

d4PDF を用いた将来降雨に基づく 榎野川流域の氾濫予測

青柳 拓篤¹⁾・大中 臨²⁾・福丸 大智²⁾・渡部 哲史³⁾・赤松 良久²⁾

¹⁾山口大学社会建設工学科, ²⁾山口大学大学院創成科学研究科, ³⁾九州大学大学院比較社会文化研究院

1. はじめに

近年, 気候変動に伴って頻発化・激甚化する豪雨災害に対して, 流域治水に基づく河道整備計画が進められている. また, 流域治水計画は一級水系を中心に策定されてきたが, 近年は二級水系も対象になってきている. しかし, 二級水系の流域全体を対象として気候変動下の氾濫リスクを評価した事例は少ない. 都市域を流れる中小河川においても氾濫による被害が増大していくことが想定されていることから, 一級水系同様に流域治水に基づく河道整備計画を策定する必要がある, 将来気候を用いた氾濫シミュレーションに基づく氾濫リスク評価は重要になる.

本研究では, 山口市の市街地を流れる山口県二級水系榎野川(図1)を対象に降雨流出氾濫(Rainfall-Runoff-Inundation:以下 RRI)モデルと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:database for Policy Decision making for Future climate change)の2°C気温上昇将来気候シナリオ下(以下, d2PDF)における雨量データ(5km 解像度)を用いて気候変動下における榎野川流域の氾濫リスクを評価した.

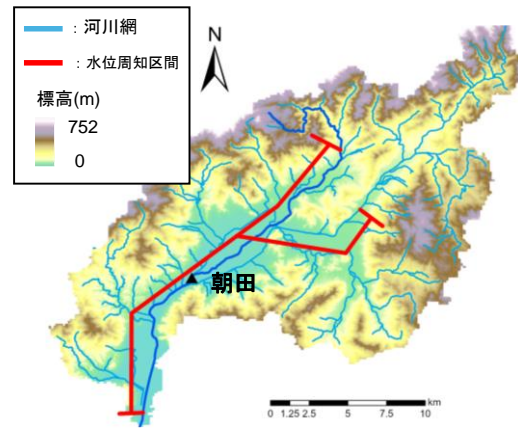


図1 榎野川の流域図と水位観測所

2. 高解像度河川断面を用いた降雨流出氾濫解析

2.1 解析方法

はじめに, 榎野川流域の降雨流出氾濫過程を再現するための RRI モデルの高度化を図った. 解析に必要な初期条件(標高, 流向, 累積流量, 土地利用: 50m 解像度)の作成には, ArcGIS pro (Eris 社)を用いた. 各土地利用パラメータの選定には岡峰ら¹⁾による各パラメータの選択範囲からピーク時の流量の差が最も小さくなるように推定した. また, RRI モデルに入力する河道断面を山田ら²⁾の式により河道断面を矩形と仮定した場合(Case1)と水位周知区間を対象に令和5年11月に山口県が実施した航空レーザー測深の結果を用い, 該当区間に実河道断面を入力した場合(Case2)で解析を実施した. また, 2018年6月28日1:00から7月9日0:00の平成30年西日本豪雨を解析対象とした.

2.2 解析結果

図2に朝田水位観測所における Case1, Case2 の流量, 水位の比較を示す. Case1 でピーク誤差が+35 m³/s, Case2 で-13m³/s, 実績値と解析値の誤差率は Case1 で5%, Case2 で2%と両ケースともに一定の再現性を得られ, 大きな差はなかった. これは, 対象とした出水のように氾濫が発生していない状

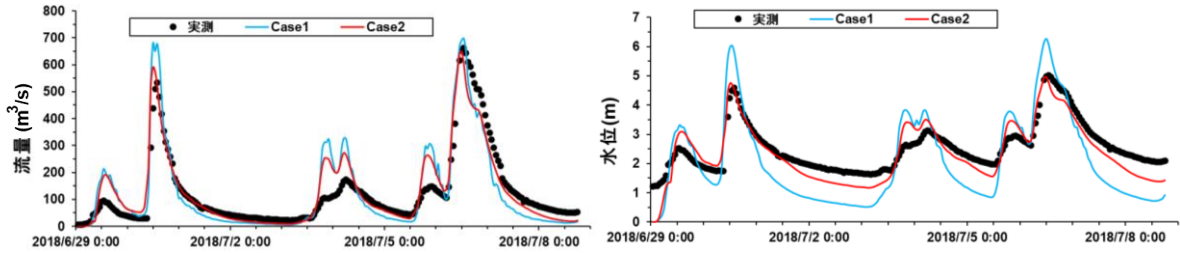


図2 朝田水位観測所における流量，水位比較

況では，流量は保存量であり，断面形状に依存しないことによると考えられる．一方，水位の比較では，Case1 でピーク誤差が+1.246m，Case2 で-0.064m と Case2 で解析結果の精度が向上した．これは，Case2 では実断面を入力にすることで各断面における流量に対する水位の応答を Case1 より詳細に再現できたためと考えられる．

3. 将来気候下における氾濫リスク評価

3.1 解析方法

ゲリラ豪雨を含む詳細な将来気候における豪雨災害の被害を評価するため³⁾，将来気候には 5km 解像度の d2PDF を用いた．解析対象の降雨として，過去実験の 30 年分（1979/9~2009/8）を 6 海表面水温 (Sea Surface Temperature : SST) パターンで計 360 年分（3153600 時間），2°C 上昇実験の 61 年分（2030/9~2090/8）を 6 SST を 2 アンサンブルで計 732 年分（6412320 時間）からそれぞれ 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72 時間降水量が最大の降雨事象を抽出し，2 章の Case2 と同様に高精度河道断面を用いて解析した．バイアス補正は，Dual moving window と Two-pass bias correction を採用した⁴⁾．

3.2 将来気候下での解析結果

将来気候を用いた解析のうち，過去実験と 2°C 上昇実験のどちらも 3 時間降水量が最大となる降雨イベントにて氾濫域が最大となった．当該過去実験での朝田水位観測所の水位，流量を図 3 (a)，2°C 上昇実験での朝田水位観測所の水位，流量を図 3 (b) に示す．また，各シナリオ下における氾濫域と浸水深コンターを図 4 に示す．過去実験の結果を図 4 (a)，2°C 上昇実験の結果を図 4 (b) に示している．過去実験で氾濫域が最大となった 3 時間降水量が最大となる降雨イベントでは，朝田水位観測所でのピーク時の流量が 1830m³/s，最大水位が 7.6m，氾濫危険水位超過時間は 9 時間であった．また，氾濫域が 14.6km²，最大浸水深は 6.1m だった．一方で，2°C 上昇実験では，朝

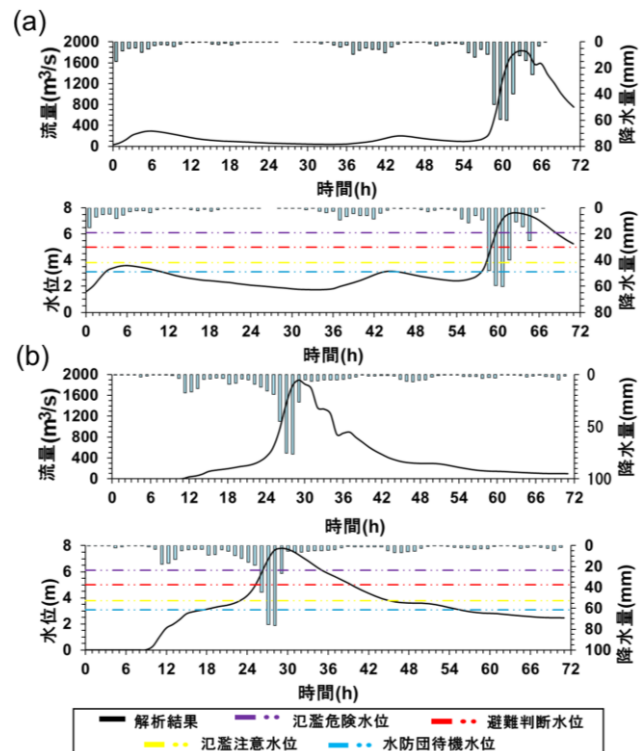


図3 朝田水位観測所の水位
(a) 過去実験 (b) 2°C 上昇実験

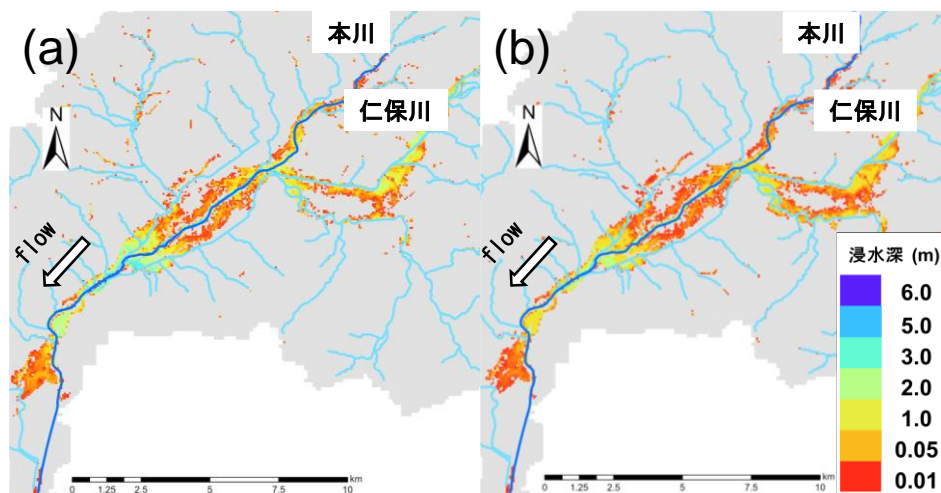


図4 各シナリオ下における氾濫域と浸水深コンター
 (a) 過去実験の氾濫域と浸水深 (b) 2°C上昇実験の氾濫域と浸水深

田水位観測所でのピーク流量 $1894\text{m}^3/\text{s}$ 、最大水位 7.8m 、氾濫危険水位超過時間は9時間であった。また、氾濫域は 15.3km^2 、その最大浸水深は 6.1m であった。2°C上昇実験では、過去実験と比較してピーク流量が過去実験値から 3.5% ($64\text{m}^3/\text{s}$) 増加、最大水位が 3% (20cm) 増加し、氾濫域は 5% (0.7km^2) 増加した。特に仁保川左岸側の盆地、仁保川と本川との合流部付近の2地点において氾濫域が増大し、仁保川流域における氾濫域は 35% 増加することが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、山口市内の都市域を流れる山口県二級水系榎野川を対象に RRI モデルと 5km 解像度の d4PDF を用いて気候変動下における氾濫リスク評価を行った。氾濫リスクの詳細な検討のため、高解像度な実河道断面を入力することによって、水位の再現性が向上し、氾濫域、最大浸水深も高精度に再現可能となった。また、将来気候を用いた解析では、過去実験、2°C上昇実験のともに3時間降水量が最大となる降雨イベントにおいて氾濫域の面積が最大となった。2°C上昇実験では、過去実験と比較して、ピーク流量、最大水位、氾濫域が増大し、特に支川の仁保川において将来気候での氾濫リスクの顕著な増加が明らかとなった。本研究では、将来気候を用いた解析ケースが少ないが、今後は解析ケースを増加させることで、将来気候において氾濫リスクの高くなる箇所を特定することができると考えられる。

参考文献

- 1) 岡峰奈津美, 此島健男子, 米勢嘉智: アルタイム洪水予測モデルにおける複数の目的関数を用いた最適化手法および自動追加学習手法の考案, 河川技術論文集, 第29巻, 2023年6月
- 2) 山田真史, 富樫冨佳, 佐山敬洋: 分布型降雨流出氾濫モデルに適用する中小河川の河道断面推定法, 河川技術論文集, 第26巻, 2020年6月
- 3) 山田朋人, 星野剛: 過去気候・4°C上昇時を対象とした力学的ダウンスケール結果の概要 第2回 北海道における気候変動予測(水分野)技術検討委員会, 2017/11/21
- 4) Satoshi Watanabe, Masafumi Yamada, Shiori Abe, Misako Hatono; Bias correction of d4PDF using a moving window method and their uncertainty analysis in estimation and projection of design rainfall depth, Hydrological Research Letters, Vol.14, No.3, pp.117-122, 2020.