

II-302

融雪(氷)実験を考慮した実流域の融雪流出解析

東京電力 正員 菊池 康郎

宇都宮大学 正員 桑川 高德

宇都宮大学 正員 長谷部 正彦

1. はじめに

積雪地方において融雪水は、発電、公共用水の供給源として重要であるとともに、防災的にも、春先の河川洪水の原因となり、その流出量を正確に算定することは、重要な課題となっている。

本研究では、今まで融雪量を算定するにあたり用いられてきたDegree-Day法、熱収支法が、日本のような小流域で高度差のある河川では、融雪量の予測を行うには不十分であると考えられるため、融雪に影響があると考えられている気象要素の中から気温、風速をとりあげ、昨年度の融雪(氷)実験から得られた関係を実流域に適用し、新しい融雪量の算定を提案することを目的とする。

2. 対象流域及び水文資料

解析対象流域は、奥只見ダム上流域、流域面積425Km²である。この研究に用いた資料は、ダム流入地点で観測されているデータで、1986年～1990年までの日単位の平均風速、9時気温、ダム流入量(融雪量)である。解析は基本的に融雪期にあたる4月～6月のデータについて行った。

資料から判断すると、86年、88年は比較的寒い年であり、89年、90年は比較的暖かい年といえる。また、積雪量については、89年、90年が他の年に比べやや少なめとなっている。

3. 解析方法

昨年度行われた融雪(融氷)実験の結果を以下で説明する。

実験における10分単位で50分経過時までの積算融雪量の実験値と理論値との比較、そして10分経過毎の実験項目の積算の計算値を図-1に示す。蒸発散、日射、熱フラックス(気温×風速)のそれぞれの役割が表されている。熱フラックスが融雪に大きく影響していることが分かる。

また、次の関係が成立した。

$$Q = aUT + bT \quad (1)$$

a, b: 係数 T: 気温 U: 風速

上式を線形にするために(2)のように変形する。

$$Q/T = aU + b \quad (2)$$

上式について説明する。大気中を上から下向きに輸送される熱量 Q_A は次式で表せる。

$$Q_A = C_p \rho K_H \cdot dT/dh \quad (3)$$

C_p : 大気定の定圧比熱、 ρ : 空気密度、

K_H : 乱流による渦拡散率、

dT : 温度の差、 dh : 高さの差

次に、風速 U と Q_A との関係を渦相関法を用いて考える。(3)式より Q_A が風速と気温の関係で表される。ここで、乱流域でかつ温度勾配が非常に小さく、風速の乱れ成分を W' 、温度の平均からの乱れを t' とすると、(3)式は次式となる。

$$Q_A = C_p \cdot dT/dh + C_p W' T \quad (4)$$

さらにこれを単純化して、 α を熱伝達係数とすると、

$$Q_A = \alpha_h (T_h - T_a) = \alpha_h' (T_h - T_a) U \quad (5)$$

α_h' : 高さ h での熱伝達係数、 T_h : 高さ h における気温、 T_a : 高さ0における気温

図-1 積算融雪量の実験値と理論値との比較
及び各実験項目の役割

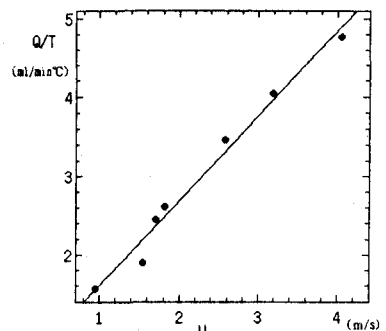
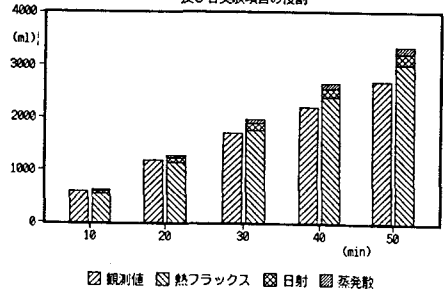


図-2 $Q/T-U$ の関係(実験)

また、 $\alpha_h = aU + b$ とし、 $T_a = 0^\circ\text{C}$ とすると(5)式は次式となる。

$$Q_R = a U T_h + b T_h \quad (6)$$

a, b : 係数、 T_h : 気温、 U : 風速

さらに上式を変形して

$$Q_R / T_h = a U + b \quad (7)$$

となる。

(7)式に基づいて整理した昨年度の実験結果を図-2に示す。

以上の結果をもとに(7)式を実流域に適用し、その融雪流出解析を行った。

解析は、従来の方法であるDegree-Day法によるものと、実験結果に基づいた式によるものの二通りおこなった。

4. 解析結果

Degree-Day法による解析

従来の方法であるDegree-Day法の式は以下である。

$$Q = a T$$

a : 気温融雪率、 T : 気温

1986年、1988年の解析結果を図-3、図-4に示す。1986年、1988年は、融雪の遅れ時間を20日であると推測し、これを考慮して、20日毎の移動平均で解析をおこなった。

図-3、図-4では、気温が上昇しているにもかかわらず融雪量は減少という傾向となった。

このようにDegree-Day法では、解析によっては融雪量が推定できない事もある。

$Q/T = aU + b$ による解析

1986年、1988年の解析結果を図-5、図-6に示す。これらも遅れ時間を考慮して20日毎の移動平均で解析をおこなった。それぞれ、図-3、図-4に対応するものである。多少のバラツキはあるものの直線近似による相関係数はそれぞれ、0.94、0.77と融雪量の算定ではある程度満足いくものとなっている。

5. 結論

今回の研究により、気温と風速という簡単な気象要素を用い比較的精度の良い融雪流出量を算定することができるという結論がえられた。

最後に、貴重な資料を提供していただきました電源開発株式会社関東支社小出電力所の皆様に深く感謝致します。

『参考文献』

1) 小島賢治他：気温等単純な気象要素による融雪予測について、低温科学、物理篇、第42号、pp101～109、1973、2) 桑川高德他：気温日射・風速が融雪¹（融氷）流出に与える影響の実験的研究、水文・水資源学会1991年研究発表要旨集pp174～175、3) 小島賢治：融雪機構と熱収支、気象研究ノート、第136号、pp1～33、1976

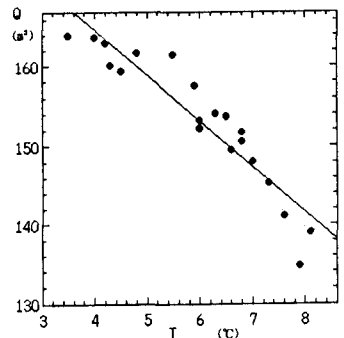


図-3 Q-Tの関係(1986年.4月)

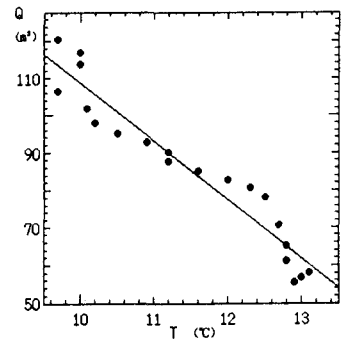


図-4 Q-Tの関係(1988年.5月)

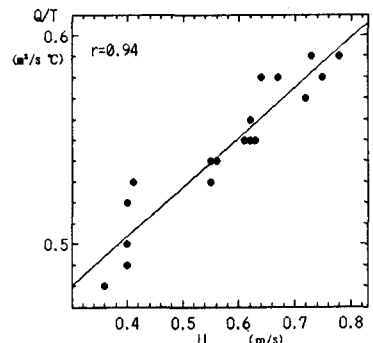


図-5 Q/T-Uの関係(1986年.4月)

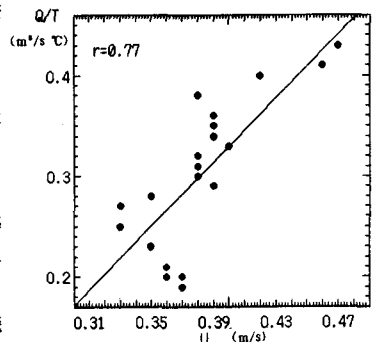


図-6 Q/T-Uの関係(1988年.5月)