

関西大学環境都市工学部 学生員 ○横山 彼杜  
 関西大学環境都市工学部 正会員 安田 誠宏  
 関西大学大学院理工学研究科 学生員 平井 翔太

## 1. はじめに

近年、地球温暖化の影響により気象が極端化し、記録的豪雨や大型で強い台風が発生・来襲する頻度が高くなっている。なかでも台風強大化の影響を受けるのは高潮災害である。我が国は、過去に伊勢湾台風や第二室戸台風で大きな被害を受けているが、このような危険なハザードレベルの高潮は低頻度事象であるため、観測数が不足している。そのため、観測データをもとに高潮の再現期間等の確率評価を行うことは非常に困難である。さらに今後、多数アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) 等を用いて、高潮の生起確率の将来変化を予測することが望まれるが、統計的な高潮予測手法に関する研究はこれまでほとんど行われていない。本研究の目的は、全球確率台風モデルと非線形長波モデルを用いて多数の高潮シミュレーションを行い、高潮を統計的に予測するための簡易予測式を提案することである。広島と松山を対象に、高潮簡易予測式の推定精度に及ぼす、台風資料数や台風経路の影響評価を行い、予測式の係数を推定する。

## 2. 研究方法

(1) 確率台風モデルによる仮想台風の抽出 中條ら(2013)の確率台風モデルによる1000年分の仮想台風データから、安芸灘と伊予灘において顕著な高潮を発生させる可能性があるものとして、対象範囲を通過する台風を抽出する。対象範囲は広島港と松山港から半径 $1^\circ$ の円とする。

(2) 非線形長波モデルを用いた高潮解析 (1)で抽出した台風について、高潮解析を行う。高潮解析には、Kimら(2008)が開発した潮汐・高潮・波浪の相互作用を考慮した双方向結合モデル SuWAT を用いる。今回、SuWATでは氾濫・遡上計算を行っておらず、河川水の流入も考慮していない。解析結果の一例を図-1に示す。

(3) 簡易予測式の係数算定 気象庁が過去に予報で用いていた式  $h = a(1010 - P) + bW^2 \cos(\theta_0 - \theta)$  を元に、複数の方法を用いて気圧・風速と高潮の関係について重回帰分析を行い、高潮簡易予測式の係数  $a, b$  を決定する。

## 3. 精度検証および考察

(1) 台風資料数による影響 松山における気象庁の係数(資料数:7)と本研究で677台風から算定した係数による高潮推定結果を図-2に示す。従来の係数は過大評価で予測精度が良くない。本研究の係数は比較的精度が良いがばらつきがある。精度を定量的に比較するため、平均二乗誤差 (RMSE)、標準誤差 (SE)、相関係数 (R) を表-1に示す。本研究の係数の結果に比べ、従来の係数は誤差が2倍以上あり、相関係数も0.5以下と、精度がかなり悪い。つまり、資料数を増やすことにより、誤差やばらつきは減少し、精度を向上できたといえる。

(2) 台風経路による影響評価 ばらつきを生じる要因として考えられる台風経路の影響について検討する。対象地点に対して台風経路が危険半円側か可航半円側かによって分類できると仮定して分析したところ、2組に分けることができた。分類後の気圧と高潮の出現確率を求めると、気圧はほぼ等しいが、高潮には大きな違いがあることがわかった。経路毎に算定した係数を用いた高潮推定結果と SuWAT の解析結果の比較を図-3に示す。図-2の全経路の結果と比べると、経路を分けた方が推定精度は良く、ばらつきも小さい。危険半円は高潮が大きい場合にやや過小評価傾向があるが、可航半円は推定誤差がほとんどない(表-2)。広島でも同様に経路による分類を行い、分類前と比較すると、ややばらつきはあるが精度は悪くない結果だった(表-3)。さらに、実績台風に適用したところ、図-4のように危険半円のときにやや過大評価だが、観測値をほぼ再現できた。

#### 4. おわりに

Case 1 の係数と気象庁の係数で推定した松山の高潮偏差と SuWAT の解析結果を比較した結果、従来の係数は誤差も大きく、相関係数も悪いが Case 1 のように資料数を増やすことにより、誤差やばらつきは減少し、精度も向上することがわかった。また、台風経路を危険半円側か可航半円側かによって分類した結果、分類後の気圧分布はほぼ等しいが、高潮には大きな違いがあることがわかった。また、経路ごとに係数を算定することにより相関性がよくなることがわかった。今後の課題としては、d4PDF を活用し、高潮の将来変化を評価することを最終目標と考えているため、高潮偏差が大きい値の予測精度を向上させることが重要と考えている。そのため、時系列データを考慮していく必要がある。

#### 参考文献

中條壮大・森 信人・安田誠宏・間瀬 肇 (2013): 時系列相関型の全球確率台風モデルの開発, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.1, pp.64-76.

Kim, S.Y., Yasuda, T., Mase, H.: Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves, Applied Ocean Research, Vol.30, Issue 4, pp.311-322, doi: 10.1016/j.apor.2009.02.003, 2008.

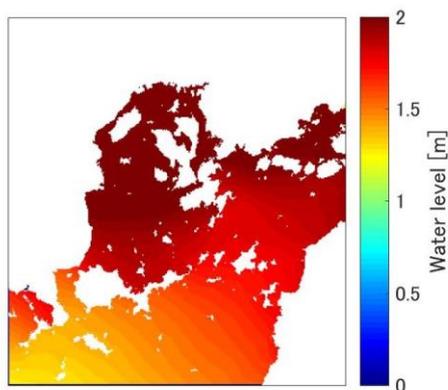


図-1 安芸灘・伊予灘における最大高潮偏差の一例

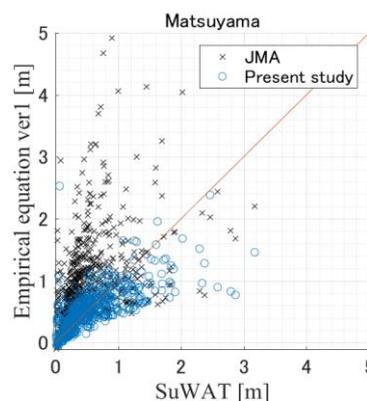


図-2 気象庁と本研究の係数の松山での高潮推定結果

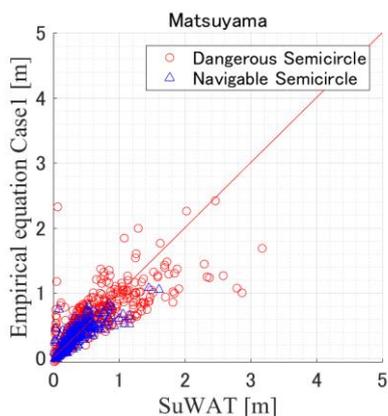


図-3 危険半円と可航半円の松山での高潮推定結果

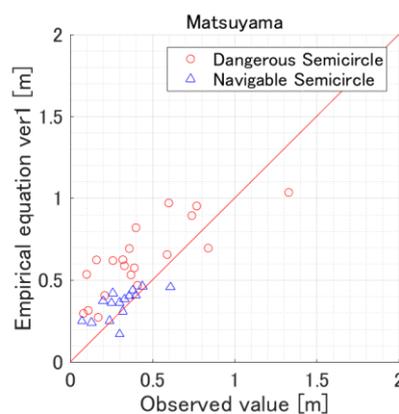


図-4 実績台風に対しての松山での高潮推定結果

表-1 資料数の違いによる松山での予測精度の比較

松山	RMSE	SE	R
気象庁	0.7714	0.0276	0.4743
本研究	0.3086	0.0130	0.7406

表-2 経路の違いによる松山での予測精度の比較

松山 Case 1	RMSE	SE	R
全経路	0.3086	0.0130	0.7406
危険半円	0.3446	0.0198	0.7576
可航半円	0.1419	0.0125	0.8230

表-3 経路の違いによる広島での予測精度の比較

広島 Case 1	RMSE	SE	R
全経路	0.3579	0.0182	0.8199
危険半円	0.3747	0.0334	0.8605
可航半円	0.0482	0.0170	0.8033