

# 熱帯大気大循環と雲の放射影響力の関係性に関する気候モデル再現性

市川 裕樹<sup>1</sup>、増永 浩彦<sup>2</sup>、對馬 洋子<sup>3</sup>、神沢 博<sup>1</sup>

(1: 名大・環境学研究科、2: 名大・地球水循環研究センター、3: Met Office Hadley Centre)

**はじめに** 熱帯・亜熱帯域においては、雲・降水システムが地球放射収支と密接に関連することが指摘されている(Ramanathan and Collins 1991, Lindzen et al. 2001 など)。発生する個々の雲・降水システムの特徴は、大気循環場レジームにより大きく異なり、それに伴う雲の放射影響力(Cloud Radiative Impact: CRI)も大きく変化する(Bony et al. 2004)。興味深いことに、対流活動が著しく活発であると思われる、海面水温が 28°C を越える地域では、短波放射(Shortwave: SW)に対する CRI (SWCRI) と長波放射(Longwave: LW)に対する CRI (LWCRI) の比は、大気中層の鉛直流強度によらずほぼ一定の値をとることが Yuan et al. (2008) により示されている。本研究では、Yuan et al. (2008) で示された大気循環場と CRI との関係性のモデル再現性を調べるとともに、その背景にある物理機構を探る。

**使用データと解析方法** 本研究では、IPCC AR4 に貢献した大気海洋結合大循環モデルのうち、16 個の気候モデルによる 20 世紀再現実験データを用い、解析を行った。1985 年から 1994 年までの 10 年分の月平均データから得られる平均的な統計値を観測データと比較した。モデルと比較する観測データとして、ERBE(放射フラックス)、ERA40(500-hPa 鉛直流)、HadISST(海面水温)の各データを使用した。観測データにおける統計値の算出においては、1987 年 9 月から 1990 年 2 月までの 2 年 6 ヶ月分の月平均データを使用した。

本研究では、Yuan et al. (2008) に基づき、熱帯海洋上(30S-30N)において海面水温が 28°C を越える地域を解析対象とした。高度 500 hPa における気圧座標系の鉛直流( $\omega$  500)を大気循環場の指標とし、 $\omega$  500 の強度幅 10[hPa/day]ごとに以下の変数の平均値を算出し、モデルの再現性評価を行った。

- SWCRI [ $W/m^2$ ]  $\equiv$  SW(晴天) - SW(全天)
- LWCRI [ $W/m^2$ ]  $\equiv$  LW(晴天) - LW(全天)
- N  $\equiv$  -SWCRI / LWCRI
- NetCRI [ $W/m^2$ ]  $\equiv$  SWCRI + LWCRI

**結果** 図 1(a)は、 $\omega$  500 と N との関係性を観測データとモデルデータと比較したものである。観測データにおける N は、鉛直流強度によらずほぼ一定であり、この結果は、1985 年から 1989 年までの 5 年分のデータを用いた Yuan et al. (2008) の解析結果に一致する。一方、モデルにおける N は、強上昇流域では観測データとほぼ同程度であるものが多いが、上昇流が弱まり下降流が強まるにつれ全般的に大きくなる傾向にある。モデル平均において、N の上昇流弱・下降流強に伴う指数関数的増加は明らかであり、弱鉛直流域では観測データとの間に大きな差異が見られる。

CRI と大気循環場との関係性のモデル再現性をさらに詳しく調べるために、NetCRI(図 1b)・SWCRI(図 1c)・LWCRI(図 1d)それぞれについて、 $\omega$  500 との関係性を解析した。以下の記述では、CRI については、すべて絶対値を指すこととする。観測データにおける NetCRI は、上昇流弱・下降流強に伴い減少する。モデルにおける NetCRI は、鉛直流強度に関わらず、値・変化率とも

にモデル間のばらつきが大きい。モデル平均では、すべての鉛直流強度において NetCRI の過大評価が見られる。強上昇流域( $\omega$  500 < -30 [hPa/day])においては、鉛直流強度が弱まるにつれてモデル平均の NetCRI は減少する。強上昇流域での鉛直流強度に対する NetCRI の変化率は観測データと同程度である。一方、弱鉛直流域(-30 <  $\omega$  500 < 20[hPa/day])においては、上昇流弱・下降流強化に伴いモデル平均の NetCRI は増加し、観測データの結果と相反する。

N および NetCRI のモデル再現性能を、SWCRI・LWCRI の再現性能に遡って検討してみる。各モデルにおいて、SWCRI・LWCRI の鉛直流強度に対する変化率は概ね再現されている。また、SWCRI・LWCRI とともに、モデル平均値は  $\sim 10 W/m^2$  の範囲で再現されている。しかし、モデル間では、SWCRI・LWCRI とともに鉛直流強度に関わらず観測データとの間に  $\sim 30 W/m^2$  のばらつきがある。N および NetCRI の再現性能が比較的高い強上昇流域においても、SWCRI・LWCRI が必ずしも適切に再現されているわけではない。特に、 $\omega$  500 < -60[hPa/day]では、SWCRI・LWCRI を過大評価しているモデルが多く、互いの再現性エラーの打ち消しあいにより、N および NetCRI の再現性能が高くなっているモデルもある。一方、弱鉛直流域においては、SWCRI を上昇流弱・下降流強化に伴い過大評価するモデルが多くなる傾向にある。また、LWCRI を、モデルは、モデル平均で明らかのように、全般的に過小評価している。これらの SWCRI および LWCRI の再現性エラーの相乗効果により、図 1(a)(b)において N および NetCRI は過大評価されたことになる。弱鉛直流域については、モデルは、観測に比べ、雲の光学的厚さが厚く、また、上層雲の広がり小さい傾向にあることが示唆される。講演では、降水効率など雲形成に関わる水循環過程と併せて議論する予定である。

**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。

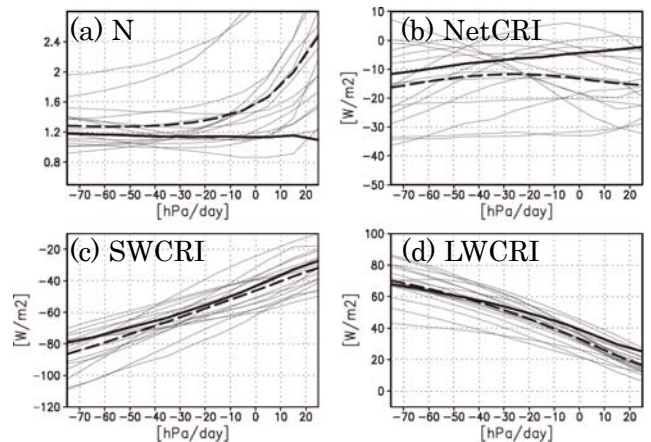


図 1:  $\omega$  500 と (a) N, (b) NetCRI, (c) SWCRI および (d) LWCRI との関係性(太実線: 観測、太破線: モデル平均、細実線: 各モデル)。