

III—31 融雪流出の機構

北海道大学工学部 正員 工博 岸 カ
同 正員 ○中尾徳四郎

1. 序言 融雪の熱収支の研究は、W.T. Wilson¹⁾以来多くの研究がなされているが、実用的な立場から融雪量の計算には融雪現象に有効に影響する要因の総合量として気温 Index が用いられている。融雪流出の解析は、従来からの雨水流出解析の方法をそのまま踏襲するのが現状であり、日平均流量を対象にしているが、治水・利水の目的には、時間単位の解析を行う事が望ましい。

筆者らは、農林省林業試験場上川試験地での水文資料から、気温 Index の検討を行うとともに流出解析と従来の日単位から、時間単位に、短縮することを試みた。

対象流域は上川試験地・北谷(流域面積 6.454 km^2) で図-1に示した。

2. 融雪の Index 融雪流出に重要な熱収支を考えるのは、それらの要因は地域差が大きく、実際に河川流域全体にわたって計算することは難しい。融雪に関する主要な要素は気温の外に日射量が考えられる。図-2は気温・日射量・雨量・流量の変化図であるが、これによれば、流量の一日周期の時間変化は気温の時間変化と約2時間の遅れでよく対応している。日射量は気温とほぼ完全な相関関係をもつ上、雪面の Albedo・林地と草地・等の地域差が大きく、日射量を Index とするのは不適当である。しかも石井²⁾の調査によれば、積雪に吸収される日射量は雪面蒸発量、長波長輻射量などと打消し合って比較的变化が少くなる性質がある。

図-2によれば、日融雪量はかりでなく時間融雪量も気温によって代表できると考えられる。気温を Index とするとき、L.L. Weiss & W.T. Wilson³⁾の調査によれば、 0°C を基調にするのが他の温度を基調にしたものに較べて融雪量との相関が最もよいことが実証されている。 0°C 以上の気温について、雪線後退による融雪面積の減少と気温の高度による逆減を考慮した。

融雪期間中の降雨の取扱いは、境りによれば5日間に100%流出する、筆者⁴⁾らの解析によれば4日間に99%になった。降雨を100%流出として、全流出量から融雪速度 ($\text{cm}/^\circ\text{C}-\text{day}$)を計算した。比較のために他の流域の数値も合わせて表-1に示した。融雪速度の数値の不同は、気温の計算方法の違い、基流流量の決め方、つまり解析方法の差に起因する部分もあるが、流域の地被状態など自然条件の差があらわれてしまふと考えられる。

3. 融雪流出 昭和28年～昭和31年の流量資料について、気温が 0°C にさがる部分

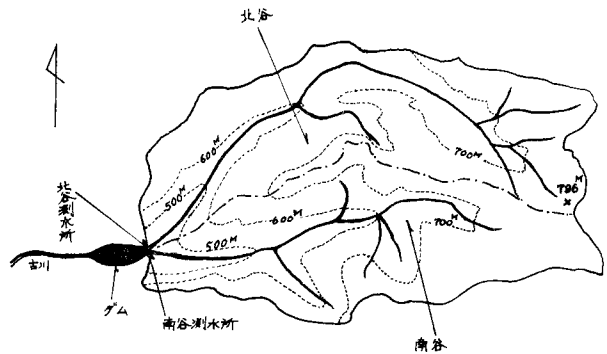


図-1 上川試験地流域図

の流量の減水部を調べると、指数函数
 $Q = Q_0 e^{-\alpha t}$ で減水し $\alpha = 0.014^{hr^{-1}} \sim 0.0144^{hr^{-1}}$

であり、これは夏季出水の中間流出或は
 基底流出の減水係数にあたる。積雪中と
 流れる融雪水の流出は中間流出或は基底

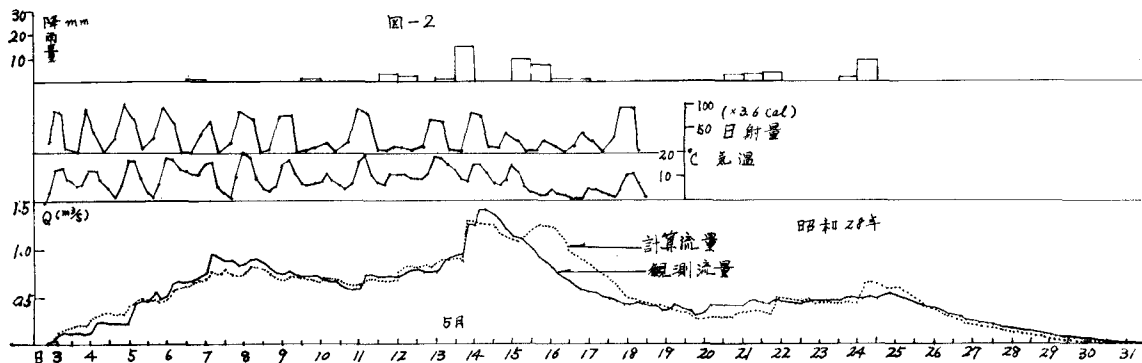
流出的流出をすることが予想される。
 減水部で気温 0°C 以下が長時間を続かず、
 流入量 $= 0$ の部分は厳密にはないので α の
 上限の値 $0.0144^{hr^{-1}}$ を用いて単位図を求めた。

即ち $S = kQ$ の貯溜の式と $I - Q = ds/dt$
 の連続の式から、4時間 1mm の単位図
 を求め、上記の両式より、 $1/\alpha (Q_2 - Q_1) = a/2 (I_1 + I_2) - a/2 (Q_1 + Q_2)$ となり、 $a = 4^{hr}$ (Unit-graph
 の単位時間) で計算すれば $Q_2 = 0.0251 \text{ m}^3/\text{sec}$ (単位図の Peak 流量) となり、それ以後の流量は流入量
 が 0 で、 $Q = Q_2 e^{-\alpha t}$ で減水する。但し減水部を 152 時間 (約 6 日) で打ち切りそれ以後の流出
 量を比例配分して修正した。このようにして得られた単位図を表-2 に示す。

表-2 単位図の Ordinate m^3/sec 4時間 1mm $d = 0.0144 \text{ hr}^{-1}$

時間 (hr)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
Ordinate	0.0300	0.0274	0.0268	0.0253	0.0238	0.0225	0.0213	0.0201	0.0189	0.0178	0.0169	0.0159	0.0151	0.0142	0.0134	0.0127	0.0119	0.0112	0.0107
時間 (hr)	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152
Ordinate	0.0101	0.0095	0.0089	0.0083	0.0077	0.0071	0.0065	0.0059	0.0053	0.0047	0.0041	0.0035	0.0029	0.0024	0.0018	0.0013	0.0009	0.0004	0

単位図の適用結果は図-2 に示した、16 日の計算流量が実測値より大きいのは、消雪面積が
 拡大したため 15 日~16 日の約 20mm の降雨に対する、100% の流出率が大きすぎたためと思わ
 れる。図-2 によれば、融雪流出は、気温を Index とし、線型貯溜で計算すればよいこと
 がわかる。このときの減水係数は降雨流出の基底流出の減水係数と同程度の値である。



- 1) W.T. Wilson: An outline of the thermodynamic of Snow-melt. T.A.G.U. 1941
- 2) 北海道電力 K.K., 札幌労働会: 積雪の基礎調査 - 融雪の研究 -
- 3) L.L. Weiss & W.T. Wilson: Snow-melt degree-day ratios determined from Snow-lab data, T.A.G.U. 1958
- 4) 境: 沙流川流域の融雪流出について。技術資料 14 号。土木学会 北海道支部 1958
- 5) 大坪・岸・中尾: 石狩川における融雪洪水量の算定。第 14 回 年次学術講演会 講演概要, 1959.
- 6) R.K. Linsley: A simple procedure for the day to day forecasting of runoff from snow-melt. T.A.G.U. 1943.
- 7) H.S. Riesbol: Snow hydrology for multiple-purpose reservoirs. P.A.S.C.E. 1953
- 8) 境: 石狩川上流部の融雪流出について。第 15 回 年次学術講演会 講演概要 1950.
- 9) 高瀬・石塚・山口: 融雪期の流出機構について。第 5 回 水理研究会 講演会前刷 1950

本研究は文部省試験研究 [奥地林の実地と水資源に関する研究 (代表者 北大農学部 三島 毅 教授)] の一部である。