

メタ統計的極値分布による気候予測情報のバイアス補正

Bias correction for climate prediction information based on metastatistical extreme value distribution

○崎川和起*・近森秀高*・工藤亮治*・丸尾啓太**

SAKIKAWA Kazuki, CHIKAMORI Hidetaka, KUDO Ryoji, MARUO Keita

1. はじめに 近年、水害・土砂災害など豪雨災害の激甚化・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る。簡易的な補正手法としては、確率分布を考慮した CDF 法 (Cumulative Density Function) が挙げられる。また、確率雨量の推定を目的とした場合、従来法の年最大値法に基づいた、一般化極値分布などの利用が考えられる。しかし、年最大値法に代表される区間最大値法は、解析対象のデータサイズが小さく、対象期間によって推定値がばらつくことがある。これに対して、Marani ら(2015)によって提案されたメタ統計的極値分布(Metastatistical Extreme Value distribution, MEV 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 MEV 分布を組み合わせることで、簡易かつ安定的な補正が可能となる。本研究では、MEV 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、従来法と比較することで、本手法の精度及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(同地点近傍)を採用した。

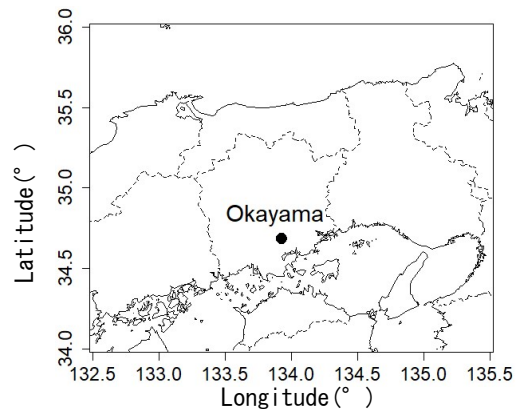


図1 解析対象の地上観測所
Target meteorological stations

3. MEV 分布の概要 MEV 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、解析対象期間内の各々の年について、降雨日における日雨量に同種(ワイブル分布など)の確率分布を適用し、各年の確率分布をそれぞれ対象年の降雨日数だけ累乗して得られる確率分布関数を平均する。これが、雨量の極値と非超過確率との関係を表す MEV 分布の確率分布関数となる。この手法では、対象期間中の全ての日雨量データを参照して確率分布を推定するため、年毎の日雨量分布の「揺らぎ」を抑制し、従来手法と比べて安定的な確率雨量の推定が可能となる。

* 岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate school of environmental and life science, Okayama univ

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

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，d4PDF

以下に、MEV 分布の確率分布関数 H を示す。

$$H(x) = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T [F(x|\hat{\theta}_i)]^{n_i}$$

ここに、 x : 日雨量[mm/d], $F(x|\hat{\theta}_i)$: i 年目の確率分布関数, T : 解析対象年数, n_i : i 年目の降雨日数, $\hat{\theta}_i$: i 年目におけるパラメータの推定値. なお、本研究では、日雨量に適用する分布にワイブル分布を採用し、パラメータ推定は最尤法を用いた(後述の GEV 分布も同様)。

4. バイアス補正の精度 解析対象地点の観測値を検証値(OBS), d4PDF による計算値(年最大日雨量)を予測値(HPB)とし、MEV 分布及び GEV 分布を用いて、CDF 法によるバイアス補正を行った。なお、解析対象は、検証値及び予測値とともに、1981~2010 年の 30 ヶ年とした。なお、予測値は、RCM 過去実験が有する 50 メンバを個々に対象とした。図 2 に、一部抜粋したバイアス補正の結果を示す。検証の結果、MEV 分布による補正值と実測値の誤差は小さく、十分な適合度を示した。また、GEV 分布と比較した場合、同程度の精度を示した。

5. バイアス補正の安定性 複合ポアソンモデルによる模擬発生日雨量(30 ヶ年)を検証値, d4PDF における計算値(年最大日雨量)を予測値とし、MEV 分布及び GEV 分布を用いた CDF 法によるバイアス補正を行った。上記の操作を 1000 回繰り返し、補正值を昇順にならべたときの 25 位から 975 位の範囲を 95% 区間とし、バイアス補正の安定性評価の対象とした。なお、複合ポアソンモデルのパラメータは同地点の日雨量観測値から推定した。また、補正対象である予測値には、過去実験における 30 ヶ年(1981~2010 年)×50 メンバの計算値を一個のデータ群(1500 年分)として用いた。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。検証の結果、MEV 分布の補正結果のばらつきは小さく、高い安定性を示した。特に、確率年(非超過確率)の増加に伴い、GEV 分布による補正結果のばらつきは拡大する一方で、MEV 分布のばらつきは比較的小さいことを確認した。

6. まとめ MEV 分布を用いたバイアス補正の精度及び安定性を評価した。その結果、実用に耐える精度及び安定性を有していると判断した。特に、安定性に関しては、限られたデータ数に基づいた補正においても、確率年の大きい範囲における高い安定性を確保することが可能であると考えられる。

引用文献: M.Marani and M. Ignaccolo : A metastatistical approach to rainfall extremes, *Advances in Water Resources*,79, 121-126,2015.

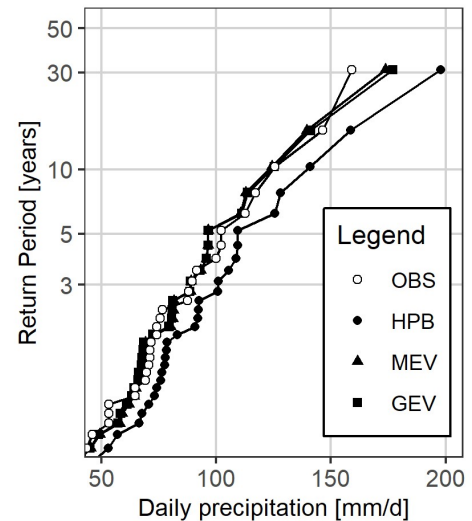


図 2 MEV 分布・GEV 分布による補正值(年最大日雨量) Annual maximum daily rainfall corrected by MEV and GEV distribution

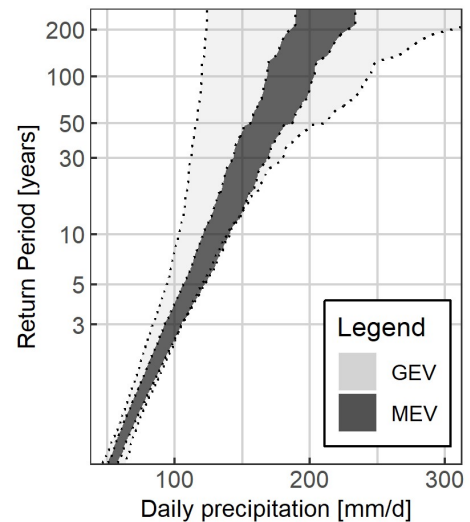


図 3 模擬発生データに基づいた補正值の分布 Distributions of annual maximum daily rainfall corrected in simulated data