

II - 28

流域スケールにおける時間融雪量の推定

北海道開発局 正 員 山口 昌志
正 員 藤田 満士
正 員 中津川 誠

1. はじめに

積雪寒冷地において、積雪は重要な水資源になるとともに、春先の融雪出水により災害をもたらすものともなりうる。先の報告^{1),2)}では水資源管理に生かすため、積雪水量と日流出量の推算を考えてきた。その際リモートセンシングを利用した広域積雪水量の推定と、成分分離AR法で得られる逆探融雪量からモデルパラメータを求める手法を提案した。本報告においては、防災面での対応も考え、これまで考えてきた方法論が時間単位の融雪流出量の推算に適用できるかどうかを検討した。

2. 積雪水量の把握

本報告で対象としたのは、北海道札幌市の南部にある定山溪ダム流域（流域面積104km²）の一部である滝の沢川流域（流域面積11.8km²）である。流域の概略を図-1に示す。融雪流出量の算出に先立って流域全体における積雪水量を求める必要がある。ここでは、空中写真を用いた積雪水量の算定法を適用した。本手法は抽出された雪線の位置に積算暖度法を適用して流域全体の積雪水量を推算するもので、流域踏査が困難だったり精度に問題がある場合に利用価値が高い。なお、1993年における、滝の沢川流域の積雪水量は、9,731,000m³と推算された。

3. 融雪相当量の算出と融雪係数の決定

時間単位の融雪流出量を算出するのにいわゆるDegree hour法が簡便で現業向きである。ここでのパラメータDegree hour factor(D.H.F.)はブラックボックス的なもので、これでうまくチューニングすれば実測に適合した結果が得られるであろう。

しかしながら、それが流域の様々な条件とどのように関わっているかを吟味することも、パラメータの一般性をみるため必要かと考える。また、限定された個所のデータに基づき決められたパラメータが流域全体を代表しているかどうかは不明である。そこで、流域全体の積分量である流量データから融雪量を逆探し、それにフィットさせるようにD.H.F.などのパラメータを求めることを考えた。

具体的な手順としては、融雪期の流出量から融雪相当量を逆探するため、流出に作用するAR係数もしくは単位図を求める必要がある。

そのため、流出応答が降雨のみに依存する夏期（8～10月）の1洪水のデータで流出成分を表面・中間流出と地下水流出に分離した。この際、これまでの経験を踏まえ洪水前半部のデータがAR係数の推定に用いられた（表-1）。以上のAR係数を用いて融雪相当量を逆探によって求める。この際逆探された融雪相当量が元来の流出量を再現できるかチェックしたのが図-2である。これから、時間単位の降雨流出応答関係が融雪期の流出パターンに充分反映できることを確認できた。しかも、これは流域全体を代表する融雪相当量であると言える。この融雪相当量に積算暖度法で推算される融雪量が極力一致するようにD.H.F.を求めることを考える。ところが、D.H.F.は、融雪期間中に変化することが考えられる。そこで、逆探された融雪相当量と計算融雪量の誤差が最も小さくなるような融雪係数を1日単位で求めたものを図-3に示す。このことから、D.H.F.はある種の傾向的な変化を示していることがわかる。そこで、今回は図-3に示すように、ある程度変化に対応するように融雪係数を設定した。この融雪係数を用いて融雪相当量と融雪量を比較した結果を図-4に示す。傾向的には良く再現できているが、気温が低い部分での誤差が大きい。これは、積算暖度法が気温のみで融雪を表現しているため、気温に敏感に反応しすぎて、実際の融雪量よりも低く計算されたことによる。

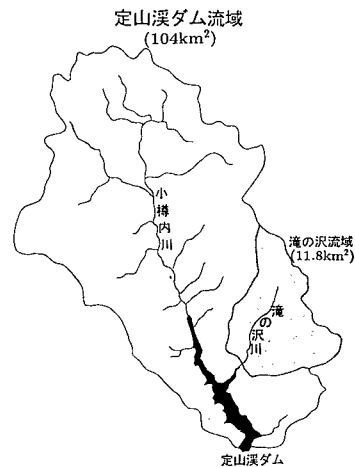


図-1 滝の沢川流域の概況

表-1 AR係数と時定数の内訳

	地下	表面・中間
a ₁	0.800907	1.224340
a ₂	-0.008422	-0.484059
a ₃	-0.570467	-0.047631
T _c	7.8	

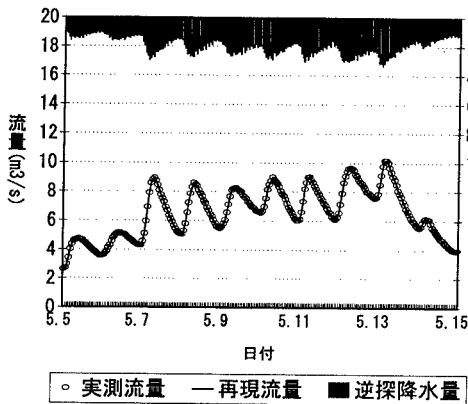


図-2 逆探融雪量による流出量の再現結果(1993)

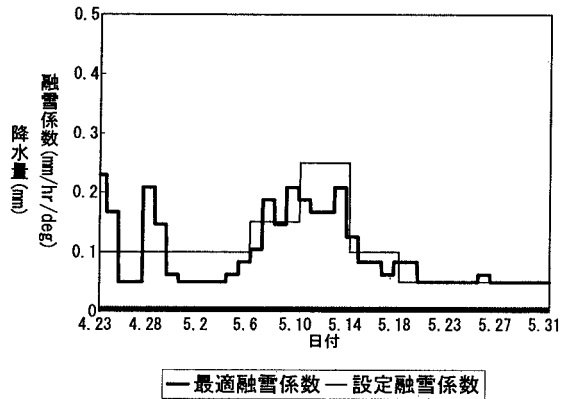


図-3 Degree hour factorの最適値と設定値(1993)

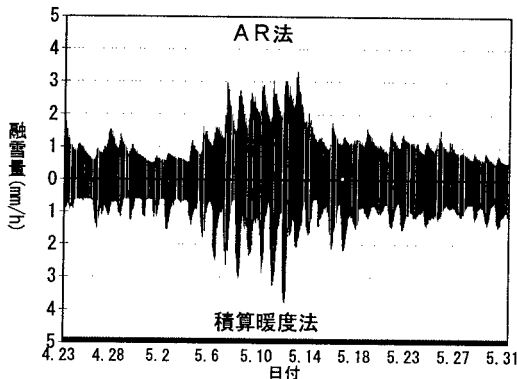


図-4 AR法で逆探された融雪量とDegree Hour法で計算された融雪量の比較(1993)

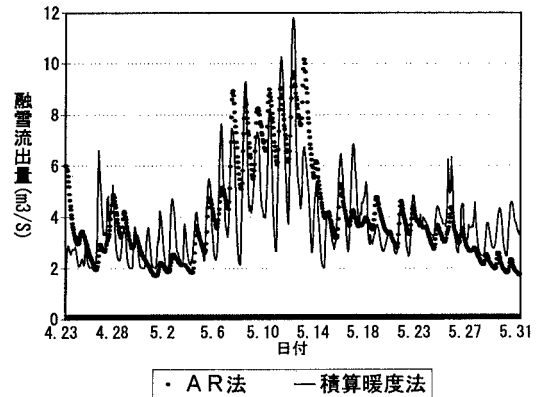


図-5 Degree Hour法とAR法による時間融雪流出量の再現結果(1993)

4. 融雪流出量の推定

融雪が流出に至る過程には、表面・中間流出と地下水流出への配分があり、各配分の遅れ時間を考慮する必要がある。そこで、積算暖度法により算出した融雪量を与えてAR法により流出量を算出した。ここでのAR係数は、上述された値を用いている。計算された時間融雪流出量を実測値とともに図-5に示すが、ピーク付近は良く再現できているが、やはり気温が低いときの融雪量の推定誤差の影響がでている。流出パターンは、成分分離AR法により再現性が確認されているので、今後は融雪量の推定を的確に行うことで精度の改善はみられると考える。

5. おわりに

本研究では、積雪寒冷地の流域を対象に現業的な積雪・融雪流出モデルの開発を目指し、特に融雪洪水といった防災面を考慮し、時間単位での融雪流出現象を解析した。この結果、(1)時間融雪流出パターンの再現についても夏期の降雨流出応答関係を適用できること。(2)逆探された相当融雪量で流域を代表する時間融雪パラメータ(D.H.F.)の推算が可能であることなどを確認した。ただし時間単位の解析を行う場合には、融雪係数は融雪期間中に変化しており、その変化を物理的に捉える必要がある。また、融雪最盛期においては、気温が低下しても、ある程度融雪は進行している。これに対処するため、気温融雪だけではなく熱収支的なモデリングが必要と考える。

参考文献

- 1) 山口昌志他: 定山溪ダムの流出特性について, 土木学会北海道支部論文報告集, 330-333, 1994
- 2) 中津川誠他: 流出パターンを反映した流域融雪モデルの構築, 水文・水資源学会研究発表会要旨集, 328-329, 1994