

## 東鴉川の主要な降雨流出機構と水質形成機構の同定

福島大学共生システム理工学類 ○学生会員 水上 武斗  
福島大学共生システム理工学類 正会員 横尾 善之

## 1. はじめに

河川の水質はその多様な降雨流出経路を反映していると考えられる。このため、流域内の降雨流出過程と流出水の水質変動の関係を調べた研究は多い。しかし、降雨流出過程を反映した高時間分解能の河川水質データはあまり存在しない。流域内の降雨流出過程の同定方法は未だ研究途上であるものの、Yokoo *et al.* (2017) は流出成分の減衰時定数を利用して河川流量を成分分離した上で各成分の雨水貯留量と流出量の関係を同定し、降雨流出モデルを河川流量データのみから構築する一連の手法を開発している。一方、Kirchner *et al.* (2013) が 7 時間間隔の水質データを利用して降雨流出過程と河川の水質変動の関係を報告して以来、高時間分解能の河川水質データの測定・利用が増えており、著者らの研究グループでも毎時の水質データの測定・利用している。そこで本研究は、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域における主要な降雨流出機構と水質形成機構を同定し、流域内の水と物質の動態を観測データに基づいて明らかにすることを目的として実施した。

## 2. 方法

本研究の対象流域は、福島県阿武隈川水系荒川流域の支流である東鴉川流域（図 1）である。流域面積は 6.1 km<sup>2</sup>、標高は約 400~1700m である。まず、2017 年 10 月 1 日から 2019 年 9 月 30 日までの 2 年間の毎時の流量および水質データを用意した。次に、フィルター分離法 (Hino and Hasebe, 1984) を用いて、流量データおよび多項目水質計 (EXO-2, Xylem 社製) で測定した河川水質データを成分分離し、主要な変動成分をそれぞれ同定した。次に、流量データと河川水質データに含まれる主要な変動成分の関係を、相関・時系列変動の類似性・応答関数の 3 つの視点から比較し、降雨流出過程と水質形成機構の関係性を検討した。

## 3. 結果

図 2 の通り、河川流量の成分分離の結果、東鴉川流域内の主要な降雨流出は 4 成分で構成されていることが分かった。フィルター分離に用いた逓減時定数 ( $T_c$ ) の値が大きい順に  $q_4$  から  $q_1$  までの 4 成分に分離し、 $q_1$  を表面流、 $q_4$  を基底流とした。また、各種の水質データにも各流量成分と同様の変動特性を有する水質変動成分が特定できた。図-3 は水温  $T_w$  と  $q_4$  の相関図、図-4 は水温  $T_w$  と  $q_4$  の時系列のグラフである。これらの図から水温  $T_w$  と  $q_4$  には正の相関があり、両者の変動には高い類似性があることが分かる。東鴉川流域は河川水温が高くなる夏場に降水量が多いため両者に相関が確認されたと考えられるため、水温が年間を通じて安定している地下水が寄与しているものとは言い難い。このため、最も逓減時定数大きい  $q_4$  が河川水温の形成を説明できる可能性は低く、今後別のトレーサーを見出す必要があると考えられる。図-5 は濁度 (Turb) の成分分離結果、図-6 は Turb の第 1 成分である Turb1 と流量の第 1 成分  $q_1$  の応答関数の比較結果である。これらの図から、Turb1 の変動は流量の第 1 成分  $q_1$  によって説明できる可能性が高いことが分かる。具体的には、降雨に対する応答が速い成分が増加すると地表面付近や河道内の堆積土砂が捲き上げられ、濁度の第 1 成分である Turb1 が増加するものと考えられる。言い換えると、濁度の第 1 成分である Turb1 は降雨に対する応答が速い成分である  $q_1$  のトレーサーと言える。なお、他の成分のトレーサーも見つかっている。

以上より、東鴉川流域内の水と物質の動態の概略を把握できつつある。今後は、流量変動と水質変動の関係をさらに詳しく調べる予定である。

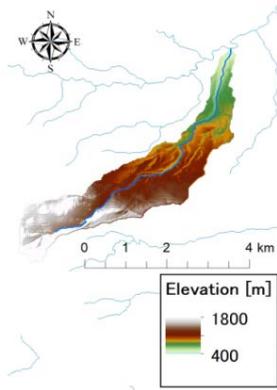


図1 対象流域

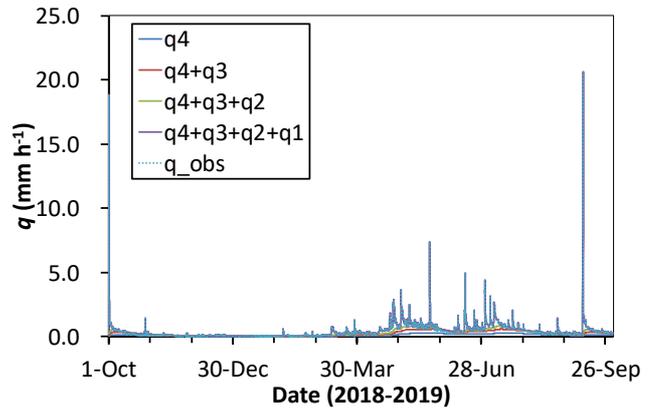


図2 流量成分分離

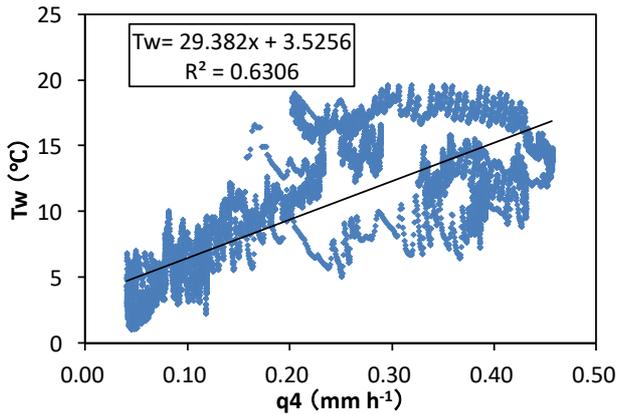


図3 Tw と q4 の相関図

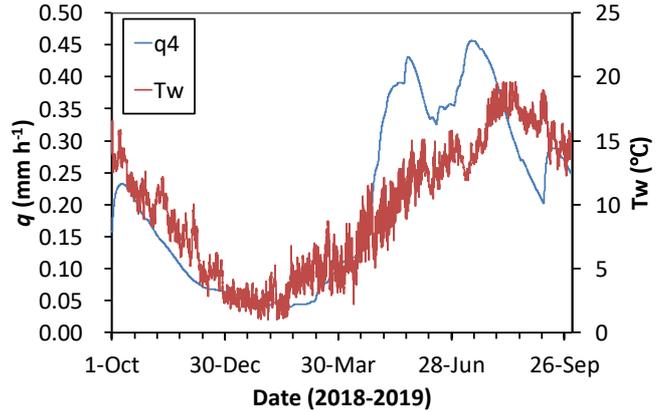


図4 Tw と q4 時系列図

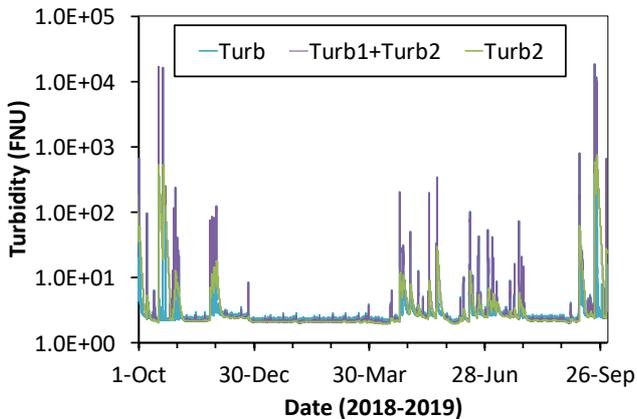


図5 濁度の成分分離

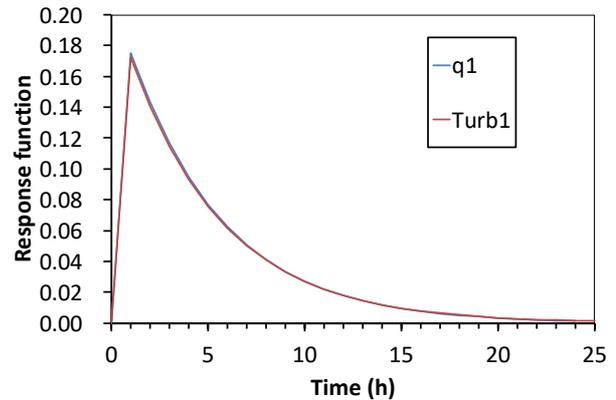


図6 q1 と Turb1 の応答関数

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 16KK0142 の成果の一部である。水質測定に際して、Xylem Japan の小菅將史氏、福島大学の小野寺溪太氏の協力を得た。ここに謝意を表す。

### 参考文献

- Kirchner JW, Neal C (2013) Universal fractal scaling in stream chemistry and its implications for solute transport and water quality trend detection, *PNAS*, 110, 12213-12218. DOI: 10.1073/pnas.1304328110.
- Hino M, Hasebe M (1984) Identification and prediction of nonlinear hydrologic systems by the filter-separation autoregressive (AR) method: Extension to hourly hydrologic data, *Journal of Hydrology*, 68, 181-210. DOI: 10.1016/0022-1694(84)90211-7.
- Yokoo *et al.* (2017) Identifying dominant runoff mechanisms and their lumped modeling: a data-based modeling approach, *Hydrological Research Letters*, 11, 128-133. DOI: 10.3178/hrl.11.128.