

確率的台風モデルと極値統計を用いた外洋に面した地域における 潜在的な高潮災害可能性の検討

茨城大学 学生会員 ○佐藤 晶
茨城大学 正会員 信岡 尚道

1. 序論

我が国に毎年襲来する台風は、その低い気圧と陸に向かって吹き寄せる風により、沿岸部に高潮を発生させ、これまでに様々な被害を及ぼしてきた。なかでも、湾奥に位置し高潮が大規模になりやすい名古屋や大阪などを対象とした研究や対策が盛んに進められてきた(例えば村上ほか(2011)¹⁾や安田ほか(2017)²⁾など)。対して、湾奥部と比較すると高潮が発達しにくい外洋に面した地点に襲来する高潮について長期的な推算を行った例は少ない。

そこで、本研究では、台風が多く襲来する外洋に面した地域として、東京から名古屋までの太平洋沿岸の地点を対象とし、その場所で発生しうる高潮偏差について既往のデータと確率的台風モデルを用いて極値統計を実施することで、外洋に面した地点に潜在する高潮災害の可能性について検討した。

2. 確率的台風モデルの構築と高潮の推算

2.1. 確率的台風モデルの構築

これまでに日本周辺で発生した台風の中心気圧や位置、移動方向といった属性値を統計的に解析し、発生しうる台風を大量にシミュレーションする確率的台風モデル(STM)を構築した。

1951年から2020年までに発生したすべての台風について、緯度・経度それぞれ1度のメッシュに区切って、各メッシュ内での緯度の変化量、軽度の変化量、中心気圧とその変化量について、平均値と標準偏差を求め、緯度・経度はそれらをもとにして正規乱数を算入した偏差より変化量を算出、中心気圧は平均値や変化量に加え、平均値からの差を抑制する重みづけ係数を算入したうえで算出した。重みづけ係数は、より強大な台風が推算できるよう1/1000を使用した。シミュレーションは70年分を乱数の初期値を変更しながら50回繰り返し、3500年相当のデータ

を得た。本研究では気候変動などは考慮されていないことには注意が必要である。

算出された台風の中心気圧と経路より、最大風速半径は加藤(2005)³⁾の式で、台風の気圧場をMyersの式でそれぞれ求めた。

2.2. 気象庁の実験式を用いた高潮推算

確率的台風モデルによって発生させられた台風が対象とした各地点に発生させる高潮偏差 H は、気象庁⁴⁾が経験的に定めた実験式

$$H = \alpha(1010 - P) + bW^2 \cos\theta + c$$

を用いて算出した。ここで、 P は気圧、 W は最大風速、 θ は各地点に定められた主風向と風向のなす角、 a 、 b 、 c は各地点で経験的に定められた係数である。本研究では、気象庁によってこれらの係数が示された検潮所のある地点のうち、東京から名古屋までの太平洋沿岸の地点を対象とした。対象地点と適用した係数を表-1に示す。

3. 高潮偏差の極値

3.1. 極値の算出

既往の台風と確率的台風モデルによる台風がそれぞれ対象地点に発生させた高潮について、年間最大値を使用して極値統計を実施した。既往の台風については、J-DOSS⁵⁾により提供された実測潮位と、調和解析より得られた天文潮位より算出した高潮偏差を使用した。実測潮位に欠測のある年のデータは計算から除外した。各地点における使用したデータの個数(年数)は表-1に示す。算出の際に用いた確率分布はガンベル分布、極値II型分布(形状母数=2.5, 3.33, 5.0, 10.0)、ワイブル分布(形状母数=0.75, 1.0, 1.4, 2.0)の9種類で、この中から相関係数を用いて最も適合した確率分布関数を判断した。

3.2. 極値統計計算の結果

極値統計計算の結果を表-2に示す。外洋に面した

キーワード：高潮，確率的台風モデル，極値統計

連絡先：茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学都市システム工学科 TEL：0234-38-5173

地点では、湾奥部と比較して高潮偏差の年確率値は小さいことがうかがえる。

3.2. 既往とシミュレーション(STM)の極値の比較

既往のデータと STM によるデータそれぞれから算出した高潮偏差の極値について、地点ごとにその差を比較した図を図-1 に示す。外洋沿岸の地点を含む多くの地点において、既往のものに対して 1.5 倍程度の大きな値が算出された。また、地点ごとに比較を行うと、STM と既往のそれぞれを基にした算出結果の比において、地点ごとに相違がみられ、内浦や伊東では比較的差が小さく、清水港では差が大きくなっていることが読み取れる。

確率的台風モデルはこれまでの台風がとった挙動の傾向をもとに、これまでに発現しなかったパターンを含む台風の推算を行うものであることから、これまでの台風による高潮は、内浦や伊東ではより強力なものが偏って発現しており、逆に清水港では、これまでに発現した台風による高潮現象は傾向よりも弱いものに偏っていたことが示唆された。このことは、特に清水港などにおいて、今後長期的には、これまでの傾向よりも大きな高潮に襲来される可能性がほかの地点と比較しても多く潜在していることが示されたことを意味する。

4. 結論

本研究では、外洋に面した地点では、既往と確率的台風モデルの双方において、名古屋などの湾奥部と比較して推算された高潮偏差が小さい傾向にあったことから、外洋部は高潮が発達しにくいことが統計的に示唆された。また、既往と確率的台風モデルそれぞれを基に行った極値統計計算の結果を比較した際、外洋に面した地点を含む複数地点でこれまでの高潮現象は安全側に偏って発現しており、今後長期的にはこれまでの傾向よりも年確率値が大きくなる地点があることが示唆された。

謝辞

本研究は JSPS 研究費 JP18K04652 の助成を受けたものです。この場を持って御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 村上智一, 深尾宏矩, 吉野純, 安田孝志(2011) : 現在気候の下での最大級台風による伊勢湾の可能最大高潮, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.67, No.2, I_985-I_990.
- 2) 安田 誠宏, 平井 翔太, 岩原 克仁, 辻尾 大樹(2017): 勢湾と三河湾を対象とした高潮災害の集積リスク評価に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.73, No.2, I_241-I_246.
- 3) 加藤史訓(2005) : 高潮危険度評価に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第 275 号, pp.2-28.
- 4) 気象庁 : 潮位表(平成 19 年版), 2007
- 5) 日本海洋データセンター : JODC オンラインデータ提供システム(J-DOSS). https://jdoss1.jodc.go.jp/vpage/tide_j.html

表-1 計算対象地点

地点名	a	b	主風向		算定年数
東京	2.332	0.112	S29°W	209°	55
伊東	1.128	0.005	NE	45°	32
内浦	1.439	0.024	SW	225°	60
清水港	1.35	0.016	ENE	67.5°	51
御前崎	1.324	0.024	NE	45°	60
舞阪	2.256	0.08	S	180°	55
名古屋	2.961	0.119	S33°E	147°	60

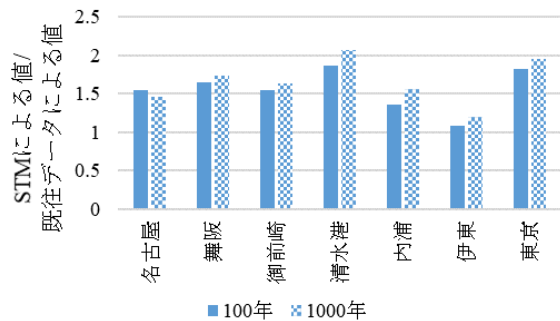


図-1 STM と既往の高潮偏差の極値統計結果の比

表-2 極値統計計算結果

	10年		100年		1000年		算定式	
	既往	STM	既往	STM	既往	STM	既往	STM
名古屋	148.36	209.42	227.36	352.87	325.26	476.26	極値 I 型	ワイブル(k=1.40)
舞阪	104.36	151.73	139.14	226.89	165.83	284.56	ワイブル(k=2.00)	ワイブル(k=1.40)
御前崎	56.76	77.90	75.37	116.43	89.66	146.00	ワイブル(k=2.00)	ワイブル(k=1.40)
清水港	45.94	70.87	62.31	116.31	74.85	155.40	ワイブル(k=2.00)	ワイブル(k=1.40)
内浦	78.85	82.09	99.04	133.88	114.53	178.43	ワイブル(k=2.00)	ワイブル(k=2.00)
伊東	69.15	61.65	93.01	100.12	111.28	133.72	ワイブル(k=2.00)	ワイブル(k=2.00)
東京	115.77	167.93	159.04	289.04	201.31	393.23	極値 II 型(k=10/1)	ワイブル(k=1.40)