

大量アンサンブル気候予測データを用いた地球温暖化進行時における 極値水文量の分析

中央大学 学生会員 ○小島 彩織 中央大学大学院 学生会員 清水 啓太
中央大学 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

地球温暖化は、近年、我が国における降雨パターンの変化、観測史上最大の降雨の発生などに影響を与えていると考えられている。このような地球温暖化による外力の変化に対応していくためには、地球温暖化が水文量に与える影響を評価し、河川計画を策定する必要がある。

そこで本研究では、地球温暖化進行時における、降雨量の変化が河川流量に与える影響について検証することを目的とする。

2. 使用データと対象流域

文部科学省気候変動リスク情報創生プログラムで作成された「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、—database for Policy Decision making for Future climate change(d4PDF)」(以下 d4PDF)に含まれる、時間単位・水平解像度 20 kmの過去実験・2℃上昇実験・4℃上昇実験データを用いて、降雨量の将来変化及び、それに伴う極値河川流量について検証を行った。なお、過去実験は、1951年から2010年の60年間を対象に異なる初期値、海面水温に摂動を与えた3000メンバの数値計算である。一方で、将来実験(2℃上昇・4℃上昇)は、産業革命以前に比べて全球温度が2℃または4℃上昇した世界を想定し、6種類の海面水温のパターンに9種類(2℃上昇の場合)または15種類(4℃上昇の場合)の摂動を与えた数値計算結果である。

本研究では、国内の経済活動上重要な役割を有する、我が国最大級の流域面積を誇る利根川に着目し、その治水計画の基準地点となる利根川八斗島地点上流域(流域面積 5114 km²)を対象として研究を行った。

3. d4PDF による年最大流域平均 3 日雨量と実測値の比較

利根川上流域に対応する d4PDF の過去実験および将来実験(2℃上昇・4℃上昇)と過去60年間分(1943年～2002年)の年最大流域平均3日雨量の観測実績の時系列降雨データについて比較を行う。過去実験および将来実験データは、利根川上流域に対応する17メッシュの時系列降雨量データを d4PDF から抽出し、それらを利根川上流域の該当する140サブ流域へ、図-1のように与えた。年最大流域平均3日降雨量の過去実験値と観測実績値の比較結果を図-2に示す。計画規模に相当する99%ile値を比較する

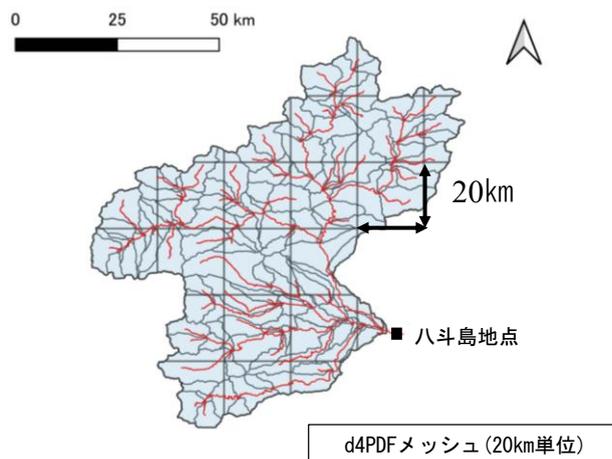


図-1 利根川上流域の流域図

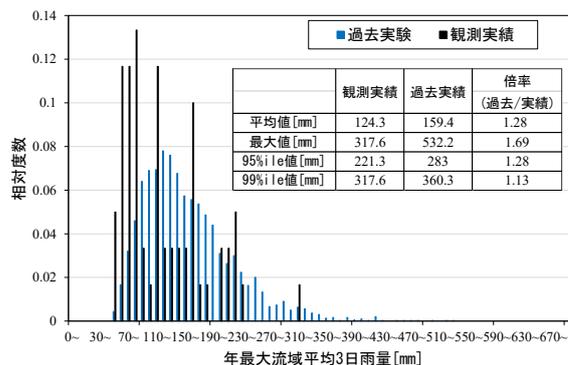


図-2 年最大流域平均 3 日雨量の頻度分布 (過去実験)

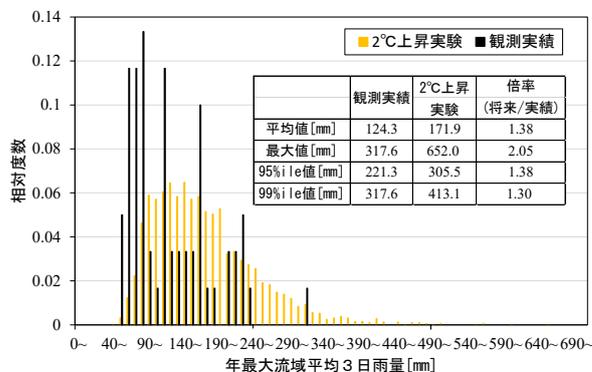


図-3 年最大流域平均 3 日雨量の頻度分布 (2℃上昇実験)

と、倍率は 1.13 であったことから、d4PDF における過去実験結果は実測の極値降雨量の傾向を概ね捉えることができていると言える。一方で、年最大流域平均 3 日降雨量の将来実験値と観測実績値の比較結果を図-3、図-4 に示す。流域平均降雨量の期待値は、実測値と比較して増加していることが分かる。また、頻度分布の裾の部分が右に歪んでおり、既往最大の実測降雨量以上の大雨も大量アンサンブルデータに含まれていることが確認できる。

これらのことから、特にバイアス補正を行わず d4PDF の降雨データを入力情報として、降雨流出解析を実施し、温暖化進行時における極值的な洪水現象が河川の流出量に及ぼす影響について検証を行う。

4. 極値降雨データを用いた降雨流出解析

1) 計算対象とする極値降雨イベント

2℃上昇・4℃上昇時における各アンサンブル、各年の時系列降雨データから、年最大流域平均 3 日雨量上位 10 イベントを抽出し、それぞれ開始時刻の前後 5 日間の降雨を計算対象降雨とした。

2) 降雨流出解析手法

流出計算には、山田ら²⁾が提案した、単一斜面における降雨流出の基礎式を用いて鉛直方向に斜面内多層流れを考慮した流出計算手法を適用した。

3) 結果

2℃上昇・4℃上昇における上位 10 イベントの降雨流出解析から、ピーク流量の比較結果を図-5 に示す。なお、横軸の番号は、年最大流域平均 3 日雨量をランク化した数字である。この流出計算結果は利根川上流域八斗島地点における洪水調節機能の 5,500m³/s を差し引いたものである。同図より 2℃上昇・4℃上昇ともに、ピーク流量が、規定計画³⁾の計画高水流量である 16,500 m³/s を大幅に増大していることが示されている。また、流域平均 3 日雨量が全サンプル内の最大値をとるイベントが、必ずしも最大の河川流量をもたらすわけではないことを示している。つまり将来気候下における河川流量を評価する際には、降雨量のみに着目するのではなく、降雨の時空間分布にも着目する必要がある。

5. まとめ

本研究では、利根川上流域を対象に、温暖化進行時における降雨の将来変化および河川流量に与える影響について検証を行った。

d4PDF の降雨データは、利根川上流域を対象として、極値の事象を推定する際に有用であることが、過去実験と実測値の 99%ile 値の比較によって示された。降雨量の変化に伴う河川流量は、現在定められている基本高水ピーク流量を超えており、地球温

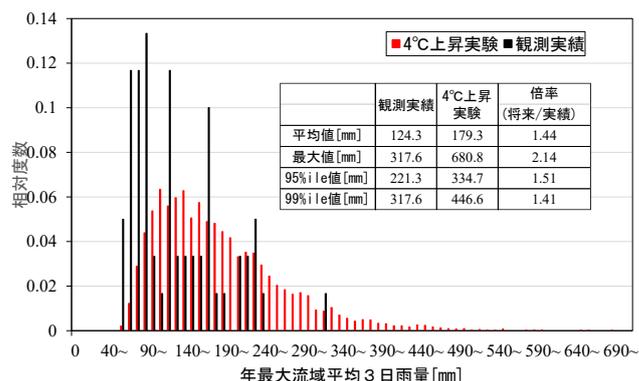


図-4 年最大流域平均 3 日雨量の頻度分布 (4°C上昇実験)

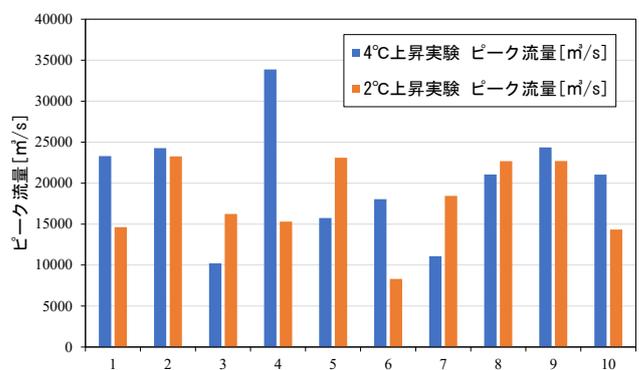


図-5 ピーク流量の比較 (2℃上昇・4℃上昇)

暖化の進行に伴い、洪水リスクが増加することが予測される。今後、さらに地球温暖化に対応した信頼性の高い洪水対策を構築するために、解析対象イベント数を増やし、確率的に議論をする必要がある。

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) 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.
- 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/gaiyou/seibi/tonegawa_index.html