

非常に強い台風に見られる二つの発達プロセス

*金田幸恵^{1),2)}・和田章義²⁾

¹⁾名古屋大学, ²⁾気象研究所

1. はじめに

近年、台風の進路予測は着実に向上しているものの、強度予測については依然として改善の余地が残されている。とりわけ、全球大気モデルによる強い台風の強度、強度・構造変化の予測に関して、いくつかの課題がある。積雲対流パラメタリゼーション(Murakami et al. 2012)や水平解像度の問題はそのような課題の1つである。Schenkel and Hart (2012)は、4種類の客観解析データを用いて台風の再現性を調査し、水平解像度0.50°-1.25°相当とした全球モデルに人工的な台風の初期渦を加えても、最大強度の再現性に関しては依然として過小評価傾向があったことを報告した。気象庁全球気候20kmモデル(AGCM20)に、新しく開発された積雲対流パラメタリゼーション(Yoshimura et al. 2015)を導入したMRI-AGCM3.2Sにより、Murakami et al. (2012)は台風の最大強度や各海域の総数、特に非常に強いカテゴリー5 (Saffir-Simpson スケール)の台風を含む気候学的特徴をベストトラック台風解析結果により近づけるよう再現することに成功した。一方でAGCM20には非常に強い台風に関して、その最低中心気圧(MCP)に到達する場所がより高緯度になるという北偏バイアスが見られることがわかっている(Kanada et al. 2013)。

台風強度及びその変化に密接にかかわる内部コア構造を数値モデルで再現するためには、水平解像度数キロメートル以下が必要と考えられている(e.g. Gentry and Lackmann, 2010)。本研究ではAGCM20の結果を水平解像度5kmの非静力学モデル(NHM5)にダウンスケールした実験を実施し、再現された台風強度や強度・構造変化をMRI-AGCM3.2sの結果と比較した。また結果の比較を通じて、非常に強い台風の発達プロセス及び各モデルの特徴について考察したい。

2. 手法

ここではAGCM20による3つのタイムスライス実験(1979~2003年)の結果を解析に用いた。AGCM20には、積雲対流パラメタリゼーションスキームとしてPrognostic Arakawa-Schubertスキームを用いているMRI-AGCM3.1、Yoshimura et al. (2015)のスキーム(以降YS)を用いているMRI-AGCM3.2を使用した。3つのタイムスライス実験はMRI-AGCM3.1による実験(以降AS実験)と初期値が異なるMRI-AGCM3.2による2つの実験(YS1, YS2実験)から構成される。

次にYS2の実験結果において、西部北太平洋域で再現された台風の中でMCPが900hPa以下もしくは最大風速70 m s⁻¹以上に達したものを非常に強い台風として50例抽出し、全てについてNHM5(Saito et al. 2007)によるダウンスケール実験を実施した。なお、すべての実験について、海面水温

(SST)を下部境界値として与えた。

台風観測・解析値として、Regional Specialized Meteorological Center Tokyo(RSMC)及びJTWCのベストトラックデータ(BT)を使用した。使用にあたって、RSMCのBTの10分平均風速を係数1.14により1分平均風速に換算した。さらにJTWCのBTでは最大1分平均風速をAtkinson and Holliday (1977)で中心気圧に変換した。本研究では最大1分平均風速33 m s⁻¹以上を台風と定義した。対象領域は100°E-180°E、0°-40°Nと設定した。

3. 結果

台風の総数はRSMC及びJTWCのBT(15.7-16.9)に対して、ASは4.1、YS1及び2は16.5-16.8であった。この結果は積雲対流パラメタリゼーションを入れ替えることにより総数が改善されたことを示す(表1)。特にC4以上の強い台風に関して、ASでは皆無であったのに対し、YSではJTWCとほぼ同数であった。

MCPの出現位置を図1に示す。非常に強い台風のMCPの大半は、2つのBTにおいては北緯25度以南に出現する特徴があるのに対し、YS1, YS2においては半数がそれ以上が北緯25度以北に現れていた。一方でYS2をダウンスケールしたNHM5実験では、この北偏バイアスは見られず、非常に強い台風のほぼすべてが北緯25度以南でMCPに達していた。大気モデルにより北偏バイアスが改善されたことは、YS2で見られた台風の北偏バイアスが台風による海面水温低下の効果が含まれていないことのみ起因した事象でないことを示唆する。

観測から非常に強い台風の大半は、生涯に一回は急発達を経験することが指摘されている(Kaplan and DeMaria 2003)。表2にBT及びAGCM20の最大強度及び強度変化特性を示す。本研究では24時間あたりの最大中心気圧低下42hPa以上をRapid intensification (RI)と定義する(Holliday and Thompson 1979)。表2からBTでは非常に強い台風の85%前後がそれ以上がRIを経験していた。NHM5もまた同程度の割合であった。一方でYS2ではRIを経験した台風は半数以下に留まる。

次に台風の発達速度により、YS2の非常に強い台風50例について、RIした台風(20例)をRITY、発達速度の小さかった台風(21例)をwoRITYとして2つのグループに分類した。この分類によりYS2の北偏バイアスにはwoRITYが大いに貢献していることが示された(表2)。

非常に強い台風の中心気圧と最大風速半径(RMW)の平均時系列を図2に示す。平均時系列は中心気圧が950hPaを下回った時刻から6時間遡った時刻をt=0hとして作成されたコンボジット図である。NHM5はt=18h付近までのRI定義に相当するRSMCの大きな発達速度をよく再現した。RMWの時系列から、本研究ではRIの期間を二つに分ける。P1期間はRMWの急激な縮小を伴う期間、P2期間はRMWの変化をそれほど伴わない

期間とする。NHM5におけるP1期間の風速増大は、角運動量保存則により90%程度説明できる。一方、P2期間のRIでは、RMWに大きな変動はなかったことから、別の発達過程により駆動されたと考えられる。NHM5ではP2期間後、RMWをさほど変化させず強度を維持するN期間、RMWを拡大しつつ衰退するD期間と続く。

YS2で再現されたRITYは、 $t=18$ h付近までJTWCの急速な発達をほぼ再現し、またこの期間はRMWの急速な縮小を伴うP1期間に該当する。一方woRITYについては、ゆるやかな発達速度で $t=60$ h以降まで発達し続け、P1期間の発達とは異なる。西部北太平洋域の台風は通常低緯度で発生し、発達しながら北上することから、このゆるやかな発達の持続傾向は最大強度到達緯度の北偏バイアスと整合する。RMWの時系列から、woRITYは、 $t=6$ h時点で既にRMWは小さく、 $t=60$ h付近までほとんど変化しない状況下で、台風はゆるやかに発達し続けていた。つまりwoRITYに分類された台風はNHM5のN期間の発達過程を持続しつつ非常に強い台風に、より高緯度で到達したと考えられる。

4. まとめ

Regional Specialized Meteorological Center Tokyo(RSMC)及びJTWCのベストトラックデータから、非常に強い台風のほとんどが急発達を経て、北緯25度以南で最大強度に達するという気候学的特性を示した。気象庁全球気候20kmモデル(AGCM20)の気候ランでは、西部北太平洋域の台風、特にSaffir-Simpsonスケールでカテゴリー5に相当する非常に強い台風の最大強度到達緯度に北偏バイアスがあることが明らかになった。この北偏バイアスには発達速度がゆるやかな台風が寄与していた。水平解像度5kmの非静力学モデル(NHM5)によるダウンスケール実験では、この北偏バイアスは見られなかった。AGCM20とNHM5での強度変化と内部コア構造の観点から、最大風速半径の変化と強度変化の関係が両者で著しく異なっていた。

発表時には各強度変化期間の内部コア構造について、AGCM20とNHM5の結果を比較し、発達プロセスを考察する。時間があれば、環境場との関係についても報告したい。

謝辞: 本研究は、文部科学省の気候変動リスク情報創生プログラム・テーマCの支援により実施された。またJSPS科研費基盤研究C26400466及び15K05292の助成を受けた。

表1 年平均台風数。C1~C5はそれぞれSaffir-Simpsonスケールのカテゴリーを示す。

Data ID	Convection scheme	C1	C2	C3	C4	C5	Total
RSMC	-	4.5	3.7	5.9	1.3	0.4	15.7
JTWC	-	4.9	3.3	2.5	3.7	2.5	16.9
YS1	Yoshimura	3.5	2.3	4.1	4.6	2.1	16.5
YS2	Yoshimura	3.9	2.1	4.4	4.6	1.8	16.8
AS	Arakawa-Schubert	2.7	1.1	0.4	0.0	0.0	4.1

引用文献

Atkinson and Holliday 1977: *Mon. Weather Rev.*, **105**, 421–427.
 Gentry and Lackmann 2010: *Mon. Weather Rev.*, **138**, 688–704.
 Kanada et al. 2013: *J. Clim.*, **26**, 9986–10005, 2013.
 Kaplan and DeMaria 2003: *Weather Forecasting*, **18**, 1093–1108.
 Mizuta et al. 2012: *J. Meteor. Soc. Japan*, **90A**, 233–258.
 Murakami et al. 2012: *J. Clim.*, **25**, 3237–3260.
 Saito et al. 2007: *J. Meteor. Soc. Japan*, **85B**, 271–304.
 Schenkel and Hart 2012: *J. Clim.*, **25**, 3453–3474.
 Yoshimura et al. 2015: *Mon. Weather Rev.*, **143**, 597–621.

表2 非常に強い台風の総数、RIした割合、平均MCP、MCP到達緯度、24時間あたりの最大中心気圧低下。

Data	Num	Ratio of RITY	MCP (hPa)	Lat (°)	mcp ₂₄	
RSMC	20	90%	894	16.5	-59	
JTWC	62	84%	891	16.9	-54	
AGCM20	RI	20	40%	893	22.5	-53
	woRI	21	%	899	25.8	-36
NHM5	32	91%	885	19.4	-58	

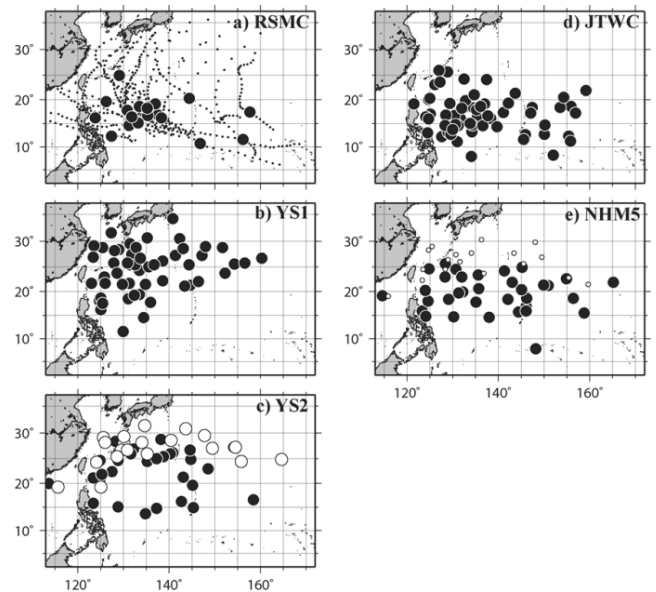


図1 MCPの出現位置。a) RSMC, b) YS1, c) YS2, d) JTWC, e) NHM5。e)の○はc)の○に該当し、NHM5で非常に強い台風に発達しなかったものを示す。

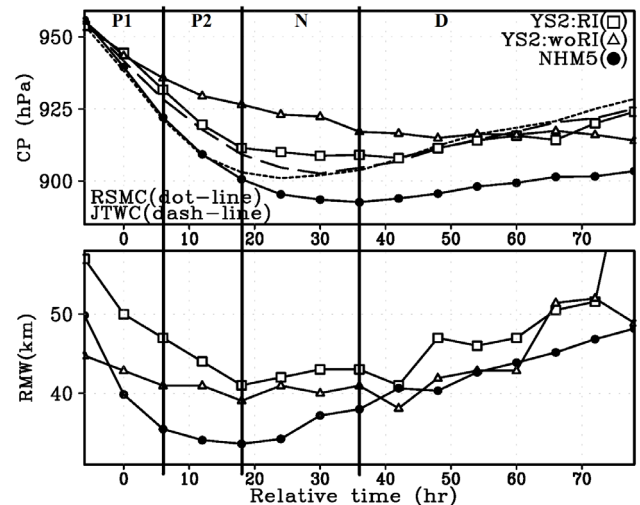


図2 中心気圧(CP)と最大風速半径(RMW)の時系列。すべて中心気圧が950hPaを下回った時刻から6時間遡った時刻を $t=0$ hとしてコンポジットした。