

II-45 融雪流出のシミュレーションモデルについて

北海道大学工学部 正 員 ○藤田 睦博

北海道大学工学部 学生員 加島 哲雄

北海道大学工学部 正 員 山岡 勲

緒言

積雪地域の降雪量は重要な水資源であり又一方では災害源でもある。北海道地方の融雪期間は、3月から6月上旬にまで及び、特に4月から5月にかけては融雪流出の最盛期で、その期間中かなりの降雨があり融雪流出のピークは、多くの場合降雨時と重なって生起している。筆者等は、融雪流出を積雪表面での融雪過程とその融雪水が積雪中を移動する過程に分離したモデルを考えた。融雪をひきおこす要素としては種々の熱源が考えられる。個々の要素については伝熱学的には解明されているが自然状況のもとに全ての要素を考慮するのは不可能である。ここでは卓越する要素として大気から伝達される熱源のみを採用した。融雪水の移動過程については、吉田等の微視的な優れた研究があるが工学的な目的には応用が困難なので、筆者等はダルシー則により移動するものとした²⁾。巨視的にはこの仮定をうらづける報告も行なわれている。このモデルの適合性を示すために金山ダム流域(470km²)に適用した計算結果を示す。

1 基本式

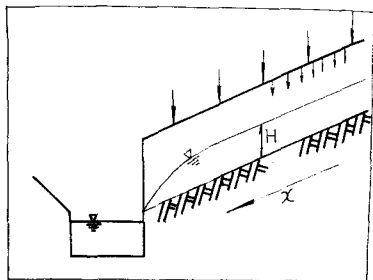
積雪中に融雪水がダルシー則に従って流下すると、その運動方程式は

$$\vec{U} = -\text{grad}\{k(H+z)\} \quad (1.1)$$

連続の式は

$$\gamma \frac{\partial H}{\partial t} = \text{div } \vec{U} H + Q_0(t) \quad (1.2)$$

図1-1



ここに $\vec{U}$: 速度ベクトル, k : 透水係数, H : 積雪中の融雪水の水深, γ : 有効空隙率, $Q_0(t)$: 降雨量と気温融雪量の和である。図1-1に示すように融雪水は山腹斜面方向のみに流れるとすれば

$$\gamma \frac{\partial H}{\partial t} = k H \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k \left(\frac{\partial H}{\partial x} - \sin \theta \right) \frac{\partial H}{\partial x} + Q_0(t) \quad (1.3)$$

θ は山腹斜面勾配である。山腹斜面勾配は一般に急であり、重力の効果が非常に大きく輸送項が卓越すると考えてよいから(1.3)式は

$$\gamma \frac{\partial H}{\partial t} = -k \sin \theta \frac{\partial H}{\partial x} + Q_0(t) \quad (1.4)$$

一方融雪時には、積雪表面温度は0°Cと考えてよく大気から積雪表面への熱伝達率を α とすると

$$Q_0(t) = R(t) + \frac{10 \cdot h \cdot \alpha_f}{79.67} \left[\frac{\text{mm}}{\text{hr}} \right] \quad (1.5)$$

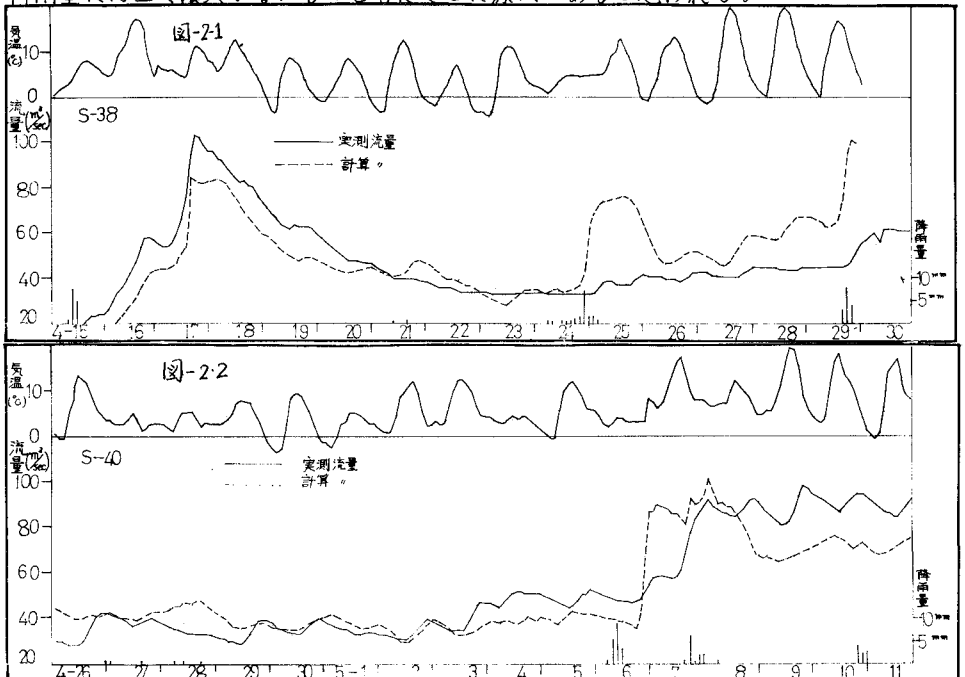
ここに $R(t)$: 降雨量, θ_f : 気温, ρ : 水の密度である。したがって各係数値が定まると(1.4), (1.5)式より融雪流出量を算出できる。

2. 解析例

昭和38年, 昭和40年の金山ダム流域の実測降雨資料, 気温資料を用いて計算した。計算にあたって流域を表-2.1に示すように3つの矩形の流域で近似し, (1.4)式を特性曲線法で計算した。又有効空隙率 γ , 透水係数をについては実測資料³⁾によりそれぞれ0.7, 1cm/sec とした。熱伝達率は風速, 雪面の粗度等に左右される値であるが, こゝでは吉田等の実測値⁴⁾を参照して $h = 0.003705\text{ cal/cm}^2\text{ }^\circ\text{C hr}$ とした。計算結果を図-2.1, 図-2.2に示す。降雨時に計算値が実測値より過大になっているのは, 降雨量には全く損失がないものとしたことに原因があると思われる。

表-2.1

流域	要素	ΔX (m)	幅 (km)	流路長 (m)	勾配	面積比
A ₁	流域	5.00	175	6250	0.0865	0.24
A ₂	"	6.00	238	6264	0.1053	0.33
A ₃	"	10.00	357	5410	0.1862	0.43



3. 結 言

各係数値の推定にあたっては, 金山ダム流域以外の場所での実測値又は室内の実験値を用いたが, タルシー 則によるモデルは実測値とかなり適合していることがわかった。降雨の積雪内への保水, 融雪水の地下への浸透, 積雪深の変化等の問題点があるが, 融雪最盛期のモデルとしては, 雪質が一様にヤラメ化しており, 積雪中の含水率も飽和に近いものと思われるので適合性がよいと思われる。

参考文献

- 1) 吉田順五; 融雪水の積雪内浸透, 低温科学物理編第23号, 昭和40年
- 2) 山岡, 藤田; 金山ダム流域における降雨及び融雪流出, 北大工H.D.研究グループ報告書, 昭和44年
- 3) 黒岩大助; 積雪のLiquid permeability, 低温科学物理編第26号, 昭和43年
- 4) 吉田, 小島, 青木; 融雪の実験的研究, 北海道大学低温科学研究所業績第53号, 昭和22年