

陸面モデルを用いた融雪期間中の土壌水分、凍結土壌水分の融雪出水に対する影響評価

北海道大学院工学院 学生会員 ○中山 裕太
北海道大学院工学研究院 正会員 山田 朋人

1. はじめに

春季の融雪出水量を予測することは、利水と治水の両面において重要である。融雪出水の予測精度向上は、安定した水資源確保に繋がる。

土壌水分や凍結土壌水分の情報は水文・気象学上重要である。しかし、観測が難しいため地域分布情報が存在しておらず、融雪出水と土壌水分、凍結土壌水分の関係は明らかになっていない。

近年、寒冷地帯における土壌の凍結深が世界的に減少してきている。(e.g., Cutforth et al., 2004; Frauenfeld et al., 2004; Hirota et al., 2006)。土壌が凍結した場合、凍結していない場合に比べ土壌の透水係数が低くなる。このため融雪出水の土層への浸透率が変化し、浸透量・浸透時期に大きな影響を及ぼす。従って土壌の凍結深と凍結期間は、融雪出水過程を決定する要素であると考えられる。

我が国では AMeDAS 観測データ、国土交通省の水文水質データベース等、水文・気象観測データが充実してきている。そのため、以前より高い時間分解能・空間分解能を持つデータが入手可能となっている、また入手可能なデータの種類も増加しており、これらを最大限活用し、モデルを用いた実験シミュレーションを行うことで、土壌水分、凍結土壌水分が融雪出水に与える影響を明らかにできるのではないだろうか。

2. 入力データ

地上気象観測システム(AMeDAS)の気温、降水量、風向風速、日照時間のデータと地上気象観測の気圧、水蒸気圧、湿度、雲量のデータを元に、逆距離二乗法を用いて作製した。これらのデータは全て気象業務支援センター発行の気象データベース・アメダス CD-ROM を引用している。簡略化の為、風速の風向を無視してスカラーとして扱い、全ての降雨を層状性降雨とみなしている。

3. モデルの概要

本研究では陸面モデルとして MATSIRO(Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and RunOff)(図 1)を使用する。このモデルは Intergovernmental Panel on Climate Change において気候予測に用いる大気大循環モデルの中で、大気との相互作用を表現するための陸の受け皿の役割を担うものである。0.1 度格子の鉛直 1 次元モデルであり、水平方向にグリッドをまたいだ水・熱の輸送は考慮されていない。

4. 実験シミュレーション

AMeDAS 利用可能な 1978 年～2004 年まで計算を行い、結果を 1 日間隔で出力した。計算結果では、積雪地帯において、融雪直前の 3 月下旬の土壌水分量は年による違いは少なく、最大値の 80%～90%の値である。これに対して凍結土壌水分は年々変動が大きく、凍結深さに最大で 75cm 以上の差が見られた。また、凍結土壌水分は融雪直前期から積雪がほぼ無くなるまで、その量に変化がない。この結果を踏まえて、凍結土壌水分に着目した実験を行った。全国的に最も凍結土壌水分量の多かった 1984 年について、融雪直前期の凍結土壌水分量を変更し、それが融雪期の流出量にどのような影響を及ぼすのかを凍結土壌水分量を少なめの年の値にした場合と全て 0 にした場合、これらの 2 パターンを検証した。どちらの場合も、元の状態の流出量と比較して、4 月初めには流出量が減少したが、これ以降はほぼ変化はなかった。また、どちらの場合でも流出量の減少量は同程度であるが、0 にした場合の方が広域で流出量の減少が見られた。グリッド毎に細かく流出過程を検証した結果、融雪速度に変化はなく、流出形態の変化が原因だということがわかった。

土壌が凍結していない場合には融雪水が土層へ浸透し、土層の水分が飽和状態になるまでは土壌水分として

キーワード 土壌水分, 凍結土壌水分, 融雪出水, 表面流出, 基底流出, 陸面モデル

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学 工学部 TEL 011-706-6190

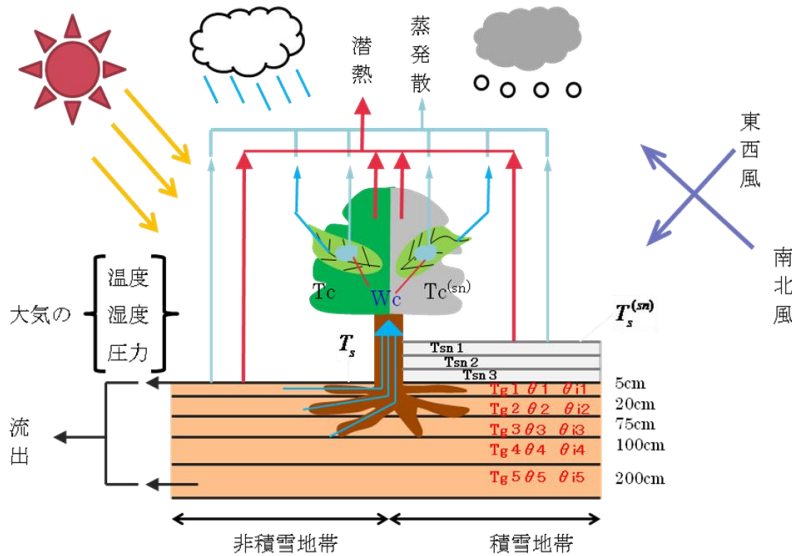


図1 モデルの概念図

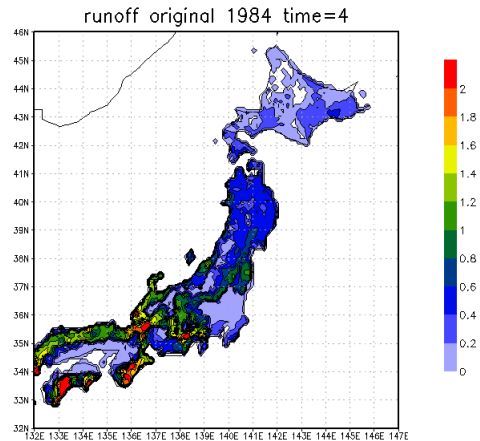


図2 1984年の凍結量を用いた場合の4/4の流出量 (l/m²/h)

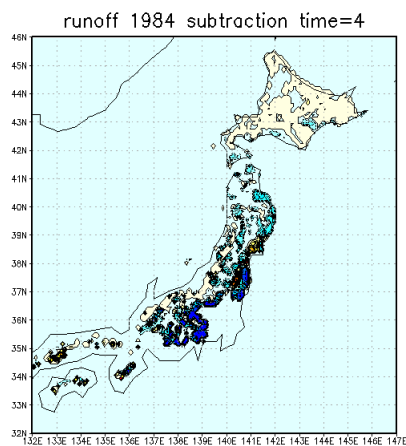


図3 4/4の凍結量を減らした場合の流出量と図2の流出量の差 (l/m²/h)

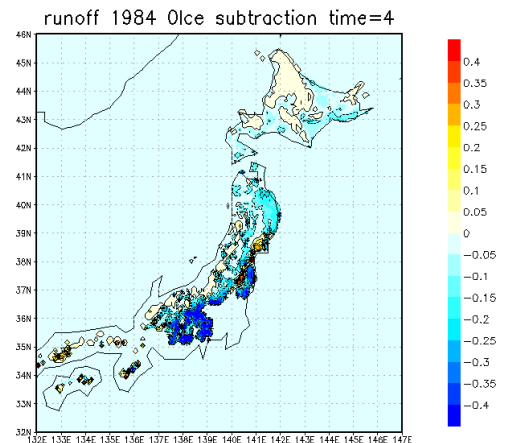


図4 4/4の凍結量=0とした場合の流出量と図2の流出量の差 (l/m²/h)

蓄えられる。一方、土壌が凍結している場合には融雪水の土層への浸透はほぼ0となり、表面流出となる。この差が融雪期序盤の出水量の減少を引き起こしたのである。融雪が進むにつれて土層が飽和してゆき、土層の最上層からの溢れ出る流出量、基底流出が増加してくる。このため融雪出水の序盤が過ぎると、流出形態こそ異なるものの、総流出量としてはどちらの場合も同程度になるということがわかった。

5. まとめ

- ・土壌が凍結していない場合に限り、土壌水分の飽和度が低いと融雪出水序盤の出水量が減少する。
- ・凍結壤水分が存在するか否かが融雪出水過程には重要であり、凍結深が深い場合と浅い場合では差はなく、どちらも同様に土壌への融雪水の浸透が妨げられ、融雪出水は凡そ全て地表面流出となる。

今後も凍結土壌水分が減少する傾向が続くようであれば、土壌の凍結有無を調査し、凍結が無い場合には土壌水分量を測定して融雪期序盤の融雪出水減少量を考慮することで、融雪出水予測の精度を向上させることができるのではないだろうか。

参考文献

- ・ Development of the minimal advance treatments of surface interaction and runoff (Kumiko Takata ,Seita Emori, Tsutomu Watanabe 27 May 2002)
- ・ Comparison of Snowmelt Infiltration under Different Soil-Freezing Conditions Influenced by Snow Cover (Yukiyoshi Iwata , Masaaki Hayashi, Tomoyoshi Hirota)
- ・ FROST PENETRATION DEPTH IN HOKKAIDO , JAPAN (Seiiti KINOSITA Masami FUKUDA Hiroshi YAHAGI 1978)
- ・ Distribution of maximum freezing depth in the ground in the winter of 1964-1965 in Hokkaido (Ishikawa,M Suzuki,T 1964)