

大西洋赤道冷水舌が南アメリカ降水帯に与える影響 ：気候モデルにおける再現性

谷本陽一¹・梶谷卓志²・岡島秀樹³，大島和裕¹，謝尚平⁴

1:北海道大学大学院地球環境科学研究院，2:北海道大学大学院地球環境科学研究科（現：四万十市）
3:海洋研究開発機構地球環境変動領域，4:ハワイ大学国際太平洋研究センター/気象学科

1. はじめに

南アメリカ大陸上の降水帯は、南アメリカモンスーンのオンセットである10月頃に南緯10度付近を中心として出現する。その後は、太陽南中高度の極大を迫るように降水帯は徐々に北上し、翌年の春分(3月)には赤道上に、最終的に翌年の7月頃にはカリブ海付近まで達する。一方、7月以降、太陽南中高度の極大は南下するものの、降水の極大はカリブ海に留まり、秋分(9月)に赤道上を通過せず、10月に突発的なオンセットとして南アメリカ大陸上にジャンプする。このように、南アメリカ域における降水帯は北向き進行と南向き進行の間に明瞭な非対称性をもつ。この特徴は南アメリカ大陸域に固有であり、アフリカ大陸域における降水帯の南北進行はほぼ対称である。

本研究では、大西洋の西岸と東岸に位置する大陸上における降水帯の季節変化に明瞭な違いをもたらす要因を調べた。

2. 使用データ、数値実験

降水帯の気候学的な季節変化を捉えるために、熱帯降雨観測衛星 (TRMM) の降水量データ (3B43)、JRA-25再解析の気温、湿度、風向風速データを調べた。いずれも1998-2007年の10年平均を気候値として用いる。

また、降水帯に与える海面水温の影響を調べるために、CCSR/NIES AGCMを用いた2つの数値実験を行った。第1の実験ではAMIPで用いられる海面水温の月別気候値を境界条件とした(標準実験)。第2の実験では、大西洋における赤道年周期変動の振幅を人為的に減衰させ、6-10月期に赤道冷水舌が出現しない海面水温場を境界条件として与えた(赤道年周期変動抑制実験)。積分期間は20年でそのうち最後の16年平均をモデル気候値として用いる。

さらに、諸々の気候モデルにおいて降水帯の特徴が再現されているかを調べるために、IPCC AR4に用いられた15のCMIP3気候モデルの20世紀気候再現実験データに基づき、降水量、海面水温・地表面温度、気温、湿度の最後の20年分を気候値として用いた。

3. 結果

図1aに標準実験における南アメリカ大陸上の西経60-50度で平均した降水量と地表面相当温位の緯度-時間断面図を示す。月間200mmを超える降水帯が10月から7-8月にかけて徐々に北上するのに対し、南進はほとんど見られない。また、降水量の極大域は地表面相当温位の極大とほぼ一致しており、これらの

特徴は観測事実(図省略)をよく再現している。

太陽南中高度の極大は3月と9月に赤道上に位置するが、3月の相当温位は極大であるのに対し、9月はむしろ極小となっている。この低相当温位は、大西洋で発達する赤道冷水舌から南アメリカ大陸上への東風移流により形成されていると考えられる。

一方、赤道年周期変動抑制実験(図1b)では、3月における降水量と地表面相当温位が標準実験に比べ減少し、9月は逆にこれらの変数が増加している。このため、抑制実験における降水帯の南北進行における非対称性は標準実験ほど明瞭ではない。

4. 考察

9月における現実の海面水温は、カリブ海や北大西洋では1年の内で最大値となる一方で、赤道上では冷水舌の発達のため最小値に近い。このため、西経50-60度の地表面相当温位は赤道上で極小となり、降水帯は9月になっても赤道に向かって南進せずカリブ海上に留まる。海面水温の赤道年周期変動を大西洋で抑制すると、南アメリカの赤道付近で見られた地表面相当温位と降水量の極小は消滅する。

CMIPモデルのうち、いくつかのモデルでは大西洋における赤道冷水舌の発達が再現されない。このような気候モデルでは、南アメリカ大陸上における降水帯の季節変化に関する再現性が良くない傾向にある。

アフリカ大陸上における降水帯の南北進行では、標準実験と抑制実験との間に大きな差はなく、どちらの実験においても北向き進行と南向き進行は観測と同様に対称となっている。これらの結果は、大西洋の海面水温場における赤道年周期変動が、平均東風移流の効果を通して西岸に位置する南米大陸上の降水の季節変化に影響を与えることを示している。

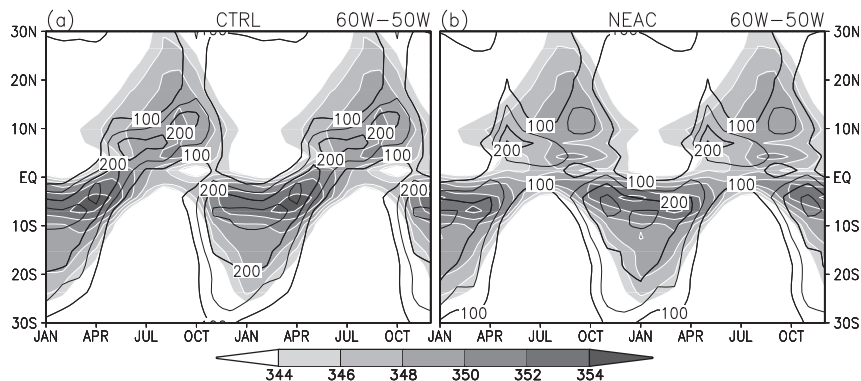


図1:(a)AGCM標準実験における西経50-60度で経度平均した降水量(等値線、50mm month⁻¹間隔)と地表面相当温位(陰影、2K間隔)の緯度-時間断面図。(b)(a)と同じ。ただし、赤道年周期変動抑制実験における結果。