

気象観測データを用いた湿雪雪崩の発生条件に関する解析

松下拓樹・池田慎二・秋山一弥(土木研・雪崩C)・原田裕介・伊東靖彦(土木研・寒地)

1. はじめに

湿雪雪崩は、融雪水や降雨などの水の存在によって積雪の強度が低下することと、降水による積雪への上乗荷重の増加によって斜面積雪が不安定となり発生する。さらに、積雪内への水の浸透に雪質などの積雪の層構造が影響するなど、湿雪雪崩の発生機構は複雑である。ここでは、湿雪雪崩の発生条件について、雪崩発生箇所近傍の気象観測データを用いた解析を試みた。

2. データと解析方法

北海道における湿雪雪崩の発生事例(2000年3月～2011年3月のうち1～3月の80件)を対象に、雪崩発生箇所近傍の気象観測データを用いて解析を行った。使用した気象観測データは、気象庁 AMeDAS と北海道開発局道路テレメータの気温、積雪深、降水量、風速等の1時間間隔の観測データである。雪崩発生箇所の気温は、気温減率($=-0.0065^{\circ}\text{C}/\text{m}$)を用いて標高補正し、降水量は、横山ら(2003)の方法によって降水量計による降水粒子の補足率を考慮して補正した。補正した気温と降水量を用いて、近藤ら(1995)に従い気温が 1.8°C 以上の場合を降雨、 1.8°C 未満を降雪として、降水量から降雨量(mm)を求めた。日射量の日積算値(J/m^2)は、近藤ら(1991)の手法を用いて AMeDAS の日照時間(h)から推定した。また、積雪の表面付近における融雪量(mm)は、水津(2002)の簡易熱収支法に従って求めた。さらに、Kawashima *et al.*(1994)による積雪内の温度勾配に関する指数 TG と融雪に関する指数 MF を算出した。

$$TG = |Ta/Hs| \cdots (1) \quad MF = \Sigma Ta_+/Hs \cdots (2)$$

ここで、 Ta は根雪期間の平均気温($^{\circ}\text{C}$) (ただし $Ta > 0$ の場合 $TG=0$)、 Hs は根雪期間の平均積雪深(cm)、 ΣTa_+ は根雪期間の 0°C 以上の日平均気温の積算値($^{\circ}\text{C day}$)である。

3. 解析結果

図1は、湿雪雪崩発生の前日と当日(発生時刻まで)の降雨量と融雪量の合計と発生時の積雪深の関係である。積雪への水の供給量が多いと全層雪崩が発生する傾向にあり、表層雪崩の多くは水の供給量が比較的少ない場合に発生している。

積雪への水の浸透実験(松下ら, 2013)によると、しまり雪主体の斜面では、水は積雪層に沿って斜面下方に流れる傾向があり、積雪底面には容易に到達しない。しかし、ざらめ雪が多くなると、水は積雪底面へ浸透していく。つまり、雪質などの積雪の層構造によって湿雪雪崩の発生形態(全層、表層)が異なると考えられる。そこで、図2に、 TG と MF の関係を示す。図中に示す実線と点線は、Kawashima *et al.*(1994)による雪質を分ける目安である。図2より、表層雪崩では数事例を除いて MF が小さく、しまり雪やしもざらめ雪が主体の積雪で雪崩が発生したと考えられる。ただし、全層雪崩はばらつきが大きく、 TG と MF から発生条件を明確に示すことはできなかった。湿雪雪崩の発生条件を示すには、融雪量や図2の指数だけではなく、さらに複数の要素を組み合わせることで明確になると考えられる。今後は、北海道以外の地域の湿雪雪崩事例も加えた解析を行い、湿雪雪崩の発生条件を検討していく。

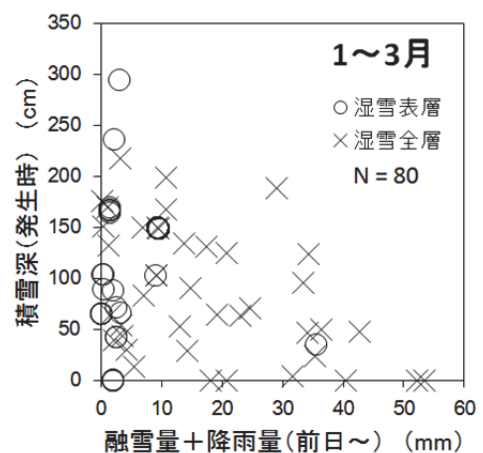


図1 雪崩発生前日からの融雪量と降雨量の合計と発生時の積雪深の関係

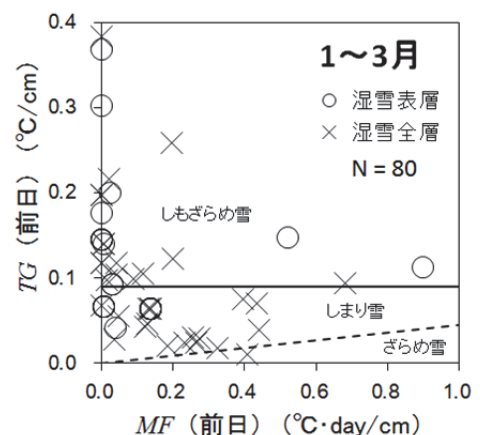


図2 雪崩発生前日の積雪内の温度勾配に関する指数 TG と融雪に関する指数 MF の関係