

# 積雪中への水分浸透における水みちから毛管流卓越への遷移過程

## － モデルを用いた数値実験 －

○ 平島寛行 (防災科研・雪氷)、Francesco Avanzi (カリフォルニア大学バークレー校)  
Nander Wever (コロラド大学ボルダー校)

### 1. はじめに

積雪中における水分移動のメカニズムとして、均一に流れる毛管流と不均一に流れる水みち流がある。乾き雪に水が入り込んだ際には水みちを形成して浸透していくが、融雪期には全層がぬれ雪となり、毛管流が卓越して比較的均一に浸透する。SNOWPACK に代表される 1 次元の積雪変質モデルでは、不均一に流れる水みちを考慮することが難しかった。そこで 3 次元の水分移動モデルを開発して、水みちの形成やそれを伝わった浸透を再現するとともに、低温室におけるカラム中への水の浸透実験の結果を用いて検証を行ってきた(Hirashima et al. 2014, 2017)。これらの実験では水の供給量が 1 時間あたり 10mm/h 以上と多量であり、また実験時間も短かく、水みちの形成から底面への到達までに着目していたため、乾き雪からぬれ雪への遷移過程までは対象としていなかった。本研究では、水みちが卓越した状態から毛管流が卓越した状態に変わる遷移過程について、数値モデルによる再現を試みた。

### 2. 実験及びモデル

乾き雪からぬれ雪への遷移過程を計算するためには、長い時間スケールに対する計算が必要となる。本研究においては、再現計算の対象として、Avanzi et al. (2017)の実験結果を用いた。この実験では発熱するプレートに雪の上に乗せて徐々に融解し、それによる融雪水の浸透とそれに伴う湿雪変質を測定した。7 時間温めて融解させた後、残りの 17 時間は熱の供給を止め、翌日の同時間に同一のサンプルを同じ条件で再加熱し、このサイクルを 2 週間続けた。この時の融雪量を積雪の減少量から見積もった所、1 時間あたり 0.66mm となった。現段階の水分移動モデルでは融解は考慮されておらず、水の供給量を与えて入力する方式のため、本計算では 1 時間あたり 0.66mm の水の供給を 7 時間、その後 17 時間は供給量を 0mm として 2 週間計算した。計算条件としては 10cm × 30cm のサイズ、5mm のメッシュサイズ、平均粒径 0.17 mm で計算を行なった。なお、粒径成長の影響を考慮するため、Brun (1989)の式によるぬれ雪の粒径増加量も計算した。

### 3. 結果

図 1 に水の供給を開始した 1 日後、5 日後、及び 10 日後の体積含水率の分布を示す。乾き雪中に水が浸透した直後における水みちは 1 本だけであったが(図 1a)、5 日後には水みちが増加し、60%の範囲がぬれ雪となった(図 1b)。さらに 10 日後にはほとんどの領域でぬれ雪となり、水の浸透も均一な毛管流が卓越した(図 1c)。水みちの領域の拡大に関しては、様々な原因が考えられるが、本計算では、湿雪変質による粒径成長が水みちの拡大に影響していることが示された。

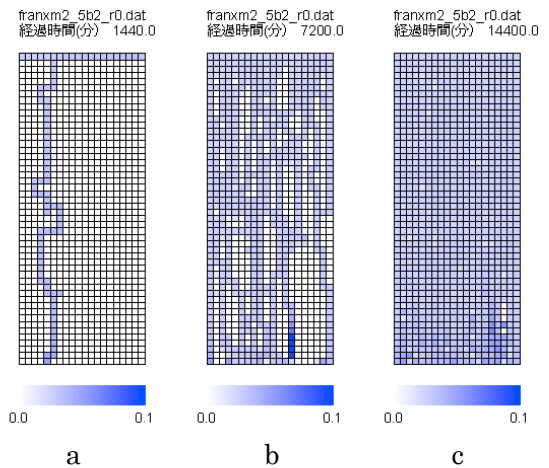


図 1 乾き雪中への水の浸透 (a) 1 日後 (b) 5 日後 (c) 10 日後

本研究は科学研究費補助金「不飽和浸透による空間的に不均一な水分移動を再現可能な積雪変質モデルの開発」によります。

#### 参考文献

- Hirashima et al. (2014) Cold. Res. Sci. Tech. 108, 80-90, doi:10.1016/j.coldregions.2014.09.004.  
Hirashima et al. (2017) Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 5503-55015. doi: 10.5194/hess-21-5503-2017.  
Avanzi et al. (2017) Water Resour. Res., 53, 3713-3729, doi:10.1002/2016WR019502.