第Ⅱ部門

京都大学工学部地球工学科	学生員	○小林	孝
京都大学防災研究所	正会員	小尻	利治
京都大学防災研究所	正会員	友杉	邦雄
国立環境研究所		野沢	徹

<u>1. 序論</u>

今日社会的問題となっている地球温暖化により、降 水特性にもその変化が及ぶと考えられている。東京大 学気候システム研究センター、国立環境研究所、地球 環境フロンティア研究センターの3機関では、高解像 度の大気海洋結合モデルを共同で開発し、地球シミュ レータを用いて、20世紀の気候再現実験および21世 紀の気候変化を見通す実験を行った¹⁾。大気海洋結合 モデルとしては世界最高の水平解像度(約 100km)を持 っているものの、日本の地形は複雑・急峻であるため、 日本の水資源計画立案に利用するには、まだまだ不十 分な解像度であるといわざるをえない。

よって本研究は、GCM 降水出力結果をダウンスケー ルする手法を検討し、日本の将来の水資源についての 推測を試みるものである。

2. GCM 出力における降水特性の妥当性

まず、この GCM 降水量出力値の時空間的な分布特 性の妥当性について、20 世紀気候再現実験結果と AMeDAS データを比較することで検証を行ってみた。

その結果、空間的分布特性の再現性については、 GCM の空間分解能が約 100km であるために山地が平 滑化されてしまい、地形効果があまり反映されていな いことがわかった。時間的分布特性の再現性について は、GCM は無降水と豪雨を過小評価する傾向があるこ とが明らかに見て取れた。このように、GCM の降水量 出力をそのまま利用してダウンスケールすることは問 題があると考えられる。

3. パターン分類によるダウンスケーリング

本研究では、海面更正気圧と 850hPa 高度相当温位の GCM 出力から降水量をダウンスケールする方法を検 討した。相当温位は以下のように定義される²⁾。

$$\theta_e = \theta \exp\left(\frac{Lw_s}{C_p T}\right) \quad \theta = T\left(\frac{P_0}{P}\right)^{R_d}$$

ここでTは絶対温度、Cpは定圧比熱、Rdは乾燥空気に

対する気体定数、 P_0 は標準気圧 1000hPa、Lは凝結の 潜熱、 w_s は空気塊の混合比である。相当温位は、空気 塊が含んでいた水蒸気の潜熱を全て放出させたのちに、 1000hPa 気圧下でもつ温度を意味する。水蒸気量の違 いも表現できるので、前線など気圧だけではあらわせ ない降雨領域を表せると期待される。

過去の気圧・相当温位データは ECMWF の ERA-40 プロジェクトにより作成された客観解析データより引 用する。客観解析データとは数理統計学の原理を応用 し、客観的に均一な精度の初期値を短時間で求めたデ ータセットのことである³⁾。このうち今回は、日本周 辺(N15~60°・E110~160°)のデータを用いた。

気圧と相当温位から降水量をダウンスケールする手 法として、パターン分類化手法を用いる。客観解析デ ータによる過去の気圧・相当温位分布をいくつかのク ラスター(類型)に分類する。パターン分類手法は ISODATA 手法を用いる。これは最初に適当なクラスタ ー(類型)を与え、少しずつそのメンバー(要素)を組み替 えて、よりよいクラスターを求めていくものである⁴⁾。 こうして作成されたクラスターと GCM の気圧・相当温 位の分布を比べ、最も近いクラスターに分類された過 去の降水量をランダムに選び出すことによって、ダウ ンスケーリングを行った。

4. ダウンスケーリングの適用と結果

まず、客観解析データによる気圧・相当温位データ を分類した結果、特徴的な気圧・相当温位分布を捉え ることができた。また特定のクラスターにメンバーが 集中するということは起こっていなかったので、この 手法が妥当であると結論付けて問題ないといえる。

分類結果を用いて、GCM による 20 世紀気候再現実 験出力から降水量のダウンスケールを試みた。気圧デ ータを用いた結果(図 2)では AMeDAS による実績(図 1) に比べ、冬から春にかけて比較的良好な結果となった が、夏に関しては太平洋側で過小評価・日本海側で過

Takashi KOBAYASHI Toshiharu KOJIRI Kunio TOMOSUGI Toru NOZAWA

大評価されている。相当温位データによ るダウンスケール結果(図 3)では、やは り夏に関して、気圧と同様大きな差が発 生している。しかし、これらの差は GCM20世紀気候再現実験そのものの出 力と AMeDAS との差よりは小さくなっ ており、概ねその有効性が確かめられた といってよいであろう。

次に温暖化シナリオ alb に対する GCM 出力にダウンスケール手法を適用 した。気圧データを用いた結果(図 4)で は、20 世紀気候再現実験に対するダウン スケール結果(図 2)より、降水量が 5 月 に日本全域、冬に上越で大きく減少して おり、逆に夏は多くの地点で降水量が増 加していた。しかし、年間を通じた降水 量の月変化パターンに大きな変化はな く、妥当性があるものと思われる。

相当温位によるダウンスケール手法 の結果(図 5)では、冬に上越で大きく降 水量が減少している点では気圧を用い た結果(図 4)と同様であるが、夏は太平 洋側で極端な増加、日本海側で極端な減 少をしており、年間を通じた降水量変化 パターンも大きく変わっている。そこで、 クラスターに分類されるメンバー数の

変化を見たところ、ある特定の夏のクラスターに大き くメンバーが集中してしまっていた。よって、相当温 位データを用いたダウンスケール手法は夏に関しては 妥当性に乏しいものであることが考えられる。

4. 分布型流出モデルへの適用

これらの結果を利根川の分布型流出モデル (Hydro-BEAM)に入力して水資源量の推定を行った⁵⁾。 その結果、100km メッシュの GCM から利根川流域の 詳細な流量分布を得ることが出来た(図 6&7)。

月ごとの降水量分布が温暖化時に春に降水量が減少 しているため、春先から夏にかけて大きく流量が減っ



ていた。これは気圧によるダウンスケールが降水量を 過小評価している影響があると思われ、その結果の解 釈には慎重を要する。また、1月から3月にかけて流 量が増えていたが、これは温暖化に伴い山間部の融雪 が多くなったためであると思われる。

<u>6. 結論</u>

本研究では、最新の GCM の降水量分布特性につい て検討を加え、続いてパターン分類化手法を用いるこ とによって、降水特性の変化について考察を行った。 最終的に分布型流出モデルにこの結果を入力すること で、温暖化時の利根川流量について検討ができた。

参考文献 1)東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所、海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター:2004.9.16 報 道発表資料 2)小倉義光:一般気象学【第2版】、東京大学出版社、pp.53,54,67,68、1999 3)朝倉正、関ロ理郎、新田尚:気象ハンドブック、朝 倉書店、pp301、1995 4)高木幹雄、下田陽久監修:画像解析ハンドブック、東京大学出版社、pp.242、1991 5)小尻利治、東海明宏、木内陽一: シミュレーションモデルでの流域環境評価手順の開発、京都大学防災研究所年報、41B(2)、pp119-134、1998

Takashi KOBAYASHI Toshiharu KOJIRI Kunio TOMOSUGI Toru NOZAWA