

地域気候モデルにおける極端な降水量を補正するための確率密度関数の検討

株式会社三菱総合研究所 正会員 ○井上 剛
日本原子力発電株式会社 正会員 中房 悟

本報告では、茨城県水戸地点を対象に、地域気候モデルの降水量を補正する方法について検討する。検討する方法は、発生頻度が低い豪雨については極値分布、通常の降水についてはガンマ分布に基づく混合分布で降水量の出現頻度をモデル化する。単一の分布関数では通常の降水と極端降水の両方を正確に補正することは難しいが、本手法は降水量の全域について適切な補正が可能である。なお、本補正方法を用いて、水戸地点の21世紀末における100年に1度の確率日降水量を評価した結果、20世紀末と比較して約7%の降水量の増加がみられることが分かった。

1. はじめに

気候変動に伴う降水頻度の変化が注目されるなか、気候モデルの予測結果をもとに特定の地域において将来の降水量を評価することは重要になっている。その一方で地域気候モデル(RCM)の出力には系統的な誤差(バイアス)が含まれており、計算結果を直接用いて評価を行うことはできない。そのため、過去のある期間での観測降水量とRCMによる結果を比較し、補正を行うバイアス補正の手法が藤原ら(2006)ら、田中ら(2007)により考案されている。

本報告では、降水量のバイアス補正に用いる降水量の確率密度関数について検討する。

2. データ

本検討では、気象研究所により計算されたRCM20の日降水量データを用いる。このデータは、SRES A2シナリオを元に全球モデルで計算した予測データを、格子間隔20kmのRCMを用いて日本域を対象にダウンスケーリングした結果である。現在気候としては20世紀末(1980-2000)、将来気候としては21世紀末(2081-2100)を対象として検討を行う。

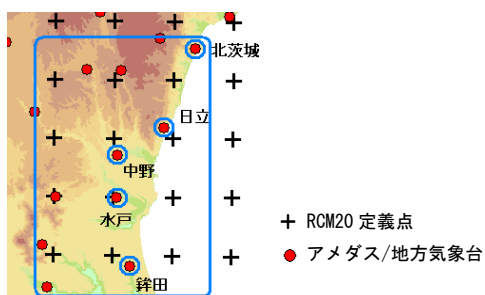


図1：観測データとRCM20降水量の定義点

評価は茨城県の海側を対象とし、観測データは水戸を中心とする5地点のアメダスおよび地方気象台の降水観測データを用いる。対応する地域気候モデルのグリッド点としては、水戸地方気象台周辺のRCM20定義点12点(図1)を用いる。

3. 手法および計算結果

今回検討する降水量の補正手法は、降水量の出現頻度を特定の関数形で表現し、観測データとRCM計算結果について関数形の累積確率を比較することにより、降水量の出現頻度が対応するようにデータを補正する方法である。藤原ら(2006)が月降水量について行ったのと同じ方法であるが、本検討は日降水量を対象とする。降水量の出現頻度としてはガンマ分布が想定されることが多い。水戸地点周辺でも通常の降水はガンマ分布との整合性が高かったが、極端な降水事例の頻度はガンマ分布から大きく外れた。実用上は降水量の極値に着目することが多いため、極端な降水量が正確に補正できることが好ましい。

そこで今回検討するのは、補正のための確率密度関数に極値分布である一般パレート分布を用いる方法である。一般パレート分布は、あらかじめ設定した閾値を超えるような降水量についてのみ分布形状が存在する。一般パレート分布の累積分布関数は以下の式で表される。pを降水量とする。パラメータは降水量の閾値を p_{th} 、形状パラメータ ξ および尺度パラメータ σ の3つである。

$$F_{GPD}(p; p_{th}, \xi, \sigma) = 1 - \left(1 + \frac{\xi}{\sigma} (p - p_{th}) \right)^{-1/\xi}$$

キーワード：地域気候モデル バイアス補正 極値統計 確率降水量

連絡先：〒100-8141 東京都千代田区大手町二丁目3番6号 株式会社三菱総合研究所 TEL 03-3277-0529

一般パレート分布の閾値は降水量の上位 2%とした。閾値の選択には自由度があるが、確率降水量として安定した評価が得られるように試行錯誤的に定めた。一般パレート分布を用いた場合は閾値未満の降水量については補正式が存在しない。そこで、通常の降水について観測との整合が確認されたガンマ分布（閾値以上には確率密度が存在しないため、右切断ガンマ分布）を用いて補正を行うこととした。従って降水量の確率密度関数は以下の式で表される。

$$f_{all}(p) = \begin{cases} r_{th} f_c(p; \alpha, \beta) & p \leq p_{th} \\ (1 - r_{th}) f_{GPD}(p; p_{th}, \sigma, \xi) & p > p_{th} \end{cases}$$

f_c は右切断ガンマ分布、 f_{GPD} は一般パレート分布に対する確率密度関数である。 r_{th} は日降水量が閾値を下回る確率である。

ただし、ガンマ分布と一般パレート分布のパラメータ推定を独立に行うと閾値の点で確率密度に不連続が生じるため、最尤法によるパラメータ推定時の条件として閾値における確率密度が等しいという条件を加え、推定を行った。

補正のプロセスを図2に示す。ポイントは観測およびRCM20データにおける降水量の発生頻度を示し、実線はフィッティングの結果を示す。縦線は降水量の閾値であり、観測データと RCM20 降水量のそれぞれについて閾値は 37mm、59mm となった。破線の曲線は単一のガンマ分布を用いて降水量全体をフィッティングした結果である。極端な降水の頻度については、一般パレート分布を用いたほうが観測に近いことがわかる。この確率密度関数に従って降水量の補正を行い、将来の確率降水量を計算した結果を表1

に示す。確率降水量の増加率は約 7%となった。

表 1：補正前後の確率降水量の計算結果

		補正前	補正後
観測データ (5 地点)		341 (mm)	-
RCM20 (12 地点)	現在	570 (mm)	337 (mm)
	将来	616 (mm)	361 (mm)
	倍率	1.08	1.07

4. 結論

本検討では、日降水量の極値に注目した降水量の補正方法を検討した。今回のように確率降水量を計算する場合には極値のみの補正で良いが、河川流量や短期間の降水量を評価する場合は降水量の全域について一貫した補正式が得られることは利点である。本手法は一般パレート分布を用いたが、グンベル分布など他の極値分布に基づく手法についても今後報告する予定である。

5. 謝辞

RCM20 データは気象庁より提供頂いた。研究にあたっては電力中央研究所環境科学研究所の仲敷氏、吉田氏、野原氏より貴重な助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

6. 参考文献

- 1 藤原ら(2006), 地球温暖化が利根川上流域の水資源に及ぼす影響評価, 水工学論文集, 第 50 巻, pp367-372.
- 2 田中ら(2008), 気候モデルのバイアス検出と補正, 京都大学防災研究所年報, 第 51 号 B, pp.723-736.
- 3 気象庁(2005), 地球温暖化予測情報第 6 巻, <http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/GWP/Vol6/index.html>

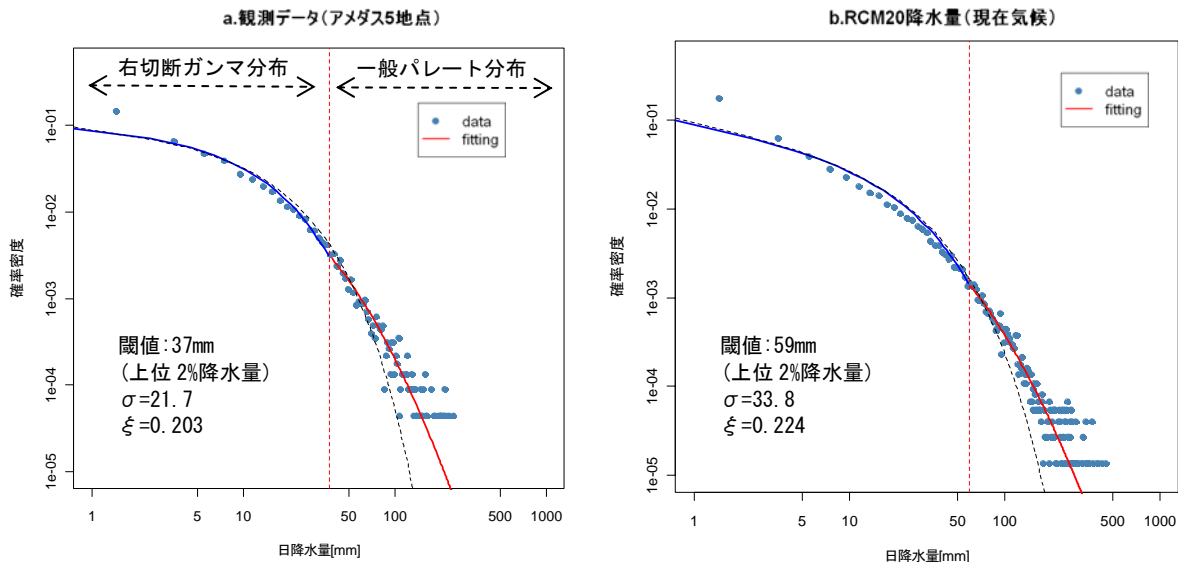


図 2：混合分布に基づく補正式の作成プロセス