

## 伊豆三宅島における噴火後の海岸の変化と海浜堆積物

磯部 一 洋\*

ISOBE, Ichiyo (1985) Coastal changes after volcanic eruptions and coastal sediments in Miyake Jima. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 36(1), p. 1-18.

**Abstract:** Miyake Jima is a small insular volcano which is one of the most active in Japan. Since A. D. 1469, volcanic eruptions occurred with short intervals between 21 and 69 years at the northeast and southwest flanks of the volcano and most of basaltic lava flows entered into the sea and pyroclastic cones were formed at the coastal areas.

The author studied on the process of coastal changes using topographic maps, aerial photographs, reports for coastal changes after volcanic eruptions and his field surveys. The coastal sediments were sampled at sand-pebble coasts and a boulder coast around the island in 1977 and at the southern part in 1984 where the newest volcanic eruption occurred in October, 1983.

It was made clear that lava flows or pyroclastic cones started to retreat by wave action just after a volcanic eruption and new sand-pebble coasts were quickly formed. In the case of recent volcanic eruptions in 1983 and 1940, lava flows were retreated and scoria and tuff cones were eroded more than 100 m landwards and maximum size of the sand-pebble coasts were attained to their size less than 3 weeks in 1983 and 4 months in 1940.

The sand-pebble coasts were gradually retreated and almost changed to boulder coasts within about 300 years with reduction of sediment supply from lava flows or pyroclastic cones. It was inferred that the boulder coasts were approached to blocky coasts or rocky coasts between 300 and 1200 years after the volcanic eruption.

It was recognized that roundness and specific gravity for the coastal sediments differs markedly between newer ejecta of 1983 and 1962 and older ones before 1874. Gravels have been changed to be rounded and denser and sands to be heavier with the time.

## 要 旨

伊豆三宅島における噴火に伴う海岸の前進と、その直後から始まる海岸の侵食・後退過程、海浜堆積物の生成について、既存資料等を用いて検討を加えた。

海岸の後退は非常に速く、1983年10月噴火の場合、わずか3週間、それに比べ規模の大きな溶岩流・火砕丘が海中に形成された1940年7月噴火の場合でも4カ月以内に、砂礫海岸が最大規模に発達した。その後、砂礫海岸は徐々に侵食されて狭くなり、噴火後300年以上を経て巨礫海岸へ、噴火後約1,200年位までの間に岩塊海岸あるいは岩石海岸へ近づくことが推定された。

海浜堆積物は、古い噴火によるもの程摩滅され、重く緻密な砂礫へ変化し、1962年以降の新しい噴火と1874年以前の古い噴火による堆積物の間に、摩滅状態等に著しい差異が認められた。

\* 環境地質部

## 1. ま え が き

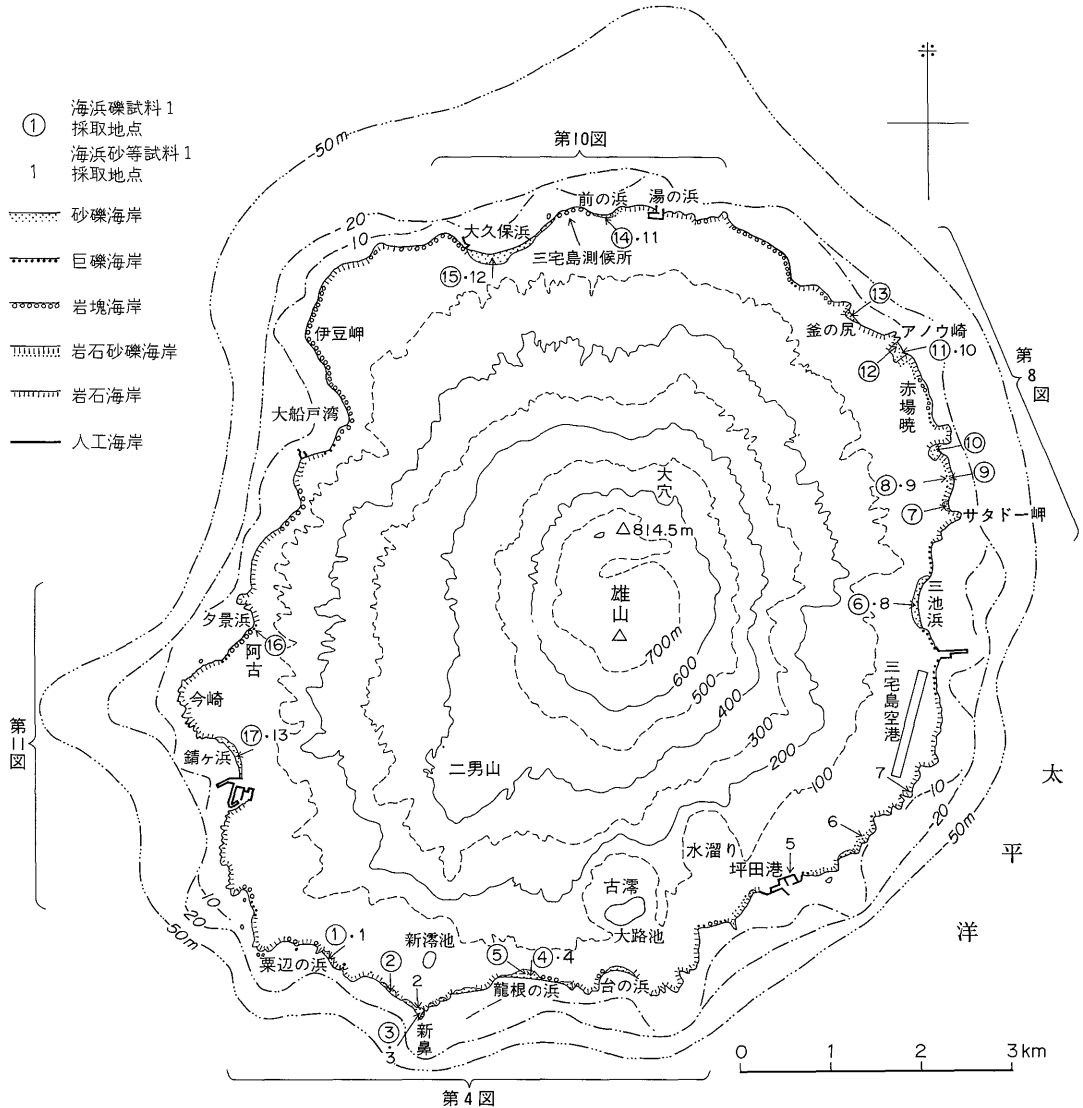
火山島においては、短時間の噴火によって陸地面積が急激に拡大することが多い。外洋に面した島では、噴火によって形成された新しい陸地が、海食作用によって後退し、新たに形成された海浜堆積物が湾入部や水道部を中心に堆積する(青木・小坂, 1974)。海岸の後退量とその速度は、噴出物の違いによって異なることが予想されるが、研究事例が非常に限定され、不明な点が多い。

本稿では、15世紀以降21-69年、平均50年間隔で噴火を繰り返す伊豆三宅島を取り上げ、既存の地形図・空中写真・文献及び現地調査結果に基づいて、噴火後の海岸変化と海浜堆積物について検討した。その結果、海中に達した溶岩流・火砕丘の後退過程とそれらの後退に要した時間、海浜堆積物毎の摩滅状態の違い等に関して若干の知見が得られたので、ここに報告する。

現地調査に際しては、三宅村の方々、地殻熱部須藤茂



伊豆三宅島における噴火後の海岸の変化と海浜堆積物（磯部一洋）



第2図 三宅島の海岸区分と地形 等深線は、海上保安庁(1971)に基づいて作図した。

なる海岸及び港湾等の人工海岸に区分される。岩石海岸は、海食崖の高さが概ね5m以上の所にあり、それより低い場合岩石砂礫海岸をなしている。岩石砂礫海岸は、汀線付近の岩石海岸とその陸寄りの砂礫海岸から構成される(第5図測線6参照)。

海浜堆積物からなる海岸は、堆積物の粒径によって砂礫海岸・巨礫海岸及び岩塊海岸に細区分される(第2図)。このうち、径0.2m未満の礫及び粗砂からなる砂礫海岸と径0.2-1m前後の礫からなる巨礫海岸の堆積物は、主に溯上波によって移動・円磨された礫からなるが、岩塊海岸の堆積物は、径1-数mに及ぶ巨大な岩塊からなり、

通常の波によっては移動されない。

砂礫海岸は、大船戸湾を除く湾入部と、新湊付近に発達する。砂粒を主体とした砂浜海岸は、同じ伊豆諸島でも流紋岩質の新島(磯部, 1980b)・神津島及び式根島には発達するが、三宅島には存在しない。

岩塊海岸は、先カルデラ成層火山からなる北部に広く分布するが、岩石海岸及び岩石砂礫海岸は、後カルデラ成層火山からなる中・南部に多い。

浅海底の地形の特徴として、海岸寄りに多くの岩礁が存在するため、10mの等深線は、20・50mの等深線に比べて著しく屈曲に富む(第2図)。海岸から水深20mま

第1表 三宅島における月別風向出現頻度(1967-1977年の毎日3の倍数時8回に観測)

月	風向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1		2.5	10.5	4.9	1.4	2.4	2.0	3.6	2.2	3.7	3.7	5.1	17.6	<b>25.6*</b>	11.6	1.5	1.7
2		2.4	13.1	7.2	2.6	3.0	2.7	2.6	2.4	4.4	4.8	6.6	15.7	<b>20.5</b>	9.0	1.5	1.5
3		2.0	10.6	9.2	3.0	5.2	3.2	2.2	3.5	5.2	5.9	9.2	<b>16.9</b>	14.1	6.6	1.4	1.8
4		1.8	9.4	9.9	4.8	9.3	5.8	4.1	4.2	6.0	8.4	<b>18.4</b>	11.4	3.1	2.0	0.6	0.8
5		1.7	5.7	8.3	4.7	11.2	7.5	6.7	5.0	6.6	7.3	<b>19.4</b>	9.9	2.7	1.6	0.7	1.0
6		1.5	8.1	9.4	5.7	10.2	7.3	5.3	3.8	5.6	7.4	<b>24.1</b>	7.7	1.3	1.1	0.7	0.8
7		1.6	4.5	6.7	4.0	7.3	7.9	4.1	3.4	6.3	8.9	<b>33.3</b>	7.7	0.8	1.1	0.8	1.6
8		0.9	5.2	8.4	5.4	7.4	4.7	4.4	3.7	5.8	8.1	<b>32.2</b>	11.1	0.9	0.7	0.4	0.7
9		2.4	13.5	14.1	6.2	9.2	6.0	4.2	4.4	5.5	6.8	<b>15.9</b>	8.1	1.2	0.9	0.4	1.2
10		2.4	<b>22.2</b>	14.2	5.3	7.9	4.5	4.4	4.9	5.0	5.2	7.0	9.2	4.1	1.8	0.6	1.3
11		1.9	<b>18.5</b>	9.8	3.0	5.0	4.5	4.3	3.3	4.9	4.6	8.5	14.2	11.7	3.7	1.0	1.1
12		2.2	9.9	6.1	2.2	3.0	1.5	1.5	2.1	3.7	4.7	6.6	20.1	<b>25.1</b>	8.9	1.2	1.2
年平均		1.9	10.9	9.0	4.0	6.8	4.8	4.0	3.6	5.2	6.3	<b>15.5</b>	12.5	9.3	4.1	0.9	1.2

\* 太数字は最多頻度(%)

第2表 海岸の変化に関する資料一覧表

資料名	撮影及び測量時期				
国土地理院発行 5万分の1地形図	1912年	1952年	1969年	1971年	1979年
“ 2.5万分の1地形図	1968年4月	1978年10月			
“ 5千分の1火山基本図	1983年11月23日				
“ 空中写真	1949年3月25日	1965年7月16日	1968年4月7日	1975年5月13日	1980年11月11日
民間測量会社 空中写真	1983年10月6日*	1983年10月7日**	1983年10月24日***		
須藤茂技官による 斜空中写真	1983年10月4日				

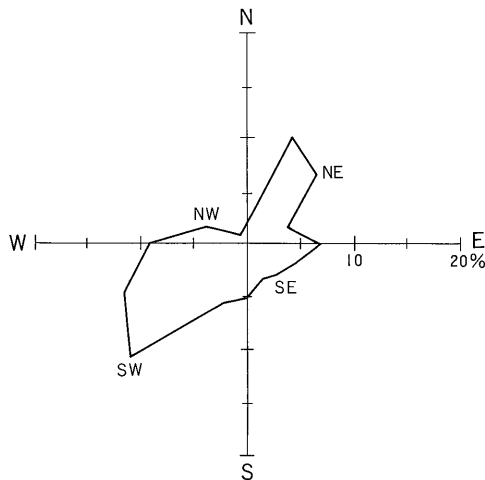
\* 国際航業株式会社, 斜写真 \*\* 朝日航洋株式会社 \*\*\* 第一航業株式会社

での浅海底は、ほぼ三宅島全域にわたり、約40/1,000の勾配で深くなるが、北部の沖合では、水深20-50m間の海底勾配が25/1,000と緩く、また西部の今崎地先でも、20・50mの等深線が沖側へ張り出し、浅い。

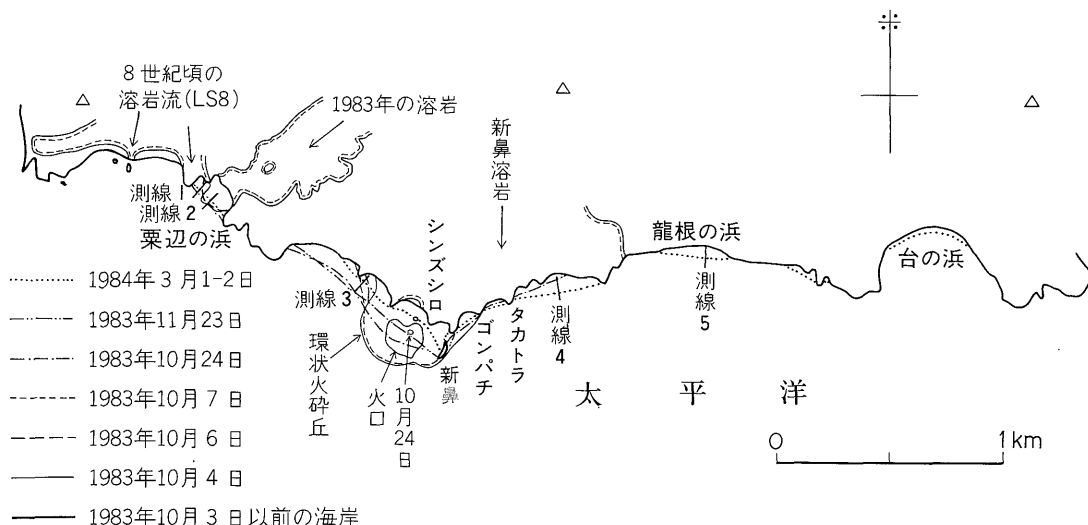
### 2.3 気象条件

三宅島は、太平洋上にあるために、6 m/sec 前後の風速が年間を通じて観測されている(気象庁, 1970a)。台風・低気圧の接近時や冬期には、風速が当然大きい。

第1表に、三宅島測候所(第2図参照)における1967-1977年間の月別風向出現頻度を、第3図に年間の風配図を気象庁(1970a-1978)の資料を用いて示す。これらによると、高頻度の風向は、W-SWとNNE-NEに2分され、12-8月にかけてはSW・W・WSWの風向が特に多く、最多風向がW→SWへ反時計回りに変化する。一方、9-11月にはNNEの風向が最も多く、NEがそれに



第3図 三宅島における1967-1977年間の風配図



第4図 新湊付近における1983年10月噴火以降の海岸変化

次ぐ。

### 3. 資料作成の概要

#### 3.1 海岸変化の資料

資料としては、何れも国土地理院発行の5万分の1地形図、2.5万分の1地形図、5千分の1火山基本図及び2万分の1ないし4万分の1空中写真、それに航空測量会社等による空中写真を使用した(第2表)。また、5万分の1地質図幅、文献及び新聞報道写真を参照した。

#### 3.2 海浜堆積物の試・資料

現地調査は、1977年11月14-20日と1984年3月1-4日の2回行った。このうち、1977年には本島全域の砂礫海岸及び一部の巨礫海岸について、1984年には前年10月の噴火による海浜堆積物の分布域と赤場暁付近について実施した。

海浜堆積物のうち、礫種の同定や形状の計測が容易な16 mm(-4φ)-32 mm(-5φ)の中礫100個前後を、砂礫海岸の17地点(第2・12図参照)の汀段<sup>1)</sup>(berm)付近から採取した。かつ、砂が堆積する海岸の13地点(第2図・第3表参照)において、砂の試料0.5-1.0kgを採取した。

16-32 mm 礫について、比重の測定<sup>2)</sup>、KRUMBEIN(1941)による標本図を用いた円磨度の計測、さらに礫の中軸(b)、短軸(c)を計測し、中山(1962)にしたがって扁平度

- 1) 波の静穏時に形成された段丘状の堆積地形を言う。
- 2) 16-32 mm 礫のために、比重瓶は使用できない。精度上の問題はあがるが、200 cc のメスシリンダーを用い、簡易比重測定を試みた。すなわち、礫15個(最少4個)をメスシリンダーに入れ、増加した水量を体積とみなし、礫の乾燥重量を温度補正後の体積で割って、比重を求めた。なお、礫表面に付着した気泡は、2分間前後振動を与え、遊離するように努めた。

((b-c)/c)を求めた。また海浜砂等について、試料を脱塩・乾燥後、その一部について貝殻片含有率・比重を測定し、さらに四分法によって縮分した試料約100gを、礫について1φ、砂について1/4φ間隔の標準篩を使用して粒度分析を行った。なお、貝殻片含有率の測定は、海浜堆積物の生産状況を知る一手法と考え実施した。

### 4. 海岸の変化

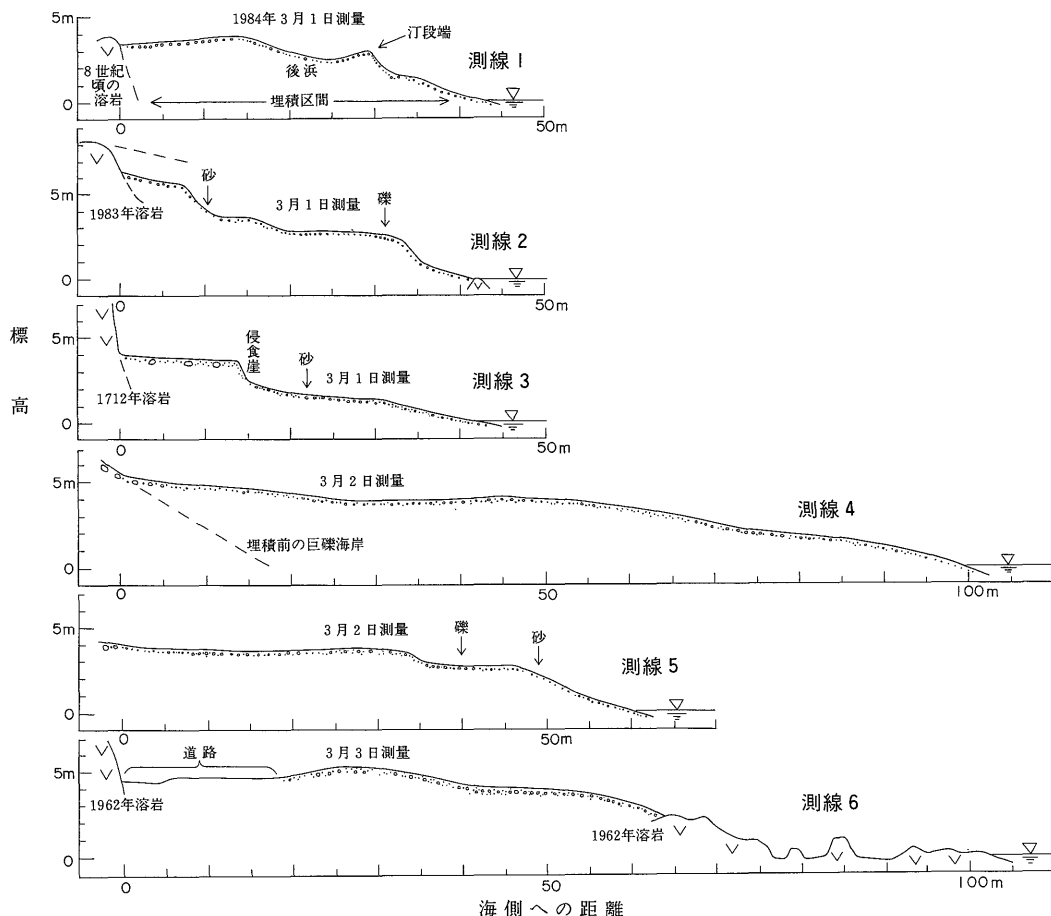
15世紀以降の山腹割れ目噴火に伴って、海岸が著しく変化したのは、本島の北東・南西側を中心にした地域である。1983年の新湊・1962・1940年の赤場暁・1874年の大久保浜及び1643年の鰐ヶ浜付近における海岸の変化を中心に、海浜堆積物の特徴について述べる。

#### 4.1 新湊付近

新湊付近における1983年噴火による海岸変化は、第4図に示す通りである。一色(1984a)のLS8とした溶岩流は、栗辺の浜(仮称)から西の後カルデラ成層火山の海食崖2箇所を8世紀頃に瀑下し、海中に小さな岬が形成された(一色直記技官談話)。二つの岬の西側には、岩塊海岸が小規模に存在する。

栗辺の浜と龍根の浜に挟まれた地域は、1712年の新鼻溶岩(一色、1960)の流出によって前進した。1983年10月の噴火以前、この海岸前面には、タカトラ東方の湾入部等に小規模な巨礫海岸が分布しただけで、砂礫海岸は全く存在しなかった。また、巨礫の多かった龍根の浜及び栗辺の浜背後にそれぞれ存在した砂礫海岸は、新鼻溶岩流出後に形成されたものであろう。

1983年10月3日15時15-20分頃、南西部の二男山付近



第5図 海浜縦断形と試料採取位置図

で発生した山腹噴火に伴う溶岩流の一部は、粟辺の浜を埋め、17時59分に小規模な湾入部へ流下した(大島, 1984)。また新鼻付近に、火砕丘が形成された。1983年の噴火後には、斜写真を含む空中写真が数回にわたり撮影されており(第2表)、これらの写真類から海岸の詳しい変化を知ることができる。第4図には、10月4日11時頃、6日14時頃、7日13時35分、24日10時26分に撮影の写真から推定した海岸、火山基本図(11月23日12時撮影の写真を使用)による海岸及び1984年3月1・2日の筆者による調査結果が示されている。

#### 4.1.1 粟辺

溶岩の湾入部への流下から17時間経過した10月4日11時に粟辺の浜を撮影した写真によると、溶岩流の海側を縁取るように、早くも溶岩から砂礫が大量に形成されていた。この砂礫中には、径数cmから十数cm大の角礫が含まれ、この角礫は平滑な多面体で緻密で、肉眼では気泡が認められない。平滑な多面体の一部が、小さな割

れ目(ひび)を有する厚さ数mm-1cmの黒色光沢の玄武岩ガラスに覆われていることがある。これらの特徴から、角礫は海へ流入した高温の溶岩が海水により水冷破碎された溶岩の破片であると考えられる。従って、波浪による溶岩の破壊に加え、水冷破碎による影響も大きいものと推定される。6日14時頃には、西寄りの海側突出部はさらに侵食・後退し、砂礫海岸が溶岩流を縁取るように、特に西端部の湾入を埋積し、その結果海岸の平滑化が進んだ。24日までに、溶岩流の海側部分は変形され、湾入全体にわたってほぼ直線状の砂礫海岸が最大に発達した。1カ月後の11月23日の海岸は、10月24日の海岸とほぼ同様の状態であり、この期間には目立った変化は認められなかった。それから約100日後の3月1日までに、20-30mの規模で後退した。

3月1日測定の縦断形(測線の位置は、第4図参照)は、第5図に示す通りである。測線1の縦断形からは、粟辺の浜西寄りの浅海底が海浜堆積物によって埋積され



第6図 火砕丘堆積物からなる海食崖と砂礫海岸 シンズシロからスコリア丘の火口方向を望む(1984年3月1日)。

た状況、測線2の縦断形からは、溶岩流の海側部分における侵食と、その後の堆積がそれぞれ読み取れる。

粟辺の浜における海浜堆積物は、発泡の良い玄武岩礫及び発泡のやや悪い光沢に富む黒色玄武岩円礫(水冷破砕を受けた可能性が強い)、砂からなり、礫径としては30-100 mm のものが多く、一般に粗い礫の方が細かい礫より円磨されていた。砂は、汀段端(berm edge)や潮上波帯(swash zone)の一部に分布するに過ぎない。

#### 4.1.2 新鼻

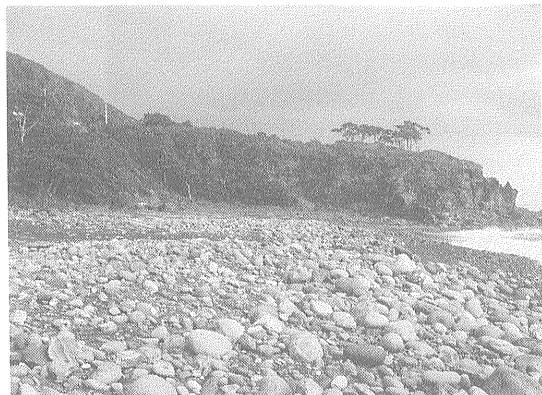
1983年10月3日17時30分頃、噴火が海岸付近へ移り、マグマ水蒸気噴火によってスコリア丘・環状火砕丘(荒牧ほか, 1984)が形成された。これらの火砕丘の形成開始から約15時間後の4日8時30分の干潮時に、朝日新聞社によって撮影された写真によれば、環状火砕丘の南端は途切れ、懸濁水が火口内から外海へ流出していた。その2時間30分後の11時頃撮影の写真(曾屋ほか, 1983)からは、この水路が海浜堆積物によって埋積され、火口は閉じたことが分かる(第4図)。さらに、11時頃の写真と、10月6日及び7日撮影の写真を比較すると、環状火砕丘の海側がさらに侵食されて、侵食崖が最大3m程度に発達した。一方、火砕丘と旧海岸の西側接合部において、砂礫海岸が急速に前進した。

10月7日から24日までの間には、粟辺の浜で見られたのと同様に、大規模な海岸変化が生じ、環状火砕丘は大きく後退・縮小した。逆に、新鼻西方の湾入部では海岸が著しく前進し、また環状火砕丘の火口の大部分は、海浜堆積物によって埋められた。これらの変形は、遠藤ほ

か(1984)の述べた通り、10月11日10時頃三宅島付近を通過した台風13号(9時の中心示度980 mb, 最大風速30m/sec)の暴浪によるものである。

その1カ月後に当たる11月23日までに、新鼻から西方の海岸は一層平滑にされた。一方東方の海岸は、小規模に後退したものの、顕著な変化は認められなかった。さらに、翌年3月1・2日までの期間に新鼻の西方では、1712年の新鼻溶岩からなるシンズシロ等の岬の先端(第6図)及び火砕丘下部に存在する新しい溶岩の位置まで、100m以上も平行に後退した。この大規模な侵食の痕跡は測線3の縦断形陸寄り部分(第5図)において、比高1m以上の侵食崖として3月1日まで残されていた。一方、新鼻東方のゴンパチから龍根の浜の間にある湾入部は何れも前進し、特にタコトラ東方の湾入部の海岸は、80m以上も前進した(第5図の測線4)。龍根の浜(測線5)も噴火以前に著しく巨礫の多かった砂礫海岸(第7-1図)が、新しい砂礫によって埋積され、明らかに前進した(第7-2図)。さらに東方の大路池海側において、火口の一部をなす台の浜まで、砂礫海岸の前進が確認された。10月下旬から3月へかけた期間のうち、11-3月には第1表から推定される通り、西寄りの風が卓越し、新しい海浜堆積物は新鼻付近から順次東方へ、波浪流によって運搬されたものと考えられる。

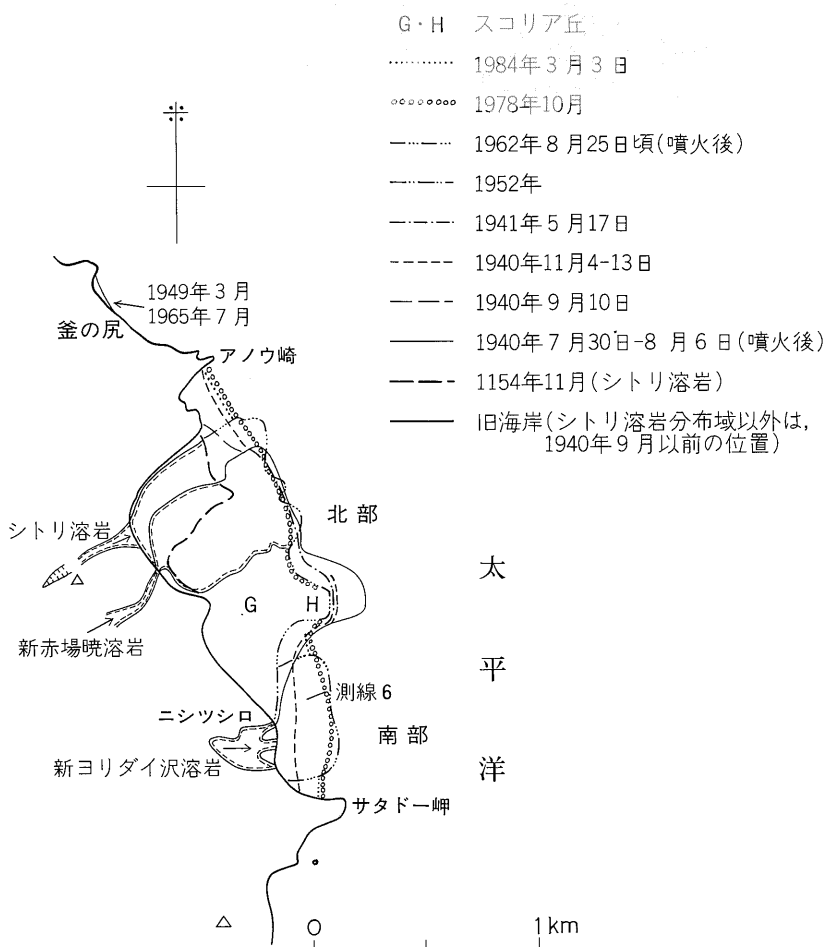
新鼻付近における海浜堆積物は、スコリア質の黒色砂と発泡の良いスコリア質の黒色玄武岩円礫が多く、それに少量の結晶質で緻密な淡灰色玄武岩円礫からなっていた。多くの海浜堆積物は、環状火砕丘を構成するサージ



第7-1図 巨礫の多い龍根の浜 1977年11月15日撮影。



第7-2図 1983年10月の噴火後に前進した龍根の浜 1984年3月2日撮影。



第8図 赤場暁付近における海岸の変化

堆積物の N-2 層(遠藤ほか, 1984)の砂礫に極めて類似することも確認された。結晶質円礫は、新鼻溶岩等の既存溶岩が今回のマグマ水蒸気噴火によって放出され、波

によって多少円磨されたものが多い。なお、スコリア丘の火口の海側に、径 0.3-1.5m のやや扁平な角礫が、円磨されずに集積していた(第6図参照)。



## 4.2 赤場眺付近

赤場眺付近の海岸変化は、第8図に示す通りである。1154年11月の噴火(一色, 1984a)に伴うシトリ溶岩は、高さ20-30mの海食崖を瀑下し、赤場眺湾北部に達した(一色, 1960)。シトリ溶岩の流出後において、どの程度の砂礫海岸が形成されたかは、資料がなく、不明である。

### 4.2.1 1940年7月12日の噴火に伴う変化

赤場眺溶岩は、7月12日に赤場眺湾中央部分を流下し、約650m沖合で、水深20mの浅海域まで埋めた(表, 1941a)。また溶岩流に南接して、瓢箪山と呼ばれる2個のスコリア丘G・H(津屋, 1941)が海中に形成された。Hスコリア丘の海側部分は、噴火から4ヵ月後の11月4-13日までに約100m以上も侵食され、さらに4ヵ月後の1941年5月17日頃までに、約25m後退した(表, 1941b)。海岸の後退量は、11月以降減少したが、この理由として海岸の位置がHスコリア丘下部を構成する大型の灰長石・かんらん石の斑晶に富む部分の多い瓢箪山溶岩まで、後退したことが考えられ、Tsuya(1941)による10月28日撮影の写真(Fig. 106b)からもその様子が判読できる。

赤場眺溶岩の流出と2個のスコリア丘の形成直後から約2週間後の7月末には、スコリア丘一ニツシロ間に約50m幅の砂礫海岸が形成された(津屋, 1941)。さらにスコリア丘からサタド岬に至る南部砂礫海岸は、11月4日までに前進した(表, 1941b)。海浜堆積物には、灰長石・かんらん石の砂粒が含まれることから、津屋(1941)はその供給源はスコリア丘堆積物であるとした。

一方、赤場眺溶岩流北側の湾入部における砂礫海岸は、7月末にはまだ十分に発達していなかったものと推定される。9月10日の間に海岸が急速に形成され、ついに11月4日頃、スコリア丘基部からアノウ崎に至る一連の北部砂礫海岸が形成された。

津屋(1941)は、この溶岩流北側の湾入部において、最初に堆積した海浜堆積物は無斑晶の赤場眺溶岩、9月10日までに堆積したものは灰長石の斑晶に富んだスコリア丘堆積物、それ以降大量に堆積したものは赤場眺溶岩から供給されたものであると述べた。恐らく水冷破碎によって細粒化された砂礫が、近くの溶岩流前面からこの湾入部に向かって先ず供給され、それから9月10日頃までの間に、遠くにあるスコリア丘堆積物が海岸沿いに南方から運搬されて来た。9月10日以降付近を通過した低気圧に伴う暴浪によって、溶岩流が著しく侵食され、大量の砂礫が湾入部へ供給されたものであろう。なお、Tsuya(1941)の1940年10月28日撮影の写真(Fig. 71)によれば、溶岩流の前面には、幅50-75mの広い砂礫海岸が発達していたが、粟辺の浜においても同規模の砂礫海岸

が1983年10月24日に見られた。

さらに、1940年7月の噴火から7年後の1952年における南部砂礫海岸は、ニツシロ付近の旧海食崖まで約100mも後退したことが、5万分の1地形図から推定される。

1940年噴火によって形成された砂礫海岸及び海浜堆積物は、新しい噴出物及び海浜堆積物によって完全に覆われ、1977年11月の調査時には、確認することができなかった。

### 4.2.2 1962年8月24日の噴火に伴う変化

1962年の新赤場眺溶岩は、1940年の赤場眺溶岩を8月25日までに覆い尽くした。溶岩の流出範囲は、東方の海側においてはほぼ一致したが、北方へは約140m以上、南方へはスコリア丘まで拡大し、後退傾向にあった北部砂礫海岸とその前面の浅海底、一部のスコリア丘堆積物が、溶岩によってそれぞれ埋積された。

新赤場眺溶岩とは別に、8月25日未明に新ヨリダイ沢溶岩がニツシロ付近の海食崖を瀑下して海中に広がった(松田・森本, 1962)。溶岩流とスコリア丘(瓢箪山)あるいはサタド岬との間は、湾入部として取り残されたが、これらの湾入部も溶岩流海側から生産された海浜堆積物によって、4日後の29日までに急速に埋積された(気象庁, 1964)。砂礫の生産には、水冷破碎による影響が考えられる。一方、アノウ崎の南側においても、新赤場眺溶岩の流下直後から、溶岩流の後退、砂礫海岸の前進が急速に始まった。

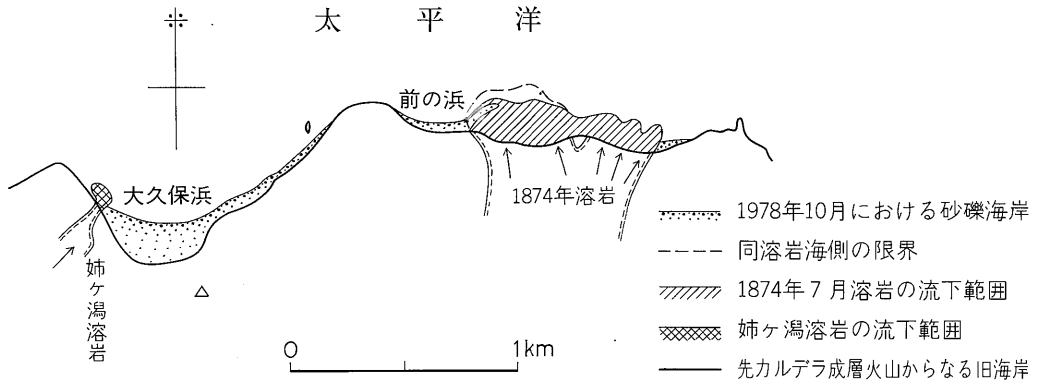
1962年の噴火から1978年10月までに、二つの溶岩流の北東・南東部は侵食され、一層平滑な海岸へ変化した(第8図)。さらに6年後の1984年3月3日までに、赤場眺付近の砂礫海岸は何れも後退した。また、溶岩流前面の海食崖の高さが5m以上の場合には岩塊海岸(第9図)、それ以下の場合には岩石砂礫海岸(第5図測線6)となっていた(第2図参照)。

アノウ崎の北東0.5kmに位置する釜の尻の砂礫海岸は、1940年と1962年の噴火直後に何れも発達し、時間の経過とともに海岸の面積が減少する状態が、空中写真から判読された。このことから、赤場眺地域の噴火に伴い生産された砂礫は、釜の尻海岸まで移動したことが分かった。

海浜堆積物としては、やや緻密な玄武岩円一最円礫(円磨度0.6-1.0)が砂礫海岸、多孔質な玄武岩歪角一円礫が岩石砂礫海岸において卓越し、礫径としては20-80mmのものが多かった。海浜礫の採取が、村営事業として1970年頃から行われ(磯部, 1980a)、現在も続けられている。採取量は、昭和47-49年度平均17,994 m<sup>3</sup>(三宅



第9図 新赤場眺溶岩流と前面の岩塊海岸 手前はスコリア丘と巨礫海岸. 1984年3月3日撮影.



第10図 大久保浜付近における海岸の変化

村, 1976)であったが, 最近採取対象礫径が小さく, 採取量も減少傾向にあると言われる.

#### 4.3 大久保浜付近

後カルデラ成層火山の溶岩に属する姉ヶ潟溶岩は, 北西山腹の標高 400 m 付近から流出し(一色, 1984 b), 高さ50m以上に達する海食崖を第10図に示す通り, 小規模に瀑下した.

1874年7月3日の噴火に伴う溶岩流は, 標高 530 m の大穴付近から海岸まで数時間のうちに流下し, 第10図に矢印で示した5箇所から海食崖を瀑下した. 溶岩流は, 最大 250 m も海側へ拡大した.

住民の話に基づいて, 中村(1930)は, 大久保浜が1874年溶岩の流下後に形成されたと述べた. 前の浜と大久保浜は, 噴火後比較的短い期間内に, 溶岩流の海側部分か

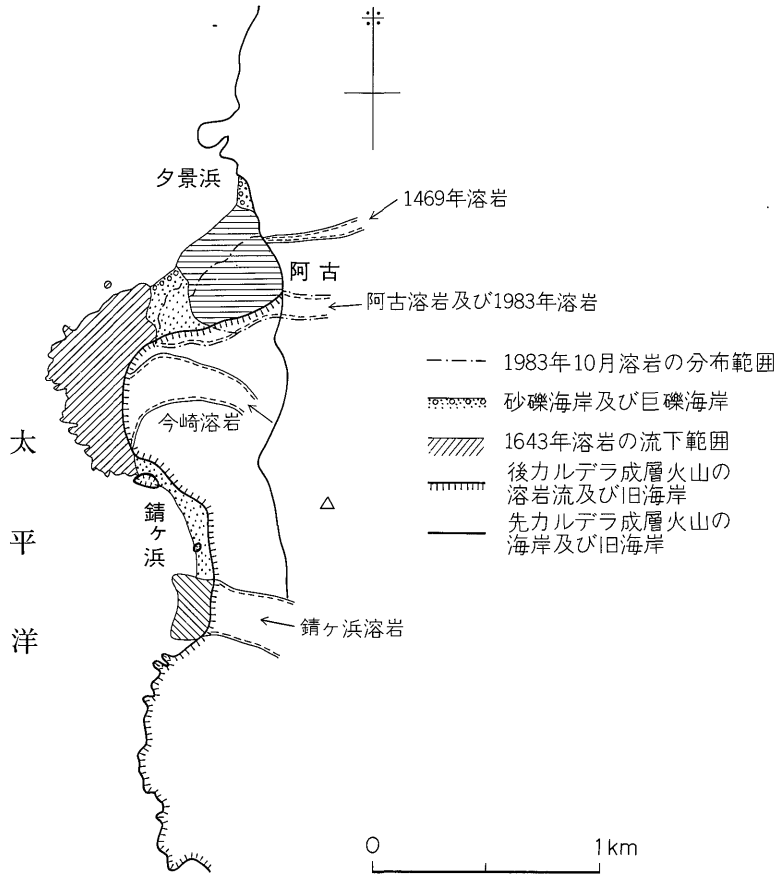
ら生産された海浜堆積物によって, 形成されたものであろう. 溶岩流の西側は, 空中写真及び2.5万分の1地形図における最も海側の岩礁位置を溶岩流先端と見なせば, 約70m程度後退したものと推定される.

前の浜と大久保浜における海浜堆積物は, 汀段付近において径 5-70 mm のやや緻密な玄武岩の最円礫, 汀段陸寄りにおいて中一粗砂並びに礫からなっていた.

#### 4.4 錆ヶ浜付近

阿古から栗辺にかけた海岸付近には, 後カルデラ成層火山の溶岩及び火砕堆積物が広く分布する(第11図). 1643年3月には, 錆ヶ浜溶岩・今崎溶岩及び阿古溶岩が相前後して湾入部へ瀑下した. 今崎溶岩による溶岩流が海中へ最も突出し, 海岸前面は出入りの多い岩石海岸を形成する. ただし, 阿古溶岩の前面は, 岩塊海岸をなし

伊豆三宅島における噴火後の海岸の変化と海浜堆積物（磯部一洋）



第11図 錆ヶ浜付近における海岸の変化

ている。

錆ヶ浜の砂礫海岸、夕景浜及び阿古集落南西の低地にある巨礫海岸は、1643年の噴火後に形成されたものであろう。1983年10月3日の溶岩流は、上述の南西の低地を半分以上埋積した。

旧期カルデラ縁を越えて阿古の湾入部に瀑下した1469年12月の溶岩流（一色, 1984a）先端部と海浜堆積物の分布は、1643年及び1983年の溶岩流に覆われ、不明である。

錆ヶ浜における海浜堆積物は、汀線から汀段付近に、緻密な玄武岩最円礫が、汀段の陸寄りに中一大礫に粗砂が混じって分布していた。夕景浜の海浜堆積物は、円磨された巨礫から主になり、局所的に細一大礫が分布するに過ぎなかった。

## 5. 海浜堆積物

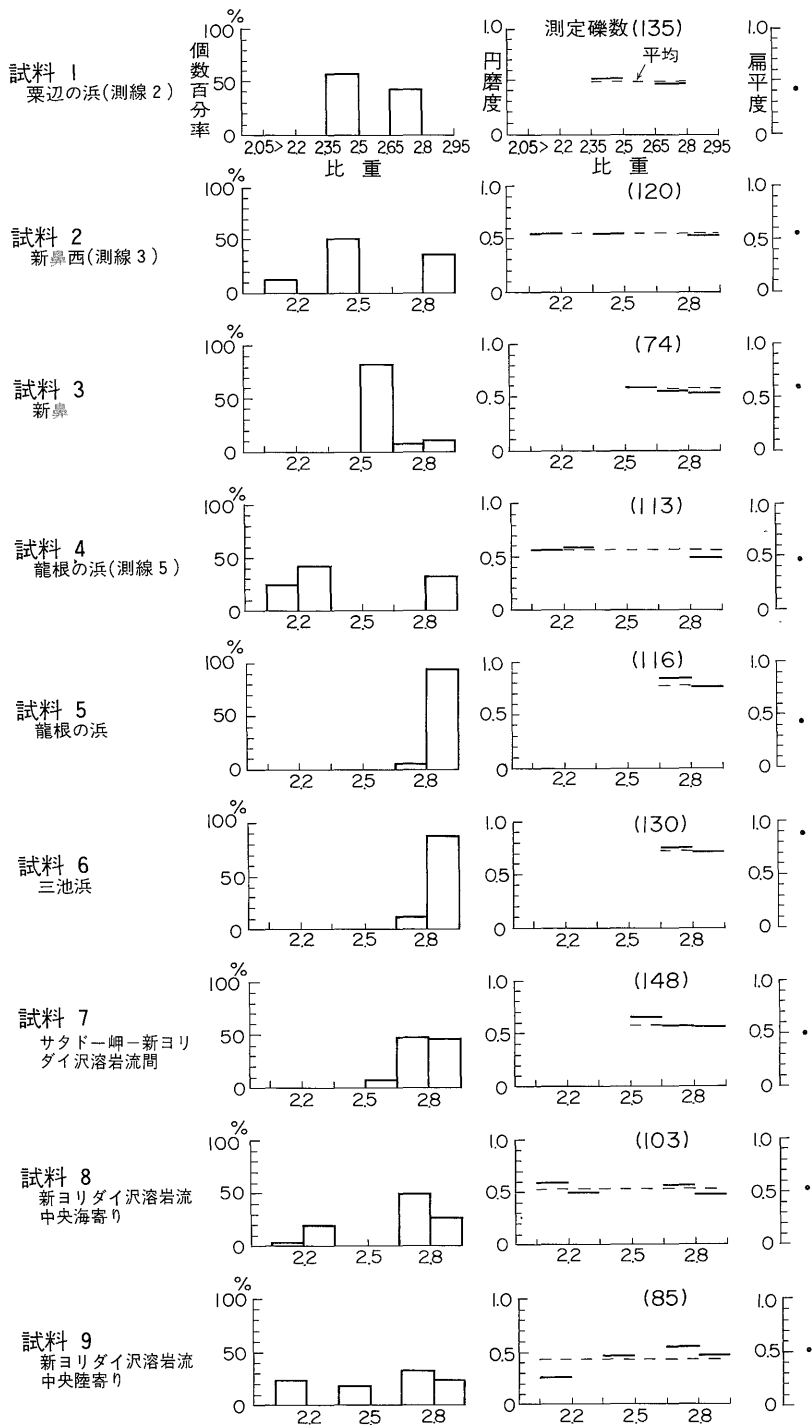
### 5.1 海浜礫

三宅島の主要な砂礫海岸及び一部の巨礫海岸に堆積する海浜礫について、摩滅され方の違いを知るために、

16-32 mm の中礫を採取し、比重の測定、円磨度と扁平度の計測を行った。このうち比重の測定は、発泡状態の違いによって予め大別した2-4グループについて、通常15個、最少4個を対象に実施し、各グループの比重とした。円磨度と扁平度は、全ての礫について計測した。

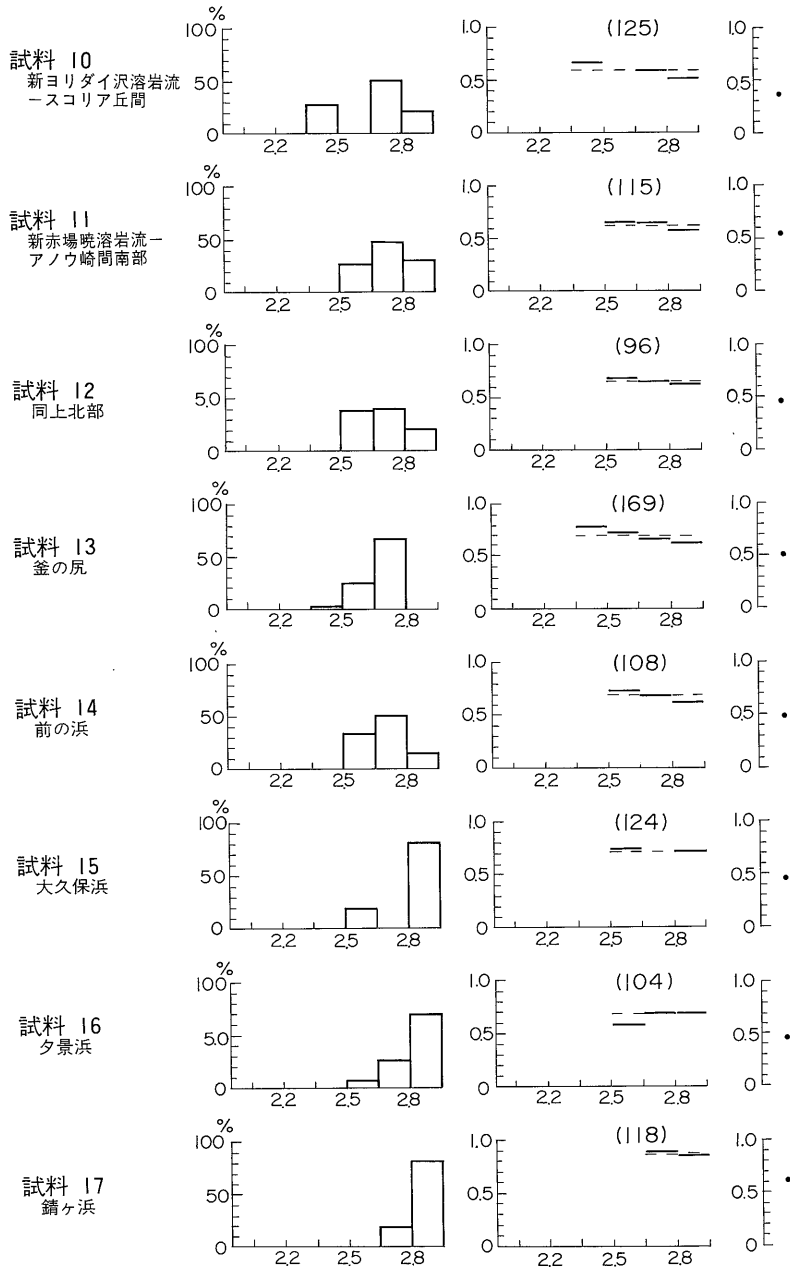
第12図は、17試料に関する比重(グループ)別個数百分率・円磨度とその平均値(破線)及び扁平度平均値を示したものである。比重は、0.15 間隔に6段階に分けた。ただし、礫種は全て玄武岩類とみなされ、礫種毎の詳細な検討は、今回行わなかった。

これによると、1983年の噴火によって前進した粟辺・新鼻付近の試料1-4は、比重2.65以下の多孔質で軽い礫が多く、円磨度は0.5-0.6と小さく、十分に円磨されていない。比重別個数百分率を詳しく見ると、比重2.65以上の重く緻密な礫も試料3を除けば、30%以上含まれている。緻密な礫は、試料1においては水冷破碎によって生産された礫、試料2・4においては噴火によって放出された結晶質溶岩片に由来するものと考えられる。



第12図 16-32 mm 礫に関する比重別構成・円磨度と扁平度  
試料 1-4 は1984年 3月採取, 試料 5-17は1977年11月採取。

伊豆三宅島における噴火後の海岸の変化と海浜堆積物（磯部一洋）



第12図 つづき

1940年と1962年の噴火によって前進した赤場暁付近の試料7-13は、比重2.65以下の礫が試料1-4に次いで多い。円磨度も0.45-0.7と小さく、新赤場暁溶岩流から北方へ、砂礫の運搬方向に大きくなる。また、新ヨリダイ沢溶岩流前面の岩石砂礫海岸の試料8・9については、円磨度がともに小さく、かつ陸側から採取した試料9の値が、海側の試料8の値より小さく、汀線付近の岩礁が

入射波のエネルギーを減衰させ、その結果礫が十分に円磨されなかったことが理解される。

一方、1874年の噴火によって前進した大久保浜付近の試料14・15には、比重2.65以上の重い礫が多く、円磨度も0.7前後と大きい。運搬方向に当たる大久保浜の試料15の比重と円磨度は、供給源に近い前の浜の試料14に比べて大きくなっている。大久保浜付近における海浜礫の

第3表 海浜砂等に関する粒度・比重・貝殻片含有率

試料番号	採取地名	採取位置	堆積物の種類	採取年月	$Md_{\phi}$	$\sigma_{\phi}$	比重	貝殻片含有率(%)
1	粟辺の浜(測線2)	後浜の侵食崖	海浜砂	1984. 3	0.43	0.59	2.83	0.0
2	新鼻	海食崖基部	火砕丘堆積物	"	0.50	2.00	2.55	—
3	"	汀段端海寄り	海浜砂	"	0.59	0.78	2.59	0.0
4	龍根の浜(測線5)	"	"	"	-0.05	0.94	2.56	0.0
5	坪田港	後浜	"	1977. 11	0.26	0.51	2.85	0.4
6	坪田北東方	"	打ち上げスコリア質砂礫	1984. 3	-2.54	0.40	2.66	—
7	釜方	溶岩流海寄り	打ち上げ浅海底砂	1977. 11	2.10	1.11	2.78	27.0
8	三池浜	後浜	海浜砂	"	-0.49	0.21	2.87	1.0
9	新ヨリダイ沢溶岩流	"	"	"	0.22	0.87	2.82	0.0
10	新赤場眺溶岩流 —アノウ崎間南部	汀段端海寄り	"	"	0.04	0.95	2.82	0.0
11	前の浜	後浜	"	"	1.04	1.34	2.83	1.2
12	大久保浜	"	"	"	0.70	0.76	2.84	1.1
13	錆ヶ浜	"	"	"	-1.13	1.66	2.87	1.9

比重と円磨度は、粟辺・新鼻、赤場眺付近の海浜礫のそれらに比べ明らかに大きく、多孔質の部分が速く摩滅し、緻密な部分の多い礫が多く残ったものである。さらに、1712年以前の古い噴火によって前進した海岸における試料5・16・17及び後カルデラ成層火山の火口内に発達した三池浜<sup>3)</sup>の試料6の比重と円磨度は、大久保浜付近におけるものよりやや大きい。

第12図の全試料について比重別円磨度を見ると、試料9・16を除けば、比重が小さくなるのにしたが円磨度が大きく、すなわち多孔質の礫程摩滅の進んだことが明らかである。

次に扁平度平均値は、1643年以前の噴火によって前進した海岸の試料、例えば試料6・17では0.62以上と大きく、扁平な礫が多く、相対的に長い時間摩滅され、より扁平になったことが推定される。一方、1712年以降の噴火に関連した試料1・4・5・7-15は、何れも0.55より小さく、相対的に短い時間しか摩滅されず、十分に扁平にならなかったであろう。

しかし、試料16は、1643年頃に形成された海岸における海浜礫にもかかわらず0.48と小さく、逆に試料2・3は、1983年噴火に伴う海浜礫ながら0.55-0.60とやや大きく、上述した内容に必ずしも一致しない。扁平度については、供給源岩層における礫の計測を含め、今後さらに検討が必要であろう。

## 5.2 海浜砂

海浜砂等の試料は、第3表及び第2図に示す三宅島の

3) 1535年3月の噴火(一色, 1984a)に伴う溶岩流からも生産された海浜堆積物が、三宅島空港付近から三池浜の湾入部まで、約1km以上運搬された可能性が高い。

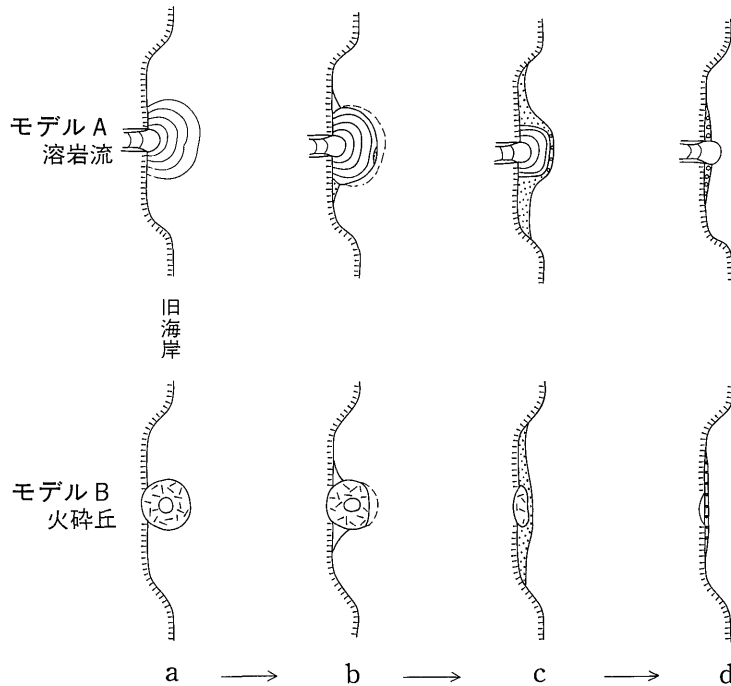
13箇所で2回に分けて採取された。試料1-4・6のうち試料1・3・4は、1983年の噴火によって前進した海岸から、試料2は遠藤ほか(1984)のN-2層とした新鼻の環状火砕丘の海食崖基部から採取され、試料6は新澤新火口から噴出したスコリア質堆積物(荒牧ほか, 1984)が坪田港北1kmの岩石砂礫海岸付近に降下後、波によって打ち上げられたものであり、1984年3月に採取された。

第3表には、13試料に関する中央粒径  $Md_{\phi}$ 、INMAN (1952)による淘汰度  $\sigma_{\phi}$ 、比重及び貝殻片含有率を示した。海浜砂の中央粒径と淘汰度を見ると、多くは中央粒径が-0.5 $\phi$ から1 $\phi$ の極粗一粗砂で、淘汰度が0.2 $\phi$ から1.7 $\phi$ へと大きく変化する。打ち上げ浅海底砂(試料7)は、最も細粒で、淘汰も悪い。これに対し、打ち上げスコリア質砂礫(試料6)は、遠藤ほか(1984)によるスコリア質堆積物(S-2層)の中央粒径の値にほぼ等しいが、淘汰は極めて良い。環状火砕丘堆積物(試料2)の中央粒径は、新鼻付近の海浜砂の値にほぼ一致するが、淘汰は海浜砂に比べて著しく悪い。

比重の違いを見ると、試料1を除き、海浜礫で明らかにされたのと同様に、新しい噴火によって前進した砂礫海岸における海浜砂程比重が小さく、逆に古い噴火に伴う海浜砂程大きい。また、赤場眺・大久保浜付近では、運搬方向に当たる海岸におけるもの程比重が大きくなる。

環状火砕丘堆積物は、比重2.55と全試料中最も小さく、新鼻・龍根の浜における海浜砂の比重2.59・2.56もこれに極めて近く、海浜砂の多くが環状火砕丘堆積物から供給されたことが考えられる。一方、1983年10月の噴

伊豆三宅島における噴火後の海岸の変化と海浜堆積物（磯部一洋）



第13図 溶岩の流入と火砕丘の形成後に見られる海岸の後退過程模式図 a: 流入・形成直後, b: 後退開始時, c: 後退進行時, d: 後退終了直前

火によって前進した栗辺の浜における海浜砂(試料1)の比重は、2.83と大きい。比重の大きな理由の一つには、小規模な湾入部に流下した溶岩流の海側が急冷され、発泡の悪い砂が生産されたことも考えられる。

貝殻片含有率は、打ち上げ浅海底砂(試料6)だけが27%の高率を示し、大船戸湾内において以前骨材用に採取された浅海底砂が、貝殻片を多量に含むと言われた事実に一致する。1874年以前の噴火に伴う海浜砂の貝殻片含有率は、ほぼ1%前後であり、浅海底砂の混入が認められる。これに対し、1940年以降の噴火に伴う海浜砂には、貝殻片はほとんど含まれず、海浜砂の生産がまだ活発であることを示している。

### 6. 考察

15世紀以降に21-69年、平均50年間隔で噴火を繰り返す三宅島において、海岸の変化過程を考察できる資料は、限定される。この中で比較的資料の多い噴火は、1983年・1962年及び1940年の3回であり、1874年以前の噴火に関しては、資料が極めて不足する。

海中に形成された溶岩流と火砕丘の変形後退について、上述の資料を用い検討した。第13図Aは、溶岩が海中に流入し、溶岩扇状地に近い形をなし、その直後から海岸の変化が波によって生じたとするモデルである。a

は溶岩の流入直後の海岸を示し、溶岩と海水の接触部分では水冷破碎が生じている。bは溶岩流海側部分を中心にした侵食と後退、溶岩流と旧海岸の接合部及び先端部等の低所に海浜堆積物が堆積を始めた、後退開始時の海岸である。cは溶岩の侵食と後退が大規模となり、湾入部全体に砂礫海岸が最も発達した、後退進行時の海岸である。dは溶岩流の縮小に伴い海岸の後退量も小さく、砂礫海岸から巨礫海岸へ変化した、後退終了直後の海岸である。

第13図Bは、火砕丘の大部分が海中に形成され、その直後から海岸の変化が波によって生じたとするモデルである。aは形成直後の海岸で、まだ火砕丘の原形が保たれている。bはその海側が侵食され始め、火砕丘と旧海岸の接合部に小さな砂礫海岸が形成され始めた、後退開始時の海岸、cはその大半が侵食され、砂礫海岸が最も発達した、後退進行時の海岸である。dは旧海岸線より陸側の一部を除いて、火砕丘の大部分が侵食され、砂礫海岸も後退し、巨礫海岸へ変化した状態の海岸である。

なお、旧海岸線の位置は、説明を簡潔にするために、固定した。1983年噴火による新鼻の火砕丘及び環状火砕丘と1940年噴火による赤場眺湾内のHスコリア丘の下部には溶岩が存在し、両者の場合には、モデルBと一部モデルAを組み合わせで考えた方が、より適切である。

第4表 噴火による海岸変化の発生時期とその後の変化状況

海岸名	段階				
	モデルA(溶岩流)	モデルB(火砕丘) a	b	c	d
1) 粟辺の浜	A	1983年10月3日	10月6日	10月24日	→
2) 新 鼻	B+A	1983年10月3日	10月6日	10月24日	→
3) 赤場暁	A	1962年8月25日	8月29日	1965年7月16日*	→
4) 同南部	B+A	1940年7月12日	7月30日	11月4日	→
5) 同北部	A	1940年7月12日	9月10日	11月4日	→
6) 前の浜湯の浜	A	1874年7月4日			→
7) 龍根の浜	A	1712年2月			→
8) 錆ヶ浜	A	1643年3-4月			→
9) 夕景浜	A	1643年3-4月			→

→ 1984年3月1-3日, → 1977年11月15-18日, → その後の噴火により後退中断,

\* C段階に達したのは相当以前と推定される

第13図の a→b の変化は砂礫海岸の形成開始期間, b→c のそれは砂礫海岸の拡大期間, c→d のそれは砂礫海岸から巨礫海岸へ後退し, 粗粒化した期間に対応するものである。以下では, 資料の多い1940年以降の噴火を中心に, 三宅島に見られる砂礫・巨礫海岸の変化過程, すなわち海岸変化の進行状況について検討する。

1) 1983年の溶岩流によって前進した粟辺の浜では, 10月3日に a, 10月6日に b, 10月24日に c, 1984年3月1日には c→d へ移行開始の段階にあった。また, 2) 新鼻の環状火砕丘・スコリア丘の形成によって前進した海岸においても, 粟辺の浜で見られたのとはほぼ同時期に a・b・c の各段階に達し, 1984年3月1日には c→d へ急速に移行しつつあった。

3) 1962年の新ヨリダイ沢溶岩流により前進した赤場暁南部の海岸では, 8月25日に a, 8月29日に b, 1965年7月6日までに c, 1984年3月3日には c→d へ徐々に移行しつつあった。

次に, 4) 1940年の赤場暁溶岩流により前進した赤場暁地域北部の海岸では, 7月12日に a, 9月10日に b, 11

月4日に c, 1952年には c→d へ進みつつあった。また, 5) 1940年のHスコリア丘の形成により前進した南部の海岸では, 7月12日に a, 7月30日に b, 11月4日に c, 1952年には d の段階に近づいていた。その後, 赤場暁付近の海岸後退は, 1962年の噴火によって何れも中断された。

6) 1874年・7) 1712年及び8) 1643年の古い溶岩流によって前進した大久保浜付近・龍根の浜及び錆ヶ浜付近では, 1977年11月には c→d へ何れも進んだ段階にあり, 特に夕景浜では最も著しかった。

以上の各海岸について, 海岸変化の進行状況を要約したのが第4表である。1983年・1940年に形成された溶岩流(モデルA)と火砕丘及び下部溶岩(モデルB+A)では, b・c 段階に到達するまでに要した時間は, 何れも短い。特に1983年噴火による溶岩が海へ小規模に流入した粟辺の浜では, 海岸の侵食が水冷破碎によって加速されたことも考えられ, わずか21日間で c 段階に達していた。

これに対し, c→d 段階の変化には, 海岸の規模によっては, さらに長時間を要することが考えられる。すなわ



ち、1643年の溶岩流によって前進した夕景浜と錆ヶ浜における変化状況(第4表)を見ると、規模の小さな夕景浜の方がd段階に著しく接近しているのに対し、大きな錆ヶ浜はまだ砂礫海岸の特徴を残し、c→dの後半の段階にあった。

さらに、粟辺の浜の西側2箇所の小規模に分布し、約1,200年位前の溶岩流によって形成された海岸は、既に岩塊海岸に達し、さらに岩石海岸に近づきつつあった。

1874年-1643年の古い噴火によって生産された海浜礫の比重・円磨度と海浜砂の比重・貝殻片含有率は、1962年以降の新しい噴火による海浜礫と海浜砂の分析結果とは明らかに異なり、摩滅の一層進行し、浅海底砂の多少混入した海浜堆積物と見なされた。1874年以前の古い噴火に伴う海岸の後退速度も、上述の海浜堆積物の摩滅状態同様に、著しく緩慢になったものと考えられる。

## 7. あとがき

三宅島は、短い周期で噴火を繰り返す火山島であり、噴火に伴う陸地の前進と波による海岸の後退過程・海浜堆積物の生成を明らかにするためには、非常に適していると言える。そこで、既存の資料等を用いて海岸変化を検討した結果、以下のことが明らかになった。

海への溶岩の流入と火砕丘の形成と同時に、侵食及び後退が始まり、1983年噴火の場合約3週間、海中における噴出量の規模の大きな1940年噴火の場合でも4カ月以内に、それらの後退量が最大となり、新たに生産された海浜堆積物からなる砂礫海岸が発達した。それ以降、海岸後退の鈍化に伴う供給物質の減少によって、砂礫海岸も次第に狭く、巨礫海岸に変化して行くことが判明した。これに要する時間は、早くて300年以上、また岩塊海岸や岩石海岸へ砂礫海岸が近づくには、噴火から300-1,200年位の時間を要するものと考えられた。

三宅島における主要な砂礫海岸及び一部の巨礫海岸から中礫(16-32 mm 礫)と砂の試料を採取し、礫と砂の比重・礫の円磨度・扁平度及び砂粒中の貝殻片含有率を測定した結果、以下のことが明らかになった。古い噴火による海浜礫程、比重の大きな最円礫へ変化していた。これに対し、1983年・1962年の新しい噴火による海浜礫は、1874年以前の噴火によるものに比べて、比重の小さな円礫が多かった。

海浜砂についても、1874年以前の噴火によるものは、比重が大きく、貝殻片が1%前後含まれていた。これに対し、1983年・1962年の噴火によるものは、比重が小さく、貝殻片はほとんど含まれず、海浜砂の生産がまだ活発であることが推定された。ただし、1983年の噴火に際

し、粟辺の浜へ流下した溶岩流先端部から生産された海浜砂は、水冷破碎による影響を受け、比重がやや大きいという違いが認められた。

## 文 献

- 青木 斌・小坂丈予(1974) 海底火山の謎(西之島踏査記)。東海大学出版会、東京、250p。
- 荒牧重雄・早川由紀夫・大島 治・藤井敏嗣・小林哲夫・曾屋龍典・宇都浩三(1984) 三宅島1983年10月3・4日噴火の噴出物調査概報。火山噴火予知連絡会報, no. 29, 気象庁, p. 15-22。
- 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(要旨)。火山第2集, vol. 18, p. 102-103。
- 遠藤邦彦・田場 穰・千藤達朗・宮地直道・隅田まり・早川栄一(1984) 1983年10月三宅島噴火の経緯と噴出物——火山灰層序学的検討を中心に——。日本大学文理学部自然科学研究所「研究要旨」, no. 19, p. 9-37。
- INMAN, D. L. (1952) Measurements for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 22, p. 125-145。
- 一色直記(1960) 5万分の1地質図幅「三宅島」および同説明書。地質調査所, 85p。
- (1984a) 三宅島火山の過去3,000年間の活動。火山噴火予知連絡会報, no. 29, 気象庁, p. 1-3。
- (1984b) 20万分の1地質図幅「三宅島」。地質調査所。
- 磯部一洋(1980a) 砂浜の形成と変化。地質ニュース, no. 313, p. 1-4。
- (1980b) 伊豆新島前浜海岸における最近の顕著な侵食と堆積について。地調月報, vol. 30, p. 489-509。
- 海上保安庁(1971) 15万分の1海図「伊豆諸島」。no. 51。
- 気象庁(1964) 火山報告, 昭和37年7-9月, vol. 2, no. 3, 96p。
- (1970a) 気象庁年報第2部, 昭和42年全国気象表。90p。
- (1970b) 気象庁年報第2部, 昭和43年全国気象表。93p。
- (1971a) 気象庁年報第2部, 昭和44年全国気象表。93p。

- 気象庁(1971b) 気象庁年報第2部, 昭和45年全国  
気象表. 93p.
- (1972) 気象庁年報第2部, 昭和46年全国  
気象表. 97p.
- (1973) 気象庁年報第2部, 昭和47年全国  
気象表. 97p.
- (1974) 気象庁年報第2部, 昭和48年全国  
気象表. 101p.
- (1975) 気象庁年報第2部, 昭和49年全国  
気象表. 102p.
- (1976) 気象庁年報第2部, 昭和50年全国  
気象表. 102p.
- (1977) 気象庁年報第2部, 昭和51年全国  
気象表. 102p.
- (1978) 気象庁年報第2部, 昭和52年全国  
気象表. 102p.
- KRUMBEIN, W. C. (1941) Measurement and  
geologic significance of shape and round-  
ness of sedimentary particles. *Jour. Sed.  
Petrol.*, vol 11, p. 64-72.
- 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.
- 三宅村(1976) 村勢要覧. 48p.
- 中村左衛門太郎(1930) 明治7年三宅島噴火(附噴  
火荒地緑化問題). 地震, vol. 2, p. 698-  
704.
- 中山正民(1962) 熊野浦海岸における海浜堆積物に  
ついて. 地理評, vol. 35, p. 605-617.
- 日本火山学会編(1984) 空中写真による日本の火山  
地形. 東大出版会, 東京, 192p.
- 表俊一郎(1941a) 昭和15年7月三宅島噴火調査概  
報(第2部続き). 地震, vol. 13, p. 29-36.
- (1941b) 三宅島新寄生火山及び熔岩流の  
地形再測量. 地震, vol. 13, p. 197-206.
- 大島 治(1984) 昭和58年噴火記録. 火山島の自然  
環境変遷と, その人為との相互作用に關す  
るシステム科学的研究, 昭和57, 58年度  
文部省特定研究報告書, p. 23-44.
- 曾屋龍典・宇都浩三・須藤 茂(1983) 三宅島火山  
1983年10月3日の噴火. 地質ニュース, no.  
352, p. 10-21.
- 津屋弘達(1941) 昭和15年7月三宅島噴火再調査報  
告(I). 地震, vol. 13, p. 1-21.
- Tsuya, H. (1941) The eruption of Miyake-sima,  
one of the Seven Izu Islands, in 1940.  
Geological observations of the Miyake-  
sima eruption of 1940 (II), *Bull. Earthq.  
Res. Inst., Tokyo Imp. Univ.*, vol. 19, p.  
492-522.

(受付: 1984年7月20日; 受理: 1984年8月16日)