

アンサンブル気候実験データにおける年最大降雨量の時空間分布とそれを用いた 流出解析に関する分析

中央大学大学院 学生会員 ○政本 未織
中央大学 正会員 清水 啓太

中央大学大学院(現:国土交通省) 学生会員 及川 雄真
中央大学 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

近年、我が国では令和元年東日本台風(以下、台風第19号とする)や令和2年7月豪雨などの多くの記録的豪雨が発生している。また、気候変動による政府間パネル(IPCC)の第5次評価報告書の概要 - 第1作業部会(自然科学的根拠) - (環境省, 2014)によると、地球温暖化に伴う気候変動による将来の降雨の激甚化が予測されている。本研究では、日本最大の流域面積を有し、我が国の社会経済活動において重要な役割を担う利根川に着目し、その治水計画の基準地点である八斗島地点の上流域(図-1)における将来の降雨・洪水予測の前段階として、過去の気候を対象として構成された、気候再現データベース中の豪雨事例を入力降雨とした流出解析を実施した。その結果から、過去経験しえた洪水流量値を明らかにするとともに、それらの大規模洪水時の流出形態を分析することを本研究の目的とした。

2. 使用データ

文部科学省・気候変動リスク情報創生プログラムにおいて “database for policy decision making for future climate change” (d4PDF), 「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」¹⁾(以下 d4PDF(20km)とも表記する)が作成された。本研究では, “Social Implementation Program on Climate Change Adoption Technology(SI-CAT)”, 「気候変動適応技術社会実装プログラム」²⁾(以下 d4PDF(5km, SI-CAT)とも表記する)により作成された, d4PDF(20km)を5km メッシュにダウンスケーリングしたデータセットにおける過去実験値を使用した。過去実験値のデータセットには1980年から2010年に亘る31年間分を対象として、計算条件に12パターンの摂動を与えた372年間分の年最大降雨量の計算値が格納されている。年最大流域平均3日間雨量が計画降雨量である336mm/3日³⁾を超える上位9イベントを対象とした。このデータを用いる利点としては、従来の d4PDF(20km)に対して、d4PDF(5km, SI-CAT)はより細かい5km 空間解像度の降雨データを格納しているため、対象流域における地形形状や流出形態をより詳細に反映させた流出解析の実施が検討可能となることである。さらには、その降雨データの多数のアンサンブル数を活用することで、極端な降雨現象の評価が可能となった。

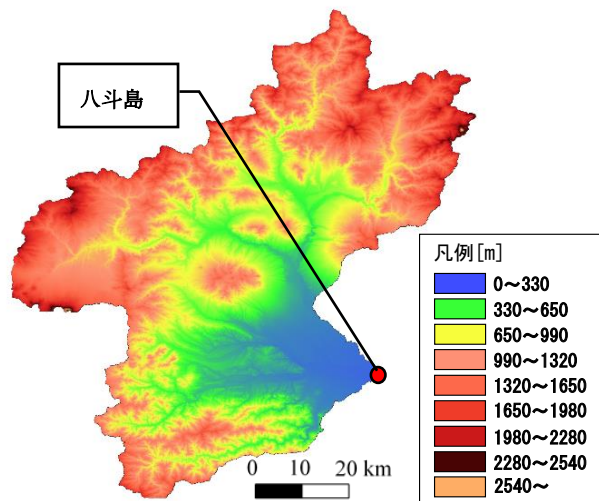


図-1 利根川上流域の標高図

3. 対象流域における累積降雨分布

図-1より、利根川上流域の北部は標高の高い山に囲まれており、南部では平野が広がっている。この対象流域における地形特性を踏まえ、過去実験における大規模豪雨事例の空間分布を分析していく。図-2に、d4PDF(5km, SI-CAT)の対象流域における流域平均3日間雨量上位9イベントのうちの5イベントの空間分布を示す。同図において、対象流域北部で、400 mm 以上の累積降雨量帯が示されている。これらの非常に強い累積降雨量帯が発生した要因としては、当該流域北部での地形性降雨が考えられる。

4. 降雨流出解析

(1) 計算対象の降雨イベント

d4PDF(5km, SI-CAT)の過去実験データの年最大流域平均3日間雨量上位9イベントそれぞれの、開始時刻の前後2日間を含めた計7日間において降雨流出解析を行った。

(2) 降雨流出解析手法の概要

降雨流出解析においては、吉見・山田⁴⁾によって提案された、単一斜面における降雨流出の基礎式に鉛直浸透機構を組み込み、斜面内多層流れを考慮した降雨流出計算手法を用いた。河道部においては、MIKE11を用いて Saint-Venant 方程式と連続式からなる一次元不定流計算を行った。

(3) 降雨流出解析結果

本研究では、流出解析の結果を降雨継続時間が長く、

キーワード アンサンブル気候実験データ, d4PDF(5km, SI-CAT), 降雨流出解析

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL : 03-3817-1805 E-mail : a17.5dtc@g.chuo-u.ac.jp

やや強い雨が降り続けたパターンと、短期間で集中して強い雨が降ったパターン(短期集中型とする)の2種類に分けた。図-3に全9イベントの中からそれぞれのパターンに該当する流出解析結果を2イベントずつ示した。この結果から、短期集中型の降雨パターンの方が、ピーク流量が大きくなることが分かった。また、図-4に対象降雨のピーク流量生起前の時間別流域平均雨量とピーク流量の関係を示す。まず、ピーク流量生起前3日間の累積雨量のグラフに着目すると、流域平均3日雨量とピーク流量の大小関係が対応していないが、ピーク流量生起前の累積雨量の時間スケールを短くしていくと、ピーク流量との大小関係の対応が良くなっていき、ピーク流量生起前6時間雨量が最も相関関係が良くなった。これは、利根川上流域においては、6時間程度の時間で降った雨量が、ピーク流量値の増大に大いに寄与することを示している。

5. まとめと今後の展望

本研究では、利根川上流域において過去実験の時空間分布および年最大降雨と流量の関係についての分析を行った。以下に本研究で得られたことをまとめる。

- ・短期集中型の降雨パターンの方がピーク流量が大きくなることを示した。
- ・対象降雨におけるピーク流量とピーク流量生起前6時間降雨の相関関係が最も良くなることを示した。

今後の展望としては、過去実験における降雨データを用いた降雨流出解析事例を増やすとともに、その結果を、実績としての豪雨における降雨形態、累積雨量帯および当該豪雨によりもたらされた流出現象と比較分析を行う。その比較分析の結果から、有用な気候モデルのバイアス補正手法についての考察を行い、その補正手法の将来実験データの適用を検討していく。上記の研究課題に取り組み、温暖化進行時の大規模降雨・洪水流量の生起リスク評価を目指す。

参考文献

- 1) 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース，実験デザイン・利用手引き，
<http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/design.html>
- 2) Sasai, T., H. Kawase, H., Kanno, Y., J. Yamaguchi, S. Sugimoto, T. Yamazaki, H. Sasaki, M. Fujita, T. Iwasaki: Future projection of extreme heavy snowfall events with a 5 - km large ensemble regional climate simulation. J. Geophys. Res. Atmos., 124, 975–13,990., 2019.
- 3) 国土交通省：河川整備基本方針，利根川水系，基本高水等に関する資料
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyoyu/seibi/tonegawa_index.html
- 4) 吉見和紘，山田正：鉛直浸透機構を考慮した流出計算手法の長短期流出解析への適用，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol. 70, pp. 367-372, 2014.

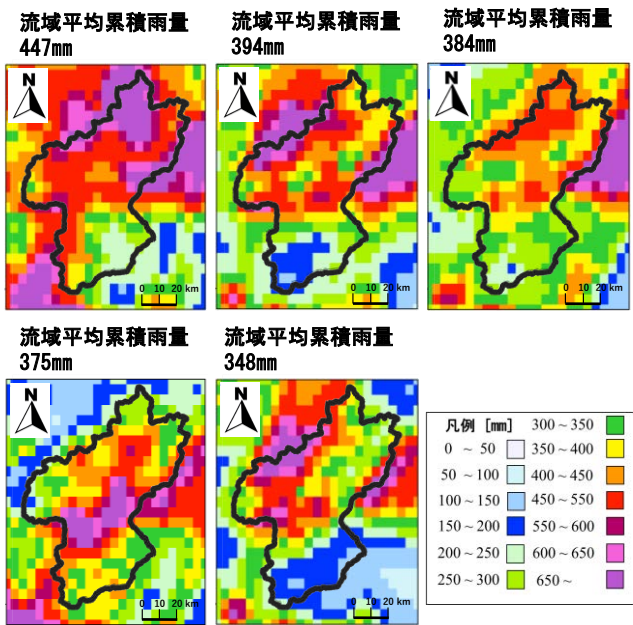


図-2 利根川上流域における過去実験の流域平均 3 日雨量 5 イベントの累積降雨分布図

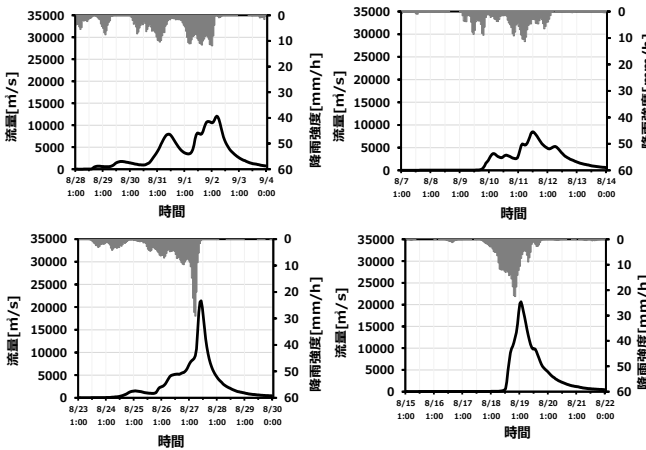


図-3 d4PDF(5km, SI-CAT)の過去実験データの流出解析結果(上段：長時間やや強い雨が降り続いたパターン，下段：短期集中型のパターン)

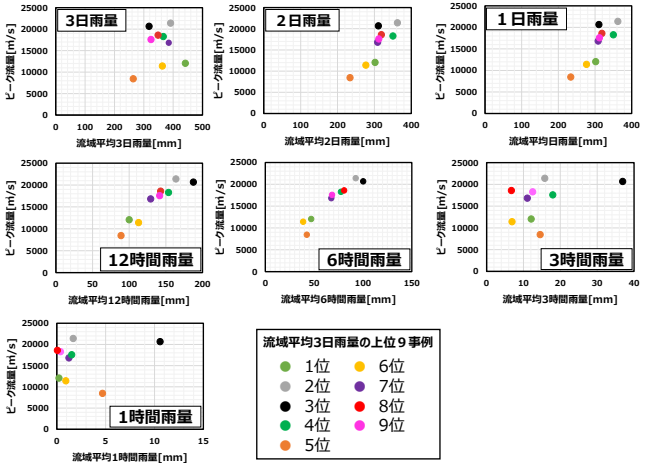


図-4 ピーク流量生起前の時間別流域平均雨量とピーク流量の関係図