

学位論文審査結果の概要

氏 名	Trismidianto
学位論文審査委員氏名	主査 小菅 正裕
	副査 長瀬 智行
	副査 有賀 義明
	副査 飯倉 善和
	副査 片岡 俊一
論 文 題 目	The Characteristics of Mesoscale Convective Complexes (MCCs) over the Indonesian Maritime Continent and their Relationships with Rainfall and the Large-scale Environment（インドネシア海洋大陸上におけるメソスケール対流複合体(MCC)の特徴ならびにその降水と大規模環境場との関係）
審査結果の概要（2,000 字以内）	
<p>本論文は、インドネシアにおけるメソスケール対流複合体（Mesoscale Convective Complexes, MCC）の特徴を 15 年間に及ぶ衛星画像データの解析から抽出し、MCC がインドネシアにおける強い降水にもたらす影響を、周辺の環境場の時空間変化の情報を用いて解明しようとするものである。MCC とはメソスケール（2～2000 km）の対流システムのことで、多数の降水セルが複合体に発達すると豪雨をもたらすことがあるため、気象災害防止の観点からは MCC の発達過程の解明が重要である。海洋大陸と呼ばれ、しばしば豪雨災害を被ってきたインドネシアでは特にその重要性が高いが、陸上での観測網が十分ではないことから、地域毎に異なる MCC の発達過程は分かっていなかった。そこで本論文では、2001 年～2015 年の期間に得られたデータを用いてのケーススタディと、特定の条件を満たした事象を重ね合わせるコンポジット解析を併用し、MCC の特徴把握、発達過程の類型化とモデル化、及び MCC と降水の関係の解析を行った。用いたデータは、衛星観測による輝度温度、衛星降雨解析データ、CCMP の風データ、ERA-Interim 再解析気象データ、及び OGIMET による降水の地上観測データである。MCC は、赤外画像から測定した雲の範囲、離心率、継続時間を基に抽出し、1028 例について解析を行った。</p> <p>観測を基にして MCC の特徴を以下のようにまとめた。MCC は大陸性 MCC（領域は中央カリマンタン）、海洋性 MCC（インド洋）、沿岸性 MCC（スマトラ島西海岸、北カリマンタンに近い南シナ海、パプア島のメラウケ沿岸）に分類される。多くの MCC は陸上、特に山岳地帯で発生するが、大規模な MCC は海上に集中している。典型的な MCC の発生は現地時間 19:00–22:00、最大規模への成長は 01:00–05:00、減衰は日の出の数時間後の 07:00–09:00 に始まり、10:00–15:00 に消滅する。継続時間は 9 時間から 11 時間である。MCC の衰退時には降水時に気化冷却された冷気塊が MCC の周囲に移動することで、新しい対流セルが形成される。この対流セルに海陸風が作用することが、強雨をもたらす対流セルの形成に重要な役割を果たしていることが明らかになった。以上はケーススタディからの結論であるが、コンポジット解析の結果もそれと調和的であった。</p>	

MCC の生成から衰退までの過程は、インドネシア海洋大陸全域について上記各種データから推定される環境場により考察し、以下のようにモデル化した。MCC は、潜熱加熱により中層大気的不安定度が最大に達した時に成長を始める。MCC の発達をもたらす下層での弱い収束を生むために、暖湿で軽い高相当温位域が重要な役割を果たしている。MCC の生成期は、下層での強い収束及び鉛直対流で特徴付けられ、対流圏下部の水蒸気フラックスの収束により発達する。MCC の成熟期は、下層での弱い収束、上層での発散流、及び中・上層でのリッジ（気圧の尾根）で特徴付けられる。衰退期と消滅期においては下層の収束は消滅し、冷氣塊の吹き出しによる強い発散流のみがある。

MCC と降水との関係は、総雨量に対する寄与と豪雨に対する寄与に分けて解析を行った。インドネシア海洋大陸全体での総雨量に及ぼす MCC の寄与は 20%に達し、季節によっては 30%に達する場合がある。降水に対する MCC の寄与は海洋よりも陸域において大きい。また、降水への寄与は、MCC の中だけでなくその周辺領域にも及ぶ。MCC の豪雨への寄与も、海洋よりも陸域において大きいことが明らかになった。

以上の研究の第一の意義は、インドネシア海洋大陸における MCC の特徴を 15 年間の観測データから明らかにし、3 領域でのパターンに分類できたことである。第二の意義は、MCC の発達過程をそれらの領域ごとにモデル化できたことである。その中では冷氣塊の移動と海陸風の相互作用が重要な役割を果たしていることを見出した。第三の意義は、MCC と降水及び豪雨との関連を明らかにできたことである。これは今後、インドネシアにおける気象災害防止のための観測や警報システムの構築に示唆を与えるものである。

以上のことから、本論文は博士論文に相応しい内容であることを審査委員全員で確認した。また、予備審査と本審査、及び公聴会における発表内容と口頭試問の結果から、本論文は学位論文審査に合格と判定した。

学位論文の基礎となる参考論文

- (1) Trismidianto, T.W. Hadi, S. Ishida, Q. Moteki, A. Manda, and S. Iizuka, Development processes of oceanic convective systems inducing the heavy rainfall over the western coast of Sumatra on 28 October 2007, SOLA, **12**, 6-11, 2016.
- (2) Trismidianto, E. Yulihastin, H. Satyawardhana, J.T. Nugroho, and S. Ishida, The contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime Continent, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, **54**, 012027, doi:10.1088/1755-1315/54/1/012027, 2017.
- (3) Trismidianto, E. Yulihastin, H. Satyawardhana, and S. Ishida, A composite analysis of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) development over the Central Kalimantan and its relation with the propagation of the rainfall systems, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, **54**, 012036, doi:10.1088/1755-1315/54/1/012036, 2017.