

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

湿雪雪崩におけるモデルパラメータの最適化に向けた観測的研究

研究代表者氏名 砂子 宗次朗¹⁾

研究分担者氏名 新屋 啓文²⁾, 田邊 章洋¹⁾, 明石 亜子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

研究要旨

日本では湿雪全層雪崩が毎年のように発生しており、そのリスク軽減には雪崩の発生から流動、堆積までを高精度に再現可能なモデルの整備が不可欠である。しかし、既存の雪崩流動モデルは主に乾雪を対象としており、日本特有の湿雪雪崩に適用するにはモデルパラメータの知見が不足している。本研究では、新潟県内の雪崩多発斜面において、2種類の定点カメラを用いた常時監視と、適宜実施する UAV 空撮による三次元積雪分布の計測を組み合わせることで、雪崩発生時の雪崩速度等の動的情報、雪崩堆積量等の静的情報までを定量的・系統的に取得することを目的とした。2026年2月から3月にかけて2種類の定点カメラを用いた雪崩観測を実施し、日中・夜間それぞれで複数回の雪崩を記録することに成功した。また、UAVを用いた空撮を複数回実施することで雪崩発生後の積雪深分布を取得した。

A. 研究目的

雪崩災害の防止や被害軽減のためには、流動距離等を詳細にマッピングした雪崩ハザードマップが不可欠である。日本では地形および植生情報を用いた雪崩危険個所の推定などが進められてきた。これらの手法は比較的簡易に雪崩発生斜面や範囲を推定可能である一方、積雪状態や気象条件を反映していない等の制約があり、推定精度には限界がある。他方、欧州では雪崩災害軽減を目的とした流動モデルが発達するとともに、ハザードマップ作成が進められている。しかし、これらの流動モデルは主に乾雪雪崩を対象として開発されており、日本で多発する湿雪全層雪崩に適用するにはモデルパラメータの知見が不足しているのが現状である。日本国内においては、現地踏査、航空写真、Unmanned Aerial Vehicle (UAV) 観測等を通じて雪崩発生状況の把握が進められてきた。しかしながら、雪崩の発生時刻や発生直後の積雪状況に関する継続的かつ系統的な観測データの蓄積は限定的であり、これが流動モデルの検証や適切なパラメータ設定を行う上での制約となっている。

そこで本研究の目的は、日本で頻発する湿雪全層雪崩に対応した雪崩流動モデルのパラメータ最適化に資する知見を得ることである。この目的達成のため、雪崩の発生時刻や発生時の積雪量、流動特性を定量化するための観測を、新潟県内において実施する。具体的には、定点カメラによる常時監視と、雪崩前後における UAV 観測により、雪崩流下距離や速度、発生区から堆積区までの三次元積雪分布および堆積量を把握する。本研究を基礎に流動モデルの最適パラメータの検証を進めることで、将来的には科学的根拠に基づく高精度な雪崩ハザードマップの作成に資することが期待される。

B. 研究方法

B-1 研究対象地

研究実施のために、観測サイトの選定を実施した。候補地は2024年度の共同研究(2024-6 空撮画像を用いた雪崩モデルパラメータ推定と気象・積雪条件の関係)における現場踏査結果等を踏まえ、1) 谷川岳近傍(群馬県みなかみ町)、2) 大毛無山(新潟県妙高市)、3) 権現岳(新潟県糸魚

川市), とした (図 1). 初冬期に各候補地を訪れ, 雪崩斜面の視認性, 機器設置候補地点から対象雪崩斜面までの距離, 冬期間中のアクセス可否, 商用電源の有無等を確認し, 観測サイトを権現岳の東側斜面に設定した.



図 1 雪崩観測サイト候補地の位置図. 本研究では 3) 権現岳を観測サイトとした. 背景地図には Google Earth を使用.

B-2 定点カメラ

対象雪崩斜面において, 定点カメラを用いた雪崩監視を実施した. カメラ機材は土木研究所雪崩・地すべり研究センターが管理する柵口地区雪崩観測サイト内の監視局舎に設置した (図 2). カメラは日中用 (HykeCam SP3) と夜間用 (SIONYX PRO) の 2 種類を用いた. 使用機材の詳細を Table 1 に示す. 雪崩の発生から流下・堆積に至る仮定を記録するため, 撮影モードはいずれも動画とした. 日中用の HykeCam SP3 は仕様上, 連続動画撮影が不可能であったため, 2 台を併用し撮影開始時間をずらすことで 1 分間隔の動画を取得した. 一方, 夜間用の SIONYX PRO にはインタ

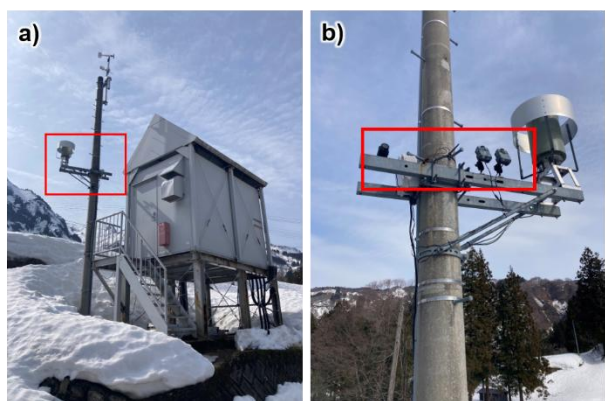


図 2 a) カメラ設置地点の局舎外観, b) カメラの設置状況. b) の赤枠内に示した左右のカメラはそれぞれ SIONYX PRO および HykeCam SP3 である.

表 1 使用した機材情報

カメラ	HykeCam SP3	SIONYX PRO
台数	2	1
撮影モード	動画 (1 分間隔)	動画 (連続)
撮影時間	4:30 – 19:30	19:30 – 翌朝
	4:31 19:31	-
解像度	2560 x 1440 pix	720 x 360 pix
フレームレート	30 fps	7.5 fps

ーバル撮影機能が搭載されていない. そこで現場に設置したスマートフォンを介して毎日定刻にカメラを遠隔起動し, 撮影を行った. 機材設置以降は概ね 1 週間ごとに現場状況の確認とデータ回収を実施した.

B-3 空中写真測量

2026 年 2 月末から 3 月中旬にかけて, UAV (DJI 社 Matrice 4E) を用いて 3 回空撮測量を実施した. 取得した空撮画像は Structure from Motion (SfM) 技術を用いて処理することで, 数値標高モデル (DEM) およびオルソ画像を作成した.

C. 結果と考察

観測サイト候補地の選定後, 2026 年 2 月に権現岳柵口に各定点カメラを設置し, 3 月末まで観測を実施した. 電源供給に関連した機材トラブルによりデータが取得できなかった時期があるものの, 観測期間を通じて観測システムが概ね正常に稼働することを確認した. 加えて, 観測期間中に複数回雪崩が発生していることを確認した. 図 3 および図 4 に日中と夜間にそれぞれ取得された雪崩発生例を示す. これらの 2 例では, 発生から停止までがおおよそ ~40 秒程度, 流下距離は ~300 m 程度の雪崩であった. 取得映像からは日中・夜間双方とも雪崩の発生時刻や流下方向, 堆積域のおおよその位置を判読可能であり, 本観測システムが雪崩事例の継続的な記録に有効であることが示された. 取得した動画データを基礎に, 現在観測期間中の雪崩発生回数や流下距離等の情報整理・解析を実施中である. これらの情報は雪崩運動モデルのパラメータ推定の基礎情報として利用する.

UAV 空撮画像から作成した DEM と無雪期の 5m 解像度 DEM (国土地理院基盤地図情報より取得) の差分から, 積雪深分布を作成した (図 5).

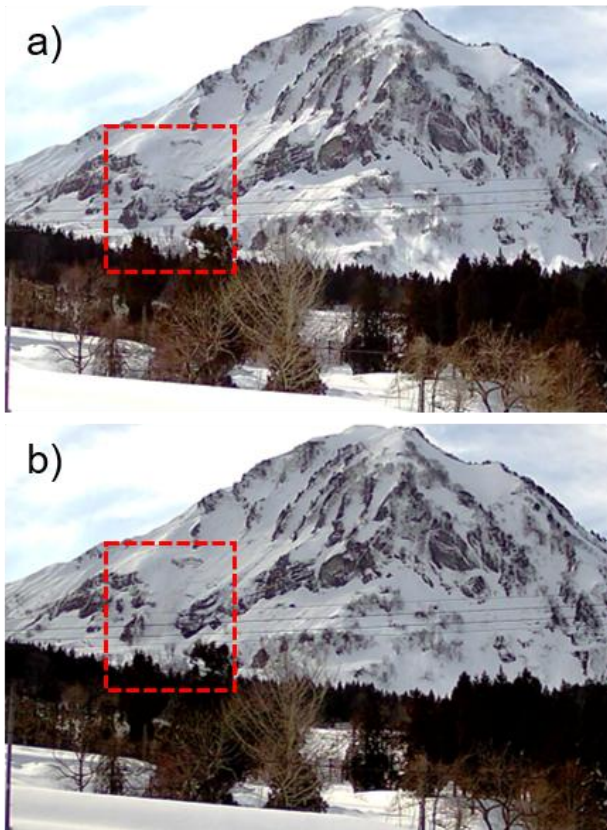


図 3 日中に撮影された雪崩発生前後の様子 (2月20日撮影).

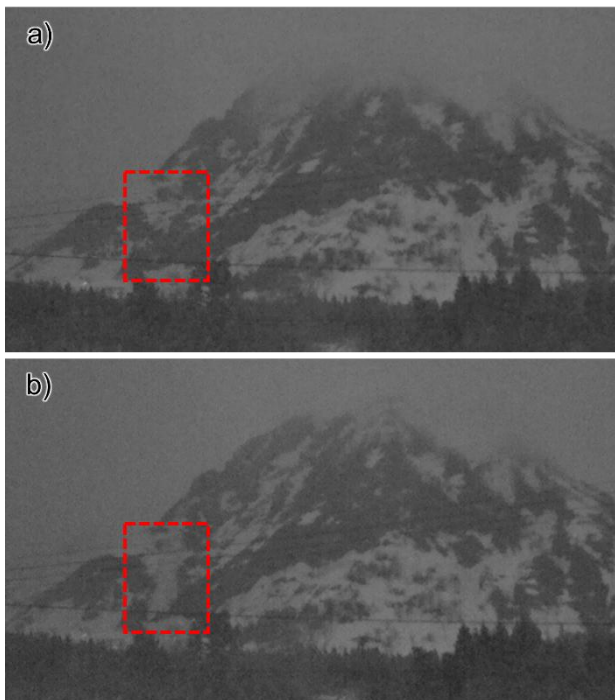


図 4 夜間に撮影された雪崩発生前後の様子 (2月20日撮影).

植生のマスク処理等を踏まえた詳細な解析・比較は今後適宜実施予定だが、雪崩斜面下の積雪深値

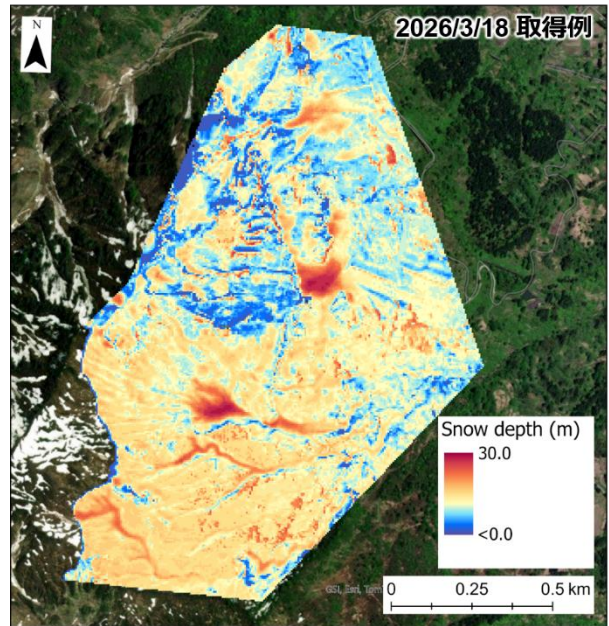


図 5 UAV-DEM と無雪期の差分から作成した積雪深分布例.

が周囲と比較して大きな値を示している。従って、時系列 DEM の差分をとることで雪崩堆積量推定は十分可能であると考えられる。

E. まとめ

湿雪雪崩に関する基礎的情報取得を目的として、昼夜問わずに観測可能な定点カメラシステムを構築し、冬期間連続観測を実施した。併せて、雪崩発生後に複数回の UAV 空撮を実施し、SfM 処理を実施することで DEM およびオルソ画像の時系列データを取得することに成功した。取得したデータの詳細解析について今後詳細解析を実施し、得られた知見を雪崩運動モデルのパラメータ設定等に適用する予定である。今後の課題として、定点カメラシステムの最適化や、商用電源が確保できない場合の観測システムを検討・構築する必要がある。

謝辞

土木研究所雪崩・地すべり研究センターの榎直人氏および渡辺伸一氏には、定点カメラの設置にあたり多大なるご協力をいただきました。ここに記して深く感謝申し上げます。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし