

魚野川上流域における融雪出水解析

長岡技術科学大学大学院 学生員 ○ 陸 晏俊

長岡技術科学大学 正 員 早川典生

1. はじめに

豪雪地帯において、融雪流出は重要な水資源であるとともに、洪水を持たらす原因でもある。そのため融雪流出量の的確な把握は利水上、また防災上重要である。本研究は六日町水位流量観測所より上流の多雪地域、魚野川の上流域を対象とし、Degree-day 法で融雪量を計算し、流出モデルを介して得られた融雪流出について検討するものである。図1は流域の地図とその高度分布曲線である。当流域の集水面積は 355平方キロである。

2. 気温減率について

図2は五日町(標高 148m)と清水(590m)における 1 1 月～4 月の間の午前9時気温の相関図である。標高差による気温差が見られるが、ばらつきが大きい。ほかの年についても同様なことが言える。表1はS45～S52の六年間のこのデータにより計算した気温減率 γ ($^{\circ}\text{C}/100\text{M}$)を示す。

3. 流出計算

3-1. 流出モデル 本研究で用いたモデルの概要は図3に示す通りである。このモデルは不透水域からの流出[1]、飽和表面流出[2]、ホートン表面流出[3]、中間流出と地下水流出の計算からなる。中間流出と地下水流出の計算ではタンクモデルを用いるが、洪水ピークに重要とされる表面流出においては、変動流出発生域の概念¹の導入によって、一層の精密化を図った。すなわち、この概念では、河川に隣接して飽和した面積があり、その上に降った雨は浸透できず、表面流出となると考える。この面積の大きさは降雨にตอบสนองして、拡大し、縮小するが、ここでは、それと上層自由水貯留量との間に直接な関係があると仮定する。即ち、この飽和域の相対面積 β_1 は上層自由水貯留量UZFWからパラメーター a_b を介して、次式を用いて評価する。

$$\beta_1 = (\tanh((\arctanh(1 - \tanh(a_b)) + a_b) * uzfw / uzfwc - a_b) + \tanh(a_b)) * (1 - \beta) \quad (1)$$

透水域の残りの面積には、浸透が生ずる。浸透した水は浸透方程式に従い、最初は上層自由水となるが、降雨強度が降下浸透を超過した分は上層張力水に、浸透能を超過した分はホートン表面流出になる。

モデル中のパラメーターは無雪期のデータを用いて同定した。

3-2. 融雪計算 今回の計算では、地熱と気温と降雨を考慮し、Degree-day法で融雪量を算出した。対象流域の標高差が大きい

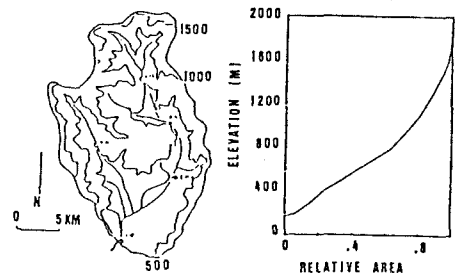


図-1 流域地図と高度分布図

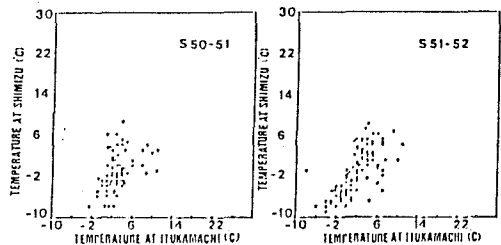


図-2 五日町と清水の気温相関図

year	γ	year	γ	year	γ
S47	0.19	S49	0.36	S51	0.74
S48	0.41	S50	1.06	S52	0.31

表-1 S47～52の気温減率

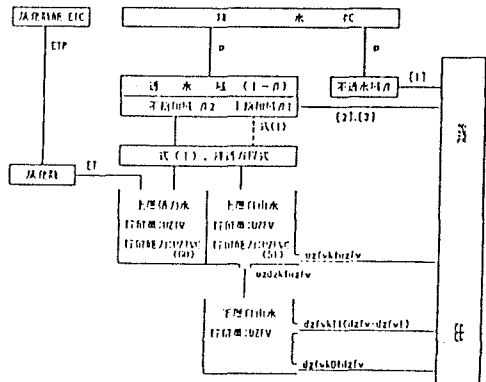


図-3 降雨流出モデル

い為、流域を標高順に20等分し、流域の高度分布データからSpline関数を使って、各小面積の代表標高を求める。そして、観測点（六日町）の気温と気温減率を用いて、各小面積の代表気温を求める。各小面積において、まず、気温 $T < 2.5^{\circ}\text{C}$ なら、降水は降雪、 $T \geq 2.5^{\circ}\text{C}$ なら、降水は降雨と見なす。降水が降雪と見なされれば、それに年間の水収支が合うように求めた係数SCを乗ずる。そして、総融雪量はDegree-day融雪と降水による融雪と地熱による融雪からなり、次式で求められる。

$$M_i = MT_i + MP_i + MG$$

$$= \begin{cases} \text{MGF} & T_i \leq 0 \\ \text{DDF} \cdot T_i + P \cdot T_i / 80 + \text{MGF} & T_i > 0 \end{cases}$$

ここでDDFはDegree-day factor ($\text{mm}/^{\circ}\text{C}/\text{day}$)、
MGFは地熱による融雪の融雪率 (mm/day)、
Pは降水量 (mm)を表す。

3-3. 計算結果 融雪計算では四つのパラメーター、DDFとSCと r とMGFがある。MGFは日平均気温がずっと零下であったS51・12・27～S52・2・23の渇水期のデータを使い、地下水低減率を用いて、推定した。その値は $2.168\text{mm}/\text{day}$ である。SCは年間の水収支から求め、1.7となった。そこで、一般に使われているDDF=5、 $r=0.65$ を代入して計算した結果は図4aに示す。図4bはDDF=5、4月12日以前は $r=0.35$ 、それ以後は $r=0.95$ にして、計算した結果であり、かなりの精度向上が見られた。

4. 結論

図4より気温減率の季節変化を考慮することにより、流出計算の精度を向上させることができた。気温減率のこのような挙動は積雪や気象条件などの変化を反映していると考えられる。この点を直接に確かめるにはそのための観測資料が必要である。

資料を御提供戴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. Hillslope Hydrology
H.J.Kirkby
- 2. 新防雪工学ハンドブック p2
日本建設機械化協会

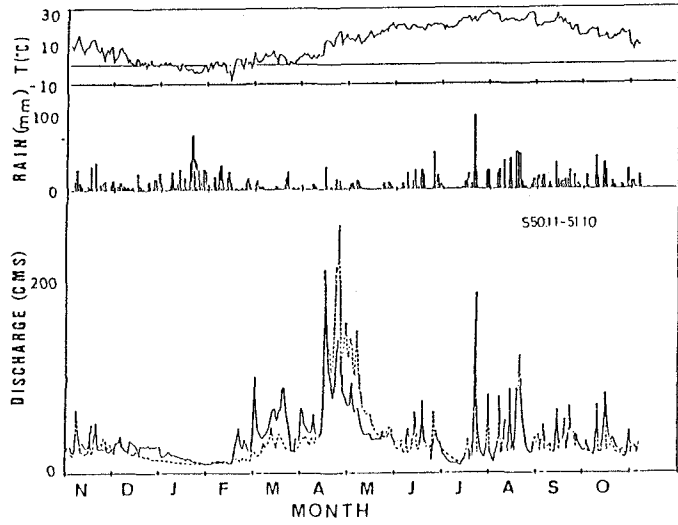


図-4 a 日平均流量Hydrograph
実線：実測値 点線：計算値

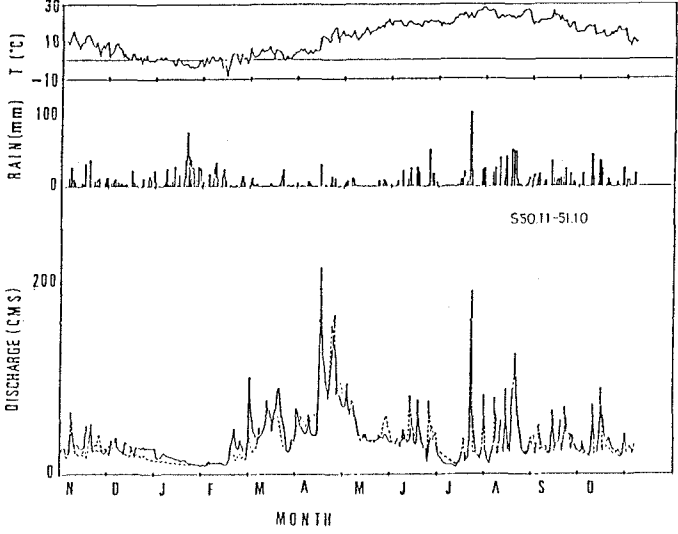


図-4 b 日平均流量Hydrograph