

玄武岩質溶岩流のシミュレーション*

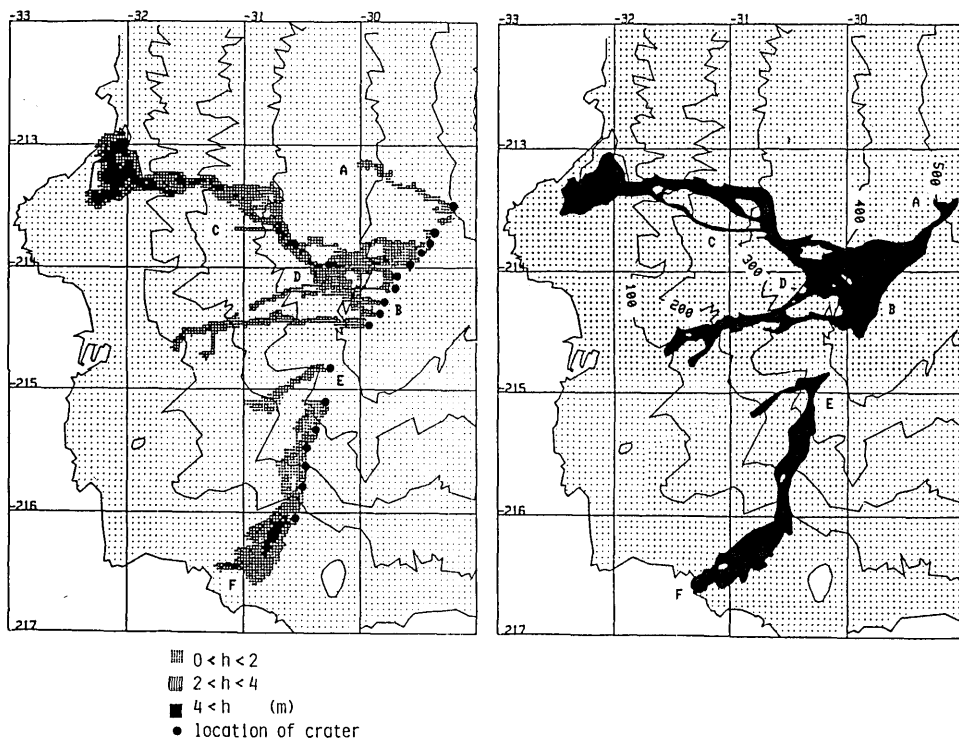
— 1983年10月の三宅島噴火 —

京都大学防災研究所
附属桜島火山観測所

1. はじめに

溶岩流の掃過域と堆積量は、流出量、粘性および境界条件である地形の函数と考えられる。粘性係数の大きい安山岩質溶岩では、溶岩の物理学的要素と外的条件の相互作用を考慮する必要がある。一方、粘性係数の小さい岩武岩質溶岩では、この相互作用を無視しても溶岩流のシミュレーション結果には大きい影響を及ぼさないものと考えられる。

三宅島の過去の噴火時には、溶岩流の物理学的特性の測定と溶岩流の運動の観察がなされている。また、幸いなことに大縮尺の精密地形図が完成していたので標高に関するデジタルマップの作成が可能であった。このような背景があったので、初めての試みとして、玄武岩質溶岩流の数値計算による模擬溶岩流を作成



第1図 数値計算による3週間後の溶岩流の被覆域(右図)と現況(左図)の比較

Fig. 1 The lava flows obtained by the numerical calculation (left) and those observed by the aerial photographs (right). The actual lava flows cannot be reproduced by the numerical method at the parts denoted by alphabets.

* Received Apr. 9, 1984.

した。

なお、地形の数値化および溶岩流下の数値計算に関する手続きについては、参考文献を参照されたい。
また、この数値実験は、文部省科学研究費補助金により行われた。

2 方 法

三宅島溶岩流の数値計算においては、溶岩流を粘性流体として取扱い、溶岩流の固化による原地形の変形はないものとした。粘性流体の運動方程式を解く場合、境界条件として実際の地形を考慮することは困難である。そこで、三宅島を等間隔の網目に分割して、隣接する網目の間の流量を繰返し計算し各網目の溶岩流の厚さを逐次求めた。網目間の流量の計算には、水平面に対し一定角度の傾斜をもつ無限平板上の粘性流体の重力場における定常流の式を用いた。すなわち流量 Q は、

$$Q = \frac{\rho g h^3 \sin \alpha}{37}$$

と表わされる。¹⁾無限平板上の定常流の式を適用するためには、網目の一辺が溶岩流の dimension に比べ十分小さいこと、計算の繰返し時間内の流量が各網目の溶岩流の体積に比べ十分小さいことが必要である。したがって計算機の処理能力を考えあわせて網目の一辺を25m、計算の繰返し時間を1秒とした。

三宅島を網目に分割するために用いた原地形図は国土地理院作成の火山基本図(1/5000)であり、各網目の標高は中心点の標高により代表させた。標高の読み取りには、X-Y デジタイザーにより追跡された5m間隔の等高線の間を内挿する本法を用いた。^{4) 5)}

溶岩流の粘性は化学組成と温度に依存する。三宅島や伊豆大島の玄武岩質溶岩の粘性は $10^4 \sim 10^5$ poise (温度 $1000 \sim 1100^\circ\text{C}$)と推定されている。^{2) 3)}ここでは、溶岩流の冷却の効果を考慮して、噴出の開始から100分後までの粘性を 2×10^5 poise、100分以後の粘性を 1×10^6 poiseとした。また、密度及び重力加速度をそれぞれ 2.5 g/cm^3 、 980 cm/S^2 とした。

3. 結 果

今回の噴火では、牧場から新澤池に連なる火口列から溶岩流を噴出し、阿古地区へ流下したものと、栗辺地区へ流下したものに大別される。これらの溶岩流の被覆面積は空中写真からそれぞれ 1.16 km^2 、 0.44 km^2 と求まった。現地踏査の結果から溶岩流の平均の厚さを2.5mとすると、溶岩流の体積はそれぞれ $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ と見積られる。溶岩流の噴出は約15時間続いたことが確認されているが、過去の噴火でも溶岩流の大部分量は噴火の初期に噴出したと考えられ、数値計算では噴出時間を3時間とした。したがって噴出のrateは、それぞれ $278 \text{ m}^3/\text{S}$ 、 $93 \text{ m}^3/\text{S}$ とした。

現況の溶岩流と3時間後のシミュレーションの溶岩流の分布を第1図に比較して示した。溶岩流の先端が都道を通じた時刻⁶⁾は、シミュレーションと現況とも噴火後、約110分である。以下、被覆域に関する再現性を吟味する。現況と模擬の溶岩流の被覆域の形状はほぼ一致しており、模擬溶岩流の被覆域は現況に対して、10%減となっている。特に再現性に問題のある場所にアルファベットを附した。問題点を列挙すると次のようになる。

- 1) 設定した火口からの噴出量が過大であるため被覆域が現況より拡大している(A)。
- 2) 火口を不連続に設定したため被覆されない部分がある(B, E)。

3) 噴出 rate が過小なために流下する溶岩流の量が少ない (C, F)。

4) 網目の一辺が大きいために谷筋が十分表現されていない (C, D)。

4. おわりに

噴火の時間経過が詳細にわたって明らかになり、網目の大きさを小さくし、溶岩流の流下形態と時間経過による粘性の変化を十分考慮すれば、再現性を向上させることができる。この手法を用いて、噴出口を予測または察知して流出量の見当をつければ、災害予想図が作成できる。特に、高速処理能力の電算機を用いれば噴火後直ちに避難計画の資料作成も可能である。また、標高に関するデジタルマップからは、各集落に溶岩流下の可能性のある火口位置の分布を表わす危険予想図の作成も容易である。^{4) 5)}

参 考 文 献

- 1) 永田武・佐久間修三・福島直 (1946) : 桜島新噴出溶岩流について, 震研彙新, 19, 161-169.
- 2) Hagiwara, T. (1940) : Viscosity of the Akabakkyō Lava, The Eruption of Miyake-sima, One of the Seven Izu Islands, in 1940, part III, Bull. Earthg. Res. Inst., 19, 299-303.
- 3) Minakami, T. (1951) : On the Temperature and Viscosity of the Fresh Lava Extruded in the 1951 Oo-shima Eruption, Bull. Earthg. Res. Inst., 29, 487-498.
- 4) 石原和弘・井口正人・加茂幸介 (1984) : 溶岩流のシミュレーション(1)-三宅島-, 京大防災研究所年報, 27 B (印刷中)。
- 5) 加茂幸介・石原和弘・井口正人 (1984) : 阿古地区溶岩流の考察-溶岩流のSimulation-, 自然災害特別研究成果「昭和58年10月3日 三宅島噴火およびその災害に関する調査研究」(印刷中)。
- 6) 曾屋龍典 (1983) : 第29回火山噴火予知連絡会資料