

## 気候変動を考慮した東アジアの最大高潮偏差の将来変化 Future Change in Maximum Potential Storm Surge Height at Major Bays in East Asia

○森壮太郎・森信人・志村智也・宮下卓也

○Sotaro MORI, Nobuhito MORI, Tomoya SHIMURA, Takuya MIYASHITA

This study estimated the future change of the maximum potential storm surge height (MPS) at the major 7 bays in East Asia using typhoon maximum potential intensity (MPI) and the simplified storm surge model. This model uses the dynamic model ADCIRC to perform reference calculations and estimates the maximum storm surge height from the pressure drop value and maximum wind speed. Future changes of MPS were estimated using the 150-year run and the d4PDF monthly climate dataset. From the estimation using two experiments, MPS increased continuously with the temperature rise, and the maximum MPS at Masan in September increased by 1.1m. (101 words).

### 1. はじめに

地球温暖化予測に基づき気温や海面上昇等に関する様々な影響評価がなされている。海面上昇は主に熱膨張による静的な沿岸環境の変化であるのに対し、台風等の動的な極端な気候変化は、高潮に大きな影響を与えることが予想される。一方で高潮は、台風や強い低気圧の気圧勾配だけでなく、対象とする湾に対する経路も重要となり、台風に比べて発生確率が極端に低くなるため、その変化の定量的な評価が難しい。

本研究では、台風の最大潜在強度（Maximum Potential Intensity; MPI）の理論に着目して、環境場から台風強度及び高潮偏差を推定し、東アジアの代表湾について可能最大高潮偏差（Maximum Potential Storm Surge Height; MPS）の長期評価を行うことを目的とする。

### 2. MPI 理論に基づいた最大高潮偏差推定手法

与えられた環境場での台風の最大発達限界値を、中心気圧の下限値として MPI で定義する。MPI の推定には、対流有効位置エネルギー（Convective Available Potential Energy: CAPE）をベースとする Emanuel のモデルを用いた。SST, 大気の温度および湿度の鉛直分布、海面更正気圧をもとに、可能最低気圧  $P_m$  および可能最大風速  $V_m$  が計算される。高潮推定では、この MPI で得た可能最低気圧および可能最大風速について、傾度風モデルを援用することで、気圧と風速の分布を実際の台風データと整合させて用いる。これらを、経路や移動速度について理想的な値を仮定し、吸い上げ

効果、吹き寄せ効果それぞれを独立なものとして可能最大高潮偏差 MPS の推定を行う。

高潮力学モデル ADCIRC の結果を用いて MPS 推定モデルの精度評価を行った。再解析値や GCM により計算された 205 年分の高潮計算について、台風トラックデータを活用しながら、対象地点の気圧と風速を本モデルに代入することで比較を行った。吹き寄せ効果について、各湾上位 5 ケースの寄与分により係数を決定し、更に湾軸の一次元断面地形について考慮を行い、推定時の RMSE が最小となるように積分範囲を設定した。図 1 に馬山の例を示す。色は、湾軸方向に対する風速の吹

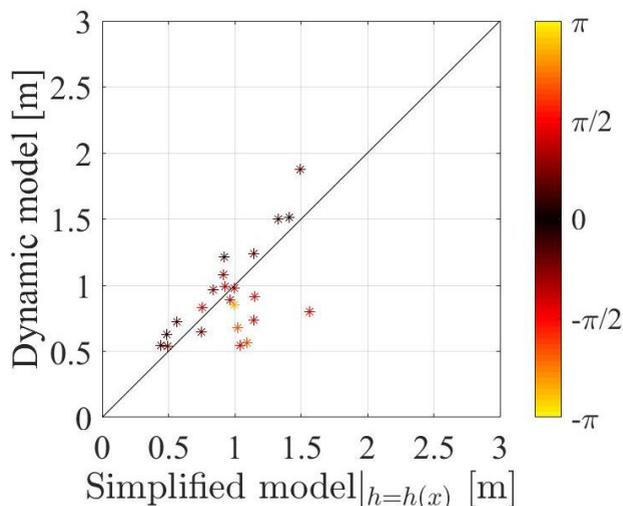


図 1 高潮力学モデルと簡易モデル間の高潮水位の比較（馬山の例）

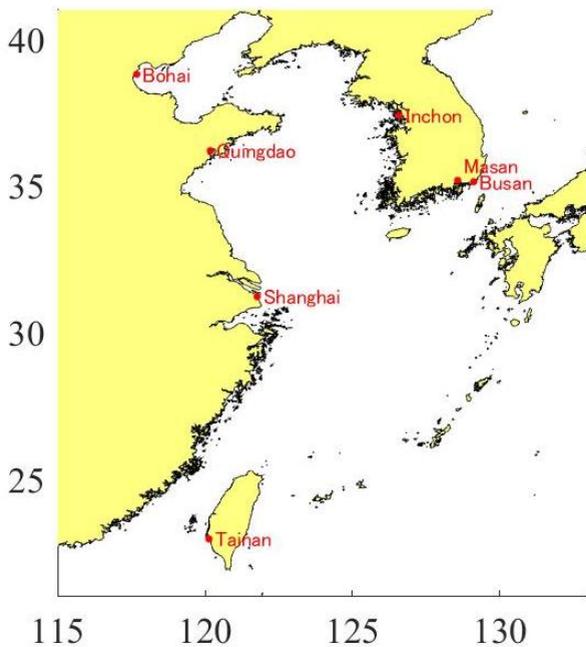


図2 評価対象とした東アジア7湾の位置

寄せ角度を時計回り正として示している。吹き寄せ角度が0に近いケースほど、高潮水位を推定できており、気圧と風速が与えられた際の最大高潮偏差を推定できているといえる。また、吹き寄せ角の絶対値が45°以下であるものを対象にした両者のRMSEは0.27mであった。

### 3. 気象研究所150年ランを用いた長期評価

気候モデルMRI-AGCM3.2Hを用いた過去将来150年のHPD,HFD実験(RCP2.6,8.5)の気候値により計算された月平均MPIを用いて、高潮の長期評価を行った。図2に対象湾の湾奥定義位置を示す。対象湾は、台南、上海、釜山、馬山、仁川、青島、渤海の東アジア7湾とした。図3に、150年ランの結果を用いて推定した馬山の9月のMPSの将来変化を示す。縦線は、HPD,HFD実験の境界を示しており、青線でHPD実験、黄線と赤線でHFD実験の結果を、それぞれHPD実験の平均MPSからの変化量で表した。最悪ケースを見ると、今世紀末に現在と比べて0.5m程度のMPSの変化になっており、分散も増加していることが分かる。この傾向は、ほかの湾でも同様に確認された。

### 4. d4PDFを用いた長期評価

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)を用いて、現在気候実験6,000年(60年×100メンバ)と4°C上昇気候実験5,400年(60年×15メンバ×6SST)の月平均MPIを用いて、高潮評価を行った。d4PDFの将来気候

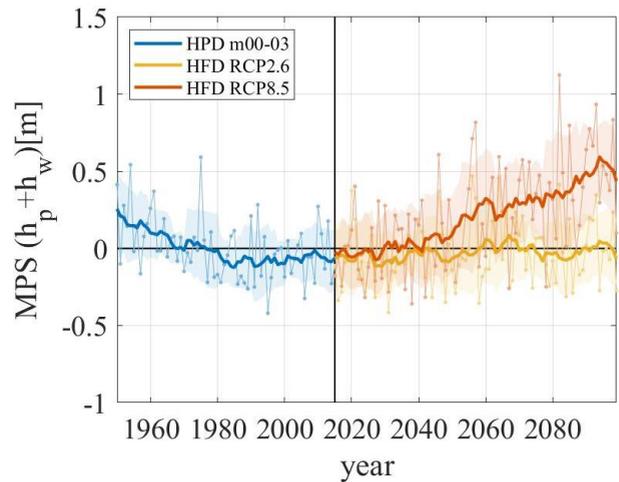


図3 9月平均MPSの将来変化(馬山)

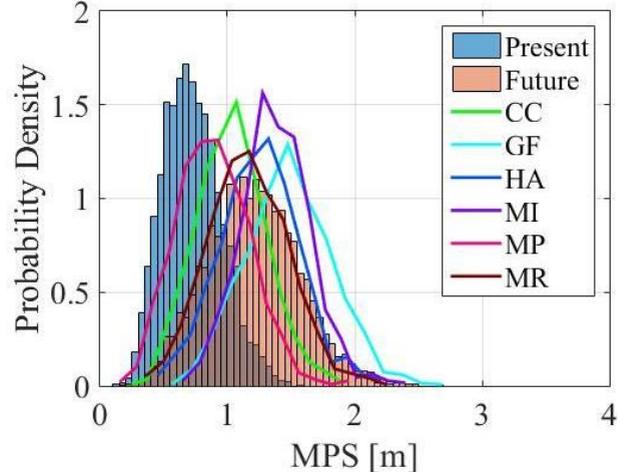


図4 9月平均MPSの確率密度分布(馬山)

実験の6SSTは異なる6つのSSTアンサンブル(GF,CC,HA,MI,MP,MR)を意味しており、SSTの将来変化パターンが異なるとMPIの将来変化パターンも大きく異なる。図4に、d4PDFの結果を用いて推定した馬山の9月のMPSの発生頻度分布を示す。ここで評価したのは気候的に可能最大な高潮偏差であり、その再現確率を求めるためには、ほかに台風の発生確率、台風がMPIに達する確率、台風が対象湾の最悪経路を通る確率を評価する必要がある。最大高潮偏差は、現在気候下での可能最大値は1.6mであったが、将来気候下での可能最大値は2.7mであり、1.1mの上昇量となった。

### 5. 結論

本研究では、MPI理論に基づいたマクロ指標から最大高潮偏差を推定する手法に基づき、HPD,HFD実験及びd4PDFを用いて東アジアの湾を対象として、高潮偏差の定常的な将来変化評価を行った。それらの実験を用いた評価からは、MPSの昇温に応じた連続的な変化が示され、確率密度分布のピーク及び最大値の上昇が確認された。