

学 位 審 査 報 告 書

（ふりがな） 氏 名	（ヌルジャナ ジョコ トリラクソノ） Nurjanna Joko Trilaksono
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 24 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 地球惑星科学専攻
（学位論文題目） Numerical Studies of Heavy Precipitation over West Java in January – February 2007 （2007年1月～2月のジャワ島西部における豪雨に 関する数値的研究）	
論 文 調 査 委 員	（主査） 余田 成男 教授 町田 忍 教授 石岡 圭一 准教授

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	Nurjanna Joko Trilaksono
論文題目	Numerical Studies of Heavy Precipitation over West Java in January – February 2007 (2007年1月～2月のジャワ島西部における豪雨に関する数値的研究)		

(論文内容の要旨)

近年、経済活動高度化や地球温暖化の影響で異常気象に関連した災害の増加が懸念されており、特に、東南アジア域ではその懸念が大きくなっている。一方、コンピュータ性能が飛躍的に向上してきたことにより、近年、高分解能の領域気象モデルを用いた熱帯域気象のダウンスケール予報実験が比較的容易に行えるようになってきた。また、初期値データに含まれる不確実性を考慮するために、初期値に何通りもの揺らぎを加えたアンサンブル予報が行われるようになってきた。しかし、アンサンブル予報で得られる確率的情報の活用はこれまでの経験が乏しい難しい課題であり、特に領域気象モデルによるアンサンブル予報は未だ開発実験段階である。

本研究は、2007年2月初めにインドネシア・ジャカルタで起こった豪雨事例を主な研究対象として、現業予報用領域大気モデルである気象庁非静力学モデルを用いて行った数値的研究である。初期時刻を6時間ずつずらして時間積分を繰り返す、時間ずらしアンサンブル予報実験により確率的な情報を得て、莫大な時空間データに基づく総観場解析と降水量の統計解析を行った。本研究の主要部分は2部構成となっている。

第1部では、ジャカルタ豪雨の期間を含む2007年1月～2月の2か月間について、総観場の3次元構造と降水の時空間変動を調べるために、水平解像度20kmの領域大気モデルを用いて数値シミュレーションを行った。数値計算で得られた1時間降水量を人工衛星観測に基づく降水量推定データTRMM3B42と比較したところ、両者の時空間変動パターンは基本的に合致していた。また、海面風についても、数値計算結果とQuickSCATによる衛星観測結果とは良く合っていた。降水量の変動に加え、南北風、気温、相対湿度の時空間変動についてシミュレーション結果を調べたところ、2か月の間に何回かのモンスーンサージがあったものの、ジャカルタ豪雨時のものだけが寒冷偏差を伴うコールドサージであった。この赤道を越えてジャワ島に達した寒冷な北風の上端はおよそ高度1.5kmであった。この期間、下層風の水平収束はジャワ海上で大きく、東西に延びた強い降水帯を形成していた。また、このコールドサージの到達前には、ボルネオ渦と呼ばれる、水平スケール1000km、鉛直スケール3kmでボルネオ島西部を渦中心とする反時計回りの渦が見られた。

2か月間の降水量変動について、5日間毎に全アンサンブルメンバーをまとめて統計解析を行った。降水強度の累積頻度分布関数を求め、強雨に対応する上端部分に焦点をあてて解析した結果、豪雨のあった期間である第7半旬(1月31日～2月4日)は、降水面積が2か月間で最大であること、そして、降水量全体に対する強雨の寄与率も2か月間で最も高い半旬の一つであることがわかった。強雨の発生率の日周期変動にもまた、半旬ごとの変動が見られた。第7半旬には半日周期の変動が卓越し、その最大値は午前中にあり、ジャカルタ豪雨期間に観測された降水日変動の特徴と合っていた。

第2部では、モデル計算により得られた豪雨が、モデルの水平解像度にどのように依存しているかを調べるために、ジャカルタ豪雨がかった2007年1月31日00UTC～2月4日23UTCについて数値実験を行った。水平解像度2km、4km、および5kmのモデルを用いて、第1部の水平解像度20kmの数値計算結果からのダウンスケーリング実験を実施した。2kmと4kmのモデルでは積雲パラメタリゼーションを使用せず、5kmのモデルでは使用している。何れのダウンスケール実験でも、豪雨期間中にジャワ島の北側に見られた強い対流域がうまく再現されていた。また、水平解像度2kmと4kmのモデルでは、降水域が日々南北に伝播する様子が再現されていた。

ジャワ海、ジャワ島北側海岸域、山岳域、南側海岸域の4地域に分け、さらに5日間の全アンサンブルメンバーをまとめて1時間降水量の統計解析を行った。降雨強度の累積頻度分布関数を比較したところ、TRMM3B42降水量推定データおよび4つの分解能の数値実験結果の何れにおいても、強雨の寄与率が最も高いのはジャワ島北側海岸域であった。また、強雨頻度の統計を調べたところ、水平解像度2kmのモデルにより計算された強雨の発生率の日周期変動は、人工衛星降水量推定データのものと同定性的に一致する結果であった。

(論文審査の結果の要旨)

熱帯域の降水活動は、積雲対流の組織化という多重スケールの非線形な相互作用によって特徴づけられるが、その力学的な理解や数値モデルによる予測は依然として不完全なままであり、今日の気象学の重要な研究課題のひとつとなっている。申請者は、2007年のジャカルタ豪雨を事例として、気象庁非静力学モデルを用いて数値的研究を行った。

領域気象モデルで得られた時空間4次元データを丁寧に解析することにより、赤道を越えるコールドサージやジャワ海での収束帯など、ジャカルタ豪雨に関連した総観場の特徴を抽出するとともに、それに先立つボルネオ渦の出現を半旬平均場の変動のなかに見出し記述した。素朴な現象論ではあるが、領域気象モデルのシミュレーションデータを活かした熱帯域の3次元的な総観気象場解析となっている。

熱帯域の積雲対流活動は決定論的予測が困難な現象であり、とくに雲システムを解像するような高分解能モデルを用いる数値シミュレーションでは、アンサンブル予報実験による確率論的な認識が重要となる。そこで、本研究では、時間ずらし法によるアンサンブル予報実験を実施し、確率的な情報を得て統計解析を行った。この手法は、最も簡便なアンサンブル手法であるが、降水の日変化が卓越する熱帯域に於いては、初期時刻に依存したスピニングアップ過程に起因する降水量のバイアスを減じる効果があることを指摘し、その積極的な利用の一例を提示した。

また、半旬ごと地域ごとに降水強度の累積頻度分布関数を求めて、強雨に焦点をあてた解析法・グラフ表現法を工夫したり、強雨の発生率の日周期変動に注目した解析法を例示するなど、アンサンブル予報で得られる確率的情報の活用法を提案している。その意図と意欲は評価できる。

この研究は、高分解能のアンサンブル予報シミュレーションで得られた莫大な時空間データを丁寧に解析したものであり、申請者の領域気象シミュレーションおよび気象データ解析に関する力量の高さを立証するものである。また、得られた知見は熱帯気象学および数値天気予報の発展に寄与するものであり、高く評価できる。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、平成24年1月23日に論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った。その結果、合格と認めた。