

擬似温暖化実験による中部日本地域の温暖化影響評価

岐阜大学 正会員 吉野 純
岐阜大学 学生会員 ○林 光太郎
東邦ガス 竹田 朋弘
岐阜大学 正会員 小林 智尚

1. はじめに

近年、日本国内でも記録的な局地豪雨や異常高温など地球温暖化の進行が顕在化しつつある。地球温暖化の影響量を全球スケールで定量的に評価するために、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、第4次報告書の作成の際に、第3次結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP3）が提供する全球気候モデル（GCM）の出力を使用している。しかしながら、一般的なGCMは、水平解像度が $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 格子よりも粗い水平格子間隔からなるため、地域スケールでの地球温暖化の影響量を理解するには不十分であり、GCMの出力を領域気候モデル（RCM）によりダウンスケーリングを施す必要がある。

一般的に、RCMを用いる力学的ダウンスケーリングには、直接ダウンスケーリングと擬似温暖化ダウンスケーリングの2種類の方法があると言われ（稲津ら，2010），擬似温暖化ダウンスケーリングは、直接ダウンスケーリングに比べて計算コストが低く、かつ、GCMの系統的誤差も同時に除去できるという利点があり極めて有用な手法として認識されている（Sato et al., 2007）。しかし、従来の擬似温暖化ダウンスケーリングは、RCMへの入力データ（擬似温暖化データ）を作成する際、現在気候データに対してGCMの温暖化差分を単純に加算するだけの力学的に整合性のない手法に頼っているのが現状である。そのため、力学的バランスの面において依然として問題が残されている。

そこで本研究では、渦位逆変換法に基づく新たな擬似温暖化実験手法を開発し、岐阜大学局地気象予報システムにより将来気候（A1Bシナリオ2090年代1年間）における中部日本地域を対象とした高解像度気象データベースを構築する。また、現在気候（2004年1年間）の高解像度気象データベースも同様にして構築することで、特に降水量に着目して中部日本地域における温暖化影響量を評価することを目的とする。

2. 擬似温暖化実験手法

2.1 擬似温暖化データ作成

図-1は、従来手法と本手法による擬似温暖化データ作成手法の相違を示す。RCMへの入力データ（擬似温暖化データ）の作成の際には、従来手法では単純にGCMの温暖化差分を加算するだけであったが、本手法では、その気象場に対して更に渦位逆

変換法（吉野ら，2010）を適用することによって、力学的に整合性のとれた擬似温暖化データを作成できる点において優れている。

本研究では、CMIP3が提供するGCMの1つである英国気象局ハドレーセンターが開発したHadCM3のA1Bシナリオ温暖化予測データ（ $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ ，2000年～2099年月平均値）により温暖化差分を計算し、NCEP全球客観解析データ（ $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 格子，2004年1月1日～12月31日6時間毎）に加算することで擬似温暖化データを作成する。

2.2 岐阜大学局地気象予報システム

作成された擬似温暖化データを用いて、擬似温暖化ダウンスケーリングを行う。使用したRCMは、岐阜大学局地気象予報システムに採用されている非静力学平衡・完全圧縮・非膨張系プリミティブ方程式系モデルにより構成されるMM5（Dudhia, 1993）である。MM5は、雲微物理過程、大気境界層過程、大気放射過程などの物理過程の他に、微細地形や土地利用などの地表面状態の影響も考慮しながら3次元気象要素を高精度に評価できる（吉野ら，2008）。本研究の計算領域と計算設定は、岐阜大学局地気象予報システムのそれに準じ、作成された擬似温暖化データから大きく逸れることのないよう、ナッジングによる4次元データ同化をD1のみに適用する。

本研究では、この岐阜大学局地気象予報システムを使用して、NCEP全球客観解析データ（ $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 格子，2004年1月1日～12月31日6時間毎）を入力条件とする2004年1年間の現在気候計算と、擬似温暖化データを入力条件とするA1Bシナリオ2090年代1年間の将来気候計算の2種類の計算をそれぞれ実施する。これら2種類の高解像度気象データベースの

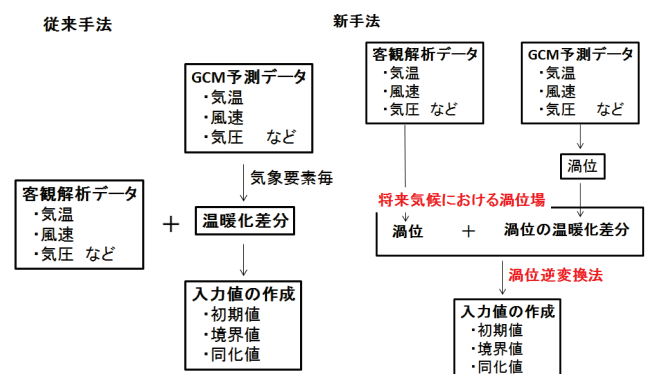


図-1: 従来手法と新手法の擬似温暖化データ作成手法の相違

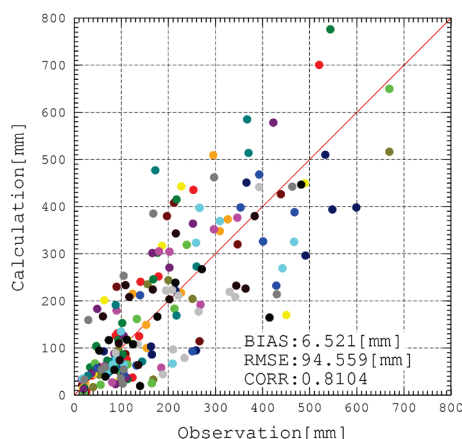


図-2：愛知県・岐阜県における現在気候（2004年）の月積算降水量の散布図

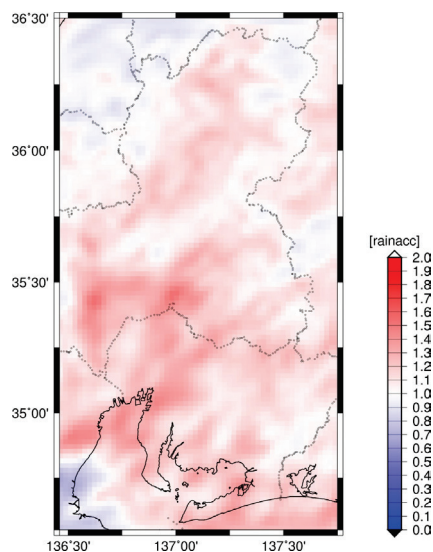


図-3：愛知県・岐阜県における年積算降水量の増加率（現在気候に対する将来気候の比）の分布

差分や比率を取ることで、中部日本地域の温暖化影響量を評価できる。

3. 結果と考察

まず、岐阜大学局地気象予報システムを用いて、2004年1年間の現在気候計算を実施した。図-2は、愛知県・岐阜県内のAMeDAS観測地点（計17地点）における、月積算降水量の観測データと計算データとの散布図を示す。岐阜大学局地気象予報システムは、月積算降水量の季節変化を適切に捉えることができ、相関係数0.81、RMS誤差94.6mm、バイアス誤差6.5mmと高精度にこの地域の月積算降水量を評価できることが明らかとなった。

次に、A1Bシナリオ2090年代1年間の将来気候計算を実施し、降水量に対する温暖化影響量を評価した。図-3は、愛知県・岐阜県における年積算雨量の増加率（現在気候に対する将来気候の比）の分布を示す。岐阜県北部の山岳地帯を除く愛知県・岐阜県

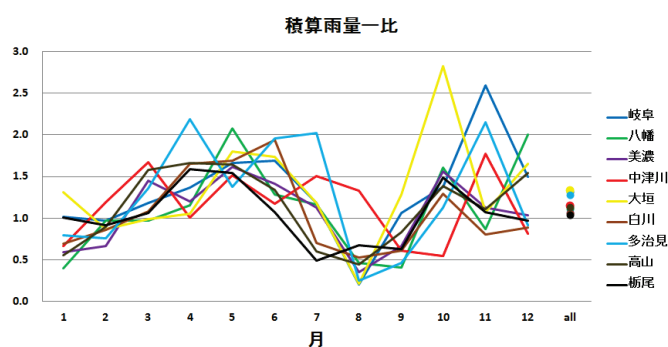


図-4：岐阜県における月積算降水量の増加率（現在気候に対する将来気候の比）の月変化

の広範にわたって年積算雨量は1.2倍程度に増加することが見て取れる。

また、図-4は、岐阜県各地（計9地点）における月積算降水量の増加率（現在気候に対する将来気候の比）の月変化を示す。5～6月の梅雨シーズンの月積算降水量が1.5～2.0倍程度に増加するだけでなく、10～11月の秋雨や台風シーズンの月積算降水量も1.5～2.5倍程度に増加する可能性が示唆される。局地的短時間豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）の増加による水災害リスクの増大が懸念される。一方、8～9月の夏季には月積算降水量は0.5倍程度にまで減少し、長期間にわたる渇水リスクが増大し、水資源確保に支障を来す恐れがある。

4. 結語

本研究では、渦位逆変換法に基づく新たな擬似温暖化実験手法を開発し、岐阜大学局地気象予報システムにより中部日本地域を対象とした降水量に対する温暖化影響評価を行った。今後、地球温暖化の進行に伴い、中部日本地域においても、異常気象の発生が常態化してゆく可能性が高く、水災害の頻発や水資源の枯渇といった極端気象に強い社会基盤を構築してゆく必要がある。

参考文献

- 1) 稲津 将, 佐藤友徳, 2010 : 大は小を兼ねるのか : ダウンスケールリング, 天気, 57, 195-199.
- 2) Sato, T., F. Kimura and A. Kitoh, 2007 : Projection of global warming onto regional precipitation over Mongolia using a regional climate model. J. Hydrol., 333, 144-154.
- 3) 吉野純, 児島弘展, 安田孝志, 2010 : 台風渦位ボーガスを用いた台風初期値化の高精度性の実証, 土木学会論文集 B2, Vol. 66, No. 1, pp.391-395.
- 4) Dudhia, J., 1993: A nonhydrostatic version of the Penn State-NCAR mesoscale model: Validation test and simulation of an Atlantic cyclone and cold front, Mon. Wea. Rev., 121, pp. 1493-1513.
- 5) 吉野純・野村俊夫・片山純・木下佳則・安田孝志, 2008 : メソ気象モデルMM5によるピンポイント24時間降水量予測の精度について, 水工学論文集, Vol. 52, pp.325-330.