

CMIP3 マルチモデルにおける熱帯大規模上昇流域での降雨・上層雲の再現性

市川 裕樹¹、増永 浩彦²、神沢 博¹(1:名大・環境学研究科、2:名大・地球水循環研究センター)

はじめに

地球の水・エネルギー循環の中心を担う雲・降水の変動は、気候モデルにおける再現性が難しく、またその将来予測においても不確実性が大きいと言われる部分の1つである。特に対流活動が活発な熱帯域においては、対流雲の発生とそれに伴う降水が高頻度で生じており、雲・降水活動の気候モデルにおける再現性評価は非常に重要である。過去の研究において、雲・降水のマルチモデル比較が個々の要素においてなされており(Dai 2006、Su et al. 2006 など)、再現性の良い部分と問題点とがそれぞれ指摘されている。しかしながら、これら降雨・雲活動が大規模循環場を介して互いにどのように結びついており、それがどのように気候モデルにおいて再現されているかは詳しく調べられていない。そこで本研究では、熱帯域、特に対流活動が活発な地域に注目し、力学場と降雨・上層雲の結びつきを明らかにするとともに、その気候モデル再現性について比較解析を行った。

使用データと解析方法

本研究では、IPCC AR4 に提出された大気海洋結合大循環モデルのうち、19 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。モデルと比較する観測データとして、ERA40(風速場)、GPCP(降雨量)、ISCCP(雲氷量)の各データを使用した。モデル・観測ともに、1984 - 1999 年までの計 16 年間の月平均データを使用した。大気循環場と降水・上層雲の関係を調べるために、以下のような合成解析を行った。まず、大規模上昇流に伴うと考えられる対流圏上層 200 hPa における発散場の中心を各月ごとの生データを用いて抽出する。そして、その発散場の中心を基準として雲・降水の各要素をコンポジットする。コンポジットに際しては、実際の月平均データから各月ごとに 16 年平均した値を差し引いた偏差データを用いた。この結果得られる合成図における各要素の分布や量的関係を比較解析した。今回は特に西部太平洋に着目した。

結果

図 1 は、観測データを用いて対流圏上層発散場を中心に降雨量をコンポジットしたものである(等値線; 発散)。コンポジットの基準となった発散場は、中心のピークからやや東部で強くなる傾向を示す。それに伴い、降雨域は発散中心から東に向かって伸びていることがわかる。降雨域の東部への広がり、気候場において西部太平洋から ITCZ が東に伸びることに関連している。このような合成図を雲氷量についても作成し、また、気候モデルデータについても同様のコンポジット解析によって合成図を作成し、観測データとの比較を行った。

気候モデルにおける各要素の分布の再現性評価を行うために、各コンポジットデータについて東西方向 2000 km 内での「分散(分布の広がり)」および「ゆがみ(分布の非対称性)」を算出し、観測データと比較した(図 2 ; 各統計値は発散中心から南北 ± 350 km で平均した上で算出した)。降雨・雲氷とも、モデルでは観測に比べ分散が小さいことがわかる。つまり、モデルでは発散中心に各物理量が局所的に集中している。一方、ゆがみについては、観測データによる降雨・雲氷量が負の値をとる(西

にゆがむ)のに対して、モデルデータでは、降雨量は全般的に負の値をとるが、雲氷量はゆがみが小さいか正の値を持つ。モデル内では発散中心近傍でのみ深い対流活動に伴う多量の雲氷量発生と降雨生成がもたらされ、発散域周辺における雲氷の水平輸送再現性はモデルによりばらつき、その分布は観測とかけ離れている。

発散中心域での降雨過程をさらに詳しく調べるために、下層収束と降雨量の関係性を調べた(図 3)。下層収束と降雨の相関が高いモデルほどもたらされる降雨量が多くなっている。多くのモデルにおいて降雨量は観測データと同程度である。その一方で、降雨量と下層収束との相関はすべてのモデルが観測データよりも大きく、モデルでは降雨量が下層収束に過剰に依存していると考えられる。現実大気では下層での大規模収束以外の要因により降雨が多くもたらされており、どのような気象要素が降雨発生に寄与しており、それらがモデル内でどのように再現されているかを他地域との比較を含めてさらに調べる予定である。

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。

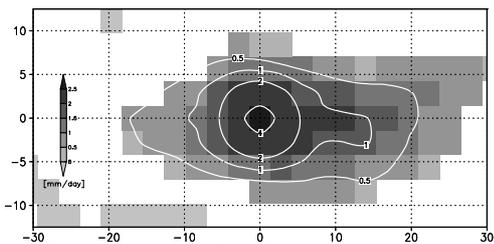


図 1: 観測データを用いて発散場中心を基準にコンポジットした降雨量の合成図(信頼限界 95% の部分のみ、等値線; 発散 [1/1000000 s])。縦軸、横軸は発散中心からの相対距離 [× 100 km] を示す。

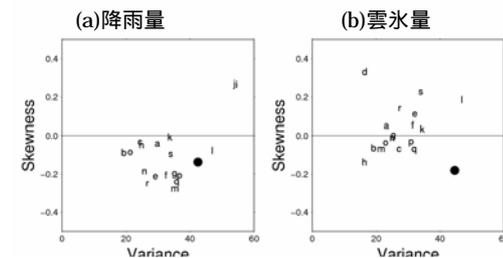


図 2: 発散中心から東西 2000 km 内での分散(横軸)とゆがみ(縦軸)の散布図。a ~ s はモデルデータ、黒丸は観測データ。

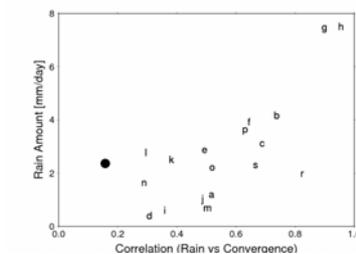


図 3: 上層発散中心の水平位置での降雨量と下層(850 hPa)収束の相関係数(横軸)と降雨量(縦軸)の散布図。a ~ s はモデルデータ、黒丸は観測データ。