

II-13

日融雪量推定式とそのパラメータ決定方法について

群馬高専 正会員 山本 好克

1. はじめに 水資源計画における山地流域を対象とした日単位の流出解析などでは、日融雪量の推定が必要となることから、種々の推定式が提案され利用されている。しかしながら融雪は、積雪層における熱量の収支によって決まり、気温、日射、水蒸気の凝結、雪面からの放熱、降雨などがその熱源となって複雑な物理機構を有していることから、その量を十分に把握する推定式を確立することはなかなか困難であり、わが国では、気温のみに着目した気温日数法¹⁾がよく用いられているようである。

ここでは、有用かつ実用的な日融雪量を推定する式の構築を目指した第一歩として、融雪の熱源として気温と降雨をとり入れた菅原²⁾による日融雪量推定式に、“融雪開始気温”と名付けたパラメータを導入し、この式中のパラメータ決定方法と式の有用性について、北海道天塩川上流の岩尾内ダム流域（流域面積 331.4km²）で観測された 1978 年 8 月から 1980 年 7 月の 2 年間の気象資料を用いて検討するものである。

2. 日融雪量推定式と融雪開始気温の導入 1. で述べたように、菅原は日単位の流出解析に次式の融雪量推定式を用いている。

$$M_s = m t + p t / 80 \quad , \quad t > 0 \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 M_s ：日融雪量 (mm/day)、 m ：融雪定数、 t ：日平均気温 (°C)、 p ：日降雨量 (mm/day) である。

式(1)の意味は、日平均気温 t が 0°C よりも高ければ、 t の m 倍の雪がとけ、さらに、その日に降水量 p があればこれは降雨量 p であるとし、降雨の温度も t と考え、氷の融解熱が 80cal/g であることから、 $p t / 80$ の雪がとけるとしたものである。もちろん式(1)に見合う積雪量がある場合であるが、この積雪量は、日平均気温 t が 0°C 以下であればその日の降水量 p は雪であるとして推定できることになる。

さて、式(1)の有用性は、融雪が始まるとする日平均気温 t の決定にあるといえ、式(1)でその気温を 0°C とする仮定は検討する必要がある。

そこでここでは、式(1)に融雪開始気温 t_0 を導入した次式を設定し、上述の問題点と導入式の有用性を検討する。

$$M_s = m (t - t_0) + p (t - t_0) / 80 \quad \text{----- (2)}$$

式(2)の意味は、 $(t - t_0)$ を t とおきかえてみれば式(1)と同様となる。

3. パラメータ決定方法 対象流域の融雪量を式(2)を用いて推定するには、融雪開始気温 t_0 と積雪定数 m をあらかじめ決定しておく必要がある。

ここでは、対象流域の最適な t_0 、 m を、実測積雪量と計算積雪量との相関性と誤差とから評価して決定する。すなわち、 t_0 と m との組合せを種々変化させ、実測値と計算値との相関係数が高くかつ絶対誤差の平均値が最小を示す時の t_0 、 m の値をもって最適値とする。なお、積雪量の計算は、日平均気温 t が融雪開始気温 t_0 よりも高ければ融雪、 t_0 以下でかつ降水量 p があれば雪として行なう。この

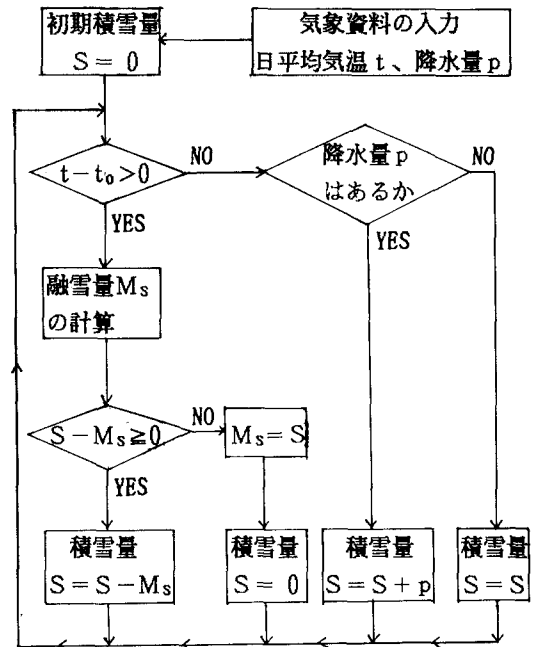


図-1 積雪量計算手順のフローチャート

計算手順のフローを図-1に示す。

4. 適用例 岩尾内ダム流域の融雪量を式(2)を用いて推定するに必要な融雪開始気温 t_0 と積雪定数 m の値は、ダム観測所で観測された1978年8月-1979年7月（Case 1）および1979年8月-1980年7月（Case 2）の2年間の日最高気温 t_{max} （℃）、日最低気温 t_{min} （℃）、日降水量 p （mm/day）、積雪量 s （mm/day）の資料を用いて以下のようにして決定される。

t_0 は、-10℃～+5℃までを1℃きざみで、 m は0.1～0.9までは0.1きざみで、1.0～10.0までは1.0きざみで変化させ、その都度図-1の計算手順に従って積雪量を計算し、その結果と実測積雪量との相関係数 R および絶対誤差の平均値 $E.A.$ を計算する。なお、日平均気温 t は、 t_{max} と t_{min} の平均値とする。

Case 1とCase 2の R と $E.A.$ の計算結果の一部を表-1、表-2に示してある。

Case 1からは、 $R=0.91$ と最高値を示しかつ $E.A.=22.2$ と最小値を示す $t_0=-3.0$ ℃、 $m=1.0$ の組合せが最適値と見なすことができる。Case 2からは、 $R=0.93$ と最高値ではないが、 $E.A.=12.3$ と最小値を示す $t_0=-4.0$ ℃、 $m=0.9$ の組合せが最適値と見なせるが、実測値と計算値との再現性の検討から、 $R=0.94$ と最高値を示し $E.A.=14.5$ とかなり小さな値を示す $t_0=-3.0$ ℃、 $m=1.0$ の組合せによる計算結果の適合性が、図-2に示してあるように良好となることを見い出せる。

これらのことから、岩尾内ダム流域の融雪開始気温は、 $t_0=-3.0$ ℃、融雪定数 $m=1.0$ と決定できよう。

5. おわりに 対象流域の融雪量を推定する実用的な式として融雪開始気温を導入した式(2)を設定し、実測積雪量と計算積雪量との適合性が最良となるパラメータ値を、相関係数と誤差とを評価して決定する方法を用い、岩尾内ダム流域に適用した結果良好な再現性が見られ、式(2)の有用性を見い出すことができた。ここで用いたパラメータ決定方法は絶対的なものではないがかなり有力な方法であること、また、一例にすぎないが融雪開始気温を導入の有意性などがわかった。今後、適用例をふやすことによって、融雪開始気温および積雪定数と地域性との関連性を検討して行きたい。

最後に、資料の整理と計算に多大な援助をしてくれた群馬高専学生小池三男君（現・久保田鉄工（株））にお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 土木学会編：水理公式集、P.168、1980
- 2) 菅原正己：流出解析法、共立出版、P.101、1972

表-1 Case 1 の R と $E.A.$

$t_0 \backslash m$	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0
-5.0	0.83 38.1	0.81 39.4	0.79 40.6	0.60 48.1	0.43 52.8
-4.0	0.89 28.2	0.88 30.1	0.87 31.9	0.78 39.4	0.69 43.7
-3.0	0.89 24.4	0.90 22.8	0.91 22.2	0.88 23.9	0.83 27.4
-2.0	0.85 29.9	0.86 28.6	0.88 27.3	0.91 23.6	0.88 24.4

表-2 Case 2 の R と $E.A.$

$t_0 \backslash m$	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0
-5.0	0.89 12.5	0.87 13.6	0.85 14.9	0.71 24.7	0.62 28.6
-4.0	0.94 12.7	0.93 12.3	0.92 12.5	0.83 15.6	0.76 19.9
-3.0	0.92 17.5	0.93 15.9	0.94 14.5	0.86 14.6	0.82 15.1
-2.0	0.86 25.3	0.89 23.8	0.91 22.3	0.92 16.1	0.85 17.4

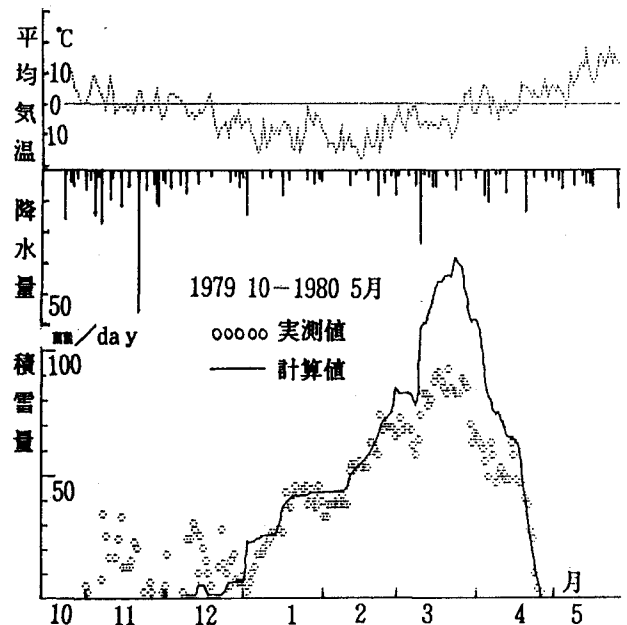


図-2 日平均気温、日降水量および解析結果