

弱コリオリ力におけるハリケーン強度のアンサンブル予報実験 Ensemble Experiments of the Hurricane Intensity under Weak Coriolis Force

○吉岡大秋・榎本 剛

○Hiroaki YOSHIOKA, Takeshi ENOMOTO

This study focuses on Coriolis force influence for the intensity of Hurricane PALI which was occurred at 4.4°N on 7 January 2016. We conducted the ensemble downscale experiments using the nonhydrostatic meso-scale numerical model, WRF, with horizontal resolution of 10 km and setting multiple Coriolis forces (f) ideally different. The initial states were derived from 11 ensemble members of NOAA's 2nd-generation global ensemble reforecast dataset. All disturbances by ensemble downscale experiments developed to the intensity of Tropical cyclone (TC, $17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). We examine the differences of the intensity of Hurricanes in the experimental results between different Coriolis forces. It was found from the result of sensitivity experiments that it is not necessary that larger Coriolis force makes TCs stronger.

1. はじめに

台風は、総観スケールからメソ対流スケールまで様々なスケールの現象が関連しあって発生する。Gray (1968) では、台風が発生する環境場の条件を 6 つに分けて提案している。そのうち、本研究では「惑星渦度が大きい」という条件に着目した。Anthes (1982)、McBride (1995) でも、「緯度 5 度までの領域でクラス 3 の台風に発達するのは稀」とされているが、稀に低緯度で台風が発生（台風強度まで発達）することがある。

そのような低緯度で発生した台風を事例とした先行研究はいくつかある。例えば Yi and Zhang

(2010) では、2001 年に北緯 1.5°で発生した台風 Vamei を対象に、領域モデル WRF を用いてコリオリ力 (f) の感度実験を行った。この事例ではコリオリ力を倍にすると台風の強度が弱い結果が得られた。しかし、この研究ではコリオリ力が無い (f 面近似) 実験、コリオリ力が半分の実験、4 分の 1 の実験、2 倍の実験しか示されていないため、同じ初期渦から予報実験した際に、どの緯度で台風強度が強くなり、弱くなるのか分からない。また、1 事例の決定論的予報のみのため、緯度毎に予報がどの程度バラつくのかも解析することが出来ない。

そこで本研究では、現実には赤道域で発生したハリケーン（台風と同じ熱帯低気圧）を対象に、領域モデル WRF による全球アンサンブルデータ GEFSR2 のダウンスケール実験を行い、コリオリ力

がハリケーンの強度やそのバラつきにどのように影響しているかを解析し、定量的に評価することを目指した。

2. 研究手法

本研究では、2016 年 1 月 7 日 18Z に北緯 4.4°で発生したハリケーン PALI を事例に、アンサンブルダウンスケール実験を行い、その結果を解析した。初期値・境界値には、National Centers for Environmental Prediction (NCEP) の現業モデル Global Ensemble Forecast System (GEFS) によるハインドキャストデータ、NOAA's 2nd-generation global ensemble reforecast dataset (GEFSR2; Hamill et al., 2013) を、領域モデルには WRF-ARW v3 (Skamarock et al., 2008) を用いた。計算領域と、Joint Typhoon Warning Center (JTWC) による、ハリケーン PALI のベストトラックを図 2 に、実験の主要な計算設定を表 1 に示した。また、コリオリ力の影響を評価するために、異なるコリオリ力を与える実験を複数行った。実際のコリオリ力を与える通常の実験を CTL 実験、相対的に 1°北のコリオリ力を与える実験を +1°実験と呼び、1°刻みに +10°実験まで行った。

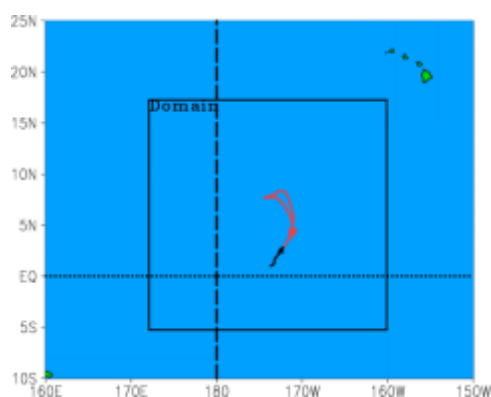


図 1. JTWC によるハリケーン PALI のベストトラック。赤線で台風強度、黒実線で熱帯低気圧強度の期間、黒点線で赤道、黒破線で日付変更線、黒枠でダウンスケール実験計算領域を示す。

表 1. ダウンスケール実験設定

モデル	WRF-ARW v3.6.1
水平格子サイズ	10km×10km
水平格子数	250×250
鉛直格子数	40 (下層を密に)
タイムステップ	30 秒
積雲対流 パラメタリゼーション	Kain-Fritsch scheme
計算初期時刻	2016 年 1 月 6 日 00Z
予報期間	8 日間
アンサンブルメンバー数	11

3. 結果

CTL 実験 11 メンバーとベストトラックのハリケーンの強度 (地上 10m 最大風速) の時系列を図 3、CTL 実験 08 日 06Z (最盛期、予報開始から 54 時間後) の平面図を図 4 に示した。ハリケーン的位置は高度 850hPa の相対渦度が最大値となる位置とした。最盛期で、アンサンブル平均の最大風速が $41\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、中心気圧が 979hPa まで発達し、気象庁定義 (最大風速 $17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上) の台風強度を満たすハリケーンを再現することは出来た。

図 5 に、CTL 実験から +10° 実験まで 11 種の実験におけるハリケーン強度 (予報期間中の最低中心気圧) とそのバラつきを箱ひげ図で示した。+6° 実験までは、コリオリ力を大きくするとハリケーンが強くなっている。しかし、+7° から +10° 実験ではハリケーンが発達しないメンバーがあり、さらにバラつきが大きくなっていることが分かる。発表講演会では、他の解析結果も含めて紹介する。

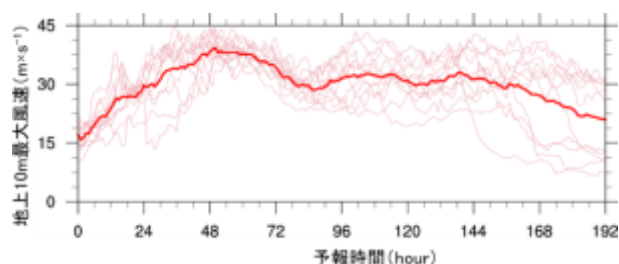


図 2. CTL 実験でのハリケーンの強度 (地上 10m 最大風速) 変化の時系列。赤の太線で CTL 実験アンサンブル平均値、赤の細線で CTL 実験アンサンブルメンバーを示す。

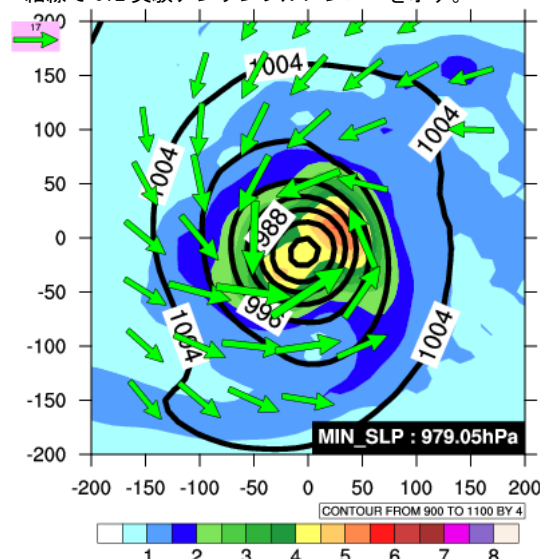


図 3. CTL 実験での最盛期のハリケーンの様子。コンターで海面気圧のアンサンブル平均値 (hPa)、シェイドで海面気圧のアンサンブルスプレッド (hPa)、ベクトルで地上 10m 水平風のアンサンブル平均値 ($17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上のみ表示) を示す。各メンバーのトラックが図の中心となるようにしている。

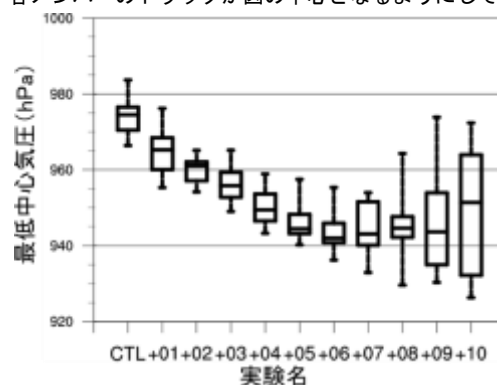


図 4. 各実験のハリケーンの強度 (予報実験中の最低中心気圧)。線の上端が最大値、線の下端が最小値、箱の上端が上位 25% 値、箱の下端が下位 25% 値、箱の内部の線が中央値を示す。

参考文献

- Gray, W. M., 1968: Global view of origin of tropical disturbance and storms. Mon. Wea. Rev., 96, 669-700.
- Yi, B. Q., and Q. H. Zhang, 2010: Near-equatorial typhoon development: Climatology and numerical simulations. Adv. Atmos. Sci., 27(5), 1014-1024, doi: 10.1007/s00376-009-9033-3.