

魚野川における融雪現象と融雪流出解析

長岡技術科学大学 正会員 早川典生
 長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎
 (株)アイ・エヌ・エイ ○正会員 松ヶ平賢一

1. はじめに

近年、融雪流出解析は衛星データの使用による積雪水量分布の算定と地理情報をとりいれた分布型熱収支モデルの開発という二点で飛躍的な進歩を遂げた¹⁾。もしもこれらの成果にレーダーによる分布型降水データが加味されるならば、更に一層の高度化が期待される。現時点ではこれらの手法が実用的に確立化するためには事例の集積が必要に思われる。著者等は信濃川支流魚野川において、融雪流出解析を試みた²⁾。その際に計算と実測の流出ハイドログラフの一致に若干の問題が残っていた。そのために今回、本流域の融雪特性と融雪流出解析モデルの検討を行ったので報告する。

本研究における対象流域は魚野川の六日町水位流量観測所より上流の流域であり、流域面積は355km²、平均高度760mである。本流域は信濃川流域でも特に多雪域である。対象流域の概況を図-1に示す。

2. 衛星データによる積雪面積の分布特性

前報の流出解析で特に問題であったのは、実測の融雪流出波形に対し、計算波形は二山のピークを示したことであった。その原因の一つとして本流域が図-1に示すように魚野川本川と登川の二小流域に分かれており、両小流域での積雪分布の違いが十分に考慮されていないのではないかと危惧があった。そこで、LANDSAT MSSのband5のデータを解析することにより、流域内積雪域を求め、各小流域毎の積雪面積率の高度分布を求めた。図-2は二小流域からの短時間流出の特性を反映するものでは必ずしも無いが、少なくとも両小流域の積雪分布特性に有意な差異が無いことを示している。

3. 分布型融雪流出モデルによる融雪流出解析

本研究では、流域を100mのグリッドに分割し、分布型融雪モデルにより各グリッドでの融雪水量を算出し、そして分布型流出モデルで各グリッドでの流出量を算出し、流域出口まで追跡計算を行い、流

量ハイドログラフを得る。これにより、積雪の空間分布及び流域の地形特性の融雪流出への影響を考慮することが出来る。以下に用いたモデルの概要について説明する。

(1) 分布型融雪モデル

本研究では、次式に示す熱収支方程式により各グリッドでの総融雪量を求める。各項の単位はmmである。

$$M_{cal} = M_r + M_d + M_p \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 M_{cal} は総融雪量、 M_r は放射収支による融雪量、 M_d は顕熱による融雪量、 M_p は降雨による融雪量である。この中で、顕熱融雪量 M_d はDegree-hour法を用いる。また、降雨による融雪量 M_p は降雨がもたらす熱量と降雨時の潜熱伝達量によるものとし、小池らの式¹⁾で計算する。放射収支による融雪量 M_r は短波長放射収支と長波長放射収支から求められる。短波長放射収支については、観測値がないため、小池ら³⁾の方法でAMeDAS地点湯沢での日照率データから得られる入射短波長放射量、雪面アルベド及び太陽の位置と斜面の法線ベクトルからもとまる補正係数を用いて計算する。一方、長波長放射収支については、大気からの長波長放射はMonteithの式⁴⁾、雪面から出る長波長放射はステファン・ボルツマンの法則を用いて算定する。

(2) 分布型流出モデル

本研究で用いられる分布型流出モデルは陸ら⁵⁾により提案されたものに修正を加えたものである。本モデルでは各グリッドにおける雨量あるいは融雪水量から直接流出成分と基底流出成分を算出する。本研究では、前述の二山のピークの問題を解決するために、流出の追跡計算について修正を行った。従来モデルでは、直接流出成分についてだけ擬河道網を介し、Kinematic Weave法により流域の出口まで追跡計算し、基底流出成分については流域平均を行い、分数減水式にあたる貯留関数により変換し、両者の和を流出量としていた。本研究では、基底流出成分について各グリッド単位で上記と同じ貯留関数

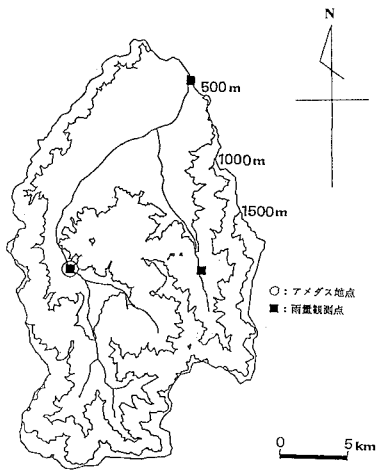


図-1 Uono River basin

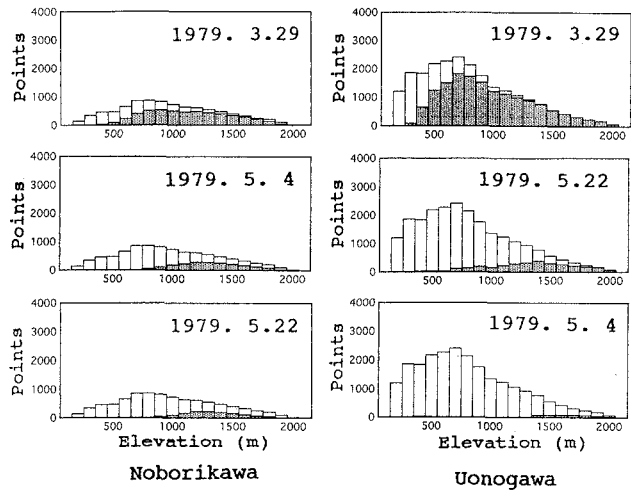


図-2 Distribution of snow covered area.

を用いて基底流量を計算した後、直接流出成分とともに擬河道網に入力し、擬河道網での河道追跡を経て流域の出口で流量ハイドログラフを得る。なお、擬河道網は各グリッドの中心点の標高からなるデジタルマップなどから算出したもので、各グリッド内の水の流下方向を示すものである。

(3) 分布型融雪流出モデルの適用

本研究では積雪面積情報が得られるということからモデルの適用期間を LANDSAT MSS データが得られた日を中心に前後3日間、計一週間とする。積雪深が未知であるため、期間中に積雪面積が変化しないとする。各期間において、表面流出と基底流出の分配率などのパラメーターを同定することにより融雪によるハイドログラフを再現する。図-3が解析結果の一例で、1981年4月23日を対象とした融雪流出解析の結果である。この結果から、二山のピークの問題がなくなったことが分かる。また、減水部の計算流量が不安定であったことも解消された。

4. おわりに

衛星データから抽出した融雪期における積雪面積情報により、魚野川を構成する両小流域、登川流域と魚野川本川流域において積雪分布特性に有意な差異が無いことが示された。

さらに、分布型流出モデルにおいて、流出量のうち基底流出量の追跡計算の計算方式に修正を加えることにより、既往の研究で指摘されていた2山のピー

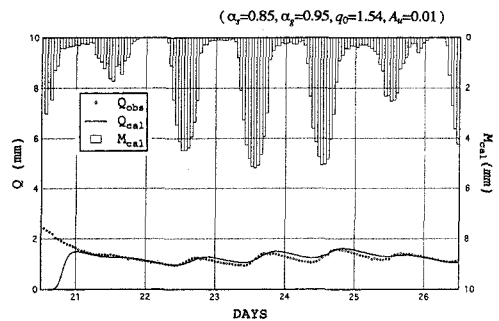


図-3 Observed and calculated hydrographs.

ク流量や減水部における計算流量の不安定性を解消することができ、実流量との高い適合性が得られた。今回採用した方法の妥当性、つまりどの流出成分をどの様なスケールでランピングすべきかについてはさらに検討する必要がある。

謝辞 貴重なデータを提供して頂いた建設省北陸地方建設局信濃川工事事務所に謝意を表する。

参考文献

- 1) 小池俊雄他、土木学会論文集、第363号/II-4、pp.165-174、1985。
- 2) 小池俊雄他、第33回水理講演会論文集、pp.227-232、1989。
- 3) 小池俊雄他、水文・水資源学会要旨集、pp.26-29、1991。
- 4) MonTeith, J.L.: Principles of environmental physics, p.37, 1973。
- 5) 陸 受皎他、土木学会論文集、第411号/II-12、pp.135-142、1989。