

# 論文審査の結果の要旨

氏名 瀬古 弘

我が国では、しばしば、梅雨末期に集中豪雨が発生する。洪水や土石流などによって、人命が失われることもまれではない。しかし、まだ、十分な精度で集中豪雨を予測することはできない。その理由は、きわめて狭い地域に長時間にわたって降水を生じさせる大気現象の仕組みが解明されていないからである。

集中豪雨は主に積乱雲によってもたらされるが、積乱雲が孤立しているかぎり、洪水を発生させるほどの雨量にはならない。集中豪雨を発生させるためには、積乱雲が長時間持続するか、または、次から次へと同じ場所に発生して、持続的に降水をもたらすような「降水系」が大気中に作られる必要がある。降水系は、一般に、積乱雲の集合によって構成される。その空間スケールは数百キロメートルに及び、気象学の分類で、メソ $\beta$ スケールという。また、雲が線状に並ぶことが多い。本論文の表題にある「メソ $\beta$ スケール線状降水系」とは、このような現象を指している。

温帯低気圧や台風の研究に比べて、メソ降水系に関する研究は遅れている。スケールが小さいために、通常の気象観測網で捕らえることが難しく、また、降水系の構造が変化に富んでいるために、概念モデルとして構造を一般化することが難しいからである。

しかし、最近、気象衛星、気象レーダー、地上からの特別観測網などによるメソ降水系の詳細な観測事例が蓄積されるようになった。また、メソスケールの現象をよく表現する数値モデルが開発され、降水系の物理を論じられるようになった。

本研究は、このような背景のもとに、事例解析と数値シミュレーションを組み合わせ、メソ降水系の形態と維持機構との関連を論じたものである。内容は2部から構成される。第1部では、特別観測による詳細な事例解析と、それぞれに対応した数値シミュレーションに基づいて線状降水系が3種類に分類できることを示す。第2部では、環境風の条件を変化させた数値実験によって、その3種類の形態が、主に、下層風と中層風の風向によって支配されていることを示す。

従来、メソ降水系は、スコールライン型(SL型)、バックビルディング型(BB型)、にんじん状の雲域に区別することが行われてきた。SL型とBB型に関する研究は比較的好く行われてきたが、線状降水系を統一的な視点から見て、形態と維持機構を議論されることはなかった。特に、にんじん状降水雲は海上で発生することが多く、構造がよくわからないため、SL型に分類されることもBB型に分類されることもあった。

第1部では、「九州豪雨観測実験」、「つくば域降雨実験」で得られた特別観測資料

によって詳しい解析が可能な現象の中から、それぞれの型を代表する事例を取り上げて、その構造を詳細に議論した。また、解析した事例をメソスケール現象のために開発した数値モデルを用いて再現し、気流の分布の解析など観測では直接わからない知見を得た。その結果、初めて、にんじん状雲域が、SL型でもBB型でもなく、バック・サイド・ビルディング型と著者が命名した新しいタイプの構造であることを明らかにした。

さらに3種の構造を比較することによって、3つの型の降水系がシステムに相対的な下層風と中層風の配置によって説明できる可能性があることを発見した。

第2部では、その可能性をさらに一般的な枠組みの中で実証するために、環境条件を統一し、下層風と中層風の配置のみが異なる12例の数値実験を行い、下層風と中層風の配置によって、第1部で解析した構造ときわめて似た3種類の線状降水系が発生することを示した。さらに、この結果が他の条件によって変化しないかどうか確かめるために、中層に乾燥した空気が流入する条件の下で12例の数値実験を行い、降水系の形態を決める要素として、下層と中層の風の配置が重要であることを確認すると共に、それぞれの型における乾燥空気の役割を明らかにした。この結果は、風の鉛直シアによって降水系の形態が分類できると提案した LeMone et al.の研究を発展させたものといえる。

このように、本研究は、従来、個別の事例研究が多かったメソ降水系の研究を、より一般的な枠組みから考察することにより、少なくとも、線状降水系に対しては、環境風の構造によって、3種の異なる構造が発現することを明らかにし、メソ降水系の体系的な理解を大きく前進させた。本研究によって、かならずしも、すべてのメソ降水系の概念モデルが構築されたわけではないが、温帯低気圧や台風の概念モデルと同様のメソ降水系の概念モデルを確立できる可能性を示している。一般的な概念モデルの構築は単に気象学の体系的理解を深めるだけでなく、現業の数値予報モデルに組み込むことによって、集中豪雨を定量的に予測する道を開くものである。その意味で、論文提出者の気象学に対する貢献は大きく、博士(理学)を授与できると認める。