

気候変動シナリオに基づく温暖化が神戸空港付近の風速に 与える影響に関する検討

(一財) 阪神高速先進技術研究所調査研究部橋梁・構造研究室 中牟田 和典
(一財) 阪神高速先進技術研究所調査研究部橋梁・構造研究室 赤松 伸祐
阪神高速道路(株)管理本部管理企画部保全技術第二課 杉山 裕樹
阪神高速道路(株)建設事業本部大阪建設部淀川左岸線建設事務所
高田 耕庸
阪神高速道路(株)建設事業本部神戸建設部湾岸西伸第二建設事業所
金子 玲衣

要 旨

橋梁の耐風設計にあたっては、風に対する橋の振動性状を正確に推定するため、架橋地点の位置、地形、地表条件などを反映した「基本風速」を設定することが不可欠である。一般的には道路橋耐風設計便覧に示される架橋地点の地理的位置に応じた基本風速を設定するが、長大橋など耐風安定性が特に懸念される場合は、架橋地点における風観測を実施し、このデータに基づいて設定される場合が多い。一方、橋梁は長期的な供用が想定される構造物であり、その設計においては過去の観測データに基づく確率統計分析だけでなく、将来の気候変動による台風の巨大化といった影響を把握しておく必要があると著者は考える。特に、地球温暖化(以下、温暖化)が台風の強度や頻度に与える影響は、橋梁の長期的な安全性を確保する上で極めて重要な検討課題である。しかし、温暖化が地点固有の地形効果と相まって局所的な風況特性にもたらす変化を定量的に評価した研究は少ない。

そこで本研究では、気候変動による温度上昇が任意の地点の基本風速へ与える影響を明らかにすることを目的とする。具体的には、アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を用いた統計的予測を主軸とし、領域気象モデル (WRF) を用いた台風シミュレーションによって統計的予測の傾向の妥当性を確認した。

キーワード: 気候変動, 基本風速, database for Policy Decision making for Future climate change(d4PDF), Weather Research and Forecasting(WRF)

はじめに

橋梁耐風設計においては、設計供用期間にわたり、風の作用に対して構造物として要求される安全性および使用性を確保することが求められる。吊橋や斜張橋に代表される長大橋は、その構造特

性から高い可撓性と低い固有振動数を持ち、風によって種々の応答が励起されやすい。そのため、長大橋の耐風設計では、まず橋全体に作用する静的風荷重を適切に評価し、主塔や主桁、基礎といった主要部材の照査を行うことが基本となる。その上で、ギャロッピングやねじれフラッターといった空力不安定振動を発生させない耐風安定性を

確保している。したがって、これらの静的荷重の算定と空力安定性の照査を行う上で、その前提条件となる架橋地点の風況特性を精度よく把握し、それに基づき適切な基本風速を設定することが極めて重要となる。

架橋地点における基本風速は、現地での風観測記録を基にした年最大風速の統計処理により、再現期間 100 年に相当する風速（以下、100 年再現期待値）に基づき設定される。現行の基本風速は、過去の観測記録から得られる風の統計的性質が将来も不変であるという前提に立っているが、IPCC 第 6 次報告書¹⁾で示されるように、気候変動に伴い、基本風速の非定常性が增大することが懸念されている。また、台風の激甚化の最大の要因が海面水温や気温の増加であることが指摘されている²⁾。したがって、将来にわたって橋梁の耐風安全性を確保するためには、気候変動が基本風速に与える影響を定量的に評価し、温暖化の影響を把握しておくことが望ましい。

近年の先行研究では、全球あるいは領域気候モデルを用いた実験により、気候変動が台風強度に与える影響が数多く報告されており、台風中心付近の最大風速が増大する可能性などが示されている³⁾。一方で、橋梁の耐風設計で重要となるのは、このような広域的な評価ではなく、特定の架橋地点における基本風速である。地点固有の地形効果が局所的な風況特性に大きな影響を及ぼすことは広く知られているが、気候変動がこれら地点固有の風況特性に与える影響を評価した研究は少ない⁴⁾。

そこで、本研究では、神戸空港周辺を対象に、気候変動による温度上昇が任意の地点の基本風速へ与える影響を明らかにすることを目的とし、以下の 2 項目を検討した。第一に、数百年分に相当する「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース⁵⁾」(database for Policy Decision making for Future climate change (以下、d4PDF))を用いることで温暖化の影響を考慮した統計的予測を実施した。第二に、その統計的傾向の妥当性を裏付けるため、過去の顕著な台風事例（2018

年台風 21 号）を対象に、領域気候モデル Weather Research and Forecasting（以下、WRF）による擬似温暖化実験を補完的に実施した。

1. d4PDF を用いた統計的予測

1-1 統計的予測の概要

本章では、温暖化に伴う長期的な 100 年再現期待値の変化傾向を評価するため、d4PDF を用いた統計解析を実施した。気候シミュレーションは、初期条件の微小な差異が時間とともに増幅し、将来の予測を大きく変化させるカオス的な性質を持つ。このため、気候予測は単一の値ではなく確率的な幅、すなわち不確実性を伴うものとなる。d4PDF は、この不確実性を統計的に評価することを目的としており、初期条件をわずかに変更した多数のシミュレーション（以下、アンサンブル実験）を実行し、その結果を網羅的に格納したデータベースである。その特長は、全世界および日本周辺領域を対象に高解像度大気モデルを用いることで、台風や集中豪雨などの極端現象を再現できる点にある。また、台風の年間発生数や日本への上陸数、経路の空間分布パターンなど観測と良く一致しており、信頼性の高い実験結果とされている。本検討で用いる「全国 5 km d4PDF ダウンスケールデータ」は、d4PDF の全球大気モデル (MRI-AGCM3.2) による実験結果に対して領域気候モデル NHRCM を用いて日本の領域で 5 km メッシュまで高解像度化したデータセットである。本データは対象地点を網羅しており、かつ利用可能なデータの中で最も高解像度であるため選定した。

1-2 アンサンブル実験条件および評価方法

本検討に用いるデータセットの概要を表-1 に、領域範囲を図-1 に示す。アメダスの観測データと比較するために対象地点は、神戸空港（北緯 34 度 37.9 分，東経 135 度 13.4 分）に最も近い海上メッシュとした。

本データセットには、20 世紀末実験（以下、

表-1 データセットの概要

データセット名	全国版d4PDFダウンスケーリングデータ
格子間隔	5 km
データ構成	<ul style="list-style-type: none"> ・20世紀末実験（過去実験） ・産業革命前に比べて全球平均気温が2度上昇した条件 ・産業革命前に比べて全球平均気温が4度上昇した条件
変数名	Wsmax（日最大地上（10 m）風速）
データ数	61年×12メンバー

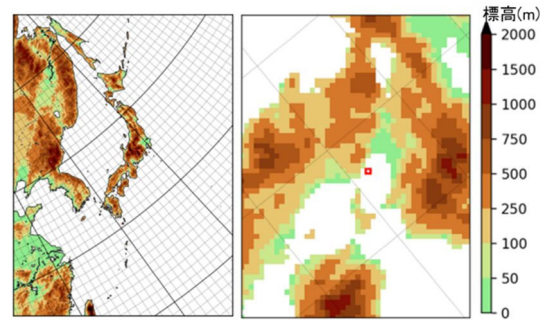
過去実験），産業革命前に比べて平均気温が2度上昇した条件（以下，2度上昇実験），および4度上昇した条件（以下，4度上昇実験）の3つの実験が含まれる．各々の実験は，海洋温度の初期値や海洋温度の変化パターンの条件が異なる12メンバーで構成され，それぞれ61年分のシミュレーションが実行されている．

各メンバーの実験結果から，日最大地上（10 m）風速を抽出し，各年における最大値を年最大風速として整理した．この年最大風速に対し，複数の極値分布モデル（グンベル分布，一般化極値分布，対数ピアソンⅢ型分布など）を適用し⁶⁾，100年再現期待値を算出した．例としてグンベル分布の確率密度関数と累積分布関数を図-2，100年再現期待値の算出結果を図-3に示す．確率分布の適合度は標準最小二乗基準（SLSC）を用いて評価した．

1-3 統計的予測の評価結果

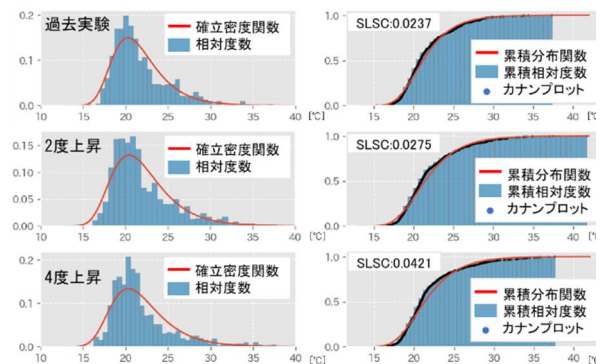
(1) d4PDF と観測値の比較

はじめに，気候モデルの計算値と観測値との関係性を確認するため，d4PDF 過去実験と神戸空港アメダスの観測記録のそれぞれから算出した100年再現期待値の比較結果を表-2に示す．100年再現期待値は年最大風速値を順位付けし，Hazenの式を用いて各データの非超過確率を算定した．これらを極値分布に当てはめ，得られた確率分布において年超過確率1/100（非超過確率0.99）に対応する風速値とした．一例としてグンベル分布による値を見ると，d4PDF 過去実験では31.62 m/s，神戸空港アメダスでは38.11 m/s とな



（左）本データセットのモデル地形（右）神戸空港付近の拡大図（赤枠が抽出メッシュ）

図-1 領域範囲



（左）確率密度関数，（右）累積分布関数

図-2 グンベル分布への当てはめ

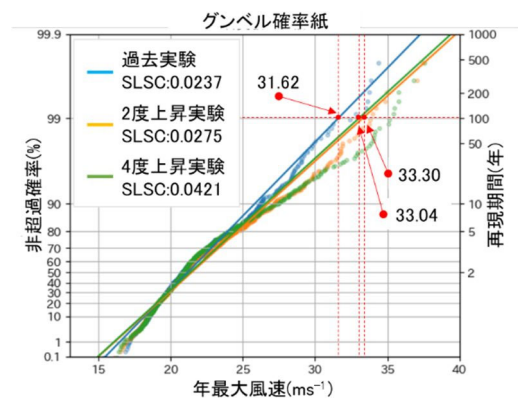


図-3 100年再現期待値の算出結果

表-2 各分布の100年再現期待値（m/s）とSLSC

実験	グンベル分布		一般化極値分布		対数ピアソンⅢ型分布		ワイブル分布	
	期待値	SLSC	期待値	SLSC	期待値	SLSC	期待値	SLSC
過去実験	31.62	1.00	33.58	1.00	32.40	1.00	30.98	1.00
(SLSC)		0.024		0.030		0.020		0.027
2度上昇実験	33.3	1.05	36.12	1.08	34.70	1.07	32.34	1.04
(SLSC)		0.028		0.032		0.019		0.038
4度上昇実験	33.04	1.04	36.94	1.10	35.30	1.09	32.52	1.05
(SLSC)		0.042		0.046		0.031		0.049
アメダス観測値	38.11		46.47		43.75		39.24	
(SLSC)		0.053		0.036		0.036		0.044

り、両者には乖離が存在する。この乖離は、主に気候モデルが持つ固有のバイアスや、5 km メッシュでは表現しきれない局所的な地形効果、および観測期間の短さ（アメダスは15年分）に起因する不確実性などが要因と考えられる。

このように、気候モデルの計算値と観測値の絶対値を直接比較することには限界がある。したがって本研究では、気候変動による「影響分」を前述したバイアスに影響されずに抽出するため、同一モデル内での「過去実験」と「温暖化実験」の結果を比較する相対評価を基本アプローチとする。

(2) 温暖化による100年再現期待値の変化

気候変動の影響により、年最大風速の確率分布が変化し、従来最適とされてきた確率分布が必ずしも適合しなくなる可能性がある。この変化に対応するため、標準的なグンベル分布のほか、一般化極値分布、対数ピアソンⅢ型分布、ワイブル分布を適用し、各々の結果を示した。

将来の温暖化シナリオでは、過去実験と比較して全ての分布モデルで100年再現期待値が増大する傾向が見られた。その上昇率は分布モデルによって異なるが、最大で10%程度（一般化極値分布）に達する可能性が示された。（表-2）

一方で、本研究で適用した分布モデルのうち、グンベル分布では4度上昇実験の増加率（4%）が2度上昇実験（5%）を下回る結果となった。各分布の適合度（SLSC）を確認すると、過去実験および2度上昇実験では多くの分布で良好な適合度が得られたのに対し、4度上昇実験ではグンベル分布のSLSCが悪化（0.0421）し、適合度の目安（0.04以下）を満足しなかった。これは、温暖化によって年最大風速の確率分布形状が変化しており、特に高風速域において従来のモデルでは捉えきれない非線形な増幅が生じている可能性を示唆している。このように高風速域で顕著に現れる変化を適切に表現できない分布を用いた場合、温暖化のリスクを過小評価する危険性がある。また、対数ピアソンⅢ型分布は唯一4度上昇実験において適合度を満足していた。したがって、気候

変動を考慮した100年再現期待値を評価する際には、特定の分布モデルに依存するのではなく、本研究で示したように複数のモデルを適用し、その結果を幅として捉えることで、評価の不確実性を考慮に入れるアプローチが重要であると考えられる。

2. WRFによる検討

2-1 WRFによる実験概要

前章で得られた統計的な将来変化傾向の妥当性を検証するため、神戸付近に強風をもたらした台風事例（2018年台風21号）を対象に、温暖化による台風の規模が観測地点の風速にどの程度の影響を与えるのかWRFを用いて検討した。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。まず、本研究で用いる気象モデルの台風再現性を確認する。具体的には、気象庁のベストトラック⁷⁾（図-4）を再現した実験を行い、台風の経路、中心気圧、対象地点における最大風速の比較、検証を行う。ある地点の風速評価において、台風との相対的な位置関係、すなわち台風の経路は支配的な要因である。この経路変化に伴う影響と温暖化による影響を分離し、後者を評価するため、温暖化実験において台風の経路は現在気候の再現実験と同一に固定する条件で実施した。

2-2 WRFの実験条件

(1) WRFの再現実験

検討には、WRF version 4.0を用いた。計算領域は、対象台風の経路を含む西太平洋を中心に約3000 km × 3000 kmとし、水平格子間隔をそれぞれ15 km, 5 km, 1 kmとする3領域を設定した。領域間で相互に情報を伝達する双方向ネスティング法⁸⁾を適用し、メッシュ解像度を段階的に高めた（図-5）。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の実験条件を表-3に示す。台風経路をベストトラックに近づけるため、第1領域の約750

hPa 高度より上層の水平風（波数 3 波）以下に対し、スペクトルナッジングを適用した。これは、大規模な気象場のみを観測データに近づけ、地表付近を含む下層大気の小規模な現象はモデル内で計算し、温暖化や地形による局所的な風速変化を表現できる手法である。

数値モデルの初期値に起因する不確実性を考慮するため、第 1 領域の計算開始時刻である初期時刻を 6 時間間隔で変更した 8 メンバーによる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

再現実験と同一モデル設定を用い、擬似温暖化実験を行った。温暖化条件は、d4PDFの60 km 解像度データ（過去実験、2度上昇実験、4度上昇実験）に基づき設定した。具体的には、既往の文献³⁾の手法に従い、北西太平洋におけ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（過去実験）と将来気候（温暖化実験）の差分を再現実験の初期値・境界値に付加した。

2-3 WRF の実験結果

(1) 再現実験の妥当性検証

再現実験によって得られた台風経路は、図-4(a)に示すように、気象庁のベストトラックと良く一致した。また、台風中心位置の最大風速に関して図-6(a)に示す。本州上陸時はベストトラックに対して約 6 m/s 小さいが、神戸空港最接近時（9月4日14時頃）は誤差がほぼなく、ベストトラックと良好な一致を示したことから、本モデル設定の妥当性を確認した。上陸、最接近までの結果の乖離について考察を行う。この主な要因は、計算格子の解像度と考える。最盛期の台風は中心付近の気圧勾配が極めて急であり、影響範囲もコンパクトであるため、第 1 領域（格子間隔 15 km）のような粗い解像度では、そのピーク強度（最大風速や中心気圧）を十分に表現できず、過小評価となる傾向がある。一方で、台風が日本列島に接近し衰退期に入ると、中心気圧の上昇とともに気圧勾配が緩やかになり、周囲との差が減少し、局

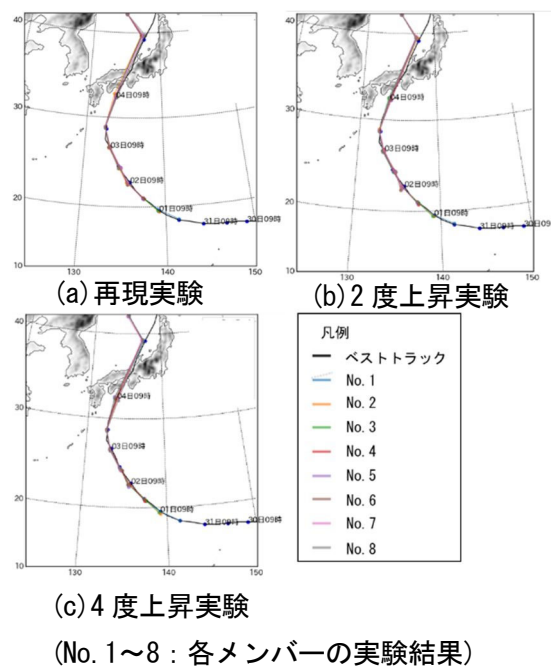


図-4 対象台風の経路

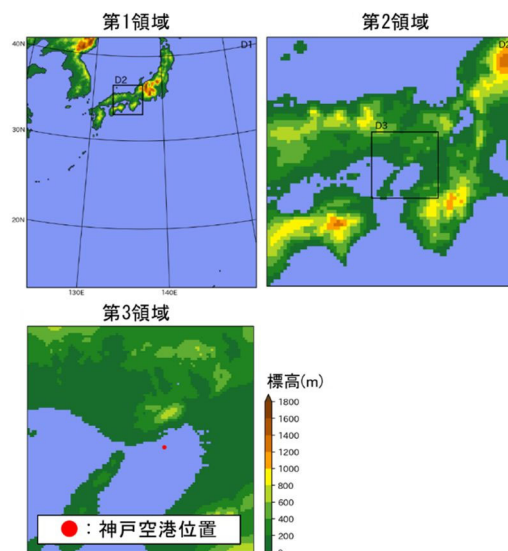


図-5 実験モデル

表-3 WRF実験条件

	第1領域	第2領域	第3領域
水平格子間隔	15 km	5 km	1 km
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		
雲微物理スキーム	WSM6		
放射スキーム	RRTM,Dudhia		
積雲スキーム	Kain-Fritsch	-	
境界層スキーム	Mellor-Yamada-Janjic		
接地層スキーム	Monin-Obukhov		

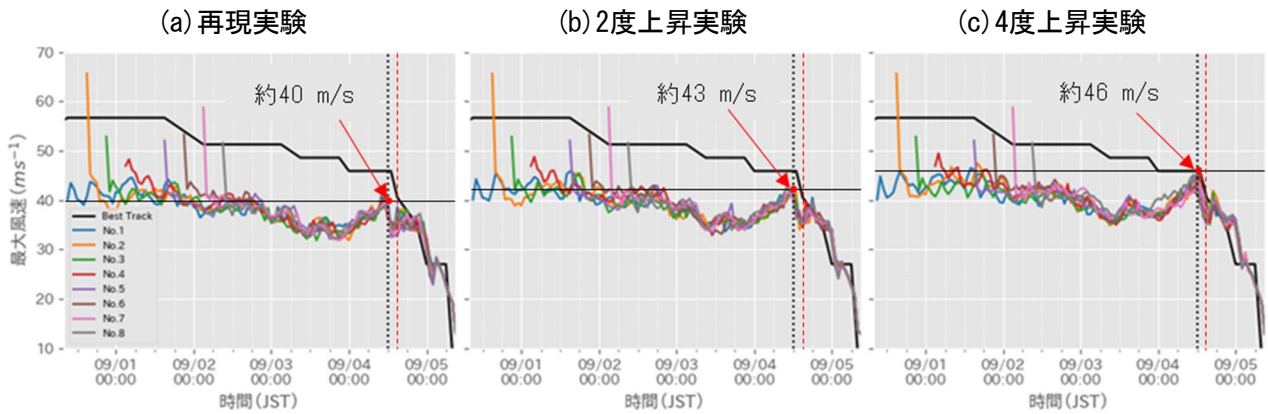


図-6 台風中心位置の最大風速（黒点線：本州上陸時，赤点線：神戸空港最接近時）

所性が小さくなるため、モデルの解像度でも台風の構造を捉えることが可能となり、計算値の再現性が向上したと考えられる。

本研究の主眼は、対象地点（神戸空港）へ最接近時の風速評価にあり、この地点では気圧・風速ともに観測値と一致しており、他の知見³⁾と同様に局所的な風環境への影響を評価する上で十分な再現性が得られていると判断した。

(2) 擬似温暖化実験結果

温暖化実験においても、台風経路は図-4(b), (c)に示すようにベストトラックに沿う結果が得られた。図中の縦点線箇所の時刻が、台風が本州に上陸した時の時刻である。本州上陸時における台風中心付近の最大風速を比較すると、図-6に示すように、再現実験に比べ2度上昇実験で2～3 m/s、4度上昇実験で5～6 m/s程度増大し、温暖化の進行に伴い台風が強化される傾向が示された。この結果は、温暖化に伴う下層の水蒸気量増加などが台風の構造を強化するという既往の研究³⁾とも整合する。また、この強度増加の傾向は本州上陸直前が最も顕著であった。上陸前の海上では、温暖化による影響が台風の強度に反映されるまでに時間的遅れがあり、各実験の差が明確に表れなかったものとする。

次に、神戸空港アメダスに対応する地点における風速の時系列を図-7に示す。図中の網掛け領域はメンバーの最大・最小値の幅、点線はメンバー平均値である。再現実験と比較して、2度上昇実験および4度上昇実験では、最大風速が増加

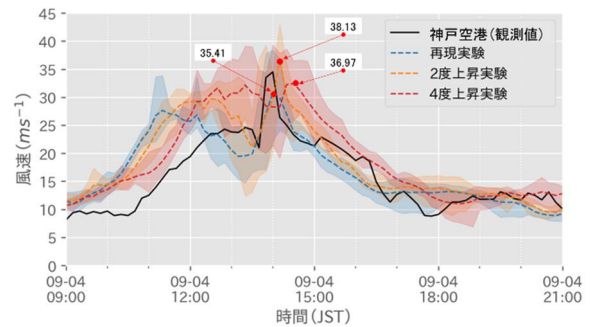


図-7 対象地点の地上10 mの風速

表-4 最大風速平均値の比較

	最大風速平均値 (m/s)	20 m/s以上時間数 (メンバー平均、分)
再現実験	35.41	1.00
2度上昇実験	38.13	1.08
4度上昇実験	36.97	1.04

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、各実験における最大風速のメンバー平均値を比較した結果を表-4に示す。最大風速のメンバー平均値は、再現実験に対し2度上昇実験では1.08倍、4度上昇実験では1.04倍となり、統計的予測と同様に、温暖化がより進行したシナリオで増加率が低下する傾向が得られた。

台風自体の強度は温暖化に伴い単調に増加する一方、対象地点の最大風速が非線形な応答を示した要因として、アンサンブルメンバー間の台風経路のばらつきの影響が考えられる。図-8に示すように、4度上昇実験では、一部のメンバーが観測地点の直上を通過する傾向がみられた。観測地点の風速は台風との相対的な位置関係に強く依存しており、台風が中心が接近するほど風

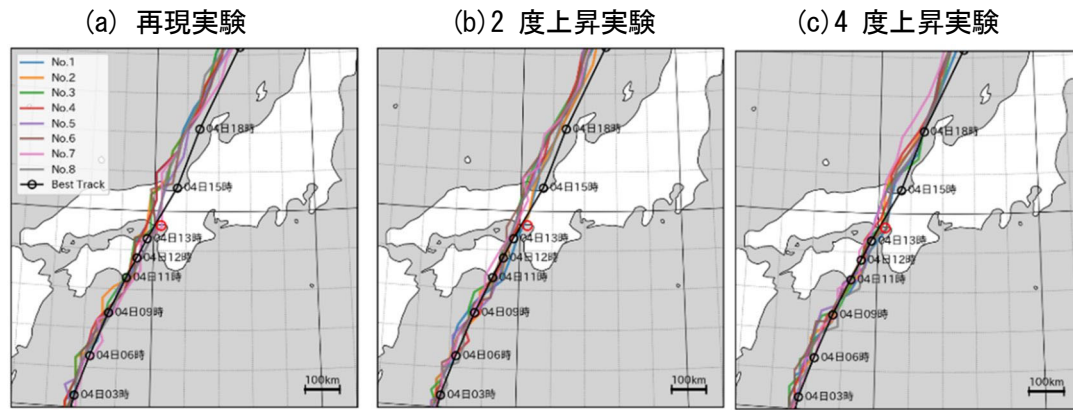


図-8 各実験の台風経路拡大図

(a) 再現実験 (b) 2 度上昇実験 (c) 4 度上昇実験

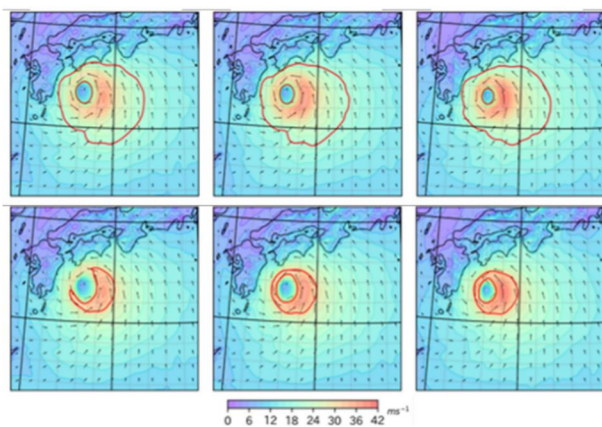


図-9 強風領域の比較

(メンバー平均, 赤線は上:20 m/s, 下:30 m/s)

速は増大するが、中心が観測地点の直上や極めて至近距離を通過した場合、「台風目」の中に入るため、風速が低下したと考えられる。

さらに、風速が20 m/s以上となる時間で比較すると、4度上昇実験が最も長くなる結果が得られた。また、図-9に示すように、温暖化に伴い台風目がよりコンパクトになり、中心付近の風速勾配が急峻化する傾向が見られた。これは、対象地点の風速が台風中心との相対位置にさらに敏感になることを示唆しており、前述のわずかな経路のずれが最大風速を大きく変動させる主要因と考えられる。

以上の結果より、統計的予測の結果と同様に、WRFによる実験結果からも温暖化の進行に伴い台風が強化される傾向が示された。一方で、本結果はあくまで特定の経路の一台風の事例であり、温暖化の影響を評価するためには更に多くの実験

を実施して傾向を確認する必要があると考えられる。

3. まとめ

本研究では、気候変動が神戸空港付近の100年再現期待値に与える影響を評価するため、d4PDFを用いた統計的予測を主軸とし、その妥当性を補強するために領域気象モデルWRFによる事例実験を組み合わせた。その結果、以下の考察が得られた。

3-1 統計的予測

- d4PDFを用いることで、気候変動による海面水温の上昇によって、神戸空港付近の100年再現期待値は最大で10%程度上昇する可能性が示唆された。
- 気候変動を考慮した100年再現期待値を評価する際には、特定の分布モデルに依存するのではなく、複数のモデルを適用し、その結果を幅として捉えることで、評価の不確実性を考慮に入れるアプローチが重要である。

3-2 WRFによる検討

- 過去の顕著な台風事例を対象にWRFによる擬似温暖化実験を実施した。その結果、温暖化条件下では台風自体の強度が増大することが確認され、統計的予測が示す傾向の妥当性を確認した。

・台風自体の風速は、温暖化の進行とともに、強度が増す傾向が見られたが、対象地点の風速は、異なる傾向となった。台風の経路のばらつきの影響を受けたためと考える。

以上のことから、d4PDFを用いた統計的アプローチは、現行の確率論的な風速設定の考え方を踏襲しつつ、気候変動を考慮した100年再現期待値を評価する上で有効な手段の一つであると考え。

謝辞：本研究の検討および評価にご協力いただきました気象協会の内田始良氏、小川直斗氏、京都大学防災研究所の竹見哲也教授に深く感謝の意を表します。また、阪神高速先進技術研究所で技術的課題の審議にあたり、学識者および有識者で構成される耐風検討委員会において、京都大学の八木知己教授、松宮央登教授、近畿大学の野田博教授、日本橋梁建設協会の委員の方々より貴重なご意見を賜りました。ここに記し、皆様に御礼申し上げます。

本研究では文部科学省気候変動予測先端研究プログラムのもと、地球シミュレータを用いてd4PDFを全国5kmメッシュで力学的ダウンスケ

ールしたデータを使用しました。

参考文献

- 1) 気候変動に関する政府間パネル(IPCC) : AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (2025年11月19日閲覧)。
- 2) 勝治弘, 山田弘, 宮田利雄, 斎藤智久: 海面水温の影響を導入した台風シミュレーション, 日本風工学論文集, 第29巻, 2004.
- 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. Vol. 19, 142-149, 2023.
- 4) 畔上泰彦, 大竹和夫, 田中英之, 日下博幸: 地球温暖化が日本列島上陸時の台風の性状に及ぼす影響に関する研究, 風工学研究論文集 No.27, 2022.
- 5) データ統合・解析システム(DIAS) : 全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ, https://search.diasjp.net/ja/dataset/d4PDF_5kmDDS_JP (2025年11月19日閲覧)。
- 6) 藤野陽三, 伊藤學, 酒井利夫: 年最大風速記録による設計基本風速の算定に関する研究, 土木学会論文報告集, 第305号, 1981.
- 7) 気象庁: RSMC Best Track Date(Txet), <https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/besttrack.html> (2025年11月19日閲覧)。
- 8) 東京理科大学: 新しい two-way ネスティング手法の開発, <https://www.rs.noda.tus.ac.jp/hydrolab/papers/2002/2002007.pdf> (2025年11月19日閲覧)。

STUDY ON THE IMPACT OF GLOBAL WARMING ON WIND SPEEDS NEAR KOBE AIRPORT BASED ON CLIMATE CHANGE SCENARIOS Kazunori NAKAMUTA, Shinsuke AKAMATSU, Hiroki SUGIYAMA, Koyo TAKATA and Rei KANEKO

In designing a wind-resistant bridge, it is essential to set a "base wind speed" representative of a specific location, topography and ground conditions of the site of the bridge so that vibration characteristics of the bridge in response to wind are accurately estimated. Base wind speeds are generally determined corresponding to the geographic location of the bridge site, as prescribed in the Highway Bridge Wind-Resistant Design Handbook. However, for long-span bridges, where wind stability is a particular concern, base wind speeds are often set based on wind observations conducted at the bridge site. Because bridges are structures expected to be in service for an extended period of time, the author believes that their design shall be based not only on probabilistic statistical analysis of observation data in the past, but also on an understanding of the impact of future climate change, such as the increased intensity of typhoons. In particular, the impact of global warming on intensity and frequency of typhoons is an extremely important issue to consider in ensuring the long-term safety of bridges. However, no sufficient research has been made aiming to quantitatively assess changes in local wind characteristics brought by global warming in combination with topographical effects specific to the site.

The purpose of this study, therefore, is to clarify the impact of temperature increases due to future climate change on base wind speeds at any given location. Specifically, we focused on statistical predictions using the Ensemble Climate Prediction Database (d4PDF), and investigated the validity of the trends in the statistical predictions through typhoon simulations using the Regional Meteorological Model (WRF).

中牟田 和典



(一財) 阪神高速先進
技術研究所
調査研究部 橋梁・
構造研究室

Kazunori NAKAMUTA

赤松 伸祐



(一財) 阪神高速先進
技術研究所
調査研究部 橋梁・
構造研究室

Shinsuke AKAMATSU

杉山 裕樹



阪神高速道路株式会社
管理本部 管理企画部
保全技術第二課

Hiroki SUGIYAMA

高田 耕庸



阪神高速道路株式会社
建設事業本部
大阪建設部
淀川左岸線建設事務所
Koyo TAKATA

金子 玲衣



阪神高速道路株式会社
建設事業本部
神戸建設部
湾岸西伸第二建設事業所
Rei KANEKO