

## 気候区分に基づいた極値降水の空間再現期間解析

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○柳澤 創  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 峠 嘉哉

## 1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響により、100年に1度と言われるような豪雨災害が日本各地で頻発している。Hatsuzuka and Sato<sup>1)</sup>は、日本の広範囲にわたって、地球温暖化により6月から8月の再現期間100年の月極値降水量が増加することを示唆した。地球温暖化予測情報<sup>2)</sup>によると1時間降雨量30mm～50mmの短時間降雨の年発生回数は将来的な増加が見込まれている。以上のことから、将来的に極値降水に伴う災害の増加が懸念されている。極値降水の空間的な頻度に関する研究はこれまでも行われており、菅原ら<sup>3)</sup>はRA式を用いて米代川流域における極値降水の空間発生確率を求めている。しかし、これまで極値統計は地点単位の解析が多く、極値降水の発生頻度を空間的に捉えた研究はほとんどない。本研究では新たに空間再現期間を定義する。また、気候区分に基づいた5つの地域における極値降水の空間的な発生頻度を解析し、極値降水の将来変化と、その地域差についても考察を行う。

## 2. 対象地域・データセット

対象地域は日本全域である。使用する降水量データは文科省・気候変動リスク情報創生プログラムによるdatabase for policy decision-making for future climate change (d4PDF)<sup>4)</sup>である。本研究では、日本領域を対象にダウンスケージングされた水平解像度20kmの高解像度領域大気モデルを用いた。過去実験3000年分(60年×50メンバ)、2°C上昇実験3240年分(60年×54メンバ)、過去実験5400年分(60年×90メンバ)、のモデル実験出力がある。日本全域を含む全13560セルから陸域を含む1038セル(約41万km<sup>2</sup>)を抜き出し、対象地域とする。また、気候区分に基づいて日本全域を5つの地域(北海道、東日本太平洋側、東日本日本海側、西日本太平洋側、西日本日本海側)にセル数なるべく等しくなるように分割した(図-1)。降水量は日降水量を用いる。

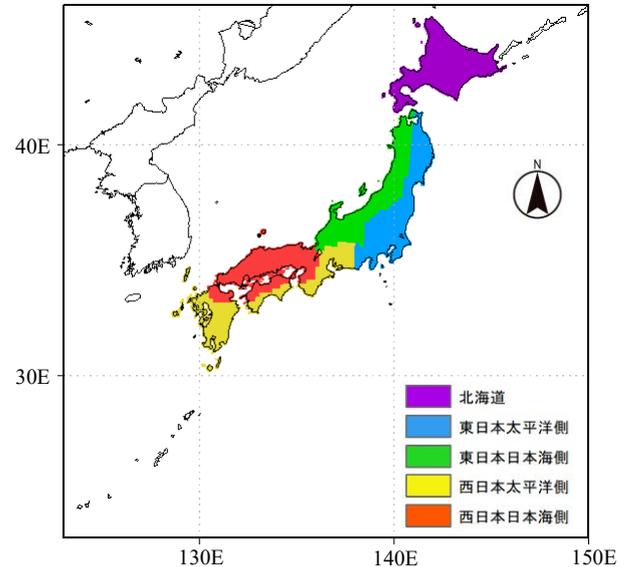


図-1 気候区分に基づいた地域分割方法

## 3. 確率降水量の算出

極値降水の頻度と規模を示す指標として、再現期間(RP)を用いる。100年に1度の極値降水を、RP100年極値降水と呼ぶ。まず、RP100年極値降水の基準となる、確率降水量をセル毎に求める。確率降水量の算出にはノンパラメトリック手法を用いる。ノンパラメトリック手法は確率分布に頼らない方法である。例として、年最大日降水量を降順に並べ替え、3000年のうち30番目の降水量を100年に1度の確率降水量としている。d4PDFなどの大規模アンサンブルデータによる解析によく用いられる<sup>5)</sup>。本研究における確率降水量は、過去実験の値を使用する。

## 4. 空間再現期間と頻度増加率

RP100年極値降水の確率降水量は、地点(セル)毎に算出されるため、ある地点においてRP100年極値降水が発生する再現期間は100年である。しかし、対象域を広げると、対象域内においてRP100年極値降水が発生する頻度は増加する。この頻度を、空間再現期間と呼ぶ。ここで、空間再現期間を「複数のセルで構成された対象域内において、極値降水が1度発生してから再び発生

キーワード：d4PDF 水文統計 ノンパラメトリック手法 地球温暖化

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学研究科土木工学専攻 水環境システム学研究室

表-1 気候区別の空間再現期間の将来変化と頻度増加率（赤字）

	過去実験	2°C上昇実験	4°C上昇実験
北海道	3.82 年	2.08 年 (1.83)	1.27 年 (3.00)
東日本太平洋	2.74 年	1.74 年 (1.58)	1.29 年 (2.12)
東日本日本海	2.67 年	1.78 年 (1.51)	1.26 年 (2.12)
西日本太平洋	2.34 年	1.67 年 (1.40)	1.33 年 (1.75)
西日本日本海	2.99 年	2.07 年 (1.45)	1.59 年 (1.88)

するまでの期間」と定義する。本研究における対象域は、気候区分に基づく各地域である。したがって、空間再現期間とは、各地域内において RP100 年極値降水が発生する頻度を示している。また、空間再現期間の将来変化を示す指標として、頻度増加率を算出する。頻度増加率は、過去実験の空間再現期間に対する、将来実験（2°C 上昇実験、4°C 上昇実験）の空間再現期間の割合である。

## 5. 結果

気候区分に基づいた 5 つの地域における RP100 年極値降水の空間再現期間（過去実験、2°C 上昇実験、4°C 上昇実験）と頻度増加率を表-1 に示した。過去実験の結果から、空間再現期間が最も長い（頻度が低い）地域は北海道（3.82 年）である（3.82 年）。一方、空間再現期間が最も短い（頻度が高い）地域は西日本太平洋側（2.34 年）であり、北海道の 1.6 倍ほど頻度が高い。太平洋側と日本海側における空間再現期間の差については、東日本ではほとんど見られない。一方、西日本では差が見られ、太平洋側の方が日本海側より 1.27 倍頻度が高い。ここで、各地域における、セル単位の極値降水総発生回数は等しい。つまり、空間再現期間が短い（頻度が高い）ことは、極値降水が狭い範囲でかつ頻繁に発生していることを示唆している。逆に、空間再現期間が長い（頻度が低い）ことは、極値降水が広い範囲でかつ稀に発生することを示唆している。これは極値降水をもたらす降水形態による違いと考えられる。

続いて 2°C 上昇実験は、北海道と西日本日本海側の空間再現期間が長い（2.08 年、2.07 年）。また、西日本太平洋側の空間再現期間が最も短い結果を示した（1.67 年）。過去実験と比較した RP100 年極値降水の頻度増加率は、北海道において最も高く、1.83 倍である。緯度が低い南の地域ほど頻度増加率は低い傾向が見られ、西日本太平洋側の頻度増加率が最も低い 1.40 倍である。頻度が減少する地域は無い。

最後に 4°C 上昇実験は、西日本日本海側の空間再現期間が長い（1.59 年）。それ以外の地域の空間再現期間はほぼ等しい（約 1.3 年）。過去実験の空間再現期間と比較した RP100 年極値降水の頻度増加率は、北海道において最も高く、3.00 倍である。緯度が低い南の地域ほど頻度増加率は低く、西日本太平洋側の頻度増加率は 1.75 倍である。

頻度増加率の解釈は 2 通りある。1 つ目は過去実験と比較して将来実験における降水量が増加し、極値降水の発生頻度も増加したこと。2 つ目は、降水形態が変化し、局所的な極値降水が増加したことにより、空間再現期間が短くなったことである。地域ごとに両者の影響度合いは異なることが予測され、空間再現期間を増加させる要因の解明が今後の課題である。

## 6. 結論

本研究は、d4PDF を用いて、気候区分に基づく 5 地域における RP100 年極値降水の空間再現期間と頻度増加率を明らかにした。以下に得られた結論を示す。

- 1) 過去実験における空間再現期間が最も長い地域は北海道（3.82 年）、最も短い地域は西日本太平洋側（2.34 年）である。
- 2) 将来実験における空間再現期間から、極値降水の頻度増加率を算出した。緯度の高い地域ほど頻度増加率は高い。また、太平洋側と日本海側で頻度増加率に大きな違いは見られない。

## 謝辞

本研究は、科学研究費補助金（19K21982、代表：風間聡）の助成を受けて実施された。本研究の公表について澤本正樹研究発表奨励金の援助を受けた。ここに記して、感謝の意を示す。

## 参考文献

- 1) Hatsuzuka, D. and Sato, T.: Future changes in monthly extreme precipitation in Japan using large-ensemble regional climate simulations, *Journal of Hydrometeorology*, Vol.20, Issue 3, pp.563-574, 2019.
- 2) 地球温暖化予測情報, 気象庁, 第 8 巻, 2013.
- 3) 菅原雄太, 風間聡, 峠嘉哉: レーダー・アメダス解析雨量を用いた極値降水の空間分布特性の分析, 土木学会論文集 B1, Vol.74, No.4, p.1\_343-1\_348, 2018.
- 4) Mizuta, R., et al: Over 5,000 years of ensemble future climate simulations by 60- km global and 20-km regional atmospheric models. *Bulletin of the American Meteorological Society* 98, No.7, pp.1383-1398, 2017.
- 5) 北野利一, 高橋倫也, 田中茂信: 気候モデルから得られる多数アンサンブルデータを用いた確率降水量の推定法, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.73, No.4, pp.1\_1-1\_6, 2017.