

120 融雪型火山泥流のハイドログラフについて

(財)砂防・地すべり技術センター ○戸木 敏仁

同 上

安養寺信夫

住鉦コンサルタント株式会社

山下伸太郎

1. はじめに

火山噴火に起因して発生する土砂災害としては、溶岩流・火砕流・火山泥流・土石流などがあげられる。その中でも、高温の火砕物が火口付近の斜面上の氷雪に供給され融雪によって発生する融雪型火山泥流は、発生する泥流総量が非常に大きいことから下流に存在する保全対象あるいは人命に多大な被害を及ぼす。融雪型火山泥流による被害を軽減させるためには、融雪型火山泥流の対象量や被害範囲、流下時間等を事前に把握した上で、砂防設備の配置によるハード対策と警戒避難体制等のソフト対策の両面からの対策を行うことが必要となる。

融雪型火山泥流の氾濫範囲や流下時間等を把握するために、最近では数値シミュレーションが多く用いられるようになってきている。数値シミュレーションを行うには水や土砂の物性値の他に、ハイドログラフを設定する必要がある。融雪型火山泥流のハイドログラフに関しては、1926年十勝岳¹⁾や1986年コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山²⁾などで推定された例があるが、その数は少ない。そのため、これまで火山砂防計画上、どの火山でもこれらの融雪型火山泥流の発生事例を参考にして、泥流ハイドログラフを想定した数値シミュレーションが行われてきたのが実情である。

しかし、融雪型火山泥流のハイドログラフの継続時間や形状は、十勝岳やネバド・デル・ルイス火山で発生した火山泥流に関する調査研究を参考にすれば、高温の火砕物と融雪にともなう水と土砂の供給量、流路の形状変化、流路勾配、および流送砂礫の堆積・侵食現象などに依存していると考えられ、火山ごとに異なるはずである。しかし、火砕物の供給と融雪水の流出を考慮した、特に泥流発生域での泥流ハイドログラフに関する検討はほとんど行われていない。

そこで、本研究では、融雪型火山泥流の発生事例がない火山においても、斜面の形状変化(勾配、流下幅、斜面長)を考慮したハイドログラフが設定できるモデルの構築を目的とした。検討に際しては、洪水の流出計算として用いられ、斜面の形状変化を直接的に評価することが可能であり、かつ流出現象を物理モデルとして取り扱っているKinematic Wave法³⁾を用いて融雪型火山泥流の泥流発生域でのハイドログラフの設定を試みた。なお、検討結果については発表当日に示す。

2. モデルの概要

Kinematic Wave法は、降雨による流出現象を長方形の斜面モデルと斜面の下流端を集水していく河道モデルの2つに分けて物理的(水理学的)手法で解析するものである。ここでは、融雪型火山泥流は高温の火砕物が斜面に存在する氷雪を融かしながら流下するものであることから、融雪型火山泥流の泥流発生域の流れを斜面流(運動方程式としてManning則を用いる)としてとらえ、雨量の代わりに火砕物量と融雪量を与え、以下に示す体積の連続式と土砂の連続式を導いた。

そして、融雪型火山泥流の発生域におけるハイドログラフは、これらの体積の連続式と土砂の連続式を

連立して得られるものとした。

$$(\text{体積の連続式}) \quad \frac{\partial (B h)}{\partial t} + \frac{\partial (B z)}{\partial t} + \frac{\partial (B q)}{\partial x} = s + p d \quad (1)$$

$$(\text{土砂の連続式}) \quad C * \frac{\partial (B z)}{\partial t} + \frac{\partial (C d B q)}{\partial x} = p d \quad (2)$$

$$q = \frac{1}{N} h^{5/3} I^{1/2} \quad (3)$$

$$C d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \quad (4)$$

ここで、 B :流下幅、 h :水深、 z :地盤高、 q :斜面単位幅当たりの流量、 I :河床勾配、 x :斜面に沿って下流向き距離、 t :時間、 $p d$:単位斜面長さ当たりの火砕物供給量、 N :等価粗度(Manningの粗度係数)、 $C*$:堆積層の土砂濃度、 $C d$:流動中の土砂濃度、 σ :土砂の密度、 ρ :泥水の密度、 ϕ :内部摩擦角、 θ :河床勾配(度)である。

なお、高温の火砕物と雪との混合および熱交換機構については、非常に複雑であると考えられるため、宮本ら⁴⁾の研究を参考に火砕物と雪との熱量保存のみを考慮した(5)式を用いた。

$$s = \frac{T_s C_s}{(1 - C_m) q_m} p d \quad (5)$$

ここで、 s :単位斜面長さ当たりの融雪水量、 T_s :火砕物の温度、 q_m :雪の融解熱、 C_s :火砕物の比熱、 C_m :雪の含水率である。

以上の基礎式をもとに1926年北海道十勝岳で発生した融雪型火山泥流の泥流発生域でのハイドログラフの再現を試み、モデルの適合性および条件設定上の問題点について検討を行う。

(参考文献)

- 1) 建設省土木研究所: 火山噴火に伴う泥流災害の予測と対策に関する研究, 土木研究所資料, 第2601号, 1988
- 2) 勝井義雄: 南米コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山の1985年噴火と災害に関する調査研究, 自然災害特別研究突発災害研究成果, No. B-60-7, 1986
- 3) 例えば佐藤勝夫: 洪水流出計算法
- 4) 宮本邦明ら: 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, 1989年2月