

YMC 集中観測期間中にスマトラ島西岸域で観測された降水沖合伝播の再現シミュレーション

Numerical Simulation of Precipitation Offshore Migration Observed on the Western Coast of Sumatra Island during the YMC Campaign

○柳瀬友朗・竹見哲也

○Tomoro YANASE・Tetsuya TAKEMI

In this study, we investigated the phenomenon of precipitation offshore migration which occurs over the coastal region of the tropical maritime continent—one of the places with the most abundant precipitation amount. The local precipitation process there is largely characterized by the complex interaction among diurnally varying solar radiation, land-sea contrast, and moist convective processes. The recent in-situ observational studies showed that the occurrence of nighttime precipitation migration depends on environmental conditions. Our numerical simulation basically well reproduced the precipitation variability such as the occurrence timing and propagation property. Surface air temperature exhibit not only a typical diurnal cycle pattern due to land-sea contrast but also propagation pattern of negative anomaly from land to sea parallel to precipitation pattern. The latter suggests that cold pools driven by evaporation of falling hydrometeor play role in the propagation dynamics. The factors determining whether the offshore migration occurs or not on a particular day should be explored further with detailed analysis of the relationship among vertical wind shear, cold pool, and gravity wave propagation property.

1. はじめに

海大陸域は地球上で最も降水量が多い地域の一つであり、気候システムにおいて重要な役割を果たす(Yamanaka et al. 2018)。沿岸域における降水システムは海陸コントラストのもと特徴的な日変化を示すことが知られており(Mori et al. 2004)、衛星観測・現地観測・数値モデル実験などによって数多くの研究がなされている。

近年スマトラ島西岸域における集中観測を通じて、夜間の降水沖合伝播メカニズムについて、新たな知見が得られている(Yokoi et al. 2017, 2019)。そこで本研究では、観測研究で示唆された降水伝播のメカニズム(例えば、浅い重力波伝播や鉛直シアの役割)の理解を深めるために、領域大気モデルを用いた再現数値シミュレーションを行った。特に、最新の観測研究(Yokoi et al. 2019)と比較するために、YMC-Sumatra 2017 集中観測期間(YMC17)において降水沖合伝播が観測された日・されなかった日の再現性に着目する。

2. 実験設定

再現シミュレーションには領域大気モデル SCALE-RM version 5.3.6(Nishizawa et al. 2015; Sato et al. 2015; Yoshida et al. 2017)を使用した。図1に示すように計算領域はドメイン1-3まで用意し、1方向ネスティングした。水平格子幅はそれぞれ、9-3-1 kmである。初期値・境界値はNCEP-FNL(1°, 6 h)から作成し、計算は2017年12月1日から30日間行った。物理過程として1モーメントバルク型雲微物理スキーム、MYNN level 2.5 乱流スキーム、陸面・海面・都市過程を含む表面スキーム、および広帯域型放射スキームを用いた。なお、ドメイン1のみKain-Fritsch積雲パラメタリゼーションを用いた。

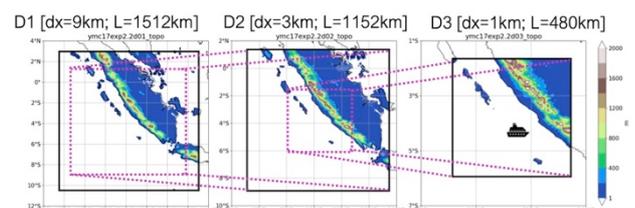


図1 再現シミュレーションに用いた計算領域。ドメイン3の船印はMiraiの観測位置を示す。

3. 結果

まず図2に示すように、Mirai レーダーで観測された夜間の降水沖合伝播については、モデルは日毎の有無の観点でよく再現できたと言える。なお、観測に比べてドメイン1は降水量が過多であるが、ドメイン2,3は同程度でやや過少であるように見える。ドメイン3の1kmまで高解像度化することに利点があるかどうかは、この事例(設定)では不明瞭である。

次に、海陸のコントラストと太陽放射の時間変化に起因する日変化に注目するため図3に地上2m気温の変化を示す。図3aの右端の陸域において昼間に高温偏差・夜間に低温偏差となる典型的なパターンが確認できる。特に沖合伝播が顕著な12月18-20日(紫破線矢印)において日変化が明瞭に見える。また、降水の沖合伝播パターンと連動して、低温偏差も伝播しているように見える。降水物質の蒸発冷却に伴う冷気プールの存在を示唆する。

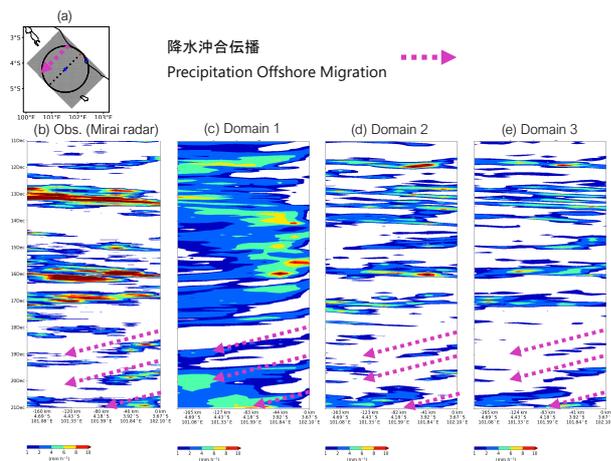


図2 (a) 評価領域(ハッチをかけた範囲でモデルの降水を評価)。黒円はMirai レーダー観測範囲、赤点が原点。各黒点に近いデータごとに平均化する。(b) 海岸線直交軸(陸向き正)-時間断面における地表降水の観測値(レーダー)。期間は

2017年12月11-20日に限定。(c)-(e) (b)と同じだがモデル値(ドメイン1-3)。

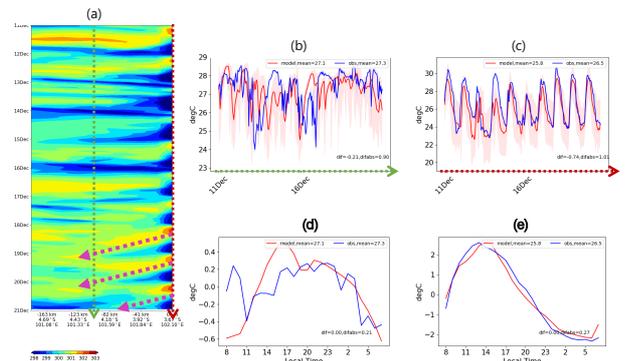


図3 (a) 図2(d)と同じだが値は2m気温。緑矢印・赤矢印はそれぞれMirai・Bengkulu観測地点。(b) Mirai観測地点における2m気温の時間発展。青線は観測値、赤線はモデル値(ドメイン2)。薄い赤で観測点に近いモデル領域における値を表示している。(c) (b)と同じだがBengkuluにおける値。(d) (b)と同じだが日偏差コンポジット。(e) (d)と同じだがBengkuluにおける値。

4. 議論

初期結果としてモデルは観測された降水沖合伝播現象を良く再現しているように見える。一方、降水過大評価だけでなく、他の変数のバイアスにも注意を要する。積雲パラメタリゼーションの設定見直しを検討する。今後、冷気プール・鉛直シアー・浅い重力波伝播などに着目した解析を行い、降水沖合伝播メカニズム解明を目指す。