

融雪型火山泥流の危険範囲を山麓の積雪深から推定する試み

アジア航測株式会社 ○荒井健一，藤田浩司，加藤（成毛）志乃，
廣谷志穂，田中利昌，江川 香

Keyword；リアルタイムハザードマップ 緊急減災 融雪型火山泥流 シミュレーション ソフト対策

1. はじめに

積雪期の火山噴火を想定すると、融雪型火山泥流の流下とそれに伴う流木が甚大な被害を引き起こすことが懸念される。泥流の規模は、噴火で放出される高温の噴出物量と、それらが流下する範囲の積雪量によって決まる。噴火しそうなときに、想定火口から麓までの斜面にどれだけの積雪があるかを随時把握できれば、発生する泥流量や流下影響範囲が住民まで広く配布されているハザードマップの条件と比較して、大規模な被害になりそうか小規模に留まりそうかの参考情報となりえる。本稿では、特定地点の積雪深から簡易的に全域の積雪を推定する方法を提案する。

2. 従来手法における課題

対象火山の斜面全域におけるリアルタイム積雪量の把握手法としては、気象庁の解析積雪深・解析降雪量データの活用や、ドローン映像や現地積雪観測計によるポイント情報からの推定があげられる。しかし、気象庁の解析積雪深は、約 5km 四方の平均的な値であり、局地的な降雪の多寡は表現できない。後者の方法は、人間が立ち入りにくい場所や危険な場所でも正確な情報を得られる利点があるが、ポイント情報であるため、斜面全体の積雪状況把握には不十分である。このため、予め対象地の地形情報と現地標高別積雪調査を実施して、標高-積雪深推定式を作成して観測点が限られる場合でも広範囲へ展開して推定する方法である。標高以外の地形要素や気象要素など、積雪深に影響を与える要因を考慮できないなどの課題がある。

3. 方法検討の対象地と使用データ

対象地は、長野・岐阜両県にまたがる乗鞍岳である。標高 3000m 級の山頂部には火口地形が複数存在しており裸地となっている（図 1）。乗鞍岳の火山ハザードマップは松本市や高山市等で構成する乗鞍岳火山防災協議会が平成 28 年度に作成しており、噴火に伴う火砕流に起因する融雪型火山泥流の発生も想定している。泥流は平成 25 年度の積雪データを使用した直線近似の標高-積雪深推定式によって対象量が設定されている。

乗鞍岳の山頂から中腹までの想定火砕流到達範囲については、令和 2 年秋の無雪期と令和 3 年 1 月の積雪期に、それぞれ航空レーザ計測が実施されており、2 時期データの差分解析によって面的な積雪深傾向が把握されている（図 2）。なお、令和 3 年 1 月計測時点の積雪深は、上記火山ハザードマップで融雪型火山泥流の影響を想定したとき（平成 25 年）に比べて 40～50cm 積雪が少ない傾向がみられていた（図 3）。



図 1 乗鞍岳山頂付近の地形と裸地の状況

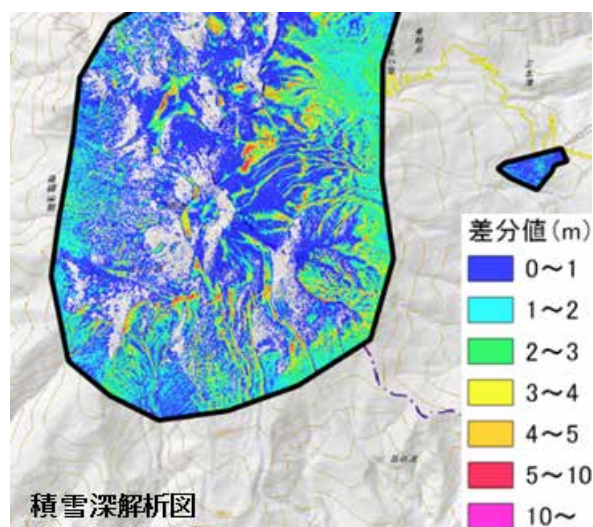


図 2 2 時期差分解析による積雪深分布図

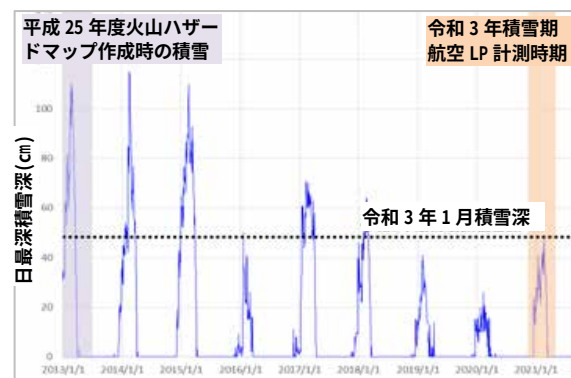


図 3 乗鞍岳の積雪推移（縦：積雪、横：年月）
左端がハザードマップ作成時、右端が LP 計測時

4. 特定地点の積雪深から全域の積雪を推定する方法

2 時期差分解析により求めた面的な積雪深分布（メッシュデータ）を用いて、積雪傾向の異なる斜面方向別（図 4 上）に、積雪深と標高との 1 次相関式（標高－積雪深推定式）を算出した（図 4 下）。相関式を作成するときには、値にバラつきが多く、積雪深も標高値と逆相関で減少傾向がみられる標高 2500m 以上のデータを除いて作成した。この相関式を用いて、火山噴火の兆候が見られた場合でも人が立ち入ることのできる場所（東麓の標高 1,500m に位置する乗鞍高原などを想定）の積雪深を直接測ることで、上流部の積雪深や火砕流が到達する斜面全体の積雪深を推定し積雪水量を算出する。算出した積雪水量をもとに、融雪型火山泥流の想定泥流総量を算出（算出式を入れた計算シートを用意）すれば、火山ハザードマップ作成時の想定泥流総量との比較が可能となり、避難等の対応に反映できる。

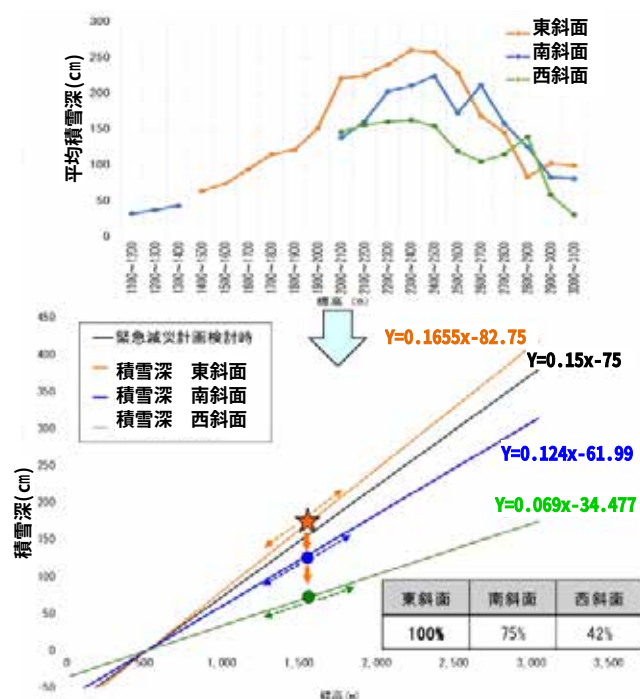


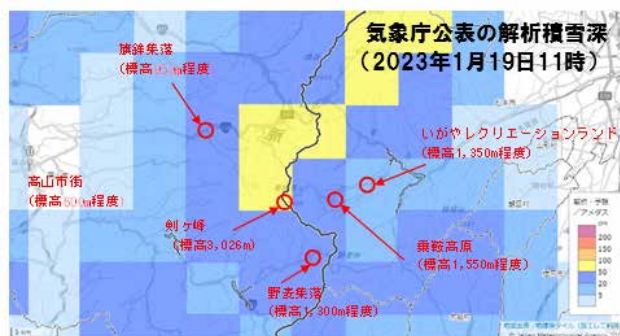
図 4 斜面方向別、標高別の積雪分布状況（上）と方位別の 1 次相関式（標高－積雪深推定式）（下）

5. 推定精度の検証

乗鞍高原での実測積雪深や作成した 1 次相関式から求めた推定積雪深と、気象庁による解析積雪深を比較したところ、東斜面ではやや過大に、西斜面では過小に算出される傾向にあるものの、概ね妥当な値が求められた（図 5）。また、西方向の斜面は計測データ数が少なく、積雪傾向を十分に反映していない可能性もあるため、参考程度の扱いとしている。

6. まとめ

2 時期航空レーザ計測の面的な差分積雪データを用いて斜面方向別の積雪傾向を把握し、標高－積雪深推定式を作成した。推定式で求めた値と現地実測値や気象庁の解析積雪深は概ね合致しており、概略把握には有効な精度であると思なせる。この推定式を作成したこ



地点	標高 (m)	方向	現地積雪 (cm)	推定式での積雪深 (cm)	気象庁解析積雪深 (cm)
乗鞍高原	1,550	東斜面	50	50.0	20～50
剣ヶ峰	3,026	東斜面		120.3	50～100
		南斜面		90.1	
		西斜面		50.2	
野麦集落	1,300	南斜面		26.8～30.3	20～50
旗鈴集落	950	西斜面		8.9	20～50
高山市街	600	西斜面		1～3	0

図 5 現地実測と気象庁解析積雪、推定式積雪の比較

とで、対象地域のリアルタイムの積雪水量や泥流総量を簡便に推定・算出することが可能になった。例えば、2023 年 1 月 19 日の乗鞍高原の積雪が 50cm であることがわかると、その時に東麓向きに発生する融雪型火山泥流は約 150 万 m³ と想定され、火山ハザードマップよりも影響範囲は小さい可能性があるといえる（図 6）。

・火山ハザードマップに描かれた条件
(山頂:350cm,乗鞍高原:158cm)
⇒ 泥流量 約420万m³
・本検討時(2023年1月19日)
(山頂:120cm,乗鞍高原:50cm)
⇒ 泥流量 約150万m³

図 6 1 地点の積雪深から泥流量を推定した例

噴火時や火山活動が高まった緊急時には、リアルタイムの数値シミュレーションやドローンを使った立入困難地域での調査など、様々な方法で現状把握の確実性を高める必要があるのはもちろんであるが、簡便な方法で即座に対応判断の参考となる情報の把握も重要である。今回の検討内容に対して、微地形や樹木、日照等の影響を加味した RPA や AI 適用、他地域への展開を引き続き検証して実用性を高めていく必要がある。

今回使用した航空レーザ計測データならびに現地積雪深調査結果等は、国土交通省松本砂防事務所から提供頂いた。受託業務内で実施した本検討の発表を御承諾下さった同事務所の関係各位に記して御礼申し上げます。

<使用データ、参考文献>

- 1) 国土交通省松本砂防事務所（2020）令和 2 年度管内航空レーザ計測業務（航空レーザ測量データ）
- 2) 国土交通省松本砂防事務所（2021）乗鞍岳火山噴火緊急減災対策砂防計画における対策施設等検討業務成果（積雪期航空レーザ測量データ）
- 3) 国土交通省松本砂防事務所（2021）乗鞍岳火山噴火緊急減災対策砂防計画における対策施設等検討業務報告書