

d4PDFのバイアス補正済み降水量に基づく極値降水量と河川流量算定に関する基礎的検討

(一財)電力中央研究所 学生会員 ○新井 涼允
(一財)電力中央研究所 非会員 大庭 雅道
(一財)電力中央研究所 正会員 佐藤 隆宏

1. はじめに

新井ら¹⁾では d4PDF(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)²⁾の年最大降水量のバイアス評価を行い、降雨継続時間が短いほどバイアスが大きいことと、降雨継続時間にかかわらず日本全域においてバイアスが点在していることを報告した。このような気候データのバイアスに対して、近年新しい補正手法が提案されている³⁾。本研究では、d4PDFの時間降水量に対し Watanabe ら³⁾のバイアス補正を適用することにより、年最大降水量に対するバイアス補正結果を報告する。加えて、バイアス補正結果が河川流量に与える影響を確認するため、流出解析モデルを活用したケーススタディを示す。

2. バイアス補正方法

本研究では Watanabe ら³⁾によって提案された Dual moving window 法を適用することにより、d4PDFの時間降水量のバイアス補正を実施した。この手法では、時間窓とクオンタイル窓の2つの移動窓を用いる。まず、1年を5日単位により73分割し、その5分割分(i. e., 25日間)を1つの時間窓とする。次に、1つの時間窓における観測と計算の時間降水量に対し、順位統計量の分布をそれぞれ作成する。次に、これらの分布を比較することにより計算値の補正が実施される。d4PDFのように数千年分の計算値が存在する場合、観測値と計算値におけるサンプル数は異なることから、1対1のクオンタイル同士における補正が難しい。そこで、窓サイズを予め設定し、窓ごとに計算値の補正が実施される。この窓がクオンタイル窓と呼ばれる。クオンタイル窓サイズについては観測値の個数に基づき設定されるが、本研究では Watanabe ら³⁾に倣い、観測値3つ分に設定した。最終的に、時間窓を73分割分移動させながら、それぞれに対しクオンタイル窓を作成することにより、時間降水量に対するバイアス補正が実施される。本研究では、日本全域のd4PDFの降水量についてバイアス補正を実施する。降水量の計算値として、水平解像度20 kmの過去実験(1951~2010)のデータを全て(i. e., 3,000年分)利用した。観測値として、1976~2019年に亘る計44年間のアメダス観測点データを利用した。また、観測点データを重み付き距離平均法により水平解像度1 kmによって空間分布させ、d4PDFのメッシュ中心位置に最も近いデータを観測値とすることにより、計算値と観測値を対応させることとした。

3. 年最大降水量バイアスの評価方法

d4PDFの年最大降水量のバイアスを評価するために2標本Kolmogorov-Smirnov検定(以下、KS検定)を実施した。そして、KS検定において得られるKolmogorov-Smirnov distance (c_{KS})によりバイアスを評価することとした。なお、 c_{KS} が0に近いほどバイアスが小さいことを意味する。本研究では年最大降水量の降雨継続時間として、1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72 hを対象とした。

4. 流出解析モデルを利用したケーススタディ

降水量に対するバイアス補正が河川流量に与える影響を確認するため、流出解析モデルを利用したケーススタディを実施した。対象流域は庄川水系の大門流量観測地点流域とし、流域面積は1,120 km²である。流出解析モデルとして、電力中央研究所において開発された分布型モデルHYDREEMSを利用した。なお、HYDREEMSのパラメータは、対象流域においてキャリブレーションされたものを適用した⁴⁾。本研究では、過去実験における6メンバを対象とし、各メンバのバイアス補正前および後のデータをHYDREEMSに入力することにより、河川流量を計算した。

キーワード 極値降水量, d4PDF, Kolmogorov-Smirnov 検定, 流出解析

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (一財)電力中央研究所 TEL 04-7182-1181

5. 結果と考察

図-1 にバイアス補正前後における年最大降水量に対する c_{KS} の箱ひげ図を示した。なお、この結果は日本全域における全ての d4PDF メッシュにおいて得られた c_{KS} を整理したものである。図-1 より、バイアス補正によって c_{KS} の分布のばらつきが小さくなる傾向が確認された。また、 c_{KS} の中央値は、降雨継続時間が 3 時間未満の場合にはバイアス補正により低下した一方、それ以降の降雨継続時間では、バイアス補正によって上昇する傾向が確認された。すなわち、年最大降水量の降雨継続時間が長い場合には、必ずしも正しくバイアス補正されないことが示唆された。また、バイアス補正前後における年最大降水量に対する c_{KS} の差の空間分布を図-2 に示した。図-2 より、降雨継続時間が長い場合において、正しくバイアス補正されない領域が拡大することが分かる。ここでクオントイル窓の補正における課題として、観測値のデータ数の方が少ないために、計算値の分布の裾の補正に対して、観測値の裾における情報をそのまま利用せざるを得ない点が挙げられる。本手法は、1 時間単位の補正であるため、降雨継続時間が 1 時間の場合、観測値の分布の裾までは正しく補正されると考えられる。しかしながら、1 時間より降雨継続時間が長くなる場合、観測値の分布の裾を超過した範囲において補正された降水量が、観測値の分布の裾の範囲内にまで影響を及ぼしうる。よって、降雨継続時間が長い場合に正しくバイアス補正できなかった理由の一つとして、クオントイル窓の補正において観測値の裾を超過した領域の補正が正しくなかった可能性が考えられる。

図-3 に流出解析によるバイアス補正前後における 60 年平均ハイドログラフを示した。対象流域は豪雪地域に位置するため、春先において明瞭な融雪出水が見られる⁴⁾。しかしながら、バイアス補正を適用することにより、融雪出水ピークが大幅に低下した。これは、バイアス補正手法によるものではなく、雨量計において風の影響により降雪量が捕捉されない問題(i. e., 降雪捕捉損失補正)により生じた可能性がある。一方、出水期における流量増加は、バイアス補正に伴う降雨量強化がもたらした結果であると考えられる。

参考文献

- 1) 新井ら：d4PDF の年最大降水量のバイアス評価，第 77 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2021。
- 2) Mizuta et al.：Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60 km global and 20 km regional atmospheric models, Bull. Amer. Meteor. Soc., 2017。
- 3) Watanabe et al.：Bias correction of d4PDF using a moving window method and their uncertainty analysis in estimation and projection of design rainfall depth, Hydrol. Res. Lett., 2020。
- 4) 新井ら：庄川流域を対象とした融雪出水に対する気候変動の影響，土木学会論文集 G(環境)，2020。

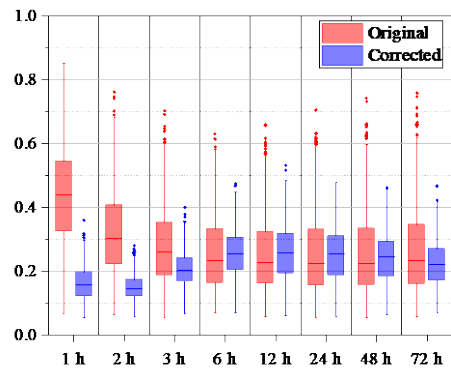


図-1 バイアス補正前後における年最大降水量に対する c_{KS} の箱ひげ図。横軸は年最大降水量の降雨継続時間を表す。

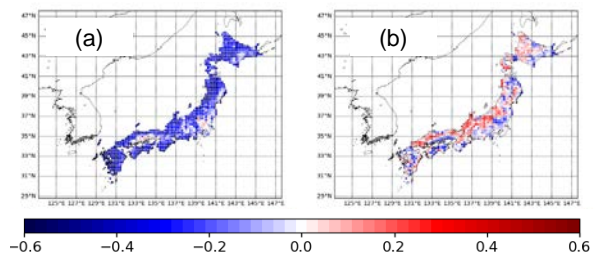


図-2 バイアス補正前後における年最大降水量に対する c_{KS} の差の空間分布。 c_{KS} の差は補正後から補正前を差し引いたものであるため、値が正の場合には正しく補正されていないことを表す。降雨継続時間が(a) 1 h と(b) 24 h を表す。

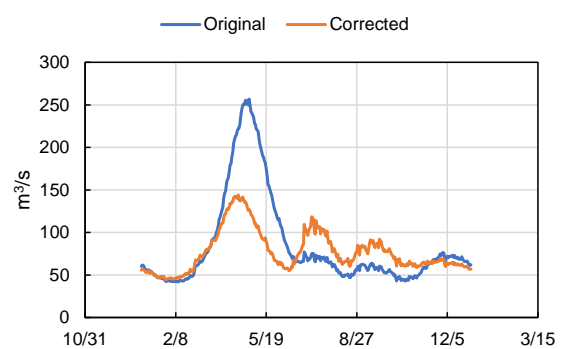


図-3 バイアス補正前後における 60 年平均ハイドログラフの比較。