

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	トリ ハンドコ セト Tri Handoko Seto
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	論 理 博 第 号
学位授与の日付	平成 21 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
(学位論文題目) A study on convection over Sumatra and its relationship to large-scale disturbances based on coordinated observations with the Equatorial Atmosphere Radar (赤道大気レーダーを中心とした観測に基づくスマトラ上空の 対流活動とその大規模擾乱との関連の研究)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 橋口 浩之 准教授 石川 裕彦 教授 津田 敏隆 教授

(論文内容の要旨)

インドネシア海洋大陸域は、赤道域でも特に積雲対流活動が活発で、大気大循環の駆動源とされている。しかし、観測データの不足からその対流活動の特徴はまだ十分に理解されているとは言えない。2001年にインドネシア・スマトラ島西スマトラ州コトタバンの赤道大気観測所(東経 100.32 度、南緯 0.20 度)に、送受信周波数 47MHz の大型大気レーダー「赤道大気レーダー」が完成し、対流圏及び下部成層圏における鉛直流を含む風速三成分の鉛直プロファイルの高い時間空間分解能で観測可能になった。また、赤道大気レーダーの近傍に設置された送受信周波数 1357.5MHz の小型大気レーダー「境界層レーダー」は、赤道大気レーダーでは観測不可能な高度 2.5km 以下を観測でき、降水雲タイプの判別も可能である。本論文は、赤道大気レーダーをはじめとする観測機器で得られたデータなどを解析し、スマトラ島における対流活動の特徴とその大規模擾乱との関連を明らかにしたものであり、その内容は以下の 3 部から構成されている。

赤道大気レーダー・境界層レーダー・静止気象衛星赤外面像・米国 NCEP/NCAR 再解析のデータを用いて、2002 年 6 月における季節内変動に伴うスマトラ島の対流活動の特徴を明らかにした。まずインド洋・インドネシア域・西太平洋における 2002 年一年間の赤外面像データから、東進する季節内変動が 6 月にスマトラ島上空を通過したことを示した。次に、赤外面像と NCEP/NCAR 再解析の東西風データを用いて、スマトラ島の季節内変動のフェーズを不活発期・活発期・西風強化期の 3 つに分類した。各フェーズにおけるスマトラ島の対流活動の特徴を、赤道大気レーダーによる鉛直流の観測結果・境界層レーダーによる降水雲タイプ判別結果などを用いて調べ、不活発期にはスマトラ島の山岳部において局地循環に伴うと考えられる対流性降雨が卓越すること、活発期にはスマトラ島上を東進する超雲団の中で発達・西進する雲団に伴い降雨が観測されること、西風強化期にはスマトラ島の対流活動が抑制されることを見出した。

「赤道大気上下結合」第一次観測キャンペーン中に見られた、西風バースト期間中におけるスマトラ島の対流活動の特徴について調べた。キャンペーン期間中には、赤道大気レーダー南方で 9.4GHz 帯気象レーダーが運用され、また赤道大気レーダーサイトでラジオゾンデ観測が実施された。まず総観規模の対流活動と下層東西風の変化から、西風バーストの発生に伴い対流活動が抑制されることを示した。9.4GHz 帯気象レーダーとラジオゾンデの観測結果を用いて、この原因を西風強化に伴う対流圏下層の乾燥化により日周期対流活動が抑制されるためであることを示した。さらに、赤道大気レーダー観測から、対流圏下層において鉛直流が約 12 時間周期で変動すること、この鉛直流変動は強い西風の中に存在する乾燥領域を貫き、その上端高度は西風領域最上部に存在する東

氏 名	Tri Handoko Seto
-----	------------------

西風鉛直シアーが大きい高度とよく対応することを見出した。ラジオゾンデ観測から得られた気温データを併用してリチャードソン数を計算したところ、シアー不安定あるいは東西風の風向変化が鉛直流変動の上方伝播を妨げたことを示唆する結果を得た。また、鉛直流変動がスマトラ島西端に存在する山岳により発生した可能性を指摘した。

2001 年から 2007 年に赤道大気レーダーで観測された水平風速と、熱帯域における大規模気象擾乱の解析に広く用いられる NCEP/NCAR 再解析で得られた東経 100 度・緯度 0 度における風速値とを対流圏下層 (700hPa 高度) において比較した。再解析の風速は赤道大気レーダーの観測値より小さいものの、両者の変化傾向は良く一致していた。さらに、パダンのラジオゾンデ観測データが全球通信システム (GTS) を通じて配信された時と配信されなかった時に分けて、再解析と赤道大気レーダーで得られた風速値を比較することにより、パダンにおけるラジオゾンデ観測データの同化が、NCEP/NCAR 再解析の風速値の品質改善に寄与することを示した。

(論文審査の結果の要旨)

熱帯域における対流活動に影響を与える主要な要因である季節内変動は、インド洋で発達・東進し、インド洋の東端に位置するスマトラ島の地形により大きく変調される。従来、衛星観測などから形態的にしか理解されていなかったスマトラ島における対流活動の特徴とその大規模擾乱との関連を、本申請者の研究は、インドネシア・スマトラ島の赤道大気観測所に整備された赤道大気レーダーなどによる連続観測データを用いて明らかにしたものである。赤道大気レーダーなどによる観測は日本とインドネシアの研究協力により実施されており、本申請者は初期段階から観測に参画し、自ら取得したデータを解析することで、以下の主要な成果を得た。

1. 赤道大気レーダー・境界層レーダー・静止気象衛星赤外面像・米国 NCEP/NCAR 再解析のデータを用いて、2002 年 6 月における季節内変動の東進に伴うスマトラ島の対流活動の様相の変化を明らかにした。特に、季節内変動に伴う対流活動の活発期には東進する超雲団の中で発達・西進する雲団に伴い降雨が観測されること、不活発期にはスマトラ島の山岳部において局地循環に伴う対流性降雨が卓越するため降雨量はむしろ活発期より多いこと、また西風強化期には対流活動が抑制されることを見出した。
2. 「赤道大気上下結合」第一次観測キャンペーンにおける 9.4GHz 帯気象レーダーやラジオゾンデの集中観測結果と赤道大気レーダーの観測結果を併用し、西風バーストに伴う対流圏下層の乾燥化によりスマトラ島の対流活動が抑制され、西風領域内に約 12 時間周期の鉛直流変動が存在することを明らかにした。
3. 2001～2007 年に赤道大気レーダーと NCEP/NCAR 再解析で得られた対流圏下層の風速値を比較することにより、NCEP/NCAR 再解析で得られた風速は赤道大気レーダー観測値より小さいものの両者の変化傾向はよく一致することを示した。また、パダンにおけるラジオゾンデの風速観測値が GTS により配信されていた時と配信されていなかった時に分けて両者を比較し、パダンにおけるラジオゾンデ観測データの同化が、再解析結果の品質向上に寄与することを示した。

以上、申請者は、赤道大気レーダーをはじめとする観測機器で得られた観測データを用いて、季節内変動に伴うスマトラ島の対流活動の特徴を明らかにし、また NCEP/NCAR 再解析との比較により、インドネシアにおける観測の重要性を示した。これらの成果は、熱帯気象学の分野に新しいいくつかの重要な貢献をしたものとして評価される。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

学識確認のための試問の結果

氏 名 Tri Handoko Seto

(試問の科目・方法・判定)

(科 目)	(方 法)	(判 定)	(備 考)
-------	-------	-------	-------

専 攻 学 術

大気圏物理学 I	口頭	合格
大気圏物理学 II	口頭	合格
大気圏物理学 III	口頭	合格
応用気象学 II	口頭	合格

(試問の結果の要旨)

上記のとおり、専攻学術に関する試問の結果、本学大学院博士後期課程を修了した者と同等以上の学力を有することを確認した。

試問担当者氏名

氏 名 橋口 浩之

氏 名 余田 成男

氏 名 石川 裕彦

氏 名 塩谷 雅人

氏 名 津田 敏隆