

一様な海面水温上昇を境界条件とする台風シミュレーションに基づいた 風速再現期待値の増加率評価

横浜国立大学 学生会員 ○小林 俊之
横浜国立大学 フェロー会員 山田 均 勝地 弘
横浜国立大学 非会員 筆保 弘徳

1. 目的

道路橋耐風設計便覧では設計基準風速として 100 年再現期待値が用いられる¹⁾。北日本以外では台風による風速が 100 年再現期待値として支配的である。地球温暖化による海面水温(SST)上昇が、100 年再現期待値にどの程度影響を及ぼすのかについて議論する際に、SST 分布を境界条件とした統計的な台風シミュレーションを用いる手法がある。しかしながら、将来の SST 上昇の分布を予測した結果は不確定な問題がある。

本研究では、過去の SST 分布に対して一様に SST を上昇させて境界条件とする方法を提案する。そして、一様に SST を上昇させる方法の妥当性を検討した後、一様な SST 上昇と風速の再現期待値の増加率を評価する。

2. 統計的台風シミュレーション

統計的台風シミュレーションは移動モデルと強風場モデルに分けられる。移動モデルは、統計モデルに基づいて、疑似的に台風の中心情報(中心座標と中心気圧)を生成するものである。今回は、6-10 月の各月平均 SST 分布を 1 セットとして境界条件にできる著者らの構築した移動モデル²⁾を用いて、1 万年分の台風を生成する。強風場モデルは、生成された台風の中心情報から、力学的近似解や経験式に基づいて、強風環境を再現するモデルである。本研究では、最大風速を求める場合は中心気圧から木場ら³⁾の式を用いて、再現期待値を求める場合は気圧場として Scholoeimer の式、地表摩擦の影響を受けない上空風(FFW)とし、孟ら⁴⁾のモデルを使う。

3. 各月の SST 上昇における一様性の確認と本研究で境界条件となる SST 分布の設定

本研究では、過去気候を 2006-2016 年とする。まず、過去気候に対して各月の SST が一様に上昇しているかを調べた。NOAA の ERSSTv5 と呼ばれる過去の SST データセットを用いて、2006-2016 年を期間 1、1970-1980 年を期間 2、1930-1940 年を期間 3 として調べた結果と、CMIP5 が提供する MIROC-ESM の RCP8.5 シナリオから出力された将来のデータセットを用いて、2090-2100 年を期間 4 として調べた結果を図-1 に示す。各月の平均 SST は一様に上昇することがわかる。また、MIROC-ESM より 21 世紀

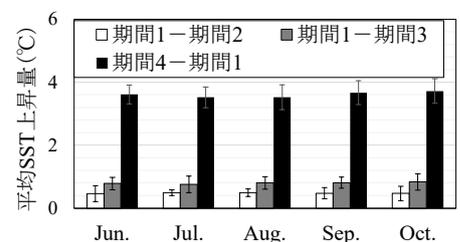


図-1 各月における SST 上昇の確認

末に平均 3.61°C 上昇することから、本研究では、過去気候の 6-10 月の各月平均 SST 分布を一様に 0.5°C ずつ上昇させ、4.0°C まで上昇させた 9 セットの境界条件を用意した。

4. 一様ではない SST 上昇を境界条件とした高解像度台風モデルとの比較による妥当性検証

豊田ら⁵⁾は物理的手法に基づいた高解像度台風モデルを用いて、疑似温暖化実験を行っている。疑似温暖化実験は、CMIP5 が提供する各全球気候モデルの RCP8.5 シナリオおよび historical シナリオの出力結果(SST 分布等)の月平均場の 2000-2019 年(豊田らの定義する過去気候)と 2080-2099 年(将来気候)における差分を過去の再現実験に用いた初期条件、境界条件、同化条件に加算して行っている。そして、49 個の台風に対して疑似温暖化実験を実施している。なお、過去気候の定義が本研究のものとは異なるが、SST の差は小さいため、同様の過去気候として議論する。豊田らが境界条件として用いている将来気候の SST は、北緯 4° から北緯 39° の範囲(関東を含み、台風が SST の影響を受ける範囲)で約 2.5-3.5°C の上昇で分布している。したがって、過去気候および一様に 2.5°C、3.0°C、3.5°C 上昇させた境界条件から台風を生成した。本研究における西日本、九州の範囲は図-2 に示し、豊田らの結果における

キーワード：台風シミュレーション、地球温暖化、設計基準風速、風速の 100 年再現期待値

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

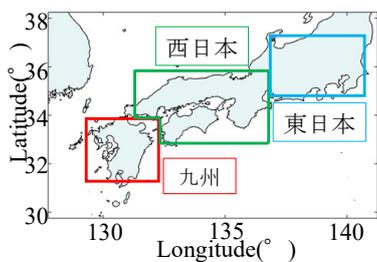


図-2 台風の抽出範囲

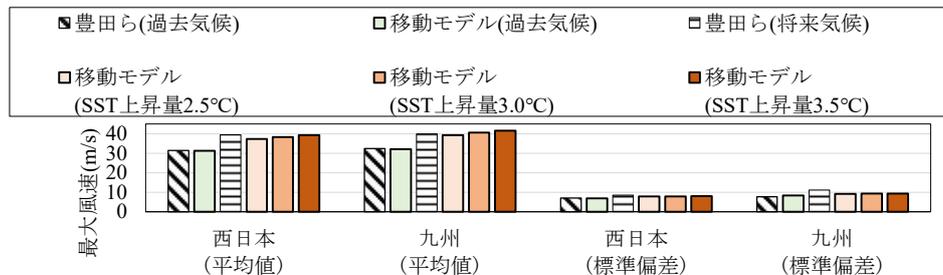


図-3 高解像度台風モデルとの最大風速の比較

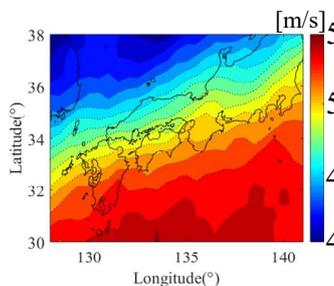
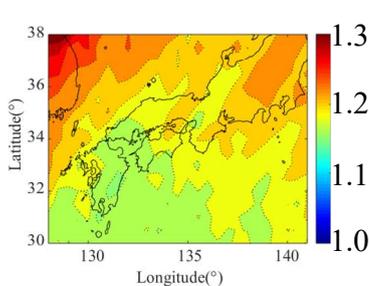
図-4 過去気候の FFW の
100 年再現期待値

図-5 4°C上昇時の風速増加率

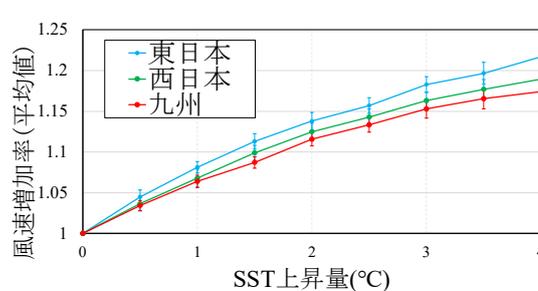


図-6 各地域の風速増加率と SST 上昇量

最大風速の平均値と標準偏差で比較した結果を図-3 に示す。これより、概ね一致していることがわかる。したがって、一様に SST を上昇させて境界条件とする方法は、一つの有効な手段であることを示した。

5. 一様な SST 上昇と風速の再現期待値の関係

九州から関東までを包括する北緯 30-38°，東経 128-141° を解析対象として、各境界条件から FFW の 100 年再現期待値を調べた。過去気候の 100 年再現期待値を図-4 に示し、4°C 上昇させた場合の 100 年再現期待値の過去気候に対する増加率(風速増加率)を図-5 に示す。これより、過去気候で値が低いほど、SST 上昇後に風速増加率が大きいといえる。したがって、台風が 100 年再現期待値として支配的になる地域が増える可能性を示している。東日本と西日本、九州の範囲を図-3 に示す通りとし、各地域の平均風速増加率を図-5 に示す。これより、平均風速増加率は単調増加している。また、21 世紀末に SST が 3.61°C 上昇したとき、九州の風速増加率は約 1.17 である。このとき、現在の風速が 30m/s の地点では 5.1m/s 増えることを意味する。再現期間に換算すると¹⁾再現期間 400 年の風速が再現期間 100 年になることを意味する。加えて、西日本、東日本では、風速増加率は更に大きく、再現期間が 400 年以上の風速が再現期間 100 年になる可能性を示している。

6. まとめ

一様に SST を上昇させて境界条件とすることの妥当性を確認した。また、海面水温上昇によって台風が 100 年再現期待値として支配的になる地域が増え、21 世紀末には現在で再現期間 400 年以上の風速が再現期間 100 年になる可能性を示した。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧，pp.59-85, 2007.
- 2) 小林俊之ら：海面水温特性を考慮した台風移動モデルにおける中心気圧低下量再現性の向上，日本風工学論文集(掲載予定)
- 3) 木場博之ら：台風の CI 数と中心気圧および最大風速の関係，気象庁研究時報，Vol.42, No.2, pp.59-67, 1990.
- 4) 孟岩ら：中立時の大気境界層における強風の鉛直分布特性 その 2 台風時の強風，日本風工学誌，No.66, pp.3-14, 1996.
- 5) 豊田将也ら：日本に上陸する台風の強度に関する将来変化の統計的特性，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.74, No.2, pp.I_1339-1344, 2018.