

d4PDF を用いた九州地方における台風特性の将来変化に関する検討

九州大学 学生会員 ○竹田聖二
九州大学 児玉充由 井手喜彦
九州大学 フェロー 橋本典明

1. はじめに

台風の接近・上陸は高潮や高波など様々な沿岸災害を引き起こす危険性がある。今後、温暖化が進むと海面水温の上昇によって、強い台風の発生頻度が現在に比べて高くなることが指摘されている。そのため、沿岸災害に対する脅威は今後さらに増大すると予想される。特に九州北西部に位置する有明海は台風による高潮に対して非常に脆弱性の高い地域であり、温暖化による台風の強化など様々な状況を仮定して高潮のシミュレーションが行われてきた。したがって、台風特性の将来変化をできる限り正確に把握しておくことは、将来起こりうる災害に対して適切な対策を講じるために重要である。本研究では、台風特性の将来変化を把握するため、気候変動リスク情報創生プログラムによって作成された「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(d4PDF)」を解析した。d4PDF の特徴はデータ数が極めて多く、極端気象の再現性や将来変化の不確実性について確率論的な議論を可能にした点である。d4PDF には過去実験(HPB)と2種類の将来実験(2度上昇実験(HFB_2K)と4度上昇実験(HFB_4K))があり、温暖化に対する段階的な検討も行うことができる。このようなデータセットの特徴を生かし、九州地方に來襲する台風特性(強度、経路および速度)の将来変化を詳細に評価した。

2. データの概要

使用したデータは水平解像度 60 km の d4PDF から Murakami らりにしたがって抽出された6時間間隔の台風トラックデータである。ただし、解析には1時間間隔へ線形内挿したものを用いた。将来実験は海面水温の空間的な昇温パターンの違いによって6ケース(CC, GF, HA, MI, MP, MR)に分類される。各実験のデータ数は表1の通りである。また、比較のためにHPBと同様の期間における気象庁の台風ベストトラックデータ(BT)を観測値として用いた。

3. バイアス補正

d4PDF の気圧値は計算モデルによる系統誤差(モデルバイアス)を含んでおり、台風の気圧特性について議論する際、まずバイアス補正を行う必要がある。本研究では、数百年以上の確率で発生する強力な台風について議論する場合に重要な、台風中心気圧が980 hPa以下の台風のみに絞って補正を行った。補正法は、BTとHPBの累積確率分布の近似式を導出し、その差を取ることで補正式を構築した。その際、累積確率が高い範囲にデータ点が集中するため(図1上の黄色枠)、近似式の精度が悪くなるという問題が生じた(図1上)。そこで、累積確率について対数を取り、累積確率が高い範囲のデータ間を引き延ばす処理を行った後、近似式を求めることで精度を向上させた(図1下)。補正式を適用した結果を図2に示す。補正後のHPBがBTを高精度で表現できていることが分かる。将来実験においてもバイアスの傾向は変化しないという仮定のもと、本補正式をHFBに適用することで将来台風についても補正後の気圧を算出した。解析には過去・将来実験ともに補正後のデータを用いた。

表1 d4PDF の各実験のデータ数

HPB	1951~2011年の61年×100メンバ=6100年分
HFB_2K	2031~2090年の60年×9メンバ×6ケース=3240年
HFB_4K	2051~2110年の60年×15メンバ×6ケース=5400年

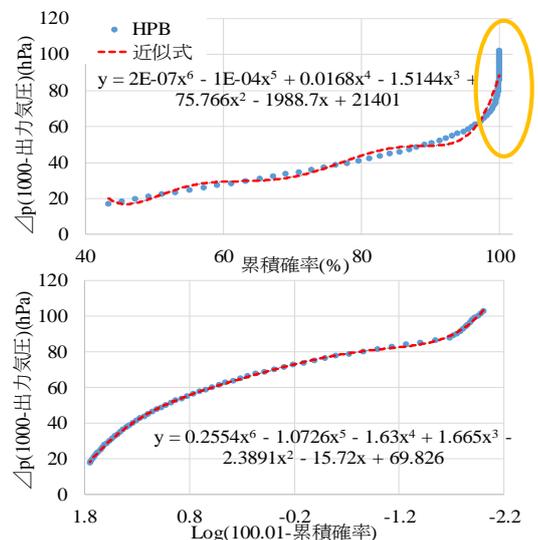


図1 対数処理前(上)と後(下)における補正式導出のための近似曲線の導出

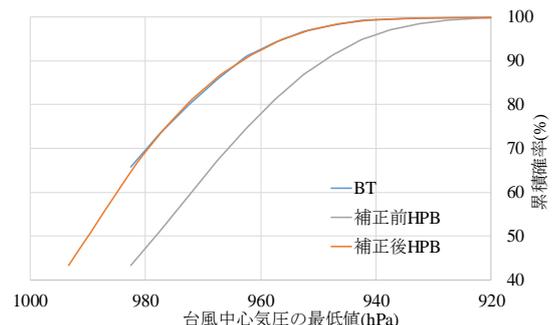


図2 台風最低中心気圧の累積分布

4. 台風特性の将来変化

4-1. 最低中心気圧

図3は、HPBとHFB_4K(MP)において北緯20~40度、東経120~148度の領域で1度毎の最低中心気圧を抜き出し、その差(HPB - HFB_4K(MP))をとったものを示す。ただし、各実験の計算期間が異なるため、再現確率1000年の気圧になるように補正している。低緯度帯(北緯20~25度)を除く広範囲で気圧が低下し、九州付近では15 hPa以上低下している地域も存在することが見てとれる。図4は、図3の青枠で示す九州付近(北緯31~34度、東経127~133度)に着目し、この範囲での最低中心気圧の平均値について将来変化を示す。将来実験のほとんどの昇温パターンで温暖化に伴い最低中心気圧が低下している。しかし、昇温パターンによって変化傾向は異なり、気圧の低下が最も顕著なGFでは4度上昇時20 hPa以上低下する一方で、CCでは逆に気圧が増加するなど、気圧変化の傾向に大きな差が生じることが分かった。

4-2. 台風進路

本研究では、有明海の湾奥を中心とする半径300 km内(図5の赤枠)を通過する台風を抽出し、300 km内の最初の点と最後の点もしくは300 km内で台風が消滅する場合は消滅する直前の点を直線で結び、その方位角を台風の進路方向と定義した(図中の赤破線)。図6はHPBとHFB_2K、HFB_4Kの進路方向について、割合を比較したものである。グラフの左上には、1000年あたりの台風の総数を示す。全台風では、将来実験では総数が大幅に減少しているのに対し、940 hPa以下の勢力の強い台風では増加していることが分かる。また、進路方向別に見ると、全台風では大きな将来変化は見られないが、気圧が940 hPa以下の台風では、温暖化に伴い、北方向の割合が減少し、北東方向の割合が増加している。このことから、有明海、特に筑後川における高潮災害の危険性が将来増す結果となった²⁾。

5. おわりに

九州地方に着目し、温暖化した近未来気候での台風特性について検討を行った。その結果、温暖化とともにほとんどの昇温パターンで台風の最低中心気圧は低下する一方、気圧が高くなるパターンも存在し、台風の最低中心気圧は昇温パターンに大きく依存することが示された。また、温暖化が進むにつれて九州に接近する勢力の強い台風が増加し、進路が北東へ進む割合が増加するため、有明海、特に筑後川における高潮災害の危険性が高まることを明らかにした。なお、本研究では台風進路の湾曲度および速度についても評価しており、発表時に紹介する。本研究は、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の一環として、実施したものである。

参考文献

- 1) Hiroyuki Murakami, Ryo Mizuta, Eiki Shindo : Future changes in tropical cyclone activity projected by multi-physics and multi-SST ensemble experiments using the 60-km-mesh MRI-AGCM.
- 2) 鶴田友莉, 井手喜彦, 児玉充由, 橋本典明, 山城賢 : 有明海湾奥部沿岸における高潮浸水特性と各種対策施設の効果に関する数値シミュレーション, 2018

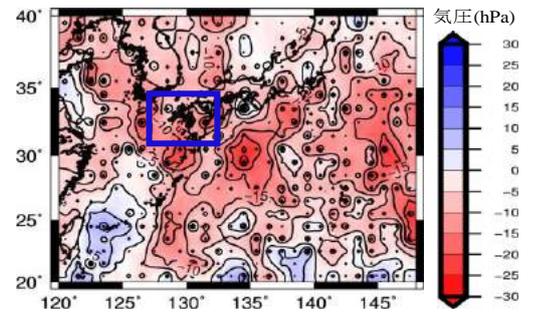


図3 最低中心気圧の差(HFB_4K(MP)-HPB)

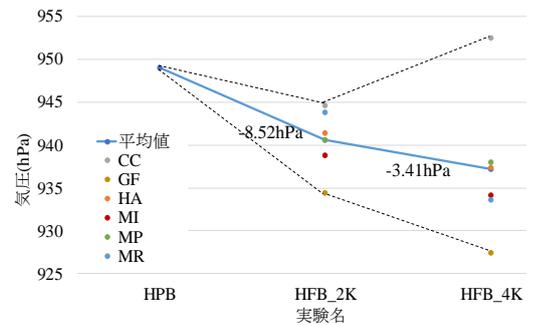


図4 九州付近の台風最低中心気圧の将来変化

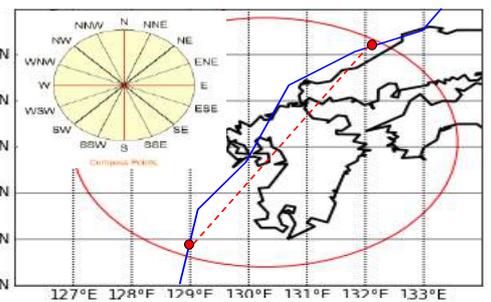


図5 台風進路の定義

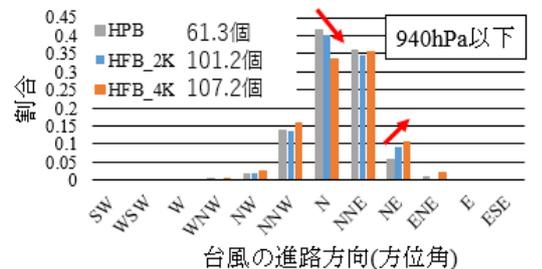
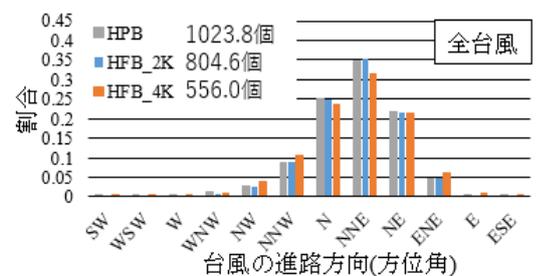


図6 台風の進路方向