

「地球変動のメカニズム」
平成10年度採択研究代表者

吉崎 正憲
(気象研究所 室長)

「メソ対流系の構造と発生・発達メカニズムの解明」

1. 研究実施の概要

日本列島にしばしば災害をもたらす顕著な降水現象としては、梅雨前線、冬の日本海上の帯状雲や小低気圧、夏の雷雨、台風などがある。これらはすべて階層構造をしていて、その中でメソ対流系は特に重要な役割を果たしている。メソ対流系とは、水平スケール100kmのオーダーで対流性領域と層状性領域を持つシステムで、自己増殖や組織化によって長時間持続してライン状や塊状などさまざまな形態をとる。

「地球変動のメカニズム」において、大気中の水やエネルギーの循環過程は解明すべき問題である。メソ対流系はそうした循環を担う重要なメカニズムの一つであるが、その実態や組織化のメカニズムについて未解明な部分が多く、気候変動のメカニズム解明のためには不可欠な課題である。

本研究では、メソ対流系およびその階層構造を解明する事を目的とする。そのために、まず九州地方の梅雨を対象に、野外観測・解析・数値実験を有機的に結合した研究を行う。野外観測としては、機動的な航空機とドップラーレーダー・高層ゾンデ・気象観測船などの地上観測網を組み合わせ、今までにない規模の総合的な観測を行う。また、違う環境で発生するメソ対流系を調べるために、日本海の冬期の帯状雲・小低気圧や関東地方の雷雨についても研究を行う。こうした研究をもとに、日本域のメソ対流系の構造や発生・発達の仕方、およびメソ対流系の形態とその周りの環境場（中間規模擾乱などの場）との関係を明らかにする。

本研究によって、大気中の水やエネルギーの循環過程の一つであるメソ対流系がよく理解されるようになる。こうした知見は、（地球規模の大気運動をシミュレートするために必要な）大気大循環モデルにおけるメソ対流系のパラメーター化の改善などに反映される。また、本研究は将来の（衛星を含めた）メソ観測システムや数値モデルによるメソ対流系の予測システムなどの構築につながり、地球変動の一つの形態であるメソスケール擾乱を監視・予測するシステムの発展に寄与する。

2. 研究実施内容

本研究では、メソ対流系およびその階層構造を解明する事を目的として、九州地

方の梅雨、日本海の冬期の帯状雲・小低気圧や関東地方の雷雨について、野外観測・解析・数値実験を有機的に結合した総合的研究を行う。

そのために、(1)メソ対流系を観測するのに有効な観測測器の充実とメソ観測システムの構築、(2)ドップラーレーダー、高層ゾンデ、航空機などによる特別観測の実施、(3)特別観測データのデータベース化、(4)特別観測で観測される事例の解析、(5)数値モデルによる再現実験、(6)ほかの地域のメソ対流系との比較および全体の取りまとめ、を行う。特に、(1)では、境界層レーダー、気温分布測定マイクロ波放射計、地上観測装置を購入して、メソ観測体制の充実を図ると共に地上からのメソ観測システムの構築をめざす。また、(2)では、機動的な航空機とドップラーレーダー・高層ゾンデ・気象観測船などの観測網を組み合わせて、今までになかった規模の総合的な観測を行う。こうした観測や解析から、日本域のメソ対流系の構造や発生・発達の方、およびメソ対流系の形態とその周りの環境場（中間規模擾乱などの場）との関係を明らかにする。さらに、(5)では数値モデルを用いて観測される事例の再現実験などを行い、メソ対流系の自己増殖や組織化のメカニズムや階層構造間の相互作用などを明らかにする。

平成11年度では九州地方において6月から7月にかけて梅雨前線の特別観測を行った。その特別観測は、図-1のように、ドップラーレーダー、境界層レーダー、高層ゾンデ、GPSなど地上ネットを中心とした約1ヶ月間の通常観測と、航空機、観測船、気象庁地上高層点などによる10日間の強化観測からなっている。特別観測として今までにない規模のものであった。

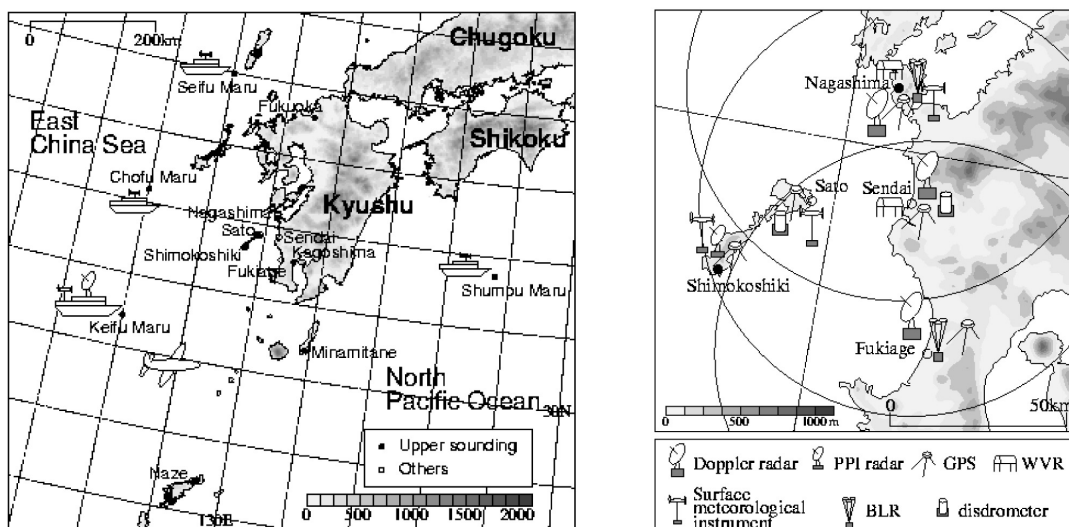


図-1 九州・東シナ海梅雨特別観測 (X-BAIU-99) の概要。

図-2は、図-1右の領域で平均したAMeDAS 1時間降水強度の時系列、東経130

度における前線の位置の時間 - 南北断面図、鹿児島県長島町における相当温位の時間 - 高度断面図である。概して観測期間の前半に降水が見られた (図 - 2 a)。6月22日から7月3日にかけては梅雨前線は九州付近にあっていくつかの低気圧が通り (図 - 2 b)、特に6月29日と7月2日には顕著な低気圧と寒冷前線が通過した。相当温位の高度分布の時系列 (図 - 2 c) から、期間中はほとんど対流不安定な成層であって、特に低気圧が通過する時には地上付近の相当温位が大きくなりより不安定となった。

7月2日には移動する降水バンドと地形性の停滞する降水バンドが同時に見られた。この場合の解析結果を紹介する。図 - 3は地上レーダーで見た降水バンドの時間変動を示す。二本のバンドが顕著である。一つは移動性降水バンドであり、当日の朝九州の北にあったが移動速度約 4ms^{-1} で深夜には鹿児島付近まで移動した。二つ目は停滞性降水バンドであり、鹿児島県長島町付近で9時頃に発生して強弱を繰り返しながらほぼ停滞した。高層ゾンデデータを見ると (図略)、これらの降水バンドが見られる少し前から混合比が増大して、南西風が強まった。風はほぼ全層

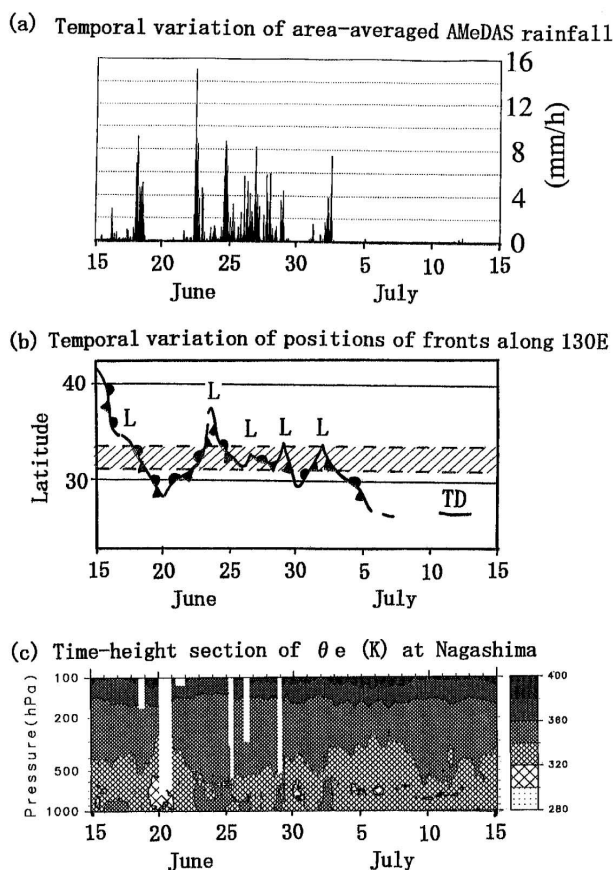


図 - 2 X-BAIU-99における(a)第1図右の領域で平均したアメダス1時間降水量の時系列、(b)東経130度における前線の位置の時間 - 南北断面図、(c)鹿児島県長島町における相当温位の時間 - 高度断面図。

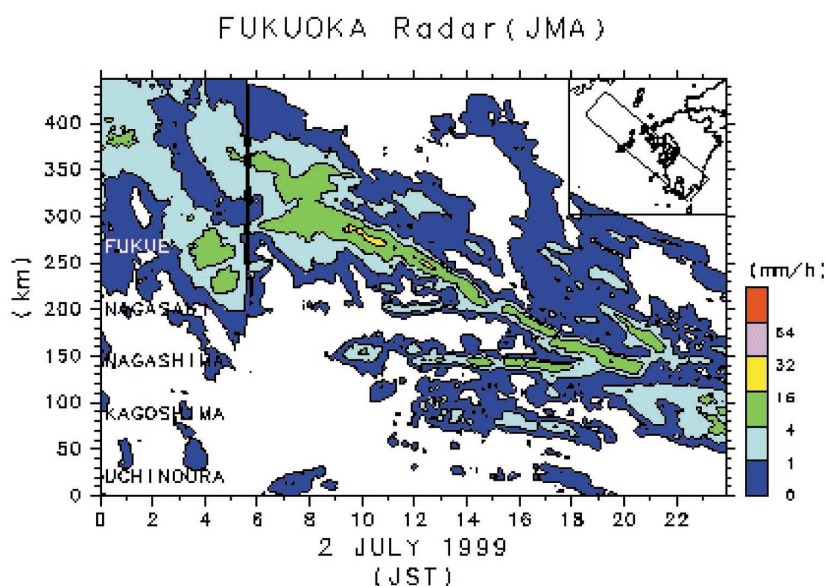


図 - 3 気象庁南部福岡合成レーダーの雨量強度データの北西 - 南東(310° - 130°) - 時間断面図。図右上の地図中にある長方形の短辺方向にデータを平均し、長辺方向の時系列を作成した。

で南西風で、鉛直シアは小さかった。また、それぞれの降水バンドの構造を見ると(図略)、移動性降水バンドは高度方向に約10kmにまで及ぶものがあり、対流セルの水平サイズは5 - 10kmであった。一方停滞性降水バンドは強度の強い領域が高度約6km以下に限られて、中の対流セルの水平サイズは約5kmと小さかった。降水バンド内の対流セルは両方ともバンドの走向(215° - 35°)と同じ方向に移動して、その移動速度は約20ms⁻¹と両方の間には顕著な違いはなかった。セルの移動方向及び速度は高度約1-2kmの風向・風速とほぼ一致していた。こうした特徴は梅雨期におけるメソ降水系の一つの形態を表していると考えられる。

移動性と停滞性の降水バンドに関する解析のほかに、二つの境界層レーダーによる擾乱の構造解析、気象観測船から観測した寒冷前線や竜巻の解析、航空機から観測した雲の構造、マイクロ波で観測した可降水量の解析、寒冷前線上のメソ対流系の再現実験などの研究を行った。こうした成果は日本気象学会1999年秋季大会で報告した。また、特別観測に関するワークショップを開催してその報告を吉崎(2000)にまとめた。

3. 主な研究成果の発表(論文発表)

無し