

## 4.4 融雪型火山泥流のシミュレーション

### (1) 作成方法

融雪型火山泥流のシミュレーションは、2004年富士山ハザードマップ検討時にも用いられた、水と細粒分土砂が一体として流下し、その流量と地点ごとの勾配により流砂量式（MPM式）で与えられる粗粒分土砂が掃流状態で運搬されるモデルを用いた。

シミュレーションプログラムは（一財）砂防・地すべり技術センターにより開発され、上記モデルを採用した高速化 J-SAS 泥流プログラムを用いた。

### (2) 泥流規模の算出方法

融雪型火山泥流は山腹の積雪が火砕流により融かされて発生した水が、火砕流の土砂を巻き込みながら流下して発生する現象である。そのため想定泥流規模は、積雪量と火砕流との間の熱収支計算による融雪水量と、勾配等の地形条件によって決定される土砂輸送能力量により算出する。

積雪量および火砕流量、勾配等の地形条件は火砕流の流下方向ごとに異なるため、後述する融雪型火山泥流の計算開始点ごとに想定泥流規模を設定した。

ただし十勝岳大正泥流に関する既往研究成果（宮本ほか, 1989）より、融雪水に取り込まれた火砕流の土砂のうち 60%は細粒分として水と一体化して流下するものと考えた。

また計算開始点における粗粒分の土砂濃度は、高橋の土石流濃度式（高橋 1978）による土砂濃度と、粗粒分 / （水 + 細粒分 + 粗粒分）による濃度（ただし上限値は堆積土砂濃度  $0.6 \times$  粗粒分の割合  $0.4 = 0.24$ ）を比較して小さい方を採用した。

### (3) 積雪量の算出方法

平成 16 年版報告書では、当時は山頂付近を除いて積雪深の統計データがなかったため、現地の積雪状況について地元の雪氷学会員や山岳会関係者にヒアリングを行い、富士山麓の積雪深を一律 50cm、積雪密度は雪が締まった時期を想定して  $0.35\text{g}/\text{cm}^3$  と設定している。

その後、国土交通省富士砂防事務所により平成 30 年 3 月、平成 31 年 3 月、4 月に富士山山麓のレーザー測量および現地での積雪密度調査が行われ、山麓全体の積雪深平均値は 39~47cm、積雪密度は  $0.27 \sim 0.36\text{g}/\text{cm}^3$  という値が得られている。この値に対して山麓の積雪深計のデータと比較し、測量時は年間で最も雪が多く積もっている時期であり、測量した年は平均的な積雪量であることを確認した上で、危険側（雪が多い）の値として平成 16 年版報告書と同じ積雪深 50cm、積雪密度  $0.35\text{g}/\text{cm}^3$  を採用した。

計算開始点ごとの積雪量は、計算開始点を基準として流域分割を行い、その流域面積  $\times$  積雪深 50cm  $\times$  積雪密度  $0.35\text{g}/\text{cm}^3$  として算出した。

#### (4) 融雪水量の算出方法

平成 16 年版報告書と同様に、滝沢火砕流-B の火砕流温度を 500°C 以上とし(瀧ほか, 2002)、以下の式より積雪と火砕流との間の熱収支計算を考えると、50cm の積雪深の場合、火砕流が到達した範囲の積雪は全て融ける。

全ての雪が融ける場合、

$$W_0 = \frac{T_s C_s}{(1 - C_m) q_m} W_s$$

ここで、 $W_0$  : 雪の体積 (空気なし) ( $m^3$ )、 $W_s$  : 火砕物体積 (空気なし) ( $m^3$ )、 $T_s$  : 火砕流温度 ( $^{\circ}C$ )、 $C_s$  : 火砕物の比熱 ( $=0.53cal/g \cdot K$ )、 $C_m$  : 雪の含水率、 $q_m$  : 氷の融解熱 ( $\approx 80cal/g$ ) である (宮本ほか, 1989)。

#### (5) 泥流ハイドログラフの作成

清水として流下する融雪水と細粒分土砂のハイドログラフ (時間あたりの流量) は、融雪水が斜面を流れて下流に集中する過程と斜面地形を反映できるキネマティックウェーブモデル (宮本・井戸, 2003) を用いて計算開始点ごとに作成した。

得られた融雪水+細粒分土砂のハイドログラフに、(2) の濃度に応じた粗粒分土砂量を加えて、計算開始点ごとに泥流ハイドログラフを作成した。

各ケースの平均総泥流量は 160 万  $m^3$ 、平均ピーク流量 : 1,000  $m^3/s$  である。

#### (6) パラメータの設定

数値シミュレーションを実施する上で設定するパラメータは、新たな知見が得られていないため、現地調査結果や標準的な土質定数を用いた平成 16 年版報告書の値を基本的に踏襲した。

表 4.4-1 パラメータ一覧

定数	単位	数値			備考
粒径	m	0.003	0.006	0.02	2004 年に実施した滝沢火砕流 B の密度試験結果より
		40%	30%	30%	
堆積土砂濃度	—	0.63			
砂礫密度	kg/ $m^3$	2,600			一般的な物性値
泥水密度	kg/ $m^3$	1,200			一般的な物性値

### (7) 計算開始点の設定

融雪型火山泥流の計算開始点は、火砕流の流下によって発生した融雪水が、谷に集まっていくものと考え、火砕流の下流端付近で谷地形を呈している地点とした(図 4.4-1)。

なお、一つの流域に複数ケースの火砕流到達範囲がある場合は、複数の火砕流が同時に発生しないと考えると、面積が最大となるケースの火砕流到達範囲のみから融雪水量を算出している。

逆に一つの火砕流到達範囲が複数の流域にまたがっている場合は、流域単位で火砕流到達範囲を分割しそれぞれで融雪水量を算出している。

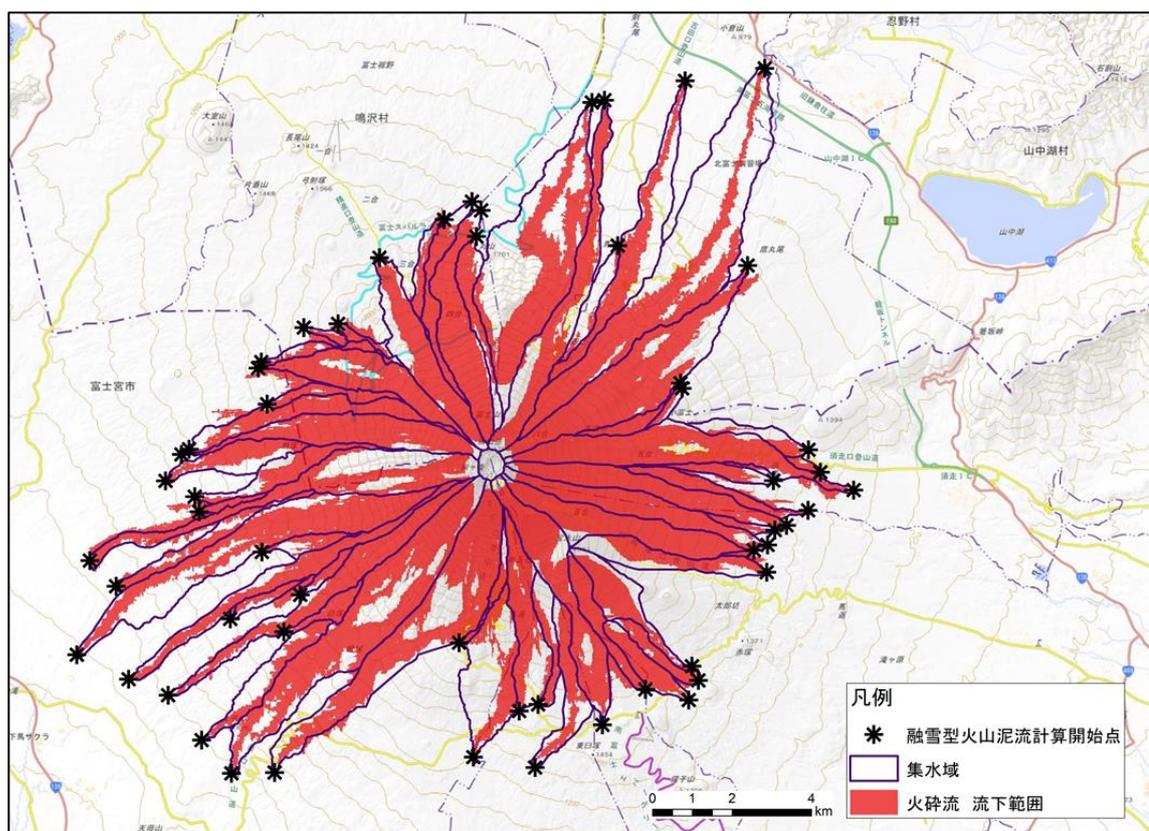


図 4.4-1 融雪型火山泥流の計算開始点

#### (8) シミュレーションの実施

各計算開始点（1メッシュ 20m×20m）からそれぞれの泥流ハイドログラフを投入し、(6)で設定したパラメータと溶岩流と同じレーザー航測成果から作成した20mメッシュを用いて数値シミュレーションを実施した。

## 引用文献

瀧 尚子・千葉 達朗・田島 靖久・宮地 直道・遠藤 邦彦 (2003) 富士山北東斜面における火砕流堆積物の古地磁気学的検討. 日本大学理学部自然科学研究所研究紀要, 38, 89 - 101.

宮本 邦明・鈴木 宏・山下 伸太郎・水山 高久 (1989) 十勝岳大正 15 年 (1926 年) 泥流の再現計算, 第 33 回水理講演会論文集, p. 361-366.

宮本 邦明・井戸 俊介 (2003) 任意 3 角形平面要素を用いた土砂流出解析法, 砂防学会誌, Vol. 55, No. 6, p. 33-39.

高橋 保 (1978) 土石流の発生と流動の機構, 土と基礎, vol. 26, No. 6, p. 45-50.