

全球非静力学モデルによる BSISO と北西太平洋域の台風発生数の将来変化

*中野満寿男¹・山田洋平¹・那須野智江¹・菊地一佳²・佐藤正樹^{3,1}・杉正人⁴

1:海洋研究開発機構、2:ハワイ大学 IPRC、3:東大 AORI、4:気象研

1. はじめに

地球温暖化に伴い、台風の発生数は減少すると考えられている (IPCC 2013)。この将来変化をもたらす要因はまだ理解が十分とはいえない。

季節内変動によって熱帯低気圧活動が変調されることが知られている。北西太平洋域においては北半球季節内変動 (BSISO) の位相 5-8 において台風発生が多い (Yoshida et al. 2014)。本研究では、地球温暖化に伴う BSISO と台風発生数の関係の将来変化を調査する。

2. モデルと実験設定

本研究では全球非静力学モデル NICAM (Satoh et al. 2014) による現在気候実験 (Kodama et al. 2015) と将来気候実験の結果を解析する。それぞれ 1979-2008 年、2075-2104 年の 30 年間のデータを用いる。温室効果ガス濃度は SRES A1B シナリオに従う。モデルの水平解像度は 14km、鉛直層数は 38 であり、モデルトップは 36.7 km である。雲微物理過程は NSW6 (Tomita 2008) を用い、対流パラメタリゼーションは用いていない。スラブ海洋モデルを結合しており、現在気候実験では HadISST (Rayner et al. 2003) に、将来気候実験では CMIP3 のマルチモデルアンサンブルから求めた SST の気候差分とトレンドを、HadISST の気候平均と年々変動成分に加えたもの (Mizuta et al. 2008) に緩和時間 7 日でナッジングする。

3. 解析手法

3-1 台風の抽出

台風のトラッキングは Sugi et al. (2002) と同様の手法で行う。台風抽出の閾値は以下のものを用いた。

- ・ 10m 風速 $\geq 17.5\text{m/s}$
- ・ 850hPa 渦度 $\geq 1.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
- ・ 300, 500, 700hPa の温度偏差の和 $\geq 2 \text{ K}$
- ・ 850hPa の風速 $\geq 300\text{hPa}$ の風速
- ・ 持続時間 ≥ 36 時間

比較のため、観測値として IBTrACS (Knapp et al. 2010) を用いた。

3-2 BSISO の定義

BSISO の定義は Kikuchi et al. (2002) に従う。1980-2009 年の 30°S-30°N における NOAA

interpolated OLR (Liebmann and Smith 1996) に 25-90 日周期のバンドパスフィルターをかけ、6-8 月と 12-2 月、それぞれの期間について平均を引いた上で、day-10, -5, 0 で結合し EEOF の第一モードと第二モードを求める。それぞれの期間で求めた EEOF1, 2 の対を BSISO モード、マッデンジュリアン振動 (MJO) モードとする。それぞれのモードから計算される時間関数 PC1, PC2 で張られる位相空間において、いずれかの季節内変動モードについての大きさが 1 以上の場合、その季節内変動が活発で有り、どちらも 1 以上の場合は大きい方の季節内変動を選択する。NICAM で計算された OLR についても、観測から求めた BSISO, MJO モードを用いて PC1, 2 を求める。この際、モデルは季節内変動の振幅が小さいバイアスがあったため、BSISO, MJO それぞれについて現在気候実験と観測における平均振幅の比を用いてバイアス補正をおこなった。この補正に用いる係数は BSISO, MJO それぞれ 0.52 と 0.48 である。本研究では、いずれの季節内変動も不活発であった日を不活発日、BSISO が活発だった日を BSISO 日、MJO が活発だった日を MJO 日と呼ぶ。

3. 結果

表 1 に不活発日と BSISO 日、MJO 日における台風発生数を示す。観測では、不活発日と BSISO 日に 50%弱にあたる、ほぼ同数の台風が発生している。現在気候実験は、全発生数だけでなく、不活発日と BSISO 日に 50%弱に当たる、ほぼ同数の台風が発生することをよく再現した。将来気候実験では全体の発生数が減る一方で、不活発日の発生数が増加することがわかった。従来、台風発生の予測可能性が季節内変動の予測可能性によっていることが指摘されている (たとえば Nakano et al. 2015) ことを鑑みると、これらの結果は、地球温暖化の進行に伴い台風発生の予測がより困難になることが示唆される。

表 1 それぞれの季節内変動日における台風発生数（上段）と割合（下段）

	不活発	BSISO	MJO	合計
観測	11.5	12.4	1.6	25.5
	45.3%	48.6%	6.2%	100.0%
現在気候	12.0	10.9	2.3	25.2
	47.7%	43.2%	9.1%	100.0%
将来気候	13.3	7.3	1.9	22.5
	58.9%	32.5%	8.6%	100.0%

図 1 は各位相毎の BSISO 日数を示す。現在気候実験は位相 2, 3 でやや過大評価しているものの、観測された BSISO 日数をよく再現している(図 1)。将来気候実験では位相 1 を除いて BSISO 日数が減少する。各位相における BSISO 日当たりの台風発生数（発生率）は観測では位相 5-8 で大きく、位相 1-4 では小さい(図 2)。現在気候実験はこれらの傾向をよく再現している。現在気候実験と将来気候実験とで、台風発生率はほとんど変化が見られないことから、将来気候において BSISO 日が減少することが、BSISO に伴う台風発生数の減少につながるということがわかった。

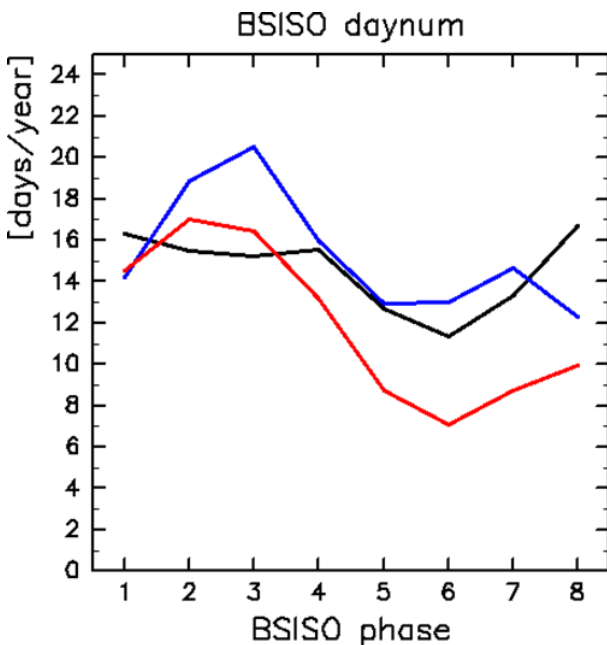


図 1 各位相毎の BSISO 日数。観測（黒線）、現在気候実験（青線）、将来気候実験（赤線）をそれぞれ示す。

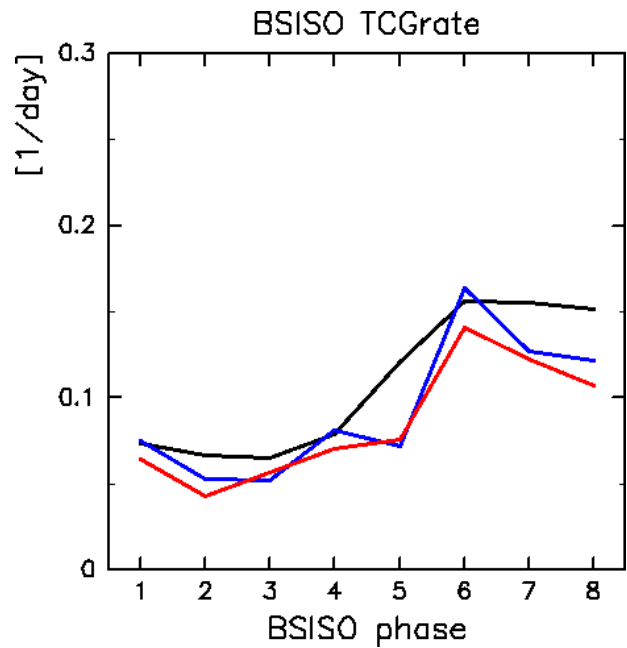


図 2 各位相毎の BSISO 日あたりの台風発生数。観測（黒線）、現在気候実験（青線）、将来気候実験（赤線）をそれぞれ示す。

参考文献

- Kikuchi et al., 2011, *Clim. Dyn.*, **38**, doi:10.1007/s00382-011-1159-1
- Knapp et al. 2010, *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 91, 363-376, doi:10.1175/2009BAMS2755.1
- Kodama et al. 2015, *J. Meteor. Soc. Jpn.* **93**, 393-424, doi:10.2151/jmsj.2015-024
- Liebmann and Smith, 1996, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, **77**, 1275-1277.
- Mizuta et al., 2008, *Tech. Rep.* **56**, pp. 28, Meteorol. Res. Inst. doi:10.11483/mritechrepo.56
- Rayner et al., 2003, *J. Geophys. Res.*, **108**, 4407, doi:10.1029/2002JD002670
- Nakano et al. 2015, *Geophys. Res. Lett.*, **42**, 565-571, doi:10.1002/2014gl062479
- Satoh et al. 2014, *Prog. Earth Planet. Sci.*, **1**, 18, doi:10.1186/s40645-014-0018-1.
- Sugi et al. 2002, *J. Meteor. Soc. Jpn.* 80, 249-272.
- Yoshida et al. 2014, *SOLA*, **10**, 15-18, doi:10.2151/sola.2014-004.
- Tomita 2008, *J. Meteor. Soc. Jpn.* **86A**, 121-142, doi:10.2151/jmsj.86A.121

謝辞：本研究は HPCI 戦略プログラム分野 3 「地球規模の気候・環境変動予測に関する研究」（課題番号：hp120279, hp130010, hp140219）のもと、理研 AICS のスーパーコンピュータ「京」を用いて行った。