

# 三宅島火山地質図

## GEOLOGICAL MAP OF MIYAKE JIMA VOLCANO

1:25,000

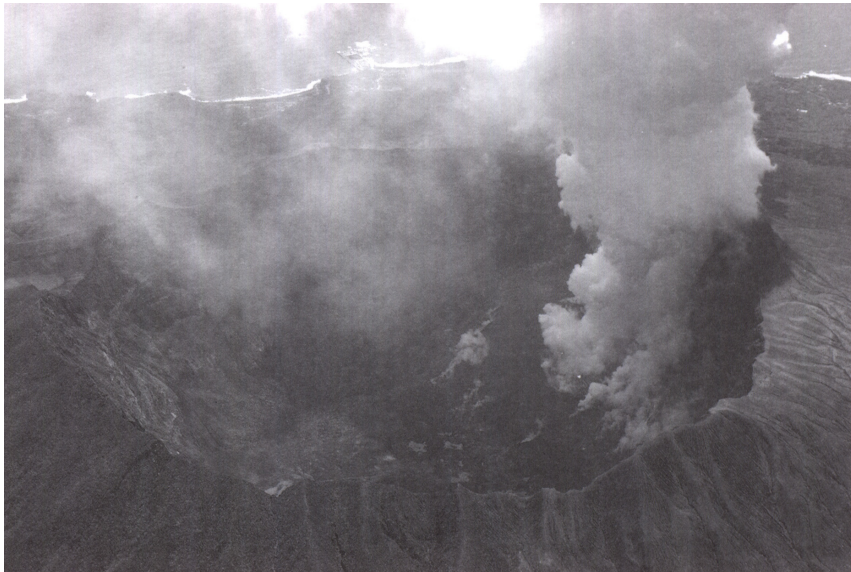
津久井雅志\*・川辺禎久\*\*・新堀賢志\*

Masashi TSUKUI, Yoshihisa KAWANABE and Kenji NIIHORI

独立行政法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

2005



\* 千葉大学

\*\* 地質情報研究部門

### 写真解説

西から見た三宅島火山 2000 年カルデラ。カルデラの大きさは南北約 1650m 東西 1550m で、深さは約 500m に達する。カルデラ底の南部にカルデラ縁に寄り掛かるように 2000 年噴火火砕丘があり、火口からは火山ガスを大量に含んだ噴煙が上昇している。カルデラ壁には雄山期、大船戸期の火砕物、溶岩及びそれらを貫く岩脈が露出している。

Miyake Jima Volcano A.D.2000 Caldera viewed from the west.

## 1. はじめに

三宅島火山は、東京の南 200km に位置する日本でも有数の活発な火山であり、1085 年以来多数の噴火記録が残されている。2000 年 6 月 26 日に 17 年ぶりに始まった火山活動は大規模なマグマの貫入に始まり、火山灰や低温“火砕流”の噴出、陥没カルデラの形成、多量の二酸化硫黄ガスの放出をとまなうもので、三宅島では有史時代に例のないものであった。放出された二酸化硫黄ガスの濃度が環境基準を超えたため、同年 9 月には、約 3,800 名いた住民全員が島外避難を強いられた。4 年半を経て、2005 年 2 月からようやく帰島を開始した。

この火山地質図はこれまでに行われた三宅島火山の噴火の歴史、地質・岩石に関する研究の結果をまとめたものである。基礎資料として今後の研究や帰島後の防災・復興計画、噴火予知に活用されることを願っている。

## 2. 三宅島火山の地形

三宅島火山は海底部分も含めると南北 25km × 東西 15km、南北にややのびた広がりを持つ。水深約 400m の海底からたちあがり、海面上には最高点 783m、直径約 8km、ほぼ円形の三宅島が現れている。西—北山腹には標高 350m 付近に桑木平〔くわのきたいら〕カルデラとよばれる陥没地形の縁が認められる。この外側斜面には、深い谷が刻まれており、地表に現れている火山体のうちでもっとも古い。桑木平カルデラの内側には後桑木平カルデラ火山が成長し、その標高 700m 付近には南北

1.8km × 東西 1.6km の八丁平〔はっちょうだいら〕カルデラと呼ばれる陥没があった。つまり 2 重のカルデラをもつ火山体ができている。その中に後八丁平カルデラ火山にあたる雄山〔おやま〕が成長したが、2000 年夏にまたも山頂周辺が落ちこんで、新たなカルデラが形成された。

三宅島火山では、山頂噴火のほか、山腹に放射状に新たな火口が並ぶ割れ目噴火も頻繁に起こった。その結果、線状に配列するスコリア丘や、海岸近くのマグマ水蒸気爆発で開いたマール（爆裂火口）を数多く見ることが出来る。大路〔たいろ〕池のある古澤〔ふるみお〕、1763 年に形成された新澤〔しんみお〕池（跡）などはこのようなマールの例である。また、谷に沿って流下した流動性に富む溶岩は山麓・海岸で溶岩扇状地や岬をつくっている。新しい溶岩が流下しなかった西—北海岸には比高 50m 以上の海食崖が連続する。

## 3. 三宅島火山の噴火活動史

三宅島火山が数万年前に活動をはじめる前から存在する基盤岩は地表では露出していない。しかし、岩塊や礫として火砕岩中に含まれる変質した安山岩凝灰角礫岩、軽石凝灰岩、輝石石英閃緑びん岩—石英閃緑岩などは基盤岩に由来するものと考えられている。火山としての活動は、カルデラの形成や休止期をもとに 5 つの活動期、すなわち先大船戸期〔せんおおふんど〕期、大船戸期、坪田期、雄山期、新澤期に区分される。活動期と主な噴出物の層序関係、放射性炭素年代を図 1 に示した。なお、この年代値はいずれも暦年補正をしていない値である。

有史時代の活動は、『三宅島祥異』、『三宅島御神火之記（下）』に西暦 1085 年以降、1874 年まで 11 回の噴火が記録されていた（大森、1915）。1595 年までの 5 回は、噴火年と“噴火ス”とだけ記されて、具体的な記述はない。しかし 1643 年噴火以降の記録は、噴火の前兆、推移、噴火後の地震活動などが詳細に記述されている。

### 3. 1 先大船戸期

桑木平カルデラ形成までの活動期を先大船戸期とよぶ。西—北西山腹を構成し、主に玄武岩質の火砕岩、溶岩からなる。阿古北西の海食崖にはマグマ水蒸気噴火による爆発角礫岩が厚く露出している。伊ヶ谷港の背後の崖に始良—丹沢火山灰（AT）が見出されている。桑木平カルデラはおそらく 1 万年前にはすでに存在していたと思われるが、いつのようにしてできたか、まだよくわかっていない。

### 3. 2 大船戸期

後桑木平カルデラ火山が成長した時期が大船戸期にあたる。溶岩平〔みおがたいら〕溶岩・スコリア丘など、主として玄武岩質溶岩・火砕岩からなる。約 7,500 ~ 8,000 年前に島の北西でやや規模の大きなマグマ水蒸気噴火（大船戸爆発角礫岩の噴出・堆積）が起こった後、4,000 年前まで活動は不活発であった。この時期の風化火山灰層中に鬼界—アカホヤ火山灰（K—Ah）が含まれている。

### 3. 3 坪田期

この期の代表的な噴出物は、約 4,000 年～2,500 年前に南山腹にひろがり坪田から龍根〔たつね〕までの海食崖に露出する溶岩と、約 4,000 年前に北西山麓で起こった伊ヶ谷豆石噴火（約 0.1km<sup>3</sup>、マグマの体積に換算した値。以下同様）による溶岩・火山豆石である。安山岩質マグマが噴出した点で前後の活動期と明瞭に区別できる。

### 3. 4 雄山期

約 2500 年前に最近 1 万年間で最大規模（約 0.4km<sup>3</sup>）の八丁平噴火が起こった結果、八丁平カルデラができたらしい。その中に後八丁平カルデラ火山である雄山が成長した。

八丁平噴火 山体中心部からスコリア噴火が始まり、細粒スコ

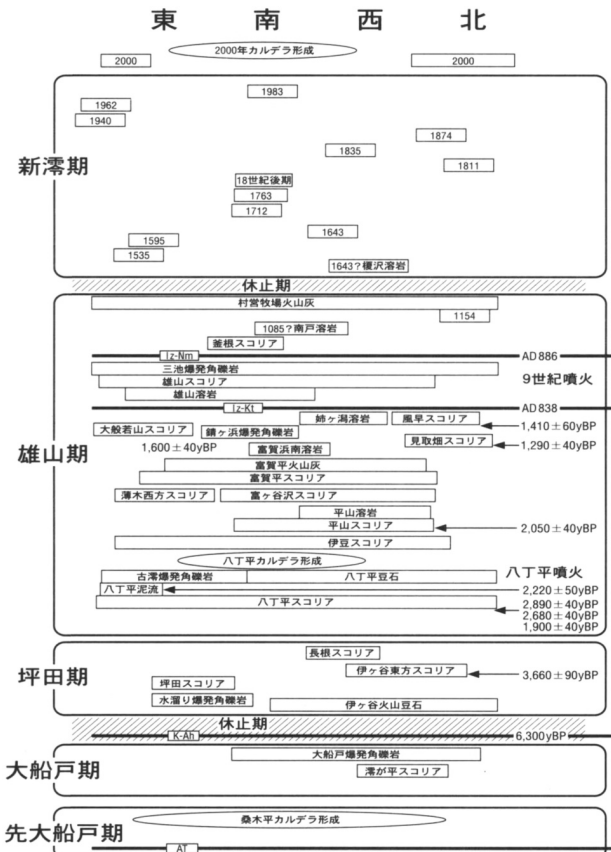


図 1 三宅島火山の層序関係図 噴出物の分布する範囲を山頂からの方位で示した。太い線は広域テフラの層位を示す。IzNm: 新島向山テフラ、IzKt: 神津島上山テフラ、K-Ah: 鬼界—アカホヤ火山灰。<sup>14</sup>C 年代値は暦年補正をしていない。（年代値出典: AT・K-Ah: 町田・新井, 2003; 伊ヶ谷東方スコリア・平山スコリア・見取畑スコリア: 鈴木・津久井, 1997; 八丁平噴火・大般若山スコリア・風早スコリア: 川辺ほか, 2002）

Fig. 1 Stratigraphic relations of the lavas and tephras from Miyake Jima Volcano. Depositional directions from the summit are shown. Bold lines indicate horizons of widespread tephra. Results of <sup>14</sup>C ages are conventional ages (not calibrated to calendar years).

リアを噴出するマグマ水蒸気噴火に移行した。島内全域に5mから数10cmの厚さで降下・堆積した(八丁平スコリア層)。ついで、東山腹へ泥流が流れ下った(八丁平泥流)。さらに噴火割れ目が南へ向かって開口して古瀦マール(大路池)、山瀦[やまみお]マール及びその南の海底でマグマ水蒸気噴火が起こり、大量の爆発角礫が投出された。同時に山体の中心部で生産された細粒火山灰が火山豆石となって全島に降下・堆積した(八丁平火山豆石層)。これらは地質学的に短時間内に起こった。

八丁平カルデラ形成後の雄山期には少なくとも15輪廻の噴火が認められる。細粒の降下火山灰や、急冷・破碎して発泡の悪い降下スコリアが多いことから、マグマ水蒸気噴火が起こりやすい環境—おそらく、カルデラ内に水が存在する—にしばらくの間おかれたらしい。

9世紀の噴火 9世紀半ばに八丁平カルデラ内で始まった噴火では0.08km<sup>3</sup>程のマグマが噴出した。一部の溶岩は八丁平カルデラ縁から溢れて古瀦、水溜りまで、東へは金首[かなそ]を経て海岸近くまで流れ下った。続いてカルデラの中心からスコリアが噴出し、さらに噴火割れ目が東山腹から三池にのびてマグマ水蒸気噴火が起こった。三池浜はこの火口跡であり、火口近傍では爆発角礫が10m以上の厚さで、また島内全域に火山灰が堆積した。

11世紀の噴火 1085年(応徳二年)の噴火は桑木平カルデラ内の南西で起こったらしい。阿古東方の林道に沿って流下した南戸[なんと]溶岩(NTL)がこの噴火に由来すると考えられる。

12世紀の噴火 1154年11月(久寿元年十月)の噴火は火の山峠付近から椎取[しいとり]神社付近に伸びる噴火割れ目に対応するらしい。割れ目噴火に由来する火山弾、降下スコリア層を覆って、中央火口を給源とする黒色の村営牧場火山灰層(SBA)が全島的に分布する。1154年噴火の後、300年あまりの休止期があった。

### 3.5 新瀦期

噴火活動が1469年に再開したあと1983年まで、12回の噴火が記録されている。新瀦期は山腹噴火を主とする活動期であり、すべての噴火で山腹割れ目噴火が起こった。1940年と、おそらく1535年、1763年、1811年には山頂火口からも噴火した。雄山期末期の噴出物の化学組成とは不連続に、より玄武岩質なものへと変化した。

15世紀の噴火 1469年12月24日(応仁三年、改元により文明元年十一月十二日)桑木平カルデラの内側の西よりの割れ目火口から噴火し、カルデラ壁の低所から阿古北方の榎沢沿いに榎沢溶岩(EZL)が流下した。

16世紀の噴火 16世紀には1535年3月(天文四年二月)と1595年11月22日(文祿四年十月二十一日)の2回噴火の記録がある。いずれの噴火でも南東山腹に噴火割れ目が延びてスコリア丘列をつくり、1535年にはベンケ根岬溶岩流(BKL)が、1595年には釜方溶岩(KKL)が流れ下った。

17世紀の噴火 1643年の以降の噴火記録からは、詳しい推移を読み取ることができる。3月31日(寛永二十年二月十二日)18時に大雨の降る中で地震が起こり、20時には山腹で噴火が始まった。溶岩流が阿古へ流下し展開してすべての住戸を埋没・焼失させ、さらに海へ1km沖まで広がった。錆ヶ浜[さびがはま]、夕景[ゆうけ]へも別の溶岩が流れ下った。南東麓の坪田にはスコリアが降下して、畑作に被害を及ぼした。阿古、坪田の住民はそれぞれ富賀神社、神着へ逃げて無事であったが、住居、農地を失った阿古住民は、東山(現在の角屋敷付近)に移村した、鳴動、噴火はおよそ3週間後に沈静化した。

18世紀の南南西の割れ目噴火 三宅島の南南西には18世紀の噴火に対応する3条の噴火割れ目が識別できる。

1712年2月4日(正徳元年十二月二十八日)18時過ぎから地

震、雷鳴・稲光が頻発し、20時前には桑木平で始まった噴火が山麓から見えた。噴火は横へ広がり、龍根の浜付近では火柱が立った。ほぼ1時間後に火勢は鎮まったが、噴出した溶岩は龍根の浜から200m沖にまで達し、300～400m北西へ広がった。(東山の)阿古村と坪田村の住民が1週間の避難の後に帰村すると、阿古の人家は泥水に埋没して、牛馬は死んでいた。2週間後には噴煙も収まった。上の記述から3条のうち東の割れ目火口列がこの噴火によるものであろう。

1763年8月17日(宝暦十三年七月九日)夜より鳴動が頻繁にあり、雄山の山頂から赤熱の岩片が稲妻のように飛んだ。翌日から鳴動、地震が頻発する中、薄木からも噴火が始まった。阿古、坪田両村にはスコリアや火山灰が多量に降り、伊豆、神着にも降灰があった。薄木には深い火口が形成され、水が湧いて池となった。この火口が新瀦池であると伝えられている。噴火は1769年(明和六年)まで続いた。噴火をもたらした割れ目火口列は3条の割れ目の中央にあたる。スコリアは南東山麓にかけて厚く降下した。薄木周辺ではこれを覆って爆発角礫岩が堆積した。また、新瀦池北方の小火口からは薄木へ溶岩が流れ下った。この噴火を期に阿古住民は東山から再び現在の地へ移村したという。

3条の割れ目のうち西の割れ目火口列からは釜根マール(南風平[いなさぶら])と薄木へ溶岩が流れ下った。この割れ目噴火は1763～69年の後半に起きた噴火、あるいは古記録から漏れた1769年以降の噴火、のいずれかであろう。岩石の化学組成には1763年の噴出物と差異がみられる。

19世紀の噴火 19世紀には1811年、1835年、1874年の3回の噴火記録が残されている。

1811年1月27日(文化八年正月三日)深夜から地震があった。やがて山頂付近から火柱が立ち昇った。火先はしだいに東北東方向へ向かい、早朝には沈静化した。活発な地震活動が6日後の2月1日まで続き、北西伊豆地区には地割れが生じたと記録されている。

1835年11月10日(天保六年九月二十日)正午前から地震が始まり、強まっていった。やがて西側山腹から噴煙が立ち昇り、赤熱したマグマも見えた。13火口が開口して、溶岩が笠地観音まで流れ下った。伊ヶ谷、阿古間にある中山観音で降灰があった。噴火は夜半に鎮まったが、噴煙、地震は止まなかった。13日夜の強い地震で崩壊が起こった。地震活動は19日には終息した。

1874(明治7)年7月3日正午頃、突如として激しい地震、鳴響が起こると同時に、噴火が北北東山腹の標高560m付近から始まった。火口は割れ目状に標高200m付近まで開口した。南西風によって噴煙が火口東側の土佐一砲台方面に吹きかかり、粗い火山灰が大量に降下した。スコリアの降下後、

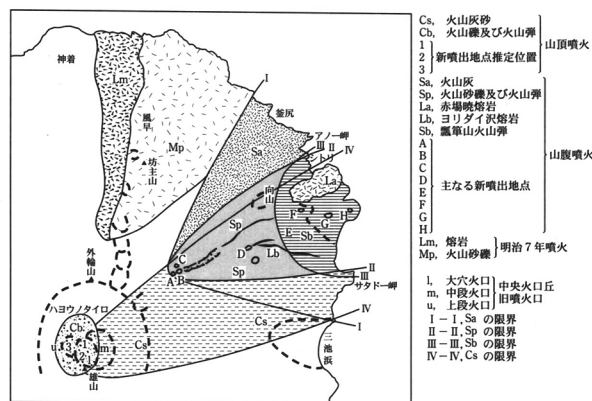


図2 1940年及び1874年の噴火口と噴出物分布図(津屋, 1941a)  
Fig.2 Distribution map showing craters, lava flows and pyroclastic fall deposit in 1962 and 1874 (Tsuya, 1941a).

溶岩が流れ出した。夕方近くに現在の神着地区の東にあった東郷〔ひがしごう〕集落を経て、海中にまで達した(図2)。噴火、鳴動は4日後まで、活動は約2週間続いた。この噴火で東郷の30戸余りが埋没し、1名が行方不明となった。

### 20世紀の噴火

20世紀には1940年(昭和15年)、1962年(昭和37年)、1983年(昭和58年)、2000年(平成12年)と約20年の間隔で噴火し、科学的な観測が行なわれた。

1940年7月の噴火の前には、赤場眺付近などで前年末から水蒸気が上がる、噴火の一週間程前には地熱の上昇、噴気、地鳴りが気づかれるなど明らかな前兆現象を伴った。噴火は7月12日19時30分頃雄山北東山腹標高200m付近から始まった。

噴火割れ目が山腹上方及び下方にのびて、火柱が山頂と赤場眺湾を結んだ線上の標高500m以下に並んだ。噴火の開始と同時に溶岩が旧神着村、旧坪田村界の沢に沿って流下し、約1時間後には赤場眺湾に達した(図2)。翌13日18時頃まではほとんど連続的に噴火し、その後間欠的となって急速に弱まった。溶岩の流出、火山弾・スコリア・火山砂の放出とひょうたん山スコリア丘の形成は12日20時頃からの約22時間に起こった。

7月13日の夜半からは、山頂の大穴火口からも噴火が始まった。山腹の活動は14日3時30分の爆発を最後に終息したが、山頂火口からは18日頃まで猛烈に噴煙がでて北東方向に火山灰が降下した。19日から20日にかけて火口は拡大し、21、22日には山麓でも爆音が聞かれ、火山灰の他にスコリアも降下するようになった。24～26日は山頂噴火の最盛期で、間断なく爆発、鳴響が続き、頻繁に火山弾が投出された。このころ溶岩が山頂火口を埋め、溢れ出たらしい。活発な活動は30日まで続いたが、31日以降は弱まり、爆音は人々の注意をひかなくなっていく。8月3、4日夜には伊豆から空が真っ赤になる火映が見えた。8月3～6日には伊豆、伊ヶ谷に降灰があり、強い硫黄臭が感じられたが、8月8日には山頂火口の活動もほとんど終息した。

噴火が山腹の居住域で始まったため、死者11名、傷者20名のほか、全壊・焼失家屋24棟、牛の被害など大きな被害を出した。

1962年8月24日の噴火では噴火開始の約2時間前、20時29分頃から三宅島測候所で火山性微動が感知され、その数と振幅が増していった。噴火は22時20分の数分前に、東北東山腹の旧神着村、旧坪田村界の中腹で始まった。北山麓からみたスケッチ(気象庁、1964)によれば噴火は上部火口群の海拔400～450m付近で開始し、そこから噴火割れ目が上方及び、中部(中央)火口群、下部(ヨリダイ沢)火口群へ向かい次々に拡大した。23時11分には赤場眺～ヨリダイ沢間の電灯線が断線し、火柱が山腹から海岸まで並んだ。23時39分には山頂側の噴火地点はさらに上方へ移動した。やがて火勢の中心は山腹下部へ

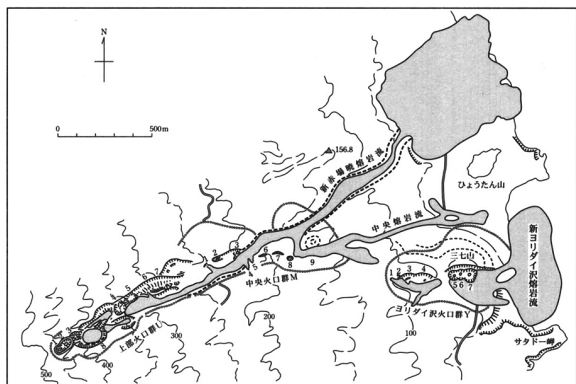


図3 1962年の噴火口と噴出物分布図(松田・森本, 1962)  
Fig.3 Distribution map showing craters and lava flows in August 1962. (Matsuda and Morimoto, 1962)

移っていく。翌25日1時頃上部火口群が活動を終えたのに続き、同日朝には中部火口群も衰えた。下部火口群だけが夜半まで噴石活動を続けたが、26日朝(3～5時)には沈静化した。火口は1.8kmにわたって、20あまりが並んだ。火山弾、火山岩塊は火口から200m以内に堆積し、火山灰は北東山腹に積もった(図3)。下部火口群から放出された噴石によって、三七山スコリア丘が形成された。溶岩は三流が認められ、新赤場眺溶岩は赤場眺へ、中部溶岩はひょうたん山の南へ、ヨリダイ沢溶岩は三七山の南へそれぞれ流れ込んだ。噴出物の総量はおよそ2000万トンと見積られる。

表面活動終了後は激しい地震活動に襲われ、8月26日15時48分には三宅島西海岸の深さ40kmを震源とするMJMA(気象庁発表マグニチュード)=5.9の地震(三宅島で震度5)が発生した。噴火のなかった島北西部で有感地震が頻発し、とくに8月30日には、伊豆地区で有感地震の数が2,000回以上に達した。このため一部島民が島外に避難した。

1983年10月3日、噴火開始のおよそ1時間15分前の13時59分頃から三宅島測候所の地震計に前駆的微小震が記録され始め、14時46分に測候所から村役場に火山性地震頻発の情報が伝えられた。関係防災機関が連絡態勢にはいった直後の15時15分頃、雄山南西山腹標高450m二男山付近で噴火が始まった。噴火割れ目は上方、下方にのびていった。山腹上方の長さ3kmの範囲では初期に溶岩噴泉、20時以降は少数の火口からストロンボリ式噴火を行った。噴出したマグマの大半は溶岩になって谷沿いに流下した。溶岩流のうち最大のものは17時20分頃に都道を横切って阿古に流れ込んだ。阿古集落から最終の避難バスが通過した約10分後であった。阿古に残って孤立した80名は漁船によって避難した。この溶岩は340戸を埋没、焼き尽くした。一方、新澤池一新鼻海岸付近の長さ1.5kmの割れ目火口は海拔100m以下-海底で開口したため、16時38分、17時10分、19時17分、22時36分以降激しいマグマ水蒸気噴火が起こった。噴出物の大部分が火砕物として坪田方面の住宅、農地、山林に降り積もって被害を与えた。22時33分に新鼻南方4.6km深さ15kmでMJMA=6.2(三宅島測候所で震度5)の地震が発生した直後に一時的に南海岸付近の噴火が活発になったが、23時以降、噴火は間欠的になり、翌4日6時前には終了した。地震活動も2日後の6日の朝には衰え、1962年の噴火

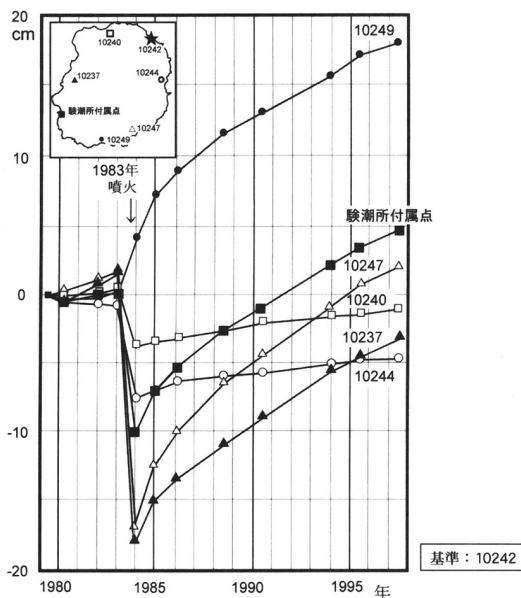


図4 1979～1997年の三宅島の上下変動(国土地理院, 1998による)  
Fig.4 Vertical movement in the Miyake Jima Island during 1979-1997. (Geographical Survey Institute, 1998)

図5 2000年6月26日~7月1日の地震活動の時系列とその東西断面図。(酒井ほか, 2001)

Fig.5 Time-space distribution of hypocenter from June 26 to July 1, 2000. (Sakai et al., 2001)

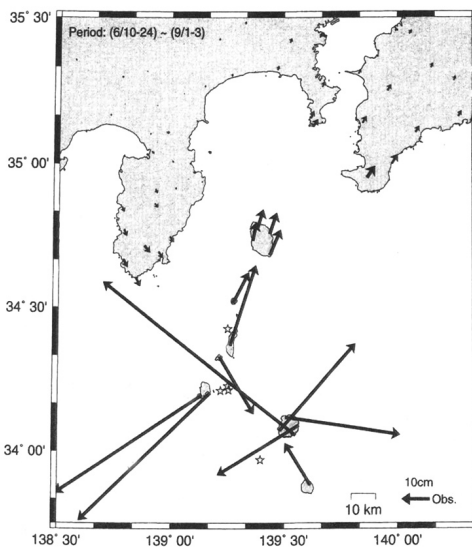
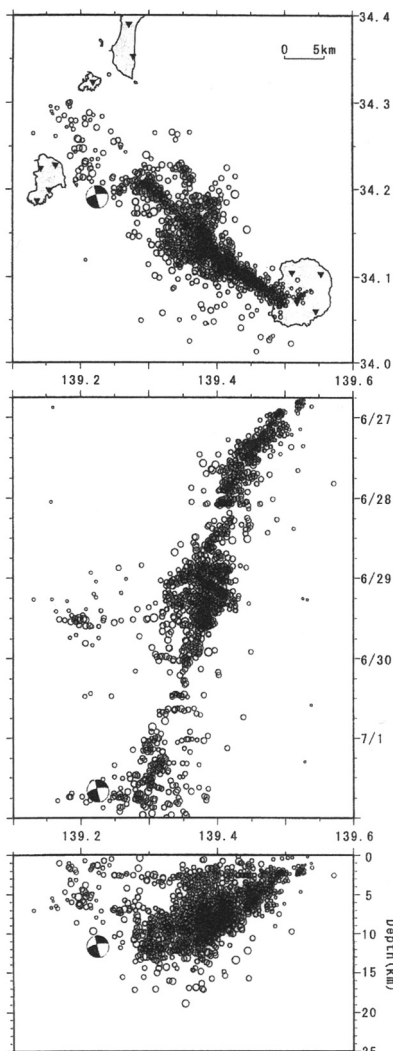


図7 GPSによる水平変動ベクトル。2000年6月10~24日の14日間の平均と9月1~3日の3日間の平均とを比較。星印は気象庁発表のマグニチュードが6以上の地震の震源。(Kaidzu, et al. 2000)  
Fig.7 Displacement vectors at the GPS stations during the period from June 10-24 to September 1-3. Star symbols denote the epicenters of earthquakes of magnitude > 6.0, according to JMA. (Kaidzu, et al. 2000)

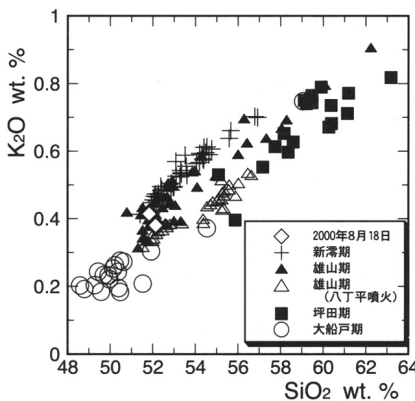


図8 最近1万年間の三宅島火山噴出物の全岩 SiO<sub>2</sub> と K<sub>2</sub>O の関係。(津久井ほか, 2002)  
Fig.8 The variation of wt.% K<sub>2</sub>O versus wt.% SiO<sub>2</sub> for the products from Miyake Jima Volcano during the recent 10,000 years. (Tsukui et al., 2002)

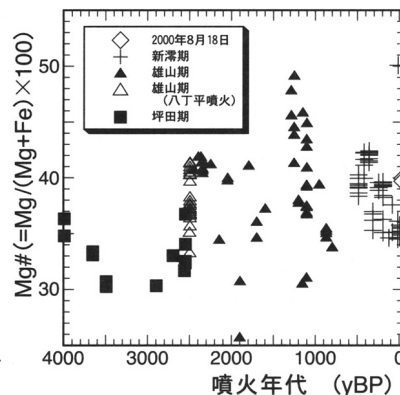


図9 最近4000年間の三宅島火山噴出物の全岩 Mg# (=Mg/(Mg+Fe) × 100) の時間変化。(津久井ほか, 2002)  
Fig.9 The variation of Mg# (=Mg/(Mg+Fe) × 100) versus erupted age. (Tsukui et al., 2002)

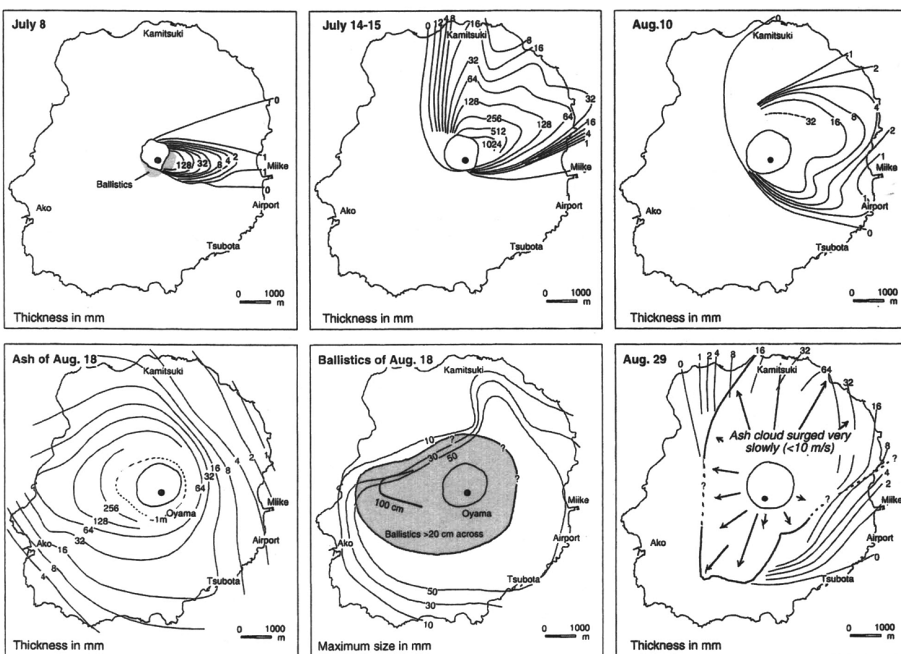


図6 2000年の主な噴火の噴出物層厚分布と8月18日の投出物最大径。(中田ほか, 2001)  
Fig.6 Isopach maps of eruption products (volcanic ash) for the main eruption events and size of ballistics of the Aug. 18 eruption. (Nakada et al., 2001)

後とは全く異なる経過をたどった。割れ目は延長 4.5km、火口は 90 個以上に達した。

#### 4. 2000 年噴火・山頂陥没

1983 年の噴火の際に大きく沈降した山体は、一転して南西山腹を中心に膨張と隆起—マグマの蓄積—が続いた(図 4)。1990 年代後半には沈降分をほぼ回復し、近い将来に噴火が起こる可能性が高いと警戒されていた。

2000 年 6 月 26 日 18 時 30 分頃から、活発な地震活動と山体の急激な膨張が観測され、19 時 33 分緊急火山情報が発令された。翌日未明を境に山体は収縮・沈降に転じた。6 月 28 日朝には阿古沖の海底で小噴火があっただけで陸域では噴火は起こらなかった。地震の活動中心は三宅島から北西 30km にある神津島・新島近海に向かって移動していった(図 5)。この変動はマグマの上昇とそれに引き続く側方への貫入をとらえたものである。7 月 8 日にはじめて小規模な噴火が山頂部で起こり、同時に雄山山頂付近直径 1km が陥没した。陥没部分は日々拡大し、8 月末には八丁平カルデラに重なる位置に、直径 1.6km、深さ 450m に達し、カルデラとよべる大きさとなった。陥没火口では 7 月 14～15 日、8 月 10 日に水蒸気爆発が起こった。8 月 18 日夕方には直径 50cm の岩塊が 3.5km 離れた都道にまで噴きとばされる噴火がおこり、そのときの噴煙は 15,000m にまで上昇した。8 月 29 日早朝には、30℃程度で時速 10km 以下と低温・低速度の“火砕流”が発生して北麓、南西中腹に流下した(図 6)。2000 年噴出物の見かけ体積の総量はおよそ 0.01km<sup>3</sup>(中田ほか、2001)と、1940 年、62 年、83 年に匹敵する噴出量であったが、その過半は既存の溶岩、変質した溶岩の碎屑物であって、本質物の割合は最も高い 8 月 18 日噴出物で 40%程度である(宇都ほか、2001)。一方、陥没した体積は噴出物の 50 倍以上に相当する 0.6km<sup>3</sup>であった(中田ほか、2001)。2000 年 8 月下旬からは噴煙及び二酸化硫黄などの火山ガスの放出量が増加したため、9 月には全島民が島外に避難した。その後は、大量の火山ガスの放出が続き、年数回程度ごく小規模な噴火が発生している。

一連の火山・地震活動は 1km<sup>3</sup> におよぶ大量のマグマが三宅島の地下の溜まりから北西へ移動したために陥没したと考えられる。神津島・新島 2 島間の距離はマグマの貫入と横ずれ変動によって 1m 近く伸びた(図 7)。

#### 5. 三宅島火山の岩石

三宅島火山の噴出物は SiO<sub>2</sub> = 48.5wt% (重量%) の玄武岩から 63% の安山岩まで広い範囲にわたり、ソレライト質マグマの特徴を示す。噴出物の岩石学的特徴は先に述べた活動期と密接に対応している(図 8)。大船戸期の岩石は、SiO<sub>2</sub> = 48.5～54.5wt%、20(体積)%以上の斜長石+かんらん石±普通輝石の斑晶をもつ玄武岩を主とする。坪田期の噴出物は、SiO<sub>2</sub> = 55～63wt% の安山岩であることが特徴で、斑晶鉱物組合せは斜長石+普通輝石(土かんらん石)に加えて紫蘇輝石、磁鉄鉱を含む。斑晶量は 7～27% である。雄山期以降の噴出物のほとんどは、斑晶量の少ない(<10%) SiO<sub>2</sub> = 51～57wt% の玄武岩—安山岩であり、斜長石+かんらん石+普通輝石±紫蘇輝石±磁鉄鉱を斑晶にもつ。雄山期最初の八丁平噴火は、SiO<sub>2</sub>—酸化物図上で直線的な組成変化を示すことから坪田期の安山岩質マグマと新たな玄武岩質マグマが混合したと推定される。八丁平噴火後の雄山期の噴火年代と全岩化学組成の変化を見ると、マグマの組成が突然未分化になった(Mg# (= Mg/(Mg + Fe) × 100) が急に増加した)後に時代とともに徐々に分化が進行する(Mg# が徐々に減少する)サイクルを繰り返してきた(図 9)。それぞれのサイクルは雄山期・新瀨期の開始と一致する 2,500

年前、500 年前と雄山期中ごろの 1300 年前に始まる。

2000 年の噴出物は、1983 年噴出物に良く似た分化の進んだ阿古沖の噴出物と、明らかに Mg# が高い 8 月 18 日の火山岩塊の 2 種類がある。後者は 2000 年噴火が新たな噴火期に入った可能性を示している。

#### 6. 将来の活動と災害の予測

2004 年 10 月時点では、三宅島の白色噴煙、火山ガスの放出量とも 2000 年に比べ減ってはいるものの、二酸化硫黄の放出量はなお 1 日あたり 3,000～10,000 トンと高レベルにある(図 10)。卓越風の風下側にあたり高濃度の火山ガスが通過する三池地区など東山麓や南西山腹、地形的に低く火山ガスが滞留しやすい桑木平カルデラの内側は、植生の枯死・変色や構造物の腐食が著しい。泥流の発生に備えて砂防ダム建設や流路の改修及び都道、村道の対策工事が進められているが、警戒を要する。

最近 500 年間の噴火では、顕著な火山性地震がはじまってから数時間以内に山腹割れ目噴火が始まり、スコリアと流動性の高い溶岩を噴出した例が多く、直前まで噴火開始地点を特定することは難しかった。海岸付近では爆発的なマグマ水蒸気噴火が起こることもあった。噴火の終息は数時間から 1 日程度以内と比較的早いことが多いが、山頂噴火を伴う場合は 1 ヶ月から数年間に長びく場合がある。

ただし、今回の陥没によって、ここでまとめたような噴火様式が一変してしまう可能性も高い。中・長期的な予測をする際には、山腹割れ目噴火のほか山頂噴火も含めてさまざまな可能性を考慮する必要がある。また、カルデラに湖が形成されれば、マグマ水蒸気噴火やカルデラ縁の決壊による泥流の発生要因にもなるので、注意深く見守っていかなくてはならない。

#### 7. 火山監視・観測体制

前駆的な地震が開始して短時間で噴火に至った多くの事例を重視すると、的確な避難、防災態勢構築のためには、高感度・高精度の観測により異変をリアルタイムで捕らえ、噴火予測地点を絞り込むことが不可欠である。

気象庁は三宅島に測候所をおき、地震計 13 点、震度計 3 点、GPS 観測点 14 点、空振[くうしん]計 4 点のほか、遠望カメラを島内 3 ヶ所と新島、御蔵島に設置して、火山活動、噴煙の状況を監視している。防災科学技術研究所は傾斜計 5 点、国土地理院では GPS 観測点 8 点、東京大学地震研究所は東京都と共同で地震、GPS、重力、電気・磁気の観測点を設置してそれぞれ観測を行なっている。

2004 年現在、警視庁、東京消防庁、海上保安庁、陸上・海上・航空自衛隊の協力のもとに、気象庁、産総研、大学の研究者が定期的にヘリコプターから活動を監視するとともに二酸化硫黄放出量を COSPEC により測定している(図 10)。

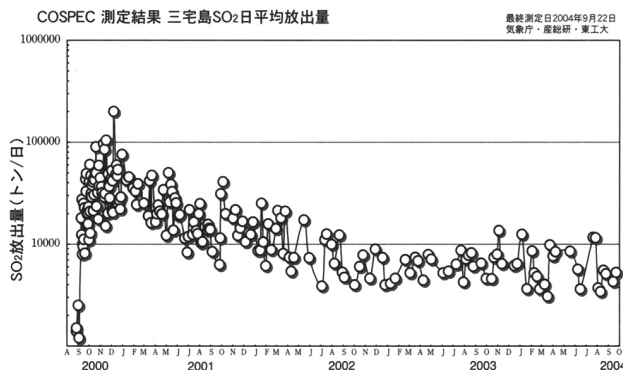


図 10 噴煙中の二酸化硫黄ガスの 1 日あたりの噴出量の変化。気象庁データによる Fig.10 Time variation of daily SO<sub>2</sub> flux (Data from JMA).

## 参考文献

- 噴火史・地質・岩石・地殻変動に関するもの  
大森房吉 (1915) 三宅島噴火記事. 震災予防調査会報告, no.7, p.57-62.  
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.  
東京都防災会議 (1990) 伊豆諸島における火山噴火の特質などに関する調査・研究報告書 (三宅島編), 103p.  
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. no.69, p.77-81.  
国土地理院 (1995) 1:15,000 火山土地条件図「三宅島」.  
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, vol.43, p.149-166.  
1940 年噴火に関するもの  
津屋弘達 (1941a) 昭和 15 年 7 月三宅島噴火調査概報. 地震, vol.12, p.435-484.  
津屋弘達 (1941b) 昭和 15 年 7 月三宅島噴火再調査報告 (I),(II). 地震, vol.13, p.1-21, p.37-48.  
1962 年噴火に関するもの  
松田時彦・森本良平 (1962) 三宅島の噴火— 1962 年 8 月, 科学, vol.32, p.578-585.  
気象庁 (1964) 1962 年の三宅島の噴火 (I), (II), (III). 験震時報, vol.28 別冊, p.1-28.  
1983 年噴火に関するもの  
浜田隆士 (1984) 昭和 57,58 年度 文部省特定研究報告書 火山島の自然環境変遷と, その人為との相互作用に関するシステム科学的研究. 昭和 58 年三宅島噴火活動を中心として. 93p. +36plate.  
気象庁 (1984) 昭和 58 年 (1983 年) 三宅島噴火調査報告. 験震時, no.49, p.1-47.  
宮崎 務 (1984) 歴史時代における三宅島噴火の特徴. 火山, vol.29, p.SI-S15.  
日本火山学会編 (1984) 火山, vol.29, 三宅島噴火特集号, 日本火山学会, 352p.  
2000 年噴火に関するもの  
Kaidzu, M., Nishimura, T., Murakami, M., Ozawa, S., Sagiya, T., Yurai, H. and Imakiire, T. (2000) Crustal deformation associated with crustal activities in the northern Izu-Islands area during the summer, 2000. Earth Planets and Space vol.52, no. 8, ix-xviii.  
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—, 地学雑誌, vol.110, p.168-180.  
酒井慎一・山田知朗, 他 10 名 (2001) 地震活動から見た三宅島 2000 年噴火時のマグマの移動, 地学雑誌, vol.110, p.145-155.  
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. 地学雑誌, vol.110, p.156-167.  
津久井雅志・新堀賢志・川辺禎久 (2002) 三宅島火山 2000 年陥没カルデラ. 東大地震研彙報, vol.77, p.27-42.  
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・佐藤久男・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—, 地学雑誌, vol.110, p.257-270.

## Geology of Miyake Jima Volcano

Miyake Jima volcano is located 200km south of Tokyo on the Izu-Mariana Arc. Its volcanic body, including under the sea level, measures about 25 km in basal diameter and about 1,100m in height. The volcano consists largely of basaltic rocks with a small quantity of andesites. Main cone of the volcano has nested calderas; 4km across Kuwanokitaira caldera at ca. 350m a.s.l, and 1.8km by 1.6km across Hatchodaira caldera at ca. 700m a.s.l. A number of lining scoria cones on past radial fissures characterizes frequent occurrences of lateral eruptions besides central eruptions.

The older main cone, truncated by Kuwanokitaira caldera, was constructed in the Pre Ofunato stage. The post Kuwanokitaira caldera volcano grew in the caldera, partly overlying its east rim during the Ofunato stage. After 3000 year's repose, andesitic lavas covered the southern slope of the main cone in the 4,000-2,500 yBP, Tsubota Stage. The Oyama Stage started by the exceptionally voluminous Hatchodaira eruption about 2,500 years ago in which discharged ca. 0.4km<sup>3</sup> pyroclastics resulted in the formation of the Hatchodaira caldera. Subsequent products from central and lateral craters filled the caldera. In the 9th century, lavas spilled over the southern rim of the Hatchodaira caldera.

The Shinmio stage started in 1469 eruption after 315 years quiescence. Since then eruptions took place without exceptions from lateral fissures, with some accompanied by central crater. In 20th century, eruptions occurred in 1940, 1962, and 1983, having a short recurrence time of 21 to 22 year-period.

The 2000 event commenced on June 26, after a 17-years' rest. Magma, estimated ca. 1.0km<sup>3</sup> in volume intruded laterally from subvolcanic reservoir to the northwest as far as 30km over two months, which resulted in the formation of a new 1.6km-across central subsided caldera. In this event, only 0.01km<sup>3</sup> of accessory and juvenile fragments were ejected in contrast to 0.6km<sup>3</sup> of the missing volume. Because of huge emission of SO<sub>2</sub> gas since August 2000, 3,800 residents have being evacuated from the island. This sequence is rather unique that the volcano had never experienced during the historic time.

Typical volume of products in a single eruption during the last 10,000 years ranges from 0.001km<sup>3</sup> to 0.1km<sup>3</sup> (DRE), most cases are about 0.01km<sup>3</sup>. Recent variation of Mg# (= Mg/(Mg + Fe) × 100) in the whole-rock bulk chemistry analysis versus erupted age show that abrupt increase of the ratio at 2500, 1300, 500y.B.P., 2000AD and subsequent gentle decrease. This pattern suggests that relatively undifferentiated magma was supplied to the magma plumbing system underneath the volcano which was slowly differentiating.

表1 歴史時代の噴火の概要 (宮崎, 1984に加筆)

Table 1 Major historic eruptions of Miyake Jima Volcano in old documents, modified from Miyazaki (1984).

番号	暦年	前兆現象	前駆地震, 鳴動	噴火期間	噴火後の地震活動	備考	
1	1085 (応徳2) 年	不明	不明	不明	不明		
2	1154 (久寿元) 年	不明	不明	不明	不明		
3	1469 (文明元) 年	不明	不明	不明	不明	伝説, 伊ヶ谷溶岩	
4	1535 (天文4) 年	不明	不明	不明	不明		
5	1595 (文禄4) 年	不明	不明	不明	不明		
6	1643 (寛永20) 年	記録無し	約2時間	約3週間	特に記録無し 少? (アヨフクなかった)	阿古全滅(溶岩) 坪田被害(降下物)	
7	1712 (正徳元) 年	記録無し	1~2時間	約2週間	あった様子(響強く)	阿古被害(泥水)	
8	1763 (宝暦13) 年	記録無し	あった模様	6年間(に噴火)	あった	新溶池	
9	1811 (文化8) 年	記録無し	あった(やがて)	約1週間(噴出時間6時間ほど)	6日間, 激しかった	伊豆に割れ目出現	
10	1835 (天保6) 年	記録無し	あった(やがて)	約10日間(噴出時間12時間ほど)	約10日間, 崖崩れ等	温泉涌出(湯波)	
11	1874 (明治7) 年	1	植物の異常	6~7時間	数十日	とくに記録無し	死者1名
		2	前夜より活動	不明	4~5日	とくに記録無し	東郷被害(溶岩)
		3	記録無し	記録無し	4~5日	とくに記録無し	灰長石巨晶
12	1940 (昭和15) 年	噴気, 地熱, 鳴動	3.5時間	約23時間(山腹), 約25日(山頂)	有感地震, 連続微動	死者11, 傷者20名 島下被害 灰長石巨晶(ひょうたん山)	
13	1962 (昭和37) 年	気づかれず	2時間弱(計器)	約30時間	最大MJMA-5.9 激しいヶ月, 後3~4ヶ月	島民, 島外避難	
14	1983 (昭和58) 年	気づかれず	約1時間20分(計器)	約15時間	最大MJMA-6.2 数日で有感は減少	阿古埋没(溶岩) 坪田被害(降下物)	
15	2000 (平成12) 年	気づかれず	海底噴火まで14時間	4年以上	最大MJMA-6.4 約2ヶ月は活発	2500年ぶりカルデラ形成, 二酸化硫黄大量放出, 全島民半年島外避難	

表2 代表的な三宅島火山の噴出物の化学組成 (津久井ほか, 2002)

Table 2 Chemical analyses of representative products of Miyake Jima Volcano. (Tsukui et al., 2002)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO <sub>2</sub>	50.45	57.15	55.55	51.68	52.88	54.25	52.94	52.84	52.24	55.63	54.03	56.90	56.78	53.31	51.81
TiO <sub>2</sub>	0.96	1.28	1.24	1.26	1.38	1.35	1.21	1.39	1.33	1.30	1.28	1.27	1.27	1.38	1.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.09	15.83	15.81	16.55	14.64	14.68	15.23	14.63	14.87	15.20	15.72	14.78	14.81	15.19	17.72
FeO*	11.28	11.33	11.51	12.55	13.70	13.23	12.51	13.76	13.53	11.87	12.07	11.56	11.60	13.16	11.14
MnO	0.18	0.24	0.23	0.20	0.25	0.25	0.21	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.19
MgO	4.90	3.14	3.83	4.28	4.51	4.06	4.92	4.54	4.89	3.53	4.09	3.42	3.46	4.09	4.17
CaO	11.54	7.35	8.44	10.35	9.39	8.65	9.89	9.35	9.83	8.38	9.15	7.83	7.83	9.22	10.94
Na <sub>2</sub> O	2.24	2.96	2.76	2.57	2.58	2.78	2.44	2.59	2.47	3.01	2.72	3.14	3.13	2.71	2.38
K <sub>2</sub> O	0.27	0.55	0.49	0.42	0.51	0.59	0.49	0.50	0.47	0.66	0.56	0.70	0.70	0.54	0.41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08	0.16	0.14	0.12	0.14	0.16	0.14	0.15	0.13	0.18	0.15	0.18	0.17	0.15	0.11
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

1. 湾が平溶岩 (大船期) Miogataira Lava (Ofunato stage)
2. 伊ヶ谷東方スコリア (坪田期) Igaya-east Scoria (Tsubota stage)
3. 八丁平スコリア (雄山期) Hatchodaira Scoria (Oyama stage)
4. 姉ヶ島溶岩 (雄山期) Aneagata Lava (Oyama stage)
5. 雄山溶岩 (雄山期) Oyama Lava (Oyama stage)
6. 1085年溶岩 (雄山期) 1085 Lava (Oyama stage)
7. 1535年溶岩 (新溶岩) 1535 Lava (Shinmio stage)
8. 1643年溶岩 (新溶岩) 1643 Lava (Shinmio stage)
9. 1712年溶岩 (新溶岩) 1712 Lava (Shinmio stage)
10. 1835年溶岩 (新溶岩) 1835 Lava (Shinmio stage)
11. 1874年溶岩 (新溶岩) 1874Lava (Shinmio stage)
12. 1940年溶岩 (新溶岩) 1940Lava (Shinmio stage)
13. 1962年溶岩 (新溶岩) 1962Lava (Shinmio stage)
14. 1983年溶岩 (新溶岩) 1983 Lava (Shinmio stage)
15. 2000年火山弾 2000 Bomb

FeO\*は全鉄をFeOに換算した値 (津久井ほか, 2002)  
FeO\*: Total iron as FeO.(Tsukui et al., 2002)

### 主な用語

Mg#=(Mg/(Mg+Fe) × 100) または FeO\*/MgO: マグマの冷却にともなって, 結晶ができる, 残ったマグマの Mg# は減少 (FeO\*/MgO 比は増加) する (ソレアイト系列結晶分化作用), そのため Mg# が分化程度の尺度として使用される。数値が小さいほう (FeO\*/MgO 比は大きいほう) が, より分化の進んだマグマといえる。

火映現象: 火口内部の赤熱光が, 火口上空の雲や噴煙に反射して赤く光る現象。

火砕流: 高温の火砕物とガスの混合物が, 高速で地表を流走する現象。

火山観測の方法: 火山活動を監視する方法には, 目視観測のほか, 火山性地震や火山性微動をとらえる地震計, 2点間の距離を測って地面の伸びを測定する辺長測量 (光波測量・GPS), 地下の動きを測る歪み計, 地面の傾きを測る傾斜計, 地下のマグマや地下水の圧力変化をとらえる地磁気観測・地電流観測・重力観測などがある。

火山性微動: 活動的火山で生じる継続的な振動。地下のマグマや熱水などの流体が移動したり, 振動したりすることなどによって起こるとされる。

火山豆石: 空中に噴き上げられた火山灰が, 空気中や噴煙中の水分などで集まって, 球状になったもの。マグマ水蒸気爆発でよく形成される。

カルデラと火口: 火山地域にある直径2km以上の凹地形をカルデラ, 直径2km(ないし1マイル: 約1.6km)未満のものを火口と呼ぶ。

岩石系列: マグマの結晶化による組成変化をもとにしたマグマの成因的区分。SiO<sub>2</sub> はあまり増加せず FeO 量が濃集していくものをソレアイト系列, SiO<sub>2</sub> が急増して, FeO 量が減少していくものをカルカルカリ系列と呼ぶ。

岩石の分類: 火山岩は化学組成・鉱物組成等によって区分される。化学組成で区分すれば, SiO<sub>2</sub> 53wt.%以下を玄武岩, 53~63wt.%を安山岩, 63~70wt.%をデイサイト, 70wt.%以上を流紋岩。このほか, マグマ・溶岩・軽石等物理状態・形態でも分類できる。

空振(くらしん): 爆発的な噴火による空気の振動。大きなものでは数百km離れた所でも窓ガラスが震えたり, 音が聞こえることがある。

後カルデラ火山: カルデラができた後に新しく成長する火山。

スコリア: 気泡を含む軽い火山岩のうち, 暗-黒色のものをいう。

スコリア丘: 火口から放出されるスコリアが火口の周辺に集積してできる。多くは円錐形の小山で頂上に火口がある。

ストロンボリ式噴火: 比較的粘性の低いマグマの間欠的爆発による噴火。数十秒~数分ごとに赤熱した溶岩片を噴き上げる。地中海のストロンボリ火山がその典型。

COSPEC(相関スペクトロメータ)観測: 二酸化硫黄濃度を測定する方法。青空から降りそそぐ散乱紫外光を光源とし, 二酸化硫黄による波長310nmの吸収から, 噴煙に含まれる二酸化硫黄濃度を測定する。ヘリコプターに

搭載し, 風に流される噴煙の下をくぐって噴煙の断面の二酸化硫黄濃度を求め, その値に風速を乗じて放出量を算出する。

側火山: 大きな火山体の山腹にできた小さな火山。

テフラ: 火砕流も含めた火砕物の総称。巨大噴火に伴って広域に分布するものを広域テフラという。

二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>): 「亜硫酸ガス」とも呼ばれる硫黄酸化物の一種。空気より重い無色の気体で, 目, 皮膚, 粘膜を刺激し, 人体には有害な物質。2000年7月以来雄山から放出されている二酸化硫黄は, 地下のマグマにとけ込んでいたものが分離して, 大気中に放出されたと考えられている。

斑晶: 火山岩において, 細粒の結晶・ガラス等の石基中に散在している粗粒の結晶(肉眼で認められる程度)の結晶。

噴火: 地下から火山物質が比較的高速に地表に放出される現象。本質物質(直接マグマに由来した物質)の放出を主体とする噴火をマグマ噴火, 本質物質と地下水に由来する水蒸気が混じった噴火をマグマ水蒸気爆発(噴火), 本質物質を伴わず地下水に由来する水蒸気と既存の固体物質だけが噴出するものを水蒸気爆発(噴火)と呼ぶ。

噴石: 火口から弾道を描いて放出される岩石片の総称。放射性炭素年代: 植物片などに含まれる炭素の放射性同位体である<sup>14</sup>Cは, 時間とともに減少していく。この原理を使った年代測定法。数千年前までの年代測定に使われる。

マール: 爆発的な噴火によって作られる火山地形。激しい噴火のため, 噴出物は広い範囲に飛散し, 火口のまわりに低い丘状の地形がつくられる。火口は一般に水で満たされる。マグマ水蒸気爆発で作られることが多いので, 海岸近くや島嶼では多い。

溶岩噴泉: 粘性の低い溶岩を火口から噴水のように噴き上げる噴火現象。割れ目噴火: 地表に生じた長い割れ目から噴出する噴火。割れ目の長さは数百mから数十kmに達する。

著作権所有・発行者 許可なく複製を禁ずる  
平成17年2月28日発行

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東1丁目1-1  
TEL(029)861-3606



GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST©2005  
AIST05-G14012



No.12 三宅島火山地質図 正誤表

(2007.11 現在)

		誤	正
地質図	姉ヶ潟溶岩流の試料採取位置 (no.4)	 <p>採取地点が溶岩流分布範囲から外れている。</p>	港に流下した溶岩の東より(棧橋の付け根付近)
地質図	1712年スコリア丘 (1712S)	 <p>1712S とすべきスコリア丘が 1712L となっている。</p>	左図で青線を引いた 1712L は 1712S
地質図	三池港クラマ根		クラマ根の溶岩は安山岩ではなく玄武岩なので雄山期未区分噴出物 (OY) の方が適切。
地質図	誤字 (地名)	 <p>大船若山</p>	大般若山

<p>地質図</p>	<p>誤字 (ルビ)</p>	 <p>こっぱな</p>	<p>こっぱな</p>
<p>地質図</p>	<p>1940 年溶岩流 (1940L)</p>		<p>1962L (赤場暁) 及び 1940S (ひょうたん山) の東側の海岸線の OF (青線を引いたもの) は, 1940L (1940 年溶岩流) が正しい</p>
<p>凡例</p>		<p>霽が平溶岩</p>	<p>霽が平溶岩流</p>
<p>凡例</p>		<p>大船戸期スコリア丘・火砕丘</p>	<p>霽が平スコリア丘</p>
<p>p. 7</p>	<p>参考文献 気象庁 (1984)</p>	<p>験震時, no. 49</p>	<p>験震時報, vol. 49</p>
	<p>Abstract 下から 22 行目</p>	<p>activities</p>	<p>activities</p>