

## 要旨

海洋大陸は、赤道域の中でも特に積雲対流活動が活発な地域であり、それに伴う潜熱の放出は全球の循環に影響を与える。海洋大陸の西端に位置するスマトラ島の西岸では、沿岸域の海側に降水の極大を持ち、その極大値は年間 4000 mm を超えるという特徴を示す。この降水分布が沿岸域で極大となる沿岸降水帯のメカニズムに関しては、海上の広範囲の観測データを得ることは難しいことから、理解には至っていない。また、一般的に大気大循環モデル (GCM) は、このような降水量や降水分布を適切に再現できない。さらに、積雲対流を陽に表現する雲解像モデルも、降水分布が適切に再現できる場合と、できない場合があり、その原因は明らかにはなっていない。

本研究では、水平解像度 3.5 km の雲解像モデルを用いて、スマトラ島西岸をターゲットに様々な数値実験を行い、降水分布の再現性の違いを調べた。計算領域は、東インド洋からスマトラ島を含む東西 85E-115E、南北 12S-6N に設定した。計算期間は、2015 年 11 月 22 日から 12 月 7 日の 15 日間である。初期値、境界値には NCEP-FNL (National Centers for Environmental Prediction-Final Analysis) を使用した。

標準実験では、沿岸域における降水の極大は再現されず、スマトラ島西岸の海上で鉛直積算した大気中の水蒸気量 (CWV) のドライバイアス、及び外向き長波放射 (OLR) の過大バイアスがみられた。熱帯海洋上では、一般的に CWV と降水量は比例の関係があることが分かっている。そこで降水分布の再現性に関して、CWV のドライバイアスに着目し、鉛直積算した FMSE 収支の式を基に、放射加熱と地表面からの熱フラックスに関する感度実験を行った。放射加熱に関わる実験として、上層の雲氷の混合比を増加させ、その平均粒径を温度依存させるようにした実験 (ICE 実験)、水雲の平均粒径を小さくした実験 (CLOUD 実験)、雪・霰の平均粒径を小さくして層状性の降水域を維持しやすくした実験 (WW14M 実験) を行った。これらの実験では、いずれも他の条件が同じなら、放射加熱の正偏差 (それに伴う CWV の増加) が期待される。また、地表面フラックスに関わる実験として、海面温度を客観解析値から衛星を用いて解析されたデータセットへ入れ替えた実験 (SST 実験)、降水に伴う水平風の運動量の下層への輸送を強化した実験 (NOR10 実験) の 2 つを行った。更に、初期値・境界値を NCEP-FNL からヨーロッパ中期予報センターによる最新の再解析データに入れ替えた実験 (ERA5+SST 実験) も行った。

放射加熱に関する 3 つの実験の内、ICE 実験では、スマトラ島西岸の海上全域にわたって、期間平均した CWV の増加がみられたが、WW14M では予想とは逆に減少傾向となっていた。地表面フラックスに関する実験の NOR10 実験では、海上全域にわたって CWV の増加、SST 実験ではスマトラ島の南西の沿岸域で CWV の増加がみられた。しかし、これらの 5 つの実験では、いずれも沿岸域で降水の極大となる沿岸降水帯の再現性は不十分であった。また、ERA5+SST 実験においても沿岸降水帯は再現されず、初期値・境界値が本質的な問題でもないことも分かった。

そこで本研究では、これらの 6 つの内いくつかを組み合わせた複合感度実験を、さらに 4 つ行った (ICE+SST 実験、ICE+NOR10 実験、SST+NOR10 実験、ICE+SST+NOR10 実験)。その結果、ICE+SST 実験が沿岸域における降水の極大を最もよく再現した。また ICE 実験を含む感度実験は、どれも海岸線に近い所で降水の極大の再現性が向上する傾向があった。そこで、計算期間の平均的な日周期の様子を詳しく調べたところ、陸域における対流活動の日周期を起源とする雲氷が上層の東風によって海上に移流され、それに伴い 10 km より下層で水蒸気が増加することによって沿岸域で降水が増加する、という陸域と海洋域が相互に関係しあった沿岸降水帯の形成メカニズムが示唆された。