

金沢大学 工学部

正員 高瀬 信忠

石川工業高等専門学校

正員 ○ 畑 時男

1. はじめに

融雪流出に対して合理的に対処するにあたっては、融雪流出の特性・機構を考慮し、融雪流出のハイドログラフを推定・予測することが必要であろう。本研究では、特性曲線法を用いたモデル¹⁾を用いて短期間の融雪流出の特性を考察し、またモデルの適用にあたって、融雪量および流域の地形量の流域内分布を考慮した場合の効果について検討したものである。

2. 融雪流出のモデル

(1) 融雪量の推定：融雪流出の解析においては、流域内融雪量の推定が精度に大きく影響するものはいくまでもないが、実際河川では熱エネルギー指標として利用しうるのは気温のみということが多く、これより推定せざるを得ない。本研究においては、藤田らが金山ダム流域で得た実験式²⁾より融雪量を推定した。

$$W = 0.34(T + 0.05) \quad [\text{mm/hr}] \quad (1)$$

式(1)において、 W ：融雪量、 T ：気温 $[\text{°C}]$ 。

(2) 融雪水の移動：積雪表面に生じた融雪水および雨水の流域斜面における移動を図-1の様に、積雪内のみに限定し、また垂直方向の浸透を無視しうるものと仮定する。そして積雪内浸透流がダルシー則に従うものとする、運動方程式および連続式は次式で与えられる³⁾。

$$v = -k \left(\frac{\partial H}{\partial x} - \sin \theta \right) \quad (2)$$

$$\gamma \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial (Hv)}{\partial x} = w(t) + r(t) \quad (3)$$

式(2)、(3)において、 v ：融雪水の流速、 k ：透水係数、 H ：飽和水深、 x ：斜面方向の距離、 θ ：斜面の傾斜角、 γ ：有効空隙率、 $w(t)$ 、 $r(t)$ ：時刻 t の融雪量、雨量。

式(2)、(3)において適当な近似のもとで、特性曲線法により解くと、斜面下流端での飽和水深を求めることができ、斜面より河道への流入量を求めうる。一方、流域下流端のハイドログラフは、対象流域を小流域に分割し、各小流域の斜面から河道への流入ハイドログラフが河道を流下中は変形しないものとし、中安の式⁴⁾で示される到達時間だけずらし、重ね合わせによって合成した。

$$t_g = 0.27 L^{0.7} \quad (4) \quad t_g: \text{到達時間} [\text{hr}], L: \text{河道長} [\text{km}]$$

3. 適用例

2. で述べた融雪流出のモデルを図-2で示す手取川水系尾添川瀬戸堰堤地点流域(流域面積187

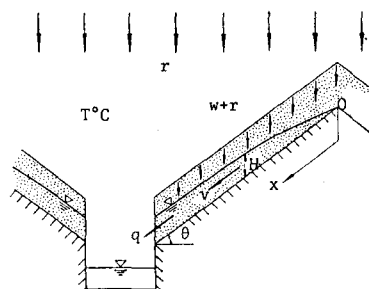


図-1 流域斜面の模型図

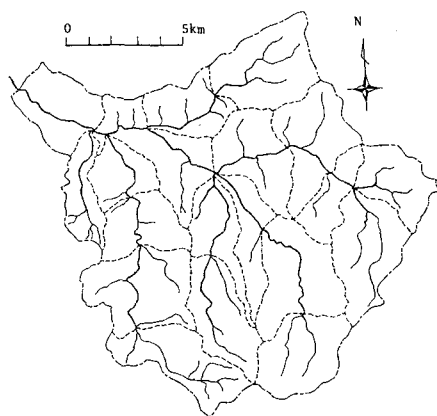


図-2 尾添川瀬戸堰堤地点流域分割図

km^2 の融雪流出に適用した。使用した水文資料は瀬戸堰堤地点の時間流量、建設省尾口出張所(標高298m)における時間雨量・時間気温の各記録を用いた。またパラメータは積雪の有効空隙率 γ を0.7, 透水係数を 1.5 cm/sec とした。これらパラメータは積雪の雪質・組織・構造によって変化するものであり、本研究においてこれらを一定としたことには不合理を残すと思われる。

図-3は2. のモデルより推定されたハイドログラフとこれに対応する実測のハイドログラフの比較である。この図中のModel 1は流域を図-2のように19個の小流域($5.2 \sim 14.1 \text{ km}^2$)に分割した場合であり、Model 2は支川ごとに7個の流域($5.9 \sim 49.1 \text{ km}^2$)に分割して計算したものである。Model 1はModel 2より流域を細分化しており、流域内の高度分布に基づく融雪量の流域内分布および流出に影響を及ぼす地形量の流域内分布をより考慮していると思われるが、これらの例をみる限り、その効果は小さい。本研究における融雪水の流出モデルは結果的に線形モデルであり、このような結果が出たものと考えられる。但し、本研究における流域の分割は任意性に富んでおり、この点を考慮した検討が必要になろう。またハイドログラフの形状の変化に大きな影響を与えるのは γ および γ であり、それらの地域的・時間的な変化を考慮することが重要であろう。一方、推定および実測のハイドログラフの近似性は昭和38年以外は良好といえず、特に降雨時の様に急激なハイドログラフの上昇・下降がある時は、大きな差異がある。しかし本研究で用いたモデルによるハイドログラフはその波形が平滑であり、実測ハイドログラフの変動が比較的緩慢な時は類似の波形を呈しており、このような状況下では、融雪水の移動がダルシー則に従うことを示唆するものと考えられる。しかし降雨時においては本文での融跡水の追跡は不十分である。これは降雨の融雪現象に及ぼす影響が無視できないとともに、降雨時における融雪水・雨水の移動が線形なモデルでは説明できないことを示しているものと思われる。

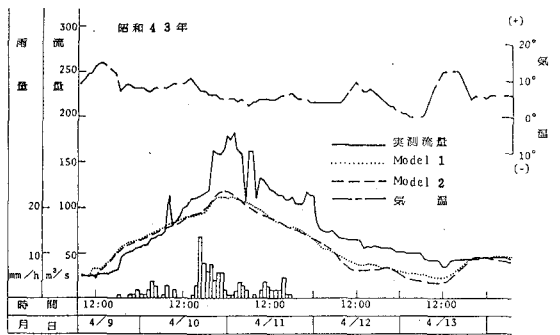
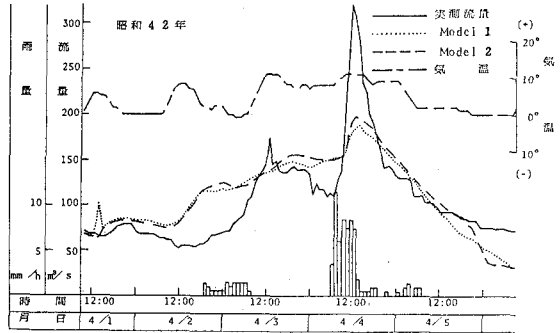
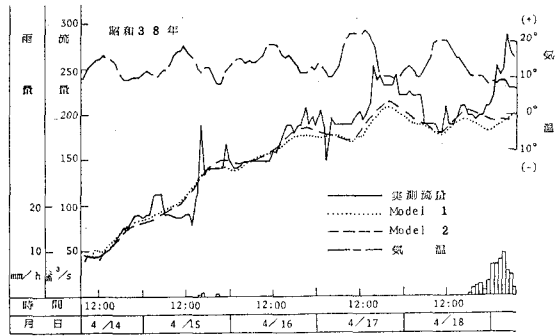


図-3 実測流量と計算流量の比較

図-3 実測流量と計算流量の比較

参考文献

- 1) 藤田・他2名: 融雪流出のシミュレーションモデルについて, 土木学会第25回年次学術講演会講演集, 昭和45年。
- 2) 藤田・山崎: 融雪流出の実験的研究(その3), 土木学会第29回年次学術講演会講演集, 昭和49年。
- 3) 例えば, 高瀬: 河川水文学, 森北出版, 昭和53年。