

d4PDF を用いた平成 30 年台風第 21 号のイベントアトリビューション Event Attribution of Typhoon Jebi (2018) Using a Large Ensemble Climate Dataset

○斎藤 誠太・志村 智也・森 信人
○Ryota SAITO, Tomoya SHIMURA, Nobuhito MORI

Typhoon Jebi (2018) caused severe storm surge damage in Japan. This study investigates the impact of anthropogenic warming on such events using Probabilistic Event Attribution with the d4PDF. We compared typhoons passing within 100 km of Osaka Bay in the Current and Non-warming climates. Results indicate a statistically significant decrease in the total number of typhoons (Ratio: 0.92). However, for Jebi-class extreme events, neither the frequency (Ratio: 1.06) nor the lifetime maximum wind speed showed a statistically significant difference. Conversely, analysis of central pressure revealed that extreme events exhibit significantly lower pressure in the Current climate. This suggests that warming does not increase the frequency of Jebi-like typhoons but qualitatively intensifies their potential for storm surges.

1. はじめに

2018 年 9 月に日本に上陸した台風第 21 号（以下、Jebi）は、記録的な暴風と高潮により関西国際空港の水没やタンカーの連絡橋衝突など関西地方を中心に甚大な被害をもたらした。近年の気候変動に伴い、こうした強力な台風の発生頻度や強度が将来どのように変化するかは防災計画の策定において極めて重要な関心事となっている。しかし、Jebi のような極端に強い台風は発生頻度が稀であり、数十年程度の限られた観測データのみではその発生確率の変化に地球温暖化が寄与しているかを統計的に有意なレベルで議論することは困難であった。そこで本研究では、過去 60 年間にわたる気候を数千通りのパターンで計算した大規模アンサンブル気候データ（d4PDF¹⁾）を用いることで観測データの不足を補完し、確率的イベントアトリビューションによる評価を試み Jebi に匹敵する極端現象のリスクが温暖化によってどのように変化したかを定量的に評価することを目的とする。

2. 解析手法

本解析には d4PDF を使用した。具体的には現在気候および非温暖化気候を用いた。各実験は 1951 年から 2010 年までの 60 年間についてのアンサンブルメンバー（両気候ともに 100 メンバー）を有しており、膨大なサンプル数を確保することで稀な気象現象の統計的評価を可能にしている。またモデルの再現性を検証しバイアス評価を行うため

に実際の台風ベストトラックデータ（IBTrACS）を用いた。台風の抽出にあたっては、大阪湾（北緯 34.5 度、東経 135.3 度）を中心とする半径 100 km の円形領域を設定し、この領域を通過した全ての台風を解析対象とした（図-1）。抽出された台風群に対しては、上陸時の中心気圧および最大風速に着目して統計解析を行い、それぞれの気候条件下における再現期間を算出することで温暖化による発生確率の確率比を評価した。

3. 解析結果

抽出された台風群について、現在気候と非温暖

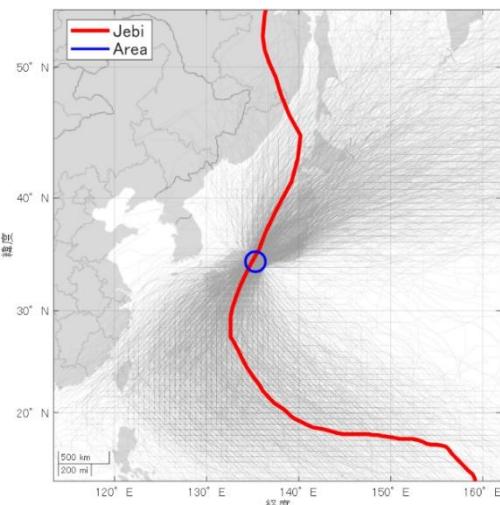


図-1 解析対象領域および抽出台風の経路図
(青丸：半径 100km 円、赤線：台風 Jebi、
灰色線：青丸を通過した d4PDF の台風群)

表-1 大阪湾を通過する台風の発生頻度および確率比

	非温暖化気候	現在気候
全台風		
通過総数[個]	2364	2180
発生確率[~/年]	0.394	0.363
確率比(95%CI)		0.92(0.87-0.98)
Jebiクラス以上		
通過総数[個]	218	232
発生確率[~/年]	0.0363	0.0387
確率比(95%CI)		1.06(0.88-1.28)
解析年数: 6000年		

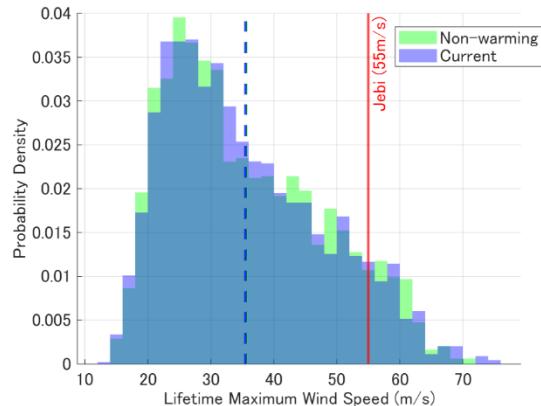


図-2 台風の最大風速の頻度分布の比較

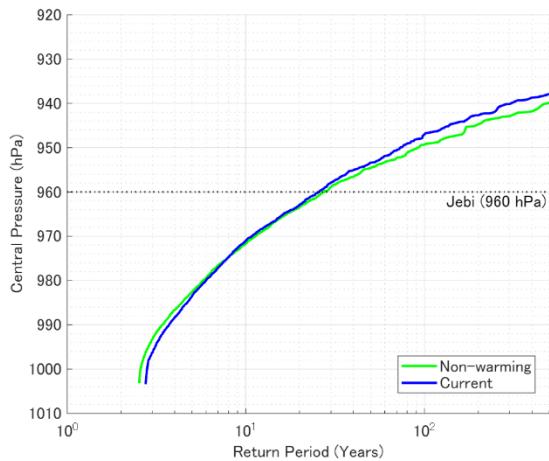


図-3 上陸時中心気圧の再現期間図の比較

化気候の間で統計的な比較を行った結果を以下に示す。

(1) 発生頻度

大阪湾を中心とした半径 100 km 内を通過した台風について、全台風および Jebi クラス（中心気圧 960 hPa 以下）の発生頻度を比較した（表-1）。d4PDF の現在気候および非温暖化気候間で全台風の確率比は 0.92 倍であり、95 % 信頼区間の上限が 1.0 を下回ることから温暖化に伴い通過する台風の総数は統計的に有意に減少していることが確認された。一方で Jebi クラスの極端台風に対象を絞ると確率比は 1.06 倍となったが、信頼区間が 1.0

を含むため統計的な有意差は認められなかった。総数が有意に減少する中で極端台風の頻度が維持されたという結果は、温暖化環境下において通過する台風全体に占める極端台風の割合が相対的に高まっていることを示唆している。

(2) 最大風速

円内通過台風の最大風速の確率分布を図-2に示す。ヒストグラムにおいて現在気候と非温暖化気候の分布形状は極めて類似しており、両者の平均値や最頻値に目視できる明確な差異は見られない。マン・ホイットニーの U 検定を行った結果、p 値は 0.79 となり両気候の間で最大風速に統計的な有意差は認められなかった。これは本解析対象の台風群において温暖化は風速強度の増大には寄与していないことを示唆している。

(3) 中心気圧

上陸時中心気圧の再現期間図（図-3）に着目すると再現期間 30 年を超える極端事象領域において、非温暖化気候に比べて現在気候の方が中心気圧が数 hPa 程度低下する傾向が確認された。この要因として温暖化に伴う海面水温の上昇と大気中の水蒸気量の増加が挙げられ、潜熱の放出量が増大することで台風システムが熱力学的に強化され中心気圧の深化をもたらしたと考えられる。なお風速の増加を伴わない気圧低下についてはモデル解像度が影響していると考察される。

4. おわりに

本研究の結果、温暖化環境下において大阪湾上の台風通過総数は有意に減少する一方、Jebi クラスの極端台風の頻度や最大風速には有意な変化が見られないことが明らかになった。しかし極端事象における中心気圧については温暖化の影響で有意に低下する可能性が示された。この結果は温暖化が Jebi クラスの台風リスクに対し、発生頻度の増加という量的な寄与ではなく、中心気圧の深化という強度的な寄与を及ぼしていることを示唆する。今後は他事例への適用により一般性を検証するとともに台風の抽出手法の改良を通じ、得られた知見の普遍性と妥当性を高めることが課題である。

REFERENCES

- 1) d4PDF: 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,
<http://www.mirocgcm.jp/~pub/d4PDF/index.html>, 2016