

財団法人 砂防・地すべり技術センター 安養寺信夫
財団法人 砂防・地すべり技術センター ○嶋 大尚

1. はじめに

積雪期の火碎流によって生じる融雪型火山泥流のハザードマップを作成する際に、適切なハイドログラフを設定することが必要と認識されている。代表的なのは、融雪水量を求め、火山泥流の継続時間 T もしくはピーク流量 Q_p を実績から推定し、簡便的に三角形ハイドログラフを作成する手法である。しかし、実績がない場合には T や Q_p をパラメトリックに与え、計算結果を経験的に判断しなければならないという問題がある。また、 Q_p の発生時刻も不明確であり、地形条件によっては三角形ハイドログラフにならないこともある。この問題を解決すること一案として、キネマティックウェーブ法の適用の報告¹⁾もあるが、地形条件などの違いによるハイドログラフの相違については十分な検討がなされていない。そこで、これらの課題について事例研究を行った。

2. 研究方法

地形条件の違いを見るため同一の火山の異なる斜面方向に火碎流下方向を設定する。つぎに、それぞれの方向で火碎流（条件は表-1）の2次元シミュレーションを実施し、時間ごとの流下範囲を計算する。さらに、得られた火碎流流下範囲と仮定した2つの融雪モデルA、Bによりハイドログラフの形状や Q_p を計算し、それらの比較を行った。

表-1 火碎流パラメータ

定数	単位	数値
粒径	cm	0.5
砂礫密度	g/cm ³	2.86
堆積土砂濃度	—	0.63
火碎流流量	m ³ /s	10,000
火碎流総量	m ³	2,400,000
粒子間摩擦係数	—	0.23

3. 融雪型火山泥流のハイドログラフ作成モデル（キネマティックウェーブモデル）

融雪型火山泥流のハイドログラフ作成に用いたモデルは、降雨流出の解析に用いられているキネマティックウェーブモデルであり²⁾、火碎流によって積雪が融かされる融雪水量を雨量強度に換算し、流下する融雪水のハイドログラフを計算した。モデルは、地形的な情報が曖昧になるグリッドモデルの欠点を解消できる物理モデルであり、山腹斜面上の融雪水が河道に流入するまでの流れを2次元で計算し、河道に達したのちの河道内の流れを1次元で計算する。本研究では、火碎流流下範囲の積雪が全量融ける場合を想定し、平均積雪深を50cmと仮定した。

4. 流下過程モデルの違いによるハイドログラフ形状

融雪型火山泥流は火碎流の流下範囲の積雪が融かされることによって発生するとされているが、そのプロセスについては十分な議論がされていない。ここでは、火碎流が雪を融かす過程は考慮せず、融雪水の流下過程について以下に示す2タイプを仮定した。

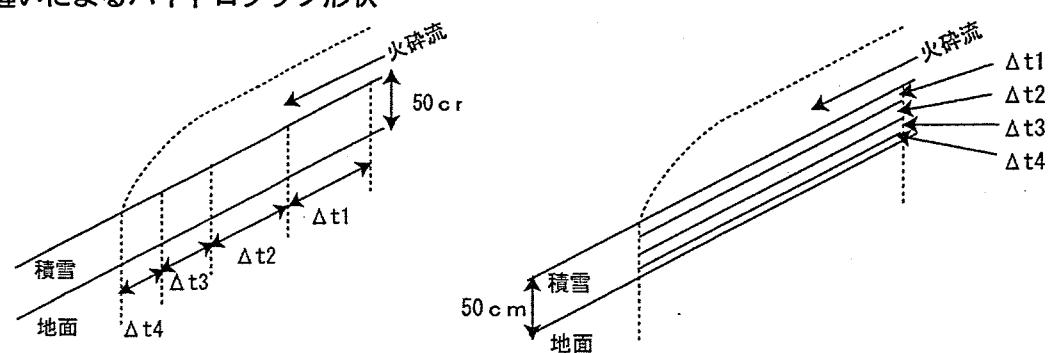


図-1 Aモデル

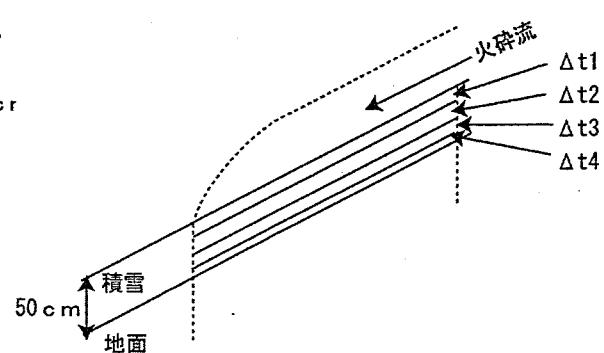


図-2 Bモデル

A:火碎流の流下時間に対応して、その融雪水を逐次上流から与えるモデル。

B:最終火碎流堆積範囲の融雪量を平面的に与えるモデル。

なお、融雪水総量を与える時間はA、Bモデルとともに火碎流流下時間と同じにした。

これら両モデルを適用して作成したハイドログラフを図-1に示す。今回の融雪水の与え方だけを変えた試算では、ピーク流量に関しては、Aモデルの方がBモデルよりも約2倍も大きくなることが分かった。これは、Aモデルの方が斜面下流方向に沿って流量が増加するため、単位幅流量が増加しやすく、水深および流速が大きくなり、泥流ピークが大きくなったと考えられる。この結果から、キネマティックウェーブ法は、流下過程モデルの違いを表現できている。

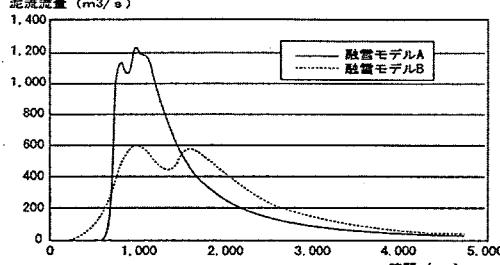


図-3 流下過程モデルの違いによるハイドログラフの違い

5. 地形条件の違いによるハイドログラフ形状

火碎流流下範囲の地形条件が異なるケースとして、地形1と地形2を比較対象とする。図-5に示すように、これらの違いは、地形1では火碎流流下範囲が2本の渓流にまたがっており、それらの渓流の流域面積が異なることである。

つぎに、地形1と地形2で実施した火碎流シミュレーション結果から得られた総融雪水量はほぼ同じであり、流下過程モデルを両地形ともにAモデルを採用しているので、これらのケースの違いは、ほぼ地形条件だけとなる。図-4のハイドログラフ波形から地形1は泥流ピークが2回発生している。これは、地形1を流れる2つの渓流への集水量が異なるため、それぞれの渓流で泥流のピーク時間が異なる結果だと考えられる。したがって、キネマティックウェーブ法では地形条件に応じた波形が表現されている。このように、ハイドログラフの形状は異なったものになるが、ピーク流量に関して言えば、融雪モデルを変えた場合と比較すると、地形条件の違いによる違いは小さいことが分かった。

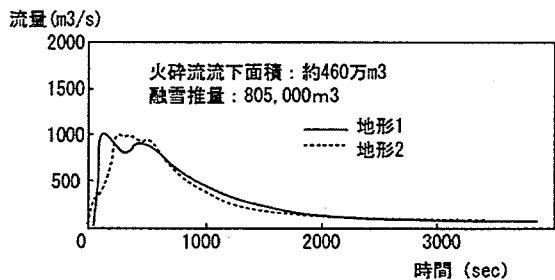


図-4 地形条件の違いによるハイドログラフの形状変化

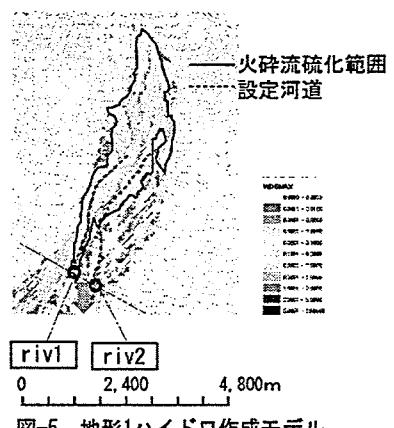


図-5 地形1ハイドロ作成モデル

6. おわりに

本研究で用いたキネマティックウェーブ法は、地形条件によるピーク流量の違いを敏感に表現できるモデルであることがわかった。しかし、融雪型火山泥流のハイドログラフは融雪メカニズムに大きく依存すると考えられるため、その解明は最も重要な課題の一つである。また、火碎流による融雪水量を考える場合、融雪水量は積雪深に規制されるので、各火山における積雪深を実測することが重要である。

最後になりましたが、本研究において融雪型火山泥流の計算に協力してくださったダイヤコンサルタンツの高橋正昭氏ならびに上羽敏史氏に感謝いたします。

〈参考文献〉

- 1) 梶木敏仁、安養寺信夫、山下伸太郎：融雪型火山泥流のハイドログラフグラフについて、砂防学会研究発表概要集, pp.403-404, 1995
- 2) 宮本邦明、井戸俊介：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, pp. 33-39, 2003