

海大陸西部での寒候期における降水の日変化特性と総観場の関係
 Relationship between the Diurnal Variation of Precipitation and Synoptic Conditions in the Western Part of the Maritime Continent During the Cold Season

○橋本 佳貴・竹見 哲也

○Yoshiki HASHIMOTO, Testuya TAKEMI

The Maritime Continent is one of the wettest places on Earth and is the place where convection is active. During the cold season, extreme precipitation is caused by the interaction between the large-scale environment (Madden-Julian Oscillation, cold surge) and the meso-scale environment (thermally induced local circulation). This study investigates the relationship between the diurnal variation of rainfall and the synoptic conditions in the western part of the Maritime Continent during the cold season by using a high-resolution numerical model (WRF) and observational and reanalysis data. The model shows diurnal variation of rainfall over the Malay Peninsula. One peak of rain appears over the inlands in the late afternoon and another peak of rain appears over the ocean in the early morning. When the large-scale phenomena are active, the environment over the Malay Peninsula becomes moist and convectively unstable. The characteristics of diurnal variation of rainfall (time of rainfall occurrence, rainfall intensity, precipitation area) depends strongly on the synoptic-scale conditions.

1. はじめに

アジアの熱帯域に位置し、特に海大陸と呼ばれる地域は世界的に最も湿潤で対流活動の活発な場所の1つであり、1年を通して多量の降水が発生する。時には、降水による大規模な災害が発生することがあり、降水の実態を理解することは防災の観点からも重要である。

これまで、モンスーンやマッデン・ジュリアン振動といった総観規模の現象と熱的局地循環との相互作用について、先行研究では調べられてきた。この相互作用は海大陸における降水の発生や特徴に重要な役割を持つとされている。先行研究では、再解析値・衛星観測値によるデータ解析や数値モデルによる数値実験がなされ、総観規模の現象の特徴およびメソスケール以下の降水の特徴が示されてきた。しかしながら、この様なデータ解析や数値実験の時空間解像度は降水現象の詳細な解析には必ずしも十分ではなかった。

そこで本研究では、マレー半島および周辺部での日降水特性について、高解像度の数値実験を行った。総観規模の現象が降水の日変化にどのような影響を与えるか明らかにすることを目的に、総観場の状況別に大気環境場を条件分けすることで、降水の特性およびその発生環境場について調べた。

2. 使用データ・解析方法

本研究では、マレー半島を含む海大陸西部を対象領域とし、CINDY2011プロジェクトによる観測期間（2011年10月～2012年3月）を対象期間とした。解析に数値モデル(WRF)を使用し、解析領域を図1で示す。

降水データとして

PERSIANN、GSMaP 降水プロダクトを使用する。また、環境場を調べるためにCINDY2011/DAINAMOの観測データ、MJO指数、OLR、再解析(ERA-Interim、NCEP-FNL)データを用いる。

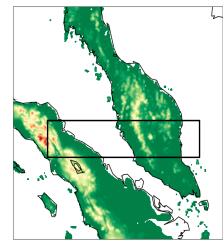


図1 図2の計算で用いる解析領域。

3. 解析結果と考察

数値モデルの結果や衛星推定値から、時刻別に降水の空間分布がどのように変化するか調べた。降水分布には、マレー半島および周辺域で日変化が表れた。また、時間-経度断面図では、降水の伝播が明瞭に表れ、海陸でピークが表れる時間帯が異なっていることを示した。解析期間中には、総観規模の現象（マッデン・ジュリアン振動(以下：MJO)やコールドサージ(以下：CS)) が現れている

ことが明らかになった。本研究では、総観規模条件ごとの降水の特性およびその発生環境場に注目した。総観規模の現象が活発・不活発で条件分けを行い、それぞれの降水と環境場の特徴や関係性について調べた。

条件別の結果からは、降水に共通した特徴の他に、異なった特徴が表れる(図 2)。降水分布図や時間-経度断面図は全ての条件で降水に日変化が表れた。午後から夕方にかけて陸域でピークを持ち、夜から朝方にかけて海上で降水のピークが現れる。これは環境場を示す相対湿度や相当温位、CAPEにも見られた。MJO が活発な場合、マレー半島および周辺域での相対湿度と相当温位は大きな値を示す。この時、日降水特性には、CS や MJO が共に不活発である場合と比べて、海上や山岳部で降水の増加が見られる(図 2; 右上図)。CS が活発な場合は、対流圏下層の東風が強くなり、また、マレー半島および周辺域の対流圏下層の大気は湿潤であった。この条件下では、降水に日変化が見られるだけでなく、陸域で長時間、降水が発生し続けることが示された(図 2; 左下図)。MJO、CS がともに活発な時、降水特性には海陸の広い領域で降水の増加が表れ、CS や MJO が共に不活発である場合と比べて、より多量の降水を示す日変化が見られる(図 2; 右下図)。また、CAPE と降水の分布に着目すると、海陸でそれぞれのピークがよい対応関係を示した。CAPE が海陸でピークを持つ時間の 1~2 時間後に降水にピークが現れることがわかった。ただし、陸域で長時間発生する降水に対しては、CAPE の分布は対応していない。

以上のような降水特性の違いは、総観規模の現象によって変化する相対湿度、相当温位、下層東風によって表れると考えられる。MJO は自身の活動域で湿潤対流不安定な環境場を形成する。この環境場が降水の日変化に影響を与えていると示唆される。特に、局地循環の影響が及ぶ沿岸部や山岳部では、降水が増加する。この降水の増加は、局地循環によって駆動された降水が MJO の活動域で強化されて現れたと考えられる。一方、CS も海大陸西部の環境場に影響を与える。CS 発生時は、対流圏下層の東風が不活発時と比べて強くなる。CS 発生時はマレー半島東海上の湿った空気をマレー半島に運び、マレー半島東部の降水に影響を与えることが考えられる。CS の強い東風は、陸域で地形による強制的な空気の持ち上げを引き起すとされている。この時に、CS によって

マレー半島東部で局所的に降水が発生することや、陸域で降水が長時間発生することが数値モデルの計算値で示されていると考えられる。MJO、CS ともに活発な場合は、MJO、CS によってマレー半島および周辺域で広範囲に湿潤で不安定な大気の状態が形成される。この時、MJO は CS の活動を抑制するように働くことから、CS が活発時に示す降水の特性は弱まることが考えられる。MJO の影響を受けた CS と MJO によって形成された環境場は、海陸の両方で局地循環によって駆動される降水を強化していると推測される。

4. まとめ

この研究では、海大陸西部でメソスケール以下の降水の特徴と環境場の関係について調べた。寒候期の海大陸西部では、総観規模の状況別に異なった特徴を持つ降水が表れることを明らかにした。海大陸では、MJO と CS が与える影響はそれぞれで異なり、降水の伝播の強さや降水強度、時刻別降水発生域の違いが見られた。

したがって、本研究では、MJO が海大陸西部の環境場を湿潤・対流不安定化することで、マレー半島西沿岸部の降水を増加させること、また、CS が陸域の東側で地形効果を強化し、局所的な降水が増加することを明らかにした。また、高解像度数値モデルの計算結果からは降水と地形との関係がより明瞭に示され、より詳細な降水分布の表現がなされた。これらのことから、地域による降水の表現の差は総観規模の現象の活動領域と地形分布によって現れることが考えられる。

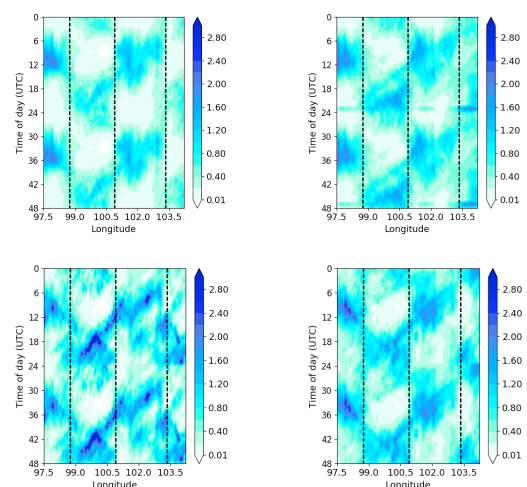


図 2 図 1 で示された領域の降水量の条件別時間-経度断面図。左上図が MJO・CS ともに不活発、右上図が MJO 活発・CS 不活発、左下図が MJO 不活発・CS 活発、右下図が MJO・CS ともに活発の場合。