

融雪機構および出水に関する一考察

金沢大学工学部

正員 高瀬 信忠

富山県立技術短期大学

○正員 能登 勇二

1 はじめに

北陸地方などの降雪地帯における河川においては、融雪期における流出量が年間総流出量の半分以上を占めることも珍らしいことではなく、毎日のピーク流出も長期間に亘ってかなりの量に達し、融雪期における出水解析においては Degree-hour factor 法などで、かなりの成果を上げている。しかしダムなどの管理においては時間流量の把握が必要であるが、融雪の機構の複雑さゆえに困難なのが現状であると思われる。ここでは融雪出水における日最大流量の出現時間の遅れについて宇取川水系の尾添川流域を対象として調べた結果と、その出水に関して若干の考察を加えたものである。

2 融雪出水の遅れ

一般に融雪出水のピーク流量出現時間は降雨における場合よりもかなり遅れ、周期的であり1日のうちでは22時前後であるといわれる。尾添川における出水の遅れを図-2(b), (c)に示した。ここで横軸には尾添川流域内の尾口における積雪深0の日からの積算気温をとった。(b)では t_g として日最高気温時からの遅れをとり、(c)では日射量が最大になると考えられる正午からの遅れをとった。一般に日最高気温時からの遅れよりも、正午からの遅れの方がばらつきが

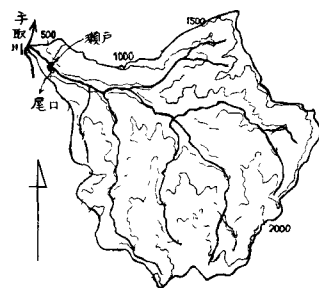


図-1 尾添川流域図

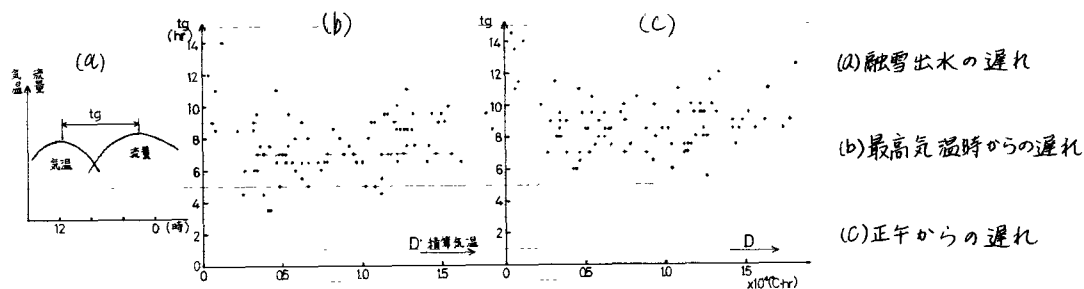


図-2 融雪出水の遅れ

小さいようである。これは1日のうちで融雪が最も激しいのは日射量の最も大きいと考えられる12時前後であるからだろうと思われる。すなわち遅れ t_g は融雪最大量の出現時からピーク流出時までの時間であり、融雪量の最も大きい時間は12時前後であるためと考えられる。しかし日射量もその日の気象条件によりそのピークが12時前後になるとは限らないため、図-2のような t_g のばらつきが生じるものと思われる。また積算気温の小さい融雪初期には t_g は大きく、そして次第に小さくなり、融雪最盛期から末期にかけてまた大きくなっていくのが見られる。融雪初期において t_g が大きいのは積雪の影響であろうと考えられる。吉田、若狭¹⁾によれば、積雪中の融雪水の流下形式には「水路流下」と「皮膜流下」があり、一般に融雪量が小さく、雪質の変態がそれほど進んでいなければ「皮膜流下」が中心であり、融雪量が大きくなり積雪がざらめ雪化していくと「水路流下」が中心になるようである。ここで「皮膜流下」

の流下速度は $2.3 \sim 4.0 \text{ cm/min}$ であり、氷路流下では $1.0 \sim 3.0 \text{ cm/sec}$ である。すなわち 100 cm の積雪があれば融雪水が、それを皮膜流下で垂直に通過するのに約 $0.4 \sim 0.6$ 時間かかることになり、従って融雪初期においては積雪の変態がまだ進んでいないこと、さらに融雪量が小さく皮膜流下が中心であり、 h_g が大きいものと考えられる。融雪最盛期になると融雪水の量も大きくなり、夜間でも気温が 0°C 以上となり融雪水が一日中生じるようになると氷路流下が中心となり、その積雪中の流下速度も速くなって h_g の値も小さくなると思われる。また逆に融雪最盛期から末期にかけては雪線が後退し、次第に融雪区域の中心部も後退し、流量測定地点から遠ざかるためと考えられる。

3 融雪出水に関する考察

融雪出水の解析においては、融雪の熱源因子に何をとりかが問題となるが気温が最も入手しやすい資料であるため、Degree-hour factor²⁾法に従い尾添川を対象に時間流量の解析を試みた。なお雪線の後退速度については、尾口における積雪気温が $2.1 \times 10^4 (^\circ\text{C} \cdot \text{hour})$ が融雪出水がほぼ終了することから、 $11.6 \text{ m}/100^\circ\text{C} \cdot \text{hour}$ とした。山口³⁾もこれとほぼ同じ値を得ている。従って雪線高 h_{se} は次式で表わされる。

$$h_{se} = 11.6 \times D/100 \quad (\text{m}) \quad (D: \text{尾口の積算気温})$$

この h_{se} と尾口における気温より凍結線高度 h_f を求め、融雪正域面積比率 P_A を算定すれば、融雪率を f_s として時間融雪量 Q_{sm} は次式で表わされる。 $Q_{sm} = f_s \cdot T_m \cdot P_A$ (T_m : 融雪中位高度の気温)

f_s は試算結果、 $4.5 (\text{cm/sec} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{hour} \cdot \%)$ とし、基底流量として冬期湛水量を差し引いた。また流出の時間配分率は2で述べたことを考慮し、融雪中位高度の面積比率値 P_m により、図-4に示す流出分布図を試案し決定したが、その適用結果カーブを図-5に示した。なお f_s の値には浮動があり、またその季節的变化もさらに検討中である。

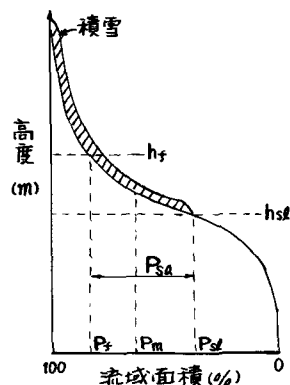


図-3 面積高波曲線

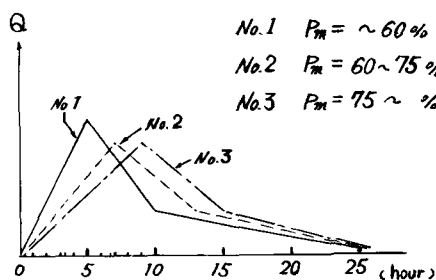


図-4 流出配分図

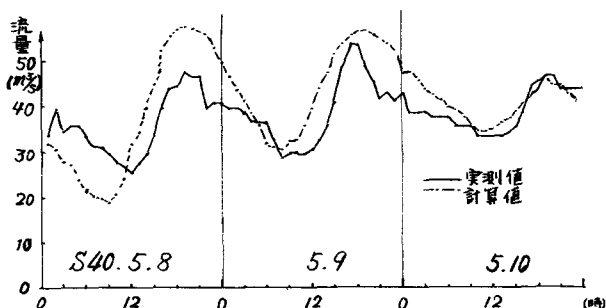


図-5 流出計算の適用例

参考文献

- 1) 低温科学 物理篇 第15, 19, 20, 21, 23, 26, 29
- 2) 境 隆雄: 河川の融雪流出に関する研究 土木学会論文集 第95号 B338.7.
- 3) 山口 甲: 融雪出水予報の実例 雪氷33巻4号 B346.12.