

京都大学	博士（工学）	氏名	Teerawat RAM-INDRA
論文題目	DEVELOPMENT OF BIAS CORRECTION METHOD FOR GCM RUNOFF DATA AND ITS APPLICATION TO THE UPPER CHAO PHRAYA RIVER BASIN IN THAILAND (GCM 流出発生量データに対するバイアス補正手法の開発とそのタイ国チャオプラヤ川上流域への適用)		

（論文内容の要旨）

本論文は、タイ国チャオプラヤ川上流域を対象として陸面水文過程モデルによる流域水循環の長期再現計算を実施し、得られた再現計算結果を参照データとして用いることによって気象庁気象研究所が作成した将来気候推計情報に含まれる流出発生量のバイアス補正手法を新たに開発するとともに、バイアス補正を施した流出発生量を用いて気候変動シナリオの下でのチャオプラヤ川上流域の河川流量の変化を分析したものである。本論文は以下の8章から構成されている。

第1章は、序論である。タイ国チャオプラヤ川流域を対象として、大気大循環モデル等によって計算された将来気候シナリオのもとでの将来の水循環予測に関する研究の経緯をとりまとめ、それらの研究では流出発生量のバイアス補正が十分に施されていないことを指摘している。その上で、大気大循環モデルによって計算された流出発生量にバイアス補正手法を適用する上での課題を示し、本研究の背景と目的および構成を示している。

第2章は、大気大循環モデルによって計算された流出発生量のバイアスを補正するために、バイアス補正の参照データとなる流出発生量を、流域水循環モデルを用いて作成する手法を述べている。流出発生量は、降水量などと異なり地上観測データが存在しない。そこで、本論では長期間の地上観測気象データおよび気象再解析データを用いて流域水循環解析を実行し、流出発生量の擬似観測データを生成する。そのために、陸面水文過程モデルおよび河川流追跡モデルから構成される流域水循環モデルについて説明している。次に、対象領域であるタイ国チャオプラヤ川上流域における気候的特徴と地理的特徴を述べた後、流域水循環モデルを実行する際に用いる地上観測気象データおよび気象再解析データを説明し、気象データの空間的内挿方法、陸面水文過程モデルのモデルパラメータを決定するための地形データ、土壌データおよび土地被覆データについて説明している。

第3章は、本論でバイアス補正の対象とする気象庁気象研究所によって作成された大気大循環モデルMRI-AGCM3.2Sの出力データの再現性について分析し、観測された降水量および河川流量との統計的な特性の違いを示して、バイアス補正の重要性を指摘している。

第4章は、バイアス補正手法を適用するために必要となる10 km格子の流出発生量の参照データセットを、陸面水文過程モデルを用いて作成する過程を具体的に述べている。陸面水文過程モデルは多数のモデルパラメータを有する。そこで、同定すべきパラメータを限定するために、第2章で述べた地上観測気象データおよび気象再解析データを用いて陸面水文過程モデルによるシミュレーションを実施し、感度の高い陸面水文過程モデルのモデルパラメータを抽出した。次に、感度の高い

京都大学	博士 (工学)	氏名	Teerawat RAM-INDRA
<p>モデルパラメータについて、計算された河川流量と観測流量を比較することによって適合性の高いモデルパラメータ値を決定している。最後に、パラメータ同定した陸面水文過程モデルの再現性を、観測流量を用いて確認した後、チャオプラヤ川上流域を対象として、10km 空間分解能の流出発生量のデータセット 20 年間分を作成したことを述べている。</p> <p>第 5 章は、気象庁気象研究所の大気大循環モデル MRI-AGCM3.2S によって作成された現在気候再現実験の 20km 空間分解能の流出発生量を対象とし第 4 章で作成した流出発生量データセットを参照データとして 2 種類のバイアス補正手法を適用し、バイアス補正手法の有効性を分析している。その結果、線形補正手法によるバイアス補正手法を用いた場合は、中程度以上の規模の河川流量の統計的特性を適切に再現できること、低水流量や極端に大きな流量の再現性は低いこと、経験的クオントイル法を用いたバイアス補正手法では、全般的に河川流量の再現性が低いことを述べている。</p> <p>第 6 章は、第 5 章の結果をもとに、新たなバイアス補正手法として、流出発生量の大小によって線形補正手法と経験的クオントイル法とを組み合わせた新たなバイアス補正手法を適用している。さらに、バイアス補正手法を適用する際の補正データの集計単位として、サブ流域単位、土地利用単位、計算格子単位を用いた場合の河川流量の補正性能を比較している。その結果、土地利用単位でグループ化してバイアス補正手法を適用する手法が、最も補正性能が高くなることを示している。</p> <p>第 7 章は、第 6 章で検討したバイアス補正手法を、大気大循環モデル MRI-AGCM3.2S の将来気候シナリオ計算によって作成された流出発生量に適用し、将来気候シナリオのもとのチャオプラヤ川上流域の河川流量の変化を分析している。その結果、設定された気候変動シナリオのもとでは、チャオプラヤ川上流域の雨季の流量が増加する傾向にあることを示している。</p> <p>第 8 章は、結論であり、本論文の主要な結果をまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、タイ国チャオプラヤ川上流域を対象として流域水循環の長期再現計算を実施し、得られた再現計算結果を参照データとして、将来気候推計情報に含まれる流出発生量のバイアス補正手法を新たに検討し、河川流量の将来変化を分析したものである。主な研究成果は以下のように要約できる。

1) タイ国チャオプラヤ川流域を対象とし、陸面水文過程モデルと河川流量追跡モデルを組み合わせた 10km 空間分解能の流域水循環モデルを新たに構築した。構築した流域水循環モデルのモデルパラメータを観測流量によって同定し再現性を確認した後、観測情報の存在しない 10km 空間分解能の流出発生量のデータセット 20 年間分を作成した。

2) 上記の流出発生量データセットを用いて、気象庁気象研究所が作成した現在気候再現実験に含まれる流出発生量のバイアス補正手法を検討し、河川流量の補正性能を分析した。その結果、線形補正手法によるバイアス補正手法を用いた場合は、中程度以上の規模の河川流量の統計的特性を適切に再現できること、低水流量や極端に大きな流量の再現性は低いこと、経験的クオントイル法を用いた補正手法では、河川流量の再現性が低いことを見出した。

3) 上記の知見をもとに、新たなバイアス補正手法として、流出発生量の大小によって線形補正手法と経験的クオントイル法とを組み合わせた新たなバイアス補正手法を提案した。さらに、バイアス補正手法を適用する際の流出発生量データの集計単位として、サブ流域単位、土地利用単位、グリッド計算単位のそれぞれでグループ化した場合の河川流量の再現性を比較した。その結果、土地利用単位でグループ化してバイアス補正手法を適用する手法が、最も補正性能が高くなることを明らかにした。

4) 上記で得られたバイアス補正手法を将来気候シナリオ計算によって作成された流出発生量に適用し、将来気候シナリオのもとでの河川流量を予測した。その結果、設定された気候変動シナリオのもとでチャオプラヤ川上流域の雨季の流量が増加する傾向にあることを明らかにした。

以上のように、本論文は、流域水循環の長期再現計算を実施して得られた再現計算結果を参照データとして将来気候予測情報に含まれる流出発生量のバイアスを補正する手法を新たに検討し、気候シナリオのもとでの河川流量予測を実現したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和 3 年 2 月 8 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

なお、本論文は京都大学学位規程第 1 4 条第 2 項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。