

## 降雨流出過程における空間代表性の発現過程の検討

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

## 1. 背景と目的

降雨流出においては集水面積の増加に伴って「空間代表性」が発現することを Woods and Sivapalan (1995)は示した。具体的には、図1に示す入れ子状に流域を区分した際に、各部分流域の面積の増加に伴い比流量が一定値に集約する「空間代表性」が生じることを、ニュージーランドの2つの流域における観測データを基にして実証した。「空間代表性」は、降雨と流出の応答関係をモデリングする際に、空間的平均化を適用できる最小の面積 (Representative Elementary Area: REA) が存在することを示唆している。Woods and Sivapalan (1995)はその面積を1 km<sup>2</sup>としたが、その妥当性の検証は今日まで十分に行われていない。入れ子状流域の河川流量データを大量に取得すれば検証は技術的に可能だが、それを行うことは簡単ではない。これは、流域面積が1 km<sup>2</sup>程度の小流域において入れ子状に密に流量観測を行うことが大変である上に、そのような観測データが公開されているケースは極めて稀であるからである。

そこで本研究は、自前の観測や公開された流量観測データを利用するのではなく、分布型降雨流出モデルの一つである降雨流出氾濫 (Rainfall-Runoff-Inundation: RRI) モデルにより算出した河川流量データを入れ子状の密な流量観測データの代わりに利用した。RRIモデルを利用することにより、RRIモデル固有の降雨流出現象のみを検証対象とすることになってしまうが、流域内の任意の河道で自由に河川流量を計算できる点に大きなメリットがあると考えられるため、RRIモデルを採用した。

## 2. 方法

本研究は図2に示す阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域を対象とした。RRIモデルによる降雨流出の数値実験は、降雨が空間的に均一な場合と降雨が空間的に不均一な場合の2パターンについて行った。

いずれの数値実験においても、対象流域内のすべての河道セルにおける河川流量を時間単位で算出した。その後、流域内の部分流域から河道に供給される比流量を算出し、流末点の集水面積で無次元化した。さらに、部分流域の流域面積と部分流域から共有される無次元比流量の関係を調べた。

降雨が空間的に不均一で現実的な数値実験で計算した比流量は、Hino and Hasebe (1984)のフィルター分離法を用いて逡減特性の異なる複数の成分に分離した。その後、分離した河川流量の各成分の構成比と部分流域面積との関係性を調べて検討した。

## 3. 結果

図3は降雨が空間的に均一な場合、図4は降雨が空間的に不均一な場合における部分流域面積と比流量の関係を示す。降雨が空間的に均一なパターンより、降雨が空間的に不均一なパターンの方が河川流量にばらつきが見られ、部分流域面積の増加に伴う正規化した河川流量の収束も著しく見られる。

図5に降水が空間的に不均一な場合における部分流域面積と河川流量を成分分離した際の各成分の構成比の関係を示す。この図から、部分流域面積の増加に伴って、降雨に対する応答が速いq1、q2の割合が減少し、応答が遅いq3の割合が増加する傾向があるものの、その傾向は非常に弱いことが分かる。

図5のデータを用いて、流域面積と河川流量を成分分離した際の各成分の構成比の関係を示したのが図6である。この図は先程と同様の傾向を示しているが、各成分の割合の変化がより明確になっている。

以上の結果は、流域面積の増加に伴い、降雨に対する応答が遅い成分の割合が高くなることにより河川流量が一定値に収束する傾向が生じることを示していると言える。今後は、降雨に対する応答が更に遅い成分についても検討を行う予定である。

キーワード 降雨流出過程, 空間代表性, 空間的多様性, モデリング

連絡先 〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地 TEL:024-548-8296

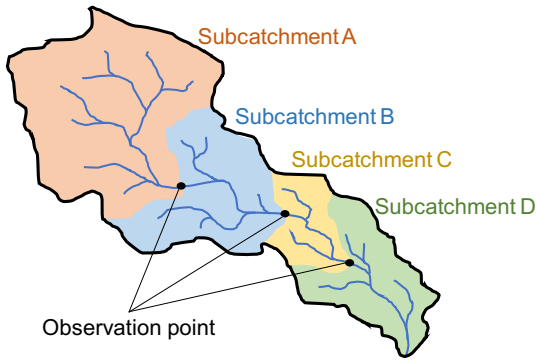


図1 入れ子状流域

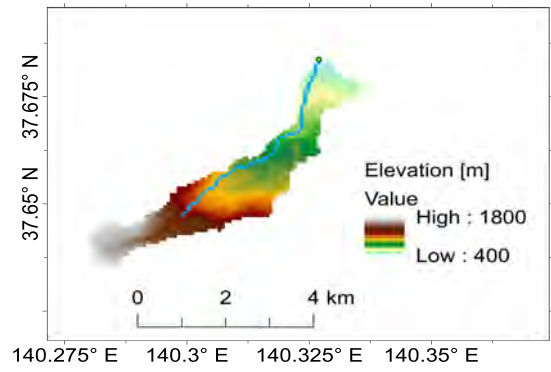


図2 対象流域

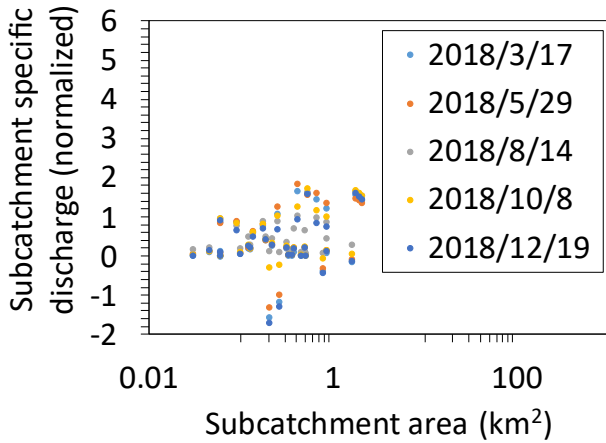


図3 降雨が空間的に均一な場合

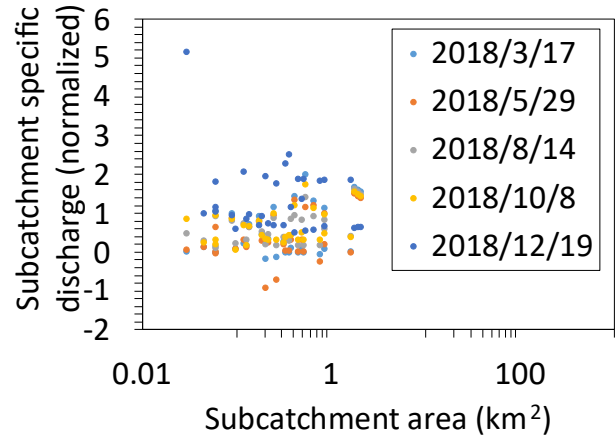


図4 降雨が空間的に不均一な場合

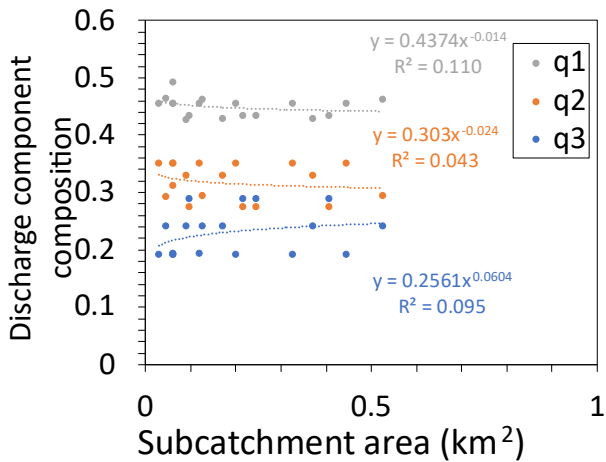


図5 部分流域面積と河川流量の各成分の構成比

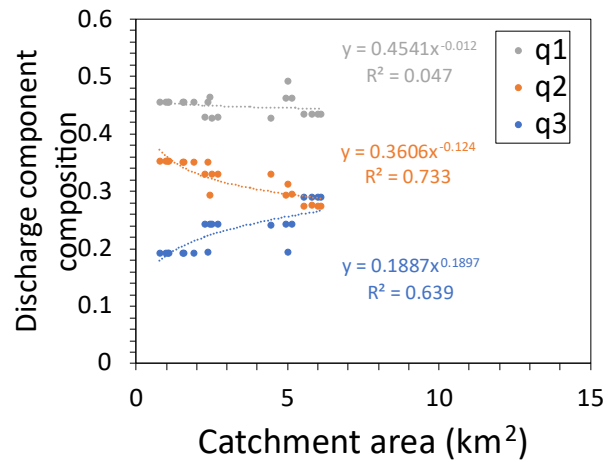


図6 流域面積と河川流量の各成分の構成比

謝辞

本研究は、科研費（20H02249, 16KK0142, 20H00256）の成果の一部である。ここに謝意を表す。

引用文献

Woods, R., Sivapalan, M., Duncan, M. 1995. Investigating the representative elementary area concept: An approach based on field data, *Hydrological Processes* **9**: 291-312.

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.