

乾いた積雪層境界における水分浸透

○ 平島寛行 (防災科研)、Francesco Avanzi (ミラノ工科大学)、山口悟 (防災科研)

1. はじめに

乾き雪に水が浸透する時、水は一度通った所に優先的に流れて水みちを形成する。これは乾き雪に水が浸透しにくいことが原因であるが、それは水侵入サクシオンが影響しているためである。これまでの研究において、Katsushima et al. (2013)は水みち形成実験を行って水浸入サクシオンを測定し、Hirashima et al. (2014)がその実験結果を組み込んだ3次元の水分移動モデルを開発して水みちの形成過程を再現した。この水みち過程を積雪変質モデルに組み込むことで全層雪崩の発生予測精度の改善が期待できるが、水分移動モデルの3次元のアルゴリズムを直接1次元の積雪変質モデルに入れることはできない。そこで、まず水分移動モデルを用いた数値実験により様々な積雪の層構造における毛管障壁や水みちに関する条件をまとめ、それらの結果をパラメーター化して積雪変質モデルに組み込む。その際には、数値実験の結果が実際の浸透過程を再現しているか検証を行う必要がある。本研究では、層構造中を浸透する水の移動に関して室内実験と数値実験の結果を比較し、水分移動モデルで計算される層構造中の水分浸透に関する検証を行った。

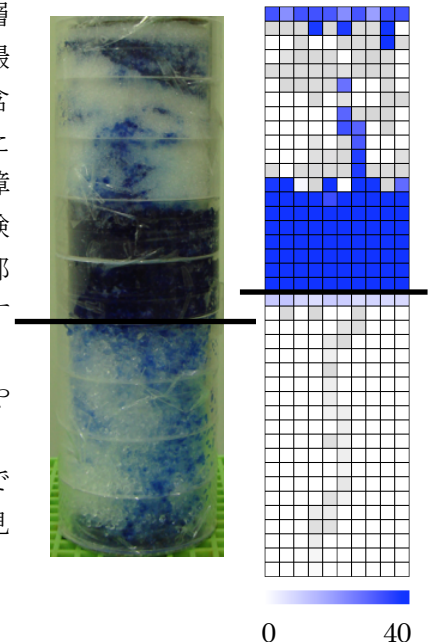
2. 実験及びモデル

実験は粒径0.2~0.5mm (fine)、1.0~1.4mm (medium)、及び2.0~2.8mm (coarse)の3種類の積雪粒子に対して行った。本研究では毛管障壁が形成される条件である、上の粒径が下より小さい積雪層の組み合わせ(上 fine/下 coarse, medium/coarse, fine/medium)の3パターンで実験を行った。また、水分供給速度に関しては10mm/h, 20mm/h, 100mm/hの3パターンで行った。再現計算の際には、実験と同じ積雪の形状(直径5cmの円筒)、密度、粒径、水の供給条件を与えて計算した。計算結果とモデルの比較は、毛管障壁によりたまる水の層の厚さ、含水率分布、底面到達時刻について比較を行った。

3. 結果

室内実験と数値計算の結果を図1に示す。図1の左はfine/coarseの積雪層に20mm/hの供給速度で水を浸透させ、水が底面に到達した時に正面から撮った写真である。右は同条件の計算結果で、正面からみた表面部分の体積含水率(%)を色で表した図である。右図に関しては、水みちの存在を表現するために内部に水みちがある箇所は薄い灰色で示した。実験、計算ともに毛管障壁により水がたまっており、その厚さも3~4cmでよく一致していた。実験結果では下の層において水みちの跡が表面にあった一方、計算結果では内部にのみ水みちが見られた。これは実験結果では水みちが壁面付近にできやすかった一方で、計算ではその傾向が小さかった事が現れている。

全体的には、毛管障壁の影響が大きいケースでは水がたまった層の厚さや底面到達時刻に関して実験と計算で良い一致を示していたが、medium/coarseのような毛管障壁の影響が小さいケースにおいては、実験では見られた弱い毛管障壁の影響により水のたまった層が計算ではほとんど見られなかったという不一致もあった。



参考文献

Katsushima et al. (2013) Experimental analysis of preferential flow in dry snowpack. Cold. Res. Sci. Tech. 85. 206-216.

Hirashima et al. (2014) A multi-dimensional water transport model to reproduce preferential flow in the snowpack. Cold. Res. Sci. Tech. 108. 80-90.

図1 室内実験(左、カラム1個の高さは2cm)と数値計算(右、グリッドサイズは5mm)の比較。太線は層境界を表す。