

斜面積雪中の側方流における毛管障壁と氷板の影響

—数値モデルによる感度実験—

平島寛行¹・山口悟¹・大澤光²

(1:防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 2:森林総合研究所)

1. はじめに

斜面積雪中を水が移動する際には、水は積雪中の粒径の異なる層境界や氷板上で浸透が妨げられ、側方流として斜面に平行に移動することがある。これまで斜面積雪中におけるトレーサー実験やマルチライシメータデータの解析、水分移動モデルを用いた再現計算等で側方流の発生や挙動の研究を進めてきた。その研究結果の1つとして、毛管障壁により帯水層が形成されると傾斜が緩やかであっても側方流が発生しうることが確認された。このように積雪層構造は側方流の発生に対して強い影響をもつ。本研究では、3次元水分移動モデル¹⁾を用いて、様々な層構造パターンで側方流発生に対する感度実験を行い、その結果を用いることで積雪層構造の情報から側方流が発生しうるか、またどの程度の側方流により水が移動するかの指標を得ることを目指す。また本研究では、氷板による帯水が側方流発生に与える影響についても試験的な数値実験を行った。

2. 方法

本研究では、毛管障壁及び氷板の2つの観点から側方流発生とその影響を確認した。まず、毛管障壁に関する感度実験では3次元水分移動モデルを用いて2つの積雪層(上部20cmと下部20cm)を設定し、上部粒径及び下部粒径の異なる複数パターンの層構造(粒径範囲は0.2mm~1.6mm)を初期設定として与え、上部から2mm/hの水を供給して、帯水した層において発生した側方流によって移動する水の量を解析した。続いて、氷板が側方流に与える影響を確認するため、粒径0.8mmの40cmの単一層中に厚さ2cmの氷板を設定した計算を行った。氷板は透水しない層として扱ったが、板中に水が通過可能な2cmの孔を2箇所設定して水分移動を計算した。孔の部分は上下の積雪と同じ積雪条件を与えて計算した。計算の際には、傾斜は1.7度と緩やかな傾斜条件で行った。

3. 結果

図1にシミュレーションの結果の例を示す。上の粒径が0.4mmで下の粒径が1.6mmの条件下では、強い毛管障壁が生じ、下流側における流出量は上流側の30倍近くあった(図1a)。一方で、上の粒径が0.8mm、下の粒径が1.6mmの条件下では若干の帯水はみられたもの側方流の発生はほとんど見られず、流出量は下流側も上流側もほとんど同じであった(図1b)。感度実験の結果では、上の層の粒径が0.5mm以下になると側方流による下流方向への移動がみられ、上部の雪の粒径が小さく、下部の雪の粒径が大きいくほど、側方流による水の移動量が大きくなった。氷板が止水面となった場合も帯水して側方流が発生し、孔の部分を通して氷板下へ水が流れる様子が確認できた(図1c)。

4. まとめと今後の課題

本研究では複数パターンの積雪層条件で感度実験を行い、側方流に対する粒径依存性をまとめた。今後は傾斜角をより急にして感度実験を行い、層構造と傾斜角からどの程度の側方流が発生しうるか推測する指標を作成していく予定である。また、感度実験の結果はマルチライシメータや斜面積雪のトレーサー実験結果と比較して検証していく。氷板の影響に関する水分移動計算は現段階では1例で試験的に計算した段階であるが、今後は孔を平面で模擬して3次元での水分移動計算を行い、様々な孔の大きさや形状パターンで感度実験を行う予定である。氷板に関しては、帯水層が凍結して形成される寒冷地域の氷板と比べて、新潟や北陸地域のような温暖な積雪地域の氷板はその形成過程や水の移動への影響が異なる可能性があり、そのような氷板をどのように扱っていくかについても今後の研究課題である。

本研究は、科学研究費補助金24K07138で行った。

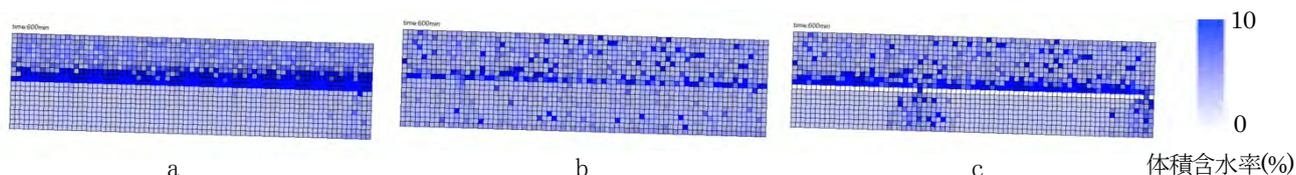


図1 感度実験の結果の例 (a)側方流が発生した例、(b)側方流が発生しなかった例、(c)氷板により側方流が発生した例

参考文献

- 1) Hirashima, H., Yamaguchi, S., Katsushima, T. (2014): *Cold Reg. Sci. Technol.*, 108, 80-90.