

気候変動による台風特性の変化

高知工科大学 システム工学群 建築都市デザイン専攻 4 年

海岸工学研究室 1230156 松本隼

指導教員 佐藤慎司

1. 研究背景と目的

地球温暖化による気候変動は、地球環境に様々な影響を与えることが予想されている。その中でも、日本が影響を受けやすい台風特性の変化は将来の気候変動において無視することができない。現在においても日本に大きな被害を与える台風が発生していることから、過去と将来の台風特性の変化を調査することは重要である。

既往研究である 2021 年度の有村ら、2019 年度の Webb ら、2018 年度の高らによる大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を用いた台風を対象とした将来変化についての研究によって、将来の台風特性は中心気圧が低下し、風速が大きくなることで強度が強くなり、猛烈な台風の頻度は将来の方が増加する。また、経路については経路の流れが大きく変化するというわけではなく、温度上昇によって現在に比べて日本全体の緯度が下がったような変化をして、台風経路の日本に対する接触の仕方が変化することが明らかになっている。そこで本研究では、d4PDF を用いて、改めて台風特性の変化を解析することと d4PDF の将来実験で用いられる海面水温将来変化による 6 つの温暖化パターンの台風特性の変化について解析することを目的とした。

2. 研究方法

過去と将来の台風特性を分析するために大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を用いる。これは数値実験によって、地球温暖化した時の大気環境が公開されているデータのことであり、台風データ (熱帯低気圧の位置、中心気圧、風速、台風半径) が摂動の違う実験によって、それぞれ分析されている。過去実験と将来の全球平均気温が産業革命 (1850 年) 以降に 1.5°C 、 2°C 、 4°C 上昇した未来の気候状態についてモデル実験を行ったものです。過去実験は 1951~2011 年 8 月 (60 年) $\times$ 100 メンバ (摂動) の 6000 年分のデータがあり、将来 4°C 上昇した時は 2051~2111 年 (60 年) $\times$ 6 モデルの温暖化パターン $\times$ 15 メンバ (摂動) の 5400 年分のデータがある。温暖化パターンとは 6 種類の海面水温将来変化パターンのことで CCSM4(CC),GFDL-CM3(GF),HadGEM2-AO(HA),MIROC5(MI),MPI-ESM-MR(MP),MRI-CGCM3(MR)の 6 モデルがある。

本研究では、d4PDF の産業革命から将来 4°C 上昇した場合の実験データから台風データを分析することと既往研究で全球の台風経路を抜き出しているデータがあるので、それを用いて経路の変化を分析する。

研究対象領域は、北緯 0 度~北緯 60 度、東経 100 度~東経 180 度 (図 1) に決定した。調査範囲を図 1 にした理由として、日本近海で計測される台風だけでなく、日本付近に影響を及ぼす台風がどこから発生したかや経路がどのように流れていくかを検討するため広く範囲を設定した。過去と将来を分析する方法は、日本付近の台風個数の比較、過去に大きな被害が発生した台風は最低中心気圧が 910hpa 以下で、日本上陸時には 925~940hpa 以下になる台風であったため 910hpa 以下になる台風を抜き出し、台風数の頻度を比較する。また、将来の温暖化パターンによる台風経路と台風数の違いや関係を分析する。

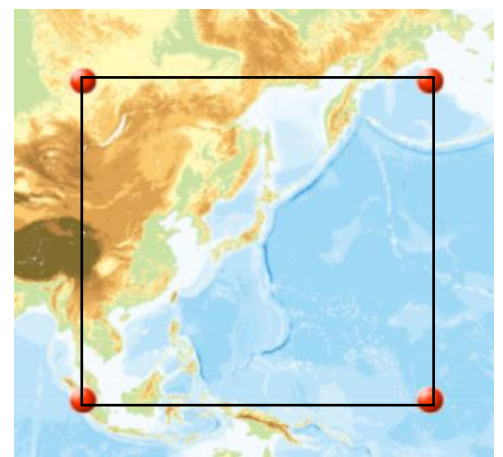


図 1.研究対象領域

本研究で用いるデータ数は、過去と将来の 6 種類の温暖化パターン毎の変化を検討するためモデル毎に全 15 メンバがあるので、過去においても 100 メンバある内の 15 メンバのみを使用して比較を行う。

3. 過去実験と将来実験の台風特性の比較

(1) 1 メンバ (60 年分) の平均台風発生数

過去と将来の台風の発生数を比較するために、将来実験は温暖化パターンが異なる 6 種類のモデルがあるので 1 モデル全 15 メンバと過去実験はそれに対応して 15 メンバ分だけを分析し、1 メンバ (60 年分) 当たりの平均台風発生数 (図 2) を作成した。

図 2 の台風数を過去と将来で比較すると、将来実験である 6 種類のモデルの台風数が全て減少していることから、地球温暖化が進行する中で台風の発生数は減少するが、影響を強く与える中心気圧 910hpa 以下の台風の発生数は、どのモデルにおいても増加し、モデルにおいては過去より 7 倍近く増加しているモデルも存在している。その場合、およそ 10 年に 1 回は多大な被害を及ぼす台風が発生することになる。

しかし、モデル毎に 910hpa 以下の台風の発生数に大きく違いが生じたので、海面水温変化によって決定されている温暖化パターン (図 3) と 910hpa 以下の台風の発生数 (図 6) の関係性について、検討した。図 3 より、日本付近の海面水温変化が高くなっている GF,MR は図 6 のように 910hpa 以下の台風数は他のモデルに比べて、多くなっている。また、MI も日本付近の海面水温変化が高くなっているが、910hpa 以下の台風数が少ないかという台風発生数が他のモデルと比べて、約 1/2 倍ぐらいの個数になっているので、台風数と 910hpa 以下の台風数を相対的に考えると GF,MR 同様に 910hpa 以下の台風は他のモデルに比べて多いことが理解できる。このことから、気温上昇だけでなく、海面水温の上昇も台風の発生数において考慮しなければならない重要なことである。

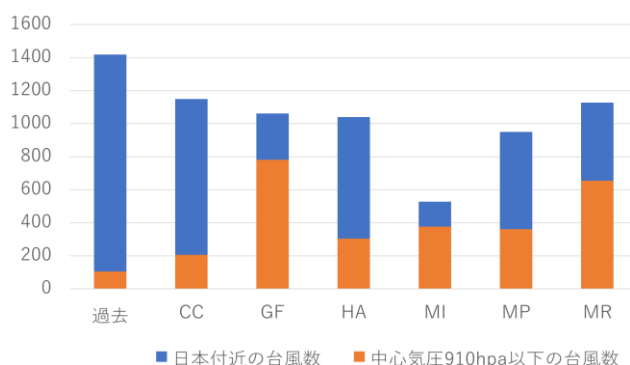


図 2.60 年分の間に発生する平均台風発生数

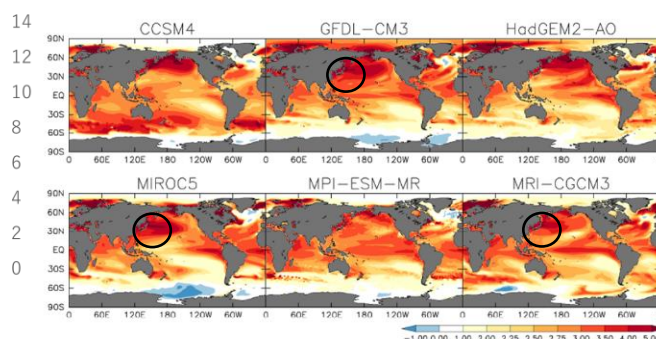


図 3.海面水温変化パターン (モデル毎)

(2) 過去と将来の中心気圧が 910hpa 以下になる場合のモデル毎の台風経路

日本に多大な被害を及ぼす台風の経路を分析するため、過去とそれぞれの温暖化パターン毎の 910hpa 以下の台風経路を緯度経度の図 (図 4) で作成した。比較を行うと台風経路の違いは見受けられなかった。

しかし、台風経路上の最低中心気圧位置 (図 5) で過去と将来 6 モデルを比較すると平均緯度経度の位置に変化があり、過去実験では (N22°, E131°) であるが、将来実験の 6 モデルそれぞれの平均緯度経度の位置は CC(N23°, E132°)、GF(N27°, E135°)、HA(N25.5°, E140°)、MI(N29°, E140°)、MP(N26°, E137°)、MR(N25°, E135°) となっており、どのモデルにおいても平均緯度の位置が少し北に移動し、平均経度が東に変化することが分析できた。したがって、図 4 で分かりづらかった経路の変化が図 5 の最低中心気圧の平均緯度経度から理解できるようになった。

また、平均緯度が北に変化するのは温暖化の影響で海面水温が赤道付近から北に向けて上昇しているためであり、東に変化したのは日本の陸地の存在のためであり、台風エネルギーを海面のみから得るからである。

図 5 の最低中心気圧の位置から、台風の被害を最も受ける地帯は過去より将来になるにつれて北東方向に広がっていき、強度が強い台風を受ける危険な地帯が増加する。

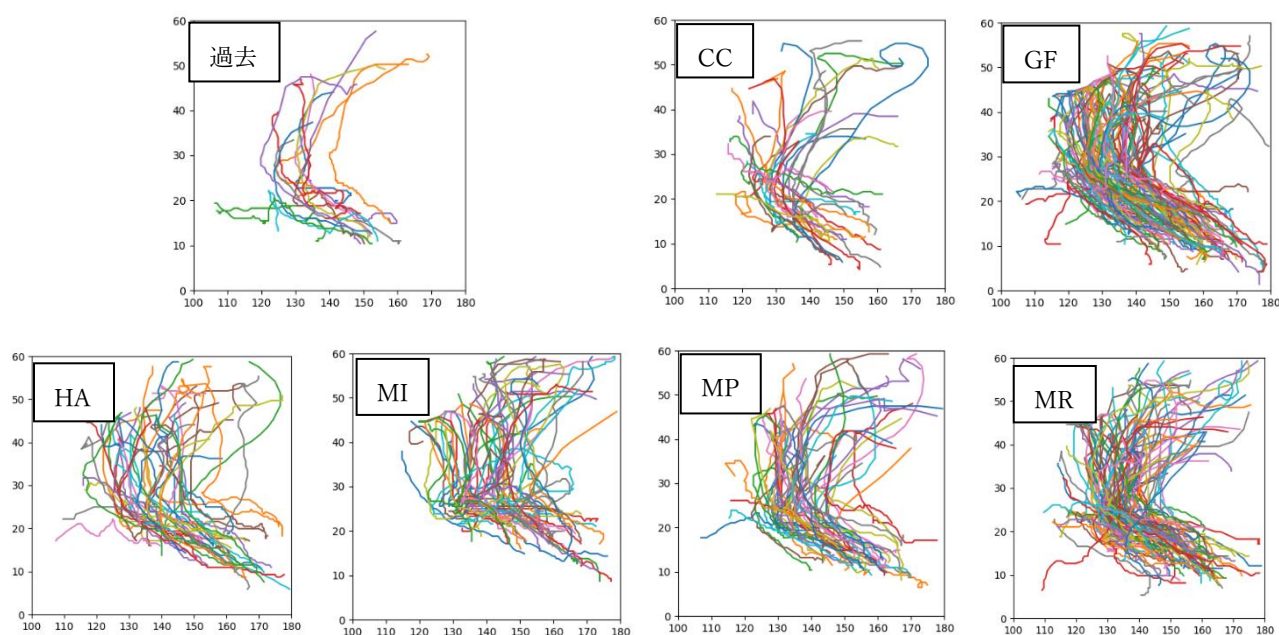


図 4.910hpa 以下の台風経路（モデル毎）

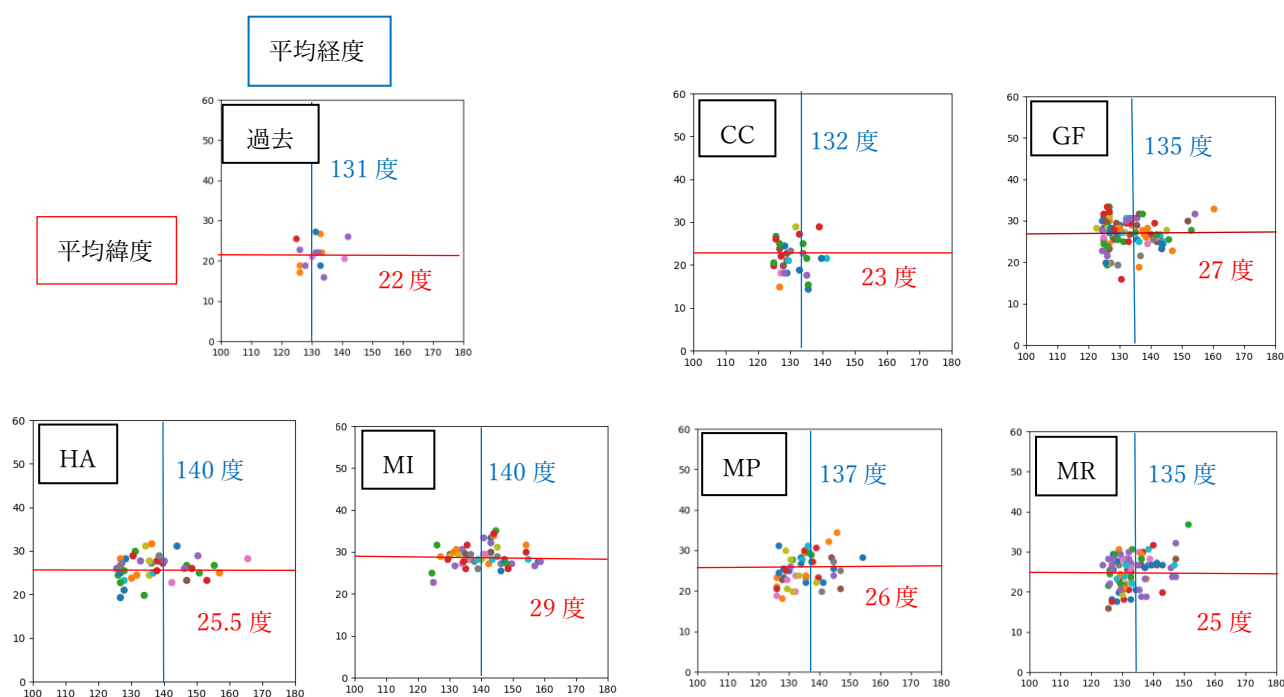


図 5.最低中心気圧位置（モデル毎）

4. 結論

本研究では大規模アンサンブル気候予測データベース（d4PDF）を用いて、将来の台風発生数や経路、中心気圧について解析を行った。本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 既往研究で言われている通り台風の発生数は減少するが、強度が強い台風は増加することが確認できた。また、強度が強い台風の発生数には気温上昇だけでなく、海面水温の変化に比例するように増加することが確認できた。

(2) 温暖化によって最低中心気圧の位置が北東付近に移動する。そして、将来の最低中心気圧の位置の広がりから台風の影響を受ける日本の地域は増加することが推察された。図5の最低中心気圧の位置から、台風の被害を最も受ける地域は過去より将来になるにつれて北東方向に広がっていき、強度が強い台風を受ける危険な地域が増加する。過去の最低中心圧の位置と910hpa以下の台風数が最も多いモデルであるGFモデルの最低中心気圧の位置を地図に点で示した図(図6)を見ると、日本に接近しているのが確認された。



図6.過去とGFモデルの最低中心気圧位置の変化

参考文献

- 1) 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
<https://www.miroc-gcm.jp/d4PDF/index.html> (参照 2022-06)
- 2) d4PDF ダウンロードシステム <https://diasjp.net/service/d4pdf-data-download/> (参照 2022-06)
- 3) 大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) の台風を対象としたバイアス補正手法とその将来変化予測 (有村 盾一・邱 中睿・岡安 徹也・秩父 宏太郎・渡邊 国広・森 信人)、土木学会論文集 B2 (海岸工学)
- 4) Global Tropical Cyclone Track Detection and Analysis of the d4PDF Mega-ensemble Projection (Adrean WEBB、Tomoya SHIMURA、Nobuhito MORI)、土木学会論文集 B2 (海岸工学)
- 5) d4PDF を用いた北海道周辺域で停滞する爆弾低気圧による高波の将来変化 (高 裕也、二宮 順一、森信人)、土木学会論文集 B2 (海岸工学)
- 6) d4PDF 利用手引き 第2章全球モデル実験 p.6
https://www.miroc-gcm.jp/d4PDF/img/d4PDF_Chap2_20220914.pdf (参照 2022-12)
- 7) 国土地理院地図
<https://maps.gsi.go.jp/#4/34.052659/143.349609/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c0g1j0h0k0l1u0t0z0r0s0m0f1> (参照 2023-1)