

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 (3)

研究代表者氏名 荒川 逸人¹⁾
研究分担者氏名 安達 聖¹⁾ 冨樫 数馬¹⁾
松元 高峰²⁾ 河島 克久²⁾ 諸本 大輝³⁾

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
3) 新潟大学大学院 自然科学研究科

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困難である。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計画した。改良したインターバルカメラは機器のトラブルはあったものの一冬期の撮影が可能となった。また、UAVは強風や視界不良などの悪天のため飛行ができず積雪深分布データを得ることができなかった。積雪水量については、今冬季も標高1600mより標高が高くなると積雪水量が減少する傾向は得られるとともに、標高1000-1500mでの標高に対する積雪水量増加の傾向は、雪おろシグナルにおいても良く推定されていることがわかった。

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/>>との比較もおこなった。

B. 研究対象流域

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)。



図1 調査位置図(国土地理院地図を利用)

C. 研究方法

C-1 インターバルカメラ設置

刈田岳登山道の標高 1700m 付近にインターバルカメラを設置した(図 1)。冬用登山道には道標として多数の単管パイプが設置されている。これは着雪しても晴れた日に雪が落ちやすいことが経験的に知られているためである。昨冬期は単管に小型カメラを設置したものの、カメラ設置位置から着雪が発達し撮影に失敗した。今冬期は、単管にカメラを埋め込み、外見は単管そのものとなるカメラを開発した。(図 2)。電源部は 200W ソーラーパネルと 12V120Ah バッテリから構成され、PC によってカメラを制御する。PC はタイマーによって 6 時から 18 時に 1 時間毎に合計 13 回、起動・撮影・終了をおこなう。撮影された画像はクラウドに保存される。消費電力およびバッテリーの 60 % が電力と使えたと仮定した場合、ソーラーパネルによる充電がなくても 50 日程度は稼働が可能ないように設計した。

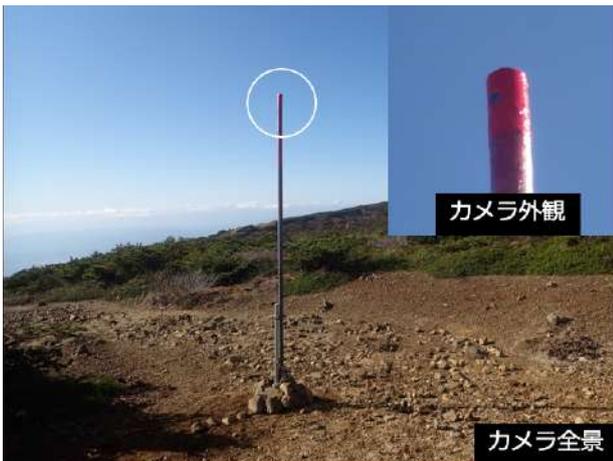


図 2 インターバルカメラの設置状況。



図 3 インターバルカメラの制御部と電源設備の設置状況。

C-2 UAV 撮影

2025/3/21 に、融雪想定エリア付近において RTK-UAV を用いた空撮をおこなう予定であったが、強風および視界不良などの悪天のため、撮影ができなかった。

C-3 積雪水量調査

2025/3/21 に、標高 1000m, 1300m, 1400m, 1500m, 1600m, 1700m 地点で、積雪水量観測をおこなった。

D. 結果と考察

D-1 インターバルカメラ

図 4 に対象領域の撮影に成功した画像の一覧を示す。2024/10/25 15:00 から撮影を開始し、2024/11/6 に積雪が確認された。2024/12/2 にはカメラの撮影方向が変わっていた。これは 1 週間程度続いた着雪と強風によって単管が根元から回転したとみられた。12 月と 1 月で撮影ができた日数は 4 日で、2025/1/27 には通信が不通となった。2/15 にカメラの画角修正、回転対策、通信復旧のメンテナンスをおこなった。通信不通の原因は機器類が雪に埋まったためであった。ソーラーパネルも埋まっていたが、タイマーは動作していたのでバッテリーは充分あると考えられた。2 月からは晴天日も多くなり、2025/2/15 から 2025/3/24 の期間に 15 日程度の撮影に成功した。

図 5 に (a)カメラの画像と (b)撮影範囲との関係を示した。(a)の紺色点線および(b)の灰色点線は稜線を示し、橙色点線と赤色点線の間が研究対象流域である蔵王川源頭部となっている。今冬期も UAV 撮影ができなかったことから、積雪深分布と撮影画像との関係付けるのは今後の課題となった。ただし、冬期を通して撮影する見通しがついたことから、撮影位置の再検討をしてより良い画像の取得を試みるとともに、通信不通の問題を解決することが必要である。

D-2 流域の平均積雪深と平均積雪水量

11 月から 2 月まではほぼ毎日のように悪天候であった。また、3 月調査時も天候に恵まれず、今冬期も UAV 撮影ができず積雪深分布を求めることができなかった。そこで、昨年同様に 2023/3/9 に得られた流域の平均積雪深 110cm と標高 1700m 地点で観測された積雪深 42cm との比率 2.6 から

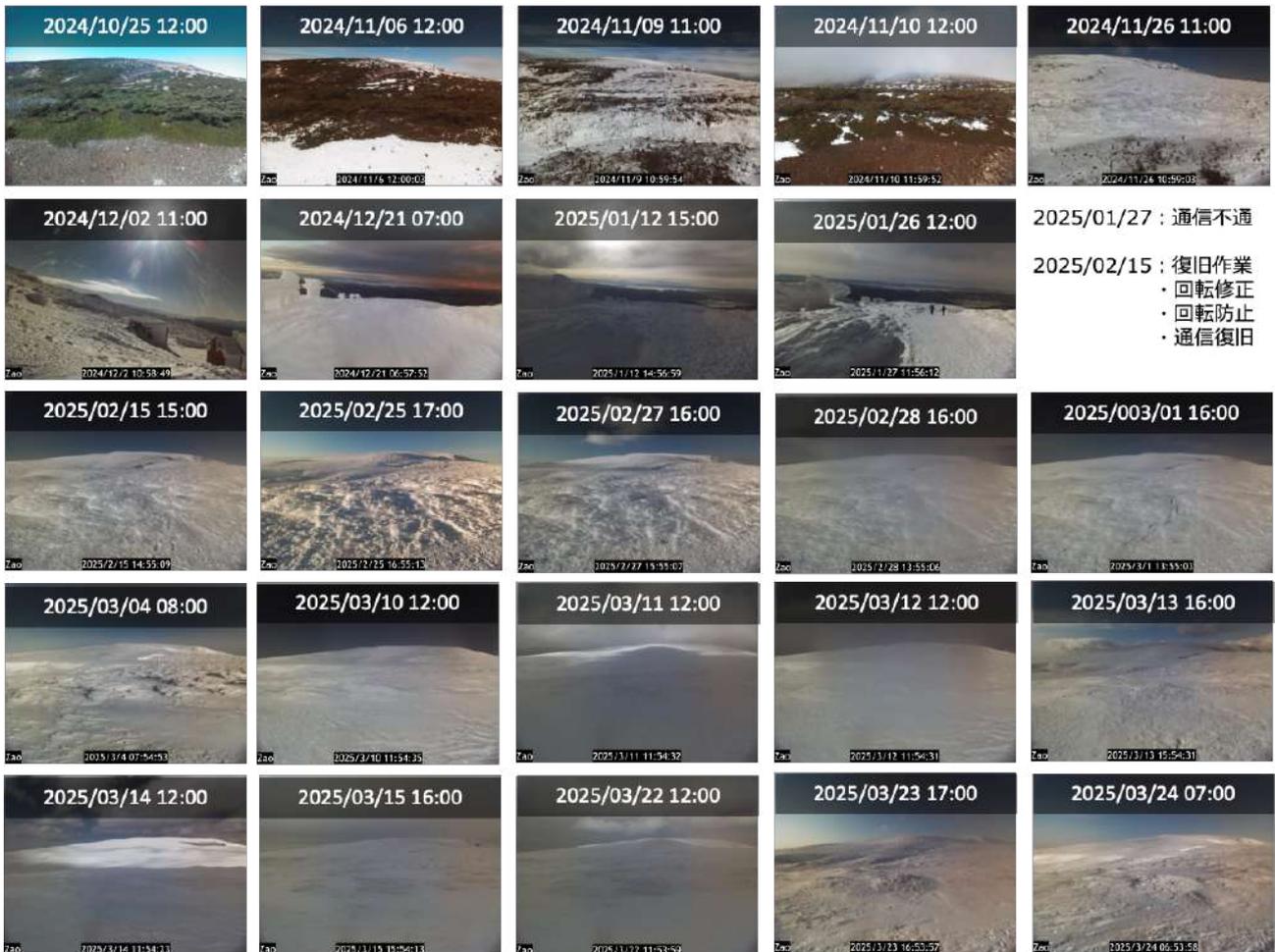


図4 2024/10/25 から 2025/3/24 の期間の晴天時に撮影ができた画像一覧。ただし、10月については設置日(2024/10/25)以降の無積雪時期は除く。

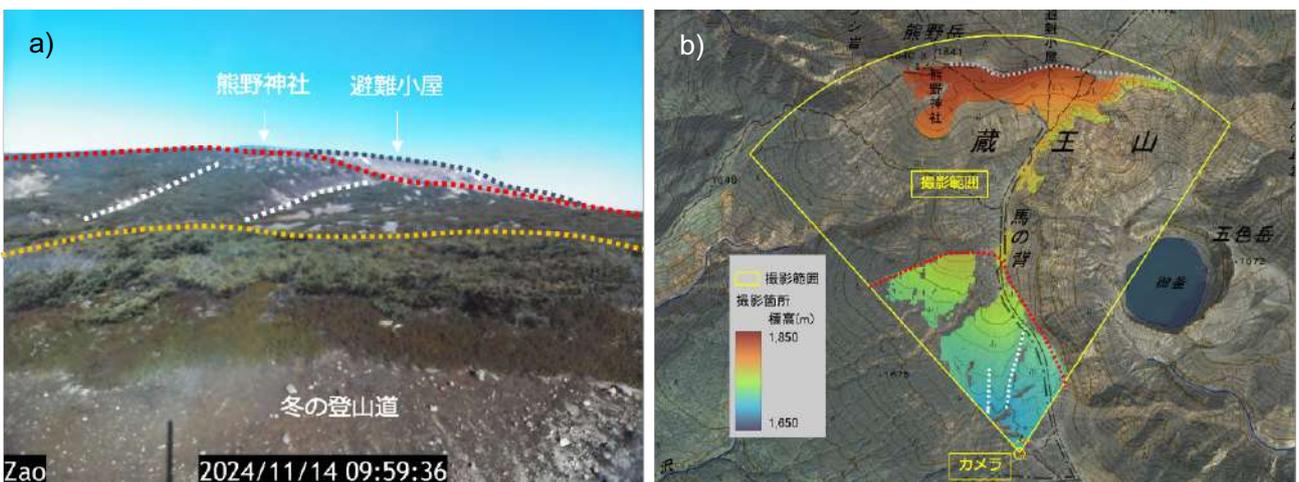


図5 インターバルカメラで撮影される画像と地図との対比。橙色点線と赤色点線で挟まれた部分が対象の蔵王川源頭部である。

2025/3/21 の流域の平均積雪深を推定したところすると 275cm となった。最終的には流域の平均積雪水量を知りたいが、適切な積雪密度をどのように与えるかが課題である。尾根は吹きさらしで、

谷は吹き溜まることから積雪状態が異なることは容易に想像される、次年度では尾根部や谷などの地形の違いも観測していく必要が考えられる。

D-3 積雪水量における雪おろシグナルとの比較

図 6 に、3 冬期における防災科研雪おろシグナルの推定値と積雪水量調査の比較を示す。雪おろシグナル推定地点として、想定融雪範囲から下流側に 9 メッシュ (1 メッシュ 1km) 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。雪おろシグナルは計算の特性上、標高に対して積雪水量増加となる。

積雪水量調査では、これまでと同様に、標高 1000-1500m での標高に対する積雪水量増加の傾向がみられ、標高 1600-1700m では積雪水量現象の傾向がみられ、雪おろシグナルの推計値に対してどのような補正をする必要があるかは引き続き課題である。

D. まとめ

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による積雪水量と現地調査の積雪水量の結果を比較した。

- ・ インターバル撮影はカメラの方向が変わってしまったり、通信不通があったりものの、一冬期を通して撮影することができた。得られた画像から解析に必要な画像について再検討し、撮影手法の改善をしていく必要がある。
- ・ 2 冬期続けて UAV 測量はできなかった。インターバルカメラの撮影を通して、調査可能な時期もわかりつつあるので、UAV の撮影機会を増やすとともに、衛星データの取得についても検討していく。

今後は、機械学習へ取り組むためのデータを増やしていきたい。

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.

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

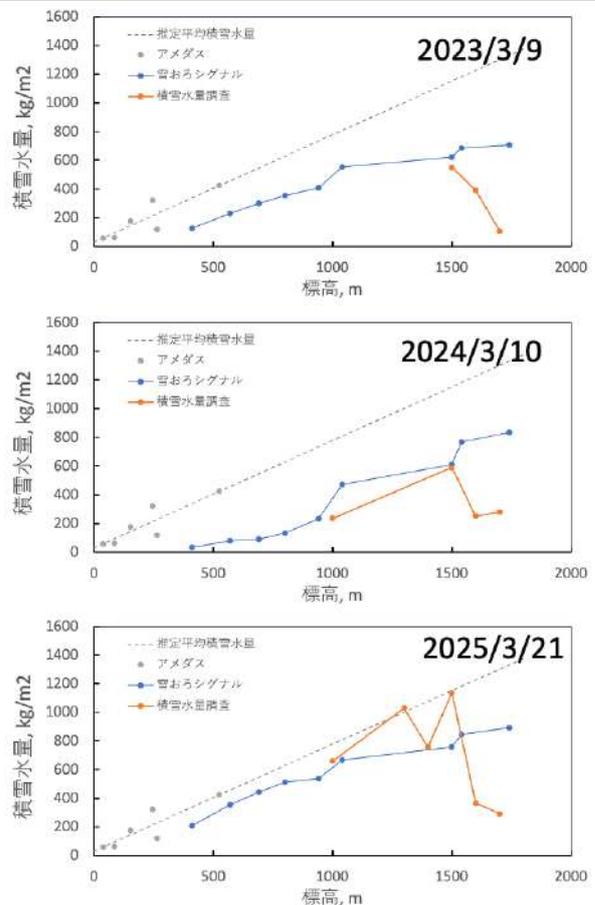


図 6 積雪水量について実測と雪おろシグナルによる推定値との標高に対する比較

謝辞

蔵王ライザワールド株式会社および (一社) 上山山岳会にはカメラの設置に関してご助言・ご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

雪氷研究大会 (2023・郡山), 2023 年 9 月, 福島県郡山市

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし