

将来気候における榎野川流域の 氾濫リスク評価

松澤 匠記¹⁾・大中 臨²⁾・福丸 大智²⁾・赤松 良久²⁾¹⁾山口大学工学部, ²⁾山口大学大学院創成科学研究科

1. はじめに

近年、平成30年7月豪雨、令和2年7月豪雨などの気候変動に起因した豪雨災害が発生し全国各地で甚大な被害をもたらしている。激甚化する災害に対し、国土交通省は流域全体の持続可能な治水対策「流域治水」の転換を進めている。また、一級水系だけでなく、二級水系を対象とした流域治水計画も拡大しており、本研究の対象河川である榎野川においても、榎野川流域治水プロジェクトが計画されている。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く、都市域を流れる中小河川においても氾濫による被害の増大が見込まれるため、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である。

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を対象に降雨流出氾濫(RRI)モデルに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、4°C気温上昇将来気候シナリオ下(以下、d4PDFと称す)における雨量データを用いて、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。

2. 方法

2.1 モデルの精度評価

対象河川は、山口県二級河川の榎野川流域とした(図1)。榎野川はその源を山口市龍門岳(標高688.4m)にとし、仁保川や一の坂川等の支川を合わせた後、瀬戸内海に注ぐ、流域面積322.4km²、幹川流路延長30.3kmの二級河川である。氾濫解析には、降雨流出現象から氾濫に至るまでを流域一体的に解析可能なRRIモデルを用いた。

本研究では、平成30年7月豪雨の期間(2018年6月28日1:00から7月9日0:00)における河川流量・水位の再現計算を実施した。モデルへの入力降雨は、気象庁の解析雨量(解像度:1km)とした。地形データ(標高、流向、流量流積データ)には山崎ら¹⁾の日本表面流向マップから取得可能な30m解像度のデータを取得し、50m解像度にアップスケーリングしたものを基に作成した。河道断面は令和5年11月に山口県が実施した航空レーザー測深結果を用いて、図1に示す範囲においては実河道断面を作成して入力した。レーザー測深結果が存在しない本川上流や支川については山田ら²⁾によって提

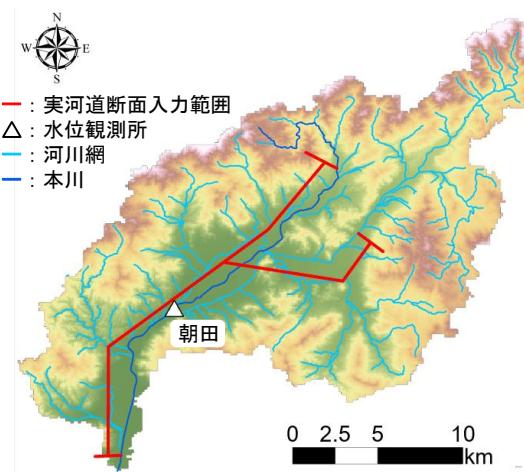


図1 榎野川の流域図と水位観測所

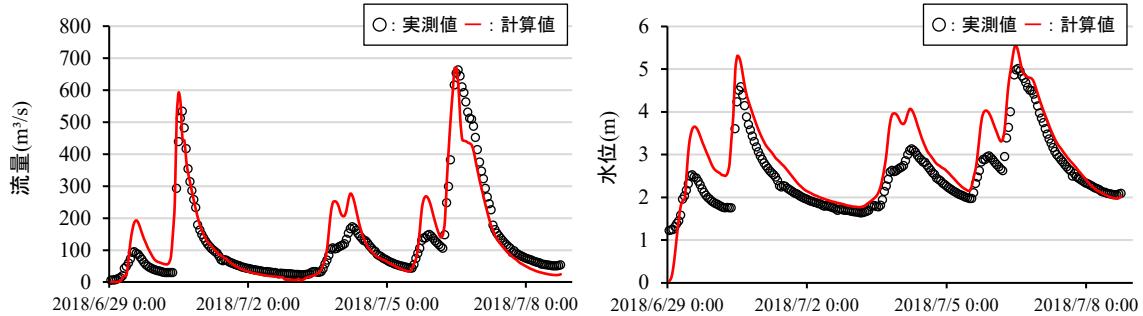


図2 平成30年7月豪雨における朝田水位観測所の流量、水位の比較

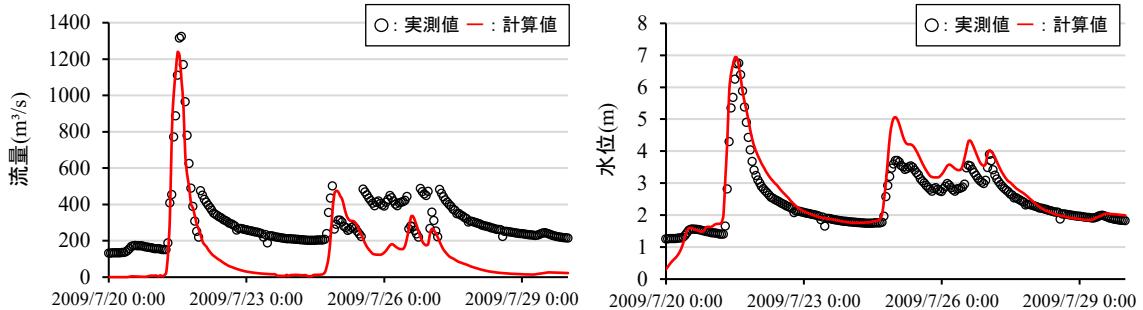
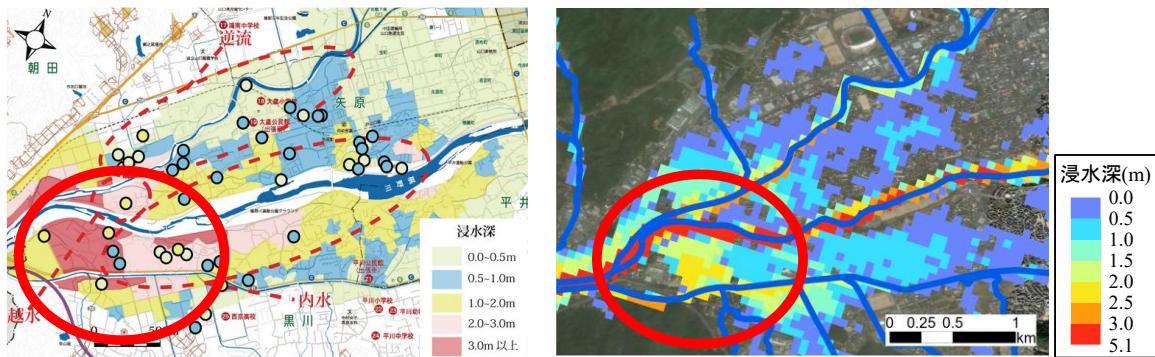


図3 平成21年7月豪雨における朝田水位観測所の流量、水位の比較

図4 平成21年7月豪雨の氾濫実績とRRIモデルにて算出した浸水深コンター
(左) 泛濫実績⁵⁾ (右) RRIモデルにて算出した浸水深コンター

案された手法を用いて矩形近似した断面形を入力した。各土地利用パラメータは青柳ら³⁾がキャリブレーションを実施した値を用いた。また、別の降雨イベントでの精度検証のため、対象域にて氾濫が実績のある平成21年7月豪雨の期間(2009年7月18日1:00から7月29日24:00)の解析雨量(解像度:1km)を入力することで、河川流量・水位の予測精度を検証した。

2.2 将来気候下における氾濫リスク評価

前節でキャリブレーションを実施したRRIモデルに、現況の降雨に対してd4PDFにより得られる2°C上昇、4°C上昇実験の将来雨量を入力することで、疑似温暖化実験を行った。疑似温暖化実験とは既存の豪雨イベントにおいて、地球温暖化が進行した仮定した場合に被害がどのように変化するかを見積るものである。ここで、現況期間は平成21年7月豪雨の期間(2009年7月18日1:00から7月29日24:00)とした。この期間に対応する将来雨量を以下の手順で作成した。まず、楓野川周辺の5つの観測所における平成21年7月豪雨期間中の過去実験雨量と将来実験雨量(2°C上昇、4°C上昇実験)に対し、Watanabe *et al.*(2020)が開発したバイアス補正手法のDual-Window法⁴⁾を適用するとともに、各時刻の将来変化率を地点別に計算した。次に、各観測地点を母点としたティーセン分割を行い、各テ

イーセン領域内における将来変化倍率を求めた。最後に、上記の将来変化倍率を現況期間の解析降雨に掛け合わせることで、 2°C , 4°C 上昇実験の雨量分布を作成した。将来実験は異なる6つの海表面水温(SST)パターン(CC, GF, HA, MI, MP, MR)のうち、既往研究⁵⁾を参考に最も雨量の増加量が多くなると考えられるGFパターンを採用した。

3. 結果と考察

3.1 モデルの再現性

図2に平成30年7月豪雨朝田観測所の流量・水位の実測値との比較を示す。ピーク流量に着目すると実測値の差は $-6.1\text{ m}^3/\text{s}(0.9\%)$ 、ピーク水位は $-0.5\text{ m}(10.3\%)$ であった。また、図3に平成21年7月豪雨でのピーク流量の実測値との差は $86.3\text{ m}^3/\text{s}(6.5\%)$ 、ピーク水位は $0.18\text{ m}(2.7\%)$ であった。平成30年7月豪雨ではピーク流量を良好に予測しているが、雨量が多くなる平成21年7月豪雨では過小評価していた。平成21年7月豪雨時の氾濫実績⁶⁾と比較すると、流量の過小評価に伴い浸水深を過小評価したものの、浸水深が大きくなる領域を概ね良好に捉える結果となった(図4)。

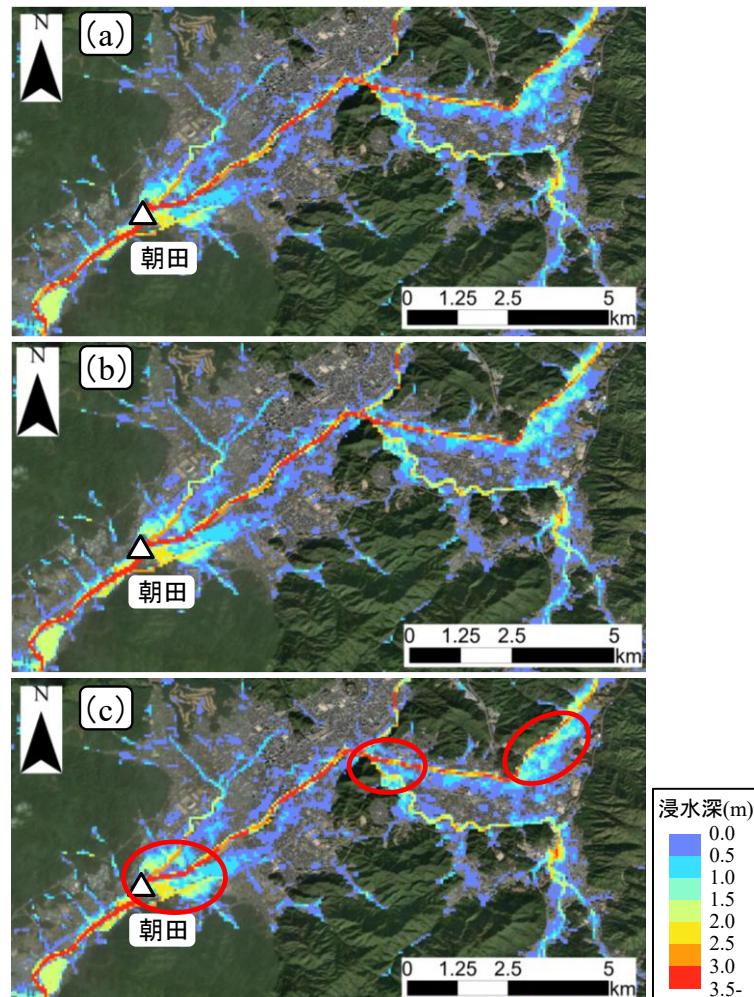


図5 各シナリオにおける浸水深コンター

(a) 現況降雨 (b) 2°C 上昇実験 (c) 4°C 上昇実験

3.2 将来気候下での解析結果

各シナリオにおける氾濫域と浸水深コンターを図5に示す。現況降雨の結果を図5(a)、 2°C 上昇実験の結果を図5(b)、 4°C 上昇実験の結果を図5(c)に示している。現況降雨では、朝田水位観測所でのピーク時の流量が $1238\text{ m}^3/\text{s}$ 、最大水位が 6.9 m 、浸水面積は 27.1 km^2 であった。一方で、 4°C 上昇実験では、朝田水位観測所でのピーク流量 $1308\text{ m}^3/\text{s}$ 、最大水位 7.1 m 、浸水面積は 29.2 km^2 であった。 4°C 上昇実験では、現況降雨と比較してピーク流量が過去実験値から $5.6\%(70\text{ m}^3/\text{s})$ 増加、最大水位が $2.2\%(15\text{ cm})$ 増加し、浸水面積は $7.8\%(2.1\text{ km}^2)$ 増加した。特に、朝田観測所周辺、本川と仁保川の合流部、仁保川左岸側の盆地にて氾濫域が増大した。

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椹野川を対象にRRIモデルと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。実河道断面を入力したRRIモデルは規模の大きい

出水に対し、ピーク流量を過小評価する課題があるものの、氾濫域を良好に予測した。将来気候を用いた解析では、2°C、4°C上昇実験では、過去実験と比較して、ピーク流量、最大水位が増加することで、流域全体での氾濫域が7.8%増大しており、将来気候において本川と仁保川の合流部等で氾濫リスクが高くなることが示唆された。本研究では、将来気候を用いた解析ケースが限られているため、今後、解析ケースを増加させることで将来気候下において氾濫リスクが高くなる箇所をより精度よく特定することができると考えられる。また、流域スケールに加えてリーチスケール等のより詳細な検討を行い、氾濫リスクを評価することは、椹野川における流域治水を効果的に推進する上で重要である。

参考文献

- 1) 山崎大、富樫冴佳、竹島滉、佐山敬洋：日本全域高解像度の表面流向データ整備、土木学会論文集B1（水工学）、Vol.74、No.5、pp. I_163-I_168、2018.
- 2) 山田真央、富樫冴佳、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、Vol26、pp.211-216、2020.
- 3) 青柳拓篤、大中臨、福丸大智、渡部哲史、赤松良久：d4PDFを用いた将来降雨に基づく椹野川流域の氾濫予測、自然災害協議会 中国地区部会、研究論文集、第11号 40-42、2024.
- 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.
- 5) 新井峻太、渡部哲史、魏忠旺、池内幸司：d4PDF 流出量に基づく日本域将来洪水リスク評価とその課題、土木学会論文集B1(水工学)、Vol75、No.2、I_1069-I_1074、2019.
- 6) 平野洪賓、三隅良平、加藤敦、若月強、川田真也：平成21年7月中国・九州北部豪雨における山口市大歳地区浸水災害の特徴、防災科学技術研究所主要災害調査 第44号 2010年9月