

非静力学モデルによる領域気候実験：予測精度と豪雨頻度評価

*若月泰孝¹、室井ちあし²、安永数明¹、金田幸恵¹、
橋本明弘¹、加藤輝之²、吉崎正憲²、栗原和夫²
(1. 地球科学技術総合推進機構、2. 気象庁気象研究所)

はじめに

我々の研究グループは、気象庁非静力学モデル(以下NHM)を長期積分することで、日本周辺域の梅雨期の温暖化時における領域気候、特に強雨頻度を予測する実験を行っている。今回の発表では、主にNHMの現在気候再現実験の結果から、NHMの強雨頻度の予測精度を評価すると同時に、領域気候モデルとしてのNHM長期積分での問題点を指摘する。

実験は、RANALを側面境界として用いた2003年6.7月の実験(以下RR)とGSMの10年積分を側面境界として用いた気候実験(以下GC)と温暖化気候実験(以下GW)の3種類を行った。なお、GSM10年積分では気候値SSTが与えられ、TL959L60の解像度で行われた。温暖化SSTは気象研大気海洋結合モデルの温暖化時のSST偏差が気候値のSSTに上乘せされている。

実験概要とNHMの仕様

実験の領域は日本周辺域の4000×3000km、水平解像度5km、鉛直は48層。積分は、5/21と6/20を初期とする40日積分で、気候データとしては、初期から10日を抜いた30日間を解析した。また、RR実験では5/21を初期とする70日積分も行った。

本実験で用いられた特徴的仕様のみを紹介する。対流パラメタリゼーションは用いず、固体を含む雲物理過程(2-Moment)のみを用いた。外部データとの結合は、側面境界に与えるだけでなくSBC法により、5kmより上層で1000kmより長波の風速と温位が20分間隔で外部データと置き換えられた。陸域は地中4層で、最下層は気候値としたほか、含水率なども気候値で与えた。地表面フラックスは、陸海共にLouisスキームを用いた。境界層にはNon-Localなどの手法は用いていない。

なお、本実験で用いたモデルは数値予報課のメソモデルグループで開発されたものだが、2003年7月までのアップデートのみ反映され、室井さんほかを中心として、地球シミュレータ用にチューニングしたものを用いている。したがって、最新の数値予報課のNHMとは多少仕様が異なる。また、本研究の成果は、文部科学省「人・自然・地球共生プロジェクト、温暖化予測「日本モデル」ミッション、課題4「高精度・高分解能気候モデルの開発」において、雲解像モデル開発グ

ループにより行われたタイムスライス実験の結果に基づいている。実験では地球シミュレータを利用させて頂いた。

GC実験による気候再現性

GC実験で再現された降雨特性が現在気候をどれだけ再現しているかを調べた。図2は、図1の区分領域ごとの降水量と30mm/h以上の強雨頻度を示している。図中の解析雨量は、最近9年間のデータである。NHMの降水量は、解析雨量に対して3割、GSMに対して2割程度少なかった。地域的には、南西諸島(SW)と北日本(NJ)で特に少ない。他の地域では適切な範囲と判断される。一方、強雨頻度は、NJと東日本(EJ)で特に少ないが、他の地域では適切に表現されていることがわかる。当然のことながらGSMの強雨頻度は非常に少ない。NHMの強雨頻度の再現性が優れていることを示している。北日本の降水量および強雨頻度が少ない原因は、下層の低比湿、低温バイアスが計算領域北側を中心に広がっていることと関係付けられる(次節)。

一般に豪雨は、さまざまな時間、空間スケールで定義される。ここでは、格子サイズ10kmのN時間降水量がRmm以上の降水頻度Fを考える。図3(a)は図2の強雨頻度が比較的適切だった九州(KS)でのFの解析雨量に対する誤差で、 $(F[NHM]-F[解析])/F[解析]$ で定義した。NHMは比較的小さい予測誤差で強雨頻度を表現していることがわかる。しかし、図3(a)で、NHMは弱い雨に対して過少評価し、かなり強い雨に対して過大評価であることを示している。このような特性の結果として、例えば2時間降水量が100mm以上の降水頻度の誤差は10%程度とよい精度で評価される。

GW実験による温暖化による変化

図3(a)の結果を踏まえ、KSでの強雨頻度のGW実験での増加率を図3(b)に示した。それによると、強雨は増加傾向にあり、より強雨の指標ほど増加率が大きい。例えば図3(a)の誤差の小さい白線内に着目すると、増加率は多いところで2倍から3倍に達する。この他の地域では、SWではほとんど増加しないが、中日本(CJ)を含めた西日本で強雨あるいは豪雨頻度の増加が顕著であると予測された。(図略)

NHMの長期積分における問題

ここまで、NHMが強雨頻度を適切に表現できることを示したが、長期積分における問題も多く残されている。

- 1) 図4にRR実験(70日積分)における温度バイアスの時間変化を示している。6月中旬に下層の低温バイアス、上層の高温バイアスの蓄積がみられる。下層の低温バイアスは、6/20からの40日積分では、これほど大きなバイアス成長はみられない(図略)。したがって、このようなバイアス成長は7月にみられるバイアスというより、積分時間の長さが影響したものと考えられる。下層の低温バイアスの蓄積は、領域中央に高圧バイアスができ、側面スポンジ層付近で上昇流が顕在化し、流入した風が下層の低温バイアスを乗り越えるように抜けて、バイアスが解消しにくくなって起こったと推測される。この下層低温バイアスと上層の高温バイアスの原因は現時点ではっきりわかっていない。このようなバイアス成長の影響を緩和するためにGC, GW実験では積分時間を40日に限定している。
- 2) 低比湿バイアスは、1)の低温バイアスに関係して起こるが、その中心は計算領域の北側に偏っていた。これにより、北日本では強雨頻度が著しく少なくなっていた。この原因は、陸面過程にあると推測される。陸域を中心に地表面に高温バイアスが存在し、水蒸気は逆に負バイアスとなっていた。これは陸域の土壤水分量が適切でないために起こったと推測され、その結果風下側の北日本で水蒸気が少なくなった。
- 3) このほか、より適切な領域気候の再現のためには、たとえば放射過程や境界層乱流等の改良が必要と思われる。

参考文献

若月ほか, 2004: 高分解能非静力学モデルによる領域気候予測: JMA-NHMの長期積分実験の予測精度評(1), 2004年春季気象学会予稿集, p227

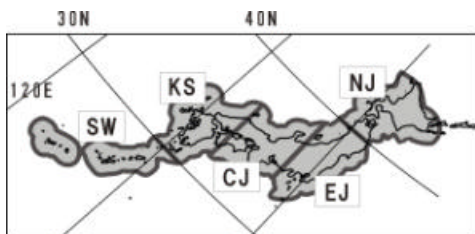


図1: 解析に用いた区分領域

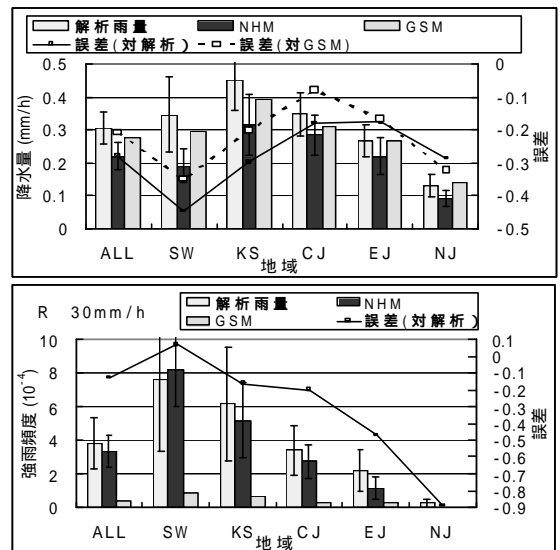


図2: 降水量(上)とR 30mm/hの降水頻度(下)の地域別比較。レーダアメダス解析雨量と現在気候 NHM 実験、GSM。実線は、解析雨量、GSMに対する誤差。

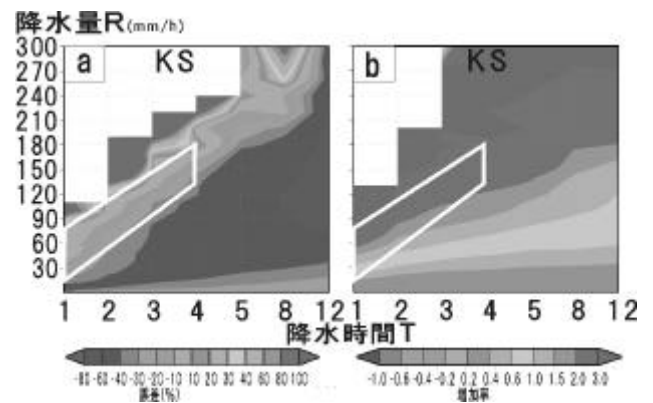


図3: 左は降水時間、降水強度別の強雨頻度Fの解析雨量に対する誤差(%). 右はGC実験のFに対するGW実験でのFの増加率。

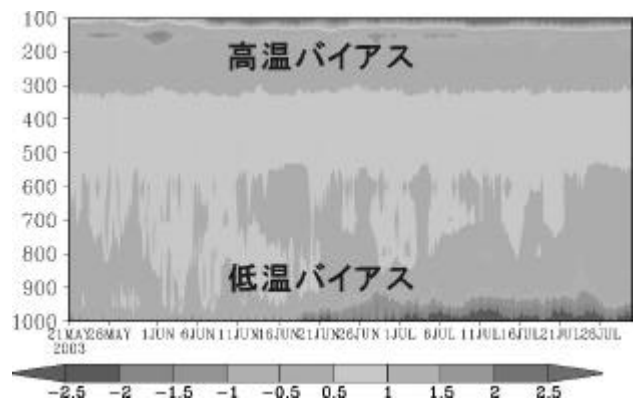


図4: RR実験(5/21から70日積分)での温度バイアスの時間変化。