

GCM降水量データのバイアス補正手法開発

猪股広典* 竹内邦良** 深見和彦***

1. はじめに

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change : 気候変動に関する政府間パネル) 第4次報告書において、気候変動により世界的に極端な豪雨現象が増加し、それに伴い洪水リスクが増加することが指摘されており、気候変動影響下における洪水外力の評価およびその適応策に関する研究が必要とされている。現在日本国内では文部科学省の21世紀気候変動予測革新プログラム²⁾や、環境省の地球環境研究総合推進費³⁾をはじめとした研究プロジェクトで洪水外力の評価や適応策に関する研究が行われている。土木研究所水災害リスクマネジメント国際センター(以下、ICHARM)は、平成19年度より文部科学省の21世紀気候変動予測革新プログラムに参画し、「気候変動に伴う全球および特定脆弱地域への洪水リスク影響と減災対策の評価」の研究を実施している。そこでは、気象研究所が開発を行っている全球大気大循環モデル(以下、GCM20)⁴⁾のデータを利用して、地球温暖化影響下での全球および特定脆弱地域における洪水リスク評価を行う予定である。GCM20のメッシュサイズは20kmであり、台風のシミュレーションについて高い再現性を示すことが報告されているが⁴⁾、洪水リスク評価に重要である降水量のデータについて、GCM20は強い降雨について観測値と比較して過小評価傾向であり、また月降水量についても季節的な傾向は一致するものの絶対量に差があり、洪水リスク評価に用いるためにはバイアス補正が必要であることが指摘されている⁵⁾。そこで本報告では、GCM20を洪水リスク評価に利用することを目的として、月降水量および日降水量極値のバイアスを統計的に補正する手法について述べる。ここで紹介する手法は簡便であり、観測データが利用できれば容易に様々な地域で適用可能なものである。

2. 使用したGCM20データと観測値について

2.1 GCM20

現在ICHARMで気象研究所から提供を受けているGCM20のデータの一覧を表-1に示す。本報告では、表-1の中の現在気候および将来気候それぞれ25年間の降水量データについて解析を行う。なお将来気候のシミュレーションを行うにあたり、想定したCO₂排出量シナリオはSRES A1Bシナリオである。また境界条件である海面水温(SST)の設定方法についてはMizuta et.al.⁶⁾を用いた。

2.2 地上観測雨量

本報告で紹介するGCM20降水量データのバイアス補正手法は、地上観測雨量情報に基づいて統計的に行うものである。ここでは地上観測雨量情報として、吉野川流域内に位置するアメダス観測地点の一つである京上地点(ID:71191)の降水量データを用いる。

2.3 GCM20降水量値と地上観測雨量の比較方法

京上地点を含んでいるGCM20グリッド内には京上地点以外に観測所が存在しないため、両者の比較に当たっては、そのグリッドの降水量値と京上地点の観測値を比較した。なお、時間分解能は日単位とした。

3. バイアス補正手法について

3.1 補正手法の概要

洪水流出は土壌水分量の影響を強く受けることから、洪水リスクの評価を行うための降水量データとしては強い降水強度についての高い再現精度が求められるのは当然であるが、さらに月降水量をはじめとした季節的な降水量についても一定の精度が要求される。そこで、GCM20の降水極値と季節的な降水量のバイアスを同時に補正する手法を考えた。それに加えて、数多くの地域または広い地域への適用を想定し、多くの計算資源を必要としない簡便な手法とすることとした。そこで、現在気候のGCM20降水量データの確率分布を観

Development of a statistical bias correction method for daily precipitation data of GCM20

*土木用語解説：GCM

表-1 気象研究所から提供されているGCM20のデータ

期間	データ項目	時間分解能	範囲 (度)	空間分解能
・ 現在気候 (25年分) : 1978年5月～2004年12月 ・ 近未来気候 (25年分) : 2015年1月～2039年12月 ・ 将来気候 (25年分) : 2075年1月～2100年2月	気温、降水量	毎時	緯度：-90-90 経度：0-360	0.1875度
	積雪水当量、比湿、 大気圧、風速、風向	日		

測値の確率分布に適合させるような補正倍率を求め、この補正倍率は将来気候においても変化しないと仮定して将来気候のGCM20降水量にこの補正倍率を乗じることで補正降水量を得るということを補正方法の基本的な考え方とした。月降水量のバイアスを補正するために、全ての日降水量のサンプルを月毎に分類し、月毎に確率分布を適合させるような補正倍率を求めた。ただし、日降水極値については月別に分類しないで、日降水量データのサンプル全体の中で確率分布を適合させる補正倍率を求めることとした。具体的な手順を以下に示す。

- ①：現在気候の観測値およびGCM20の25年間全ての日降水量について非超過確率が99.5%以上である45個 (=25年×365日×0.5%) の降水量データをそれぞれ抽出する。
- ②：①で抽出した降水量について、観測値とGCM20の同一非超過確率に対するクオントイルの比率を求める (式-1)。
- ③：①で抽出されなかった日降水量データについては月別に分類し、月別にGCM20と観測値の同一非超過確率に対するクオントイルの比率を求める。(式-2)
- ④：②および③で求めた補正比率を、将来気候GCM20の同一非超過確率に対するクオントイルに乗じることで将来気候の補正降水量を得る (式-3および式-4)。

$$\alpha_q = \frac{P_Obs_q}{GCM20_Pre_q} \quad \text{式-1}$$

$$\alpha_{m-q} = \frac{P_Obs_{m-q}}{GCM20_Pre_{m-q}} \quad \text{式-2}$$

$$P_Fut_q = \alpha_q \times GCM20_Fut_q \quad \text{式-3}$$

$$P_Fut_{m-q} = \alpha_{m-q} \times GCM20_Fut_{m-q} \quad \text{式-4}$$

ここで、

q: 非超過確率、m: 月

P_Obs_q: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以上である観測値のクオントイル

GCM20_Pre_q: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以上である現在気候GCM20のクオントイル

α_q: P_Obs_qとGCM20_Pre_qの比率

P_Obs_{m-q}: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以下である観測値の月別のクオントイル

GCM20_Pre_{m-q}: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以下である現在気候GCM20の月別のクオントイル

α_{m-q}: P_Obs_{m-q}とGCM20_Pre_{m-q}の比率

GCM20_Fut_q: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以上である将来気候GCM20のクオントイル

P_Fut_q: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以上である将来気候補正降水量のクオントイル

GCM20_Fut_{m-q}: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以下である将来気候GCM20の月別のクオントイル

P_Fut_{m-q}: 全サンプル中の非超過確率が99.5%以下である将来気候補正降水量の月別のクオントイル

3.2 補正手法適用結果

3.2.1 現在気候の月降水量の再現性

図-1に京上地点における現在気候の期間(1980-2004)の観測値、GCM20および補正GCM20の月降水量を示す。GCM20の生値は夏にかけて増加し、冬にかけて減少するという季節的な変化は表現しているものの、観測値と比較すると冬期は観測値と比較して大きく、夏期は小さくなっていることが分かる。この傾向が、補正手法の導入により観測値とほぼ一致するレベルまで補正されることが確認できる。

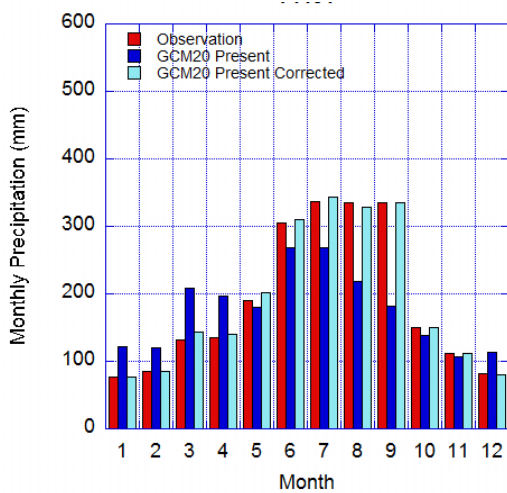


図-1 現在気候の月降水量

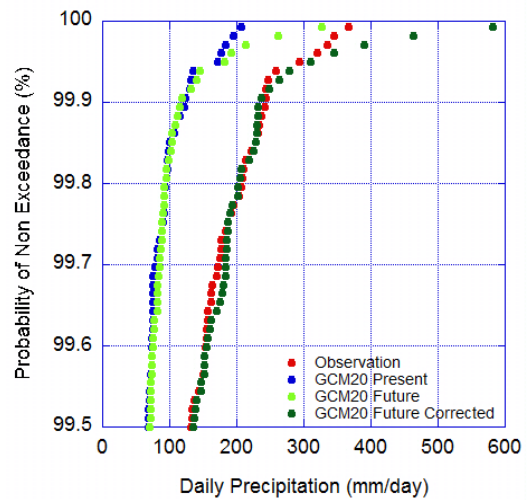


図-4 観測値、現在・将来気候のGCM20および将来気候の補正GCM20の全体上位0.5%の日降水量極値

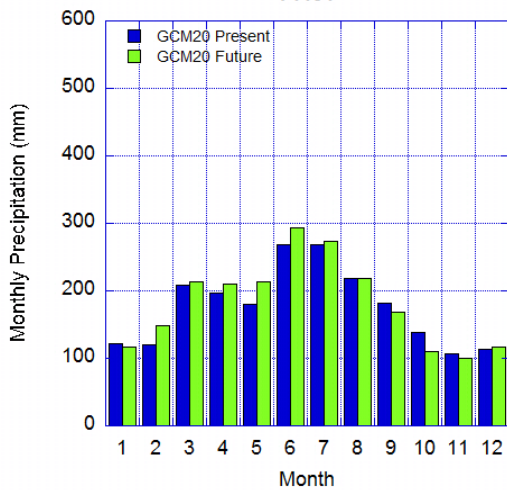


図-2 GCM20の現在および将来気候の月降水量

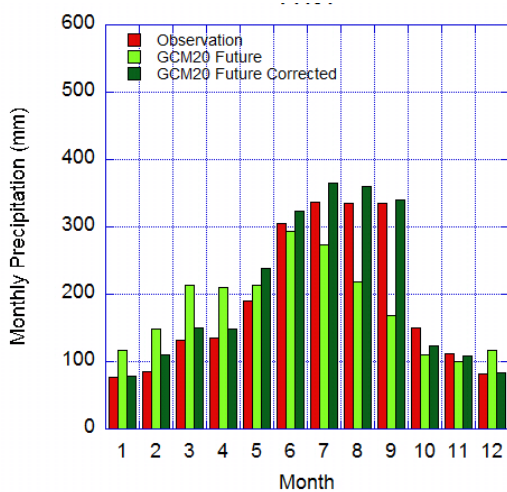


図-3 観測値と将来気候のGCM20および補正GCM20の月降水量

3.2.2 将来予測雨量の補正およびその適用性

現在気候について一定の再現性が確認されたため、次に将来気候GCM20の補正を行ってその適用性を確認した。図-2にGCM20の現在気候および将来気候の月降水量、図-3に現在気候の観測値、将来気候のGCM20および補正GCM20の月降水量を示す。図-2より、GCM20の生値について現在気候と将来気候を比較すると、月によって1割程度の増減があるが、季節的な変化が将来気候において大幅に変わるということは確認されなかった。月毎に見ると、2, 3, 4, 5, 6, 7月の降水量がわずかに増え、9, 10月が減少、11, 12, 1月はほぼ変化がないといった傾向が見られる。図-3に示す将来気候の補正GCM20の値と観測値を比較すると、図-2の現在気候と将来気候のGCMの比較が示したような、2, 3, 4, 5, 6, 7月の降水量が現在気候の観測値と比較して増えるといった傾向を概ね踏まえて補正が行われていることが分かる。このことから、GCM20が持つ現在と将来の変化に関する情報を反映させながら補正が適度に行われ、概ね無理のない将来予測降水量が得られたと考えられる。また図-4に非超過確率が99.5%よりも大きい降水量の分布を示す。GCM20の生値について現在気候と将来気候を比較すると、上位数位を除いて現在と将来で分布形状に大きな違いはなく、その情報を反映させながら補正が行われていることが補正GCM20と観測値の比較から分かる。このことから、極値についても月降水量と同様に概ね無理のない補正が行われ、将来予測降水量が得られたと考えられる。

4. まとめと今後の課題

GCM20降水量データが持つバイアスを極値と月降水雨量について同時に補正する手法の開発を行った。その結果、月降水量および極値についてGCM20が持つ現在と将来の変化に関する情報を反映させながら補正する手法を開発することができた。本手法は大きな計算機資源を必要とせず、地上観測雨量データが利用できる地域であれば容易に適用可能であることが特徴である。

今後、気象研究所から別途提供されている非静力学モデルNHM⁷⁾との比較を通じて本手法の精度・適用性について詳細に検討する必要がある。実際に、本手法によりGCM20の将来予測雨量データを補正し、分布型流出モデル等による流出計算・洪水リスク評価を行うに当たっては、時系列のメッシュデータを作成する必要がある。メッシュデータを作成するには、補正手法を適用する前にティーセン分割法等により流域内の観測地点の観測データをメッシュ化し、その各メッシュと対応するGCM20のメッシュとの間で補正係数を求め、メッシュ毎の将来予測雨量を求めて流出モデルに入力する方法が考えられる。また1/100や1/200確率降雨量の将来的な変化については、現在のところGCM20のデータが各期間25年ずつの提供となっているため、年最大値といった毎年データに対して単純に極値分布を適用するだけでは十分な精度を確保できない可能性がある。本補正手法と併せて、年最大値といった毎年データだけでなく、ある閾値よりも大きいデータを非毎年確率で扱うPOT法⁸⁾を導入して検討を行う予定である。

謝 辞

本研究は文部科学省21世紀気候変動予測革新プログラム「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」のもと、地球シミュレータを用いて行われました。

参考文献

- 1) IPCC Working Group 1 AR4 report: Summary for Policymakers, 2007
- 2) 文部科学省、21世紀気候変動予測革新プログラム、<http://www.kakushin21.jp/jp/>
- 3) 環境省、地球環境研究総合推進費、<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/>
- 4) Mizuta R., K. Oouchi, H. Yoshimura, A. Noda, K. Katayama, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, H. Kawai, M. Nakagawa: 20-km-mesh global climate simulations using JMA-GSM model –mean climate states–, Journal of Meteorological Society of Japan, Vol. 84, pp.165-185, 2006
- 5) 猪股広典、竹内邦良、深見和彦：GCM 降水量データの統計的バイアス補正手法に関する一考察、水工学論文集、第53号、pp.223-228、2009
- 6) Mizuta R., Y. Adachi, S. Yukimoto, S. Kusunoki: Estimation of the Future Distribution of Sea Surface Temperature and Sea Ice Using the CMIP3 Multi-model Ensemble Mean, Technical Reports of the Meteorological Research Institute, 56, 2008
- 7) Kanada S., M. Nakano, S. Hayashi, T. Kato, M. Nakamura, K. Kurihara and A. Kitoh: Reproducibility of Maximum Daily Precipitation Amount over Japan by a High-resolution Non-hydrostatic Model, SOLA, Vol. 4, pp.105-108, 2008
- 8) David R. Maidment: Handbook of Hydrology, Chapter 18, McGraw-Hill

猪股広典*



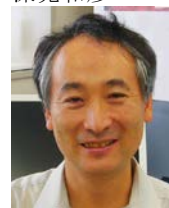
独立行政法人土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター水災害
研究グループ水文チーム
研究員
Hironori INOMATA

竹内邦良**



独立行政法人土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター長、
工博
Dr. Kuniyoshi TAKEUCHI

深見和彦***



独立行政法人土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター水災害
研究グループ水文チーム
上席研究員
Kazuhiko FUKAMI