

II-53

融雪期における最上川流域の出水特性

東北大学大学院工学研究科	学生員	小川 かおり
東北大学大学院工学研究科	正 員	真野 明
山形大学農学部	正 員	前川 勝朗

1. はじめに

積雪は、貴重な水資源としてその地域を潤している。しかし、豪雪地帯では降雪期間中に人的、物的被害があるだけでなく、融雪期には洪水レベルの出水を起こす可能性をも秘めており、積雪は利水・治水両面からの評価が必要である。本研究では、山形県最上川流域を対象とし、衛星データ、気象データを利用して広域に適用が可能な融雪モデルを作成した。融雪モデルには融雪水が積雪層浸透することによる出水遅れの効果を導入し、精度の良い出水予測が可能になった。最上川流域全体について解析を行うことにより、水資源、出水二面の特性を考察することを最終的な目的としている。対象流域を図-1に示す。

2. 解析

(1) 分布型融雪モデル

積雪域の特定は、著者ら(1998)¹⁾の方法により、格子サイズ1Km×1Kmの擬河道網とNOAA/AVHRRデータの重ね合わせによって行った。積雪域と特定された格子について融雪モデルを適用する。積雪表面のある厚さの部分での熱収支を考えた場合、①融雪期には雨からの伝達熱が少ない、②積雪全層が融雪水を含む場合、伝達熱は無視できる、③長波放射収支量はほとんど無視できる大きさであり、融雪への貢献は少ない、という条件から、融雪熱量 Q_M を以下のように定義する。

$$Q_M = Q_I + Q_S + Q_E \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Q_I は短波長放射収支量、 Q_S は顕熱量、 Q_E は潜熱量である。短波放射収支量は、日照時間 D を用いて以下のように表すものとする。

$$Q_I = (\beta D + \gamma)(1 - \alpha) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで β 、 γ は短波放射量換算係数と定義し、山形と酒田での日照時間と全天日射量の関係より、それぞれ1.53、7.6とした。 α はアルベドである。アルベドは新雪の場合に0.85で、その後指数関数的に減少することが知られており、丹波ら(1998)²⁾の方法に倣って以下の式から求めた。

$$\alpha = 0.85(0.82)^{0.46N_s} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで N_s は降雪後の経過日数である。

また、顕熱量、潜熱量はバルク式を用いた。

気象データとしてAMeDASデータを流域全体に分布させたものを用いる。流域内のAMeDAS観測点は図-1に示してある。最上川流域について融雪熱量を求めた結果を図-2に示す。この検証として、積雪深観測点でのデータを用いる。 $dh(\text{cm})$ の積雪が融解するために必要な熱量は、以下の式で表される。

$$Q_d = l_f \rho_s dh \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで Q_d は積雪が融解するのに必要な熱量、 l_f は水の融解熱($= 6.01 \times 10^3 [\text{J/mol}]$)、 ρ_s は積雪密度 $[\text{g/cm}^3]$ である。 Q_d と Q_M を日別値として求め、比較することによって検証を行った結果が図-3である。モデルは実測値を良く表していると言える。

(2) 融雪水浸透モデル

表層での融雪水は、時間をかけて積雪内を流下する。よって、融雪水は融雪のあった時間よりも遅れて出水する。融雪してから地表面に到達する時間を計算することによって、その遅れ時間を知ることができる。

今、積雪表面から鉛直下向き方向に ξ 、 ξ 方向の融雪水の流速を w 、含水率を θ 、圧力水頭を $\psi(\equiv -p/\rho g)$ とすると、連続の式、ダルシーの法則はそれぞれ式(5)、(6)のようになる。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial w}{\partial \xi} \dots \dots \dots (5)$$

$$w = k\left(\frac{\partial \psi}{\partial \xi} + 1\right) \dots \dots \dots (6)$$

融雪は12時間続くと仮定し、積雪表面の境界条件としてsin関数 $w = W_{amp} \sin at$ を12時間与え、その応答を見る。 W_{amp} は最大融雪速度である。図-4に積雪表面と積雪底面での鉛直方向流下速度を示す。この図より、表面での融雪してから出水するまでの遅れを知ることができる。この遅れを考慮した場合としない場合の出水計算結果を図-5に示す。検査流域は白川ダム集水域である。遅れを考慮した場合には、遅れを考慮しない場合に、流量の増減が鋭く出てしまうという問題が解消されている。

3. まとめ

衛星からの情報と分布型融雪モデルを組み合わせることによって、最上川流域における融雪の特徴を、時・空間的に評価することができる方法を提案した。流域としての特性を見るためには、各支流域についての特性の考察を深めることが必要であろう。

参考文献

- 1) 小川かおり・真野明・前川勝朗：最上川の融雪期における物質輸送，地球環境シンポジウム講演論文集，pp.55-60，1999.
- 2) 丹波薫・盛谷明弘：ダム流入量予測のための融雪流出のモデル化，土木研究所資料，第2826号，pp.121，1990.

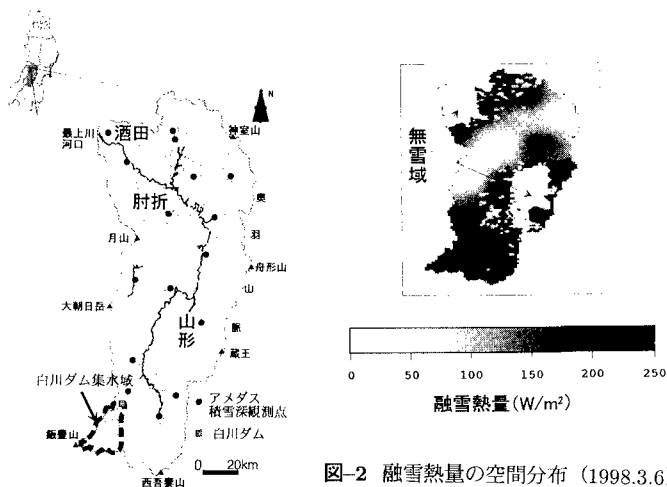


図-1 対象流域

図-2 融雪熱量の空間分布 (1998.3.6)

図-3 Q_M と Q_d の比較 (肘折：1998)

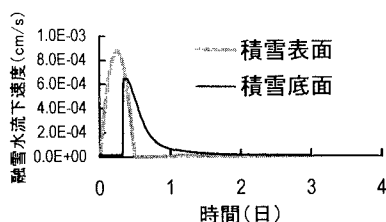


図-4 融雪水流下速度の時間変化(積雪深：2 m)

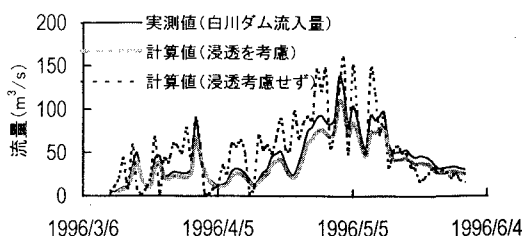


図-5 流量計算結果 (白川ダム集水域)