

主要な降雨流出機構に基づく河川流量変動の空間代表性の発現過程に関する検討

福島大学共生システム理工学類 学生員 ○坂入 剛史

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

入れ子状流域を構成する小流域群からの降雨流出量には空間的多様性があるものの、小流域の面積が大きくなると空間的多様性が減少して「空間代表性」が発現することを Woods ら(1995)は報告している。さらに、Blöschl and Sivapalan (1997)は対象とする空間スケールによって降雨流出過程を支配する主要機構が異なる可能性があることを示している。しかし、これらの知見を検証する研究はほとんどない。

主要な降雨流出機構を一意に同定することは降雨流出研究の長年の課題であったが、Yokoo ら(2017)は降水量および河川流量データを用いて流域内の主要な降雨流出機構を同定する手法を提案した。この手法を用いると、空間スケールの変化に伴って主要な降雨流出機構が変化する様子を捕捉できると期待できる。

そこで本研究は、主要な降雨流出機構を同定した上で、河川流量の「空間代表性」の発現過程を解明することを目的とした。

2. 方法

本研究は日本とアメリカの計 22 流域を対象とした。日本国内の流域については国土交通省の水文水質データベースから、アメリカの流域については United States Geological Survey (USGS)および HJ Andrews 試験流域から雨量と河川流量の毎時のデータを取得し、集水面積で除した流出高データを作成・利用した。流出高データは、Yokoo ら(2017)の手法に基づいて、逓減時定数別の成分分離、成分別の雨水貯留量推定、成分別の雨水貯留量と流出高のデータを拘束条件としたタンクモデル型降雨流出モデルの構築を行った。

以上の結果を踏まえて、区分流域面積と区分流域からの流出高の関係を調べることで、Woods ら(1995)が見出した河川流量データの「空間代表性」の発現過程を主要な降雨流出機構を踏まえて検討・考察した。

3. 結果

図 1 から図 6 は横軸に区分流域面積、縦軸に区分流域面積ごとの流出高および成分別の流出高をプロットした結果である。対象期間は、2000 年 6 月 10 日からの 10 日間である。図中のプロットの色の違いは、観測時刻による流出高の違いを示している。図 1 から、区分流域面積の増加とともに、観測時刻の違いによる流量のばらつきが小さくなる傾向があることが分かる。区分流域面積が $1\sim 10\text{km}^2$ の範囲で流出高のばらつきは無視できるレベルになっている。なお、流域面積をさらに大きくすると区分流域からの流出高は大きく変動するが、これは流域面積への依存性を示している可能性があるため、本報告には掲載していない。

図 2 から図 6 は、成分別に区分流域面積と区分流域からの流出高の関係を示している。流量 q_1 が降雨に対する応答が最も速い成分であり、 q_5 が最も遅い成分である。これらの図から、各成分とも $1\sim 10\text{km}^2$ の範囲で流出高のばらつき小さくなる傾向があることがわかる。これは全流量に関する関係を示す図 1 と同様の結果である。なお、各図を比べると、 q_5 の変動が大きいことが分かる。このため、全流出高の空間的多様性の縮小は、 q_5 の空間的多様性の縮小に主に依存しており、速い成分ほどその影響が小さくなっていることが分かる。この傾向は、他の流出成分についても確認することができた。

以上の結果から、区分流域面積が $1\sim 10\text{km}^2$ になると、本研究の対象流域でも空間代表性が発現しているものと考えられる。この結果は、Woods ら(1995)の結果を初めて追認するものである。さらに、降雨に対する応答の違いの成分別の影響を検討し、降雨に対する応答が遅い成分の影響が支配的であることが分かった。今後はデータを増やし、より詳細な検討を行う予定である。

キーワード 降雨流出, 空間代表性, 代表要素面積

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

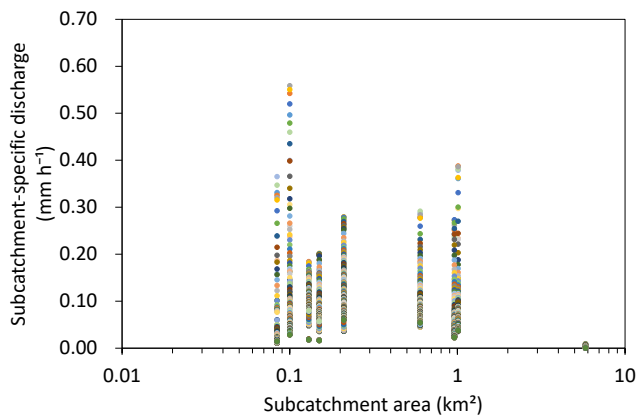


図 1 区分流域面積ごとの流量 q

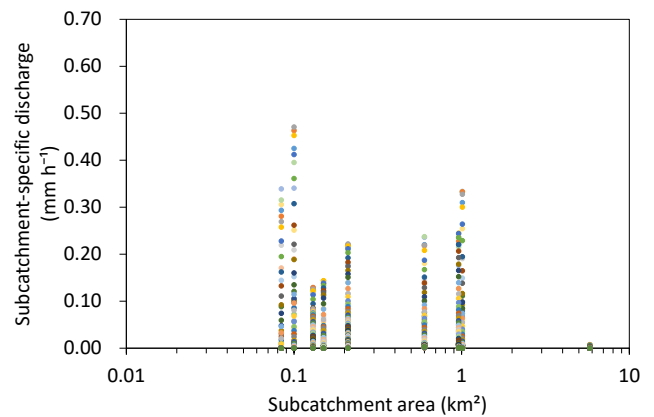


図 2 区分流域面積ごとの流量 q_1

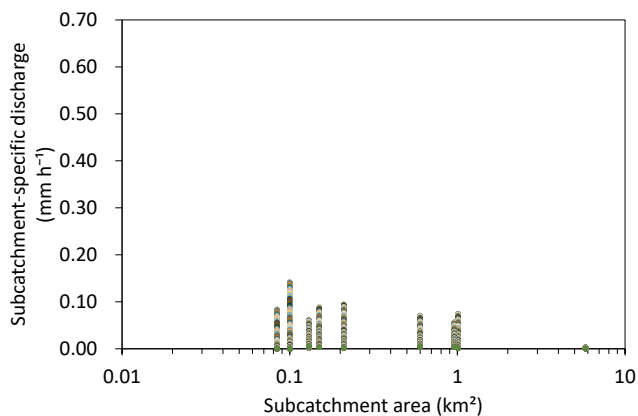


図 3 区分流域面積ごとの流量 q_2

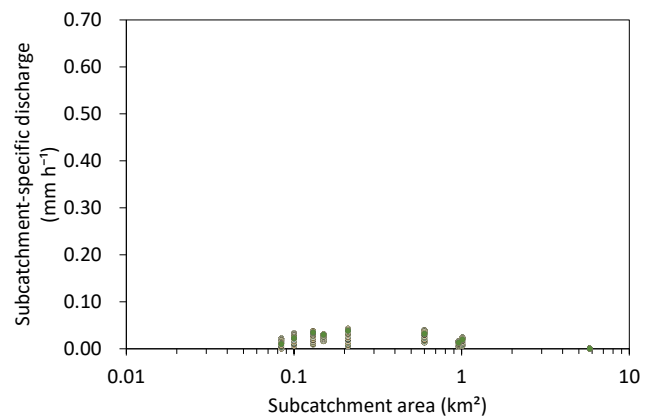


図 4 区分流域面積ごとの流量 q_3

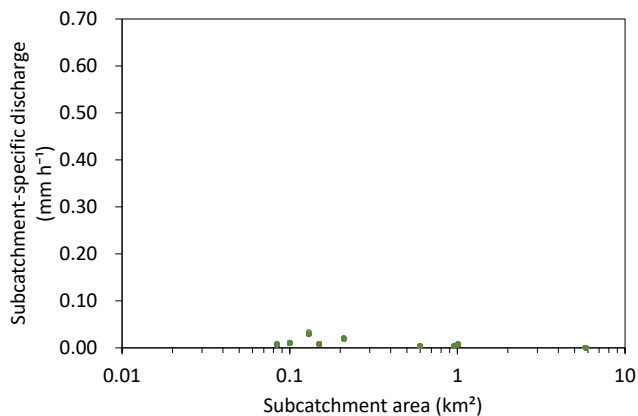


図 5 区分流域面積ごとの流量 q_4

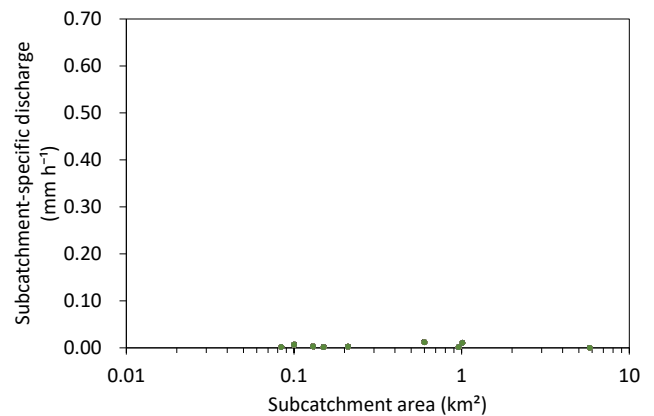


図 6 区分流域面積ごとの流量 q_5

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16KK0142 の成果の一部である。また、本研究は国土交通省の水文水質データベース、USGS、HJ Andrews 試験流域のデータを利用した。ここに謝意を表す。

参考文献

- Blöschl G, Sivapalan M (1997) Process controls on regional flood frequency: Coefficient of variation and basin scale, *Water Resources Research*, 33, 2967-2980.
- Woods, R., Sivapalan, M., Duncan, M. (1995) Investigating the representative elementary area concept: An approach based on field data, *Hydrological Processes*, 9, 291-312. DOI:10.1002/hyp.3360090306.
- Yokoo, Y., *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/hrll.11.128.