

d4PDF(全国 5km)を用いた土砂災害危険度評価

一般財団法人日本気象協会 ○渡邊良美, 浅見真由, 鈴木豪太, 後藤祐輔, 本間基寛, 山路昭彦
 京都大学防災研究所 呉映昕

1. はじめに

現在, 大雨による土砂災害の警戒・避難の判断基準として, 土砂災害発生危険基準線(Critical Line: 以下, CL)が用いられている。CLは, 過去の土砂災害発生状況と雨量データをもとに, 都道府県が基準を設定し, 気象台と共同で発表している。近年, 豪雨の頻発化により国内における土砂災害発生件数は増加傾向である。気候変動により, 今後は豪雨のさらなる頻発化や土砂災害の激甚化が危惧される。

将来の警戒避難やハード対策のあり方を検討する上では, 将来の気候予測データを用いて CL 超過状況の変化を把握することが重要である。文部科学省気候変動予測先端研究プログラムでは, d4PDF を全国 5km メッシュで力学的ダウンスケールした d4PDF5km データを開発しており(Kawase et al., 2023), 将来の CL 超過状況把握には有用である。一方で, 児島ら(2019)は d4PDF20km のデータをそのまま用いた場合, 現在気候での短時間豪雨に起因する土砂災害を上手く再現できない点を指摘している。観測雨量をもとに設定された CL の超過状況を把握するためには, d4PDF5km におけるバイアスを把握し, 必要に応じて補正が必要である。

本研究では, CL を用いて将来の土砂災害発生頻度がどの程度変化するかを検討するために, 和歌山県内を対象に, d4PDF5km データを用いて, 気候変動に伴う CL 超過状況の変化について検討した。

2. 使用したデータ及び対象地点

本研究で使用した d4PDF5km の概要を表 1 に示す。d4PDF5km と比較するために, 解析雨量を 5km メッシュ化したデータを使用した。データ期間は 1991 年から 2023 年の 33 年分である。

本研究の分析対象地点は, 図 1 に示す和歌山県内 2 地点である。対象地点①は, 2011 年台風第 12 号による大雨(紀伊半島大水害)で土石流が発生した地点である。対象地点②は, 2023 年 6 月に発生した梅雨前線及び台風第 2 号による大雨で土石流が発生した地点である。検討対象地点を含む直上のメッシュと隣接するメッシュを分析対象とした。

表 1 d4PDF 5km の概要

	データ期間	海面水温	メンバ数	年数
過去実験	1951~2010 年	1 種類	12 (m001~m012)	60×12=720 年
2 度上昇 実験	2031~2090 年	CC, GF, HA, MI, MP, MR	2 (m101,m102)	60×6×2=720 年
4 度上昇 実験	2051~2110 年	CC, GF, HA, MI, MP, MR	2 (m101,m102)	60×6×2=720 年



図 1 検討対象地点 (☆印)

3. バイアス補正方法

d4PDF の過去実験データには, 解析雨量には見られない時間雨量 120mm を超えるような雨量が多数存在するため, d4PDF5km データをバイアス補正した。補正のための参照データは, 解析雨量を 5km メッシュ化したデータを用いた。補正の方法は, 予測値の生起率に応じてバイアスを推計する EDCDF 法(Equidistant cumulative distribution function matching) (Li et al., 2010) を採用した。一般的には月単位にバイアス補正をかける手法があるが, 月末と月始の間にギャップが生じてしまう問題があるため, 期間移動窓を設定することとした(渡部,2020)。また, モデル結果と参照データのデータ数の違いを考慮するため, 順位移動窓を設定した。ここでは渡部(2018)の手法を参考に以下の方法でバイアスを補正した。

- ・ 期間移動窓は, 対象とする基準月に対して前後 1 か月も含めた 3 か月間とした。順位移動窓は, 順位統計量に関して補正の対象となる順位を中心とするサンプルを 0.02%程度とし, 解析雨量 17 サンプル(時間), 過去実験 313 サンプル(時間)とした。
- ・ 補正比率は累積確率 0.01%ごとに求め, 線形補間して使用した。なお, 過去実験データが 1mm/h 未満の累積確率では補正しないこととした。

4. CL 超過判定の結果

分析対象地点の d4PDF5km データから降雨事例を抽出し, 現在及び将来気候における CL 超過回数の変化回数を算出した。当該地点の CL データは和歌山県県土整備部河川下水道局砂防課が保有するものを使用した。CL 超過判定にあたり, 解析雨量, 過去実験, 2 度・4 度上昇実験のバイアス補正前後のデータを用いて, それ

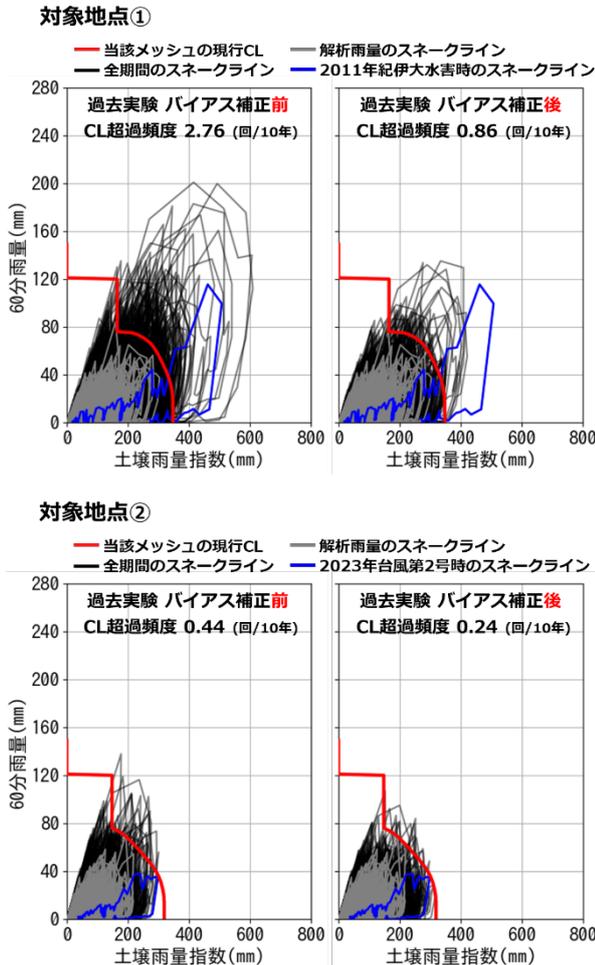


図 2 過去実験のバイアス補正前後のスネークライン比較

ぞれ土壌雨量指数を算出した。土壌雨量指数の算出方法は、現在、気象庁で用いている算出方法と同様に、Ishihara & Kobatake(1979)の直列 3 段タンクモデルにより算出した。

バイアス補正前後のスネークラインの比較を図 2 に示す。対象地点①では、補正前に見られた 60 分雨量 140mm を超える降水量が補正により解消されており、バイアス補正の効果が確認できた。

CL 超過頻度(CL 超過した降雨イベントの 10 年あたり回数)の算出結果を表 2 に示す。現在気候よりも 2 度上昇実験で約 2~3 倍、4 度上昇実験で約 3~4 倍 CL 超過頻度が増加した。また、同じ県内でも、CL 超過頻度の増え方と、スネークラインの形状が異なっていた(図 2)。

表 2 CL 超過頻度(回/10 年)の計算結果

	地点①		地点②	
	補正前	補正後	補正前	補正後
解析雨量	0.29		0.29	
過去実験	2.76	0.86	0.44	0.24
2 度上昇実験	4.54	1.78	0.93	0.74
4 度上昇実験	6.43	3.01	1.65	1.11

5. まとめと今後の方向性

和歌山県内を対象に 2 地点選定し、d4PDF5km のデータを用いて、気候変動に伴う CL 超過状況の変化について検討した。

対象地点②では解析雨量と過去実験との間で CL 超過頻度の差はさほど見られなかったが、対象地点①では過去実験の方が解析雨量に比べて約 10 倍も多い結果となっていた。一方で、時間降水量にバイアス補正を実施することで、対象地点①での CL 超過回数のバイアスは低減した。したがって、バイアス補正を実施したほうが補正前と比較して過去再現性が高く、CL 判定などを行う場合は、バイアス補正は必要であるといえる。

表 2 より、対象の 2 地点の CL 超過頻度は、2 度上昇では過去実験に比べて 2~3 倍増加し、4 度上昇では 3~4 倍程度増加していた。

今回、和歌山県内の 2 地点のみを対象としたが、同じ県内でも、CL 超過頻度の増え方と、スネークラインの形状が異なる特徴がみられた。今後は他の地域も検討していく必要がある。

謝辞：本研究では、和歌山県県土整備部河川下水道局砂防課より CL データを提供いただいた。また、文部科学省気候変動予測先端研究プログラムのもと、地球シミュレータを用いて d4PDF を全国 5km メッシュで力学的ダウンスケールしたデータを使用した。ここに記して深謝する。

参考文献

- 児島利治, 丸谷靖幸, 原田守啓(2019):d4PDF 降雨データと土壌雨量指数を用いた将来の土砂災害危険度評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.75, No. 2, pp. I_1063-I_1068.
- Kawase et al. (2023), Identifying robust changes of extreme precipitation in Japan from large ensemble 5-km-grid regional experiments for 4K warming scenario. Journal of Geophysical Research, JGR-Atmosphere, <https://doi.org/10.1029/2023JD038513>.
- Li H, Sheffield J, Wood EF. (2010): Bias correction of monthly precipitation and temperature fields from Intergovernmental Panel on Climate Change AR4 models using equidistant quantile matching. Journal of Geophysical Research 115:D10101. DOI:2010.1029/2009JD012882.
- 渡部哲史, 中村みゆき, 内海信幸(2018): アメダス観測点を対象とした d4PDF バイアス補正降水量データセットの開発, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp.I_127-I_132.
- 渡部哲史(2020): 気候モデル出力値のバイアス補正 (1) 特徴に基づく手法の整理, 水文・水資源学会誌, Vol.33, No.6, pp.243-262.
- Ishihara, Y. and S. Kobatake (1979): Runoff Model for Flood Forecasting, Bull.D.P.R.I., Kyoto Univ., vol.29, pp.27-43.