

東鴉川流域における主要な降雨流出機構と河川水質形成機構の関係

福島大学共生システム理工学類 学生員 ○古川 駿矢

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。また、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の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・利用を続けている。そこで本研究は流域内の水と物質の動態の正確な理解を目指して、Yokoo *et al.* (2017) の手法で同定した流域内の主要な降雨流出過程と毎時の河川水質の測定結果の関係を検討し、主要な降雨流出過程と河川水質の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究は、福島県を流れる阿武隈川水系荒川流域の支流である東鴉川流域を対象とし、2017 年 10 月 1 日から 2019 年 9 月 30 日までの 2 年間の毎時の流量データおよび水質データとして解析を行った。まず、流量データの通減特性を利用したフィルター分離法 (Hino and Hasebe, 1984) によって流量データを成分分離した上で、Yokoo *et al.* (2017) の手法で主要な降雨流出過程を逆推定・モデリングした。次に、多項目水質計 (EXO-2, YSI Nanotech 社製) を用いて測定した河川水質データを、Hino and Hasebe (1984) のフィルター分離法で成分分離した。解析した水質項目は水温 (Water temperature: T_w)、電気伝導度 (Specific electric conductivity: $SpEC$)、濁度 (Turbidity: $Turb$)、蛍光溶存有機物 (fluorescence Dissolved Organic Matter: $fDOM$) の 4 項目であり、これらと同定した主要な降雨流出過程の関係を成分別に調べた。

3. 結果

図-1 は東鴉川水位観測所における流量の成分分離結果である。フィルター分離に用いた通減時定数 (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。図-2 は、 SEC の逆数の成分分離結果である。図-2 は測定した SEC の成分分離結果である。成分分離する際に変動特性より軸を反転させた上で、流量の成分分離と同じように T_c の値が大きい順に SEC_5 から SEC_1 までの 5 成分に分離した。図-3 は時系列の q_3 と $1/SEC$ のグラフである。軸を反転させたことから、電気伝導度は q_3 が増加したときに減少することが分かった。図-4 は q_3 と $1/SEC$ の相関図である。軸を反転させたことから負の相関が得られた。図-5 は時系列の q_3 と $1/SEC_3$ のグラフである。4-5 月にかけての大きな変動は捉えていることから分かり、梅雨の 6 月付近の変動は捉えていない。このことから季節によって SEC の変動要因が違ってくる。図-6 は q_3 と $1/SEC_3$ の相関図である。軸を反転させたことから負の相関が得られ、決定係数も 0.458 (相関係数では 0.677) 程度である。このため、 SEC_3 は q_3 のトレーサーとなる可能性が見出されたと言える。

同様の解析を他の 3 項目で行った結果、表面流の q_1 と $Turb_1$ には正の相関、基底流の q_4 と T_w には正の相関があることが分かった。以上より、東鴉川の水質を流域内の主要な降雨流出過程を基に説明できる可能性が示された。今後は、 q_4 のトレーサーとなる水質を探索する。

キーワード 降雨流出過程, 成分分離, トレーサー水質

連絡先 〒960-1296 福島市金谷川 1 番地, 電話 : 024-548-5241

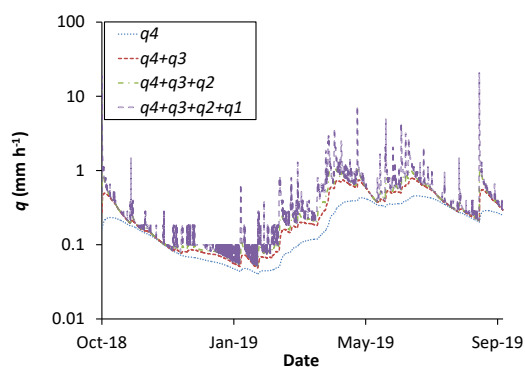


図-1 流量の成分分離結果

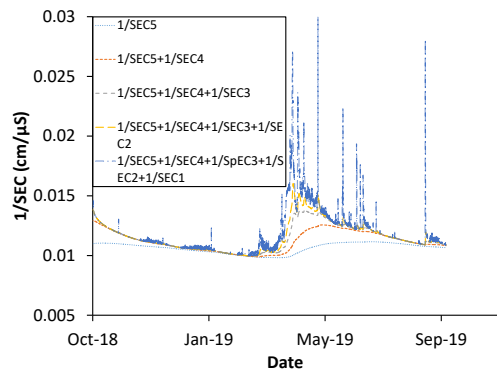


図-2 1/SECの成分分離結果

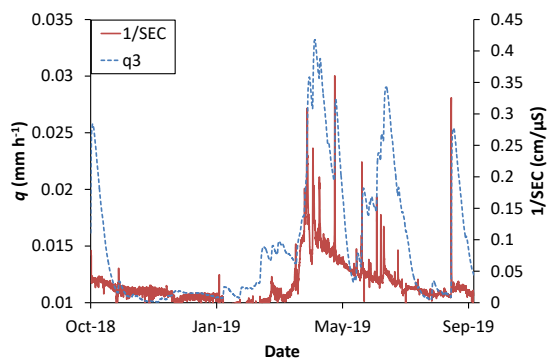


図-3 時系列の q_3 と $1/SEC$ の変動

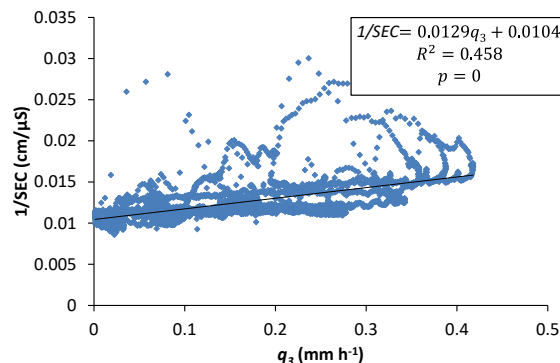


図-4 q_3 と $1/SEC$ の相関

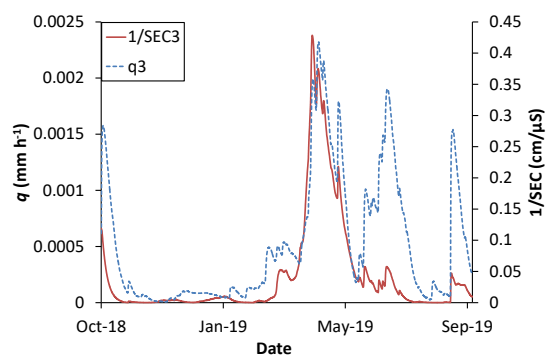


図-5 時系列の q_3 と $1/SEC_3$

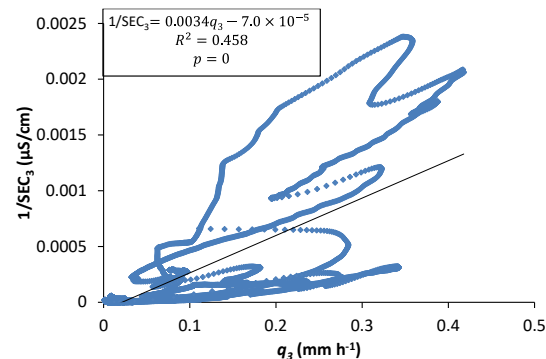


図-6 q_3 と $1/SEC_3$ の相関

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16KK0142 の成果の一部である。水質測定に際して、ワイエスアイ・ナノテック株式会社の小菅將史氏，福島大学の室井亮太氏，小野寺溪太氏，水上武斗氏の協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- Kirchner J.W. and Neal, C. (2013) Universal fractal scaling in stream chemistry and its implications for solute transport and water quality trend detection, *PNAS*, 110 (30), 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, Y., Chiba, T., Shikano, Y., Leong, C. (2017) Identifying dominant runoff mechanisms and their lumped modeling: a data-based modeling approach, *Hydrological Research Letters*, 11, 128-133. DOI: 10.3178/hrll.11.128.