

地形指標を集約化した TOPMODEL による融雪流出の推定 Estimation of snowmelt runoff by TOPMODEL with integrated topographic index

○大倉恒星* 倉島栄一**

○OKURA Kosei* KURASHIMA Eiichi**

1. はじめに

積雪は農業用水や生活用水など生活を支える貴重な水資源となる。融雪水を利水計画および治水計画に反映させるため融雪過程から浸透、流出に関わる総合的な融雪流出解析手法の確立も有用な水利用の手段となりうる。本研究は、標高メッシュデータから算出される地形指標をもとに流出量を推定する TOPMODEL に、分布型融雪モデル SNTHERM によって推定された積雪の浸透フラックス（以下、融雪水フラックスとする）を入力することで、両モデルを組み合わせた融雪流出解析手法の確立を試みるものである。流域を格子状に分割しグリッドごとに扱う TOPMODEL では各セルで計算を行う方法がモデルの常套であるが、大規模な流域を想定した場合には多くの計算時間を要する。このようなことから、地形指標の値を適当な階級ごとに集約し計算する方法も一般的である。本研究では双方の計算手法を用いた融雪流出解析の再現性を検証した。

2. 対象流域

対象地は岩手県西和賀町を流れる、北上川水系和賀川支流志賀来川における総面積 9.1 km² の流域とする (Fig.1)。西和賀町は奥羽山脈に囲まれた盆地に位置し、平年値で最大で 2m 以上の積雪がある豪雪地帯である。モデル解析の入力データとして、2014 年に流域末端(東経 140 度 77 分, 北緯 39 度 39 分)にて観測した気象諸要素(気温, 相対湿度, 日射量, 反射日射量, 上向き・下向き長波放射量, 風速, 降水量等), 積雪深および河川水位を用いた。流量は流量観測から H-Q 曲線を作成し, 水位の値から変換した。

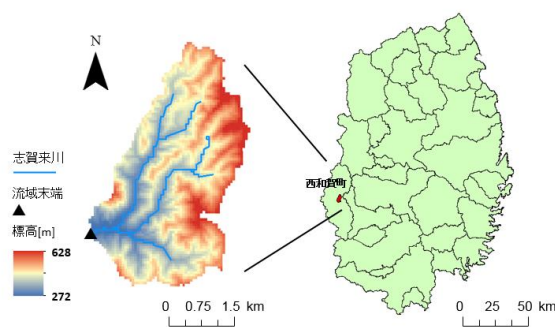


Fig. 1 Experimental basin

3. モデルの概要

TOPMODEL では標高から得られた地形指標によって流出挙動が決定され, 地形指標は流域の谷部分(下流側)で大きく尾根部分(上流側)で小さい。各グリッドの土壤断面は根群域, 不飽和域, 飽和域の 3 層に分類され各層に水の貯留機能があるとする。降雨などの流入は浸透, 一時的な貯留を経て地表流や地下水となって流出する。根群域から不飽和域への浸透, 不飽和域から発生する地表流出, および飽和域への流水は各地点で分布型として計算し, 飽和域からの流出は流域全体の集中型として計算する。積雪中の融雪水フラックスと積雪深の推定はモデル SNTHERM に準じて行った。このモデルは積雪をいくつかの水平層に分割し, 各層における質量保存則とエネルギー保存則に基づく

*岩手大学大学院総合科学研究科, **岩手大学農学部

*Graduate School of General Sciences, Iwate University, **Faculty of agriculture, Iwate University

キーワード: 融雪流出解析, TOPMODEL, SNTHERM

積雪の浸透フラックスを求めるための式と熱収支式から構成されている。熱と水の移動は鉛直方向の1次元のみとみなす。

4. 結果と考察

10m メッシュの基盤地図情報数値標高モデルを50m 四方の正方形セルに変換し、これをもとに地形指標の計算、流域・河道の特定および洪水到達時間の計算を行った。TOPMODELの8つのパラメータを同定する最適化手法にはSCE-UA法を採用し、評価関数にはNash-Sutcliffe指標を用いた。無積雪期(2014年8月21~22日)の出水(総雨量45mm)で洪水流出解析を行い、パラメータを同定した。この際、セルごと、および地形指標を10の階級に集約して計算した。解析の結果をFig.2に示す。融雪流出解析ではSNTHERMモデルにて算出された、各セルの積雪層と土壌層の接触面での融雪水フラックスを融雪量としてTOPMODELに入力し、流出量を推定した。融雪量をそのまま入力すると流出を過大に計算してしまうため、総融雪量(85mm)に流出率0.546を乗じた有効融雪量を入力値とした。流出率は観測流量を流域内平均融雪量で除することで求めた。対象期間(2014年4月12~15日)における計算結果をFig.3(上:補正前,下:補正後)に示す。補正後の相対誤差はセルごと、階級10においてそれぞれ0.097, 0.098で概ね良好な再現性を得た。また両計算手法での結果は類似しており、階級化した場合もセルごとに計算したときと同等の推定精度であった。

5. まとめ

階級ごと、セルごとと地形指標を用いた双方の計算手法でパラメータ同定と、その値を用いた融雪流出解析を行った。これらより階級に集約した場合でも適当な階級数であれば、セルごとに計算したものと同等の精度を得ることができ、大規模な流域にも適用が見込める。しかし、今回は流出率を考慮することで流出高を補正したが、過大に評価される原因は不明である。要因として流域内の植生などによって融雪量に差異が生じることが推測される。これらについて知識を深めることを今後の課題とする。

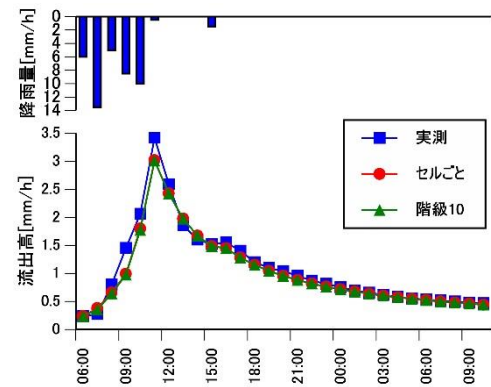


Fig. 2 Comparison of calculated and observed runoff

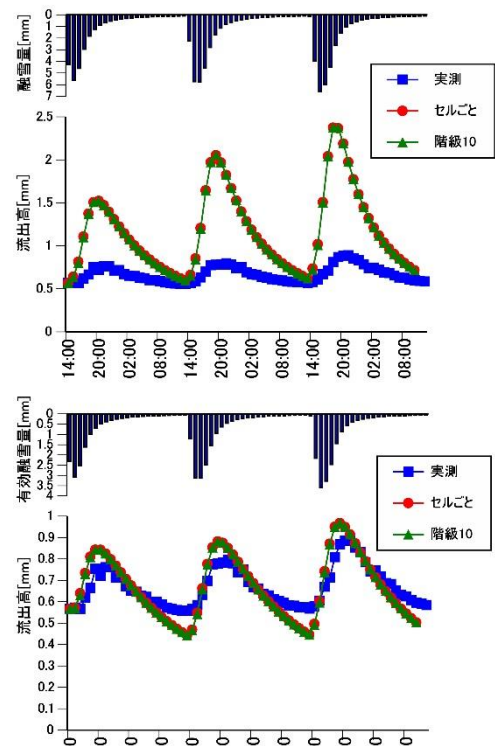


Fig. 3 Comparison of calculated and observed snowmelt runoff