

気候変動下における渡良瀬遊水地の洪水調節機能の評価

中央大学大学院
中央大学大学院

学生会員
学生会員

○中村 駿太
津田 妃奈子

(株) 竹中土木
中央大学

非会員
正会員

新井 隆介
手計 太一

1. はじめに

気候変動の進行に伴う水害の激甚化への適応策の一つとして、大規模な防災施設の整備が有効である。例えば、松本ら(2014)¹⁾は渡良瀬遊水地が利根川栗橋地点における洪水流量の低減に貢献することを示しており、実際に台風19号(令和元年東日本台風)が直撃した渡良瀬遊水地は約1.6億m³を貯水し(貯水率95%)、利根川下流部の洪水調節に大きく貢献した²⁾。本研究では、様々な外力規模を想定し、渡良瀬遊水地の能力の定量的な評価を試みた。

2. 研究対象

図-1は本研究の対象領域である渡良瀬遊水地と周辺の流量観測所と利根川流域における渡良瀬遊水地の位置である。渡良瀬遊水地は渡良瀬川、思川、巴波川の3河川の合流地点に1998年に建設された。総貯水量は約1.7億m³、計画規模は1/100確率規模となっている。

3. 数値実験

1) 数値実験の方法

本研究では、渡良瀬遊水地の能力を定量評価するために、降雨流出氾濫(RRI)モデル³⁾と平面二次元流れ(iRIC Nays2D flood)⁴⁾をカップリングさせた。

令和元年東日本台風が直撃した2019年10月11~14日の期間においてRRIのパラメータの最適化を行い、以降の数値実験にはこのパラメータを使用した。RRIからの出力結果を境界条件として渡良瀬遊水地周辺の氾濫解析を実施、痕跡データ等と比較し、妥当性を評価した。その後、降雨量を1.1倍、1.2倍、1.3倍したケースで渡良瀬遊水地の効果を検討した。この値は、2℃上昇シナリオと4℃上昇シナリオに沿った国土交通省の有識者検討会の試算⁵⁾によるものである。

2) 使用データ

雨量データは、アメダスと国土交通省による計43箇所の地上雨量データをティーセン分割して使用した。標高データは3秒メッシュであるMERIT Hydro⁶⁾のデータを300mメッシュに平均化し、スケールアップした。土地利用データは国土数値情報が提供する2016年のデータを使用した。

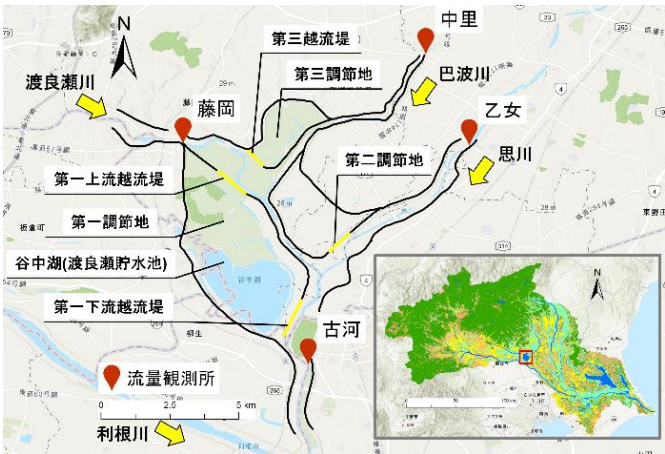


図-1 渡良瀬遊水地と周辺の流量観測所

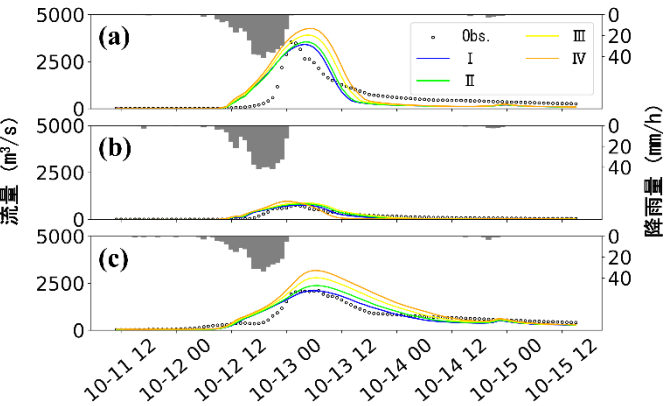


図-2 降雨量を変化 (I)1倍, (II)1.1倍, (III)1.2倍, (IV)1.3倍)したケースにおいての計算流量と観測流量の比較 ((a) 藤岡, (b) 乙女, (c) 中里観測地点)

表-1 各観測所におけるパラメータ調整後のN-S係数とピーク流量誤差、ピーク流量の割合 (各雨量により算出したピーク流量/観測雨量により算出したピーク流量)

観測所	N-S係数	ピーク流量 誤差 (m ³ /s)	降雨量 1.1倍	1.2倍	1.3倍
a	0.86	0.5	1.13	1.32	1.51
b	0.62	124.9	1.05	1.16	1.26
c	0.81	0	1.08	1.16	1.27

3) RRI パラメータの最適化

パラメータはSCE-UA法を用いて最適化した。目的関数はNash Sutcliffe(N-S)係数とピーク流量誤差であり、最適化したパラメータは河道粗度係数、山地と水田の等価粗度、

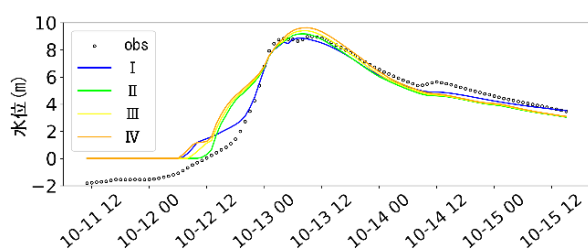


図-3 古河流量観測所における水位（降雨量(I)1倍、(II)1.1倍、(III)1.2倍、(IV)1.3倍）

土層厚の4つである。図-2は藤岡、乙女、中里観測地点において降雨量を1.1倍、1.2倍、1.3倍したケースにおいての計算流量と観測流量の比較である。(b),(c)においては、ピーク生起時刻を観測よりも早く推定している。また、どの観測所でもピーク後の減衰が大きい結果となった。

4) 平面二次元流れ解析の方法

地盤データは国土地理院が提供する5m数値標高モデルを用いた。平面格子は42m×42m、水門の開閉は出水速報²⁾を基に設定した。下流端水位は、令和元年東日本台風時の利根川の水位を設定するパターン、水位全体を引き延ばすことでピーク水位が天端高となるように設定する2つのパターンで解析を行った。

4. 解析結果

図-3は古河観測所における観測値と計算値の水位の比較である。(I)に関して比較すると、ピーク水位は計算値のほうが0.13m低い結果となった。これは、メッシュの粗さが要因の一つであると考ええる。また、数値計算による最大浸水深の分布を図-4に示す。(IV)では渡良瀬遊水地の堤外である図中赤丸の部分が浸水している。これは、河川からの流出が原因であると考ええる。また、下流端水位を天端高まで引き延ばしたときの最大浸水深の分布を図-5に示す。図中赤丸の部分では、最大水深が(II)3.47m、(III)4.24m、(IV)5.14mであった。これは、利根川からの逆流が原因であると考ええる。当該地域は渡良瀬遊水地の堤外であり、田や家が広がっている。当該地域住民には、将来渡良瀬遊水地が氾濫した際には越水しやすい場所だと事前注意するべきだと考える。

5. まとめ

本研究では降雨流出氾濫モデルと平面二次元流れをカップリングさせ、渡良瀬遊水地の貯水能力を評価した。その結果、今回の降水パターンにおいて、現状の雨量では氾濫しないが、気候変動の影響を考慮すると氾濫する可能性が高いことがわかった。今後の課題として、雨量を変化させたときに、利根川本川の水位を考慮し、利根川と渡良瀬遊水地を一体的に解析する必要があると考える。

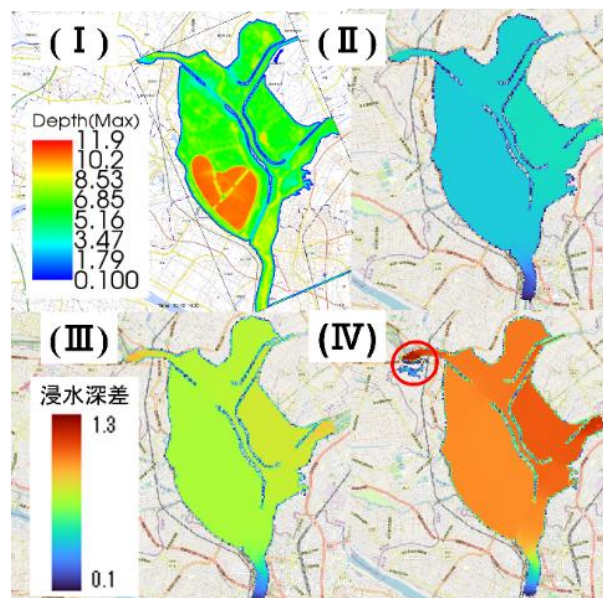


図-4 最大浸水深の分布と(I)との最大浸水深の差の分布（降雨量(I)1倍、(II)1.1倍、(III)1.2倍、(IV)1.3倍）、（下流端：台風19号における実測値）

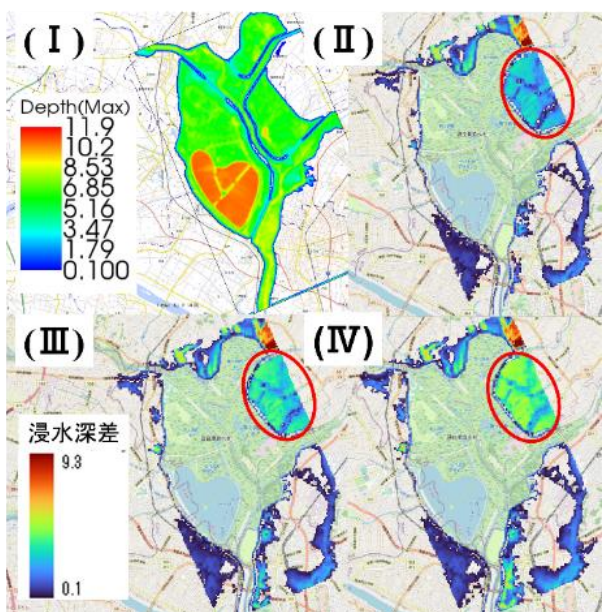


図-5 最大浸水深の分布と(I)との最大浸水深の差の分布（降雨量(I)1倍、(II)1.1倍、(III)1.2倍、(IV)1.3倍）、（下流端：計画高水位、（渡良瀬遊水地：無色）

参考文献

- 1) 松本ら：渡良瀬遊水地の洪水調節機能とその課題の考察，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.70，No.4，pp.1477-1482，2014.
- 2) 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所：https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000770371.pdf(2023年1月23日閲覧)
- 3) 佐山敬洋，岩見洋一：降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用，土木技術資料，Vol.56，No.6，pp.1-4，2014.
- 4) iRIC Project：<https://i-ric.org/solvers/nays2dh/>
- 5) 国土交通省：https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentouka/pdf/06_sankousiryoku.pdf(2023年1月23日)
- 6) Yamazaki, D., et al.: MERIT Hydro, Vol.55, pp.5053-5073, 2019.