

積雪深予測モデルに関する研究

金沢大学 竹田 茂嗣

同上 正員 高瀬 信忠

同上 正員 宇治橋康行

1. はじめに

わが国は世界的にみても多雨国であると言えるが、山地は急峻であり河川の勾配は急でしかも流路長が短い。そのためその流出時間は短く利用可能水量はヨーロッパなどの小雨域の国々に比べてむしろ少ない。その中で、冬季山地に蓄えられる積雪はその量と貯留時間の長さから極めて重要な資源となっている。この貴重な水資源を有効に管理、利用するためには積雪水量、融雪流出の予測が必要である。本研究は簡単な気象因子のみによる降雪-積雪-融雪-流出の一連の過程のモデル化について検討したものである。

2. モデルの概要

本モデルでは、時間ステップを6時-18時、18時-翌6時までの半日ステップとして計算を行っている。計算の流れは図-1に示すフローチャートのようなものである。

1) 新雪パラメータの決定(降水形態の判定) 金沢での実測値などを参考にして降雪か、降水かの判定気温 $T_0 = 3^\circ\text{C}$ とし、新雪密度 D_n 、新雪の含水率 W_c は、次のように与えた。

$$\begin{cases} D_n = 0.04 & T < -3.0^\circ\text{C} \\ D_n = 0.1 & T < 3.0^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_c = 0.05 & 0 < T < 3.0^\circ\text{C} \\ W_c = 0 & T \leq 0^\circ\text{C} \end{cases}$$

2) 積雪の圧密過程 積雪の自重による圧密に対しては、小島の粘弾性モデルを用いて次式より求めた。

$$\gamma(t) = \alpha^{-1} E_i^{-1} \left[\int \eta_0^{-1} W(t) dt + E_i(\alpha \gamma_0) \right] \quad (1)$$

ここに、 E : 誤差関数、 α : 粘性係数に関する係数、 γ : 密度、 γ_0 : 初日の密度、 η_0 : 粘性係数である。したがって、 t 日間の降水(あるいは降雪)による加重 $W(t)$ が与えられれば積雪深 $DP(t)$ は次式で与えられる。

$$DP(t) = W(t) / \gamma(t) \quad (2)$$

3) 融雪過程 表面融雪の計算には金沢における著者らの観測結果から昼間(6時-18時)と夜間(18時-翌6時)でそれぞれ次式を用いた。

$$M_{sc} = 3.28 T_{0-18} - 0.74 \quad (3)$$

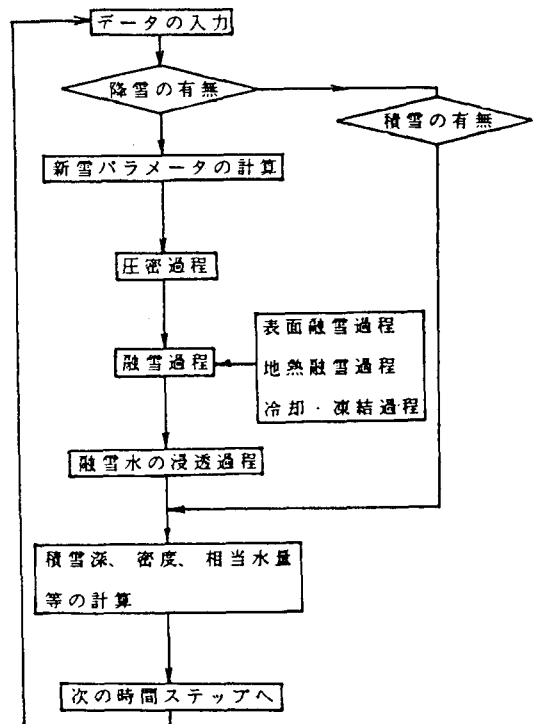


図-1 モデルのフローチャート

$$M_{sd} = 1.04 T_{10-8} - 0.18 \quad (4)$$

地熱による融雪量 M_g は積雪期間中に変化するが、その変化は小さいので 0.84 mm/day で期間中一定とした。

4) 融雪水の浸透過程 融雪水の浸透過程においてはM. I. T. モデルに依拠した形で各層の Cold Content, Thermal Quality, 含水比を考慮し、各層の可能保水量を越える融雪水が下層に浸透するものとした。

最下層の雪層を通過したものを流出量(地表面到達量)とした。

3. モデルの適用結果と考察

モデルの検討には著者らの実験斜面での観測データを用いた。

1985年-86年のデータに対する計算結果と実測値との比較を図-2に示す。図を見ると、積雪深、積雪密度、積雪水量および流出量ともに実測値と良く一致していることが分かる。ただ詳細にみると、融雪末期で積雪深、積雪水量、流出量ともに実測値との差がやや大きくなっている。これは流出量の計算結果にみられるように、融雪末期で流出量、すなわち表面融雪量が過大に評価されているためである。この点については、今後データをさらに蓄積しより精度の高い表面融雪の算定式を確立する必要がある。

4. おわりに

本研究で示したモデルは積雪の粘弾性圧縮、Cold Content, Thermal Quality, 積雪の保水機構、表面、熱融雪等、降雪-積雪-融雪-流出の一連の過程の中に含まれる物理過程を考慮したものであり積雪深、融雪流出の予測に関して有効であることが示された。本モデルでは、気温と積雪深データが与えられれば降水量の算定が可能であり、リモートセンシング等により流域の積雪深分布が分かれば全流域の積雪水量を求めることも可能となるなど広い適用性を持っている。今後は、実験、観測を通じてデータを蓄積しモデルの各サブシステムの精度を向上させると共に流域スケールへの拡張を計る必要がある。

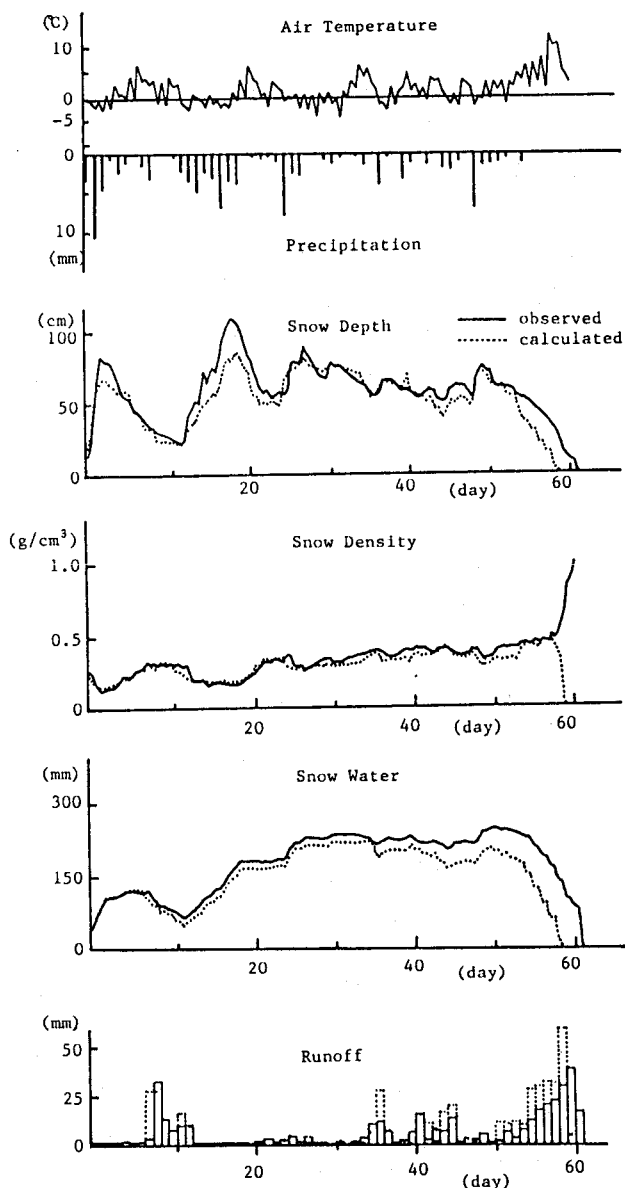


図-2 実測値と計算値の比較