

# 全球雲解像モデルで再現された 2008 年台風 13 号の傾度風バランスと非軸対称の強度

相澤拓郎<sup>1</sup> ・ 田中博<sup>2</sup> ・ 佐藤正樹<sup>3</sup>

1. 筑波大院生命環境 2. 筑波大計算科学 3. 東京大学大気海洋

## 1. はじめに

台風のコア領域は、強固な軸対称構造を形成するが、非軸対称な流れも重要である。最盛期台風のコア領域における軸対称循環(接線風)は、第1近似として傾度風バランスが成り立つことが知られている (e.g., Willoughby 1990; 1991, Zhang et al. 2001)。また傾度風バランスは、2次循環の支配領域である、境界層内、アイウォール、上層のアウトフロー層では成立しない(e.g., Brian and Rotunno 2009; Smith et al. 2009)。特に、境界層の上端付近では、傾度風バランスをはるかに超える接線風(強い非軸対称)をしばしば観測する。台風コア領域の非軸対称を駆動しているのは、主にアイウォールやレインバンドにおける対流の非軸対称であり、非静力学的な流れである。台風の渦は粗い解像度のモデルでも出現するが、アイウォール及びレインバンドを含めて再現するには高解像度及び非静力学が必要となる。Fudefyasu et al. (2010) は、渦の軸対称化は発達過程だけでなく発生過程においても重要な役割を果たすことを示唆している。つまり台風は、軸対称と非軸対称との間でバランスを維持しながら発生・発達する。

本研究は、全球雲解像モデル NICAM (Satoh et al. 2008) で再現された強い台風について、基本的な構造を示し最盛期における1次循環の構造と非軸対称構造を調査することを目的としている。

## 2. 研究の概要

2008 年台風 13 号(以下, TC0813)を対象として、台風に関する研究を行っている。全球非静力学雲解像モデル NICAM を用いて、TC0813 が発生する 6 時間前に相当する 2008090812Z の気象庁 GSM (T959L60) を初期値として数値実験を行った。海水面温度の初期値には、ハドレーセン

ターの GISST 気候値を用いている。なおデータ同化や台風ボーガスは用いていない。その影響で再現開始後 12 時間程度は大きな重力波ノイズが発生するが、台風の発達に対してほとんど影響を与えない。本数値実験では TC0813 の他に、実際の台風を 2 個、モデル内のみの台風を 1 個再現した。そのうち 3 個は、最盛期において中心気圧が 945 hPa 以下を記録するまで発達したが、ここでは TC0813 のみ解説する。

TC0813 について軸対称な側面と非軸対称な側面から台風の構造を調査した。まず発達期から最盛期にある TC0813 について、循環の中心点を台風の中心と定義し、半径 3.5km 間隔の円柱座標系にデータを内挿した。次に、軸対称平均した等圧面高度場を用いて、静力学平衡及び傾度風平衡の式から推定される接線風速  $V_g$  を求めて、軸対称平均接線風速  $V$  と比較した。また、最盛期の台風が持つ非軸対称の強度について解析した。非軸対称の強度として、各半径  $R(r)$  において最大接線風速と最小接線風速の差を計算した。

## 3. 結果と考察

図 1 は、初期値から 5 日先(120 時間後)までの TC0813 の強度を示している。中心気圧は  $T=84$  hr において最小値 927 hPa を記録した。気象庁のベストトラックでは 935 hPa である。 $T=72$  hr までの 24 時間において約 35 hPa の急速な気圧降下が見られた。モデルのスピンアップにより最初の 24 時間は、ほとんど発達しない。TC0813 は発達を始めてから、NICAM では 2.5 日間、現実大気では 2 日間で発達を終え最盛期に達した。NICAM は、実際の台風の発達速度やライフサイクルを非常に良く再現した。次に、急速な発達期  $T=60$  hr と最盛期  $T=84$  hr における台風のバランスと非軸対称構造を示す。

図 2 に、軸対称平均接線風と傾度風バランスからのズレの半径高度断面を示す。急速な発達期においても、最盛期においても、アイウォールの内縁にあたる中心から半径 80 km、高度 1~2 km 付近で風速最大を記録しており、その周辺では傾度風バランスを超過する接線風速を記録している。T=84 hr の軸対称平均接線風は約 65 m/s，超過分は約 6 m/s 程度となっており、傾度風バランスからのズレは約 10 %である。発達期においても同程度である。これはまた、Zhang et al. (2001) による数値実験と同程度である。また、高度 1 km 以下では傾度風バランスから推定された 1 次循環より弱くなっており、境界層高度は約 1 km であることが分かる。またアイウォールの上部も、傾度風バランスを大きく超えた接線風を記録していることが分かる。

この期間において TC0813 は、急速に軸対称化する。図 3 に非軸対称の強度の半径高度断面を示す。発達期の非軸対称は、アイウォールの内縁に沿って大きい。また半径 150km から外側の領域も比較的強い非軸対称を伴う。最盛期では、アイウォールの内縁を除いて非軸対称の強度が小さくなっており、TC0813 は軸対称性を強化したことを示している。この軸対称化に伴って、半径 100 ~250 km において傾度風バランスからのズレが小さくなる。つまり、傾度風バランスを満たすような非軸対称と軸対称との間の調節があると考えられる。

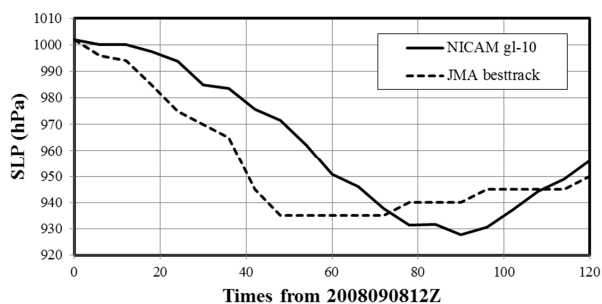


図 1：NICAM で再現された台風 13 号(実線) と気象庁ベストトラック(破線) の最低気圧の時系列。

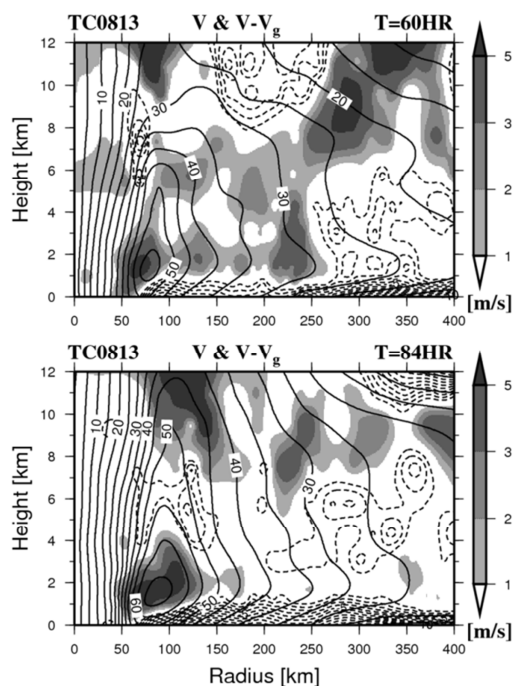


図 2： NICAM で再現された TC0813 の(上) 発達期、(下) 最盛期における軸対称平均接線風と傾度風バランスから推定される接線風とのズレ。軸対称平均接線風は、5 m/s 間隔の実線で示している。傾度風バランスより接線風が強い領域をカラーで、弱い領域を破線 (1 m/s 間隔) で示している。

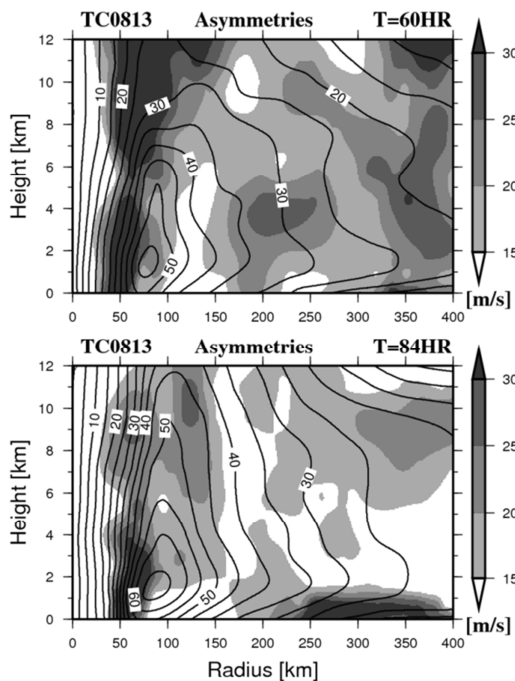


図 3： NICAM で再現された TC0813 の(上) 発達期、(下) 最盛期における非軸対称の強度。軸対称平均接線風は、5 m/s 間隔の実線で示している。