

全球非構造格子とパラメトリック台風モデルを用いた過去極端水位の長期評価 Long-term hindcasts of extreme sea levels using unstructured grid models and a parametric TC model

○大畑翔平・志村智也・宮下卓也・森 信人

○Shohei OHATA, Tomoya SHIMURA, Takuya MIYASHITA, Nobuhito MORI

Global extreme sea levels were estimated using corrected JMA reanalysis. First, historical global sea levels were simulated using an unstructured grid storm surge model ADCIRC and validated against the tide gauge data across the global coastlines. We used a high-resolution mesh, particularly near the Japanese shorelines, to capture their features well. In order to represent the structure of tropical cyclones, we used the Holland parametric storm model considering super gradient wind in the reanalysis of wind and pressure field. Next, we confirmed that modeled elevations agree well with tide gauge levels at each gauge point. Finally, extreme value analysis evaluated extreme sea levels using monthly maxima. (108 words).

1. はじめに

気候変動が海面上昇に及ぼす影響について、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) で議論されている。世界平均海面水位の上昇に加え、全世界で熱帯低気圧や温帯低気圧の強度が強まり、それに伴って短期の海面水位変化である高潮や高波が沿岸域に甚大な被害をもたらすことが予測される。しかし現存する防災施設の多くは、予測される災害の甚大化に対応していない。高潮や波浪に潮汐が加わり、短期的かつ地域的に極めて高くなった海面水位は極端水位 (Extreme sea levels; ESLs) と呼ばれる。被災リスクを減少させるために、極端水位を過去・将来気候条件で求め、ロス・ダメージを推計する必要がある。これまでは主に代表的な都市域の湾を対象に海面水位評価が行われてきた。一方、複数地点での水位比較のため、全球で海面水位を計算し評価する必要がある。過去と将来の極端水位を全球で評価した例はきわめて少なく、熱帯・温帯低気圧の効果は過小評価されてきた。

本研究では将来極端水位評価に先立ち、オリジナルの再解析値より熱帯・温帯低気圧が大きく反映された入力値を用意し、検証を行った。さらにこの入力値を用いて高潮を計算し、過去極端水位を求めた。

2. 手法

(1) 入力値の準備

高潮計算の入力値には気象庁再解析の JRA-55 の地表面気圧と地上風速が、JRA-3Q から平均海面気圧と地上風速が用いられた。気象庁の再解析では、既往研究で用いられていた European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) による再解析 ERA よりも熱帯・温帯低気圧付近の精度が高い。さらに、JRA-3Q では JRA-55 よりも台風の検知率と最大風速が向上している。これらを用いることで高潮計算結果の精度向上が期待される。あわせて、台風付近の気圧・風速場を改善するため、再解析値およびパラメトリック台風による気象場の合成 (ブレンド) を行った。気象庁ベストトラックの過去台風に関する情報をもとに、Myers (1954) の気圧分布式と藤井・光田(1997) による超傾度風の式を用いて気圧・風速場を作成した。ブレンド後の入力値の解像度は、約 20 km である。

長期計算に先立ってブレンド手法についての検証を行った。ブレンド手法として、(1)内挿方法について3種類 (I: 線形内挿, II: 重みに気圧分布を用いた方法, III: 重みに指数関数を用いた方法), (2)影響半径に関する条件を3種類 (中心から最大風速半径の2, 6, 10倍) 用意した。近年で特に多くの台風が日本に上陸した2018, 2019年を対象とした。複数のブレンド気候入力値を用意して高潮計算を行い、観測値との最大水位の差, RMSE, 相関係数, バイアスについてブレンド手法間での精度比較検証を行った。最後に検証結果をもとに

最適なブレンド手法を決定した。

(2) 高潮長期計算

台風をブレンドした気候入力値をもとに、全球非構造格子高潮モデル ADCIRCv55 を用いて高潮水位が計算された。対象期間は 1980 年～2020 年の 40 年間、出力時間間隔は沿岸域で 10 分である。計算格子の空間解像度は、200 m～24 km である。沿岸域では、日本水路協会が提供する解像度約 30m の詳細な水深データ M7000 シリーズが用いられた。また、潮汐データセットに FES2014 が用いられた。

(3) 極端水位の評価

得られた高潮と潮汐の水位の和より、毎時全球水位が求められる。この毎時水位と、そこから求めた月最大水位について、観測値との相関係数と RMSE を求め、全球での計算精度を評価した。ついで、月最大値を極値分布にフィッティングすることにより、全球過去極端水位を求め、JRA-55 を利用した結果との比較を行った。

3. 結果

2018, 2019 年に日本を襲った 11 個の台風を対象に、複数の手法で高潮水位を計算し、台風上陸時の前後 6 時間について観測値との比較を行った。パラメトリック台風モデルを併用することにより、主に高潮ピークの改善が期待できる。そこで、台風の経路から 300 m 以内の観測点を比較地点として選択した。得られた指標である、最大水位の差（ピーク誤差）、RMSE、相関係数、バイアスを全地点・全台風で平均した。表-1 に、台風近傍観測点での平均と、最大水位を観測した点におけるピーク誤差を示す。ピーク誤差以外の指標については、ブレンド後にブレンドで大きく変わらず、RMSE は 0.11 m、NRMSE は 0.70、相関係数 R は 0.31、平均バイアスは -0.03 m 程度である。ブレンド後に若干悪化するものの 0.01 程度で大きな変化ではない。一方で、ピーク誤差は観測地点平均・最大地点ともにブレンド後に顕著な改善がみられ

た。特に内挿手法に指数関数と、影響半径に最大風速の 10 倍を用いた (III10R) 場合にピーク誤差が 0.23 m 小さくなった。I と III の手法で顕著に改善がみられ、II の手法では最も改善が乏しい。これは、I と III の手法で中心から離れた場所で重み関数の減少が緩やかなためと考えられる。さらに、影響半径は大きいほどピークの改善がみられ、その差は 2R と 6R で大きい傾向にある。ブレンド手法の決定プロセスと極端水位評価の結果は、講演内で言及する。

4. 結論

本研究では、パラメトリック台風モデルを用いた高潮計算入力値の改善に関する検証と、選択したブレンド手法による高潮の長期計算を行い、極端水位の推定を行った。パラメトリック台風モデルをブレンドすることで高潮ピーク水位の改善に有効であることが示された。

表-1 入力値ごとの観測地点平均・最大地点ピーク誤差

入力値	観測点平均 ピーク誤差 (m)	最大地点での ピーク誤差 (m)
Original		
JRA-3Q	-0.11	-0.57
I2R	-0.09	-0.42
I6R	-0.09	-0.37
I10R	-0.09	-0.35
II2R	-0.09	-0.43
II6R	-0.09	-0.40
II10R	-0.09	-0.39
III2R	-0.10	-0.47
III6R	-0.09	-0.36
III10R	-0.08	-0.34