

気候変動による筑後川中流域における洪水氾濫への影響評価

九州大学工学部 学生会員 ○有田脩平 九州大学大学院 学生会員 木村大樹・正木守
九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 正会員 丸谷靖幸 京都大学防災研究所 正会員 渡部哲史

1. はじめに

近年の気候変動の影響によって、令和2年7月豪雨のような災害を引き起こす豪雨の回数が増加している¹⁾。このような豪雨の増加に伴って、河道整備等の治水事業が益々重要になるが、その対策の将来気候下での安全度や防災効果を明確にして住民の十分な理解を得ることが必要不可欠である。

豪雨時に大きな防災効果を発揮するダムについては、下流域の流況等から総合的に放流量を決めなければならない。加えて、ダム下流に大きな支川がある場合、支川と本川の合流点以降ではダムによる防災効果の恩恵が薄まることがある。特に、極端な豪雨が発生した場合に起こり得る最も危険な状況を事前に把握することは、流域管理を行う上で重要となる。

そこで本研究では、令和2年7月豪雨において実際に氾濫が発生した筑後川中流域の花月川合流点付近を対象とした河道モデルを開発し、気候変動が進行した将来気候下における上流に位置する松原ダムの操作状況、特に異常洪水時防災操作が行われた場合の氾濫状況を評価することを目的とする。

2. 研究内容

河道モデルの流入条件を与えるため、支川の花月川と玖珠川を対象とした流出モデルを3段タンクモデルにより作成した。なお、タンクモデルに入力する気象条件としては時間降水量と月平均気温となり、それらはティーセン法に基づく流域平均値とした(図-1)。なお、月平均気温はThornthwaite法による蒸発散量の推定に用いた。

流出モデルのパラメータ同定(キャリブレーション)は、観測史上最大のピーク流量が発生した月を対象にpythonのライブラリであるSPOTPYを用いて行った。その後、バリデーションとして観測史上2位、3位の流量が発生した月を対象とし、モデルの精度検証を行った。判断基準としては、Nash-Sutcliffe



図-1 花月川流域のティーセン分割図

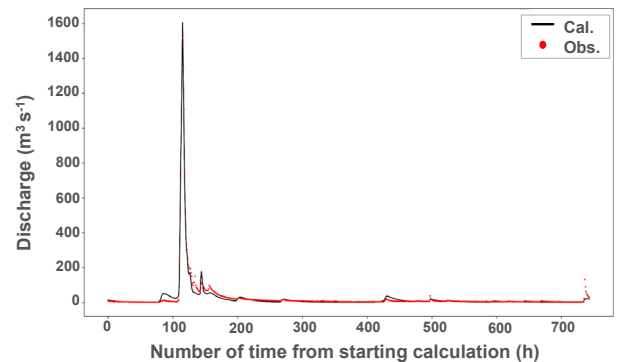


図-2 花月川のキャリブレーション結果
(2017年7月, 黒実線: 計算値, 赤点: 観測値)

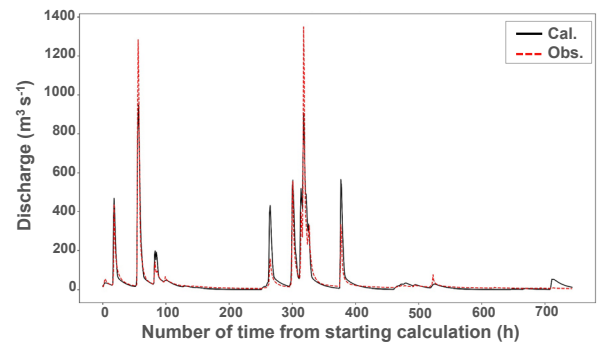


図-3 における花月川のバリデーション結果
(2012年7月, 黒実線: 計算値, 赤破線: 観測値)

efficiency coefficient (NSE), Root Mean Square Error (RMSE), Coefficient of Determination (CoD)を用いた。これらの算出方法は丸谷ら²⁾を参照されたい。

花月川のキャリブレーション, ならびにバリデーション(第2位流量発生月のみ)の結果を図-2, 図-3に, NSE, RMSE, CoDの結果を表-1に示す。一般的にNSE, CoDは0.7以上で再現性が高いとされているため, 今回構築したモデルは花月川の流量を十

分に再現出来ていると考えられる。

一方、玖珠川においては、以下のような事情から補正が必要と判断した。筑後川本川と玖珠川の合流点直下の小淵流量観測所(以後、小淵)における流量が、合流点直上に位置する玖珠川の小ヶ瀬観測所(小ヶ瀬)と本川の千丈観測所(千丈)の流量合計値と著しい乖離が存在した。千丈の流量は、上流の大山ダムと松原ダムからの放流量の合計値から概ね妥当であると考えられたため、小ヶ瀬の流量に問題がある可能性が推測される。補正方法に関しては本稿執筆時点では検討中であり、講演時に結果を紹介する。

気候変動影響評価には、地球温暖化に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF(空間解像度 20 km)を流出モデルの入力値として使用した。なお本研究では、現在気候 30年(1981-2010年) x50 アンサンブル(計 1500年)、将来気候(4°C 上昇条件下) 60年(2051-2100年) x6SSTx15 アンサンブル(計 5400年)を用いた。

d4PDF は気候モデル出力値であるため、観測値との間にバイアスが存在する。そこで、Watanabe et al.³⁾によるバイアス補正を適用し、入力値として使用した。また、バイアス補正結果の例として、図-4 に花月川流域における月平均流域降水量、図-5 に年最大 24 時間降水量の確率を比較したものを示す。流域平均降水量では、現在気候は観測値と概ね同様な月変動を表していることが分かる(図-4)。年最大 24 時間降水量では、現在気候は観測値と同様な傾向を示しており、本研究の目的である洪水流量の再現に重要となる豪雨の再現性は高いと考えられる(図-5)。また、現在気候における 1 つのアンサンブルメンバーを除き、将来気候では現在気候と比べて、年最大 24 時間降水量が増加する可能性が示唆された。図-4 において将来気候では現在気候と比べて月降水量が減少傾向を示すことから、将来気候において降水回数は減少し、一回当たりの降水量が増加する可能性も示唆された。なお玖珠川についても、同様の結果が得られたことを記しておく。

iRIC を用いた氾濫解析においては、d4PDF を入力値とした花月川、玖珠川の流出解析値および本川の上流端の流量は、宮本ら⁴⁾による松原ダムからの放流量を境界条件として与え、解析を行う予定である。

表-1 バリデーションにおける評価結果

		NSE	RMSE	CoD
花月川	2012年7月	0.8434	45.09	0.8513
	2019年8月	0.8622	21.57	0.8727

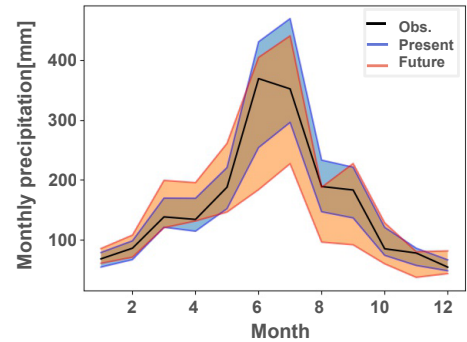


図-4 花月川流域における月平均流域雨量の比較

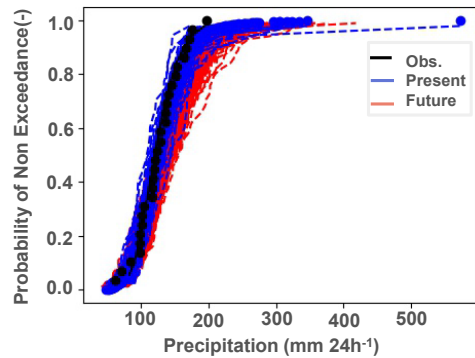


図-5 花月川流域における年最大 24 時間雨量の比較

3. まとめ

本稿執筆時では、流出モデルの作成、d4PDF のバイアス補正が完了している。講演時には、対象流域において iRIC⁵⁾を用いた氾濫モデルを開発し、令和 2 年 7 月豪雨による洪水氾濫の再現や、将来気候下での極端豪雨における氾濫状況の評価を行い発表する予定である。

[謝辞]

本研究は科研費(JP22K18832, JP21H05178), ならびに令和 4 年度河川基金(河川財団)により実施された。本研究の実施にあたり、国土交通省九州地方整備局にデータを提供いただいた。ここに記し謝意を表す。

[参考文献]

- 1) IPCC(2021): Summary for Policymakers: Climate Change 2021:The Physical Science Basis.
- 2)丸谷ら(2011):土木学会論文集 B1(水工学), 67(4), I_547-I_552.
- 3) Watanabe et al. (2020) : Hydrol. Res. Lett., Vol.14, No.2, 117-122.
- 4)宮本ら(2021) : 土木学会論文集 B1(水工学), 77(2), I_37-I_42.
- 5) iRIC : <http://i-ric.org/> (令和 4 年 12 月 28 日参照)