

RRI モデルによる根谷川の水位・流量の再現性の評価と検討

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○高橋 圭太郎
(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 北 真人
広島大学大学院先進理工系科学研究科 正会員 鳩野 美佐子

1. 研究の背景と目的

2018年に発生した平成30年7月豪雨は西日本を中心に河川の氾濫や浸水害を引き起こし、200名を超える死者を出す甚大な災害となった。このように、近年では大規模な降雨を原因とし、洪水の被害が深刻化するなど雨と洪水の関係性が強まっている。そのため、洪水被害を抑制するために迅速な水位予測情報の提供が求められている。一方で、数値計算を用いたリアルタイム予測では計算時間を要する課題があり、これをAIに着目した洪水予測手法により解決する。本研究ではこの前段階として降雨・流出・氾濫を一体的に再現する降雨流出氾濫解析(Rainfall-Runoff-Inundation：以下RRI)モデル¹⁾を用いた洪水予測の再現性の評価を行う。

2. 研究方法

(1) 解析条件

本研究では、対象降雨を平成30年7月豪雨とし、対象流域は広島県に位置する太田川水系根谷川流域とした。計算期間は2018年7月3日0時から同年7月9日0時までの144時間とした。地盤データには、国土地理院が公開している30mメッシュの標高データを用いた。解析に用いる各グリッドセルは、150mの格子間隔とした。土地被覆は、JAXAの高解像度土地被覆図を用いた。

(2) 入力降雨および検証用データ

使用する降雨データは、広島県を中心とする中国地方のXバンドMPレーダデータ(以下XMP)とCバンドMPレーダ・XバンドMPレーダ合成雨量データ(以下CX)である。AI学習にはより正確な降雨データおよびそれを入力値とした水位・流量の計算結果を学習させる必要がある。そのため国土交通省が公開する二種類のデータを用い、計算結果等を比較することで使用する降雨データの検討を行った。データ間隔はそれぞれ1分である。検証用のデータとして、国土交通省が公開する水文水質データベースより対象期間の水位・流量・地上雨量のデータを入手し、RRIによる計算結果と比較することでモデルの再現性を検討した。

3. 結果と考察

(1) 降雨データの比較評価

XMPとCXの観測精度の比較を行った。観測データは太田川流域に位置する23カ所の雨量観測所データを用いた。評価指標には近似直線の傾き、 R^2 値、二乗平均平方根誤差(Root Mean Squared Error：以下RMSE)を用いた。図-1に降雨データ全体の回帰分析結果を記載した。XMPは傾きが0.93で R^2 値が0.92、RMSEは1.47mm/hであり、CXは傾きが0.85で R^2 値が0.92、RMSEは1.59mm/hであった。近似直線の傾きより、CXはXMPに比べ降水量を過小評価するとわかった。また、RMSEはXMPがCXよりも0に近いことよりXMPの観測精度が高いとわかった。しかし、降雨データは降水量が少ない範囲に集中するなど偏りがみられたため、降水量毎に範囲を区切り考察を行った。降水量10mm/h未満の範囲の回帰分析結果を図-2に示した。図-2より、XMPは傾きが1.08、 R^2 値が0.81、RMSEは1.12mm/hであり、CXは傾きが0.96、 R^2 値が0.81、RMSEは0.99mm/hであった。近似直線の傾きより、降水量が少ない範囲でもCXはXMPよりも降水量を過小評価することがわかった。一方で、RMSEより、降水量が少ない範囲ではCXの観測精度が高いとわかった。これに対し、本稿では図を省略するが降水量20mm/h以上などの降水量が増加した場合の回帰分析からは、XMPの観測精度が高いことがわかった。この要因はCXデータを作成する際にあると考えられ、CXはCバンドMPレーダ

キーワード 洪水計算, RRI, XMP, CX, 降雨観測特性

連絡先 〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2 TEL058-320-1400

による観測結果と X バンド MP レーダによる観測結果を合成し作成するが、この際に誤差が生じていると考えられる。

(2)RRI モデルによる計算結果

RRI モデルに XMP, CX の二種類の降雨データを入力し、計算結果を比較した。比較対象とする観測データは太田川水系根谷川に位置する水位・流量観測所である新川橋のデータを用いた。評価指標には RMSE, Nash-Sutcliffe 係数(以下 NS 係数), ピーク相対誤差を用いた。図-3 に水位・流量の計算結果を示し、表-1 に評価結果を示した。表-1 より、水位において XMP が RMSE=0.30 m, NS 係数=0.83, ピーク相対誤差=2.1 %であり, CX が RMSE=0.27 m, NS 係数=0.86, ピーク相対誤差=-1.7 %であった。流量においては XMP が RMSE=30.56 m³/s, NS 係数=0.81, ピーク相対誤差=26.1 %であり, CX が RMSE=21.19 m³/s, NS 係数=0.91, ピーク相対誤差=13.2 %であった。RMSE より、水位の計算精度が流量よりも高いことがわかり, NS 係数は水位・流量ともに 0.7 以上となっているため再現性が確保されているとわかる。しかし、ピーク相対誤差は、水位は XMP, CX ともに 0 に近く計算精度が良好とわかる一方で、流量は XMP, CX ともに値が大きく、特に XMP については誤差 25 %以上と計算精度が低いことがわかった。水位と流量のピーク相対誤差が乖離している要因として河道断面を矩形と仮定していることが挙げられる。本研究では河道断面を式により近似したが、実際の河道断面は深さが均一でないなど矩形時と異なるため、現在の条件では水位と流量の計算精度の両立は難しい。よって、RRI モデルに河道断面の計測結果を直接入力し、実際の断面を考慮した計算を実施する必要がある。

降雨データと RRI モデルによる計算結果を比較する。図-1 に示す観測精度の比較より、CX は XMP よりも降水量を過小評価した。これに対し、RRI による水位・流量計算でも図-2 のグラフの概形より、CX は水位・流量ともに XMP よりも計算結果を過小評価した。したがって、RRI モデルに入力する降雨観測特性が計算精度に影響することがわかった。

4. まとめ

本稿では、XMP と CX の降雨データの比較、RRI モデルによる水位・流量の再現性の評価を行った。結果、降雨データの比較により CX は XMP よりも降水量を過小評価することが分かり、RRI モデルによる計算でもこの特徴が表れた。また、RRI の計算では高い精度が得られた一方で、RRI モデルに河道断面を入力することで計算精度はさらに向上すると思われるため、今後はこれに着手し計算精度を向上させる。

[謝辞] 使用した XRAIN データセットは文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合解析システム(DAIS)により収集・提供いただきました。深くお礼申し上げます。

参考文献

1)清水里都季, 内田龍彦, 河原能久, 山下篤史, 福田知子: 二次元不定流解析結果を用いた降雨流出解析における水位予測の高精度化, 河川技術論文集, 第 27 巻, pp.214-246, 2021.

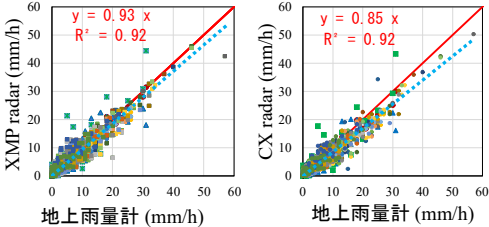


図-1 降水データ全体の回帰分析
(左 : XMP, 右 : CX)

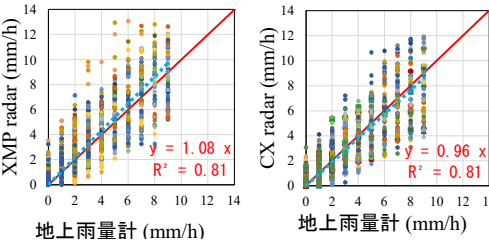


図-2 降水量 10mm/h 未満の回帰分析
(左 : XMP, 右 : CX)

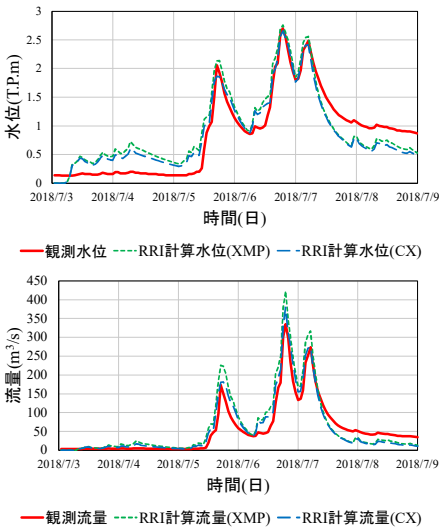


図-3 ハイドログラフ(上 : 水位, 下 : 流量)

表-1 RRI による計算結果の評価

	水位 (m)		流量 (m ³ /s)	
	XMP	CX	XMP	CX
RMSE	0.30	0.27	30.56	21.19
NS係数	0.83	0.86	0.81	0.91
ピーク相対誤差 (%)	2.1	-1.7	26.1	13.2