

海洋モデルの結合および気候変動が及ぼす MRI-AGCM 気候計算における台風への影響評価 Projecting the Impact of Ocean Model Coupling or Climate Change on Typhoons in MRI-AGCM Climate Calculations

○岡田智晴・志村智也・Adrean WEBB・宮下卓也・森信人・水田亮
○Tomoharu OKADA, Tomoya SHIMURA, Adrean WEBB,
Takuya MIYASHITA, Nobuhito MORI, Ryo MIZUTA

In this study, we conducted an original climate experiment based on a cluster analysis of past observed SST, and analyzed TCs that passed near Japan. The analysis results show that, with climate change, the frequency of low-intensity TCs will be lower in the future than in the present, but the frequency of high-intensity TCs will increase depending on the SST that dominates the field, suggesting the possibility that disaster prevention based on stronger external forces will be necessary. The analysis presented here is limited to cases close to the center of gravity of each cluster, but more detailed information on more cases will be presented at the time of the presentation.

1. はじめに

日本国内においては気象庁気象研究所の全球大気大循環モデル(MRI-AGCM)による気候計算結果が、気候変動に伴う極端現象の評価に多数使用されている。しかしながら、高解像度3次元海洋モデルとの結合や大規模アンサンブル実験の実施は気候変動の推定に非常に有効な手段である反面、多大な計算コストを要する。

そこで岡田ら(2022)は気候実験に要する計算コストを抑えるため、簡便にTC(Tropical Cyclone)と海面条件の相互作用を考慮できるスラブ海洋モデル(Ocean slab; Oslab)をMRI-AGCMと結合させたモデルを用いて、確率評価を可能とする独自の気候実験を実施し、実験規格の評価を行った。本研究では過去SSTについてクラスタリング分析を行い、その分析結果に基づいた気候実験を実施する。発生した台風が、解析したSSTに応じた傾向を持つかを評価する。

2. スラブ海洋結合全球大気気候モデル

MRI-AGCMを用いた気候計算を行う際、海面の状態を規定する必要がある。特にTCのようなStormは海洋内の混合を引き起こし、局地的なSST低下(cold wake)を伴う。スラブ海洋モデルは海上風 U_{10} に依存した海面水温SSTの低下を表現するモデルで非常に計算コストが低い。本モデルの詳細については、岡田ら(2021)及びZarzycki(2016)を参照されたい。スラブ海洋モデルをMRI-

AGCMに即時的に応答させることで、TC下の海洋条件を表現する。本研究では水平解像度60kmのMRI-AGCMを使用し、気候計算を実施した。

3. 月固定EA実験の設定

(1) 境界条件

MRI-AGCMで気候計算を実施する際、海面条件の規定が必要となる。本実験ではスラブ海洋モデル内の基準値に相当するSSTと、海氷密接度(SIC)の規定が必要であり、OISSTによる観測値とCMIP6モデルからMEM(Multi-Model Ensemble Mean)を得ることで当該データを得た。具体的なデータ作成方法は岡田ら(2021)と同様である。

(2) 月固定EA実験

特定の月そのものをイベントと見なすことで、温暖化条件下の気候実験結果と比較を行うEA実験を実施した。具体的には特定の9月についてSST月平均値を固定の境界条件として150カ月の長期連続計算を実施した。本研究ではSSTクラスタリングを1950-2019年の9月平均値に対して70年間で行い、得られた3つのクラスタリングから代表的なケースを選定する。最初の一か月間は対象の9月のERA5再解析値をもとに再現実験を実施し、以降は前節の境界条件のみを固定することでトータル150月カ月の気候計算を実施した。なお将来に関しては追加で10月カ月の連続計算を行い、最初の10月を温暖化シナリオへのスピンアップ期間とみなす。

4. 結果

1950-2019の70年間の9月平均SST(0-40°N,100-180°E)をEOF解析して得られたモード1とモード2の時係数の値を算出し、その値に基づきクラスター解析を行った。図-1(a)は時係数とそこから得られたクラスタリングを示しており、(b)では(a)のクラスタリングによって得られた silhouette 係数とその平均を示している。平均として得られた silhouette 係数は 0.56642 と決して高くはないが、所与の条件を変更した際に精度よく得られた値であるためこのクラスタリングを採用している。今回は各クラスタリングの重心に最も近い1ケースをそれぞれ選定し、月固定EA実験を実施した。気候実験内で発生したTCについて、日本付近(25-50°N,125-150°E)を通過したもののみを抽出して解析を行った。日本付近の領域内において最発達した時点の風速と、その超過数に基づき経験的に求めた再現期間を図-2に示す。赤・青・黒の順で第1クラスター(198309)、第2クラスター(196209)、第3クラスター(199109)である。いずれのクラスターにおいても現在と将来の再現期間が強度を増すにつれて漸近し、第1クラスター:風速約55 m/s、第2クラスター:風速約48 m/s、第3クラスター:風速約47.5 m/sにてそれぞれの曲線の上下が入れ替わっている。この結果は低強度のTCについては通過頻度が現在より将来の方が低いものの、高強度のTCについては場を支配する温暖化条件下のSSTによって通過頻度が上昇する可能性を示唆する結果となっている。また、SSTのクラスタリングに基づいた気候実験を実施することで、異なる境界条件で気候実験を行えば日本付近に去来する台風特性が明確に異なることが示せた。

5. 結論

本研究では過去の観測SSTをクラスター分析した上で気候実験を実施し、日本付近を通過したTCについて解析を行った。解析の結果、気候変動に伴い、低強度のTCについては通過頻度が現在より将来の方が低いものの、高強度のTCについては場を支配する温暖化条件下のSSTによっては通過頻度が上昇する結果となり、より強い外力を想定した防災が必要となる可能性が示唆された。また、ここでは各クラスターの重心に近いケースでの解析に留まったが、ケースを増やした場合のより詳細な言及については講演時に行うものとする。

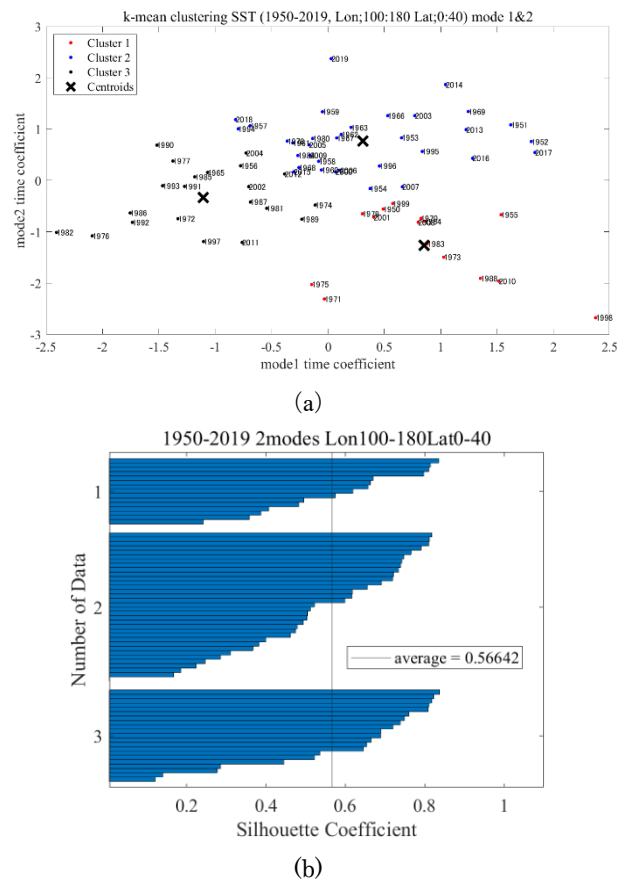


図-1; (a)1950-2019の70年間の9月平均SST(0-40°N,100-180°E)をEOF解析して得られたモード1とモード2の時係数の値とそれによるクラスタリングの図(b) (a)のクラスタリングによって得られた silhouette 係数とその平均。

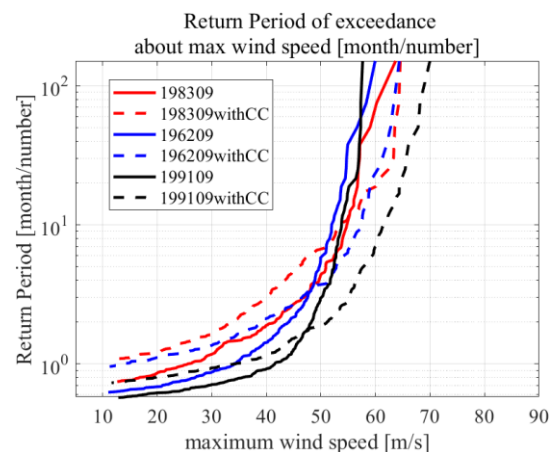


図-2; EA実験における日本付近を通過した際にTCの領域内での最発達時における風速に基づく再現期間。赤・青・黒の順で第1クラスター、第2クラスター、第3クラスターである。(実線:現在気候, 破線:将来気候)