

三宅島の傾斜分布図

田中耕平*・幾志新吉**・熊谷貞治*

国立防災科学技術センター

Slope map of the Miyakejima volcano

By

Kohei Tanaka, Shinkichi Kishi and Teiji Kumagai

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

Slope maps of Miyakejima volcano were composed. There are some features of interest in the distribution of steep slopes and gentle slopes. Two lines of steep slopes are thought to be faults. The U-shaped line of steep slopes in the western part of the volcanic inland is likely to collapse causing a huge landslide. Slope failures caused by the earthquake which accompanied the eruption in 1983 occurred at slopes more than 44°, which are found only in craters and at sea cliffs. There are also two concentric circles of gentle slopes around the central cone. They must be calderas. Gentle slopes from the center cone to the shore, which resemble belts, are accordant with lava flows.

1. まえがき

1983年10月3日、三宅島は1962年以来21年ぶりに噴火した。その噴火は山体南西部の割れ目から、300万tと見積られる火砕物の放出と1400万tと見積られる溶岩の流出ならびに新瀾池におけるマグマ水蒸気爆発であった。

このような噴火にもかかわらず、幸いに人命の被害は発生しなかった。しかし、阿古地区

* 第3研究部

** 第4研究部

に流下した溶岩により、340棟の家屋が破壊され、190棟の家屋が出入不可能となった。また道路やライフライン関係は大きな被害を受けた。

この災害に際して、国立防災科学技術センターも種々の研究を行ったが、噴火時の地震により発生した崩壊の研究も行った。その研究の過程で傾斜分布図の作成を行ったところ、いくつかの成果を得たので、その概要をここに報告する。

2. 傾斜分布図の作成方法

一般に地形を表現する方法は、等高線によることが多い。この方法は卓抜な方法であるが、高さに重点が置かれているため、地形の傾斜が直観的には示されない。

これに対して、傾斜分布図は等高線を使わないで地形を表現する方法で、この方法によれば、地形は種々の角度に傾斜した微小な面の集合体としてとらえられる。

この方法に関しては、すでに1930年代に寺田(1930)やWentworth(1930)の研究があり、その当時の蓄積により、種々の作成手法が開発されている。その詳細は他に譲るとして、ここでは今回の三宅島の傾斜分布図の作成方法について述べる。

今回の傾斜分布図の作成方法は、まず国土地理院発行2万5千分の1地形図「三宅島」に約57m間隔のメッシュをかけた。すなわち緯度方向の5'を160等分し、経度方向の7'30"を200等分した。これにより緯度方向のメッシュ間隔は $1.875''$ (57.77m)、経度方向のメッシュ間隔は $2.250''$ (57.74m)となる。このメッシュの格子点の高度を地図からメートル単位で読み取る。次に任意の格子点の傾斜(仮にA点とする)は図1に示すようにB点とC点を結んで、三角形ABCがつくる平面に法線を立てそれと垂線のなす角度をA点の傾斜とした。この作業を各格子点で行い、傾斜分布図を作成した。各格子点の傾斜は 1° 単位で計算

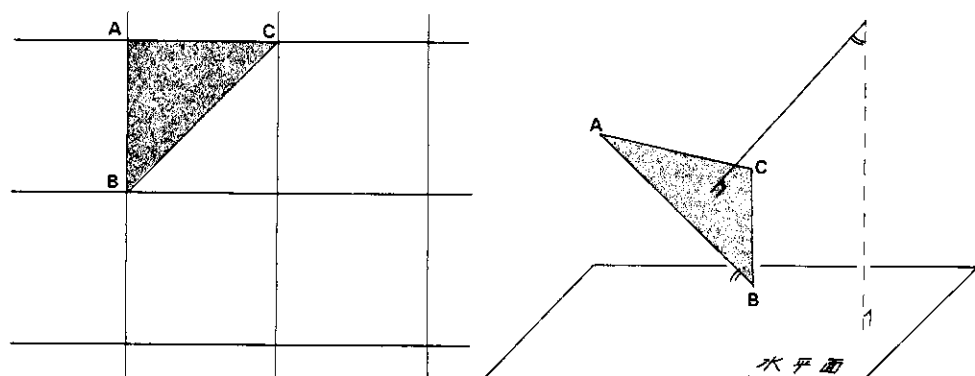


図1 傾斜分布図の作成方法

Fig.1 The making method of slope map

されている。その表現方法は2通りあり、色で角度を示すものと、輝度で角度を表現する方法がある。ここでは角度を色で表現したものの2種類(図2, 3)と輝度で表現したものの1種類(図4)を示す。図2は特に低角度側を細分して示した傾斜分布図で全体の傾斜が示され

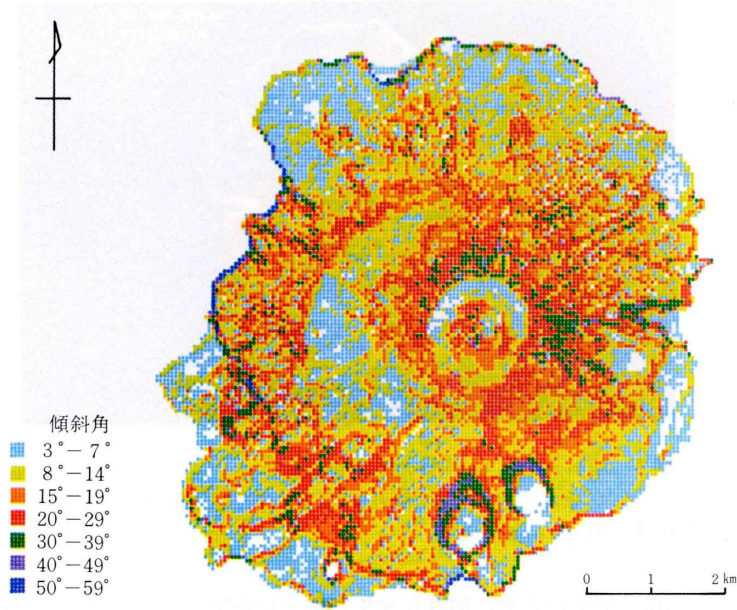


図2 傾斜分布図(3°~50°の間を細分)
Fig.2 Slope map No.1

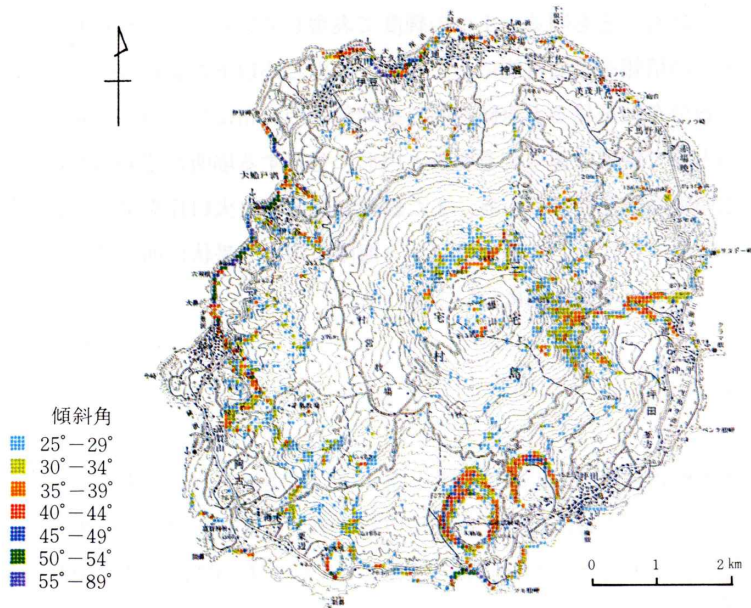


図3 傾斜分布図(25°~55°の間を細分)
Fig.3 Slope map No.2

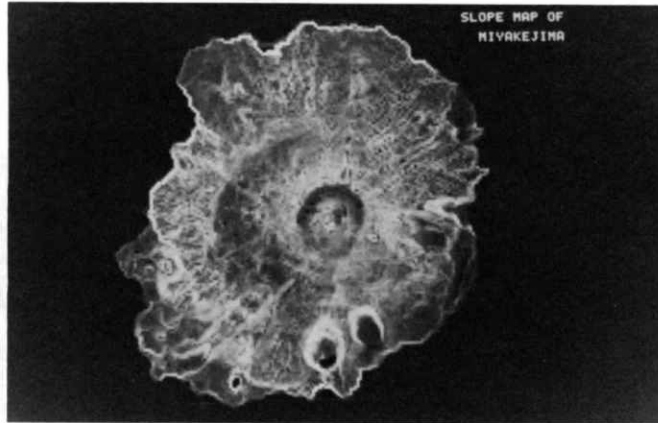


図4 傾斜分布図(64段階の輝度で表現)
0°~62°までは各度数毎の輝度, 63°~90°までは1つの輝度
Fig. 4 Slope map No.3

ている。図3は崩壊の研究のため、崩壊が発生しやすい角度である25°~55°の間を細分し、地図に重ね打ちしたものである。図4は傾斜を64段階の輝度で現わしたもので、0度(水平)から62度までは各度数に輝度が対応しており、輝度が明るいものほど傾斜が急である。また63°以上90°まではもっとも明るい1つの輝度で表現している。このためモノクロではあるが、図4が最も多くの情報を識別可能にしている。このため以下の記述は図4を中心に行う。

三宅島の傾斜分布図を見ると急傾斜面と緩傾斜面の分布にいくつかの傾向が見られる。急傾斜面は島の内部で線状に連なる場所と円形に分布する場所が認められる。さらに島の外周に沿って急傾斜面が存在している。また緩傾斜面は中央火口丘を中心として同心円状に拡がるものと中央火口丘ないしは寄生火口から海岸に向かって帯状に伸びているものがある。以下この順序でそれぞれの傾斜面について述べる。

3. 割れ目について

三宅島の噴火形式は、山頂火口の噴火と寄生火口の噴火と割れ目噴火がある。過去の噴火地点を表1に示した。これによれば1811年以降の噴火には必ず割れ目噴火が起こっている。また1811年以前の噴火で寄生火口の噴火と見られているもので、当時の記載が充分ではないので割れ目噴火である可能性がある。このように三宅島の噴火は山体に走る割れ目を通しての噴火が多いことがわかる。

表1 三宅島火山の噴火地点（一色 1960より作成）
Table 1 Localities of eruptions

噴火 Eruption	山頂火口 Summit Crater	寄生火口 Parasitic Crater	割れ目 Fissure
1085			
1154			
1469			
1535			
1595			
1643		○	
1712		○	
1763—69	○	○	
1811	○		○(北東部)
1835—36		○	○(北西部)
1874			○(北部)
1940	○		○(北東部)
1962	○		○(北東部)
1983		○	○(南西部)

今回（1983年）の噴火位置を図5のAに示すが、ほぼその位置に傾斜分布図（第4図）で直線状の白い線（輝度の明るい部分）が認められる。この位置よりさらに東側に平行してより鮮明な白い線がもう1本認められる（図5のC）。傾斜分布図の作成方法のところ述べてきたごとく、輝度が明るい所ほど傾斜が急な場所である。このため傾斜分布図（図4）の上で白い線として認められるということはその周辺に比べて、傾斜の急な場所が線状に続いていることを意味している。このような地形が形成されるもっとも一般的な原因は、その線に沿って新しい断層が存在し、その断層によって地形に段差がつくられたためであろう。

北西部の伊ヶ谷を通る白い線は、村営牧場の付近で湾曲して、手島牧場の方へ向かう白い線に連続しているように見える（図5のD）。その形は馬蹄形をしており、この解釈としては大規模な崩壊の存在が考えられる。磐梯山やセントヘレンズ火山の例に見られるごとく、火山の山体そのものが崩れる形の大崩壊は決して少ないわけではなく、日本の火山で馬蹄形カルデラと流れ山という形で残っているものとしては、鳥海山、月山、白鷹山、蔵王、妙高、那須、渡島駒ヶ岳、浅間火山、また馬蹄形カルデラが、その後の噴火で埋没したり、侵食で形を失なって認められなくなったが、山麓の流れ山の存在でかつて大崩壊があったことを示している火山としては赤城、榛名、木曾御岳、尻別、有珠、岩木、岩手火山などがある（守屋、1983）。このように、火山体の大崩壊は決して稀なことではなく、火山体の岩石の化学組成が安山岩質のものばかりでなく玄武岩質のものでも、渡島大島などに、その例が見られる。今後、三宅島が上にかかげた火山のように大崩壊を起こすか、否かはさだかでないが、もし大崩壊を起こすとしたら、先述の部分に発生する可能性が高いと考えられる。

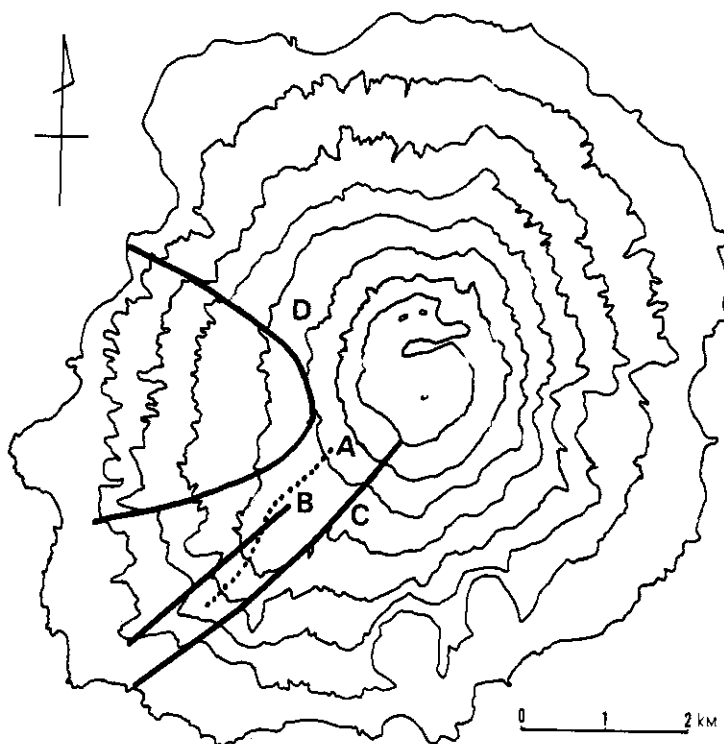


図5 急傾斜面の分布。A：今回の噴火位置，B・C・D：急傾斜面の位置
 Fig. 5 Distribution of steep slopes

4. 爆裂火口について

島の内部で急傾斜面が存在する場所としては、爆裂火口（寄生火口のうちに特に爆発的な火山活動をしたと考えられるもの）の火口壁があげられる。「三池」，「金層」，「水溜り」，「古溜」，「コシキ」などがその典型的な爆裂火口である（図6）。このうち「水溜り」「古溜」，「コシキ」の火口壁では今回の噴火時に発生した地震（10月3日22時33分発生，マグニチュード $M=5.7$ ，岡田他1984）によって崩壊が多数発生している。それ以外の爆裂火口の火口壁では崩壊が発生していないが，その理由として図3から明白のように「金層」はほとんど解析されていて，その輪郭が明白でないし，「三池」は火口壁の傾斜が 44° 以下で，「水溜り」，「古溜」，「コシキ」に比較して火口壁の斜面角度が緩いことがあげられる。地震によって発生する崩壊は，一般に斜面角度の急な場所で発生することが，崩壊発生場所の斜面角度のデータから示されているが，今回の地震による崩壊もその傾向は同じである（田中他，1984）。道路の切り通しとカルデラ壁を除けば，島の内部で崩壊が発生しているのは，爆裂火口の火口壁だけと言っても過言ではない。これらの崩壊については別に詳しく報

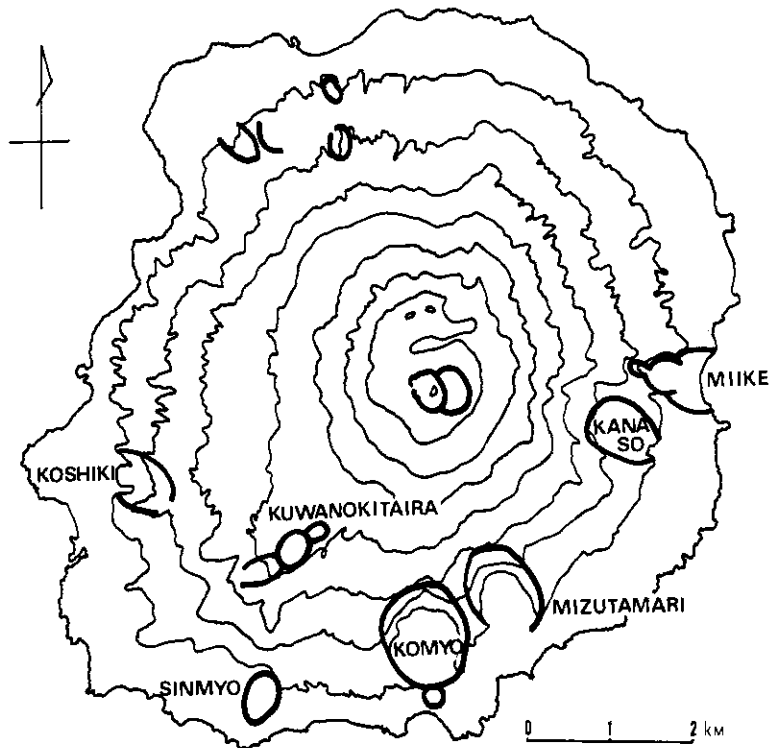


図6 爆裂火口の分布 (一色, 1960)
Fig. 6 Distribution of explosion craters

告する予定である。

また大きな爆裂火口の位置が、現在の海岸線よりも山側に入った位置で中央火口丘からある一定の距離に並んでいるように見えるのは、意味があることかもしれない。もしも爆裂火口が、今回の新霽池と同様に水蒸気爆発で形成され、その海岸線との位置関係が現在と同じであったとすれば、それらの爆裂火口が形成された時期の海水面は現在よりも山側にあった、すなわち海水面は現在よりも高かったという可能性がでてくる。

5. 海蝕崖について

三宅島で爆裂火口の火口壁以外に急傾斜面が分布する場所としては島の外周部があげられる。特に大船戸湾、六双根、大久保浜、ツル根岬周辺に急傾斜面が分布している。この急傾斜面は海蝕崖である。現地調査を行うには、あまりにも急傾斜すぎるが、遠望したところ爆裂火口の火口壁同様、多くの崩壊が認められる。特に大船戸湾に面する崖斜面の崩壊は、海面が変色していることから崩土等が海中に流入したと推定され大規模な崩壊があったものと考

えられる（昭和58年10月7日，朝日航洋撮影の空中写真による）。

6. カルデラについて

三宅島における緩傾斜面の分布は大きく3種類に分けられる。第1は内陸部で中央火口丘を中心として同心円状に広がるもの，第2は中央火口丘付近から海岸線に向けて帯状に広がるもの，第3は海岸線に分布し，部分的に広がるものにわけられる（図7）。

中央火口丘を中心として，同心円状に広がる緩傾斜面は2箇所あり，1番目は八丁平（はようのたいろ）といわれる部分が径約1.5 kmで，中央火口丘をとりまく形に分布している。この緩傾斜面は，山頂火口が侵蝕によって拡大したにしてはやや大型に過ぎるため，1種のカルデラと考えられている（一色，1960）。また同心円状に広がる2番目の緩傾斜面は村宮牧場付近に分布するものである。これも後の噴火活動によって埋積されたカルデラと考えるのがもっとも妥当であろう。しかし，カルデラ以外の考え方としては，円錐形の火山島が出来かかってその一部が海面上に現われるが，波蝕によってけづられ上部にたいらな面をもった後，急激な隆起，ないしは海水面の変動が起き，上部にたいらな面をのせたまま，現在の三宅島に近い形になった。その後，噴火活動は続き波蝕の痕跡が隠されたが，緩傾斜面が残

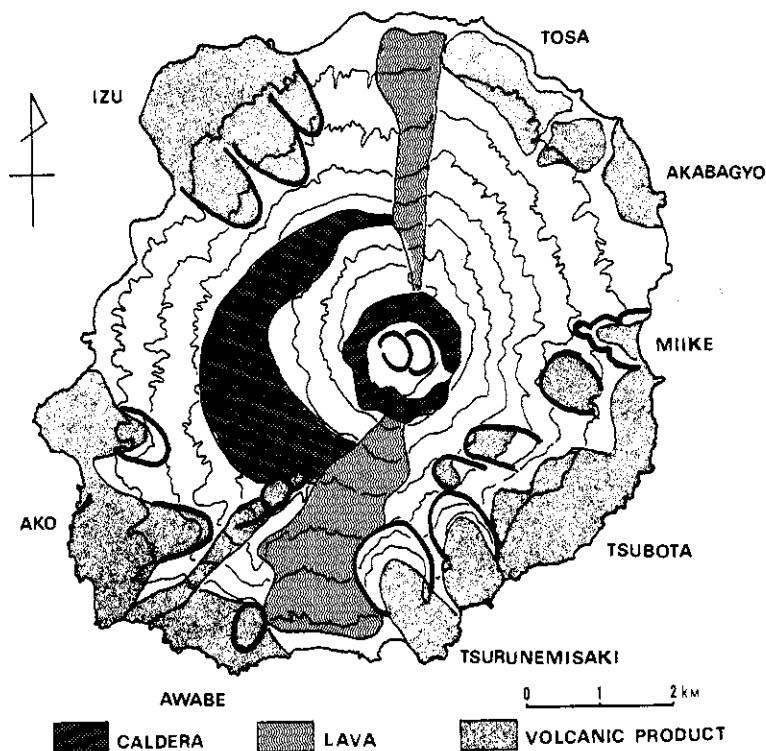


図7 緩傾斜面の分布

Fig. 7 Distribution of gentle slopes

ったという考え方も成り立つのではなかろうか。ただし、この見方を裏付ける離水サンゴ礁などは見出されていない。また、この場合は単に三宅島ばかりでなく他の伊豆マリアナ弧上にならぶ島々にも同様な痕跡が多少なりとも残るはずである。その観点から他の伊豆マリアナ弧上にならぶ島々の緩傾斜面の分布を調べたが、それから規則性を導き出すのは現時点では困難であった。

7. 溶岩流について

中央火口丘付近から海岸に向かって帯状に延びる緩傾斜面は溶岩の流れを示していると考えられる(図8)。特に顕著なのは、1874年の溶岩の流れで、一色(1983)の地質図に示された溶岩の分布とはほぼ同じ位置に緩傾斜面が分布している。同様な緩傾斜面は、中央火口丘を挟んで反対側の新澤池と大路池の間にも分布している。これも溶岩流であろうが、資料がなく時代はわからない。しかし、大規模でその残存状態がよいことから、新しい時代の溶岩流とおもわれる。1874年の溶岩に関しては、ランドサットデータの反射特性の差から、その分布をおさえることができている(熊谷1982)ので、今後新しい時代の溶岩は、ランドサットデータとの併用によりその分布をより正確に確認することができるであろう。

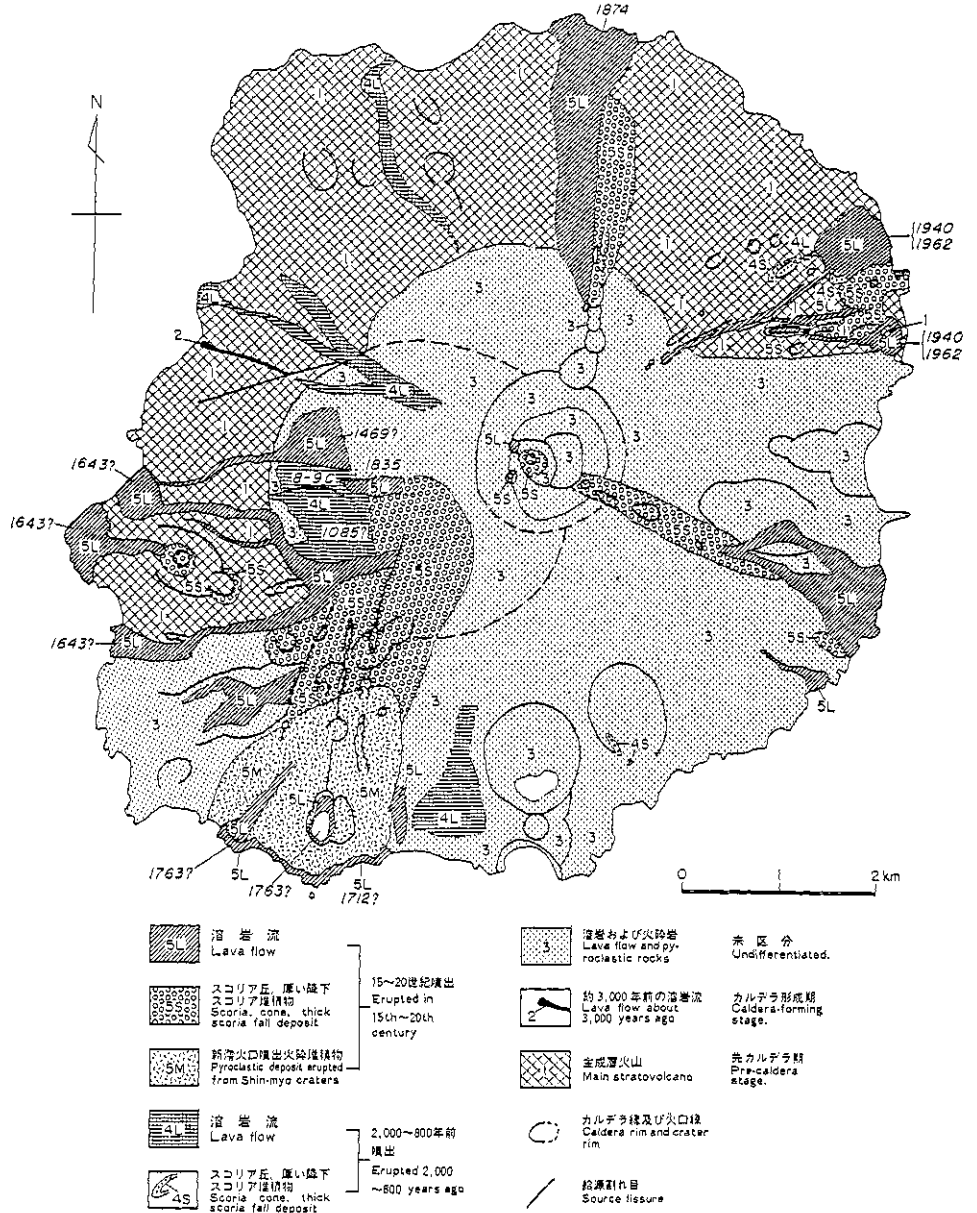
第3番目の緩傾斜面は、中央火口丘付近からの溶岩の流れとは別に寄生火口からの噴出物によって形成された緩傾斜面である。その例としては空港がある緩傾斜面、坪田地区、ツル根岬周辺、栗辺地区、阿古地区、今崎地区、伊豆地区、土佐地区、赤場脛地区、三池地区、などがあげられる。これらの緩傾斜面の上には集落が発達していて、人間活動の場となっていることが多い。

8. まとめ

三宅島の傾斜分布図を作成したところ次の事項が識別された。

- (1) 島の内部で直線状に続くやや急な傾斜面は断層であろう。
- (2) 島の西部で馬蹄形に続くやや急な傾斜面は、大規模な崩壊の可能性がある。
- (3) 爆裂火口と海蝕崖は急斜面の分布する場所として識別される。今回の地震により崩壊はこれらの急斜面、すなわち斜面角度 44° 以上の場所で発生している。
- (4) 中央火口丘を中心として同心円状に広がる2組の緩傾斜面は、埋積したカルデラと考えられる。
- (5) 中央火口丘から、海岸線に向かって帯状に伸びる緩傾斜面は溶岩流に一致する。
- (6) 海岸線周辺で部分的に広がる緩傾斜面は爆裂火口の噴出物によって形成された平坦面と推定される。

1983年の噴火以前の三宅島火山地質概念図
 Geological sketch map of Miyakejima volcano (before the 1983 eruption)



一色, (1960, 1977, 1984), Isshiki (1964) および一色 (未公表資料) による。
 Compiled from Isshiki (1960, 1964, 1977, 1984; unpublished data).

図8 三宅島火山地質概念図 (一色, 1983)
 Fig. 8 Geological sketch map of Miyakejima volcano

参 考 文 献

- 1) 一色直記(1960) : 5万分の1地質図幅「三宅島」, 同説明書. 地質調査所, pp.85.
- 2) 一色直記(1983) : 1983年の噴火以前の三宅島火山地質概念図. 三宅島の噴火1983年, 日本火山学会.
- 3) 熊谷貞治(1982) : 国立防災科学技術センターにおけるリモートセンシング研究. 火山防災, 防災科学技術, No45, pp.12~16.
- 4) 守屋以智雄(1983) : 日本の火山地形. 東京大学山版会, pp.135.
- 5) 岡田義光・佐藤春夫・木下繁夫・鶴川元雄・野口伸一(1984) : 1983年10月三宅島噴火前後の地殻活動. 国立防災科学技術センター研究速報, 第51号, pp.3~18.
- 6) 田中耕平・熊谷貞治・幾志新吉(1984) : 三宅島の火山性地震によるランドスライドについて. 第23回地すべり学会研究発表予稿集, p.18~19.
- 7) 寺田寅彦(1930) : 地形図に於ける傾斜勾配分布の統計的研究方法に就て. 地理学評論, 第6巻, 7号.
- 8) Went Worth, C. K.(1930) : A simplified method of determining the average slope of land surface. Amer. J. Sci. Ser. 5,20, pp.184~194.

(1985年7月15日 原稿受理)