

灌木の抵抗力を考慮した全層雪崩の発生に対する積雪安定度の評価手法の開発

勝島隆史¹・松元高峰²・小田憲一³・宮下彩奈¹・勝山祐太¹・河島克久²・竹内由香里¹

(1: 森林総合研究所 2: 新潟大学災害・復興科学研究所 3: 日本大学理工学部)

1. はじめに

新潟県をはじめとする本州の豪雪地の中山間地にある全層雪崩の発生区の多くでは、匍匐した樹形の灌木が成育している。灌木は全層雪崩の発生に対して抵抗力として働くが、この影響を定量的に示すことが難しく、灌木の存在が全層雪崩の発生予測を困難なものにしている。本研究では、積雪モデルを用いて積雪の安定度を推定するとともに、現状では推定することが難しい灌木の抵抗力の変化を実測値として安定解析に取り入れることで、灌木の影響を考慮した斜面積雪の安定度の評価手法を新たに提案する。

2. 研究手法

新潟県魚沼市大白川の全層雪崩の斜面を対象として研究を実施した。解析は2020-21年の冬季を対象とした。対象斜面における全層雪崩の発生直後の現地調査から、倒伏した灌木の樹幹の上面に位置する積雪層が破断することで、全層雪崩の滑り面が形成したことが確認されている。そこで、積雪の1次元モデル(Katsushima et al., 2009; Ikeda et al., 2014)を用いて、積雪底面の積雪層における安定度(上載荷重とせん断強度指数との比, Stability Index, 以下SI)の時間変化を推定した。計測により得られた1本あたりの灌木の抵抗力と立木密度との積を積雪層の安定化効果としてせん断強度に加えることで、灌木の抵抗力を考慮した安定度(以下, SI_{tree})を新たに作成し、この時間変化を求めた。灌木の抵抗力は、解析対象期間に対象斜面で実際に計測されたものを使用した(勝島ら, 2021)。灌木が倒伏する際に生じる曲げひずみの中立軸に相当する樹幹側面の位置のひずみ量を計測し、樹幹に生じる引張ひずみを検出した。現地での曲げ試験により測定したヤング率を用いて、引張ひずみを引張軸力に変換し、これを灌木の抵抗力として扱った。雪崩発生区に設置したグライドメータにより斜面積雪の累積移動量(グライド量)の時間変化を測定し、それぞれの時刻におけるグライド速度、加速度を求めた。

3. 結果と考察

グライド量の計測結果から、2021/2/9にグライドが開始し、グライド速度が増加した。その後、2/15にグライド速度が急激に加速し、その日のうちに全層雪崩の発生に至った。灌木の抵抗力は、12月末に期間の最大値が計測され、その後緩やかに減少し続けた。2/11から抵抗力が急激に減少し、2/12には抵抗力が作用しない状態が測定された。

図1に、積雪底面の積雪層の安定度の時間変化を示す。灌木の抵抗力を考慮しない通常のSIでは、全層雪崩の発

生していない1月中の期間においても融雪や降雨が発生する度に、雪崩の発生の危険性の目安とされる $SI=1.5$ を下回る不安定な状態が評価された。一方で、灌木の抵抗力を考慮した SI_{tree} では1月中は低い時でも2程度と比較的安定な状態が評価された。このことは、積雪の初期において灌木は斜面積雪の安定化に寄与することを示しており、この効果を安定解析に取り入れる必要があることを示している。一方で、雪崩の発生した2日前の2/13からは、 SI_{tree} が日中に1.5を下回る状態が評価されていた。この雪崩発生直前の期間においては、灌木の抵抗力は作用しておらず、また、湿雪化した積雪底面付近の積雪層のせん断強度では上載する積雪を支持することができず、結果として積雪底面付近の積雪層を滑り面としてグライドが進行することで、全層雪崩の発生に至ったものと解釈される。

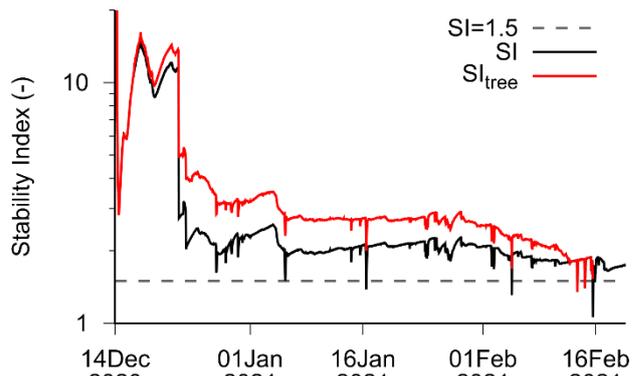


図1 積雪底面の積雪層の安定度の時間変化。赤実線が灌木の抵抗力を考慮したもの(SI_{tree})、黒実線が考慮しないもの(SI)。

文献

- Katsushima, T., Kumakura, T. and Takeuchi, Y. (2009): A multiple snow layer model including a parameterization of vertical water channel process in snowpack. *Cold Reg. Sci. and Technol.*, **59**, 143-151.
- Ikeda, S., Katsushima, T., Matsushita, H., Ito, Y., Takeuchi, Y. and Akiyama, K. (2014): Comparison of snowpack on a slope and on flat land focusing on the effects of water infiltration, *Cold Reg. Sci. and Technol.*, **108**, 91-97.
- 勝島隆史, 松元高峰, 小田憲一, 宮下彩奈, 勝山祐太, 河島克久, 竹内由香里(2021): ひずみゲージを用いた全層雪崩斜面の灌木が持つグライドに対する抵抗力の計測, 雪氷研究大会(2021・千葉-オンライン)講演要旨集, 144.