

雪崩ハザードマップのための煙型雪崩シミュレーターの開発

長岡技術科学大学 学生会員○中川 大介

長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 福嶋 祐介

1. はじめに

日本は四季による気候の変動が激しく、特に冬季の日本海側は世界でも有数の豪雪地帯であり、積雪量が2mを超える地域も多く存在する。また国土の約70%を山林が占めている。これらの気候、地形的条件より雪崩の危険箇所は全国で20501箇所と非常に多くを数え、厳冬期にはしばしば雪崩が発生し、遭難、家屋の倒壊などの人的、物的被害を出している。

このような雪崩による被害を未然に防止するためには、雪崩の流動機構を十分に把握し、危険箇所の予測および周知を行うことが重要である。そのため、本研究では雪崩ハザードマップの作成を目的とするシミュレーターの開発を行った。

2. 数値解析

今回対象としている煙型雪崩は、何らかの原因により巻き上げられた粒子が重力のため斜面方向に流下し、浮遊した粒子が沈降するまで流動を続ける現象である。この流動は、傾斜面上のサーマルに酷似している。サーマルとは、一様密度の大気中に温度差などによって密度の異なる空気が放出された場合、その密度差によって上昇あるいは下降するものである。

本研究では、流動モデルとして傾斜サーマル理論を採用し、煙型雪崩を空気と雪粒子によって構成された、半楕円形の物体が斜面を流下する現象であると仮定した。しかしながら雪崩全体の雪の量が底面からの巻き上げ、沈降によって変化することからサーマル理論をそのまま採用することは出来ない。そのため、積雪層から雪の巻き上げと沈降を考慮した質量保存の関係式、乱れエネルギーの収支式、連続式、運動量保存式を考慮し、解析を行った。

3. 煙型雪崩シミュレーター

シミュレーターのメインフォームを図1に示す。

地形データは、国土地理院の数値地図50mメッシ

ュ(標高)のデータを用いる。計算条件として計算範囲、雪崩の発生範囲を指定する。また、流動の初期値として雪崩の初期高さ H_0 、初期幅 B_0 、初期濃度 U_0 、雪粒子の直径 D_s 、雪崩の広がりに関わる係数 α_{BB} を入力し、解析を行い、流動特性量およびハザードマップに必要な指標である危険度を算出する。ここで危険度は、計算領域内のすべての場所において雪崩が発生させ、各地点の雪崩の通過回数の合計をカウントし、評価している。計算後、流下経路の描画を行うことで、その地形の標高データより等高線と、危険度をコンターで表示したものがビットマップ形式で出力される。また、各地点を通過した雪崩のうち、最大流速を求め、通過回数と同様に危険度の指標として表示することも可能である。

その他、速度の範囲や通過回数による判定基準の変更でユーザーが求める情報を任意に設定できるように汎用性の高いシミュレーターとなっている。



図1 シミュレーターのメインフォーム

キーワード : ハザードマップ, 煙型雪崩, シミュレーター
連絡先: 〒940-2188 新潟県長岡市深沢 長岡技術科学大学水工学研究室 TEL 0258-46-6000

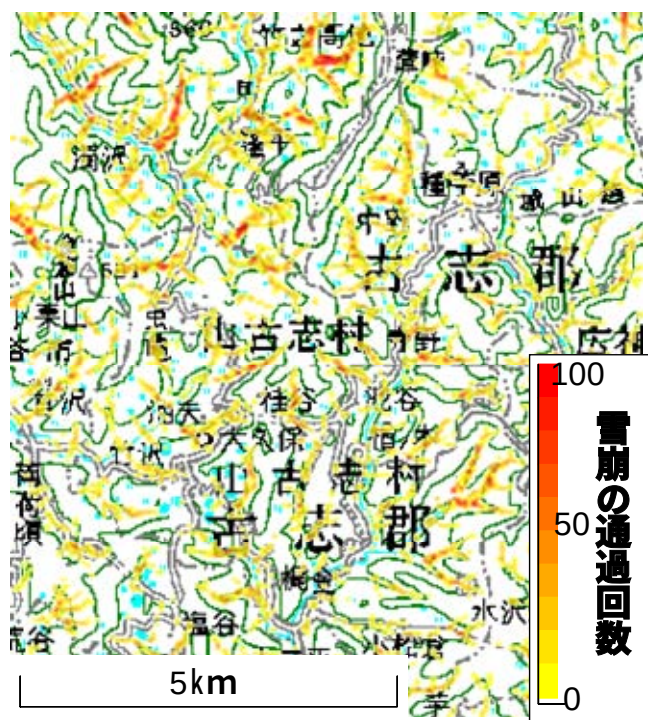


図2 ハザードマップ1

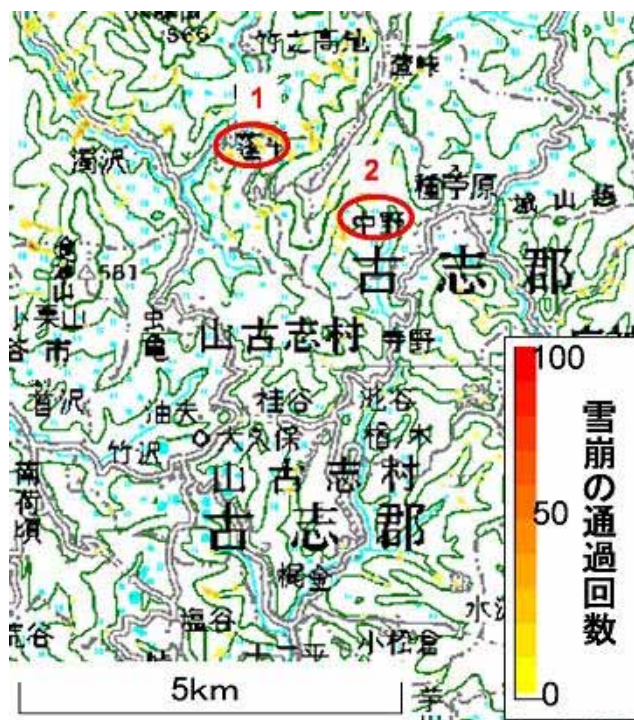


図3 ハザードマップ2 (20m/s以上のみ集計)

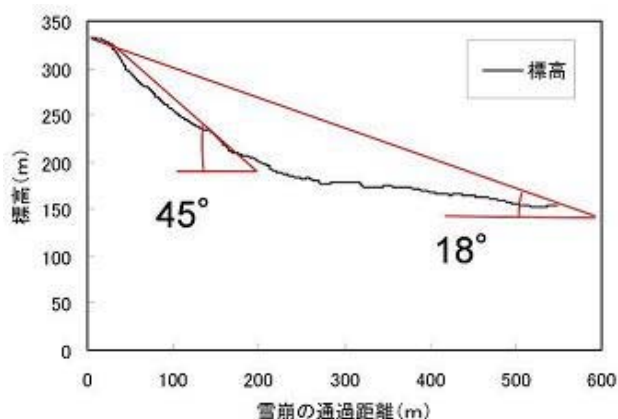


図4 雪崩の標高の変化

4. 計算結果および考察

今回開発したシミュレーターを適用したのは、日本有数の豪雪地帯であり、実際に雪崩の被害も多く2004年の中越地震で多くの斜面被害を受けた新潟県長岡市山古志周辺である。図2に、出力図を国土地理院数値地図画像に重ね合わせることで作成したハザードマップを示す。山間部である山古志では、非常に多くの地区に雪崩の危険性が見られることがわかる。図3は図2に示した全雪崩から流速20m/s (76km/h) 以上のみを集計し、同様に描画、作成したハザードマップである。この場合、特に蓬平(図中1)と中野(図中2)の2地区周辺が特に危険性が高いことが見てとれる。これらの地域では、

実際に過去に表層雪崩による被害が発生している。このように非常に速度が大きい場合、雪崩の発生後の避難は困難であるため、ハザードマップによって危険度を示すことによる防災意識の向上も期待できる。

図4は、中野集落周辺のある地点で発生した雪崩をピックアップし、進行距離と標高の変化の関係を示したものである。表層雪崩は一般的に、雪崩発生地点の見通し角が18度の地点まで到達するといわれている。この雪崩の場合、雪崩の停止位置と見通し角18度の位置は非常に近いことがわかる。また、雪崩発生地点からおよそ200m地点までの斜度は約45度であることがわかる。これは雪崩の危険性が非常に高い箇所とされている斜度であり、今回の流動モデルが実現象とよく一致していることがわかる。

5. 結論

今回、標高データと雪崩の条件や雪粒子の特性量を入力することによって容易にハザードマップを作成することが出来るシミュレーターを作成し、煙型雪崩の危険箇所を容易に判別することが出来た。

また、傾斜サーマル理論を用いた雪崩の流下モデルを用いることにより、個々の雪崩の実現象を再現することが可能であることを示した。