

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が、融雪の物理機構が複雑であることから、その量を十分に把握するための推定式を確立することはなかなか困難なようである。

著者は先に、有用かつ実用的な日融雪量推定式の構築を目指した第一歩として、気温と降雨を融雪の熱源とした菅原の日融雪量推定式²⁾に、“融雪開始気温”と名付けたパラメータを導入し、北海道天塩川上流に位置する岩尾内ダム流域（流域面積 331.4 km²）で観測された 1978 年 8 月から 1980 年 7 月までの 2 年間の気象および積雪量などの資料を用いて解析した結果、式中のパラメータを決定する方法およびその式の有意性を見出すことができた。

ここでは、提案した推定式の一層の有用性を計るために、月別の融雪開始気温を導入し、先と同様、岩尾内ダム流域の観測資料を用いて検討するものである。

2. 融雪開始気温を導入した日融雪量推定式 菅原は、日単位の流出解析に次式の日融雪量推定式を用いている。

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

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)の有用性は、融雪が始まるとする日平均気温 t の決定にあらうとの観点から、式(1)に融雪開始気温 t_0 を導入した次式を設定した。

$$M_s = m (t - t_0) + p (t - t_0) / 80, \quad t > t_0 \quad (2)$$

式(2)の意味は、 t が t_0 より高ければ、 $(t - t_0)$ の m 倍の雪が融け、さらにその日に降水量 p があればこれは降水量 p であるとし、降雨の温度も $(t - t_0)$ と考え、氷の融解熱が 80 cal/g であることから、 $p (t - t_0) / 80$ の雪が融けるとしたものである。

もちろん式(2)に見合う積雪量がある場合であるが、この積雪量は、 t が t_0 以下であればその日の降水量 p は降雪量 p であるとして推定できることになる。

3. 月別融雪開始気温の導入とパラメータ決定方法

岩尾内ダム流域の最適なパラメータ m 、 t_0 の決定では、これらの値は積雪期間中一定であるとして式(2)を解析し、 $m = 1$ 、 $t_0 = -3^\circ\text{C}$ であることを見出した。

ここでは、 t_0 のかわりに月別融雪開始気温 t_{0i} を導入した次式を設定する。

$$M_s = m (t - t_{0i}) + p (t - t_{0i}) / 80, \quad t > t_{0i} \quad (3)$$

ここで i は、積雪期間中の各月を表わす。

こうして、式中のパラメータは先と同様、実測積雪量と計算積雪量との相関性と誤差を評価して決定する。すなわち、 m (積雪期間中一定) と t_{0i} ($i = 1 \sim M$, M : 積雪月間) との組合せを種々変化さ

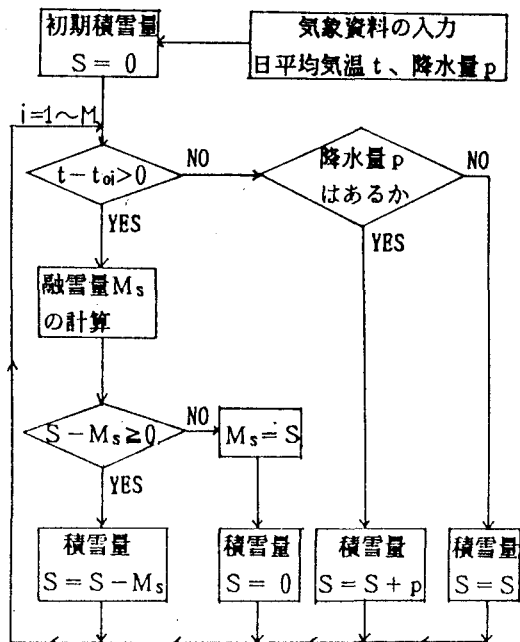


図-1 積雪量計算手順のフローチャート

せ、実測値と計算値との相関係数が高くかつ絶対誤差が最小値を示す時の m と t_{oi} の値を最適とする。なお、積雪量の計算は、 t が t_{oi} より高ければ融雪、 t_{oi} 以下でかつ降水量があればこれを雪として行なう。この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 m 、 t_{oi} の最適値は、ダム地点で観測された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)の資料を図-1の計算手順に従って解析すれば決定される。

表-1、2には、解析結果の一部として、最適な組合せとなった $m=1$ の時の各月の t_{oi} に関する相関係数 R (表上段の値)および絶対誤差E.A.(表下段の値)を示してある。なお、日平均気温 t は、 t_{max} と t_{min} の平均値である。

Case 1とCase 2とでは、2、3、4月の最適な t_{oi} が若干相違しているが、実測と計算との積雪量の適合性の検討結果から、岩尾内ダム流域の最適値として、 $m=1$ 、 t_{oi} は、11月=-1℃、12月=-2℃、1月=-3℃、2月=-4℃、3月=-4℃、4月=-3℃と決定した。図-2には、これらの値を用いた式(3)による計算積雪量および $m=1$ 、 $t_{oi}=-3℃$ の用いた式(2)によるそれを、実測積雪量と比較して示してある。

図から、月別融雪開始気温による場合の適合性がより良好であることが見受けられる。ちなみに、絶対誤差は、式(2)による場合が14.4mm/day、式(3)による場合が13.0mm/dayである。

5. おわりに 対象流域の融雪量を推定する式として、式(1)に融雪開始気温を導入した式(2)が有用であることを先に見出し、ここにおいて、この融雪開始気温を月毎に把えることが、実測値と計算値との適合性において、より良好であることを見出した。

今後、適用例をふやすことにより、推定式の総合化を計って行きたい。

参考文献

1)山本好克：日融雪量推定式とそのパラメータ決定方法について、第44回年講2、P.P.96-97、平成元年10月
 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_{oi} (月)	11	12	1	2	3	4
-5.0	0.00	0.34	0.93	0.88	0.15	0.73
	12.0	36.6	46.2	38.3	39.8	57.9
-4.0	0.00	0.67	0.94	0.86	0.54	0.91
	12.0	34.9	43.6	17.7	12.4	34.1
-3.0	0.26	0.70	0.94	0.86	0.78	0.99
	11.9	30.8	23.3	19.1	28.5	13.7
-2.0	0.63	0.70	0.93	0.86	0.85	0.99
	7.35	25.7	13.4	22.7	43.4	40.7
-1.0	0.51	0.71	0.92	0.85	0.91	0.99
	7.43	11.7	26.9	64.3	98.7	99.0

表-2 Case 2 のRとE.A.

t_{oi} (月)	11	12	1	2	3	4
-5.0	0.00	-0.24	0.89	0.95	0.91	0.52
	14.8	12.6	5.84	13.4	10.1	35.5
-4.0	0.00	-0.19	0.91	0.94	0.89	0.80
	14.8	12.1	4.67	5.33	22.0	17.1
-3.0	0.00	-0.11	0.92	0.94	0.87	0.92
	14.8	11.3	4.64	4.24	33.0	18.4
-2.0	0.37	-0.11	0.91	0.94	0.84	0.96
	14.2	11.1	5.37	9.04	45.7	43.7
-1.0	0.30	-0.16	0.91	0.94	0.82	0.96
	12.0	11.2	11.1	16.6	58.2	72.8

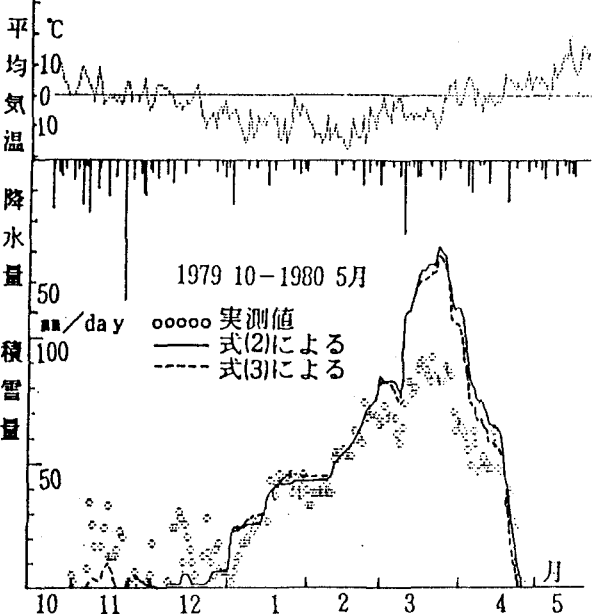


図-2 日平均気温、日降水量および解析結果