

2012年台風15号における多重壁雲の数値実験 Numerical Experiments for Concentric Eyewalls of Typhoon Bolaven (2012)

辻野 智紀^{1*}, 坪木 和久¹

Satoki Tsujino^{1*}, Kazuhisa Tsuboki¹

¹ 名古屋大学地球水循環研究センター

¹Hydrospheric Atmospheric Research Center, Nagoya University

台風をはじめとする熱帯低気圧には、中心からおおよそ数百 km 以内に壁雲とよばれる対流活動の盛んな円形の雲域が存在する。熱帯低気圧はまれに、この壁雲を同心円状に複数有することがあり、多重壁雲 (Concentric Eyewall) と呼ばれる。顕著な多重壁雲構造を伴ったハリケーンについては、いくつかの航空機観測および数値モデルによる再現実験が行われている。それらの先行研究から、多重壁雲は一度形成されると、内側の壁雲がゆっくりと減衰し、外側の壁雲が徐々に内側に収縮するという壁雲の置き換え (Replacement) が起こることがわかっている。また、この置き換わりの前後では、熱帯低気圧の強度が急速に変化することも示されている。したがって、壁雲の置き換えを理解することは熱帯低気圧の正確な強度予測という観点で重要である。しかし、2012年に日本の沖縄海域を通過した台風15号 (Bolaven) は、ドップラーレーダなどの観測から、多重壁雲が形成されてから少なくとも1日以上維持しており、明瞭な壁雲の置き換えが見られなかった。このように、多重壁雲が形成されても、壁雲の置き換えが起きない場合があり、台風の壁雲の置き換えについては未だに完全に解明されていない。

そこで、本研究では、Bolavenの多重壁雲構造と、多重壁雲がどのように維持し続けられたかということをも3次元非静力学モデルを用いて詳細に調べた。本研究では、名古屋大学地球水循環研究センターで開発された3次元非静力学モデル Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS) を用いた。ハリケーン上の多重壁雲についての先行研究によると、多重壁雲は水平スケールがオーダー10 km程度であり、数値モデルで再現するためには、水平解像度1 km程度の高解像度計算を必要とすることが示唆されている。まず、気象庁全球数値モデル (GSM; 水平解像度0.5度) の初期値を初期値・境界値として水平解像度5 km x 5 kmの計算を行った。次に、この5 km x 5 kmの計算結果を初期値・境界値として2.5 km x 2.5 kmの計算を行った。最後に、この結果を元に水平解像度1 km x 1 kmの計算を行った。

その結果、水平解像度1 kmの再現実験において、Bolavenの中心から半径およそ100 km以内に顕著な多重壁雲構造が再現された。さらに、この多重壁雲のうち最も内側の壁雲は、形成からおおよそ24時間以上、その状態を維持し続けた。これらの結果は実際の観測結果と整合的であった。また、先行研究で示唆されている壁雲の置き換えに要する時間をはるかに越えて、多重壁雲が維持されていた。多重壁雲が形成された時間において、多重壁雲の構造を調べたところ、ハリケーンにおける先行研究と同様に、隣接する壁雲の間には moat と呼ばれる非常に乾燥した弱い下降気流の領域が存在することがわかった。

moat領域が存在すると、内側の壁雲への水蒸気供給が制限され、内側の壁雲が次第に減衰する。この構造はハリケーンにおける壁雲の置き換え前後に見られる顕著な特徴である。このような特徴をもっていたにも関わらず、Bolavenでは多重壁雲が長時間維持されていた。このことから、Bolavenでは moat領域によって中心に向かう流れによる水蒸気の供給が制限されていてもなお、内側の壁雲を維持するだけの水蒸気が壁雲の周辺から供給されていたと考えられる。

キーワード: 熱帯低気圧, 多重壁雲, 渦力学, 数値計算, 非静力学雲モデル

Keywords: tropical cyclone, concentric eyewall, vortex dynamics, numerical modeling, nonhydrostatic cloud resolving model