

簡略化メタ統計的極値分布による極値雨量のバイアス補正の補正精度

Accuracy of bias correction for extreme rainfall using
the simplified meta-statistical extreme value distribution

○崎川和起*・近森秀高**・工藤亮治**

SAKIKAWA Kazuki, CHIKAMORI Hidetaka, KUDO Ryoji

1.はじめに 近年、水害・土砂災害など豪雨災害の激増化・頻発化が報告されている。この現象の要因として、気候変動に伴う極端気象現象の増加が挙げられており、国家と地域の持続的な発展に対するリスク要因として認識されている。本研究では、気候予測情報を活用した排水事業等の実施を想定し、気候予測情報(降雨量)を用いた確率雨量の算出を主目的としている。予測情報を正確に用いるためには、観測値に基づいたバイアス補正を行う必要があり、簡易的な補正手法としては、確率分布を用いた CDF 法 (Cumulative Density Function) が挙げられる。また、確率雨量の推定の従来法として利用される区間最大値法(年最大値法)は、解析対象のデータサイズが小さく、推定値がばらつくことがある。これに対して、Marani ら (2019) によって提案・改良された簡易メタ統計的極値 (Simplified Metastatistical Extreme Value, SMEV) 分布は、限られた降雨データから安定的に確率雨量を推定することができる。上記の CDF 法と SMEV 分布を組み合わせることで、簡易的かつ安定的な補正が可能となる。本研究では、SMEV 分布を用いた CDF 法によるバイアス補正手法の検討を行い、適用する日雨量確率分布(ガンマ分布、ワイブル分布、一般化ガンマ分布)における、本手法の精度および安定性を評価した。

2. 解析資料 解析対象地点には、右図に示す地上観測所を選定した。解析資料として、実測降雨量は、上記地点の日降雨量観測値を採用した。また、補正の対象となる気候予測情報は、気候予測データベース「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 database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」における領域モデル(RCM)を用いることとし、過去実験(HPB)の日雨量計算値を採用した。

3. SMEV 分布の概要 SMEV 分布を表す確率分布関数は、次のようにして求められる。日雨量を対象とする場合、解析対象期間内におけるすべての降雨日の日雨量に確率分布(例えば Weibull 分布など)を適用し、この確率分布関数を対象期間の年平均降雨日数分だけ累乗して得られる確率分布関数が、SMEV 分布の確率分布関数となる。SMEV 分布は、サンプルサイズが年間のイベント数に限定される MEV 分布に対して、解析対象期間の全ての年のイベントデータを一括して利用することが可能であり、(1) パラメータ推定の精度および効率性の向上、(2) 年毎のサンプルサイズによる影響の軽減といった利点がある。

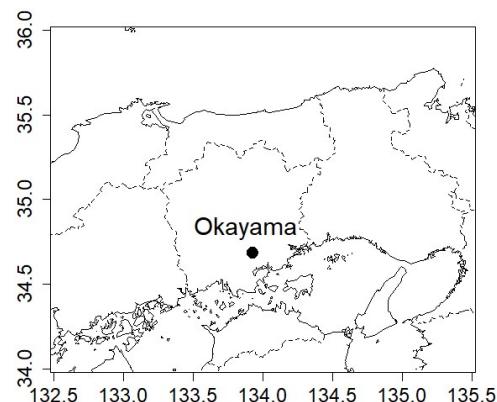


図 1 解析対象の地上観測所
Target meteorological stations

* 農業・食品産業技術総合研究機構 National Agriculture and Food Research Organization

** 岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域 Graduate School of Environmental, Life, Natural Science and Technology, Okayama univ キーワード：極値解析、水文統計、メタ統計的極値分布、バイアス補正

以下に、SMEV 分布の確率分布関数 $H(x)$ を示す。

$$H(x) = [F(x|\theta)]^{\bar{n}} \quad (1)$$

ここで、 $F(x|\theta)$ ：解析対象期間の非超過確率(日雨量)， \bar{n} ：解析対象期間の平均降雨日数， θ ：確率分布パラメータである。

4. バイアス補正の精度 解析対象地点を対象に、複合ボアソンモデルにより生成した日雨量データセット(30 カ年×1,000 ケース)を検証値、d4PDF における計算値(年最大日雨量)を予測値とし、SMEV 分布および GEV 分布を用いた CDF 法によるバイアス補正を行った。なお、SMEV 分布には、複数の日雨量確率分布(ガンマ分布、ワイブル分布、一般化ガンマ分布)を適用した。図 2 に、一部抜粋(岡山)したバイアス補正の結果を示す。検証の結果、SMEV 分布は、解析対象期間のすべての日雨量データを一括で利用するため、バイアス補正の検証値における大雨などの低頻度事象の標本サイズが大きく、右裾の非超過確率(日雨量)を正確に求めることができ、極値を含めた年最大値の補正精度が高くなることが示された。

5. バイアス補正の安定性 4. と同様に、模擬降雨を検証値、d4PDF を予測値とし、SMEV 分布および GEV 分布を用いたバイアス補正を行った。なお、SMEV 分布には、複数の日雨量確率分布を適用した。1,000 通りの補正值から 95% 信頼区間を算出し、バイアス補正の安定性評価の対象とした。また、比較対象として、10,000 カ年の年最大値の模擬発生データを仮の「真値」とし、これに基づいて求めた Gumbel 分布によりバイアス補正を行った結果を示した。図 3 に、模擬発生データに基づいたバイアス補正の結果を示す。SMEV 分布は、解析対象期間のすべての日雨量データを一括で解析対象とするため、バイアス補正に適用する確率分布のばらつきが小さく、補正值の安定性が高いことが示された。また、豊富なサンプルに基づいた補正が可能になり、一定の適合度を有する確率分布を適用することで、真値に近い補正が期待される結果となった。

6. まとめ 本研究により、簡略化メタ統計的極値分布を用いたバイアス補正手法により、極値雨量に関する補正精度および安定性を重視したバイアス補正が可能であることが分かった。また、補正の補正精度および安定性は、検証値として用いる標本サイズおよび日雨量確率分布の適合度によって決定されることが判明した。

引用文献 : Marra, F., Zoccatelli, D., Armon, M., Morin, E. (2019): A simplified MEV formulation to model extremes emerging from multiple nonstationary underlying processes. Advances in Water Resources, 127, 280-290.

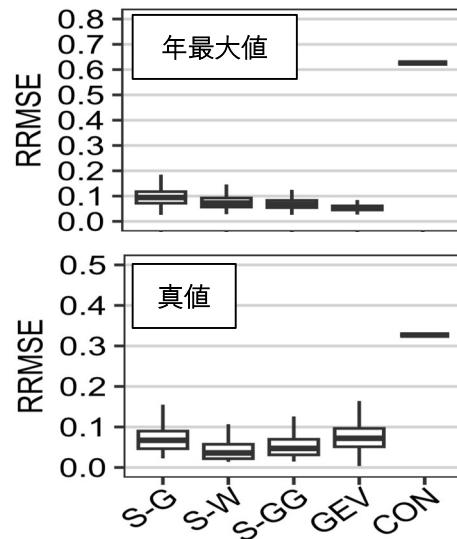


図 2 SMEV 分布・GEV 分布による補正值の精度 Accuracy of annual maximum daily rainfall corrected by SMEV and GEV distribution.

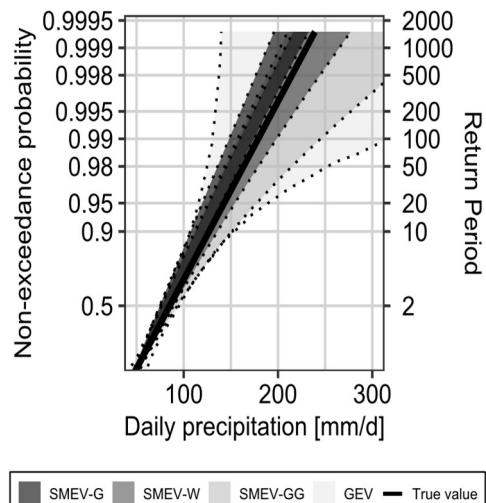


図 3 模擬発生データに基づいた補正值の分布 Distributions of annual maximum daily rainfall corrected in simulated data.