

火山防災マップの信頼性向上に資する数値シミュレーション技術の高度化

石峯康浩、吉本充宏、本多亮、久保智弘、馬場章、亀谷伸子
(富士山科学研究所・富士山火山防災研究センター)

▶研究の背景と目的

2014年の御嶽山での火山災害以降、活火山法が改正されるなど、国全体で火山防災対策が見直されつつある。富士山においても山梨・静岡両県等で構成される富士山火山防災対策協議会がハザードマップの再検討を進め、2021年3月に改訂版を公表した。

また、近年の飛躍的な情報技術の進歩に伴い、精緻なシミュレーションが可能になっている。その一方、現行の火山防災マップの多くは、1994年に当時の国土庁が公表した「火山噴火災害危険区域予測図作成指針」に沿って作成されており、指針公表以降に著しく発展した計算機性能を十分に活用できていない。

そのため、より利用価値が高い火山防災マップ作成に向け、高度な計算手法を活用した計算技法を火山シミュレーションに導入することが本研究の目的である。

▶研究手法

本研究では、爆発的噴火で火口から飛散する放出岩塊の運動特性と、より複雑なプロセスを組み込んだ溶岩流の挙動を解析する数値モデルの開発を行った。

放出岩塊については、各岩塊を重力と空気抵抗を受けながら大気中を運動する剛体粒子とみなし、大量の岩塊の飛跡をまとめて計算できるモデルを4次精度ルンゲクッタ法を利用して開発した。

溶岩流については、富士山のハザードマップの改定作業で課題となった湖に到達した溶岩流が水による冷却作用で停止するプロセスをシミュレーションに組み込む手法の開発に取り組んだ。また、溶岩流の停止プロセスにおいて重要な物性値である降伏応力を、高精度(1m分解能)の地形データを活用して精度よく推定する新たな手法に関する検討も行った。

▶結果①放出岩塊シミュレーション

放出岩塊の計算については、はじめに解析解が得られている空気抵抗がない条件で検証計算を行い、十分な精度が得られることを確認した。その上で、2018年に群馬県の草津本白根山で発生した噴火について実施された現地調査の結果を利用して、同噴火における放出岩塊の噴出条件の見積もりを行った。具体的には、現地調査で得られた187試料のサイズと落下地点の分布

(図1左)の情報を利用し、火口から落下地点まで飛散可能な最小の噴出速度を見積もった。その結果、その噴出速度が最大となったのは火口から740mの距離まで飛散した岩塊であり、その放出角度44°、速度は約88m/秒であると見積もられた。また、その速度ですべての岩塊が放出されたと仮定すると、174試料は放出角度70度以上で、火口の真上に近い方向に放出されたことが示唆された。これらの条件で計算した結果をまとめて可視化したものが図1右である。

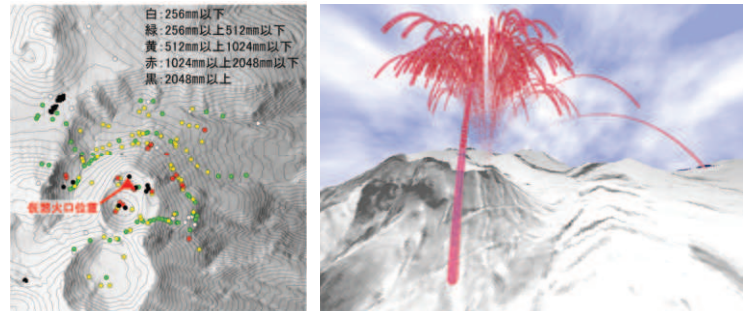


図1. 草津本白根山2018年噴火の現地調査で得られた放出岩塊の分布(左)を利用して実施したシミュレーションの可視化例(右)。

▶結果②溶岩流シミュレーション

溶岩流の湖水による冷却効果は、下のような手法で検討した。従来の火山防災マップで広く利用されている2次元運動学的モデルに①水冷効果で粘性だけが大きくなる、②粘性と降伏応力が大きくなる、③水に達した部分は瞬時に停止して元地形の標高を増加させるという3条件で計算を実施し、実際の水中の溶岩と比較した。その結果、③の条件を用いた計算が、実際の溶岩地形の最も特徴に近い結果を示した(図2)。

また、溶岩流の降伏応力については、富士山周辺の溶岩流地形周辺の数値標高モデルを利用して、その傾斜方向での溶岩流の厚さと傾斜角を特定し、降伏応力を見積もった。その結果、十分に客観性が認められる手法として有用であることが確認できた。図3に檜丸尾第2溶岩流の例を示す。

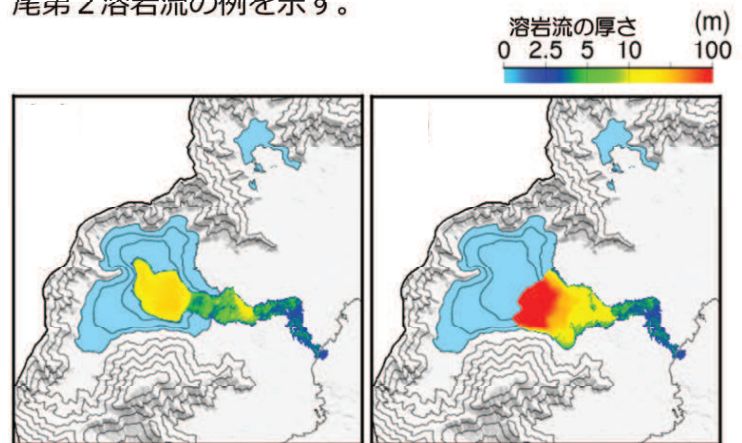


図2. 水冷効果がない場合(左)とある場合(右)の溶岩の厚さ分布の違い

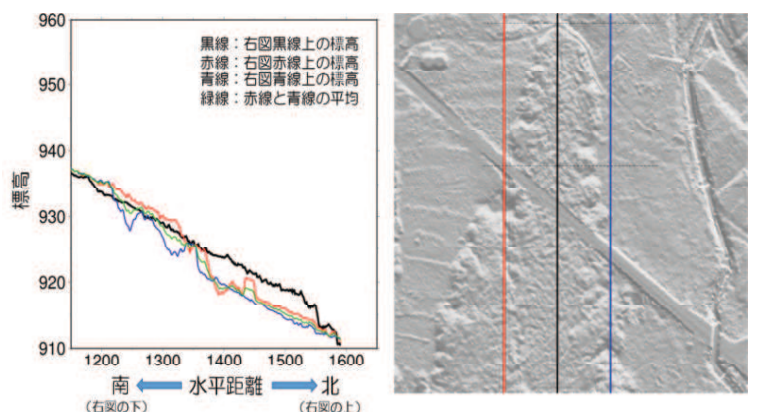


図3. 檜丸尾第2溶岩流における傾斜と層厚