

第II部門 GCM流出発生量へのQuantile-Quantile Mapping法の適用に関する研究

京都大学工学部 学生会員 ○水島 悠輔 京都大学大学院工学研究科 正会員 萬 和明
 京都大学大学院地球環境学堂 正会員 田中 智大 京都大学大学院工学研究科 正会員 Kim Sunmin
 京都大学大学院工学研究科 正会員 市川 温 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川 康人

1 序論 近年、地球温暖化が進行しそれに伴う気候変動が水循環や水資源予測に大きな影響をもたらしている。気候変動による自然災害の影響評価には一般的に大循環モデル(GCM)が用いられるが、その出力にはさまざまな要因からバイアスが生じる。気候予測の信頼性を高めるため、このバイアスを補正することが有効である。

Duong¹⁾は、九州地方を対象領域としてMRI-AGCM3.2S流出発生量に対して単純なQuantile-Quantile Mapping(QQM)法を適用したバイアス補正を行い、河川流量に変換して補正効果を評価した。その結果、補正の効果は一定程度示されたものの、改良の余地も指摘されている。以上を踏まえて本研究では、Duong¹⁾が用いたバイアス補正の問題点を分析し改良を加え、その精度を河川流量によって評価した。

2 計算対象と使用したデータ 本研究ではDuong¹⁾にならい、九州地方を対象領域とし、流出発生量は1982年から2001年までの20年分のデータを対象とする。GCM流出発生量としては、MRI-AGCM3.2S出力結果から切り出した20年分を用いた。流出発生量には事実上観測値が存在しないため、APHRO_JP降水データとJRA-55長期再解析データ等の気象データを陸面過程モデルSiBUCの入力値として流出発生量の参照データを作成した。

3 単純なQQM法の適用によるバイアス補正 流出発生量に対してQuantile-Quantile Mapping(QQM)法を適用して補正を行った。一般的にQQM法では、GCM計算値と観測値それぞれの累積分布関数を作成し、GCM計算値は観測値データ中の同じクォンタイル値に置換される。本研究では、参照データを観測値とみなしてMRI-AGCM3.2Sが出力した3時間単位の流出発生量に対してQQM法を適用した。ここで得られた補正前、参照データ、補正後の3種類の流出発生量は河道流追跡モデル1K-FRMを用いて河川流量に変換した。これ

ら3種類の流量計算結果から得られた大淀川柏田地点の流況曲線を図1に示す。補正済流出発生量から計算された流量は補正前と比較して参照データに近づいたが、高水部では過大に修正されていることがわかる。

この問題の原因を分析するために、ある1格子に着目して流出発生量の時系列と累積分布を確認した。バイアス補正前後の流出発生量の時系列を比較した図2によると、補正前の流出発生量には長時間連続して流出が起こるような箇所が見られる。また、補正前と参照データの累積分布を比較した図3によると、流出発生量の大きな箇所では補正前流出発生量と補正後流出発生量の差が大きくなることがわかる。すなわち、補正前流出発生量において長時間連続して流出が起こる箇所に参照データの比較的大きな値が置き換えられると、大きな値が長時間連続するという現象が起こる。これがQQM法による補正を行ったときに流量が過大推定となる原因であると考えられる。

4 流出発生量のグループ別QQM法 バイアス補正の問題点を踏まえ、補正の改良を試みた。降順に並べた流出発生量のグラフ形状が異なる影響を小さくするために、参照データと補正前データそれぞれに閾値を設け、閾値以上と閾値未満の2グループに分けそれぞれのグループでQQM法による補正を行う。この方法をグループ別QQM法と呼ぶ。ここでは、洪水を起こすような流出発生量となる個数が、参照データの方が補正前データよりも多いことを考慮して4パターン of 閾値を設定した。閾値は、閾値以上の値を持つ補正前データの数が閾値以上の値を持つ参照データの数より小さくなるよう設定した。

まずパターン1は、補正前データの閾値は各格子各月について流出発生量の上位10%の値とし、参照データの閾値は各格子各月について流出発生量の上位5%の値とする。次にパターン2は、補正前データの閾値は各格子各月について流出発生量の上位10%の値と

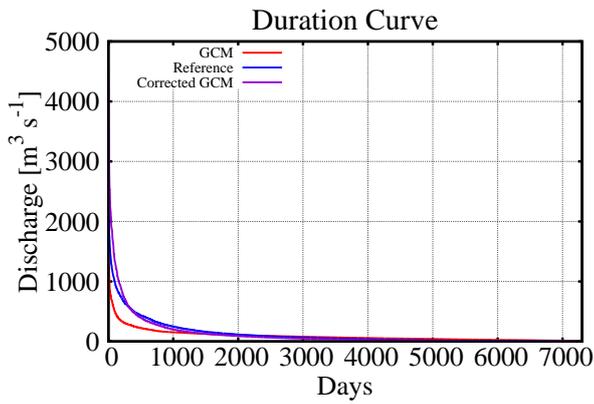


図1 単純なQQM法を適用して得られた流況曲線 (赤：補正前、青：参照データ、紫：補正後)

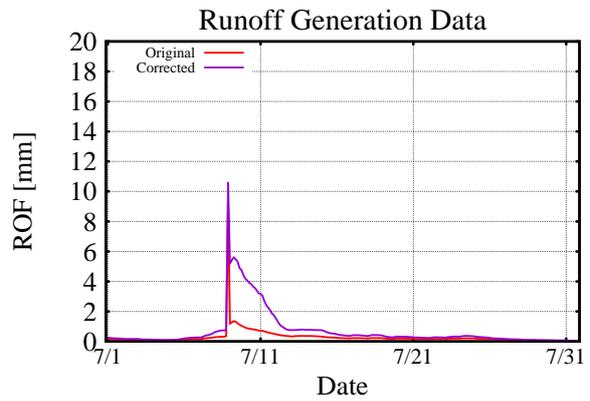


図2 1982年7月の流出発生量時系列 (赤：補正前、紫：補正後)

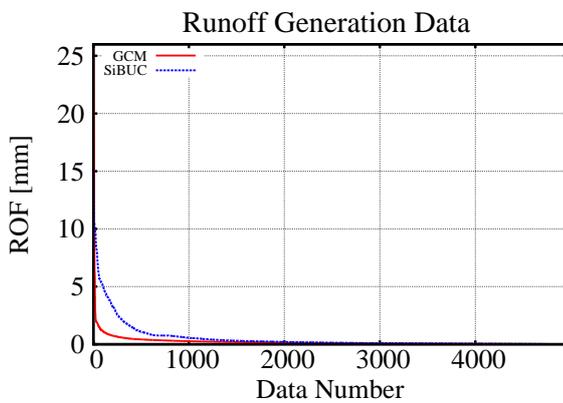


図3 降順に並べた20年分の7月の流出発生量 (赤：補正前、青：参照データ)

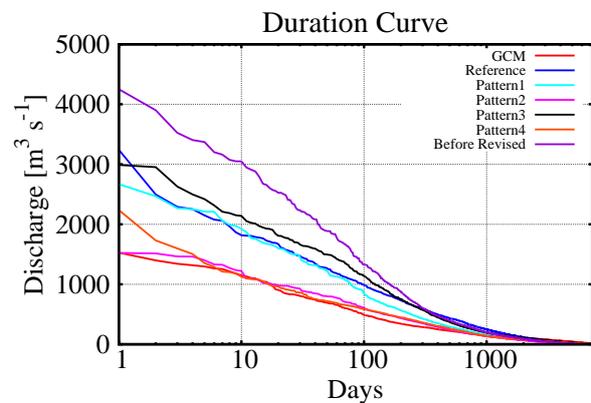


図4 グループ別QQM法を適用して得られた流況曲線 (赤：補正前、青：参照データ、水色：パターン1、桃色：パターン2、黒：パターン3、橙：パターン4、紫：改良前)

し、参照データの閾値は各格子各月について流出発生量の上位2.5%の値とする。そしてパターン3は、代表とする1格子の補正前流出発生量の各月上位10%の値を全格子に適用して補正前データの閾値とし、同じ格子の参照データの各月上位5%の値を全格子に適用して参照データの閾値とする。最後にパターン4は、代表とする1格子の補正前流出発生量の各月上位10%の値を全格子に適用して補正前データの閾値とし、同じ格子の参照データの各月上位2.5%の値を全格子に適用して参照データの閾値とする。このように閾値を定めた後、閾値以上、閾値未満それぞれのグループにQQM法を適用する。そして、得られた補正後の流出発生量を補正前の時系列に合わせて並び替える。

図4は改良を加えたバイアス補正を行った結果を示す。4種類の閾値を設けた補正結果と改良前の閾値を設けない補正結果を比較すると、高水部では4パターンすべて改良前の補正より流量が抑えられていること

が確認できた。また、改良後の補正結果と参照データの流量を比較すると、パターン1とパターン3では参照データにより近づく結果が得られた。閾値の定め方によって流量が変化することも確認できた。

5 結論 流出発生量へのQQM法を用いたバイアス補正は河川流量推定において有効である。さらに閾値を定めたグループ別QQM法を適用することによって高水部における参照データに対する過大推定を改善し、より参照データに近い流量を得ることに成功した。ただ、閾値の定め方には不明瞭な点もあり、改善の余地は多い。陸面過程モデルの改良が進めばさらに精度の高いバイアス補正を行うことも期待できる。

参考文献

1) Duong Duc Toan : Assessment of river discharge changes in the Indochina Peninsula region under a changing climate, doctoral dissertation, Kyoto University, p.104, 2015.