

雪崩による森林被害予測の試み

- 石澤 淳 (信州大学大学院)
- 福山 泰治郎 (信州大学学術研究院)
- 平松 晋也 (信州大学学術研究院)

1. はじめに

2017年2月に南アルプス仙丈ヶ岳北東斜面において、4.2 haの森林被害をともなう雪崩が発生した¹⁾。

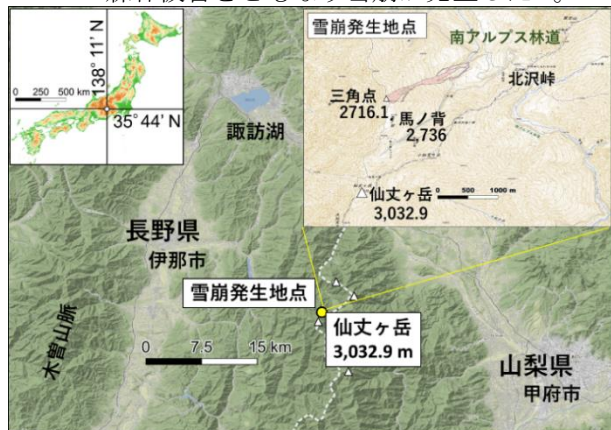


図1 雪崩発生地点の位置

この雪崩により発生した倒木の一部(615 m³)は河道に堆積し、出水による二次災害の危険が考えられたことから、中部森林管理局南信森林管理署によって2018年に河道堆積木の処理がおこなわれた。本事例のように雪崩による森林被害はしばしば発生している(例えば、竹内ら, 2014)。雪崩による森林被害は、

- (1) 木材資源の損失
 - (2) 雪崩被害の助長：巻き込まれた倒木による
 - (3) 土砂災害の助長：河道堆積木の二次的な移動による
- などの問題を引き起こすことが想定される。したがって、雪崩による森林被害の予測をおこなうことが必要と考えられた。

雪崩による森林被害をおこなうためには、過去に発生した雪崩による森林被害を再現することで、シミュレーションの精度を検証・向上させることが必要と考えられる。そこで本研究では、調査と雪崩シミュレーションによって、2017年2月に発生した雪崩を再現することで雪崩のボリュームと森林被害(面積)との関係を明らかにすること、同一斜面において雪崩による森林被害の予測をおこなうことを目的とした。

2. 方法

雪崩による森林被害の再現・検証と予測は、幹折れ木の樹種や幹折れ高、幹折れ高直径、剥皮高(以下、幹折れサイズとする)から雪崩速度を推定する方法²⁾と雪崩シミュレーションに基づいておこなった。

幹折れサイズから雪崩速度を算出するために、既往研究^{1),2)}に準じて、以下の式を用いた。

$$v = \frac{D}{4} \sqrt{\frac{\pi \sigma_{MOR}}{C_d \rho h l \cos \theta}} \quad (1)$$

ただし、雪崩速度 v (m s⁻¹)、幹折れ高直径 D (m)、曲げ破壊強度 σ_{MOR} (MPa)、抗力係数 C_d 、雪崩密度 ρ (kg m⁻³)、雪崩層厚 h (m)、雪崩の荷重部から幹折れ高までのアーム長 l (m)、斜面勾配 θ (°)である。

雪崩シミュレーションには、スイス雪・雪崩研究所(SLF)で開発された連続体モデル RAMMS を用いた。RAMMS では、1次元流体モデル(Voellmy モデル)を3次元に拡張することで雪崩の流下が表されている。RAMMS によるシミュレーションの計算条件は次の通りである。計算に利用する地形データは、国土地理院から取得した5-m DEMを利用した。雪崩の発生域は、森林被害箇所よりも上流の裸地や疎林帯(4.9 ha)を設定し、雪崩として流下した積雪の厚さ(上載積雪厚)は、シミュレーション結果が実際の雪崩の流下範囲や森林被害箇所を再現できるように試行錯誤した。森林エリアは、雪崩発生前に森林であったエリアとした(図2)。雪崩の流下範囲と森林被害箇所は、空中写真判読と現地調査によって特定した。

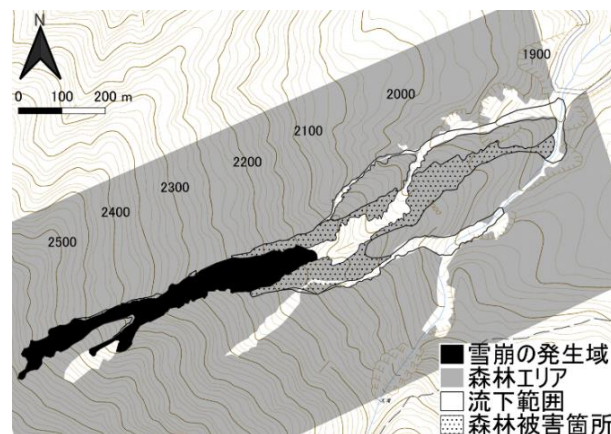


図2 RAMMS の計算条件. 雪崩の発生域と森林エリア

3. 結果と考察

幹折れサイズと RAMMS に基づいて算出した2017年2月の雪崩による森林被害の再現・検証結果を図3~5に、予測結果を図6に示す。図3は、幹折れサイズから算出された雪崩速度を空間補間(IDW法)してえられた

雪崩の流速分布を表している。下流ほど直径の大きな幹折れ木が分布していたことから、直径に依存して、下流ほど推定速度が大きい傾向がみられた。

図 4 は、RAMMS により算出された雪崩の流下範囲と最大流速分布を表している。試行錯誤の結果、上載積雪厚を 0.6 m とすると、雪崩の流下範囲と森林被害箇所がおおむね再現された。このとき、雪崩の発生域の面積 (4.9 ha) と上載積雪厚 (0.6 m) から、流下した雪崩のボリュームは 29,400 m³ と見積もられた。幹折れサイズと RAMMS により算出された推定速度 (図 3,4) を比較すると、RAMMS による推定速度が小さい傾向がみられた。その一因として、計算に利用した DEM は無雪期の標高データであるため、積雪による地表面の平滑化の影響が計算に反映されていないことが考えられた。図 5 は、森林エリア (図 2) と RAMMS による計算結果 (図 4) を重ねあわせることによりえられた、森林被害箇所の再現結果を示している。計算結果は実際の森林被害箇所をおおむね再現しているものの、一部に過大・過小評価がみられた。森林被害箇所の再現結果が過大・過小評価されたのは、地形データに積雪による地表面平滑化の影響が加味されていないことで雪崩の流下方向や速度に誤差が生じたと考えられた。

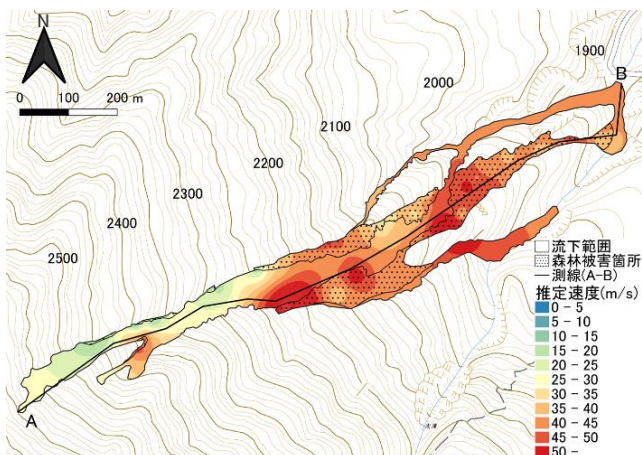


図 3 幹折れサイズから算出された雪崩の流速分布

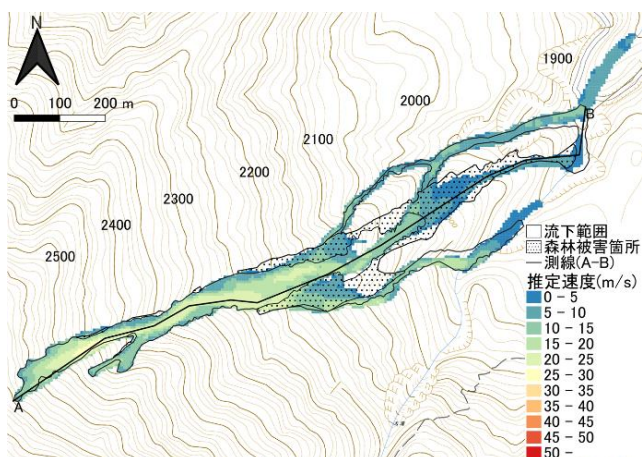


図 4 RAMMS により算出された雪崩の流速分布

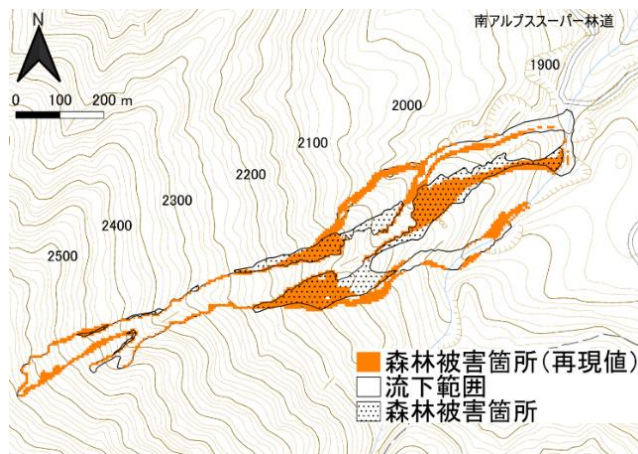


図 5 RAMMS による森林被害箇所の再現結果

図 6 は、同規模の雪崩が再度発生した場合予測される森林被害箇所 (倒木発生危険箇所) を示している。森林が消失したことで森林による雪崩減勢効果が失われ森林被害が 2.4 ha 程度拡幅・伸長すると予測された。なお、雪崩のボリュームは 2017 年 2 月の雪崩と同様 29,400 m³ とし、森林エリアは図 2 に示す森林エリアから森林被害箇所を除いたエリアとした。

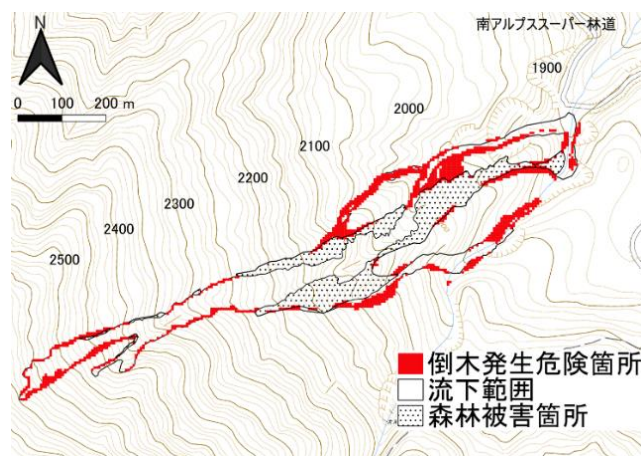


図 6 RAMMS による森林被害箇所の予測結果

4. おわりに

本研究では、RAMMS による計算に用いる地形データに課題は残されているものの、雪崩による森林被害の再現・予測はおおむね可能と考えられた。今後は地形データに積雪による地表面平滑化の影響を加味するとともに、検証データを蓄積することで、再現精度の向上に取り組む予定である。

<引用文献>

- 1) 石澤淳, 福山泰治郎, 平松晋也, 平島寛行: 2020 年度砂防学会研究発表会概要集, p.231-232
- 2) 竹内由香里ほか: 岩手山で 2010-11 年冬季に発生した大規模雪崩による亜高山帯林の倒壊状況と雪崩速度の推定, 雪氷 76(3), 221-232, 2014