

II-376

流域日積雪水量の推定について

群馬高専 正会員 山本 好克

1. はじめに 雪を水資源としての高度な利用を図る上で、また、雪による災害を最小限にとどめるなどの計画や管理においては、流域の積雪水量と融雪量の的確な把握が必要となる。著者は先に、積雪期間中の流域日積雪水量を把握する実用的な方法について、利根川水系鬼怒川上流部に位置する川俣ダム流域を対象として考察した¹⁾。ここでは、その際構築した、積雪水量・融雪量推定モデルと積雪深変換式によって推定される積雪深のより良好な再現性を図ることを主目的に、モデルのパラメータとその決定方法について再検討するものである。

2. 対象流域・観測地点・観測データの概要

図-1には、川俣ダム流域（面積 179.4 km²）、ダム観測地点、および、上馬坂・加仁湯・平五郎の3観測地点（図中○印）を示してある。

観測データは、1985年11月から翌年5月までのダム地点の日積雪深（cm）、日平均気温（℃）、および、日降水量（mm）と3観測地点の日積雪深（cm）である。また、1986年3月2～4日に実測された高度 1030～1550 m の範囲にわたる10箇所（図中○印）における、積雪深（cm）、積雪平均密度（g/cm³）、および、積雪水量（g/cm²）である。

3. 流域日積雪水量の推定 対象流域内*i*地点の日積雪水量 H_w （mm）は、次式によって推定する。

$$H_{w,i}(t) = \sum_{\theta' < 0} P_i(t) - \sum_{\theta' \geq 0} M_{s,i}(t) \quad (1)$$

ここに、 $\theta' = \theta - \theta_{sk}$ 、 θ ：日平均気温（℃）、

θ_{sk} ：*k*月の融雪開始気温（℃）、 P ：日降水量（mm）、 M_s ：日融雪量（mm）、 n ：積雪日数、である。

日降水量 P は、 $\theta' < 0$ の時には、降雪量 P として積雪水量 H_w に寄与し、 $\theta' \geq 0$ の時には、降雨量 P として融雪量 M_s の熱源となるものとする。なお、この融雪量 M_s は、次式によって推定する。

$$M_{s,i} = m_i \theta_i' + P_i \theta_i' / 80 \quad (2)$$

ここに、 m ：融雪定数（mm・℃/day）、 P ：日降雨量（mm）、である。

式(1)、(2)の*i*地点の日降水量 P （mm）および日平均気温 θ （℃）は、観測地点の日降水量 P_0 （mm）と日平均気温 θ_0 （℃）を用いて各々次式で計算する。

$$P_i = a_{k,i} \cdot P_0 \quad (3) \quad \theta_i = \theta_0 - \Delta \theta (h_i - h_0) / 100 \quad (4)$$

ここに、 a_k ：*k*月の降水量増加係数、 $\Delta \theta$ ：100 m当りの気温減率（℃）、 h_i 、 h_0 ：*i*地点および観測地点の高度（m）、である。

さて、本モデルによって流域日積雪水量 H_w を推定するためにはあらかじめ対象*i*地点の融雪定数 m 、月別融雪開始気温 θ_0 および月別降水量増加係数 a を求めておく必要がある。ここでは、これらのパラメータを試行錯誤法により、

表-1 月別の融雪開始気温 θ_0 、変換係数 α 、増加係数 a

月	1 1	1 2	1	2	3	4	5
上 θ_s	1.4	1.4	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
馬 α	5.20	5.20	5.87	7.03	6.73	5.99	2.55
坂 a	3	8	8	5	4	4	1
加仁湯	3	7	7	2	2	2	1
a 平五郎	3	6	6	2	2	2	1

観測積雪深との適合性から決定することとし、モデルによって計算される積雪水量 H_w を、次式により積雪深 H に変換する。

$$H_i = \alpha_k \cdot \beta_k H_{w,i} \quad (5)$$

ここに、 α_k 、 β_k ： k 月の積雪深変換係数および指数、である。

なお、最適パラメータは、次式で評価する。

$$E = \{ \sum (H_c(t) - H_o(t))^2 / n \} / \{ \sum H_o(t) / n \} \quad (6)$$

ここに、 H_c 、 H_o ：積雪深の計算値および観測値、である。

以上の推定方法による川俣ダム流域のパラメータの決定には、積雪期間最長の上馬坂地点の観測積雪深を、観測の日降水量 P_o と日平均気温 θ_o は、川俣ダム地点の値を、また、式(5)の月別指数 β には、実測の積雪深 H (cm)と積雪水量 H_w (g/cm^2)から得られた次式の関係（相関係数 0.99）に基づき、0.84（積雪期間中一定とする）の値を用いる。

$$H = 6.89 H_w^{0.84} \quad (7)$$

なお、気温減率 $\Delta\theta$ は、0.6℃とする。

こうして解析した結果、最適パラメータのうち、融雪定数 m は積雪期間中一定の 6.0 の値が、また、月別の融雪開始気温 θ_o (℃)、降水量増加係数 a および積雪深変換係数 α は、表-1に示すような最適値が得られた。

得られた最適パラメータ値を用いたモデルによる計算積雪深は、図-2に示してあるように観測値をよく再現していることと、表中の3月の変換係数 $\alpha = 6.70$ は、式(7)の 6.89 とほぼ同じ値となっていることから、モデルの妥当性が推察される。

また、上馬坂地点で得られたパラメータ値を用いて、加仁湯および平五郎の2地点の積雪深を推定した結果、図-3のように良好な再現性を示しており、モデルの有用性が伺われる。なお、各地点の降水量増加係数 a は観測値に適合するよう試行して求め、やはり、表-1に示してある。

4. おわりに 融雪開始気温および降水量増加係数を月毎に変化させることにより、良好な結果を得ることができた。今後は、本モデルを、種々の流域に適用することにより、モデルの有用性およびパラメータの総合化などについて検討して行きたい。

参考文献 1) 山本：流域積雪水量の推定に関する一考察、水工学論文集、第40巻、1996

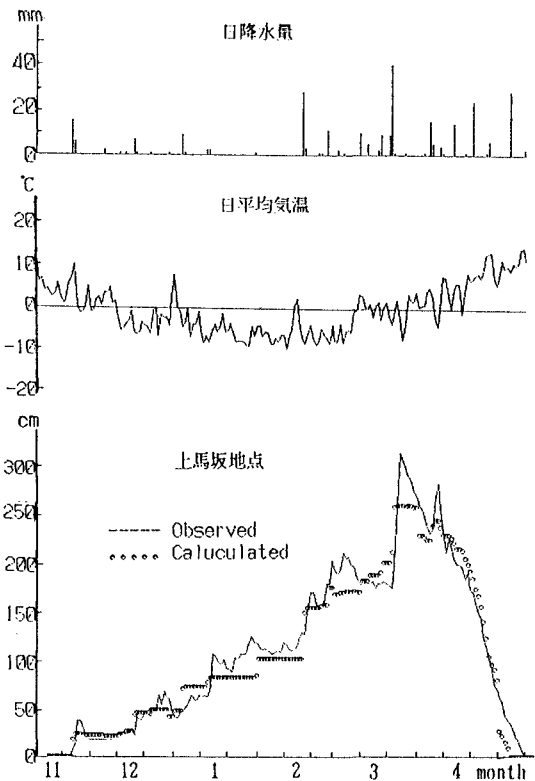


図-2 観測降水量・日平均気温・積雪深再現結果

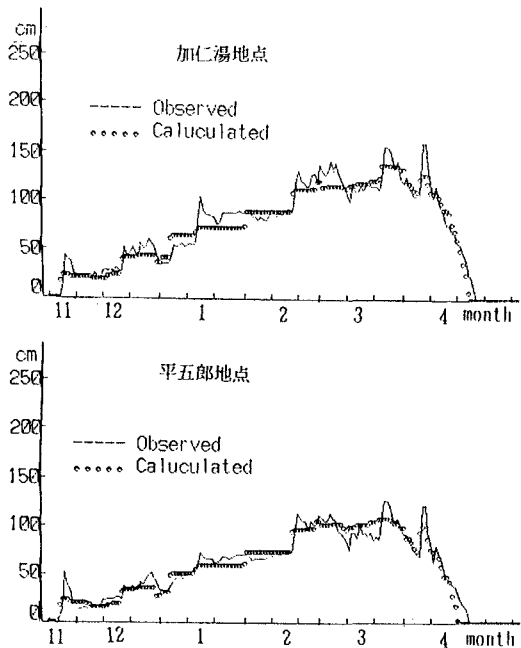


図-3 積雪深再現結果