

WRFモデルを用いた気候変動が台風の風速に与える影響の検討

(一財)阪神高速先進技術研究所 正会員 ○中牟田 和典 正会員 杉山 裕樹 正会員 赤松 伸祐
阪神高速道路(株) 正会員 篠原 聖二 正会員 伊佐 政晃 正会員 高田 耕庸 正会員 金子 玲衣
京都大学防災研究所 正会員 竹見 哲也 (一財)日本気象協会 非会員 内田 良始 非会員 小川 直斗

1. はじめに

橋梁に用いる設計基準風速は、架設地点で風観測を実施した場合、その観測データを基に100年再現期待値として設定される。この風速には、観測データが少ない場合に、特異な観測値に再現期待値が影響される特徴がある。一方で、IPCC第6次報告書¹⁾では、今後の地球温暖化の進行が確実視されており、日本においても台風の発生頻度が増加し、強度が増加される可能性が懸念されている。そこで、本研究では、長大橋の建設計画が進む大阪湾岸道路西伸部を対象に、過去に甚大な被害をもたらした2018年台風21号について温暖化が風速に及ぼす影響をWeather Research and Forecasting (WRF) Modelおよびdatabase for Policy Decision making for Future climate change(d4PDF)²⁾を用いて検討した。

2. 実験条件

(1)再現実験

検討には、WRF version 4.0を用いた。WRFはさまざまな物理過程を考慮可能な非静力学・完全圧縮型のメソ気象モデルである。計算領域は、対象台風の経路を含む西太平洋を中心に約3000km×3000kmとし、第1領域から第3領域までの水平格子間隔をそれぞれ15km、5km、1kmとした双方向ネスティングを適用した(図-1)。なお、第3領域内の赤点で示された位置が本研究の対象地点である。WRFの実験条件について表-1に示す。台風経路を再現するために、気象庁が公表する解析結果(以下、ベストトラック(図-2))に近づける措置を講じた。具体的には、第1領域の約750hPa高度より上層の水平風のうち、波数3以下の成分にスペクトルナッジングを適用することで、台風の経路に影響を与える大規模な風場を観測値に近づけた。一方で、地表付近の風速は地形の影響や温暖化を考慮した物理過程に従う形で再現した。数値モデルの不確実性を考慮し、第1領域に対して6時間間隔で初期時刻を変更した8メンバーの初期時刻アンサンブル実験を実施した。

(2)擬似温暖化実験

前項と同じ実験条件で擬似温暖化実験を行った。温暖化条件の設定については、d4PDFに基づく60km解像度の現在気候、2度上昇、4度上昇実験の結果を用いた。これらのデータを基に、既往の文献³⁾に示す手法に従い、北西太平洋にお

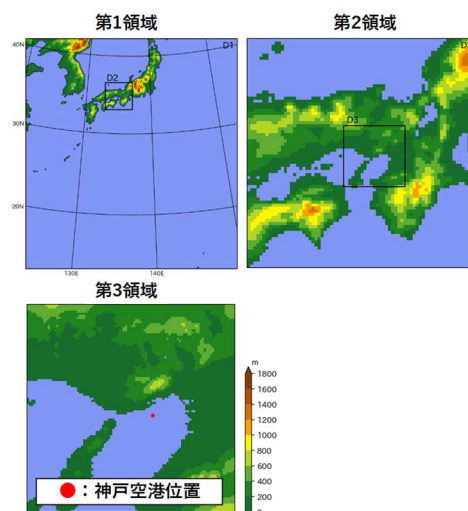


図-1 実験モデル

表-1 WRF 実験条件

	第1領域	第2領域	第3領域
水平格子間隔	15km	5km	1km
計算ステップ	60秒	20秒	4秒
鉛直層	61層(地上ほど密に設定)		
初期値・境界値	NCEP FNL		
標高・土地利用データ	WPS 標準データセット(30秒メッシュ)		
雲微物理スキーム (mp_physics)	WSM6		
放射スキーム (ra_lw_physics, ra_sw_physics)	RRTM, Dudhia		
積雲スキーム (cu_physics)	Kain-Fritsch		
境界層スキーム (bl_pbl_physics)	Mellor-Yamada-Janjic		
接地層スキーム (sf_sfclay_physics)	Monin-Obukhov		

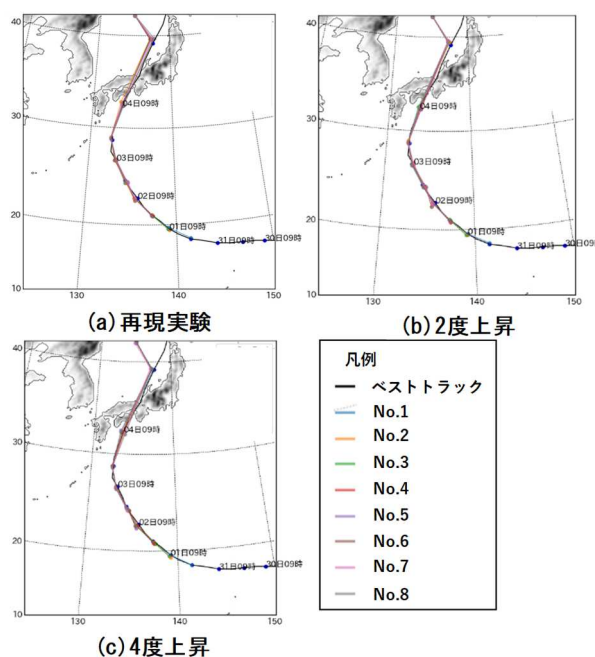


図-2 台風の経路(再現実験結果)

キーワード 気候変動, WRF, d4PDF, 設計基準風速

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 東亜ビル内 (一財)阪神高速先進技術研究所 TEL 06-6244-6038

る東西平均の海面水温および各高度の気温の月平均値について、現在気候と温暖化実験の差分データを初期値・境界値に加える手法を採用した。

3. 実験結果

(1)再現実験結果

台風の経路がベストトラックに沿い(図-2(a)), 対象地点の台風を中心気圧および風速が観測値に近い値を示すことで、本実験の再現性が高いことを確認した。

(2) 擬似温暖化実験結果

温暖化実験でも台風の経路がベストトラックに沿う結果が得られた (図-2(b), (c)). また、台風の上陸時の中心付近のピーク風速を比較した結果、 2 度上昇では 2~3m/s, 4 度上昇では 5~6m/s 程度増加する傾向が示された(図-3). この傾向は既往の論文とも整合しており、温暖化に伴う下層の水蒸気量の増加や上層の風の変化が、台風の核構造を強化する要因と考える. 3)次に神戸空港アメダス地点における風速の比較結果を図-4 に示す. 図中の網掛け領域は各時刻におけるメンバー間の最大値と最小値の幅を表し、点線は各時刻におけるメンバー平均を示している. 再現実験と比較した場合、2 度上昇および 4 度上昇の温暖化実験では、ピーク風速が増加する傾向が確認された. この傾向を定量的に評価するため、風速のピーク値についてメンバー平均値を各実験で比較し、その結果を表-2 に示す. ピーク風速のメンバー平均値の比 (再現実験を 1.0 とした場合) は、2 度上昇では 1.08, 4 度上昇では 1.04 となった. 台風を中心付近のピーク風速と神戸空港アメダス地点のピーク風速に異なる傾向が見られた要因として、台風の経路による風向の変化や、それに伴う地形の影響が考えられる. さらに、20m/s 以上の風速が発生する時間を比較した結果、4 度上昇の実験で最も長い時間となった. そこで、強風領域の広がりに着目して比較を行った(図-5). 温暖化の影響により、20m/s および 30m/s 以上の強風領域の広がりには顕著な差は見られなかったものの、台風が目がよりコンパクトになり、中心付近の風速が増大する傾向が見られた.

4. まとめ

本研究では、過去に甚大な被害を引き起こした台風を対象に、WRFモデルおよびd4pdfを用いて温暖化実験を実施した. その結果、温暖化による風速の変化を評価したところ、神戸空港の位置では風速が約1.04~1.08倍に増加する可能性が示された.

参考文献：1)<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> 2)https://search.diasjp.net/ja/dataset/d4PDF_5kmDDS_JP
3)Keita Fujiwara, Tetsuya Takemi, Nobuhito Mori：Response of Intensity and Structure of Typhoon Jebi (2018)before Landfall to 2-K and 4-K Warmed Future Climates in Dynamical Downscaling Experiment, SOLA, 2023, Vol. 19, 142-149

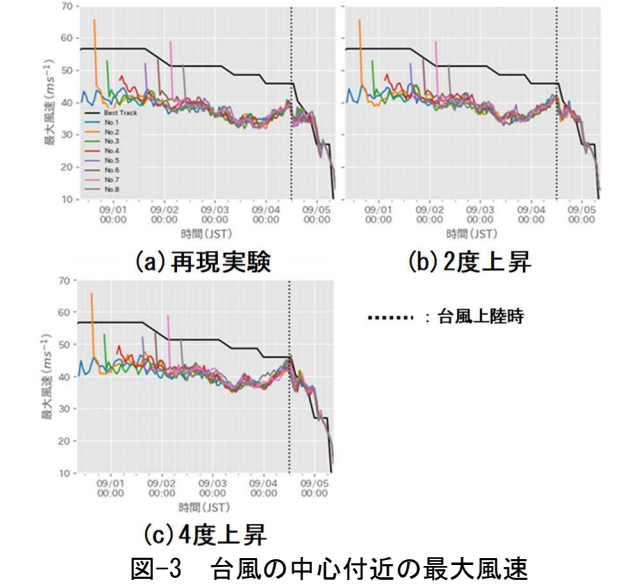


図-3 台風を中心付近の最大風速

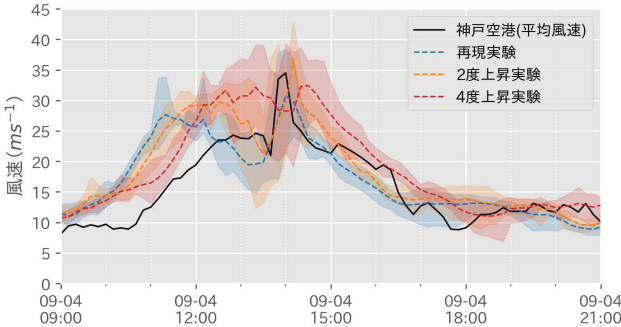


図-4 対象地点の地上 10m 風速

表-2 ピーク風速平均値の比較

	ピーク平均値 (m/s)		20m/s以上時間数 (メンバー平均, 分)
再現実験	35.41	1.00	237.50
2度上昇実験	38.13	1.08	257.50
4度上昇実験	36.97	1.04	278.75

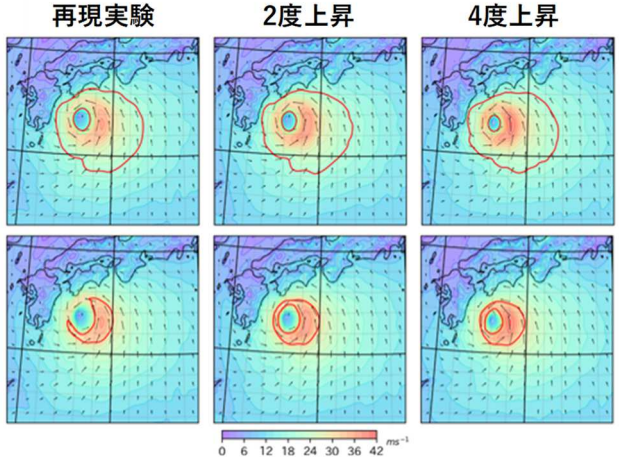


図-5 強風領域の比較

(アンサンブル平均, 赤線は上:20m/s 下:30m/s)