

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

融雪型火山泥流リアルタイムハザードマップのための
山地積雪水量推定方法の研究

研究代表者氏名 荒川 逸人¹⁾
研究分担者氏名 安達 聖¹⁾ 松元 高峰²⁾ 河島 克久²⁾

1) 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 2) 新潟大学 災害・復興科学研究所

研究要旨

火山における山頂付近の積雪水量を知ることは融雪型火山泥流発生時の規模を推定する上でも重要であるが、条件の過酷な山頂付近での観測は難しくその整備もままならない。そこで本研究では気象観測施設や火山監視施設等で得られる既存の気象・画像データを用いて、機械学習によって山地積雪水量を推定する手法の開発をおこなうことを目的とし、蔵王山刈田岳・蔵王川流域において、インターバルカメラ撮影、積雪水量調査およびUAV測量による実測データを得る観測をおこない、融雪想定範囲における積雪深分布を求め積雪深水量の算定をおこなった。UAV測量や積雪水量結果から、森林限界となる山頂付近の積雪深は平均1.1mと求められ、高度に応じて積雪深が増加することを仮定した既存の推計値3.8mに比べて約30%少ないことがわかった。しかし、時間的な変化については未解決のため今後の課題となった。

A. 研究目的

積雪期の火山噴火時の融雪型火山泥流について、その影響範囲や到達速度などについてリアルタイムに推定し、火山活動の状況変化に応じた適切な避難行動をとるための情報提供が必要と考えられており、噴火時の当該斜面流域における積雪水量の空間分布とその時間変化を精度よく推定できていることが求められている。

そこで本研究では、既存の気象観測施設や火山監視施設等で得られる気象・画像データを用いて、機械学習によって山地積雪水量を推定する手法

の開発をおこなうことを目的とし、既存気象・画像データの収集、現地積雪水量調査、融雪想定エリアのインターバル撮影を実施した。また、防災科 研 雪 お ろ シ グ ナ ル (積 雪 水 量 分 布) < <https://seppyo.bosai.go.jp/snow-weight-yamagata/> > を活用し融雪想定エリアの積雪水量の空間・時間変化についても試算をおこなった。

B. 研究方法

B-1 対象流域

蔵王山火山噴火緊急減災対策砂防計画(平成27年5月)(蔵王山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会, 2015)(以下、蔵王火山砂防計画)の想定融雪範囲、UAV空撮のためアプローチのしやすさ、カメラ設置が可能な場所を検討し、蔵王山山形側の蔵王川を対象流域とした(図1)。

B-2 現地調査

a) インターバルカメラ設置

刈田岳山頂付近にインターバルカメラを設置し(図1)、融雪想定範囲付近の様子を撮影した。1時間毎に1枚撮影しメール送信をおこなった。

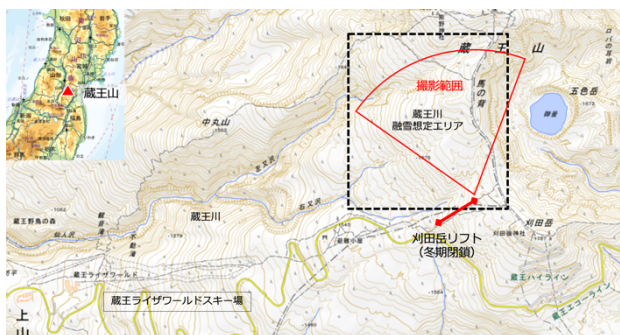


図1 調査位置図(国土地理院マップを利用)

b) 積雪水量調査

2023年3月9日に標高1500m, 1600m, 1700m地点で積雪水量観測をおこなった。

c) UAV 撮影

2023年3月9日に融雪想定エリア付近において、RTK-UAV を用い地表面から高度一定の自動航行撮影をおこなった。

B-3 解析

a) 積雪深分布解析

空撮により得られた画像データを PPK 処理 (GNSS データを後から電子基準点のデータで補正する方法) により位置補正をしたあと、SfM ソフトにより、オルソモザイク写真および雪面の DSM (0.2m メッシュ) を作成した。QIS ソフトを用い、国土地理院 DEM (5m メッシュ) との差分をとり積雪深分布を求めた。その際、メッシュの大きさを 1m に揃え、位置合わせもおこなった。

b) 既存データによる流域の積雪水量の比較

積雪水量調査と UAV 測量による積雪深分布から流域の積雪水量を推定した。また、防災科研雪おろシグナルの推定値との比較をおこなった。推定点は、想定融雪範囲から下流側に 9 メッシュ (1 メッシュ 250m) 選んだ。標高値はメッシュの中心位置を地形図から読み取った。

C. 結果と考察

C-1 インターバルカメラ

2022/11/11 16:00 より撮影開始をしたが、12/4 17:00 からレンズに付着した雪は落ちなくなり樹氷に取り込まれた。その後正常な撮影はできなかった。11/11~12/4 (25日間) のうち撮影ができた9日だけであった。今回、着雪により撮影はほぼできなかったが、登山道にはルートを示す多数の単管パイプが設置されており、これは着雪しても晴れた日に雪が落ちやすい。これをヒントに撮影方法の再検討が必要である。

C-2 積雪深分布解析

図2は作成されたオルソモザイク画像と夏期空中写真(国土地理院)である。赤線は積雪深分布を求めた領域を示す。夏期の写真から、標高の高いところは裸地での多いところは削剥された様子が見られ、谷沿いは雪面の乱れが比較的少ない。また、標高の低い方の植生は樹林帯となっていることがわかる。これをオルソモザイク画像と比

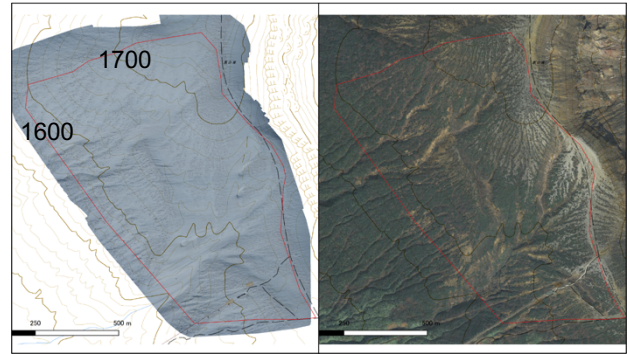


図2 オルソモザイク画像(左)と国土地理院夏期空中写真(右)。それぞれ国土地理院基盤情報データ(等高線)と合成。

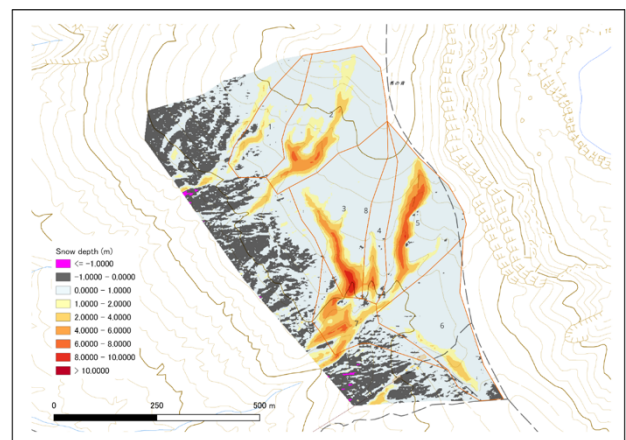


図3 積雪深分布図。赤線は流域、数字は流域の番号を示す。流域8は1~7全体を示す。国土地理院基盤情報データ(等高線)と合成。

表1 流域別の積雪深集計結果

流域	面積 km ²	積雪深, m				
		平均	最大	中央値	最頻値	標準偏差
1	0.025	0.58	3.87	0.43	0.42	0.579
2	0.058	1.17	7.10	0.66	0.31	1.287
3	0.051	1.31	9.83	0.52	0.36	1.853
4	0.017	0.98	6.50	0.39	0.40	1.334
5	0.048	1.47	8.29	0.51	0.27	1.913
6	0.047	0.49	3.81	0.35	0.26	0.520
7	0.026	1.61	7.62	0.53	0.16	1.864
8	0.271	1.10	9.83	0.48	0.28	1.518

較すると、谷地形以外では雪面が荒れた様子がみられた。

図3はSfMで作成した雪面DSMと国土地理院DEM元に作成した積雪深分布図である。グレーと紫は積雪深が負になった部分で、ここは樹林帯に該当することから、積雪深の算出が困難だった可能性がある。赤囲みは積雪深が比較的計算できた

流域を示す。表 1 は流域ごとの積雪深を集計したものである。どの流域も最大積雪深が 3 m あることがわかり、これは谷地形部分に相当する。流域 3 のように積雪深が 10 m 近ところもあった。また、裸地の部分はほぼ 1 m 未満であることがわかった。流域全体 (流域 8) の平均積雪深は 1.1 m であった。

C-3 流域の積雪水量推定

表 2 は積雪水量調査結果である。図 4 は雪おろシグナルから抽出したデータと積雪水量調査結果を示したものである。標高 1500 m で雪おろシグナルの推定値と実測値がほぼ一致したが、1600 m と 1700 m では実測よりも過大評価となった。

表 3 は、融雪想定エリアでの積雪水量を比較したものであり、積雪水量が標高とともに大きくなる仮定に基づく蔵王火山砂防計画や雪おろシグナルに比べて、標高が上がると積雪深が減る結果となった。今回は一度のみの観測であるので、引き続きデータの収集をするとともに本件結果が妥当であるか明らかにしたい。

D. 結論

既存の気象観測施設や火山監視施設等で得られる気象・画像データを用いて、機械学習によって山地積雪水量を推定する手法の開発をおこなうことを目的とし、融雪想定エリアのインターバル撮影、UAV 測量、現地積雪水量調査、を実施した。防災科研雪おろシグナルを活用し融雪想定エリアの積雪水量の試算をした。

- ・ インターバル撮影はほぼ失敗に終わり、撮影方法の改善をする課題が残った。
- ・ UAV 測量からは、流域の平均積雪深は 1.1m となり、雪おろシグナルや砂防計画よりも小さい値となった。
- ・ 融雪想定エリア積雪水量については、蔵王火山砂防計画の 30%であった。

今後は、既存データと比較し、時系列、年変動など統計値を算出するとともに、機械学習へ取り組むこととする。

文献

蔵王山火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会 (2015) : 蔵王山火山噴火緊急減災対策砂防計画 (平成 27 年 5 月), pp101.

表 2 積雪水量調査結果

標高 m.a.s.l	積雪深 m	重量 g	密度 kg/m ³	相当水量 kg/m ²
1700	0.42	212	252	106
1600	0.93	780	419	390
1500	1.37	1100	401	550

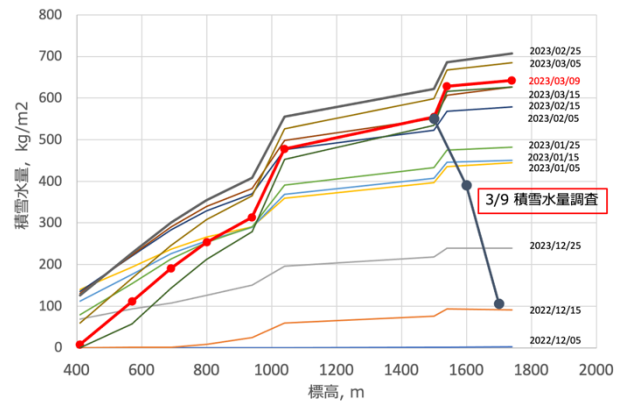


図 4 雪おろシグナルと実測の高度別積雪水量の比較。雪おろシグナルは 10 日ごとに集計。

表 3 噴火種類別の融雪範囲における積雪水量の試算 (積雪密度 350kg/m³ とする)

試算	種類		水蒸気爆発	マグマ噴火
	融雪範囲	km ²	0.45	0.93
蔵王山火山噴火緊急減災対策砂防計画	積雪深	m	3.83	3.81
	積雪水量	千m ³	609	1240
雪おろシグナル 2023/2/25 標高1700m	積雪深	m	2.1	2.1
	積雪水量	千m ³	331	684
	比率	%	54	55
観測からの試算	積雪深	m	1.1	1.1
	積雪水量	千m ³	173	358
	比率	%	28	29

(https://www.thr.mlit.go.jp/shinjou/03_s/about/kazan-funka/zao/03/zao_02_05_doc.pdf
2022 年 9 月 7 日確認)

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし