

大量アンサンブルデータを用いた北海道における 年最大降雨の時空間特性の将来変化の把握

北海道大学大学院工学研究院
北海道大学大学院工学研究院

正会員 ○星野 剛
正会員 山田 朋人

1. はじめに

北海道では近年、線状降水帯や台風による豪雨が頻発している。2016年8月には4つの台風が北海道に相次いで接近・上陸し、全道各地に記録的な大雨をもたらした。氾濫や橋脚の流出などの被害が広域的に発生した。この洪水後に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」¹⁾を設置し、将来の洪水リスクの検討がなされた。

このように今後の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な課題となっている。著者ら²⁾はこれまでに膨大な気候シミュレーションに基づく大量アンサンブル気候データベースを用いて過去および将来の流域単位での大雨を評価している。本研究はこれに加えて北海道の十勝川帯広基準地点集水域（十勝川流域）および常呂川北見基準地点集水域（常呂川流域）を対象に洪水被害の形態に大きく影響する降雨の時空間特性の変化を調べる。

2. 力学的ダウンスケーリングによる降雨特性の把握

(1) 力学的ダウンスケーリングの実施

はじめにd4PDF領域実験の過去実験（計3000年）、4℃上昇実験（計5400年）各年の年最大大雨イベントを対象に力学的ダウンスケーリング（水平解像度20kmから5kmへと高解像度化）を実施し、年最大クラスの大雨の特性を流域単位で評価可能とした²⁾。DSの条件設定に関しては山田ら²⁾を参照されたい。

(2) DS前後と実績値との比較

DS結果の妥当性を確認するため、図-1に十勝川流域での年最大3日降雨量が発生した期間での流域内での各格子点の1時間降雨強度の頻度分布を示す。同図にはDS前後の結果と比較対象として2006年から2016年までのレーダーアメダス解析雨量を用いて同一の条件で集計した結果を示す。d4PDF領域実験では1時間強雨の

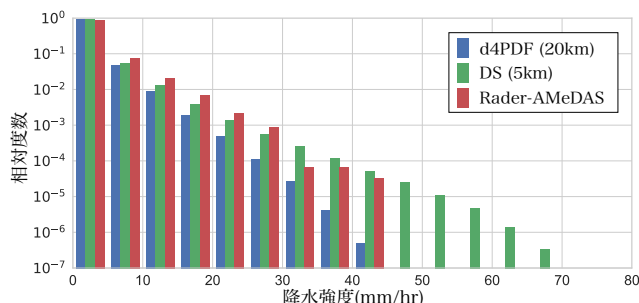


図-1 1時間降雨強度の頻度分布（十勝川流域）

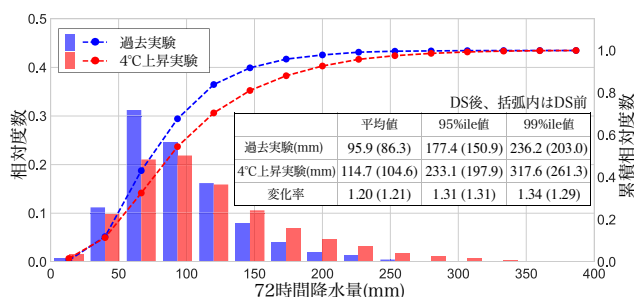


図-2 過去・温暖時の年最大流域平均降雨量（十勝川流域での3日降雨量）

頻度が実績値と比較して少ないのに対し、DS後の結果ではレーダーアメダスと同程度の頻度で出現していることからDSにより実際の年最大降雨イベントに近い降雨の特徴が得られたものと考えられる。これらの傾向は常呂川流域においても同様であり、既往の知見⁴⁾とも一致していることから、一般性の高い結果だと判断できる。また、流域平均降雨量に関してはDSにより95%ileや99%ile付近の値が増大し、実績値に近づくことを既に確認している²⁾。

3. 温暖条件下での降雨特性の変化

(1) 年最大流域平均降雨量の変化

図-2にDS実施後の過去実験と4℃上昇実験の年最大降雨量の相対頻度分布と統計量を示す。同図より、4℃上昇実験では年最大降雨量が増加することがわかる。特に計画規模に相当する99%ile値の降雨量の増加率は大きく、十勝川流域で1.34倍、常呂川流域で1.38倍とな

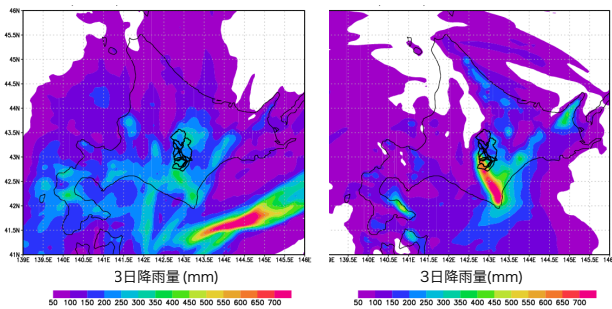


図-3 累積3日降雨量の空間分布（左：集中度の低い事例（変動係数0.13），右：集中度の高い事例（変動係数0.60）），図中黒線は十勝川流域。

り，温暖時における洪水リスクの上昇が確認できる。

(2) 降雨の時空間特性の変化

流域平均の累積降雨量だけでなく，洪水リスクに影響を及ぼすと考えられる降雨の時空間的な集中度に関して調べた。流域平均3日降雨量が最大となる期間において流域内の各格子点上で3日累積降雨量を算出し，その変動係数を降雨の空間的な集中度とした。また，同期間において1時間あたりの流域平均降雨量を72時間分算出し，その変動係数を降雨の時間的な集中度とした。過去実験3000年分，4℃上昇実験5400年分で時空間それぞれの変動係数を算出した。両者とも値が大きい程，空間的，時間的に集中した降雨であることを意味する。図-3に降雨の空間的な集中度を表す事例を示す。図-3左右ともに流域平均3日降雨量は250mm程度であるが，同図左では日高山脈周辺で降雨が集中しており，同程度の流域平均であっても空間的な降雨の集中度（変動係数）に差があることがわかる。

時空間の降雨分布の集中度（変動係数）の頻度分布を図-4，図-5にそれぞれ示す。両図より，温暖時の年最大降雨は空間的にも時間的にも集中化する傾向にあることがわかり，この傾向は常呂川流域においても同様であった。このような降雨の時空間的な集中化は洪水ピーク流量の増大や氾濫被害の形態の変化を招くことが予想されることから，前節で述べた降雨量の増大と合わせて考慮すべきであると考えられる。

4. おわりに

大量アンサンブル気候予測データ（過去実験3000年，4℃上昇実験5400年）から得られた年最大降雨イベントのDSを実施し，過去と温暖時における降雨特性の変化

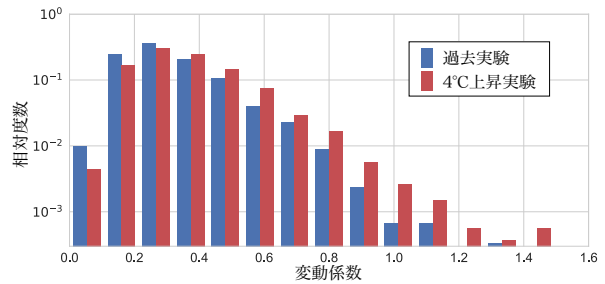


図-4 降雨の空間的な集中度（十勝川流域）

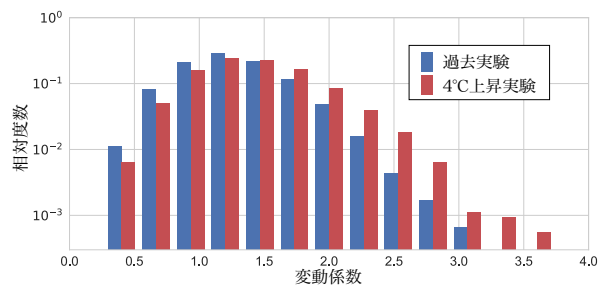


図-5 降雨の時間的な集中度（十勝川流域）

を評価した。まず，1時間降雨強度に関して過去実験のDS前後と実績値とを比較し，DSにより1時間強雨の頻度が実績の降雨に近づくことを確認した。次に，温暖時の年最大降雨量を比較し，十勝川流域，常呂川流域の両者ともに増大し，将来の洪水リスクの増大を示す結果となった。また，降雨の時空間分布は集中化する傾向となり，降雨量の増大とともに降雨の時空間特性の変化を踏まえた洪水対策の必要性が示唆される結果となった。

謝辞：本研究の遂行にあたっては一般財団法人北海道河川財団およびMEXT/SICATにご支援をいただいた。また，本研究では，創生プログラムのもとで作成された，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。DSの実行においては海洋開発研究機構のご支援（平成29年度地球シミュレータ特別推進課題（成果創出加速））により，地球シミュレータを使用した。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 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 (https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/splaat00000vdyw.html)
- 2) 山田ら：北海道における気候変動に伴う洪水リスクの変化，河川技術論文集，投稿中。
- 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) H. Sasaki, A. Murada, M. Hanafusa, M. Oh'izumi and K. Kurihara, 2011: Reproducibility of Present Climate in a Non-Hydrostatic Regional Climate Model Nested within an Atmosphere General Circulation Model. SOLA, 7, 173-176.