

高解像度大規模気候アンサンブル実験による日本全域の高潮将来変化予測  
 Future Changes Projections of Storm Surges Across Japan  
 Using High-Resolution Large Ensemble Climate Experiment

○金平 大河・志村 智也・森 信人

○Taiga KANEHIRA, Tomoya SHIMURA, Nobuhito MORI

Intensification of coastal disasters risk is driven by global warming-induced sea-level rise, the heightened vulnerability of coastal societal structures and expanding zero-meter zones. Addressing this, constructing reliable datasets for future predictions of high wave, surge, and compound disaster is crucial. This study focuses on enhancing predictions of Japan's future high storm surge changes using high-resolution climate ensemble data (d4PDF with a 5 km resolution). Storm surge simulations in Western North Pacific are conducted with forcing data from the ensemble data. We assessed typhoon characteristics in d4PDF 5km and revealing a notable bias in its minimum central pressure compared to IBTrACS. Moreover, we identify a tendency for increased typhoon intensity on the western side of Japan, shedding light on future high storm surge trends in the three major bays. (130 words).

### 1. はじめに

近年、地球温暖化の影響により世界的に極端気象による災害が頻発化。我が国においても記録的豪雨や大型で強い台風は甚大な被害をもたらし、その影響は顕在化している。温暖化に伴う海面上昇や台風強度増大により、沿岸災害リスクは高まる一方、ゼロメートル地帯の拡大により社会構造は脆弱化。さらに、降水量や河川流量の増加も指摘されており、近年は複合災害に対するリスクも高まっている。このため、より確信度の高い高潮・高波の将来変化予測や、沿岸域複合災害の防災に資するデータセットの構築は重要な課題である。

そこで本研究では、高解像度大規模気候アンサンブル実験 (d4PDF 5 km) を元に、日本全域を対象とし高潮計算を実施し、日本全域の高潮将来変化を明らかにする。また、台風特性についても精査し、それらが高潮計算に与える影響を検討する。

### 2. 高潮モデルと計算条件

本研究では北西太平洋の高潮解析に、ADvanced CIRCulation (ADCIRC) モデルを用いる。ADCIRC は非線形長波方程式と連続式を支配方程式とする非構造格子有限要素法モデルであり、特定の沿岸域を対象とした浸水計算や、全球高潮の将来変化予測などに用いられている。本研究では日本全域の高潮将来変化予測を目的とするため、解析領域は、日本周辺の海域を含む北西太平洋 (105°E - 153.5°E, 5°N - 51°N) とした。格子は 0.2-24 km サ

イズの非構造格子で、要素数は約 173 万、総格子点数は約 90 万となった。境界条件は外洋の海と接する辺境界を開境界、内部の陸地と面した辺境界を No-Flux 条件としている。

高解像度アンサンブル気候予測データベース (d4PDF 5km) の過去実験 (HIST)、および 4°C 上昇実験 (+4K) から、海面更正気圧 ( $s/p$ ), 10 m 高度風速 ( $u_{10}, v_{10}$ ) を高潮計算の駆動力とし、高潮の将来変化を精査する。なお、本研究の解析対象領域は d4PDF 5km の解析領域では網羅しきれず、その外部領域では d4PDF 60 km および 20 km モデルの大気データを外側から段階的に用い外部力データを作成した。台風の抽出領域は東経 129°E - 141°E, 北緯 31°N - 36°N とし、台風数は、現在気候で 781, 将来気候で 515 となった。

高潮全国評価とは別に高解像度アンサンブル実験の台風特性の把握を目的とする場合は、台風のサンプル数を増やすため、d4PDF 5 km の計算領域内を対象として、観測値 (IBTrACS), 全球モデル (d4PDF 60 km), 高解像度モデル (d4PDF 5 km), 各々で通過する台風を抽出した。この台風経路データを元に、台風最低中心気圧 ( $P_{min}$ ), 平均強度空間分などの台風特性を精査した。

### 3. 結果と考察

図 1 に示すのは、対象領域において抽出された IBTrACS 及び d4PDF 5 km の台風経路と中心気圧 ( $P_c$ ) の散布図である。台風強度について、IBTrACS

と d4PDF 5 km の現在気候 (HIST05) を比較すると、HIST05 は北緯 20°N -30°N あたりの台風強度が弱くなっている。一方で、北緯 30°N-40°N あたりの日本本土においては、HIST05 の方がおよそ 20hPa 程度強度は高い。将来気候 (+4K05) は沖縄の東側の海域や九州、韓国釜山の南側あたりで台風強度増大が確認される。台風経路については、IBTrACS と+4K05 は北樺太のあたりまで台風経路を確認できるが、HIST05 では南樺太周辺までとなっていることを確認した。

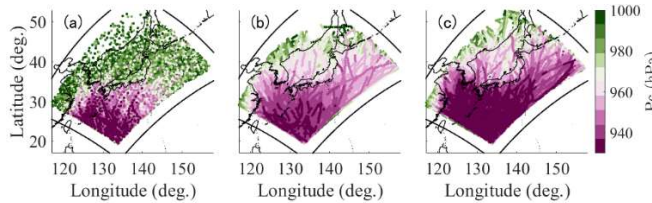


図 1 台風経路と中心気圧の散布図 (a) IBTrACS, (b) HIST05, (c) +4K05.

抽出された経路データを元に計算された、各モデルの最低中心気圧の累積分布関数を図 2 に示す。IBTrACS の分布に対して、d4PDF 60/5 km データの現在気候は過小評価となっているが、高解像度モデルにおいては、台風強度の増大と共に、最低中心気圧の分布に極端な乖離が確認される。図 1 の中心気圧の散布図と比較すると、IBTrACS との強度差は緯度により異なるので、緯度に応じて今後適切にバイアス補正を施す必要がある。

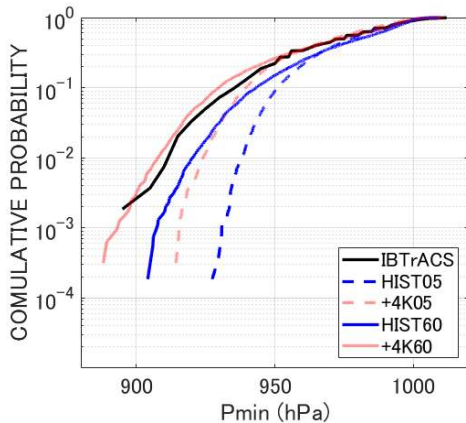
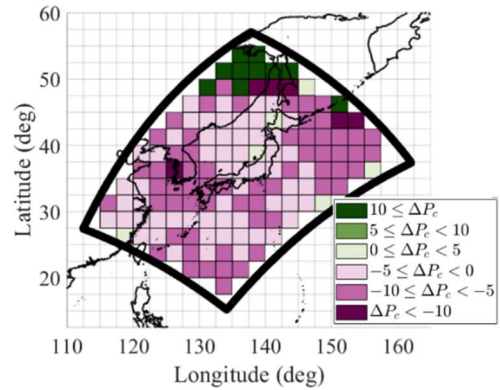


図 2 最低中心気圧の CDF

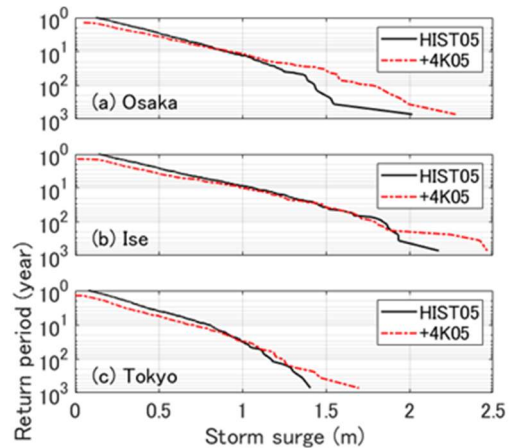
図 3 に示すのは、d4PDF 5 km の平均台風強度将来変化 ( $\Delta \bar{P}_c$ ) である。北西太平洋を 2.5 度の格子に区切り、各々の格子内を通過する台風を対象に、中心気圧の平均値を算出した。従来の研究と同様に、日本全土の台風強度は増大する結果であるが、特に、西日本側 (沖縄の東側の海域や九州、四国周辺) で、 $-10 \leq \Delta \bar{P}_c < -5$  の強度増大が確認され

た。また、北樺太周辺における強度低下は、図 1 で述べた台風経路の差異によるものと考えられる。

図 3 平均台風強度の将来変化 (d4PDF 5 km)



これまで述べた、d4PDF 5km データの台風特性を踏まえ、三大湾における高潮の将来変化について考察する。図 4 に示すのは、三大湾における高潮再現期間の将来変化である。最大高潮は大阪湾、伊勢湾ともに 2 m クラスとなっており、観測値 (e.g., Jebi 3.21 m at Osaka-bay) と比較して 1 m 程度過小評価となっている。これは図 2 で述べた台風強度や、最大風速の観測値とのバイアスに起因すると考えられる。また、大阪湾の高潮将来変化が、他の湾に比べより顕著であるのは、図 3 で述べた西日本における台風強度の増大に起因するも



のと考えられるが、今後、全国の湾でも傾向を精査する必要がある。

図 4 三大湾における高潮再現期間の将来変化

#### 4. 結論

d4PDF 5km データを用いた日本全域の高潮将来変化予測を目的に高潮計算を実施した。台風強度は観測値と比較して弱めであるが、西日本側の台風強度増大と、大阪湾においてより顕著な高潮の将来変化を明らかにした。今後はバイアス補正や全域の高潮将来変化について検討を進める。