

全球非静力学シミュレーションによる熱帯域降水の日変化特性とその水平解像度依存性

*野田 暁¹, 大内和良¹, 佐藤正樹^{1,2}, 富田浩文^{1,3}

¹海洋研究開発機構, ²東京大学, ³理化学研究所

1. はじめに

熱帯域の地表面降水の時間変化は顕著な日周期成分を持つことが知られている。従来型の様な水平解像度の低いGCMでは積雲対流を人為的なパラメタリゼーションによって計算しており、このことが熱帯域降水の日変化の再現性の向上を妨げる大きな要因となっている。Sato et al. (2008)は雲の運動を陽に計算する全球非静力学モデル(NICAM)を用いた全球14kmと7km、3.5km実験データを解析し、積雲対流パラメタリゼーションに依存しない高解像度全球モデルでは水平解像度の向上とともに、特に陸上の降水日変化の再現性が高まることを示した。本研究は彼らによって得られた知見をより向上させるために、この全球非静力学モデルにおいて熱帯の降水日変化がどのような機構を通じて発生しているのかを明らかにする。そして、熱帯域降水に関わる水平解像度の違いの特徴を詳細に調べ、水平解像度の違いによって生じる熱帯域降水の日変化特性の変化要因を明らかにする。

2. 実験設定

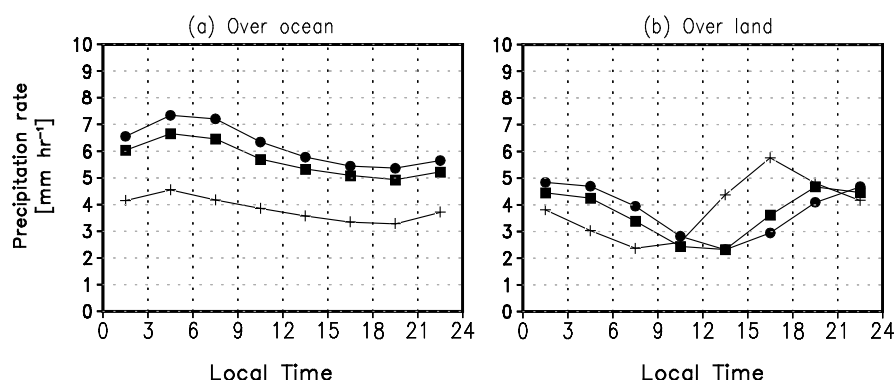
用いた数値モデルは NICAM である。水平解像度は全球ほぼ一様であり 7km(R7)と14km(R14)である。鉛直解像度は非均一であり最下層で 80m, 高度とともに線形に増加させ最上層(高度 38km)で 2.9km である。積雲対流パラメタリゼーションは用いず, Grabowski et al. (1998)によるバルク雲微物理を用いる。サブグリッドスケールの乱流輸送過程は MYNN レベル 2(Nakanishi and Niino 2006)を用いる。大気場の初期値は NCEP により提供されている 6 月 1 日 00UTC の全球解析値(1 度分解能)を与える。SST は Reynolds SST データ(空間方向に 1 度、時間方向に 7 日間の分解能)を与える。3 ヶ月間積分を行い、得られたデータを解析する。

3. 結果

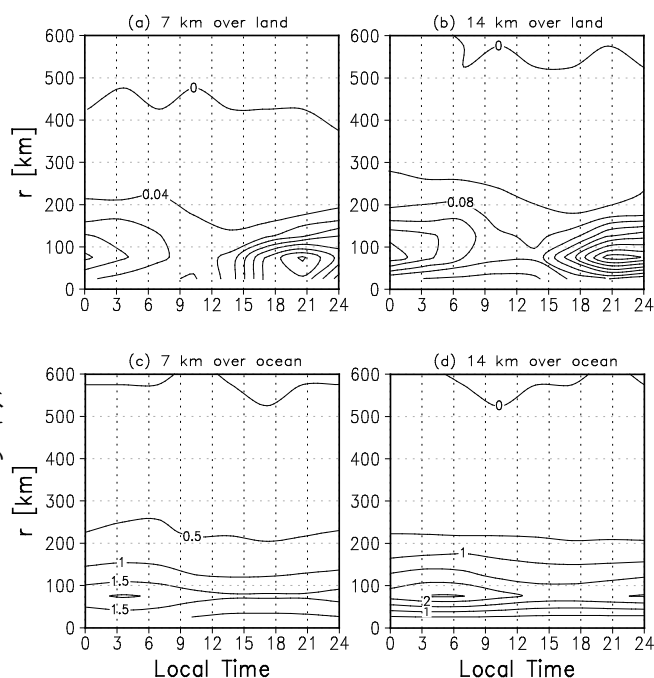
図1はTRMMによる観測結果とともにR7とR14における熱帯域の陸上と洋上の降水の日変化を示している。まず洋上についてみると、R7とR14は共に観測から得られている最大降水時間(0300LT-0600LT)と最大降水時間(1800LT-2100LT)をよく再現している。一方、陸上の結果をみると、観測結果では最大降水時間は1500LT-1800LTであるのに対してR7とR14はそれぞれ3時間と6時間程度遅れている。このことは水平解像度が低いほど降水発達時間の遅れが顕著になることを示唆している。積雲対流パラメタリゼーションを用いた従来のGCMでは最大降水時間の発生が早すぎるという問題点が指摘されているが(Lee et al. 2007)、7kmや14kmの格子を用いた全球非静力学モデルでは、それとは逆に、降水の発達が遅れるという傾向をもつ。次に最小降水時間についてみると、陸上の観測では0600-0900LTに起きているのに対してR7とR14は共に6時間程度遅れている。水平解像度に依存する違いは小さい。

R7とR14の間で最大降水時間の差が生じた要因を調べるために降水域サイズの日変化を調べた(図2)。R7の結果をみると1200LT頃より半径80km以下のスケールをもつ降水域の発達が始まる。そして2000LT頃に半径80km付近で一旦極値をとった後、明け方にかけて80km以下の比較的小さなサイズによる寄与の割合が減少し100km程度の領域の寄与が大きくなる。R14の結果をみると、半径200km以下の領域において顕著な日変化がみられるものの、1日を通じて常に80km程度のスケールをもつ降水領域が卓越しており、R7で確認された様な半径方向の顕著な日変化は見られない。洋上ではR7とR14とともに常に80km程度の半径を持つ降水域が1日を通じて最大となる。

以上より、陸上における最大降水時間の遅れが改善された要因は、明け方から午後の早い時間にかけてより小さな空間スケールを持つ対流とこれに伴って起こる降水が発達するためであると結論できる。発表では洋上において降水日変化の解像度依存性が小さかった要因も示す。



↑ 図 1: 熱帯域地表面降水 (10°S-10°N) の日変化。(a) 洋上と (b) 陸上における TRMM 3B42(+) と R7(■)、R14(●) の結果を示す。



→ 図 2: 熱帯域における地表面降水域の半径の日変化。陸上における (a) R7 と (b) R14 の結果について示す。単位は mm hr⁻¹ km⁻¹。(c) と (d) は (a) と (b) と同じ。但し、洋上について。