

d4PDF の年最大降水量のバイアス評価

(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 正会員 豊田 康嗣
 (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

2018年の西日本豪雨および2019年の台風19号時において、国土交通省所管の複数のダムにおいて洪水調節容量を使い切る見込みとなり、ダム流入量と同程度の放流量とする異常洪水時防災操作が実施されていた。地球温暖化に伴いこのような豪雨イベントが頻発化する恐れがあるため、ダム流域において地球温暖化に伴う洪水リスクを評価することは重要である。よって本研究では、地球温暖化に伴うダム流域の洪水リスク評価に資するべく、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)¹⁾の年最大降水量のバイアスをメッシュごとに評価する。

2. データセット

本研究で対象とする年最大降水量の降雨継続時間は、1, 3, 6, 12, 24, 48, 72時間とした。観測降水量データとして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、d4PDFのメッシュごとにバイアスを算定するため、観測点データを重み付き距離平均法で水平解像度1kmで空間分布させ、d4PDFのメッシュ中心位置に最も近いデータをバイアス評価に用いることとした。本研究で利用したd4PDFのデータは、水平解像度20kmの過去実験(1951～2010)のデータである。1つのアンサンブルメンバが60年間の長期計算であるため、過去実験は合計で3,000年分の年最大降水量が利用可能である。本研究では、3,000年分の年最大降水量は、全て同一の母集団から得られた標本であると仮定し、年最大降水量の超過確率をノンパラメトリックに算定するものとした。

3. 年最大降水量のバイアスの評価方法

d4PDFの年最大降水量の再現性を評価するために、観測とd4PDFの年最大降水量について2標本Kolmogorov-Smirnov検定(以下、KS検定)を実施した。KS検定の帰無仮説は、2つの標本についてそれぞれの母集団の確率分布が一致することである。すなわち、KS検定の有意確率(以降、p値)が設定した有意水準を下回れば帰無仮説は棄却され、両者の確率分布が一致しないといえる。そのため、KS検定のp値が大きいほど両者の確率分布が類似すると解釈される。加えて、本研究では再現期間が50, 100, 200, 1,000年に対応する年最大降水量について、その観測値をd4PDFの値で除した値を年最大降水量比と称し、バイアスの評価指標として利用した。これらの再現期間に対応する観測の年最大降水量は、5つの分布関数の中でSLSCが最小となる分布関数を適用することで算定した。

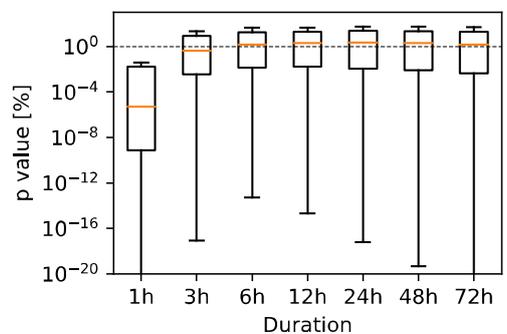


図-1 各降雨継続時間に対応するKS検定のp値を表す箱ひげ図。外れ値は重複によって確認が難しいため省略した。

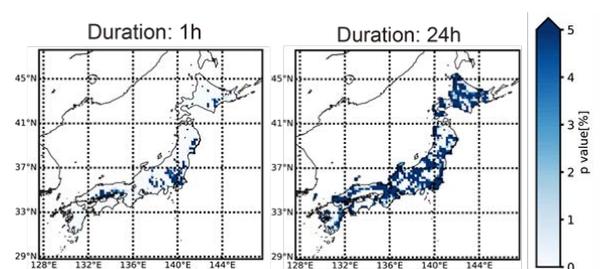


図-2 観測とd4PDFの年最大降水量に対するKS検定のp値の空間分布。Durationは降雨継続時間を表す。

キーワード ダム流域, 極値降水量, バイアス補正, Kolmogorov-Smirnov 検定

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

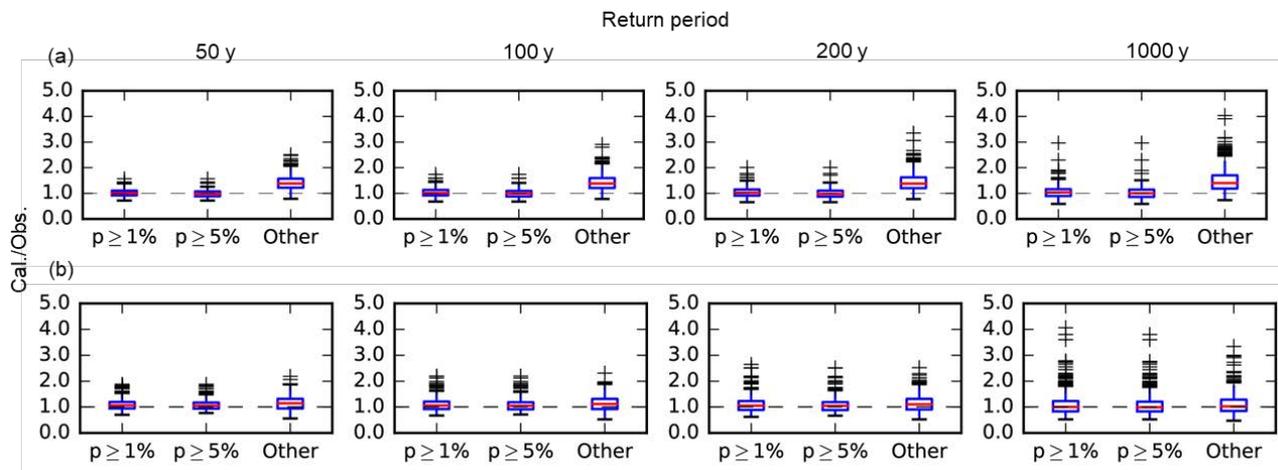


図-3 再現期間ごとの年最大降水量比の箱ひげ図。降雨継続時間が(a) 1時間、(b) 24時間であり、各列は年最大降水量の再現期間を表す。KS検定においてp値が1%以上であるケース、5%以上であるケース、その他のケースで結果を整理した。

4. 結果と考察

各降雨継続時間に対応するKS検定のp値を表す箱ひげ図を図-1に示した。図-1におけるp値の中央値に着目すると、降雨継続時間が1時間と3時間の間で大幅に上昇し、降雨継続時間が6時間以降において1%を若干超過した値を示した。この結果から、降雨継続時間が1時間の年最大雨量イベントについてd4PDFの再現性が低いことが示唆された。ここでDAD解析の概念を用いれば、降雨量が多く降雨継続時間が短い場合には、その雨域は小さいことが考えられる。よって、降雨継続時間が1時間程度となる豪雨イベントは局地的であり、d4PDFの20kmの水平解像度では再現できないイベントであった可能性が高い。次に、観測とd4PDFの年最大降水量に対するKS検定のp値の空間分布図を図-2に示した。図-2より、降雨継続時間が長くなったとしてもp値が低い領域は全国に点在することを確認した。図-3に再現期間ごとの年最大降水量比の箱ひげ図を示した。なお、図-3はKS検定においてp値が1%以上であるケース、5%以上であるケース、その他のケースで結果を整理した。図-3における年最大降水量比の中央値に着目すると、p値が1%以上あるいは5%以上のケースにおいて概ね1程度になることと、その他のケースでは1から若干の乖離がみられることを確認した。そのため、KS検定は年最大降水量のバイアスを評価する手法として一定の妥当性があるといえる。しかしながら、たとえp値が1%以上あるいは5%以上であっても、年最大降水量の再現期間が長くなるほど年最大降水量比のばらつきは大きくなった(図-3)。例えば、降雨継続時間が24時間で再現期間が1,000年のケースについて着目すると、KS検定のp値が1%以上の条件下において、d4PDF出力値に対して最大4倍程度のバイアスが存在した(図-3)。d4PDFの年最大降水量のバイアス補正実施を判断するためにKS検定のp値を利用する研究も存在するが²⁾、本研究の結果から、KS検定のp値のみの判断では大きなバイアスを見逃す可能性が示された。

5. まとめ

本研究はd4PDFの年最大降水量のバイアスをメッシュごとに評価した。その結果、降雨継続時間が1時間の場合にバイアスが顕著に大きく、d4PDFの水平解像度では再現できない局地的豪雨イベントの影響が示唆された。また、降雨継続時間が1時間より長くなったとしても、バイアスは全国に点在した。また、d4PDFの年最大降水量のバイアス補正実施を判断するために、KS検定のp値のみでは大きなバイアスを見逃す可能性があることを見出した。

参考文献

- 1) 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., pp.1383-1398, 2017.
- 2) 立川ら: 超多数アンサンブル気候予測実験データを用いた極値河川流量の将来変化の分析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.73, No.3, pp.77-90, 2017.