

降雨データの違いが RRI モデルの水位・流量の解析精度に与える影響

(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

(1) 研究の背景

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、洪水被害が深刻化しているため、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、数値計算を用いたりリアルタイム予測では計算時間を要する課題があるため、これをAIに着目した洪水予測手法により解決する。AIによる予測手法では様々な特徴を持った雨をAIに学習させ、降雨時には学習データの中から似た水位・流量データを検出することで計算を必要とせず速やかな予測が可能となる。しかし、学習データには様々なパターンを用意する必要があり、これを作成するために降雨流出氾濫解析モデル(Rainfall-Runoff-Inundation model: 以下 RRI)¹⁾を用いる。本研究では RRI モデルに降雨データを入力し、計算した水位・流量を実測値と比較することで RRI モデルの再現性を評価する。

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流域の上流域とした。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) 使用するデータ

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を学習させる必要がある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う。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する。

3. 結果と考察

(1) 水位ハイドログラフと流量ハイドログラフの比較

RRIによる水位と流量の計算結果から得られたハイドログラフを図-1に示す。観測データは太田川水系の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。各々の二乗平均平方根誤差(Root Mean Squared Error: 以下 RMSE), 平均絶対値誤差(Mean Absolute Error: 以下 MAE), RMSEとMAEの比(以下 RMSE/MAE), RMSE/MAEと基準値(1.253)の差²⁾, ピーク水位・流量誤差割合の計算結果を表-1に示す。

RMSEは実測値と予測値の差を判定する値であり、0に近ければ良好と判断できる。水位においてXMPが0.295m, CXが0.267mであり、流量についてはXMPが30.563m³/s, CXが21.186m³/sであった。オーダーの違いから流量と水位のハイドログラフの正確性を比較し、評価することが難しいため、無次元化を必要とする。そのため、RMSEと同様に実測値と予測値の差を判定するMAEを算出し、比をとることで評価を行う。なお、RMSE/MAEは1.253に近ければモデルの特徴を表現できていると考える。RMSE/MAEは水位においてXMPが1.084で基準との差が-0.169, CXが1.118で基準との差が-0.135であった。流量においてはXMPが1.347

で基準との差が 0.094, CX が 1.283 で基準との差が 0.030 であった。水位と流量の計算を比較し、流量は基準との差が小さいため、流量の計算精度が高いことが分かる。

ピーク水位・流量誤差割合についても考察を行う。この値は計算値と実測値の差をとり、実測値で除すことで無次元化し求めた値である。水位については XMP が 0.021, CX は -0.017 であり、流量は XMP が 0.261, CX は 0.132 であった。ここから水位・流量ともに計算精度が高いことが分かるが、CX の水位について過小評価している。これは河道断面を短形と仮定しているためと考えられる。

(2) 降雨データの比較評価

XMP と CX の降雨特性の比較を行う。図-2 に XMP と CX による降水量を回帰分析した結果を示す。観測データは太田川流域に位置する雨量観測所である南原, 可部, 猪留家の三カ所のデータを用いる。XMP は傾きが 1.095, R^2 値が 0.845, CX は傾きが 0.983, R^2 値が 0.844 であった。ここから両者のばらつきは同程度であるが CX は XMP に比べ傾きが 1 に近く、降雨を正確に評価していることが分かった。しかし、降水量が増加するにつれて XMP と CX 共に過小評価する傾向が見られ、これが RRI モデルによる計算精度に影響を与えていると考える。また、既往の研究より、横江ら³⁾は CX と地上雨量計の比較を行い、上空の風速場による影響で真下の地上雨量計とレーダ雨量に観測差が生じることを示唆している。さらに、この特徴は降水量が増加するほど顕著であるため、この観測差が降雨データにばらつきを与えていると考える。

4. まとめ

本稿では、XMP と CX といった 2 種類の降雨データを用い RRI モデルによる水位と流量の再現性を評価した。その結果、XMP と CX による水位・流量の計算結果に差異が生じ、それが雨量精度と関係していることがわかった。この原因は風速場による影響などが考えられるが、より詳細な検討が必要である。したがって、今後は降雨の比較対象を増加させ、CX の降雨データについて追加検討を行うことで、降雨特性を考慮したモデルを構築しモデルの計算精度の向上を試みる。

[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 年 6 月
- 2)東京大学科学システム工学専攻 船津研究室: 精度評価指標と回帰モデルの評価, (最終アクセス 2022/12/12)
<https://funatsu-lab.github.io/open-course-ware/basic-theory/accuracy-index/#how-to-check-rmse-mae-formula>
- 3)横江祐輝, 北真人, 内田龍彦, 河原能久: XRAIN から見た平成 30 年 7 月豪雨時における広島県内の降雨システムの特徴, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.75, No.1, 270-278, 2019

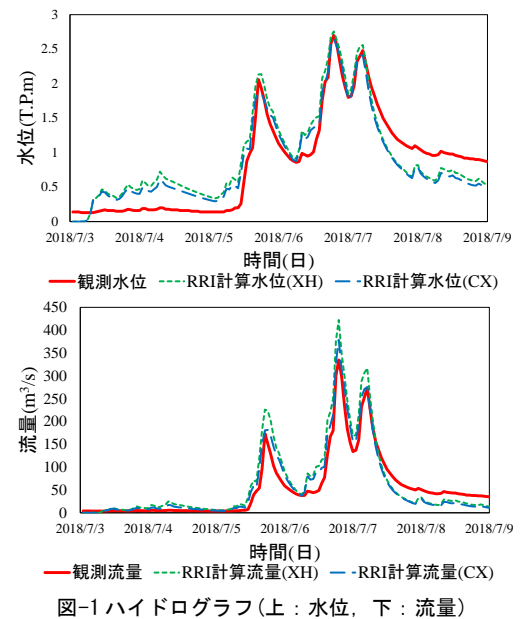


図-1 ハイドログラフ(上: 水位, 下: 流量)

表-1 ハイドログラフの評価

	水位 (m)		流量 (m³/s)	
	XMP	CX	XMP	CX
RMSE	0.295	0.267	30.563	21.186
MAE	0.272	0.239	22.697	16.514
RMSE/MAE	1.084	1.118	1.347	1.283
基準(1.253)との差	-0.169	-0.135	0.094	0.030
ピーク誤差割合	0.021	-0.017	0.261	0.132

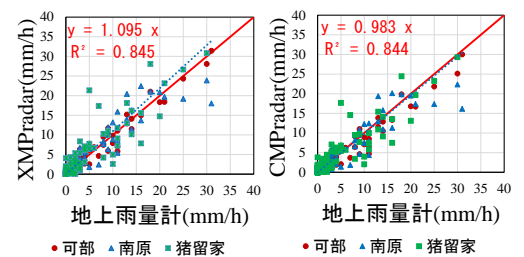


図-2 レーダー雨量と地上雨量計の回帰分析 (左: XMP, 右: CX)