

山地流域での融雪出水について ヒル谷流域の場合

大同工業大学大学院	学生会員	大島 一郎
大同工業大学工学部	正会員	下島 栄一
京都大学防災研究所	正会員	澤田 豊明

1. はじめに

積雪の著しい地域の河川では、春先の融雪によって流量が増大し、時には洪水をもたらす。この洪水は治水上重要な問題であると共に、融雪水は水資源として重要なソースとなっている。本文は、下記する山地小流域を対象にし、そこで測定した河川の流量、水質や気温等のデータを用いて、融雪出水の様子を調べたものである。

2. 対象流域の概要と観測¹⁾

対象流域は図1に示した神通川蒲田川上流域のヒル谷であり、その末端に堰を設けて河川流量や導電率を連続測定した。堰地点の標高は約1,200mであり、12月～3月(冬季)の降水は雪となり、1m以上の積雪が見られる。以下の解析に用いた水文資料は1992年～2004年の期間のものである。また、冬季を含めて堰地点で時折採取した河川水の水質をイオンクロマトで分析している。

3. 観測結果とその考察

(1) 日スケールの変化特性

1) 融雪量と積算気温との関係

融雪期の河川流量は、図2の通り、気温変化に大略3～4時間遅れて、同様に日変化をする。時間単位の融雪量を、ハイドログラフで、当該日と翌日の流量の最低値を直線で結び、観測流量(Q)の直線よりの増分(Q_s)の積算値(Q_s)とする。従って、直線より下方にある部分(Q_b)は基底流出成分の流量とみなせる。

図3は Q_s と積算温度(T)との関係を示す。ここに、

T は当該日と翌日の最低気温生起時の間での温度の0以上(時間単位)の積算値である。また融雪量を支配する最重要気象要因を気温と考え²⁾、融雪は0以上の気温が関与し、融解熱は温度に比例すると考えている。ある年に着目すると、データは原点を通過する一つの直線に沿って分布しているが、その傾きは年によって異なっている。この相違は年による積雪状況(例えば、積雪面積や積雪深)の差によるものと考えられるが、積算気温と融雪量とは比例関係にあることが分かる。

2) 流量の日変化の生起条件

3月に気温が日中0以上になる時間帯が現れても、これによる融雪によって河川流量は明確な日変動を示さないことが認められた(図2参照)。この事実に着目して、河川流量の日変化の有無を初期流量(Q_b)と積算気

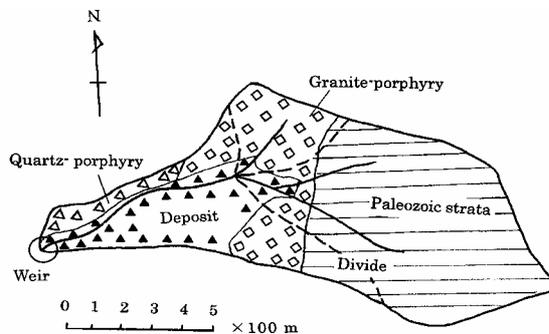


図1：ヒル谷流域図(面積：0.84 km²)

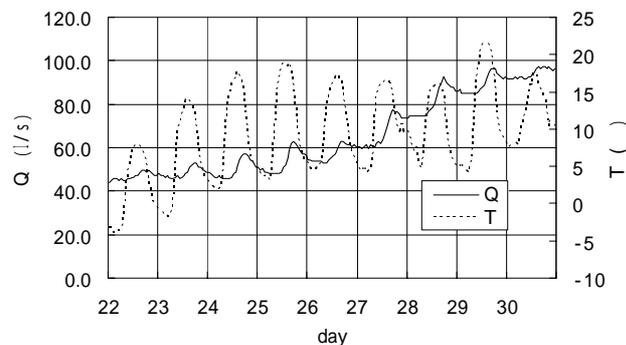


図2：流量、気温の時間変化(1996年4月)

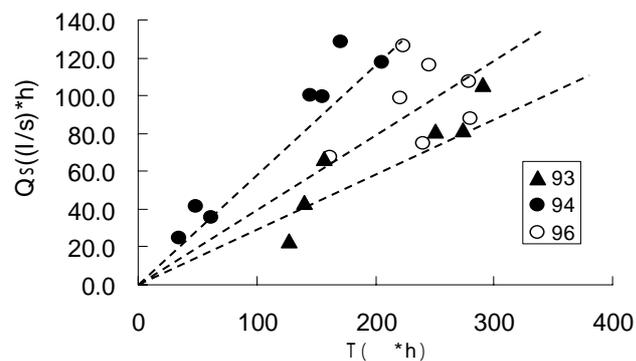


図3：融雪量と積算気温の関係(データは4月)

キーワード：山地流域、融雪出水、観測、河川流量、気温

連絡先：〒457-8532 名古屋市南区白水町40 大同工業大学 TEL: 052-612-5571 FAX: 052-612-5953

温の関係で調べたものが図4である。当該変化の生起条件は図中の破線のような関数特性で与えられ、日変化が生じないデータ(記号白抜き:N)は基底流量が低い場合に限られ、流量が高くなると変化が生じている。このことは、基底流量が低い段階は山腹の土湿が低い状況に対応するので、僅かの気温変化による融雪水は斜面を側方流的に流れるよりも下方の土壤に浸透し、土湿を高めるなどして容易に河道には流出し得ないと考えられる。

3) 融雪流量のピーク値と融雪量の関係

図5は、ある日でのピーク流量 (Q_p) の基底流量よりの増分 ($Q_p - Q_b$) とその発生時刻までの融雪量 ($\int T$) との関係を示す。ここに、融雪量は、温度～時間曲線において、気温のピーク時を挟んで、流量ピーク発生時 ($t=tp$) の気温と同じ値をとる先行の時刻 ($t=t^*$) を考え、気温を $t = t^* \sim tp$ 間で積算した値としている。データは原点を通る一つの直線におおよそ従って分布しており、ピーク流量は修正積算気温に比例することが分かる。斜面を流下する融雪水の伝播時間は ($tp-t^*$) とみなせるので³⁾、この値は上記の通り、全てのデータでほぼ一定の $2 \times (3 \sim 4)$ 時間となっており、また流出過程は線形とみなせる。

(2) 長期的な変化特性

1) 累積気温 ($\int T$) と積雪深 (D) との関係

1996年～2004年までの3月の累積気温と積雪深の関係を調べた結果、特定の年に着目すると、 D は $\int T$ の増大と共にほぼ直線的に減少し、また年によって積雪の程度は異なるが、この低減割合(直線の傾き)はほぼ同じ値の $-0.047(\text{cm}/\text{h})$ をとることが分かった。この結果は、積雪状況が違って、そこでの融雪は気温の累積に従って同じ仕組みで生起していることを示唆し、また累積気温と積雪深は反比例的な関係にあるといえる。

2) 河川流量と水質の関係

図6は河川水中のCa濃度と同一時刻の流量 Q の関係を示す。 Q を固定して濃度を調べると、積雪・融雪時期(1月～4月)の方がそれ以外の時期(5月～12月)に比べ高くなっている。これは、冬季に、特に1月～2月に浸透水が低い土湿を有する山体で、長い滞留時間を経て河道に流出する場合、また初春、凍上した土壤が融雪水によって侵食・輸送過程を経て土壌粒子を溶出する場合に高濃度の河川水が現れると考えられる。このような特性はMgなどの他のイオンについても確認できた。

4. おわりに

図1よりも分かるように、基底流量は融雪の継続と共に増大する傾向を示す。この増加分の多くは融雪水が土中に浸透し、遅れて次第に流出した結果である。今後は、融雪水の側方流と土中への浸透水との分離・配分を検討する必要がある。

参考文献 1) 澤田 (1986): 京大博論、2) 境 (1968): 土木学会論文集、3) 水理公式集(昭和38版), pp35～36.

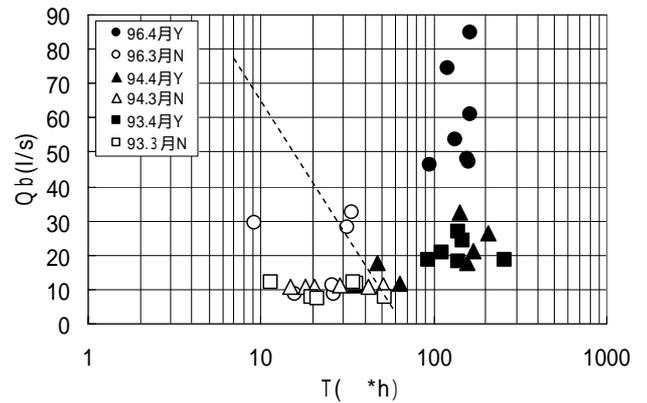


図4：河川流量の日変化の生起条件

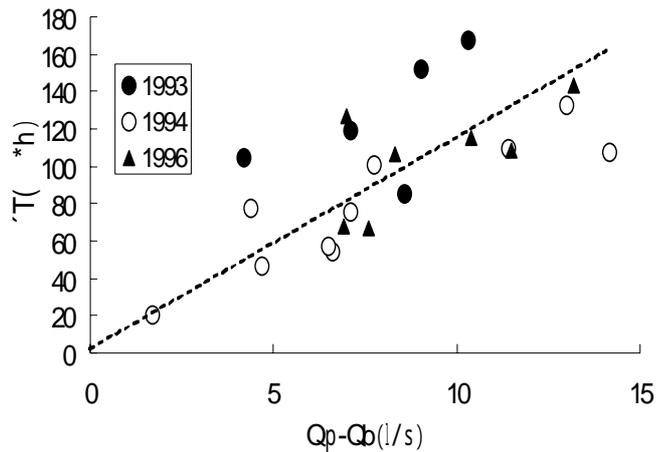


図5：ピーク流量の増分と修正積算気温の関係

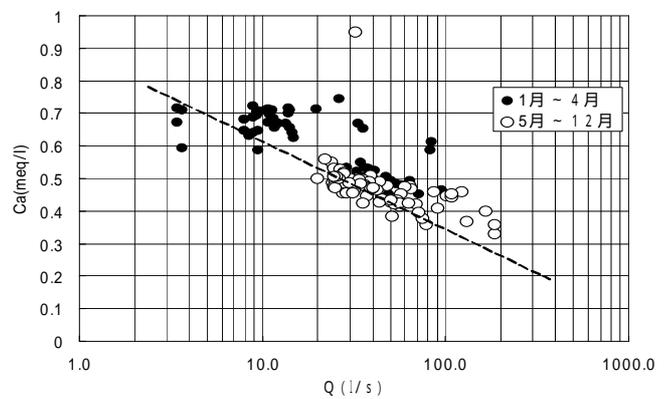


図6：流量と河川水のCa濃度との関係(1996)