

CMIP3 マルチモデルにおける熱帯海洋上の非断熱加熱の鉛直構造

廣田 渚郎¹, 高藪 縁^{1,2}(1. 東大気候システム, 2.RIGC/JAMSTEC)

はじめに

熱帯の対流活動に伴う大気加熱の鉛直構造は大気大循環を決める上で重要であることが知られている (Hartmann et al. 1984; Wu 2003 など)。Takayabu et al. (submitted) は TRMM データの解析から、熱帯の対流活動に関わる大気加熱率 Q1-QR (見かけの加熱-放射加熱) の鉛直構造を調べている。その結果、環境場の大規模鉛直流が上昇流の地域では 500hPa と 800hPa 付近に 2 つの極大値を持ち、下降流域では下層でのみ大きな値を持つ。下降流域では、中下層に非常に乾燥した気層が見られ、乾いた空気のエントレインメントが、対流が深くなることの抑制として働く可能性を指摘した。

本研究では、CMIP3 の 22 種類の大気海洋結合モデルによる 20 世紀再現実験における非断熱加熱の鉛直構造の再現性を調べ、その構造と環境場の大規模鉛直流や相対湿度の関係を考察する。

データと解析手法

PCMDI で公開されている CMIP3 のデータ、及び JRA25、ERA40 再解析データを 2.5 °間隔グリッドに線形内挿して使用する。解析は 1979-2000 年の 9-11 月について、熱帯海上 (30 °S-30 °N) で行う。Q1 は日平均の東西風、南北風、気温データから評価する。この時、鉛直流 ω は連続の式を用いて 100hPa でゼロとなるように見積もる。また、この期間の QR は JRA のものしか利用できなかったため、Q1-QR の QR は全て JRA のものである。特に対流に伴う加熱と環境場の関係を調べたいので、日平均降水量が 2mm 以上のグリッドのみで、日平均データを 3ヶ月平均した結果を示す (条件付平均)。

結果と考察

図 1 に 1979-2000 年の 9-11 月平均の Q1-QR の鉛直構造を、大規模鉛直流が上昇流と下降流の地域で別々に示す。実線で示す 22 のマルチモデル平均の Q1-QR で

は、TRMM で見られた上昇流域の 500hPa と 850hPa 付近の極大や、下降流域の下層に抑制された構造が表現されている。

次に、下降流域における、対流活動の下層への抑制と環境場中下層の相対湿度との関係を調べた。下層への抑制の強弱を 500hPa と 850hPa の Q1-QR の比 (Q1rc500/850) で表し、環境場の 600hPa 相対湿度 (RH600) との関係を図 2 に示した。1 つ 1 つのモデル内では、RH600 が 35% 以下の地点で、大気中下層が乾燥するほど、対流が下層に抑えられる。この傾向は解析した 22 モデル、JRA、ERA に共通して見られる。ただし、Q1rc500/850 の大きさはモデル間で大きくばらつく。

Q1-QR の鉛直構造のモデル間の違いを考察するため、図 3 に各モデルの Q1rc500/850 と RH600 との散布図を示す。Q1rc500/850 と RH600 に有意な関係はなく、モデル間の違いは、相対湿度の違いだけでは説明できない。これは図 2 のばらつきの大きさと整合的であり、ここには、パラメタリゼーションの特徴が反映されている可能性が考えられる。

図 3 の丸印は Arakawa and Schubert (1974) を基とする積雲パラメタリゼーションを用いたモデルを示す。これらのモデルは Q1rc500/850 が他のパラメタリゼーションのモデルと比べて大きく、中下層の乾燥による抑制効果が比較的弱いことが示唆される。一方、これらの AS タイプのモデルに限ると、Q1rc500/850 と RH600 の相関係数は 0.84(有意) であり、モデル間の鉛直構造の違いは相対湿度の違いと対応することが示される。鉛直構造のモデル間の違いを理解するために、更に、積雲パラメタリゼーションとの関係を議論したい。

謝辞: 本研究は、環境省の地球環境研究総合推進費 (S-5-2) の支援により実施された。

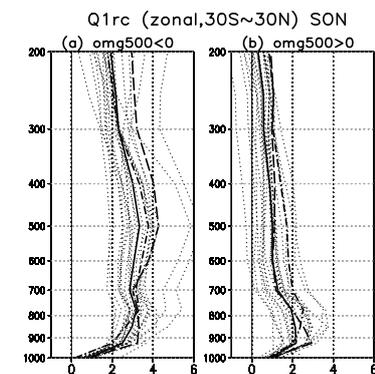


図 1: (a) 上昇流域と (b) 下降流域の Q1-QR (K/day)。実線が 22 のマルチモデル平均、破線が MIROC (高解像度版)、点・破線が MRI、点線がその他のモデルと JRA と ERA である。

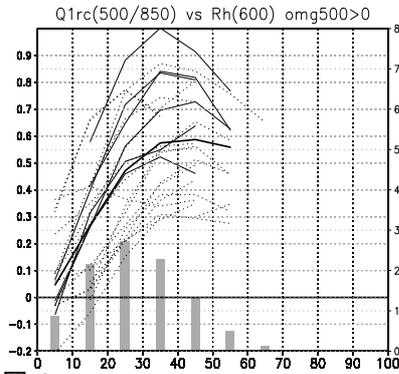


図 2: 下降流域における、RH600(%; 横軸) に対する Q1-QR の 850hPa と 500hPa の比 (縦軸)。棒グラフはそれぞれの相対湿度をもつグリッド数の割合 (%)。太線がマルチモデル平均、実細線が AS タイプ、点線がその他である。

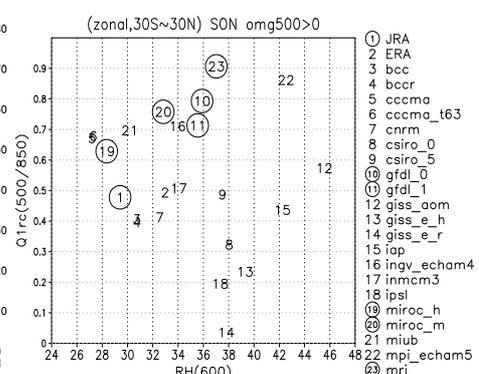


図 3: 下降流域における、各モデルの Q1-QR の 850hPa と 500hPa の比 (縦軸) と RH600(%; 横軸)。丸印は Arakawa and Schubert (1974) を基とする積雲パラメタリゼーションを用いたモデル。