

日本気象学会誌 気象集誌

(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第96巻 第1号 2018年2月号 目次と要旨

巻頭言	1-2
JMSJ 論文賞2017	3

論文

西本秀祐・金久博忠：熱帯低気圧の上下一体性維持に関連した渦ロスビー波の解析解	5-24
大泉 伝・斉藤和雄・伊藤純至・黒田 徹・Le DUC：京コンピュータによる豪雨の広域・ 超高解像度予報実験—2013年10月15–16日の伊豆大島豪雨—	25-54

要報と質疑

Woosub ROH・佐藤正樹：雲システム解像モデルにおける放射輝度に基づくマルチセンサ 衛星評価法の拡張	55-63
学会誌「天気」の論文・解説リスト（2017年11月号・12月号）	65
英文レター誌 SOLA の論文リスト（2017年199-251，特別号31-35）	66
気象集誌次号掲載予定論文リスト	67

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

西本秀祐・金久博忠：熱帯低気圧の上下一体性維持に関連した渦ロスビー波の解析解

Shusuke NISHIMOTO and Hirotada KANEHISA: Analytical Solutions of Vortex Rossby Waves Associated with Vortex Resiliency of Tropical Cyclones

熱帯低気圧の上下一体性維持に関連する渦ロスビー波の強制線形問題の解析解を求めた。順圧軸対称な基本渦の上の渦ロスビー波を考える。渦ロスビー波は初期には存在せず、一方向に鉛直シアを持つ環境風によって励起される。この問題を、基本渦のまわりに線形化した準地衡風近似の方程式により定式化した。解析的に解ける形にするため、動径方向に区間一様な渦位分布を持つ基本渦を考える。得られた解により次のことが示される。

渦ロスビー波間の鉛直相互作用が弱い場合、pseudo mode と呼ばれる静止したモードが選択的に励起され、線形的に成長する。その結果、渦は環境風によって最終的に破壊される。鉛直相互作用が中程度の場合、quasi mode と呼ばれる、その形状をほとん

ど変えずに伝播する渦ロスビー波が現れ、シア下流左象限に傾斜した平衡状態 (DSLTE) を中心に歳差運動を行う。歳差運動は成長せず、渦は上下一体性を維持する。特に臨界半径において基本渦位が内向きの勾配を持つ場合、歳差運動は減衰する。quasi mode は最終的に DSLTE へと近づく。鉛直相互作用が強い場合、渦ロスビー波は各半径で単純に基本渦の移流角速度で移動する。渦はある程度まで DSLTE のまわりに軸対称化され、上下一体性を維持する。

壁雲付近での非断熱効果を考慮するため、基本場の浮力振動数が渦の中心付近で小さく、外側で大きい場合の解を求めた。基本場の浮力振動数が小さい (大きい) ことは、鉛直相互作用が強い (弱い) ことを意味している。中心付近では、渦ロスビー波は単純に基本

渦の移流によって移動する。一方外側では、渦ロスビー波は quasi mode のように DSLTE を中心に歳差運動を行い、渦は上下一体性を維持する。

大泉 伝・斉藤和雄・伊藤純至・黒田 徹・Le DUC：京コンピュータによる豪雨の広域・超高解像度予報実験—2013年10月15–16日の伊豆大島豪雨—

Tsutaio OIZUMI, Kazuo SAITO, Junshi ITO, Tohru KURODA, and Le DUC: Ultra-High-Resolution Numerical Weather Prediction with a Large Domain Using the K Computer: A Case Study of the Izu Oshima Heavy Rainfall Event on October 15-16, 2013

2013年10月15日から16日にかけて、伊豆大島では、台風第26号 (Whipa) に伴う強い降水帯が島を覆い、土石流災害が発生した。この降水帯は、台風第26号周囲の南東からの暖湿気と、関東平野からの北寄りの寒気の間形成された、局地前線に伴って発生した。本研究では、気象庁非静力学モデル (JMA-NHM) を「京」コンピュータに最適化し、広領域を用いて、この降水帯の超高解像度 (格子間隔500–250 m) 数値実験を行った。

数値気象予報に影響を与える2つの大きな要因：(1) 格子間隔 (5, 2 km, 500, 250 m) と (2) 境界層スキーム (Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino (MYNN) と Deardorff (DD) スキーム) をまず調べた。DDを用いた実験 (格子間隔 2 km と 500, 250 m) は、MYNNを用いた実験 (格子間隔 5, 2 km と 500 m) よりも降水帯の場所を良く再現した。DDを用いた実験では、前線の風上と風下側に対流スケールの上昇流

と下降流の対が明瞭に現れたが、MYNNを用いた実験では、明瞭では無かった。DDを用いた実験では、下層にMYNNよりも強い冷氣プールが現れた。これらの境界層の構造の違いが、前線とそれに伴う降水帯の位置に影響を与えたと考えられる。Fractions Skill Scoreを用いた降水検証では、格子間隔500 mでDDを用いた実験のスコアが最もよかった。

降水予測に影響を与える他の要因として、計算領域の広さ、ネスティングを行う際の側面境界条件、地形の表現の影響を調べた。領域を小さくした実験では、降水帯の形状は実況と大きく異なった。ネスティングを用いた実験では、降水予測の精度の低下はある程度抑えられた。詳細な島の地形を用いた実験では、島内の降水分布がより良く表現された。本研究の結果から、広い領域を高解像度で計算する事によって、豪雨の予測精度が良くなる可能性が示された。

Woosub ROH・佐藤正樹：雲システム解像モデルにおける放射輝度に基づくマルチセンサ衛星評価法の拡張

Woosub ROH and Masaki SATOH: Extension of a Multisensor Satellite Radiance-Based Evaluation for Cloud System Resolving Models

先行研究におけるマルチセンサ衛星評価法の代替手法として、雲システム解像モデルの海上の降水雲評価のための赤外線とマイクロ波を組み合わせた新しい手法を提示する。本手法では、11 μm の赤外線と高周波数 (89.0 GHz) のマイクロ波の輝度温度を利用して降水雲の雲頂温度と雲氷散乱の特性を決定する。また低周波数 (18.7 GHz) のマイクロ波の輝度温度の閾値を利用して降水域を特定する。本手法は、先行研究の観測範囲が狭い熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 降雨レーダを使用した TRMM ベースの解析方法と比

較して、観測範囲が広く氷雲への感度があるマイクロ波の周波数帯を利用することで、拡張した評価手法となっている。

二種類の雲微物理スキームを利用した非静力学正二十面体格子大気モデル (NICAM) による数値実験結果について、熱帯海洋上の降水雲を本手法により評価した。雪および霰のサイズ分布のパラメタリゼーションの違いのため、二つの数値実験における89.0 GHzの散乱強度は異なっていた。雪のサイズ分布に二つのピークをもたせることで、89.0 GHzでの輝度温度の

過小評価を改善した。本手法により得られるジョイントヒストグラムは先行研究の雲頂温度と降雨頂高度を用いたジョイントヒストグラムと類似する特性を有していた。すなわち、本研究の散乱強度の過大評価が先行研究で見られた12 km以上の降雨頂高度頻度ピークと整合的であった。雲微物理スキームにおける雪のサイズ分布を変化させると、89.0 GHzの輝度温度が観

測とよく一致することがわかった。さらに、衛星シミュレータを利用して、雪の非球形性の仮定の影響を調べた。その結果、放射伝達モデルにおいて雪の非球形性を導入した場合と導入しない場合の実験の差は、導入しない実験における雪のサイズ分布の変化に伴う89.0 GHzの輝度温度差に比べて小さくなることがわかった。
