14.78	11.56	0.23	3.42	7.83	3.14	0.70	0.18	34.54	85	39	237	9	218	110	93	11	5	264	
12	1940 crystal-rich lava	98042803	34° 05'51"	139° 34'01"	51.37	1.01	16.57	11.43	0.21	6.44	10.18	2.26	0.41	0.12	50.11	49	25	230	5	135	96	99	52	33	308	
13	1874 lava	98042804	34° 07'05"	139° 32'05"	54.03	1.28	15.72	12.07	0.23	4.09	9.15	2.72	0.56	0.15	37.64	69	34	243	7	180	104	132	12	14	319	
14	1874 scoria	98043005	34° 06'14"	139° 32'21"	55.55	1.37	15.22	11.99	0.23	3.65	8.34	2.83	0.64	0.18	35.16	80	36	238	8	212	120	120	7	5	286	
15	1835 lava	98042816	34° 04'41"	139° 30'27"	55.63	1.30	15.20	11.87	0.23	3.53	8.38	3.01	0.66	0.18	34.67	77	37	241	8	209	113	107	8	12	286	
16	1763-69 bomb	98042909	34° 03'26"	139° 30'02"	54.45	1.38	14.60	13.15	0.24	3.99	8.59	2.83	0.59	0.16	35.12	73	34	234	8	183	123	138	8	4	336	
17	1763 scoria	98043006	34° 02'50"	139° 31'34"	52.06	1.37	15.17	13.37	0.22	4.89	9.91	2.38	0.47	0.14	39.44											
18	1763 scoria	98043007	34° 03'13"	139° 29'18"	52.09	1.37	15.16	13.33	0.23	4.90	9.92	2.37	0.47	0.15	39.60											
19	1763 scoria	99091501	34° 03'13"	139° 29'18"	52.01	1.37	15.19	13.36	0.23	4.93	9.91	2.41	0.46	0.14	39.67	65	30	228	5	140	112	151	15	30	377	
20	1763 scoria	99091502	34° 03'28"	139° 30'25"	52.29	1.36	15.18	13.25	0.23	4.82	9.85	2.43	0.44	0.14	39.35	59	30	231	5	151	110	87	15	26	373	
21	1763 scoria-u	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	52.37	1.41	14.96	13.54	0.23	4.74	9.73	2.39	0.48	0.14	38.46	62	34	226	5	154	115	146	16	20	371	
22	1763 scoria-m	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	52.35	1.42	14.76	13.65	0.23	4.75	9.66	2.54	0.50	0.14	38.28	67	32	228	6	147	118	151	17	16	369	
23	1763 scoria-l	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	52.39	1.42	15.06	13.28	0.23	4.81	9.69	2.50	0.49	0.14	39.25	62	31	229	6	159	119	145	16	31	361	
24	1763 lava	99091705	34° 03'34"	139° 29'56"	54.35	1.42	14.74	12.78	0.23	4.09	8.77	2.89	0.58	0.16	36.31	68	33	234	7	172	118	128	12	20	341	
25	1712 lava	98042907	34° 03'30"	139° 30'37"	52.29	1.33	15.03	13.35	0.24	4.92	9.82	2.42	0.46	0.14	39.65	58	32	229	4	147	113	139	15	27	365	
26	1712 lava	98042912	34° 02'46"	139° 30'43"	52.11	1.35	14.83	13.72	0.24	4.90	9.81	2.44	0.47	0.13	38.90	56	31	235	6	143	110	148	16	32	370	
27	1712 lava	98042912	34° 02'48"	139° 30'53"	52.24	1.33	14.87	13.53	0.24	4.89	9.83	2.47	0.47	0.13	39.17	60	30	238	6	152	112	137	14	27	381	
28	1643 lava	98042808	34° 04'34"	139° 28'52"	52.84	1.39	14.63	13.76	0.25	4.54	9.35	2.59	0.50	0.15	37.02	64	32	231	6	145	118	128	11	10	374	
29	1643 lava	99091509	34° 04'34"	139° 29'16"	53.24	1.40	15.39	13.02	0.22	3.99	9.34	2.72	0.52	0.15	35.34	64	33	241	7	170	112	137	9	16	394	
30	1643 scoria	99091802	34° 04'10"	139° 29'45"	53.50	1.45	14.96	13.18	0.25	4.20	8.91	2.78	0.59	0.17	36.25	72	34	230	7	176	124	145	7	12	325	
31	1643 scoria	99091804	34° 04'17"	139° 29'29"	53.58	1.41	14.93	13.18	0.23	4.31	9.13	2.55	0.53	0.15	36.82	69	32	230	6	179	119	130	7	8	356	
32	1595 lava	98072401	34° 03'43"	139° 33'37"	52.25	1.19	15.43	12.67	0.23	5.21	10.11	2.34	0.46	0.12	42.30	56	29	232	5	142	104	119	15	43	346	
33	1595 scoria	99091610	34° 03'55"	139° 33'36"	52.16	1.22	15.54	12.61	0.21	5.20	10.07	2.42	0.45	0.13	42.36	57	29	226	5	151	106	134	18	50	347	
34	1595 lava	99091611	34° 03'45"	139° 33'31"	52.20	1.22	15.43	12.63	0.21	5.23	10.14	2.36	0.43	0.14	42.47	58	28	226	6	137	99	50	14	46	356	
35	1595 scoria-u	99091612	34° 04'06"	139° 32'53"	52.22	1.21	15.68	12.51	0.21	5.11	10.12	2.36	0.45	0.13	42.15	60	30	225	5	142	105	130	17	46	342	
36	1595 scoria-m	99091612	34° 04'06"	139° 32'53"	52.40	1.23	15.62	12.44	0.21	5.07	10.09	2.35	0.46	0.13	42.09	59	31	226	5	155	107	129	16	47	348	
37	1595 scoria-l	99091612	34° 04'06"	139° 32'53"	52.83	1.22	15.74	12.27	0.21	4.90	9.83	2.37	0.48	0.14	41.57	66	31	224	5	156	106	125	17	39	337	
38	1595 scoria	99091614	34° 04'16"	139° 32'41"	51.92	1.25	16.14	12.57	0.21	5.06	9.99	2.28	0.45	0.13	41.77	59	30	227	5	143	108	126	13	43	346	
39	1595 scoria	99091711	34° 03'28"	139° 33'20"	52.06	1.24	16.03	12.55	0.21	4.99	10.00	2.32	0.45	0.14	41.47	62	28	219	5	133	107	123	15	44	344	
40	1535 lava	98072402	34° 03'59"	139° 33'54"	52.18	1.17	15.36	12.75	0.23	5.25	10.08	2.38	0.46	0.13	42.35	55	31	231	6	141	100	129	16	47	340	
41	1535 lava	99091609	34° 04'10"	139° 33'40"	52.94	1.21	15.23	12.51	0.21	4.92	9.89	2.44	0.49	0.14	41.21	66	29	231	6	165	100	127	15	39	351	
42	1535 lava	99091613	34° 04'32"	139° 32'49"	52.97	1.30	15.02	12.85	0.22	4.81	9.60	2.59	0.49	0.14	40.02	62	33	231	5	152	107	119	15	25	358	
43	1535 scoria-u	99091614	34° 04'16"	139° 32'41"	52.25	1.21	15.55	12.54	0.21	5.15	10.11	2.39	0.45	0.14	42.26	62	30	233	5	148	109	128	19	44	341	
44	1535 scoria-l	99091614	34° 04'16"	139° 32'41"	52.96	1.22	15.53	12.26	0.21	4.92	9.83	2.42	0.49	0.14	41.72	66	30	230	5	155	108	129	15	38	341	
45	1469 scoria-u	00051901	34° 04'46"	139° 30'34"	52.96	1.24	15.20	11.98	0.20	4.33																

No.	Horizon	Sample Loc.	Lat.(N)	Lon.(E)	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mg#	Zr	Y	Sr	Rb	Ba	Zn	Cu	Ni	Cr	V		
49	1469 scoria-m	99091506	34° 04'49"	139° 30'35"	53.07	1.27	15.85	12.34	0.21	4.67	9.47	2.43	0.53	0.15	40.29	70	34	222	6	167	108	120	14	37	325		
50	1469 scoria-l	99091506	34° 04'49"	139° 30'35"	53.05	1.37	15.19	12.81	0.23	4.48	9.47	2.67	0.57	0.17	38.40	76	34	238	7	177	121	125	9	25	328		
51	1469 lava	99091801	34° 05'02"	139° 30'23"	54.37	1.24	15.05	12.09	0.21	4.41	9.17	2.68	0.61	0.17	39.39	80	34	232	7	184	111	118	11	29	320		
52	1469 lava	99091905	34° 04'50"	139° 29'50"	54.18	1.24	15.13	12.03	0.21	4.50	9.27	2.69	0.59	0.16	40.00	79	36	237	8	193	102	121	13	31	324		
Oyama Stage																											
53	1154 bomb	98043002	34° 05'48"	139° 32'55"	56.27	1.26	14.72	12.16	0.24	3.50	7.89	3.08	0.70	0.17	33.89	77	38	217	8	206	119	145	19	5	283		
54	NTL	98042901	34° 04'23"	139° 30'06"	54.25	1.35	14.68	13.23	0.25	4.06	8.65	2.78	0.59	0.16	35.34	71	35	230	7	178	115	147	8	6	330		
55	1085 scoria-u	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	53.86	1.44	15.47	13.23	0.22	3.95	8.52	2.60	0.54	0.17	34.75	78	36	235	6	183	129	139	9	7	309		
56	1085 scoria-m	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	53.83	1.45	15.68	13.06	0.23	3.97	8.56	2.51	0.54	0.16	35.14	74	33	224	6	175	116	130	9	6	325		
57	1085 scoria-l	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	53.98	1.41	15.65	12.98	0.22	4.02	8.55	2.48	0.54	0.16	35.55	76	35	223	6	177	117	130	4	9	319		
58	KMS-u	98042911	34° 03'42"	139° 29'32"	52.63	1.32	15.17	13.04	0.22	4.78	9.86	2.38	0.46	0.13	39.51	61	31	234	6	148	113	135	14	26	364		
59	KMS-l	98042911	34° 03'42"	139° 29'32"	52.50	1.30	15.20	13.05	0.23	4.78	9.91	2.41	0.46	0.14	39.50	59	31	231	6	167	114	131	13	25	367		
60	MKB	99091608	34° 04'42"	139° 33'46"	52.26	1.27	15.09	13.36	0.23	4.86	9.87	2.45	0.46	0.14	39.33	58	30	230	5	142	108	136	15	34	347		
61	MKB	99091607	34° 04'32"	139° 33'57"	52.66	1.25	15.17	13.13	0.22	4.80	9.61	2.52	0.49	0.14	39.44	61	31	232	6	159	105	137	16	29	334		
62	OYS-u	99091503	34° 03'53"	139° 30'54"	52.75	1.14	15.79	12.01	0.21	5.20	9.96	2.37	0.45	0.13	43.56	59	28	233	5	155	99	123	24	30	336		
63	OYS-m	98042906	34° 03'53"	139° 30'54"	51.76	1.10	16.48	12.05	0.21	5.54	10.19	2.16	0.40	0.11	45.02	52	28	227	5	134	99	127	23	37	321		
64	OYS-l	99071902	34° 03'53"	139° 30'54"	52.43	1.18	15.66	12.31	0.21	5.19	10.16	2.32	0.43	0.12	42.89	55	29	232	5	140	108	129	16	35	349		
65	OYL	99091701	34° 04'11"	139° 31'16"	52.70	1.41	14.88	13.62	0.23	4.45	9.48	2.59	0.51	0.14	36.80	64	32	225	7	150	115	119	10	19	364		
66	OYL	99091506	34° 04'49"	139° 30'35"	52.89	1.38	14.80	13.59	0.23	4.47	9.45	2.54	0.50	0.14	36.96	63	32	235	7	166	116	140	10	18	364		
67	OYL	99091704	34° 03'41"	139° 31'55"	52.94	1.42	14.81	13.66	0.23	4.50	9.45	2.64	0.50	0.14	36.99	62	32	231	6	158	114	144	11	20	367		
68	OYL	98042916	34° 03'43"	139° 31'53"	52.88	1.38	14.64	13.70	0.25	4.51	9.39	2.58	0.51	0.14	37.00	65	33	237	5	154	115	148	12	17	365		
69	OYL	99091702	34° 03'56"	139° 31'19"	52.70	1.44	14.94	13.43	0.23	4.51	9.41	2.69	0.50	0.14	37.44	62	31	226	5	149	108	127	13	24	363		
70	OYL	99091703	34° 03'46"	139° 31'43"	52.87	1.43	14.83	13.40	0.24	4.53	9.43	2.64	0.50	0.13	37.58	59	34	227	7	156	115	140	13	22	363		
71	OYL	99091709	34° 03'48"	139° 32'05"	59.25	1.22	14.63	10.51	0.21	2.66	7.04	3.53	0.77	0.17	31.12	94	38	230	10	244	109	97	4	3	231		
72	OYL	00051701	34° 04'37"	139° 33'57"	52.61	1.25	15.08	12.76	0.22	4.98	10.00	2.50	0.47	0.13	41.04	63	30	238	6	144	118	81	12	32	366		
73	DHS-m	98042801	34° 05'40"	139° 33'42"	54.94	0.88	17.40	9.69	0.18	4.62	9.07	2.55	0.53	0.13	45.95	66	30	229	6	170	94	55	27	35	177		
74	DHS-l	98042801	34° 05'40"	139° 33'42"	60.08	1.07	15.73	9.57	0.21	2.37	6.57	3.41	0.80	0.19	30.60	96	43	225	10	249	116	45	8	5	118		
75	ANL	99091512	34° 07'04"	139° 30'43"	51.68	1.26	16.55	12.55	0.20	4.28	10.35	2.57	0.42	0.12	37.83	49	28	249	5	130	102	145	12	16	378		
76	ANL	99091513	34° 06'51"	139° 30'36"	51.50	1.27	16.58	12.64	0.21	4.36	10.30	2.57	0.43	0.12	38.11	53	29	243	5	136	108	135	14	22	377		
77	KHS	98043005	34° 06'14"	139° 32'21"	51.49	1.21	16.75	12.65	0.21	5.02	9.96	2.22	0.37	0.12	41.40	52	28	231	4	140	120	117	21	26	325		
78	KHS-u	99072002	34° 06'21"	139° 32'26"	52.14	0.95	17.20	10.98	0.19	5.97	9.89	2.20	0.37	0.10	49.23	52	26	226	5	126	95	69	34	34	278		
79	KHS-m	99091603	34° 06'21"	139° 32'26"	52.85	1.06	16.55	11.41	0.20	5.01	10.00	2.35	0.44	0.12	43.94	57	27	239	5	144	103	87	19	24	310		
80	KHS-l	99072002	34° 06'21"	139° 32'26"	53.03	1.03	16.60	11.12	0.20	5.04	9.96	2.46	0.44	0.12	44.67	56	26	236	5	141	98	97	21	29	300		
81	KHS	99092104	34° 06'55"	139° 32'34"	56.41	0.92	16.20	9.80	0.20	4.42	8.28	2.98	0.62	0.16	44.60	78	33	233	8	198	97	61	26	22	159		
82	MBS	98043004	34° 06'02"	139° 33'01"	54.05	0.79	18.36	9.09	0.16	4.69	9.88	2.37	0.49	0.12	47.92	61	29	237	6	158	87	53	26	37	168		
83	MBS	99091604	34° 06'02"	139° 33'01"	55.99	0.90	16.36	9.82	0.20	4.63	8.54	2.82	0.59	0.15	45.68	76	34	237	7	187	99	57	23	22	166		
84	Incl. in MBS	98043004	34° 06'02"	139° 33'01"	49.90	0.79	19.36	10.63	0.18	5.16	11.37	2.41	0.15	0.04	46.36	22	13	261	1	58	81	21	14	35	425		
85	TSL	98042910	34° 03'09"	139° 29'06"	52.04	1.23	16.61	12.41	0.22	4.14	10.28	2.50	0.45	0.11	37.31	57	29	256	5	146	99	118	11	12	382		
86	TGS	99091503	34° 03'53"	139° 30'54"	57.32	1.12	16.16	10.53	0.21	3.14	7.61	3.12	0.64	0.16	34.69	85	36	238	8	209	115	55	6	8	210		
87	TGS	99091503	34° 03'53"	139° 30'54"	58.26	1.09	15.36	10.24	0.21	3.25	7.50	3.23	0.69	0.17	36.13	87	37	238	9	226	112	48	7	10	196		
88	UWS	99091707	34° 03'13"	139° 29'26"	51.74	1.25	15.69	12.93	0.22	5.08	10.26	2.40	0.33	0.11	41.21	47	26	237	2	128	108	80	10	30	386		
89	IWS-u	99091511	34° 05'20"	139° 30'18"	58.03	1.30	16.68	10.48	0.21	2.61	6.63	3.22	0.67	0.18	30.79												
90	IWS-l	99091511	34° 05'20"	139° 30'18"	62.23	1.07	15.59	8.85	0.21	1.72	5.49	3.68	0.91	0.24	25.07	122	51	222	11	285	112	42	4	4	61		
91	TYL	98042813	34° 05'31"	139° 30'19"	52.11	1.28	15.16	13.26	0.24	4.98	9.97	2.46	0.41	0.12	40.08	52	26	238	5	130	108	103	11	31	381		
92	TYL	98042814	34° 05'17"	139° 30'19"	51.94	1.31	15.32	13.22	0.23	4.91	10.07	2.48	0.40	0.12	39.85	52	28	241	4	131	111	113	15	33	379		
93	IZS	00051705	34° 07'02"	139° 30'03"	52.96	1.43	16.65	13.20	0.24	3.90	8.21	2.87	0.39	0.13	34.50	70	28	237	3	127	113	112	4	3	292		
94	lava	99091508	34° 02'54"	139° 29'07"	51.58	1.24	15.58	12.98	0.22	5.12	10.30	2.52	0.34	0.11	41.30	47	27	238	3	118	99	98	12	28	423		
95	lava	99091508	34° 02'54"	139° 29'07"	52.18	1.21	15.43	12.89	0.22	5.12	9.94	2.53	0.37	0.12	41.47	54	28	250	3	120	112	107	10	30	373		
96	scoria	98042910	34° 03'09"	139° 29'06"	51.42	1.28	16.34	13.13	0.25	5.10	9.78	2.16	0.41	0.12	40.89	49	28	225	4	139	112	117	13	33	332		
97	scoria-u	98112406	34° 03'09"	139° 29'06"	50.76	1.33	16.94	13.32	0.22	5.09	9.60	2.16	0.42	0.16	40.50	50	26	229	4	98	128	100	13	32	288		

No.	Horizon	Sample Loc.	Lat.(N)	Lon.(E)	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mg#	Zr	Y	Sr	Rb	Ba	Zn	Cu	Ni	Cr	V	
98	scoria-m	98072506	34° 03'09"	139° 29'06"	51.80	1.25	15.91	12.94	0.22	4.99	10.05	2.33	0.38	0.13	40.75	49	26	235	3	120	109	114	12	45	361	
99	scoria-1	98112406	34° 03'09"	139° 29'06"	51.84	1.23	15.74	12.82	0.22	5.12	10.15	2.40	0.38	0.10	41.59	51	24	236	4	114	112	116	10	31	376	
100	expl. breccia bomb	99091507	34° 03'09"	139° 29'06"	51.50	1.25	15.68	12.96	0.22	5.15	10.29	2.52	0.34	0.10	41.46	47	24	235	3	118	103	105	11	34	395	
101	lava	99092206	34° 03'16"	139° 28'59"	51.28	0.94	19.25	10.31	0.16	4.19	11.17	2.28	0.31	0.09	42.03	40	24	258	3	98	86	87	17	29	342	
102	lava	99092103	34° 03'14"	139° 29'03"	53.28	1.06	16.45	11.35	0.21	4.61	9.98	2.57	0.39	0.11	41.99	47	26	246	5	137	88	67	10	18	367	
103	scoria above HCA	00051901	34° 03'53"	139° 30'54"	52.66	1.24	15.55	12.53	0.22	4.84	9.92	2.53	0.38	0.12	40.78	52	27	237	4	124	109	105	12	29	369	
Hatchodaira eruption																										
104	FMB	99091713	34° 02'52"	139° 32'00"	55.19	1.31	15.18	12.03	0.23	3.93	8.37	3.08	0.52	0.15	36.79	67	32	235	6	168	111	110	6	0	338	
105	HCS-u	98112404	34° 05'21"	139° 33'47"	55.22	1.12	16.67	11.03	0.20	3.85	8.70	2.66	0.43	0.11	38.36	59	29	239	5	146	104	78	11	18	328	
106	HCS-1	98112404	34° 05'21"	139° 33'47"	55.55	1.24	15.81	11.51	0.23	3.83	8.44	2.76	0.49	0.14	37.21	61	32	238	5	164	113	96	8	12	309	
107	HCS-u	98112402	34° 03'57"	139° 32'09"	51.66	1.33	16.18	13.07	0.23	4.07	9.80	2.30	0.33	0.12	40.41	51	28	227	4	117	109	111	13	37	349	
108	HCS-1	98112402	34° 03'57"	139° 32'09"	51.96	1.27	15.84	12.92	0.22	5.05	10.02	2.26	0.33	0.11	41.09	48	27	227	4	120	108	117	15	31	371	
109	HCS-base	98112402	34° 03'57"	139° 32'09"	51.78	1.26	15.95	12.83	0.22	5.02	10.16	2.33	0.34	0.11	41.07	46	25	231	3	115	105	117	13	36	370	
110	HCS-5	98112501	34° 03'53"	139° 30'54"	52.61	1.20	15.75	12.42	0.22	4.93	10.06	2.32	0.38	0.11	41.43	52	27	239	5	136	109	94	10	31	380	
111	HCS-4	98112501	34° 03'53"	139° 30'54"	52.54	1.22	15.84	12.43	0.22	4.87	10.03	2.35	0.37	0.11	41.13	55	28	241	4	136	105	89	10	28	382	
112	HCS-3	98112501	34° 03'53"	139° 30'54"	52.65	1.22	15.65	12.45	0.22	4.95	10.03	2.33	0.39	0.12	41.48	54	28	233	4	127	108	103	12	30	376	
113	HCS-2	98112501	34° 03'53"	139° 30'54"	52.77	1.23	15.74	12.48	0.22	4.82	9.94	2.29	0.38	0.11	40.78	50	29	241	4	130	108	107	10	28	369	
114	HCS-1	98112501	34° 03'53"	139° 30'54"	52.56	1.22	15.78	12.56	0.22	4.81	9.98	2.35	0.38	0.12	40.59	54	27	239	5	132	103	103	11	28	375	
115	HCS-u	98112601	34° 02'52"	139° 32'00"	52.43	1.23	15.93	12.57	0.22	4.86	9.90	2.37	0.35	0.11	40.83	48	28	227	4	109	110	108	15	34	375	
116	HCS-1	98112601	34° 02'52"	139° 32'00"	51.98	1.22	15.83	12.76	0.22	4.93	10.23	2.36	0.35	0.11	40.79	46	28	235	3	115	110	115	13	32	387	
117	HCS-u	98112405	34° 03'07"	139° 32'31"	51.49	1.34	16.65	13.24	0.23	4.90	9.52	2.21	0.32	0.11	39.77	48	27	226	3	147	115	118	11	28	298	
118	HCS-1	98112405	34° 03'07"	139° 32'31"	52.01	1.26	15.86	12.97	0.24	4.92	10.00	2.30	0.34	0.10	40.34	46	28	234	4	122	111	120	9	32	349	
119	HCS	98112404	34° 06'30"	139° 33'32"	56.44	1.20	16.13	10.88	0.21	3.56	7.88	3.04	0.54	0.11	36.87	73	32	246	6	192	107	62	6	8	275	
120	HCS	98112407	34° 05'21"	139° 29'41"	55.33	1.34	16.64	11.98	0.24	3.65	7.81	2.47	0.43	0.12	35.19	67	34	242	5	169	116	91	5	7	228	
121	HCS-u	98112502	34° 05'20"	139° 30'14"	54.35	1.28	17.00	11.81	0.23	3.96	8.45	2.44	0.39	0.10	37.42	64	31	251	4	155	112	95	9	8	245	
122	HCS-m	98112502	34° 05'20"	139° 30'14"	55.86	1.29	16.04	11.56	0.24	3.60	7.96	2.86	0.47	0.14	35.74	70	31	240	6	177	112	69	3	9	271	
123	HCS-1	98112502	34° 05'20"	139° 30'14"	55.57	1.26	15.60	11.48	0.24	3.76	8.28	3.16	0.50	0.14	36.87	71	31	241	7	164	114	63	5	6	295	
124	HCS-u	98112503	34° 05'44"	139° 30'13"	54.33	1.29	16.57	11.93	0.24	4.10	8.50	2.52	0.40	0.12	37.97	63	29	251	5	167	121	102	9	9	256	
125	HCS-1	98112503	34° 05'44"	139° 30'13"	55.99	1.25	15.78	11.39	0.24	3.71	8.19	2.82	0.51	0.13	36.71	63	32	241	6	162	115	92	4	8	283	
126	HCS-u	98112504	34° 06'16"	139° 30'21"	55.09	1.24	15.90	11.61	0.23	4.00	8.69	2.65	0.46	0.12	38.02	60	29	240	6	155	115	101	9	10	320	
127	HCS-u	98112505	34° 06'57"	139° 31'14"	53.36	1.32	17.24	12.18	0.25	4.13	8.45	2.53	0.39	0.15	37.68	62	32	229	3	132	111	105	13	13	289	
128	HCS-m	98112505	34° 06'57"	139° 31'14"	54.53	1.29	16.25	12.01	0.24	4.01	8.57	2.54	0.44	0.14	37.32	64	30	238	5	155	114	103	5	14	303	
129	HCS-1	98112505	34° 06'57"	139° 31'14"	56.61	1.31	16.31	11.33	0.26	3.18	7.34	2.98	0.53	0.16	33.34	78	37	239	6	207	133	82	3	7	232	
130	HCS	98072505	34° 03'15"	139° 29'31"	51.75	1.26	15.69	12.98	0.22	5.14	10.23	2.28	0.33	0.12	41.37	48	27	237	3	116	111	114	14	36	380	
131	HCS	98072507	34° 02'52"	139° 32'00"	52.23	1.23	15.51	12.68	0.22	5.03	10.23	2.39	0.36	0.11	41.43	49	26	239	4	122	111	110	11	31	391	
132	HCS	98072508	34° 03'07"	139° 32'31"	52.15	1.22	15.58	12.91	0.22	5.06	10.05	2.34	0.35	0.12	41.10	47	26	243	3	121	110	111	11	33	358	
133	HCS	98072606	34° 07'01"	139° 31'35"	55.34	1.26	15.65	11.75	0.23	3.98	8.53	2.64	0.48	0.14	37.64	66	30	242	5	160	115	97	5	11	306	
134	HCS	98072607	34° 06'45"	139° 33'07"	55.31	1.23	15.61	11.76	0.22	4.01	8.61	2.65	0.47	0.13	37.80	62	32	247	5	148	113	97	7	15	306	
135	HCS	98072608	34° 06'30"	139° 33'32"	54.79	1.26	16.24	12.01	0.24	3.97	8.30	2.60	0.45	0.13	37.06	63	30	240	5	153	117	98	10	13	265	
136	HCS	98072608	34° 06'30"	139° 33'32"	54.70	1.24	16.18	11.82	0.23	4.02	8.66	2.58	0.44	0.13	37.74	62	31	241	5	157	112	97	8	9	289	
137	HCS	98072703	34° 05'20"	139° 30'14"	55.22	1.28	15.87	11.90	0.23	3.84	8.34	2.73	0.46	0.14	36.50	66	33	246	6	159	113	87	6	11	287	
138	HCS	98072707	34° 06'16"	139° 30'21"	55.24	1.22	15.67	11.66	0.22	3.96	8.66	2.75	0.48	0.13	37.70	63	31	241	5	155	113	95	6	9	316	
139	HCS	98072708	34° 06'08"	139° 31'41"	55.01	1.23	15.80	11.82	0.23	3.99	8.67	2.68	0.45	0.12	37.57	62	32	240	5	155	111	99	5	15	308	
Tsubota Stage																										
140	lava	98112503	34° 05'44"	139° 30'13"	55.05	1.10	15.96	11.52	0.21	3.75	8.79	2.94	0.53	0.13	36.73	66	30	242	6	182	101	108	11	11	337	
141	lava below HCA	00052002	34° 06'47"	139° 30'19"	57.72	1.22	14.97	10.99	0.22	3.18	7.52	3.41	0.61	0.14	34.04	78	35	250	6	208	116	83	6	2	273	
142	lava	99072103	34° 02'47"	139° 31'39"	59.20	1.16	14.80	10.25	0.21	2.77	7.11	3.56	0.74	0.19	32.51	92	42	235	9	238	112	60	5	8	220	
143	lava	99092001	34° 02'47"	139° 31'39"	59.44	1.17	14.85	10.13	0.21	2.71	6.99	3.54	0.77	0.19	32.31	96	42	236	10	253	112	72	4	3	214	
144	lava	99092001	34° 02'47"	139° 31'39"	59.88	1.13	14.83	9.95	0.20	2.58	6.92	3.61	0.79	0.20	31.64	102	41	235	10	263	106	65	6	3	189	
145	KSL	98042811	34° 06'12"	139° 29'56"	58.16	1.16	14.99	10.94	0.23	3.02	7.32	3.36	0.65	0.15	33.01	74	39	236	7	223	114	111	4	4	239	

No.	Horizon	Sample Loc.	Lat. (N)	Lon. (E)	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mg#	Zr	Y	Sr	Rb	Ba	Zn	Cu	Ni	Cr	V		
146	NGS	98042809	34° 05'13"	139° 29'36"	60.35	1.14	15.02	9.68	0.22	2.36	6.59	3.71	0.74	0.19	30.30	87	42	243	9	233	117	57	5	17	149		
147	MZL	99091708	34° 03'02"	139° 32'25"	59.10	1.21	14.74	10.68	0.22	2.65	6.90	3.56	0.75	0.18	30.67	88	44	226	10	245	115	109	6	7	224		
148	MZL	00051906	34° 03'11"	139° 32'25"	59.46	1.20	14.69	10.49	0.21	2.55	6.93	3.54	0.74	0.19	30.20	96	42	232	10	253	110	95	5	6	208		
150	IES-u	00051803	34° 05'50"	139° 29'44"	57.15	1.28	15.83	11.33	0.24	3.14	7.35	2.96	0.55	0.16	33.05	79	37	239	7	194	121	78	3	6	217		
149	IES	98042805	34° 05'50"	139° 29'44"	58.57	1.20	15.09	10.57	0.22	2.97	7.27	3.31	0.63	0.17	33.37	82	37	241	8	206	120	75	6	3	223		
151	ISL	98042807	34° 07'02"	139° 30'03"	58.33	0.96	16.28	9.51	0.20	2.84	7.91	3.23	0.60	0.14	34.76	77	32	239	6	283	95	79	5	7	219		
152	IGS	00051803	34° 05'50"	139° 29'44"	55.85	1.15	16.41	11.76	0.21	3.76	7.90	2.46	0.40	0.11	36.29	65	31	227	4	159	99	107	6	4	278		
Ofunato Stage																											
153	OFB	99091510	34° 06'01"	139° 29'55"	50.38	1.07	17.09	12.61	0.21	5.27	10.93	2.17	0.19	0.07	42.71	31	20	237	2	80	95	112	9	22	416		
154	OFS	99091510	34° 06'01"	139° 29'55"	49.55	0.91	18.52	11.21	0.17	5.61	12.04	1.74	0.18	0.06	47.15	28	19	237	1	71	81	106	22	71	344		
155	lava	00052001	34° 05'07"	139° 29'33"	50.45	1.15	16.47	13.46	0.22	4.97	11.06	1.98	0.18	0.05	39.70	37	22	247	0	102	99	137	13	17	409		
156	MTL	99091601	34° 06'57"	139° 30'52"	50.45	0.96	18.09	11.28	0.18	4.90	11.54	2.24	0.27	0.08	43.66	36	19	247	2	91	83	97	17	38	374		
157	MTS	99091602	34° 06'54"	139° 30'55"	50.33	0.97	18.33	11.21	0.18	4.89	11.67	2.10	0.24	0.08	43.74	35	19	241	3	96	91	104	13	32	367		
158	MTS	00051704	34° 07'10"	139° 31'23"	51.90	1.01	17.72	11.19	0.20	4.59	10.71	2.28	0.30	0.10	42.24	46	23	239	3	104	92	65	13	35	381		
159	L1 lava	98071904	34° 06'28"	139° 29'37"	49.69	0.94	17.15	11.99	0.19	6.21	11.61	1.93	0.23	0.06	48.00	29	17	237	1	81	82	110	27	53	365		
160	L2 porphyritic lava	98071904	34° 06'28"	139° 29'37"	49.26	0.80	17.75	11.47	0.18	6.55	11.96	1.76	0.20	0.07	50.46	28	14	241	2	64	80	100	32	61	347		
161	L2 aphyric lava	98071904	34° 06'28"	139° 29'37"	59.05	1.03	15.25	10.06	0.20	2.78	7.25	3.45	0.75	0.17	32.98	88	38	231	10	246	105	59	6	9	189		
162	L3 lava	98071905	34° 06'21"	139° 29'43"	49.91	0.81	18.64	10.70	0.17	5.69	11.90	1.88	0.23	0.07	48.66	34	18	252	3	76	72	77	24	37	298		
164	L4 lava	98071905	34° 06'21"	139° 29'43"	49.95	0.76	18.66	10.57	0.17	5.72	12.03	1.85	0.22	0.06	49.11	29	17	248	3	64	71	133	26	45	320		
163	scoria below L4	99071906	34° 06'18"	139° 29'43"	54.53	1.09	15.99	11.48	0.23	4.18	9.20	2.81	0.37	0.11	39.37	48	26	258	4	135	104	54	8	7	315		
Borehole sample at Tsubota Station (Tsubota Stage)																											
165	-56.8m lava	34° 04'16"	139° 32'43"	61.18	1.10	14.79	9.52	0.23	2.17	6.21	6.21	3.84	0.77	0.19	28.89	91	42	237	8	258	111	55	4	8	106		
166	-71.4m lava	34° 04'16"	139° 32'43"	60.38	0.87	15.96	8.26	0.20	2.93	7.10	3.45	0.68	0.16	0.16	38.78	80	34	240	7	214	82	35	6	7	148		
167	-77.9m lava	34° 04'16"	139° 32'43"	60.27	0.88	15.95	8.32	0.20	2.90	7.15	3.50	0.67	0.16	0.16	38.33	81	36	239	8	226	90	40	13	8	153		
168	-90.1m lava	34° 04'16"	139° 32'43"	61.12	0.85	15.90	7.82	0.19	2.67	6.88	3.68	0.71	0.17	0.17	37.85	84	37	236	7	242	85	36	5	7	128		
169	-101.9m lava	34° 04'16"	139° 32'43"	63.17	0.88	15.55	7.21	0.19	1.94	6.05	3.99	0.82	0.19	0.19	32.41	98	42	237	10	265	84	19	2	3	80		
Borehole sample at Ako Station (Ofunato Stage)																											
170	-54.9m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	48.57	0.65	17.96	10.25	0.18	8.78	11.76	1.59	0.20	0.05	60.43	25	13	230	2	48	68	78	69	69	299			
171	-65.9m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	48.77	0.65	17.76	10.29	0.18	8.66	11.77	1.69	0.19	0.05	59.99	26	13	230	1	55	69	111	65	70	284			
172	-75.7m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	50.60	1.04	17.72	12.13	0.22	4.46	11.38	2.11	0.27	0.07	39.61	35	20	254	2	100	91	128	8	18	372			
173	-80.4m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	49.41	0.92	18.21	11.32	0.19	5.79	11.90	1.95	0.24	0.07	47.72	29	17	258	2	85	81	118	28	38	377			
174	-91.8m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	50.12	1.01	17.75	11.66	0.20	5.02	11.88	2.05	0.25	0.07	43.42	32	19	253	2	88	84	147	14	35	410			
175	-96.7m lava	34° 04'22"	139° 30'06"	50.22	0.97	17.87	11.57	0.20	5.04	11.75	2.04	0.26	0.07	43.73	31	20	256	2	105	83	110	14	31	383			