

南米大陸の標高改変がもたらすモンスーン及び南大西洋収束帯の変化

花田淳司(富山大・理)・*川村隆一(富山大院・理工)・鬼頭昭雄・荒川 理(気象研・気候)

1. はじめに

南米大陸における夏季モンスーンの季節進行は特異で、必ずしも Abrupt onset と Slow withdrawal の特徴はみられず、ブラジル北東海岸部ではむしろ雨季の終了が急激である(原口ほか, 2004 秋季 P350)。一方、南米大陸上のモンスーン降雨帯から南大西洋へと南東方向へ延びる南大西洋収束帯(略して SACZ)の形成も特徴的な現象である。南アメリカ(SA)モンスーン及び SACZ の形成ならびに季節進行には大陸配置に関連して大気陸面相互作用や大気海洋相互作用が複雑に絡み合っていると予想される。しかしながら、それぞれの相互作用のプロセスがどのように寄与しているのか依然として未解明のままである。

そこで本研究では、特に大気陸面相互作用の観点から、大循環モデルにおいて山岳の標高を改変することで、南米大陸の大規模山岳が SA モンスーンや SACZ の形成等にごのような役割を果たしているのかを明らかにすることを目的とする。

2. 使用モデル及び実験内容

気象研究所の全球大気海洋結合モデル(Yukimoto et al. 2001)のバージョン 2.3.2 (MRI CGCM 2.3.2)を用いて南米大陸の標高改変実験を行った。具体的には、南米大陸周辺(13N-60S, 90W-30W)の標高を、現在の標高に対して60%(略して M60 ラン)、30%(M30 ラン)、0%(M00 ラン)に改変して、各々30年間の長期積分を実行した。並行してコントロールラン(標高100%; M100 ラン)も実施し、各数値実験を比較対照することで標高改変のインパクトを評価した。

3. SA モンスーン降雨帯の季節進行の再現性

アマゾン川上流域、ブラジル高原地域、ブラジル北東海岸部の3地域におけるモンスーン降水量の季節変化を観測と M100 ランで比較すると、降水量の極大時期が地域によっては1ヶ月程ずれていたが、モンスーン開始から終了までの季節進行は概ね良く再現されていた。特にブラジル北東海岸部では内陸部より遅れて緩やかにオンセットし、終了が急激であるという興味深い特徴も再現されている。ただ、モデルではアンデス山脈の東側で降水量が少なく、東西方向に降雨帯がスプリットする傾向が強くみられた。

4. SA モンスーンの形成に係る標高改変のインパクト

原口ほか(2004)が指摘した、モンスーン開始期の内陸部降雨域と大西洋 ITCZ のスプリット構造、終了期のブラジル北東海岸部の降雨域と大西洋 ITCZ の一体化、という季節進行にみられる非対称性は M00 ランでも再現されていた。その意味で、南アメリカモンスーンの季節進行にみられる非対称性の出現には、大規模山岳の存在は必要条件ではないと考えられる。

一方、標高改変の影響はアマゾン川上流域、ブラジル高原地域のモンスーン降水量に及ぼしており、標高が減少するにつれて、両地域共にモンスーンの開始が遅れ、終了も早くなり、雨季の総降水量も有意に減少した。しかし、興味深いことに、ブラジル北東海岸部の雨季については降水量の変化はほとんどみられなかった。M100 ランと M00 ランとの差から、アンデス山脈の存在は、周辺地域の下層の低気圧性循環、対流圏上層の高気圧性循環を生み出すと同時に、山脈東側のアマゾン川上流域への南向き水蒸気輸送の強化とそれに伴う積雲対流活動の活発化をもたらしていると考えられる。

5. SACZ の形成に係る標高改変のインパクト

M100 ランでは SACZ に伴う降雨帯は再現されているが、CMAP 降水量と比較すると、南大西洋上で若干降水量が少ない傾向がみられる。標高改変の影響は SACZ の形成にも及ぼしており、標高が減少するにつれて、ブラジル高原から南大西洋上へ延びる降雨帯は不明瞭になることが見出された(図1参照)。

大規模山岳の存在は、SA モンスーンの降雨帯を高緯度側へシフトさせ(図1)、その移動に伴い対流圏下層ではアンデス山脈からブラジル高原南方にかけて広範囲にわたる低気圧性循環を生じさせる。一方で、対流圏上層ではアンデス山脈上で高気圧性循環、その東の南大西洋上で低気圧性循環、高気圧性循環の形成にも関与している。南大西洋上の順圧構造をもつ高気圧偏差とモンスーン域下層の低気圧偏差の共存が、下層の水蒸気収束を通して SACZ の形成に寄与していると考えられる(図2参照)。

現在の標高(M100 ラン)になると、なぜ南大西洋上で順圧的な高気圧偏差が生じるのかが SACZ の形成にとって重要な点の一つであるが、アンデス山脈の存在が、周辺の積雲対流活動を活発化させることで対流圏上層に新たな熱源を生み出し、定在ロスビー波の伝播により、高気圧偏差が定常的に誘引された可能性があげられる。

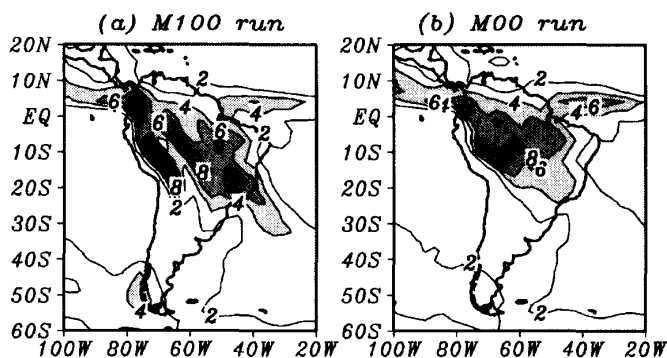


図1 南半球夏季(12月)の降水量分布(mm day⁻¹)。 (左図)M100ラン、(右図)M00ラン。

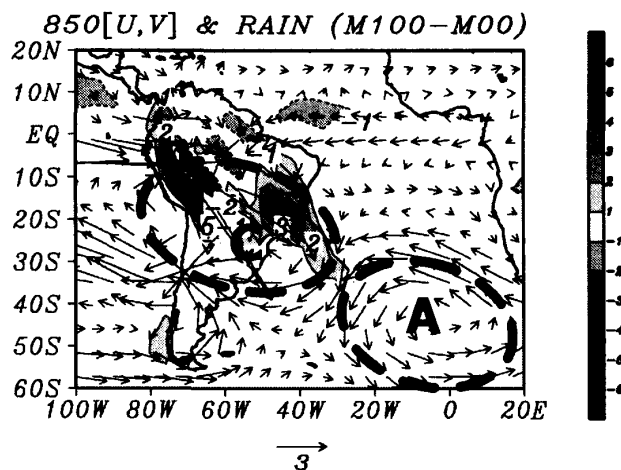


図2 12月の850hPa水平風ベクトルおよび降水量(mm day⁻¹)分布。ただし、M100ランとM00ランとの差(M100-M00)。