

2001年長江下流域梅雨期集中観測で観測された

対流セルの特性を決定する環境場の三次元構造

* 清水 慎吾¹・上田 博^{1,2}・篠田 太郎¹・坪木 和久¹(1: 名大・地球水循環研究センター),
山田 広幸²・耿 驪²(2: 地球観測フロンティア研究システム)

1. はじめに

2001年長江下流域における梅雨期集中観測期間中に観測された三つの降水バンドについて、降水バンドを構成する対流セルの寿命と中層の湿度の関係を前回(2002年春季 P257)までに明らかにした。これらは、中層が湿潤な環境場で発達した対流セルの寿命が長いバック形成型降水バンド(BBL)と、中層が乾燥した環境場で発達した対流セルの寿命の短いバック形成型降水バンド(BBS)および対流セルの寿命の短い破線型降水バンド(BRS)であった。今回は水蒸気の三次元分布が降水バンド構造に大きな影響を与えたと考えられるBBLの対流セルについて発達、維持過程を決定する環境場を明らかにするために、気温場、湿度場の三次元分布を気象庁領域客観解析データ(RANAL)を用いて総合的に評価する。

2. 使用したデータと解析手法

環境場を評価する変数として、RANALを用いて対流有効位置エネルギー(CAPE)、対流抑制(CIN)、地表から850 hPaまで鉛直積算した水蒸気量(VISH)、850 hPaから500 hPaまで鉛直積算した飽差(HUDE)、地表から850 hPaまで鉛直積算した水蒸気フラックス収束量(VFC)を計算した。ドップラーレーダーを設置した呉県と周庄付近(図1)を中心に $4^{\circ} \times 4^{\circ}$ の領域を北東、北西、南東、南西の4象限に分け、各領域で環境場変数の平均値を求めた。

3. 環境場の三次元構造

6月24日の3時30分(地方時)にBBLが図1に示す位置で観測された。2001年6月24日2時におけるCAPEとCINと下層で鉛直積算した水蒸気フラックスの分布を図1に示す。BBLが発生した、観測サイトを含む $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ の領域(CT領域)におけるCAPEは 0.0 J kg^{-1} だった。この事は融解層高度(5 km)以下の上昇流の最大値が 4.0 m s^{-1} 程度と弱かった事に対応する。従来、レインバンドが発達するためには大きなCAPEが必要である事(Bluestein and Jain, 1985)が知られているが、このBBLはどのようにして発達することができたのだろうか? BBLに流入するinflowの風上領域である南東領域では、下層に大量の水蒸気が存在していたが(VISH: 24.1 kg m^{-2})、衛星画像で雲はほとんど観測されず(図示せず)、対流活動が抑制されていた(CIN: -104.9 J kg^{-1})。図1のベクトルで示すように、南東領域からCT領域に多くの下層水蒸気が水平輸送されていた。そのCT領域では、下層で大きな水蒸気収束が見られた(VFC: $6.95 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)。つまり、南東領域から多くの下層水蒸気が鉛直輸送されずに、観測サイト付近に水平輸送され、観測サイト付近で収束する事でBBLに大量の水蒸気を供給する事ができたと考えられる。この収束した水蒸気が持ち上げられ、凝結し、潜熱解放による上昇流を形成する事で、BBLは発達する事ができたと考えられる。この上昇流によって形成された対流セルが長時間維持する事ができたのは、図2に示すように、中層風の風上である南西領域(SW領域)のHUDEが小さく(3.14 kg m^{-2})、蒸発冷却が抑制され、inflowの流入を阻害するような強い下降流が形成されなかったからだと考えられる(融解層以下の下降流の最大値 3.0 m s^{-1})。対流セルの発達に重要な環境場変数は、降水バンドが発達した領域のCAPEとVFC、および下層風の風上領域のCIN、VISHだった。また、対流セルの維持に重要な環境場変数は、中層風の風上領域のHUDEであることが分かった。

4. まとめ

長江下流域で観測されたBBLを構成する対流セルの発達、維持過程を決定する環境場の三次元構造をRANALを用いて調べた。対流セルの発達には、不安定エネルギーだけでなく、効率のよい下層の水蒸気の水平輸送と下層水蒸気収束が重要だった。また、対流セルが維持されるためには、降水バンド進行方向後面の中層が湿潤である事が重要だった。

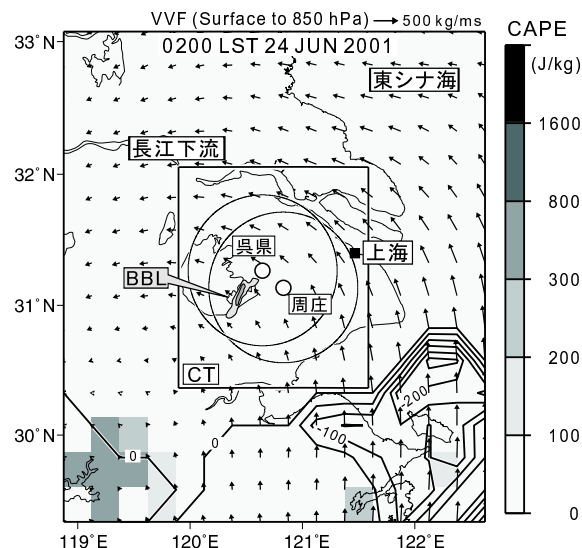


図1: 呉県と周庄に設置したドップラーレーダーで観測された(観測半径64 km以内)、6月24日4時におけるBBLの位置と6月24日2時におけるCAPE、CIN、地表から850 hPaで鉛直積算した水蒸気フラックス(VVF)の分布。シェードでCAPE、等値線でCIN(0 J kg^{-1} 以下、 -50 J kg^{-1} 毎)、ベクトルでVVF(単位: $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$)を示す。CT領域で平均したVFCは $6.95 \times 10^4 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ と大きかった。

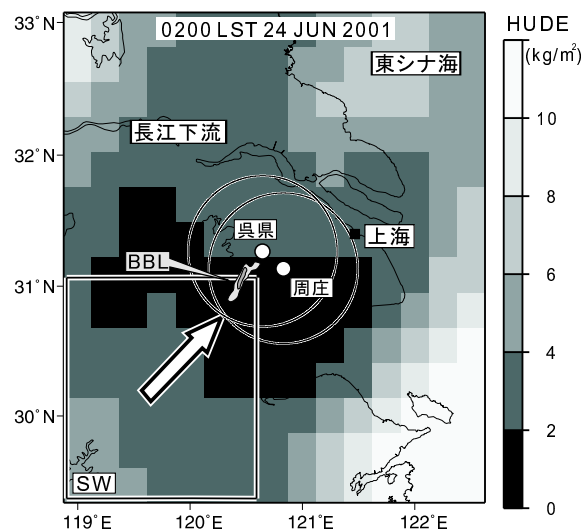


図2: 6月24日2時におけるBBL周辺のHUDEの分布(シェードで示す)。白抜き矢印は、デュアルドップラー解析で明らかにした高度4 kmで降水バンドに流入する気流の向きを示す。