

第Ⅱ部門

CMIP6 実験にもとづくスラブ海洋結合全球大気気候モデルを用いた気候変動の台風への影響評価

京都大学工学部 学生員 ○岡田 智晴

京都大学防災研究所 正会員 志村 智也

京都大学防災研究所 非会員 Adrean Webb

京都大学防災研究所 正会員 宮下 卓也

京都大学防災研究所 正会員 森 信人

気象庁気象研究所気候研究部 水田 亮

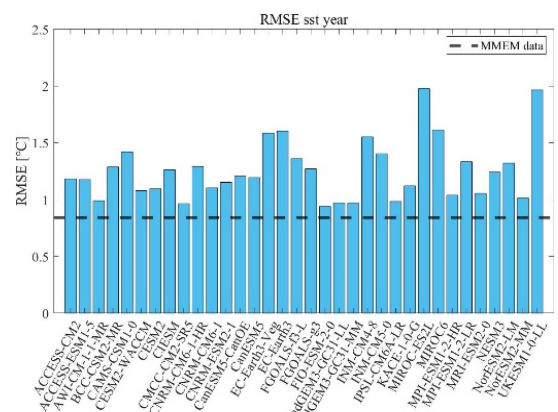
1. 研究目的 気候変動に関する政府間パネルの報告書にあるように、人間及び自然システムに対する、気候変動の広範囲な影響が懸念される。その中で地球全体での熱帯低気圧(Tropical Cyclone; TC)の発生数は減少する一方で、強度が増大し、最大風速と降水強度が増加する可能性があることが報告されている。日本の位置する北西太平洋においても、強い TC の発生頻度が増加する可能性が懸念されている。

我が国の気候変動予測、並びに気候変動に伴う高潮や豪雨といった自然災害への影響評価研究には、気象庁気象研究所の全球大気気候モデル(MRI-AGCM)による気候計算結果が多く使用されている。MRI-AGCMは大気の循環場を高解像度に計算するため、極端現象の再現に強みがある。しかしながら、大気気候モデルのため、海洋からのフィードバックは考慮されていない。よって、強風による海面水温の冷却などの大気海洋相互作用が重要になる TC 等の現象の再現には制限があり、温暖化影響評価の精度低下が懸念される。そこで MRI-AGCM に簡易海洋モデルであるスラブ海洋モデルを結合したモデル(AGCM-Oslab)を開発することで、計算コストを抑えつつ TC を高精度に再現する。

本研究では、AGCM-Oslab を用いて現在気候計算、及び最新の気候予測実験群(CMIP6)に基づく温暖化条件下の将来気候計算を全球で実施する。気候変動予測のハイエンドシナリオ(ssp585)における海面水温と海氷の境界値は CMIP6 から取得する。本研究では、標準的な気候実験と新たに提案する気候実験の2種類の全球気候実験を実施し、海洋モデルの結合の

有無および気候変動が TC 特性に与える影響を評価することを目的とする。

2. 海面境界条件 気候計算を実施するにあたり、海面境界条件を設定する必要がある。ここでは海面水温(Sea Surface Temperature; SST)及び海氷濃度(Sea Ice Concentration; SIC)を海面境界条件に用いる。現在気候計算(1990-2018)には観測値を用い、気候変動条件下の将来気候実験(2075-2103)は CMIP6 に基づき設定した。SST および SIC は CMIP6 モデル群から 34 のモデルおよび 31 のモデルの結果を使用し、ssp585 シナリオ下における将来変化量を平均化することで MMEM (Multi Model Ensemble Mean)を取得した。データを二次元内挿により AGCM の解像度に揃え、観測値に MMEM 将来変化量を上乗せすることで将来の海面境界条件を作成した。



作成した海面境界条件について、再現性およびモデル間のばらつきを評価した。図-1にCMIP6各モデルのSST気候値の観測値に対するRMSEを示す。現在気候MEMのRMSEは 0.84°C であり、各CMIP6モデルよりも観測値に近い。SICについても同様の評価を行い、現在気候MEMのRMSEは0.042と観測値に非常に近い。これより、MEMを用いる有効性が示された。現在気候からssp585シナリオ下における将来気候へのSST昇温は平均で 2.85°C である。また、将来変化量の各モデル間のばらつきを定量的に評価した。

3. 気候実験結果 観測気候条件に基づく現在気候(1991-2018)および温暖化条件下の将来気候(2075-2103)をそれぞれ計算する、タイムスライス気候実験を行った。作成した将来の海面境界条件を将来気候計算に使用し、現在気候においてはOISST観測値を使用した。AGCM及びAGCM-Oslabの両モデルでタイムスライス実験を行い、海洋モデルの結合の有無の影響および気候変動影響を評価した。タイムスライス気候実験に加えて、特定の月の気候条件に焦点を絞り、観測値に即した特定の月の現在気候およびその条件に温暖化差分を上乗せした将来気候を計算する実験(単月条件固定気候実験)を新しく提案し、AGCM-Oslabで実施した。ここでは、甚大な被害をもたらした2018年台風21号が発生した2018年9月の気候条件に着目する。これは、実際の2018年9月の気候条件を初期条件に与え、海面境界条件を2018年9月のものに固定し、150か月の連続計算を行うものである。同様に温暖化差分を加えた2103年9月でも単月条件固定気候実験を実施し、気候変動量に加え、単月条件固定気候実験の統計的安定性についての評価を行った。

いずれの気候実験においてもスラブ海洋モデルの結合により、TC発生数が抑えられた。例えばタイムスライス実験の現在気候では、風速 17 m/s 以上のTCの数がAGCMに比べてAGCM-Oslabでは1.7個/年少なく、風速 49 m/s 以上の高強度なTCの数はAGCMに比べてAGCM-Oslabでは1.7個/年少ない。この結果はスラブ海洋モデルの結合により、TCの発生数が抑制されていることを意味する。

また、将来変化では風速 17 m/s 以上のTCの年間平均数が現在気候を基準に10.30% (AGCM-Oslab) 減

少する。風速 49 m/s 以上の高強度なTCの年間平均数については現在気候を基準に6.52% (AGCM-Oslab)、11.51% (AGCM) 増加する。上記のような、温暖化条件下でTCの総数は減少するものの高強度なTCは増加するという結果は既往研究とも整合するものである。

図-2は、タイムスライス実験における最低中心気圧に関する非超過確率分布である。現在気候及び将来気候のいずれにおいても970 hPa以下でAGCM-OslabはAGCMに比べTCの発生割合を抑制している。また、将来変化量としてはAGCM、AGCM-Oslabともに高強度のTCの発生割合が増加する。

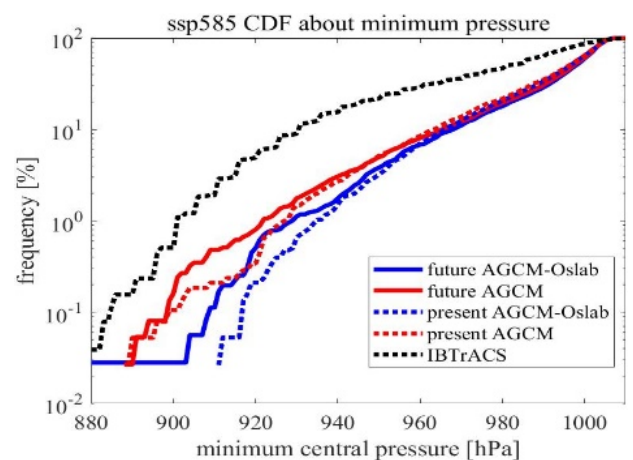


図-2. 最低中心気圧に関する非超過確率分布。(青線：AGCM-Oslab, 赤線：AGCM, 実線：将来気候, 点線：現在気候, 参考として黒線で現在気候に相当する期間での衛星観測値を示す)

4. 結論 本研究ではスラブ海洋モデルをMRI-AGCMに結合したスラブ海洋結合全球大気気候モデルによる台風マクロ統計量への海洋の影響と、気候変動によるTCへの影響を統計的に評価した。また、気候実験の実施にあたり、最新の気候予測実験であるCMIP6に基づき、将来気候の海面境界条件を作成した。気候実験を行った結果、気候変動に伴ってTCの発生数は減少するものの、強いTCの発生数は増加することがわかった。また、スラブ海洋モデルを結合することにより、いずれの気候実験においても、強いTCの発生数を抑制することができた。よって、スラブ海洋モデルの結合により、AGCMの気候計算におけるTCの強度のバイアスが改善できる。

5. 参考文献 1) IPCC-AR5: Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Cambridge Univ. Press, 2013