

温暖化の進行度合いに着目した北海道内の一級水系の年最大降雨量

Influence of rate of global warming on annual maximum rainfall over first-class river basins in Hokkaido, Japan

北海道大学大学院工学研究院 ○正 員 星野剛 (Tsuyoshi Hoshino)

正 員 山田朋人 (Tomohito J. Yamada)

1. はじめに

2016 年北海道豪雨災害後に国土交通省北海道開発局および北海道が設置した委員会¹⁾では「気候変動による将来の影響を科学的に予測し、具体的なリスク評価をもとに治水対策を講じるべき」と提言が出され、この意見を踏まえて国土交通省北海道開発局および北海道は「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」²⁾を設置し、将来の洪水リスクの検討がなされた。このように洪水対策を考える上で、将来の洪水リスクをいかに評価するかが重要かつ喫緊の課題となっている。

近年、極端現象の強度や発生頻度を予測するために膨大な気候シミュレーションによる大量アンサンブル気候データベース（d4PDF）³⁾が作成され、過去の気候条件や温暖化時の気候条件における数千年分の気候データに基づいて災害につながる低頻度の自然現象の発生頻度を議論することが可能となった。著者らはこのデータを 5km 解像度へと力学的ダウンスケーリング（DS）を実施しており、DS により実際の降雨の特徴をよく表すことを確認している（計画規模の降水量に関しては図 1、1 時間降水強度に関しては図 2 に示す）。また、産業革命前から全球平均温度が 4℃上昇した気候における計画

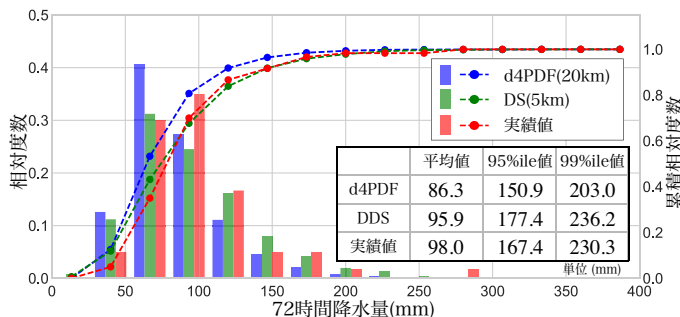


図 1 十勝川帯広基準地点集水域での年最大降水量の頻度分布（5km 解像度への DS により実績値へ近づく）山田ら⁴⁾より抜粋。

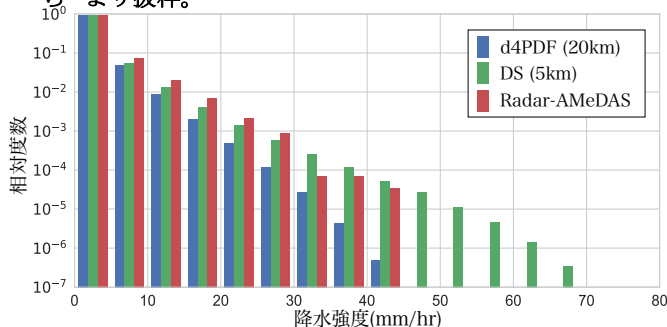


図 2 1 時間降水強度の頻度分布（DS による強い雨の頻度が観測値に近づく）山田ら⁴⁾より抜粋。

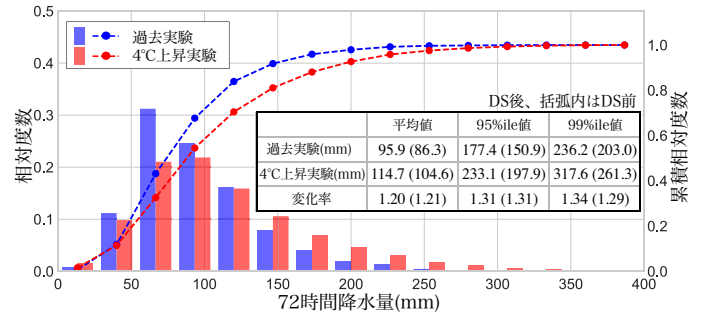


図 3 年最大降水量の頻度分布（5km への DS 後、99%ile 値は 1.34 倍に増大）山田ら⁴⁾より抜粋。

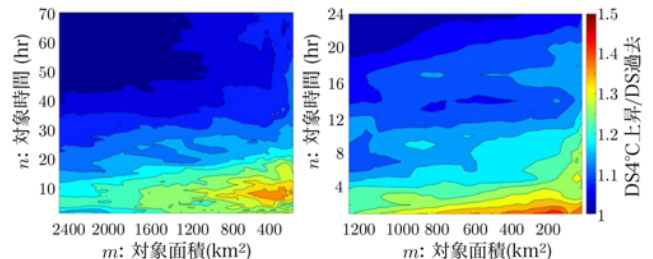


図 4 計画規模の大雨イベントを対象とした異なる気候条件下での降雨の時空間分布（4℃上昇実験/過去実験）対象時間、対象面積が小さいほど降雨の倍率は大きくなる。星野ら⁵⁾より抜粋。

規模の確率雨量は図 3 に示すように 1.3-1.4 倍程度増加すること⁴⁾や図 4 に示すように降雨は時空間的に集中化すること⁵⁾を確認している。本研究ではこれまでに用いた産業革命前から全球平均温度が 4℃上昇した場合に加えて 2℃上昇した気候における極端降水を評価に加える。これにより、より近い将来に起こりうる極端降水の大きさを検討可能となり、4℃上昇の気候条件と合わせることでより多角的に将来の降雨外力を評価する。

2. d4PDF 領域実験データ

本研究では d4PDF の日本周辺領域 20km メッシュ降水量データを使用した。d4PDF の領域実験はこれまでに観測された海面水温等の条件を与えて実施された過去実験と産業革命(1850 年)以前に比べて全球平均温度がそれぞれ 2℃、4℃上昇したことを想定した 2℃上昇実験と 4℃上昇実験で構成される。過去実験の計算期間は 1950 年 9 月から 2011 年 8 月までであり、本研究では 1951 年から 2010 年までの 60 年間の年最大降雨量を算出する。過去実験のアンサンブルメンバ数は 50 であり、合計で 3000 年分の年最大降雨量を使用する。同様に 2℃上昇実験と 4℃上昇実験においても 60 年分のデータを用いる。2℃上昇実験と 4℃上昇実験はそれぞれ 6 種類の海面水温

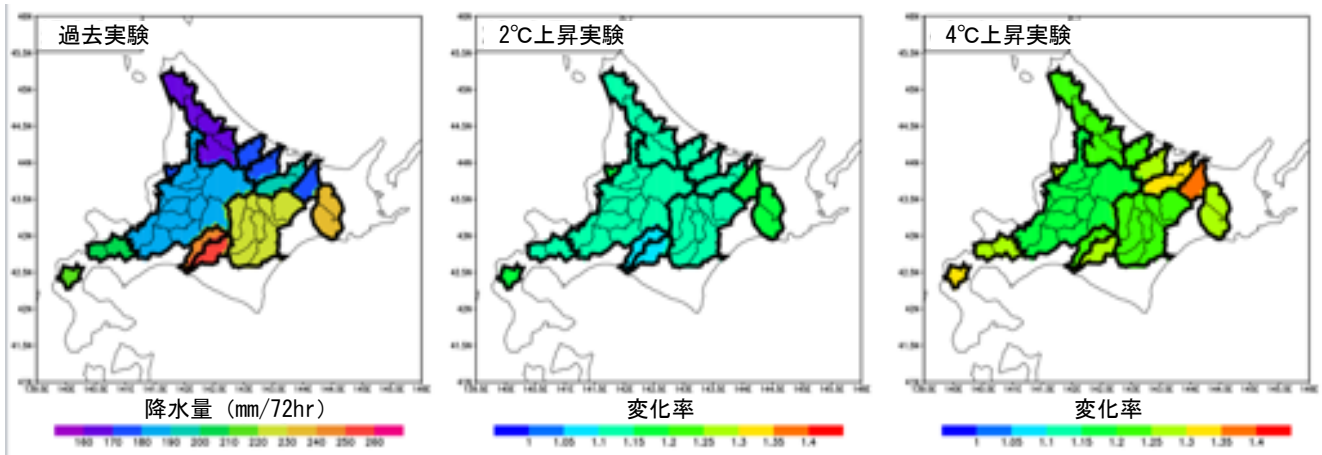


図5 異なる気候条件下における北海道内の全一級水系での年最大72時間流域平均降雨量の99パーセンタイル値の変

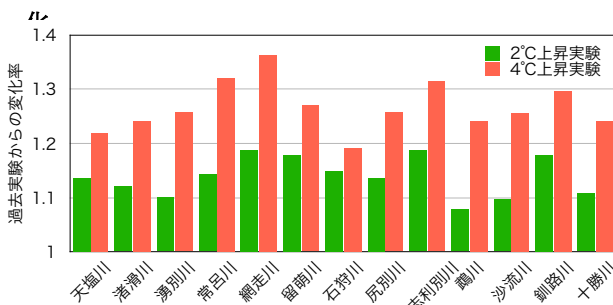


図6 年最大72時間流域平均降雨量の99パーセンタイル値の過去実験からの変化率

の将来変化パターンに9種類、15種類の摂動を加えた54、90アンサンブルメンバ(2°C上昇実験は合計3240年分、4°C上昇実験は合計5400年分)が存在し、異なる気候条件下での極端現象を膨大なアンサンブルから把握するのに適したデータである。なお、本研究では流域面積の大きい一級水系を対象とすることから20kmの水平解像度であるd4PDF領域実験を用いた。これまでの検討で十勝川帯広基準地点ではDSにより絶対量が増えたことから、d4PDF領域実験からの絶対的な降雨量の評価はできないと思われるが、図3中の表に示すようにDS前であっても相対的な大きさの違い(変化率)は大きくことならないことから変化率の議論は可能と考えた。

3. 北海道内の1級水系における極端降雨量の気候条件ごとの比較

北海道内の一級水系(13流域)において、各気候条件下での数千年分の年最大降水量から99パーセンタイル値を算出した。対象とした降雨の継続時間は72時間とした。過去実験における算出結果を図5左に過去実験から2°C上昇実験および4°C上昇実験での増加率を図5中および左に示す。また、それらの変化率を図6にも示す。

両図よりどちらの温暖化後の気候条件においても極端降水量は増大し、その増加率は2°C上昇実験においては1.1-1.2倍程度、4°C上昇実験においては1.2-1.4倍程度となる。それらの増加率も地域ごとに特徴があり、4°C上昇実験では網走川や常呂川といったオホーツク海に面した流域において降雨量の増加率が大きい。このような増加率の違いは海面水温のパターンの影響を強く受けてい

と考えられることから今後は6つの海面水温パターンを区別した分析を実施し、両者の対応関係を明らかにする。また、温暖化進行後には降雨の時空間的な集中化が予測されている⁵⁾ものの、この分析では一級水系の流域平均雨量を対象としていることから、支川流域ではここで示した増加率を上回るものと思われる。本研究では20km解像度のデータを用いたため、支川流域の評価が難しかったが、今後は5kmへのDSを実施後のデータを使用することで支川流域の降雨量や降雨の時空間パターンも詳細に分析する。

謝辞

本研究は一般財団法人北海道河川財団、文部科学省SICAT、科研費基盤研究(A)15H0226706、科研費若手研究(B)17K14728にご支援いただいた。

また、本研究では、文部科学省の気候変動リスク情報創生プログラム、気候変動適応技術社会実装プログラム、統合的気候モデル高度化研究プログラムならびに地球情報統融合プログラムの協力のもとで、地球シミュレータ「特別推進課題」を用いて作成された地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース(d4PDF)を使用した。

参考文献

- 1) 平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会: 平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた今後の水防災対策のあり方, 2017.
- 2) 北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会, 2018.
- 3) Mizuta, R., and Coauthors: Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60 km global and 20 km regional atmospheric models, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, pp.1383-1393, 2016.
- 4) 山田朋人ら: 北海道における気候変動に伴う洪水外力の変化, 河川技術論文集, 第24巻, pp.391-396, 2018.
- 5) 星野剛ら: 大量アンサンブル気候予測データを用いた大雨の時空間特性とその将来変化の分析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.74, No.5, I_13-I_18, 2018.