

別紙 1－1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 Andung Bayu Sekaranom

(アンドウン バユ セカラノム)

論 文 題 目 Heavy Precipitation Biases in the TRMM PR and  
TMI Products and Their Origins Assessed with CloudSat and  
Reanalysis Data (TRMM PR および TMI プロダクトの強雨バイアス検  
証ならびに CloudSat および再解析データを用いたその要因評価)

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 増永 浩彦 准教授

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 坪木 和久 教 授

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 高橋 暢宏 教 授

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1 - 2

降水の動態を広域かつ継続的に把握することは学術的にも防災上も重要な課題であり、その実施にあたり地球観測衛星は最も有効な手段の一つである。一方、衛星データから降水強度を導出する解析手法には様々な不確実性が伴い、とくに陸上降水の推定には無視できない系統誤差（バイアス）が内在することが知られている。衛星降水データの精度を検証する研究例は多いが、深刻な水害をもたらす極端降水に焦点を絞った精度検証研究は限られている。本研究では、熱帯降雨観測衛星（TRMM）搭載降水レーダ（PR）プロダクトおよびマイクロ波放射計（TMI）降水プロダクトを比較解析し各々固有の強雨推定バイアスを同定するとともに、CloudSat 衛星観測や再解析データを併用して推定誤差をもたらす諸要因を調査する。

まず事例解析として、海洋大陸（インドネシア周辺の島々）に着目し TRMM 降水プロダクトの統計的特性を精査した。その結果、TMI 降水ヒストグラムは PR 降水ヒストグラムに比べ中間的な降水強度（ $15 \text{ mm h}^{-1}$  から  $25 \text{ mm h}^{-1}$ ）で上回るものの、より強い降水に対しては逆に PR が TMI を頻度で上回ることがわかった。この理由は、TMI の陸上降水推定アルゴリズムが大気上層の固体降水と地表面降水量との経験的関係式に依存しているため、固体降水をあまり伴わない極端降水を正しく再現する柔軟性をもたないためと説明される。

続いて解析対象領域を全球に拡大し、代表的な観測域（西太平洋・東太平洋・アフリカ大陸・南米大陸など）について強雨降水量の比較解析を行った。ここで強雨はヒストグラム上位 10% の降水イベントと定義する。調査の結果、海洋上の降水バイアスの統計的特性は、海洋大陸を含む陸上降水の特性と異なっていた。これは、TMI 降水推定手法が海上と陸上で大きく異なることから予想された結果であるが、海域に限っても太平洋の東西では降水バイアス特性の系統的な違いが見られた。その原因を理解するため、CloudSat 衛星が捉えた雲鉛直構造と再解析データ気象場を用い、極端降水をもたらす雲の内部構造や周囲の大気場が PR 観測と TMI 観測の間でどのように異なるか調査した。その結果、西太平洋から東太平洋にかけて背の高い積乱雲が浅い積雲に変化していく傾向を TMI は良く捉えている一方、PR はその地域差を明確に検出しないことを見出した。また陸上の極端降水については、TMI はもっぱら孤立した積乱雲を検出するが、PR は組織化した降水システムを主に観測する傾向にあることが明らかにされた。このような降水雲の気候学的特徴の違いは、降水強度と固体降水量との関連性や PR・TMI 間の空間解像度の差を考慮すると、強雨推定バイアスを生じさせる主要因であると考えられる。

以上の結果は、強雨推定バイアスを同定しその統計的特性を整理した上で、背後に潜む大気環境場の地域特性にまで踏み込んでバイアスの原因を議論した点で優れた研究成果である。従って、学位申請者 SEKARANOM, Andung Bayu 君は十分な学識と研究能力があると認め、博士（理学）を授与される資格があるものと判定した。