

梅雨前線帯のメソ対流系の海上における発生・発達機構の解明
Investigation of Development Mechanism of Mesoscale
Convective Systems along the Baiu Front over the Ocean

上田 博 (Uyeda Hiroshi)

名古屋大学・地球水循環研究センター・教授



研究の概要

観測が困難であった東シナ海東部海上のメソ対流系について、航空機観測による発生・発達機構の解明を目的として研究を行った。雲解像数値モデルによる気象予測により飛行経路を決定し、梅雨前線を横断するドロップゾンデ観測を行い、データ解析及び数値実験により、梅雨前線の南側に複数の水蒸気前線が存在することを実証的に解明した。

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：メソ対流系・梅雨前線・航空機観測・ドロップゾンデ・雲解像モデル

1. 研究開始当初の背景・動機

東アジアの湿潤な環境場で発生・発達するメソ対流系のなかでも、東シナ海東部海上の梅雨前線付近で発生するものは、急速に発達し東進して九州西岸に豪雨をもたらすことがあるため注目されている。また、海上のメソ対流系の水・エネルギー収支の解明には下層の水蒸気分布構造の観測がないことから研究が進んでいなかった。これらの問題について、観測による実証的な解明が求められている。

2. 研究の目的

本研究は、東シナ海東部海上の梅雨前線付近におけるメソ対流系の発生・発達機構を航空機観測により明らかにし、雲解像数値モデルを用いた解析により、水・エネルギー収支を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

名古屋大学地球水循環研究センターで開発している雲解像数値モデル(CReSS)を用いた「航空機観測の飛行経路を決定する気象予測システム」を、初年度に計算機を購入し、2004年6月の観測までに開発した。開発した気象予測システムによる数値実験の結果を鹿児島空港でネットワークを介して受け取り、梅雨前線及び水蒸気前線の推定位置を横断する飛行経路を決定し、鹿児島空港から航空機を発進させる観測を、2004年6月24日と6月27日及び2005年6月23日と6月24日に実施した。

4. 研究の主な成果

観測は、図1の概念図のように、梅雨前線及びその南側の水蒸気前線を横断するように飛行し、高度500mの気温、湿度、風向・風速、鉛直流を測定した。その後上空12kmからドロップゾンデを投下し、気温、湿度、風向・風速の鉛直プロファイルを観測した。

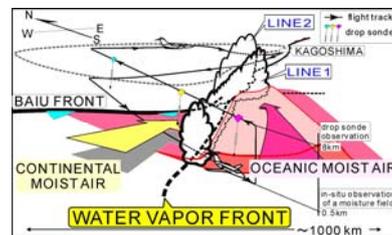
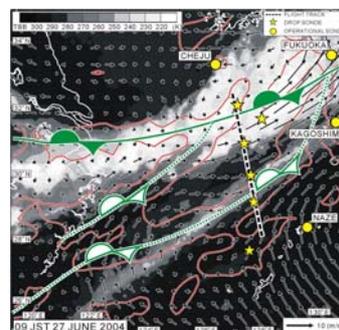


図1 水蒸気前線の航空機観測概念図。

2004年6月27日の例では、図2の黒色の破線の経路で観測し、星印の位置でドロップゾンデを投下した。



停滞前線(実線):
天気図による梅雨前線の位置
白抜き停滞前線(点線):
推定された水蒸気前線の位置
破線: 飛行経路
☆印: ドロップゾンデ投下位置

図2 2004年6月27日09時のGOES9による赤外面像と気象庁客観解析データによる950 hPaの風と収束域(赤色のコンター: $7.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$)。

高度 500m の観測では、図 3 に示したように、梅雨前線及び水蒸気前線の位置に対応して、風向・風速、温位、水蒸気混合比の急変が確認された。ドロップゾンデ観測結果及び数値実験結果から、梅雨前線の南側に複数の水蒸気前線が存在していることを実証的に示すことができた。

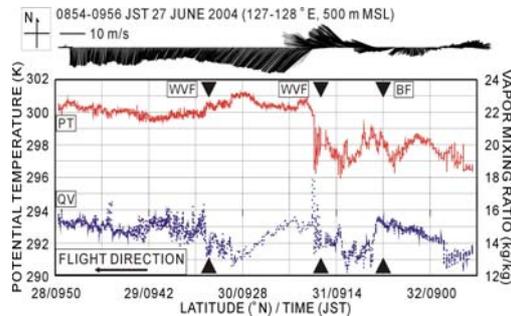


図 3 2004 年 6 月 27 日 08 時 54 分～09 時 56 分の高度 500m における温位 (PT)、水蒸気混合比 (QV) 及び風向・風速の時間変化。航空機は図の右から左へ飛行した。水蒸気前線 (WVF) と梅雨前線 (BF) に対応する位置を▼で示した。

2005 年の航空機観測の前に、航空機の飛行経路決定のための気象予測モデルを改良し、精度の高い予測を行い、航空機のパイロットの信頼を得て、良い観測データを取得した。2005 年 6 月 23 日の例では、東経 126 度上で北緯 31 ~ 25.5 度の海上での観測を行い、梅雨前線の南側に 2 本の水蒸気前線が存在し、その位置にメソ対流系が対応していたことを確認した。

このケースについて、雲解像数値モデル CReSS を用いた再現実験を行い、その結果を用いて流跡線解析を行ったところ、中国大陸からの気流、南シナ海からの気流及び台湾の東側から流入する気流の合流（下層の収束）が水蒸気前線の形成に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

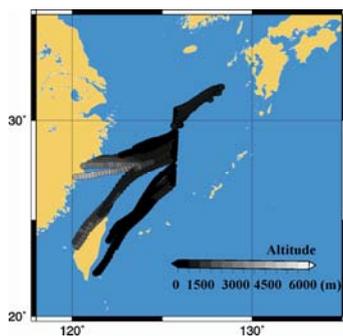


図 4 流跡線解析結果。高度 500 m、東経 125.5 度上の 30 点の気塊を追跡した。グレースケールは高度変化を示す。

さらに、梅雨前線帯のメソ対流系を中心とした過去の観測データの解析から梅雨前線の南側には背の低い対流性降水雲が多く存在することを明らかにし、湿潤な環境場における積乱雲の発達機構の解明を行った。

5. 得られた成果の世界・日本における位置づけとインパクト

独自に開発した雲解像数値モデルによる気象予測システムを用いて飛行経路を決定し、航空機によるドロップゾンデ観測を行い、梅雨前線の南側のメソ対流系の発生・発達機構に関する新たな知見を実証的に提供できた。このことは、梅雨期の九州西岸に発生する豪雨の予測法の改良に示唆を与えるものである。本研究によって改良された雲解像数値モデルが公開され、国内外にユーザーを広げ、東シナ海周辺の研究者との体制を整えることができ、関連研究分野の発展に寄与した。湿潤環境場のメソ対流系の発生・発達機構の解明に糸口を与えたことは国際的な貢献である。

6. 主な発表論文

(研究代表者は太字、研究分担者には下線)

Shimizu, S., **H. Uyeda**, Q. Moteki, T. Maesaka, M. Takaya, K. Akaeda, T. Kato, and M. Yoshizaki, 2008: Structure and formation mechanism of 24 May 2000 supercell-like thunderstorm observed over Kanto plain, Japan. *Monthly Weather Review*, (in press).

Zhang, C.Z., **H. Uyeda**, H. Yamada, B. Geng and Y. Ni, 2006: Characteristics of Mesoscale Convective Systems over the East Part of Continental China during the Meiyu from 2001 to 2003. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **84**, 763-782.

Moteki, Q., T. Shinoda, S. Shimizu, S. Maeda, H. Minda, K. Tsuboki, and **H. Uyeda**, 2006: Multiple Frontal Structures in the Baiu Frontal Zone Observed by Aircraft on 27 June 2004. *SOLA (Scientific Online Letters on the Atmosphere)*, Vol.2,132-135, doi:10.2151/sola.2006-034.

Moteki, Q., **H. Uyeda**, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki, and T. Kato, 2004: Structure and development of two merged rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part I: Meso- β -scale structure and development processes. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **82**, 19-44.

Moteki, Q., **H. Uyeda**, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki, and T. Kato, 2004: Structure and development of two merged rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99 Part II: Meso- α -scale structure and build-up processes of convergence in the Baiu frontal region. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **82**, 45-65.

ホームページ等

<http://www.rain.hyarc.nagoya-u.ac.jp>