

北海道無意根山で発生した大規模な全層雪崩の調査報告

Investigation Report on the Large-Scale Full-Depth Avalanche on Mt. Muine, Hokkaido

齋藤 佳彦¹, 布川 大暉¹, イセンコ エフゲーニ¹, 西村 浩一¹

Yoshihiko Saito¹, Taiki Nunokawa¹, Isenko Evgeny¹, Koichi Nishimura¹

Corresponding author: saito@snow-eaters.com (Y. Saito)

¹株式会社雪研スノーイーターズ

¹YUKIKEN Snow Eaters Co., Ltd.

雪崩運動の理解や防災など工学的利用を目的として、世界各国で雪崩運動の数値シミュレーションモデルが開発・実用されている。一方でシミュレーションモデルの精度評価や積雪状況、雪崩の種類などに応じた最適な解析パラメータの同定に必要な、雪崩の定量的な観測データ（デブリの範囲や体積など）の蓄積は、特に日本国内において十分とは言えない状況である。本調査では、雪崩のデブリや発生区に関する定量的なデータの取得を目的として、2026年4月に北海道無意根山で発生した大規模な全層雪崩を対象に、UAV（Unmanned Aerial Vehicle）を用いた写真撮影により、発生区、デブリの範囲や面積、体積などを計測した。また提供された情報より、無意根山周辺でも複数の全層雪崩が発生していたことが確認された。

1. はじめに

雪崩運動の理解や防災など工学的利用を目的として、世界各国で雪崩運動の数値シミュレーションモデルが開発・実用されている（例えば、齋藤¹⁾, Gaume *et al.*²⁾など）。これら雪崩数値シミュレーションモデルは、雪崩の流下過程の理解という基礎的な研究のみならず、ハザードマップや雪崩対策施設の計画等、工学的利用においても極めて有益である。一方、シミュレーションモデルでは、複雑かつ表現性の高いモデルになるほど、雪崩の流動や地表面との摩擦、計算の安定や精度に係わるものなど、多数のパラメータが用いられることが多い。これらのパラメータは、一部、流動状態での直接的な計測から得ることができるものはあるものの、大半が実験や観測で取得された雪崩の流動状態やデブリの状況を、シミュレーションモデルを用いて再現することで同定することが必要となる。また、雪崩の流動状態は、雪崩の発生形態（全層・表層、面発生・点発生など）や雪質（雪粒子形状、密度や乾湿など）で大きく変化することが予想されるが、これらとモデルパラメータの関係を再現解析による同定により体系的に整理するためには、十分な雪崩の実験や観測データの取得、蓄積が必要となる。

以上のような背景から、著者らは雪崩の流動中および事後の調査観測を行い、雪崩に関する定量的なデータの取得、蓄積を進めているが、本報告

では、その一環として実施した北海道無意根山東斜面で発生した面発生全層雪崩の調査結果を報告する。

2. 調査の経緯と概要

2. 1 経緯

2026年4月11日にニセコ雪崩調査所の新谷暁生氏より、北海道札幌市無意根山東斜面において全層雪崩が発生していると情報が入り、天候が安定した4月16日に雪崩付近での調査を実施した。写真1に4月22日に遠方より撮影した写真を示すが、遠方からでも確認できる無意根山頂上付近から発生した全層雪崩の様子が確認できる。

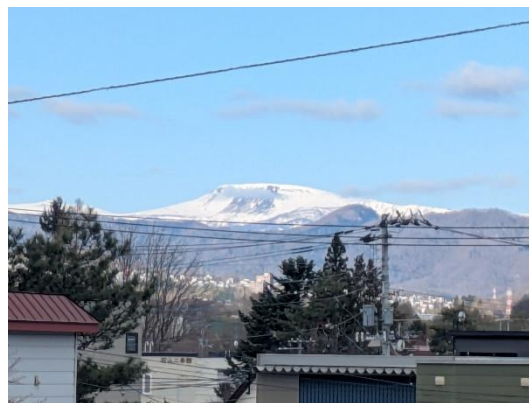


写真1 無意根山の雪崩の状況。札幌市石山緑地から2026年4月22日に撮影。

2. 2 調査概要

調査は2026年4月16日に、無意根山山頂から

北側に当たる豊羽鉾山から山スキーで雪崩発生地点付近まで移動し実施した。調査では UAV を用いた写真撮影に加え、デジタルカメラを用いてデブリの状況なども撮影した。UAV (写真2) による撮影の概要を表1に示す。また、調査箇所および撮影範囲の位置図を図1に示す。なお、調査では UAV の飛行を伴うことから、事前に石狩森林管理署への入林届(無人航空機を飛行させる場合の入林届)を提出した。UAV による撮影は無意根山頂上付近より離発着させ行った。

表1 UAV による調査の概要。

調査日	2026年4月16日
使用機種 (UAV)	DJI Matrice4E
撮影高度	地上から 100m ※地形フォロー
撮影範囲	南北 700m × 東西 900m
撮影枚数	632 枚 (可視画像)
座標取得	ネットワーク型 RTK-GPS
解析ソフト	DJI Terra

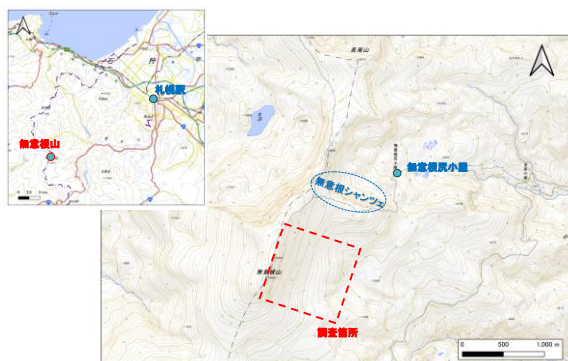


図1 調査位置図。

堆積区

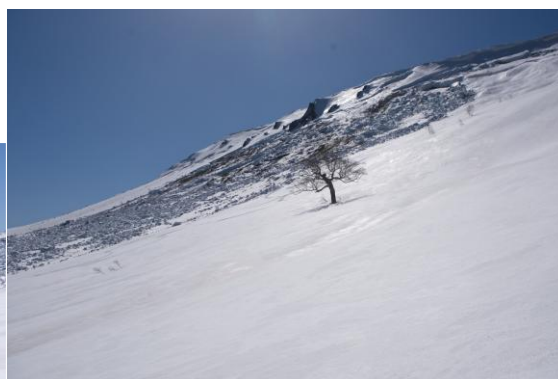


写真2 使用した UAV (DJI Matrice4E)。

3. 調査結果

3. 1 雪崩の状況

写真3に発生区～堆積区の雪崩の全景、写真4および写真5に発生区、堆積区の状況を示す。写真3および4に示すように、雪崩は無意根山山頂稜線の直下の岩場付近より発生し、部分的にブロック上に雪が残された状況であるが、地表面の植生は露出していることから全層雪崩であることが確認できる。発生区付近は樹高が大きい樹木はなく、地表面は低木等に覆われており、積雪のグライドが生じやすい状況であったと考えられる。また走路および堆積区ではブロック上のデブリで構成されており、また雪面を雪塊が滑ったような雪面形状が見られたことから、発生した雪崩は完全には流動化せず、ブロック状に滑り下ったものが大半であったと予想される。写真5には堆積区の一部を示すが、堆積区は地形が2段となっており、大半のデブリが見られた上段から勾配が大



発生区

写真3 発生区～堆積区の状況。

きくなり下った2段目には、部分的に存在する沢地形部を流下した形状でデブリが発生していた。



写真4 発生区の状態。

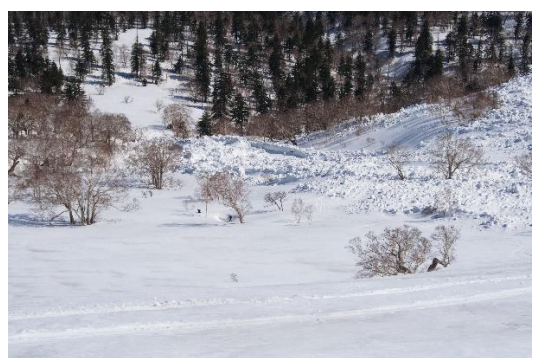


写真5 堆積区の状態（一部）。

3. 2 UAVによる計測結果

UAVで撮影された写真を元に SfM/MVS (Structure from Motion / Multi-Vision Stereo) の手法によりデブリおよび雪面形状の3次元での復元を行った。なお、解析には DJI Terra を用いた。図2に復元した3次元の雪面データより作成した陰影図を示す。図に示されるように、発生区～堆積区までの雪面状況が把握できることがわかる。雪面の形状から判断し、発生区は長さ（斜面方向）で水平で200m程度、幅（斜面直交方向）は水平で490m程度であった。また、発生区上端からデブリ末端までの距離（流下距離）は、水平

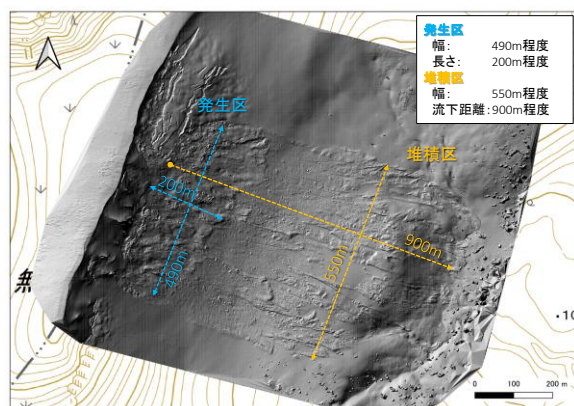


図2 発生区～堆積区のデブリ状況（陰影図）。

で900m程度であった。デブリの幅は550m程度と発生区の幅と比べ1割程度広がった程度で、ほぼ平行に流下した状態であった。発生区や流下距離から大きな全層雪崩であると判断できる。ただし、発生した雪崩が例年と比較して大きいのか否かの判断は今後の継続的な観測が必要である。

図3に復元した雪面の3次元データと国土地理院で配信されている数値標高モデル（1mグリッド）の差分を取ることによって算出した堆積深分布を示す。堆雪深が0の部分は発生区となるが、部分的に残っている部分はあるものの、ほとんどが流下しており、このデータからも全層雪崩であったと言える。またデブリは斜面方向に300～400mにわたって堆積していることに加え、斜面勾配が変化する末端部では、部分的に沢筋を流下していることがわかる。また、白線で囲まれた部分の中央部は、堆雪深が小さく、雪崩の範囲外と同程度の深さ（2～3m）となっていた。これは発生区より発生した雪崩が走路上の積雪をそれほど浸食せずに滑るように流下した状況を示していると思われる。なお、白線で囲まれた部分は堆雪深分布よりデブリとして判断した領域であるが、この部分の統計を取ると、面積は290,000 m²程度、体積は270,000 m³であった。以上のように UAVで撮影した画像より、発生区～堆積区までの雪面の状態や、発生区、デブリなどの面積や体積を定量的に把握することが可能であり、雪崩数値シミュレーションとの定量的な比較によって極めて有効なデータであると言える。

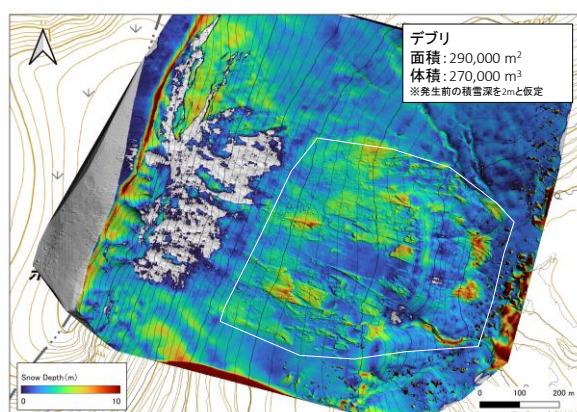


図3 堆雪深分布。調査、解析で得られた雪面高と国土地理院数値標高モデル（1mグリッド）作成。白色部分は堆雪深が0の部分。デブリの面積、体積は白色線で囲まれた部分を統計したもの。

4. 考察

4. 1 雪崩の発生時期について

本調査で対象とした雪崩は、すでに発生した後に痕跡を発見、調査したものであり、いつ発生したのかは不明である。そこで周辺で観測された気象データより、発生時期を推察した。図4に発生箇所近傍で観測が行われている喜茂別アメダスの積雪深、気温の推移を示す。上図の積雪深を見ると、2025 冬季は最大が2月上旬ごろであり、その後は気温の上昇により低下に転じていることがわかる。3月上旬から下旬の期間は、積雪深はほぼ横ばいであり、減少はあまりしていない。3月下旬以降は急激に積雪深が減少し、4月上旬には0となった。観測地点である喜茂別と比べ、雪崩が発生した無意根山山頂地点は気温が低く、融雪時期も遅れると考えられるが、雪崩を発見時期から考え、3月下旬から4月上旬に発生した推察される。

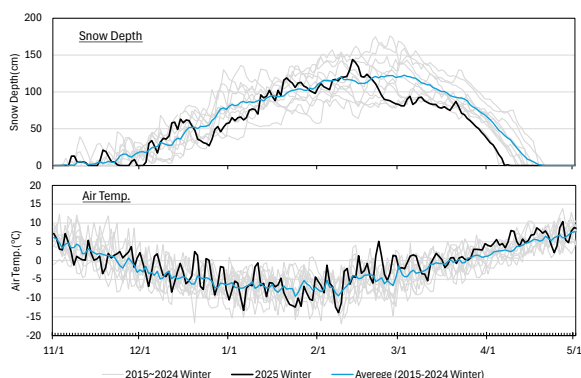


図4 喜茂別アメダスの積雪深、気温の推移。
上図：積雪深、下図：気温。日平均値を図示。

4. 2 無意根山周辺で発生した全層雪崩

今回調査を行った無意根山東斜面で発生した雪崩は、前述の通り、3月下旬から4月上旬ごろ



写真6 無意根山周辺で確認された全層雪崩。
提供：栃内譲氏。

に発生したと予想されるが、無意根山周辺でも多数の全層雪崩が発生していたことが情報提供により確認された(写真6)。雪崩発生が確認された箇所は、無意根山から北に位置する余市岳、白井岳付近と13 km程度と近い。継続的な調査が行われていないため、断定することはできないが、例年と比較して、無意根山周辺は全層雪崩が多発しやすい気象条件であった可能性が予想される。今後の継続的な調査や気象データの解析により、全層雪崩が多発、大規模化する条件等を明らかにすることができると考えられる。

5. まとめ

本調査では2026年4月に確認された北海道無意根山東斜面での全層雪崩を対象に、UAVを用いた計測を行い、雪面形状や発生区、デブリ等の位置や範囲、体積などを定量的に把握することができた。このような雪崩に関する定量的なデータは、雪崩の発生や運動の理解のみならず、雪崩数値シミュレーションモデルの精度向上や最適パラメータの同定にきわめて有効なデータであると言える。今後、雪崩数値シミュレーションによる再現解析を行う予定である。また、同箇所における継続的な調査(同様の調査や定点カメラを用いた連続観測など)や、他の雪崩事例の調査を行うことでデータの蓄積を進め、最適なモデルパラメータの体系的整理や、全層雪崩の発生や規模と気象条件等との関係把握を進めていきたいと考えている。

【謝辞】

無意根山での雪崩発生の情報を提供いただいたニセコ雪崩調査所の新谷暁生氏、周辺で発生した雪崩の写真、情報を提供いただいた栃内譲氏に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 齋藤佳彦 (2022) : Explicit-MPS 法による雪崩数値シミュレーションの検討. 雪氷, 84(4), 263-281.
- 2) Gaume, J., van Herwijnen, A., Gast, T., Teran, J. and Jiang, C. (2019) : Investigating the release and flow of snow avalanches at the slope-scale using a unified model based on the material point method. Cold Regions Science and Technology, 168, 102847.