

応答関数から見た融雪出水の特性とその機構

金沢大学工学部 正 員 高 瀬 信 忠
金沢大学工学部 正 員 宇 治 橋 康 行
金沢大学大学院 学生員 〇 橋 下 浩 樹

1. 緒言 豪雪地帯の河川においては融雪出水が利水上、河川の維持管理上に果たす役割は大きく、これらの地帯では融雪出水の予測、制御は重要な課題となっている。しかしながら、融雪出水は複雑な現象でありその機構は明らかにされていないため十分な予測、制御が行なわれていないのが現状である。本研究では日野川のフィルター分離AR法を用いて淡水期、融雪期それぞれの流出解析を行ない、応答関数、すなわち単位図、降雨の成分分離則を求めこれらを比較検討することによって融雪出水の機構を明らかにしようとしたものである。

2. 解析対象流域 解析の対象とした流域は黒部川中流域右小友川弥太敷谷流域(図-1)で、流域面積18.2 km²、流路延長7.4 km、平均河床勾配1/10であり、流域は非浸透性の花崗岩、閃緑岩質アグサイトからなり、植生は大部分が広葉樹で良好である。流量及び雨量は建設省北陸地方建設局黒部工事事務所により観測されており、各観測所の位置は図-1に示すとおりである。淡水期の解析には降積雪の影響のまったくない7月~10月の4ヶ月間のデータを用い、融雪期の解析には3月~5月の3ヶ月間のデータを用いた。解析は日単位で行ない、1975年~1979年の5年間について解析を行なった。

3. 解析結果 ここではフィルター分離AR法による流出解析の手法については述べないので、詳細は参考文献を参照されたい。1) 流出成分の分離 観測流量時系列から表面中間流出成分および地下水流出成分への分離は式(1)で表わされる片側作用数値フィルターを通して行なった。

$$\left. \begin{aligned} W(z) &= C_0 \exp(-C_1/2 \cdot z) \sinh(\sqrt{C_1^2/4 - C_0} \cdot z) / \sqrt{C_1^2/4 - C_0} \quad (z \geq 0) \\ C_0 &= (\delta/T_c)^2, \quad C_1 = \delta^2/T_c \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

分離フィルターの周波数特性は、観測流量時系列の自己相関関数、自己回帰係数および淡水でい減特性より求め、 $\delta = 2.5$ 、 $T_c = 6$ 日とし、淡水期、融雪期とも同じフィルターを用いて成分分離を行なった。各成分時系列への分離は次式により行なわれる。

$$y_i^{(e)} = w_i y_i + f w_i y_{i-1} + \dots\dots + w_m y_{i-m} \dots\dots(2)$$

ここに、 $y_i^{(e)}$: 第 i 成分流出量時系列、 w_i : 分離フィルター、 y_i : 観測流量時系列である。
2) 自己回帰係数、単位図、降雨の成分分離則 各流出成分時系列ごとに自己回帰モデルを適用し自己回帰係数を求めた結果を表-1に示す。表面中間流出成分に対しては淡水期、融雪期ともに2

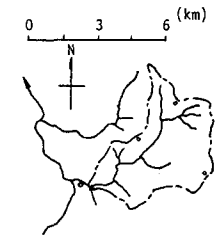


図-1 弥太敷谷流域概要

表-1 自己回帰係数

AR	洪水期		融雪期	
	表面中間 流出成分	地下水 流出成分	表面中間 流出成分	地下水 流出成分
1	0.308	1.579	0.258	1.498
2	0.060	-0.739	0.068	-0.619
3	—	0.057	—	0.229
4	—	0.031	—	0.024
5	—	0.028	—	-0.315
6	—	-0.110	—	0.216
7	—	0.090	—	-0.033
8	—	-0.036	—	-0.070
9	—	—	—	0.133
10	—	—	—	-0.122
11	—	—	—	0.030
12	—	—	—	-0.009

次となり、地下水流出成分に対しては洪水期が8次、融雪期が12次と
なった。各流出成分ごとの単位図は、表-1の自己回帰係数を用い
て式(3)によって求められる。

$$Q_n^{(2)} = \sum_{i=1}^m Q_{n-i}^{(2)} \cdot Q_i^{(2)} \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 $Q_n^{(2)}$: (2)成分の単位図、 $Q_i^{(2)}$: (2)成分の自己回帰係数。

式(3)より求められた洪水期および融雪期の単位図を図-2、3に示す。

表面中間流出成分の単位図は洪水期と融雪期ではほとんど差
が見られず、ピークは1日目ぐらいにあり、9日間ぐらい
でほとんど流出する。地下水流出成分は洪水期ではピー
クは3日目ぐらいにあり、13日間ぐらいでほとんど流出す
る。一方融雪期ではピークは6日目ぐらいにあり、26日
間ぐらいでほとんど流出するゆるやかな応答を示し、ピー
クも洪水期の半分以上となっている。流量時系列から逆
推定された有効降雨を用いて地下水流出成分への降雨の分
離則を示したものが図-4、5である。図-4を見ると
洪水期には10mm以上の降雨は表面中間流出成分系へ入力
されることが示されており、前述の非浸透性の地質による
ものと考えられる。一方融雪期では弱い強度の入力が長
時間続いたため地下水流出成分系への入力も多くなるもの
と思われる。ここで得られた結果から判断すると、融雪水
及び積雪期の降雨は積雪層内を浸透流下した後地表面に達
し、さらに地中を遡って流出するため単位図が非常にゆる
やかな応答を示すものと思われる。したがって融雪期に
地下水成分として分離された成分のなかには、洪水期に表
面中間流出成分として分離された成分と同じ流下経路を通
ったものも含まれていると考えられる。表面中間流出成
分についても単位図の形にはほとんど差はないが、融雪期
には積雪層を通して直接河道に流出する成分が含まれてい
るため地下水流出成分同様ゆるやかな応答となるべきもの
が洪水期と同じ早い応答を示したものと考えられる。

4. 結語 フィルター分離AR法を用いて融雪出水の特性

とその機構について検討したが、今後解析例を増やすとともに実験、現地観測等によってここで得
られた結果を確かめていくつもりである。最後に、貴重な資料を提供していただいた建設省黒部工
事事務所の各位並びにプログラムを提供していただいた東工大日野教授に深く感謝いたします。

参考文献：例えば日野幹雄：降雨流出の modeling，第17回水工学における夏期研修会講義集，1981。

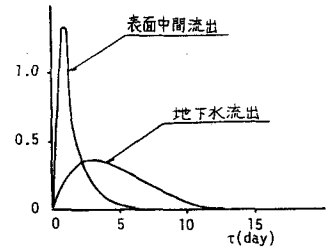


図-2 洪水期の単位図

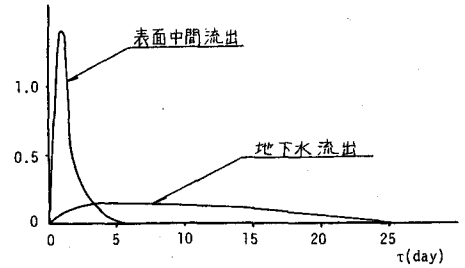


図-3 融雪期の単位図

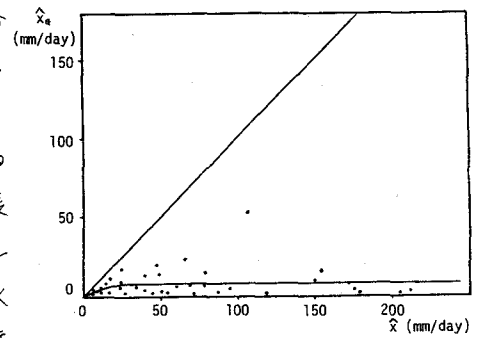


図-4 洪水期の降雨の地下水流出成分への分離則

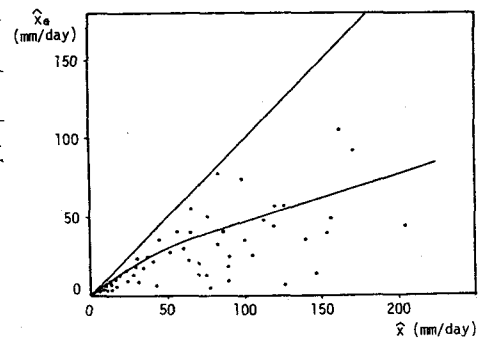


図-5 融雪期の降雨の地下水流出成分への分離則