

東鴉川の降雨流出過程と水質形成機構の推定

○福島大学共生システム理工学類 非会員 鈴木 楓
 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

流域内の降雨流出過程と流出水の水質変動の関係に関する研究は多いものの、降雨流出過程の同定法も開発段階にある上に、詳細な水質データも不足している。本研究は、毎時の河川流量データに基づいて同定した流域内の主要な降雨流出過程と毎時の水質データとの関係を調べることで、水質形成機構を推定することを目的としている。

2. 方法

本研究の対象流域は阿武隈川水系荒川支流東鴉川の東鴉川水位観測所の集水域である。

まず、東鴉川水位観測所の水位データおよび砂防堰堤の横断面形状を利用して、毎時の流量およびそれを流域面積で除した流出高のデータを作成した。

次に、流出高データを Hino & Hasebe (1984) のフィルター分離法を用いて逓減率の異なる複数の成分に分離した。成分分離した流出高データから、千葉・横尾 (2015) の手法で雨水貯留量を推定した。さらに、成分別に推定した雨水貯留量および Yokoo *et al.* (2017) のタンクモデル構築法を元に、吉田・横尾 (2018) が開発した手法によって積雪・融雪過程を含めたタンクモデルを作成し、一連の結果を流域内の主要な降雨流出過程として同定結果とした。

東鴉川水位観測所では、水質測定が行われていないため、本研究は独自の水質測定を行なった。測定には、2 台の多項目水質計 (EXO-2, Xylem 社製) を利用した。測定項目は、pH, 酸化還元電位 (ORP), 濁度 (Turb), 水温 (T_w), 導電率 (EC), 比導電率 (SpEC), 蛍光溶存有機物 (fDOM), 塩素イオン濃度 (Cl), 溶存酸素濃度 (DO) である。毎月の各センサーの校正とデータ回収のため、4 台の多項目水質計を 2 台ずつ交互に入れ替えて運用して毎時の連続した水質データを用意した。

本研究は降雨流出結果と水質データの間関係を調べることで流域内の水質形成機構を推定した。

3. 結果

図 1 は 2016 年 1 月 1 日から 2017 年 1 月 1 日までの東鴉川水位観測所における成分分離結果である。 q_4 が最も流出の遅く、 q_1 が最も流出の早い流量成分となっている。 p は解析雨量を用いて推定した流域平均降水量である。なお、タンクモデルへの入力として推定した 2017 年 2 月 14 日から 5 月 11 日までの有効降雨量 pe は、融雪水量に等しいとして推定した。

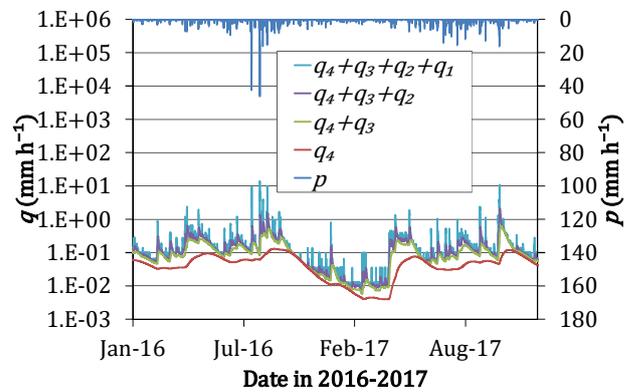


図 1 東鴉川の成分分離結果

図 2 は q_1 と濁度の関係である。両者に正の相関があることから、降雨に対する応答が速い流出成分が地表面付近および河道内に堆積した土砂や有機物を巻き込むため、河川水の濁度を上昇させていると考えられる。

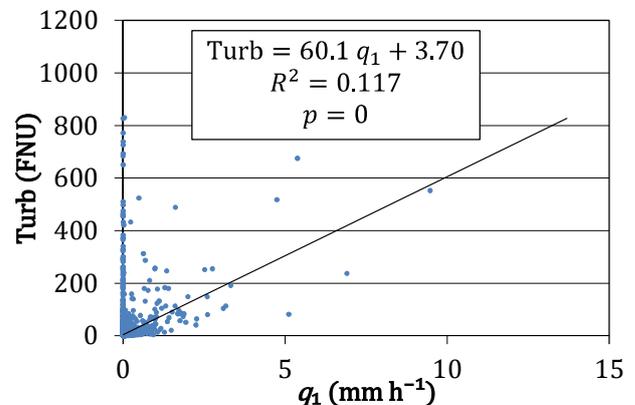


図 2 q_1 と Turbidity の関係

キーワード：成分分離, 貯留量, タンクモデル

連絡先：福島大学理工学群共生システム理工学類 960-1296 福島市金谷川 1 TEL 024-548-5241

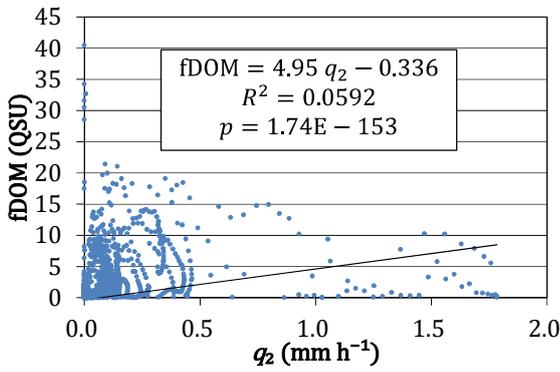


図 3 q_2 と fDOM の関係

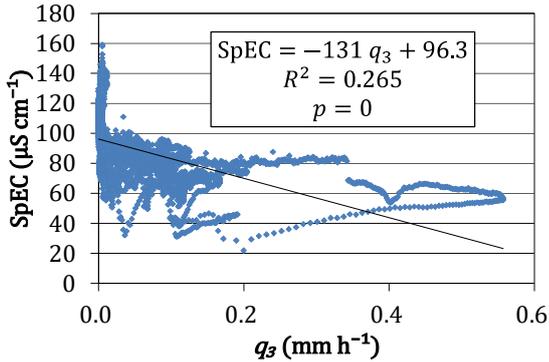


図 4 q_3 と SpCond の関係

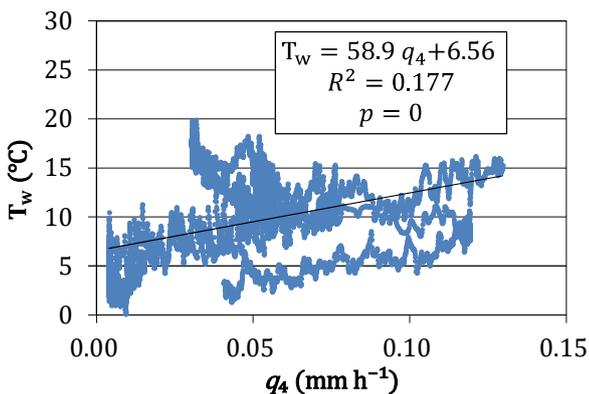


図 5 q_4 と Temp の関係

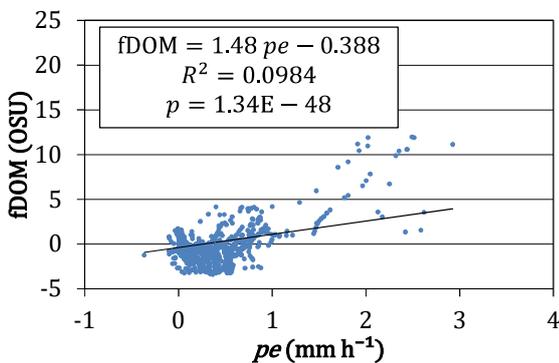


図 6 融雪水量 pe と fDOM の関係

図 3 は流出が 2 番目に早い成分の q_2 と fDOM の関係である。正の相関があるため、2 番目に速い成分は表層土層内の有機物を取り込みながら流出するため、fDOM を上昇させている可能性がある。

図 4 は q_3 と比導電度との関係である。両者の負の相

関は、土層や基岩から安定期に供給される溶存イオン成分を q_3 が希釈していると考えられる。

図 5 は q_4 と水温の関係である。両者の正の相関から、10～15°C程度の地下水から流出する q_4 が多い時に水温が高くなる傾向があると考えられる。

図 6 は有効降雨量と fDOM の関係である。両者の正の相関から、地表面の積雪の融雪水は流域に徐々に表層土層に浸透し、 q_2 と同様の経路を経て流出していると考えられる。

以上より、主要な降雨流出過程の同定結果から、河川の水質形成過程を推定することができた。ただし、 q_1 と濁度との関係や q_2 と fDOM の関係については追加データを収集し、検討を加える必要がある。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 16K06501, 16KK0142 の助成を受けたものである。水質測定では、国土交通省東北地方整備局、福島県、福島市、齋藤慧武氏、古川駿矢氏、室井亮太氏の協力を得た。

参考文献

- 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.
- Kirchner, J.W. (2009) Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall-modeling, and doing hydrology backward, *Water Resource Research*, 45, W02429, DOI: 29/2008WR006912.
- 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/hrl.11.128.
- 千葉宇彦, 横尾善之 (2015) 流域スケールの雨水貯留量推定法の理論的修正とその効果, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.71, No.4, I_289-I_294.
- 吉田薫, 横尾善之 (2018) 降雨流出過程の逆推定法を利用した積雪・融雪機構のモデリング, 平成 29 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, II-32.