

降雨流出過程の逆推定法を利用した分布型降雨流出モデルのパラメータの同定法の検討

福島大学共生システム理工学類 学生会員 ○奥崎 綾介
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

流域内の降雨流出現象の空間的多様性を表現できるため、分布型降雨流出モデルが利用されるようになってきている。現在では、洪水氾濫を一体的にモデリングできる降雨流出氾濫 (Rainfall-Runoff-Inundation: RRI) モデル (Sayama *et al.*, 2010) まで利用されている。しかし、これらの分布型モデルはモデル構造の複雑さと空間解像度が増すと、3次元空間に分布する大量のモデル定数を決定する必要がある。これらのモデル定数の妥当性を検証できるほど空間に分布した観測データは存在しないため、観測データを利用したモデル定数の直接的な最適化は事実上不可能である。このため、これらの分布型モデルの定数は、試行錯誤によって決定されている。また、透水係数や粗度係数などの空間的多様性を間接的に与えることができて、それらの妥当性を検証することは非常に困難である。

分布型モデルが今日ほど広く利用されるまでは、流域内の降雨流出現象の空間的多様性を考慮しない集中型降雨流出モデルが主流であった。現在では、比較的複雑な構造を有するタンクモデル (菅原, 1972) の構造と定数を一意に同定できるようになっている (Yokoo *et al.*, 2017)。この手法は、河川流量の観測データさえあれば、流域内の主要な降雨流出過程の同定とそのモデル定数を同時に決定することを可能にしている。

そこで本研究は、現在の代表的な分布型降雨流出モデルである RRI モデルのモデル定数を、Yokoo *et al.* (2017) の手法を利用して小流域単位で決定できる可能性を検討することを目的とした。

2. 方法

本研究は、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域 (集水面積 6km², 図1) を対象として実施した。雨量および水位データは国土交通省東北地方整備局の土湯観測所のデータを水文水質データベースから取得した。対象期間は、2021年1月1日から12月31日の合計1

年とし、1時間毎の観測データを使用した。

RRI モデルを利用するにはまず、流域内の地形データに加えて、標高データから計算した流向および累積流量データが必要になる。本研究は、スペースシャトルレーダー地形測定ミッション (Shuttle Radar-based Topography Mission: SRTM) の空間解像度 30 m の標高モデル (Digital Elevation Model: DEM) データ (Shuttle Radar Topography Mission [SRTM GL1] Global 30m) を利用した。このデータを ArcMap (Esri Japan 社製 v.10.8) で読み込み、流向データ (DIR) および累積流量データ (ACC) を作成した。

上述のデータを用いて RRI モデルを実行し、RRI モデルのパラメータと、実行結果として出力されるハイドログラフの逓減係数 (図2) の関係を調べた。具体的には、(1) 河道モデルの粗度係数とハイドログラフの最も逓減量が多い成分の逓減係数との関係、(2) 斜面モデルの粗度係数とハイドログラフの2番目に逓減量が多い成分の逓減係数の関係、(3) 斜面の地中流モデルの透水係数とハイドログラフの3番目に逓減量が多い成分の逓減係数の関係、の3つの関係を調べた。これは、この3つの関係が RRI モデルで出力されるハイドログラフの形状を決定していると仮定して数値実験を行ったためである。

3. 結果

図3は RRI モデルの斜面モデルの透水係数を変更したときのハイドログラフである。このようにモデル定数を変更して流出計算結果を利用して、それぞれ河道モデルの粗度係数、斜面モデルの粗度係数、斜面モデルの透水係数と、対応するハイドログラフの逓減部の逓減係数の関係を求めた結果が図4から図6である。これらの関係から、流量データの逓減特性を利用して、RRI モデルの定数を決定することはできる。しかし、斜面モデルの粗度係数については、明確な関係性が得られなかったため、今後も検討が必要である。

キーワード RRI モデル, 逆推定法, 降雨流出, 河川流量, 逓減係数

連絡先 〒960-1296 福島市金谷川1番地, 電話番号: 024-548-8006

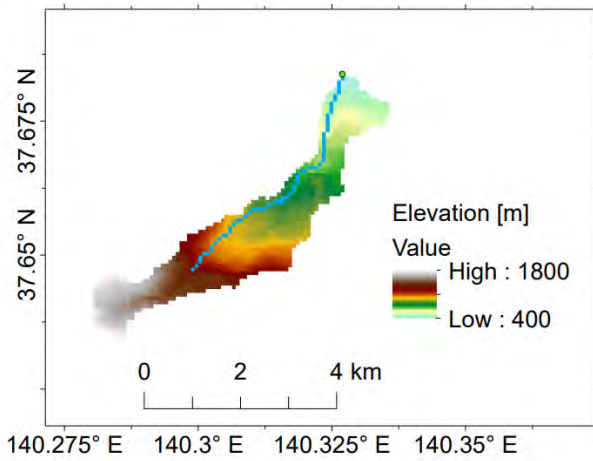


図1 東鴉川流域

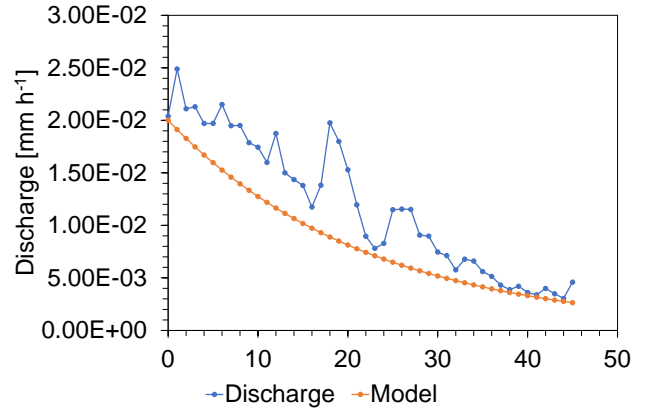


図2 逓減係数の決定方法

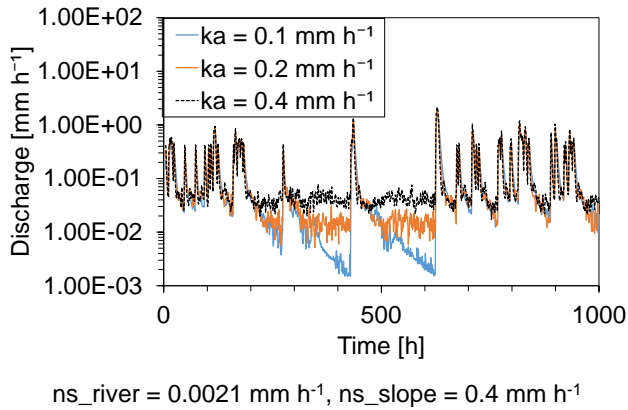


図3 河川流量の再現計算結果

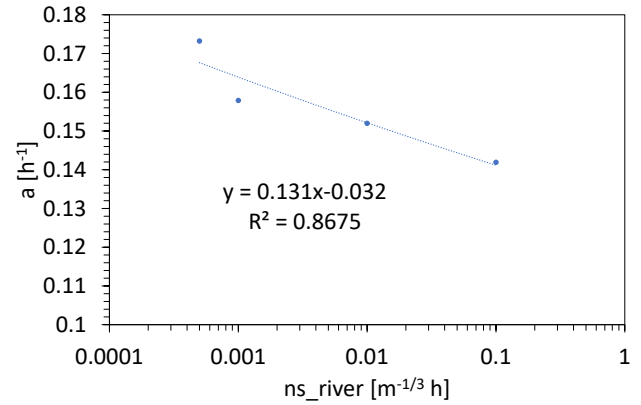


図4 河道の粗度係数と逓減係数の関係

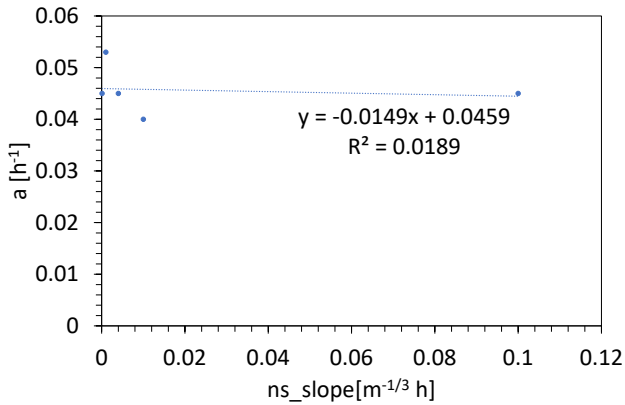


図5 斜面の粗度係数と逓減係数の関係

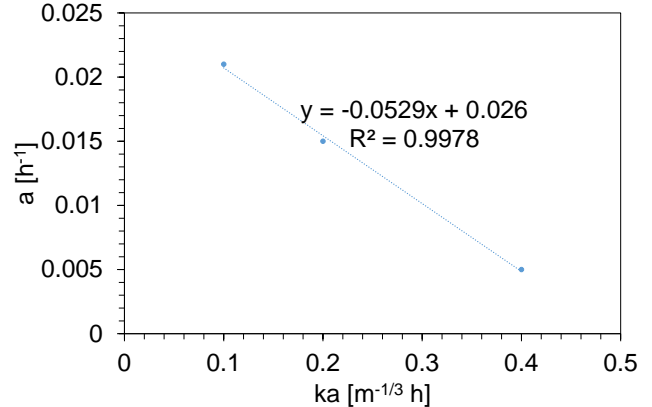


図6 透水係数と逓減係数の関係

謝辞

本研究は、科研費（16KK0142, 20H00256, 20H02249）の助成を受けて実施した。

引用文献

Sayama, T, Fukami K., Tanaka, S. and Takeuchi, K. 2010. Rainfall-runoff-inundation analysis for flood risk assessment at the regional scale. *Proceedings of International Symposium on Robust and Resilient Society against Natural Hazards*, 11p, 2010.

菅原正巳. 1972. 流出解析手法, 共立出版, 270pp.

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.