

# 台風 1915 号と 1919 号による東京湾内波浪の特性について

高橋 康弘\*・鈴木 善光\*\*・高山 知司\*\*\*・遠藤 敏雄\*\*\*\*・浜口 正志\*\*\*\*\*・松藤 絵理子\*\*\*\*\*

\* 国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所 所長  
 \*\* (一財)沿岸技術研究センター 波浪情報部 調査役  
 \*\*\* (一財)沿岸技術研究センター 上席客員研究員  
 \*\*\*\* (一財)沿岸技術研究センター 調査部 調査役  
 \*\*\*\*\* 前 (一財)沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員  
 \*\*\*\*\* 九州大学大学院工学府 海洋システム工学専攻

2019 年 9 月及び 10 月に相次いで関東地方に襲来し、強風や高波、高潮によって東京湾沿岸域に大きな被災をもたらした台風 1915 号及び 1919 号について、波浪推算を行った結果、波浪の方向スペクトルに大きな差が見られた。このスペクトル特性の相違が港湾構造物の被災状況の差の原因の一つとなったと考えられる。本稿はこれらの台風に係る波浪推算結果のうちの波浪スペクトル特性に焦点を当てて、詳細な解析結果を示すと共に、これに起因する被災状況について述べるものである。

キーワード：台風, 東京湾, 被災, 2山型方向スペクトル, 港湾構造物

## 1. はじめに

2019 年 9 月 9 日及び 10 月 12 日に相次いで関東地方に襲来した台風 1915 号（房総半島台風と命名、以下台風 15 号または 15 号）及び 1919 号（東日本台風と命名、以下台風 19 号または 19 号）は、それぞれ強風や高波、高潮さらに大雨によって東京湾沿岸域のみならず関東地方全域に大きな被災をもたらした。

この 2 つの台風の気象特性は大きく異なり、15 号は中心付近で等圧線分布が非常に密集し、狭い範囲に強風をもたらしたのに対し、19 号は空間的なスケールが大型で、強風域の範囲が広く、広域的に強風や大雨をもたらしたが、中心付近の気圧傾度は 15 号ほど大きくはないという特徴があった。

これら 2 つの台風によって発生した東京湾内の波浪特性の解析のため、波浪推算を行った結果、特に方向スペクトルに特徴的な差がみられ、このスペクトル特性の相違が港湾構造物の被災状況に差が見られたことの一因となったことが示唆された。

## 2. 台風 1915 号と 1919 号の気象特性

### 2.1 台風 1915 号の気象特性と被災状況

台風 15 号は、9 月 8 日 15 時は八丈島西方海上にあってその後徐々に北上し、9 日 3 時ころ三浦半島を通過した後、東京湾中央部を北東に進み、中心気圧 960hPa、最大風速 40m/s の勢力で、9 日 5 時前に千葉市付近に上陸した（図-1）。

台風 15 号は関東に上陸した台風としては、強さは最強クラスであり、上陸時の中心気圧（960hPa）は記録に残っている 1951 年以降で中心気圧が最低であり、上陸

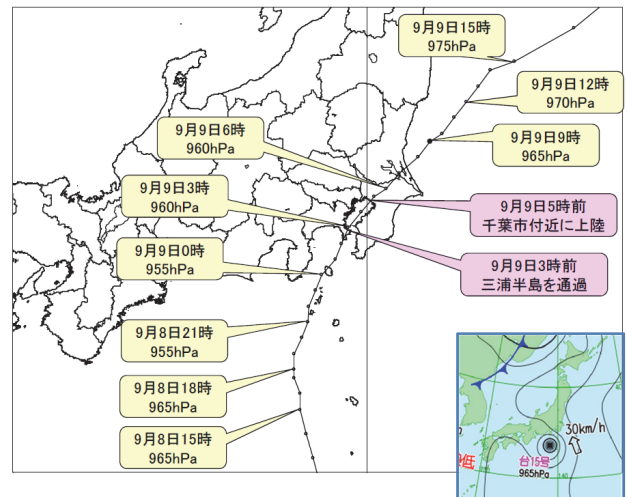


図-1 台風 1915 号の経路と諸元 <sup>1)</sup>

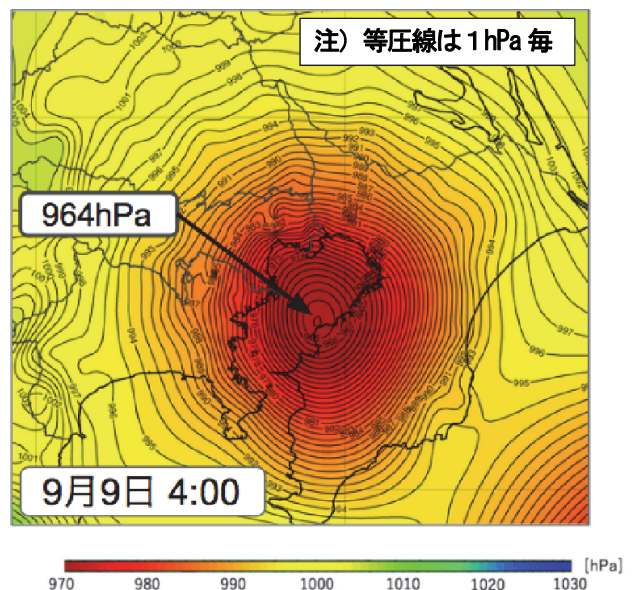


図-2 台風 1915 号周辺の気圧分布 <sup>2)</sup>

時 40m/s の最大風速は記録に残っている 1991 年以降で最強であった。

特に台風 15 号は中心付近に等圧線が密集し、気圧傾度が大きく風が強いのが特徴で (図-2)、進路の東側にあつた伊豆諸島や房総半島では、千葉での瞬間最大風速 57.5m/s 等、記録的な暴風が観測された。

台風 15 号が東京湾を通過した際に、湾の沿岸域では

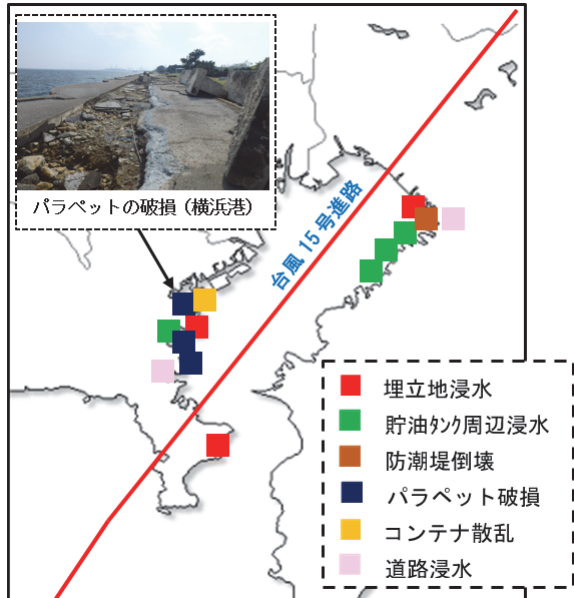


図-3 台風 1915 号による東京湾沿岸の被災

図-3 に示すような被災があつた。図-3 によれば、横浜港では埋立地への浸水やコンテナの散乱、パラペット等の破損があり、横浜港以外の被災は、東京湾中央部の川崎港と湾奥部の千葉港に集中している。このうち千葉港では、越波・越流によって浸水や防潮堤の倒壊等の被災が生じているが、パラペット等の波力による倒壊・浸水が見られたのは横浜港のみであつた。

## 2.2 台風 1919 号の気象特性

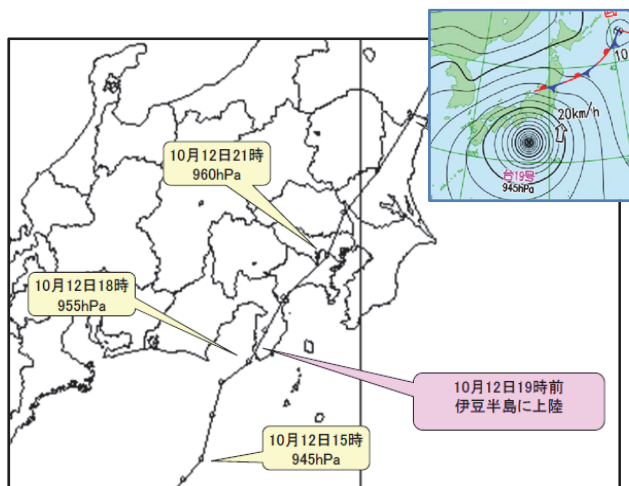


図-4 台風 1919 号の台風経路と諸元<sup>3)</sup>

台風 19 号は、10 月 12 日午後駿河湾南部から関東地方に接近し、12 日 19 時前に伊豆半島に上陸し、その後神奈川県を縦断し、東京湾の西側を通過して茨城県を北東進した (図-4)。東京湾最接近時の中心気圧は 960hPa、最大風速 40m/s の勢力であり、15 号に比較すると非常に広い範囲に強風と大雨をもたらした。

台風 19 号による被災は関東地方だけでなく、長野県や福島県などの東日本の広範囲にわたり、特に大雨に伴う河川の氾濫やがけ崩れ等が多数発生した。一方、台風による港湾における災害としては、横浜港において浸水被害が発生し、川崎港や東京港で港湾施設に破損が見られた程度であり 15 号に比較すると被災は少なかった。

## 3. 台風 1915 号と 1919 号の波浪推算

### 3.1 波浪推算の計算方法と計算条件

図-5 に今回の波浪推算の計算領域図を示す。計算は全球域から東京湾奥まで 6 段階のネスティングによって実施した。また波浪推算モデルの設定については、領域 1~4 は WAVEWATCHIII、領域 5~6 は浅海域として扱い、SWAN を用いて計算した。また風場入力として

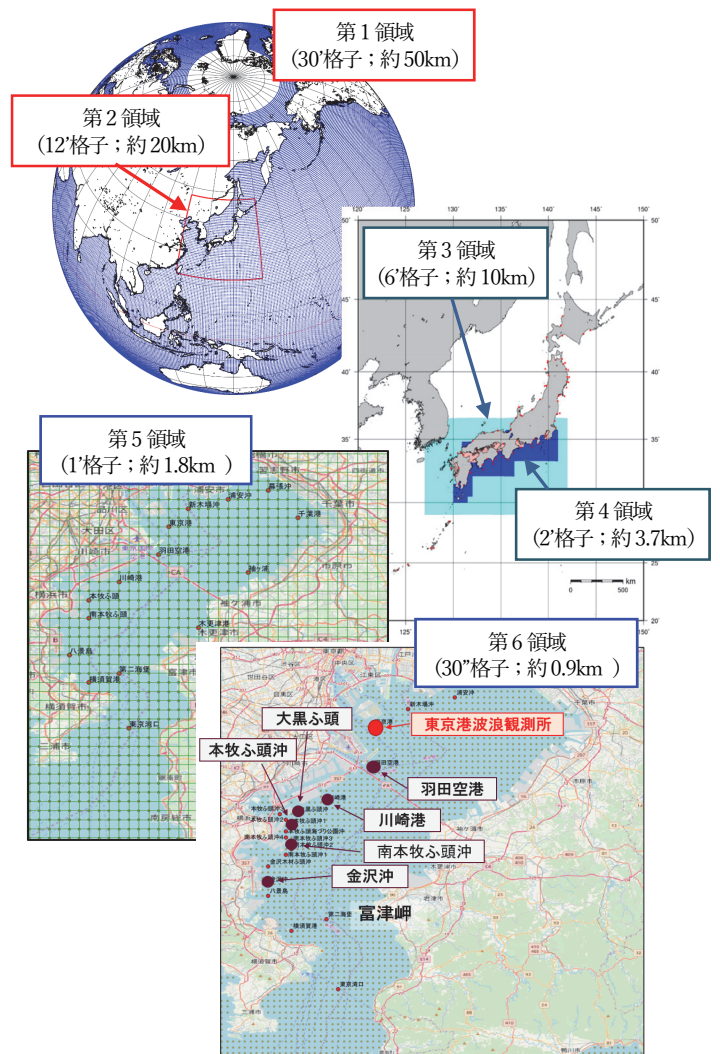


図-5 波浪推算の計算領域 (6段階ネスティング)



領域1はNCEP<sup>注1)</sup>、領域2は毎時大気解析値、領域3～6は気象庁のLFM<sup>注2)</sup>を入力データとして与えた。

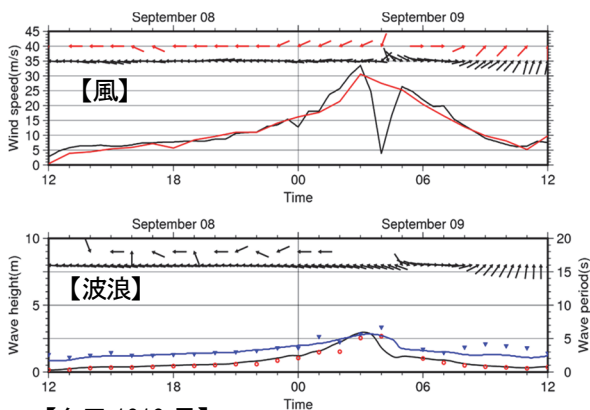
注1) NCEP (Final Analysis) は、NCEP/NOAAの数値予報システムを用いて作成された解析値である。全球を対象とし、1度格子、6時間間隔のデータが公開されており、本稿はこれを用いている。

注2) LFMは、日本付近の大気を対象として気象庁の局地数値予報モデルで作成されたデータであり、2km格子のメッシュデータが1時間毎に気象庁から配信されている。また予測データが30分間隔で配信されており、本稿では、1時間ごとの初期時刻のデータと30分予測値をつなぎ合わせ、30分間隔の連続したデータとして使用した。

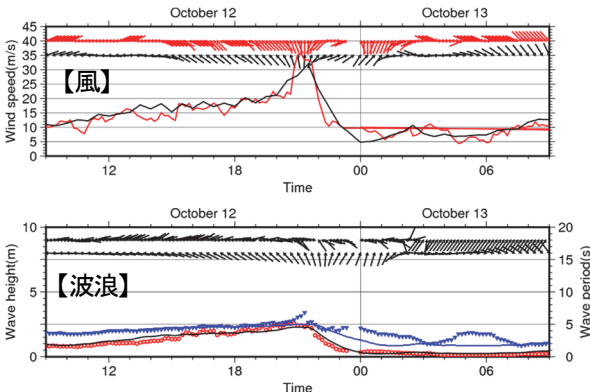
### 3.2 波浪推算結果

図-6には、台風15号及び19号による東京港波浪観測所における風・波浪推算値と観測値の時系列及び最大波浪を比較したものを示す。どちらの台風についても風及び波浪の時系列変化及び最大波浪がほぼ再現されており、波浪推算値が妥当であることがわかる。

#### 【台風1915号】



#### 【台風1919号】



【風】 赤実線：観測値、黒実線：推算値  
 【波浪】 黒実線：推算波高、青実線：推算周期  
 ○：観測波高 ▼：観測周期  
 上段の矢印：観測波向、下段の矢印：推算波向

	東京港		
	観測値	推算値	最大波浪
台風1915号	2.68	2.98	6.7
台風1919号	2.61	2.28	5.4
			5.0

図-6 風・波浪推算値の実測値による検証

表-1に東京湾内の西岸の代表地点として、羽田空港、川崎港、横浜港各ふ頭沖を選び、波浪推算結果の極大波浪について、台風15号と19号を比較して示した。

表-1 台風15号と19号の波浪推算値の比較（東京湾内）

地点	台風15号			台風19号		
	波高(m)	周期(sec)	波向	波高(m)	周期(sec)	波向
羽田空港	3.04	5.5	東	3.61	6.3	南南西
川崎港	3.08	5.7	東南東	3.74	6.5	南
大黒ふ頭沖	3.08	5.7	東南東	3.42	6.1	南南東
本牧ふ頭沖	3.20	5.7	東	3.31	6.0	南南東
南本牧ふ頭沖	3.28	5.7	東	3.37	6.0	南南東
金沢沖	3.07	5.6	東	2.74	5.7	南東

表に示されるように、波高は金沢沖において15号の方がやや大きいですが、南本牧ふ頭沖と本牧ふ頭沖では19号の方がわずかに大きく、東京湾の北に向かうほど19号の方がより高くなり、15号との波高の差が大きくなっていることがわかる。

波向は15号が東系（東～東南東）であるのに対し、19号では南系（南東から南南西）となっている。これは

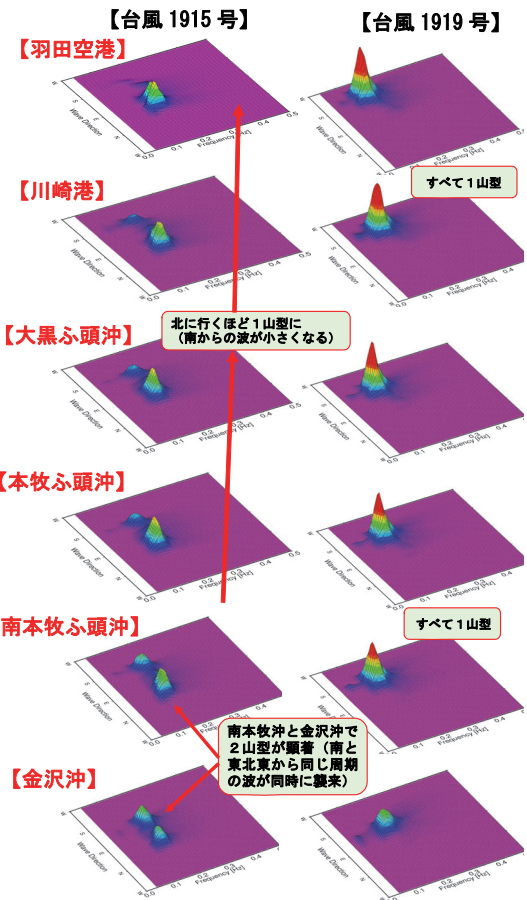


図-7 台風15号と19号による方向スペクトル（各図の時刻は各地点の波浪ピーク時）

台風経路について、15号が東京湾の中央部を通過したのに対し、19号は東京湾の西部陸域を通過したことによるものである。

次に台風15号および19号の羽田空港から横浜港沖までの6地点の方向スペクトルを比較した。図-7に羽田空港から横浜港までの6地点について、15号と19号の襲来時の波浪ピーク時の方向スペクトルを並べて示した。

特徴的なことは、台風15号の南本牧ふ頭沖と金沢沖において、明瞭な2山のスペクトルピークが見られることである。台風15号の波浪ピーク時には、同じ周期(6秒(0.15Hz))の波浪が、南東(SE)と東北東(ENE)の2方向から3方位程度離れて同時に来襲している様子が見られる。この2山型スペクトルは、本牧ふ頭沖から北に向かうほど南(S)方向からの風浪成分が小さくなり、羽田空港ではほとんど見られなくなっている。

一方台風19号の方向スペクトルは全地点で1山型となっていて2方向からの波は見られず、2山型方向スペクトルは台風15号のみに現れ、しかも発生場所が限定

表-2 台風15号と19号の気象要素と波浪推算値の比較

台風	最接近年月日	最接近時中心気圧(hPa)	最接近時台風速度(km/h)	横浜地方気象台最大風速	
				風速(m/sec)	風向
1915	2019年9月9日	960	29	23.4	北
1919	2019年10月12日	965	46	23.8	南南東

台風	極大波浪(横浜港金沢沖)			
	波高(m)	周期(sec)	波形勾配	波向
1915	3.07	5.6	0.063	東
1919	2.74	5.7	0.054	南東

されていることが分かる。

### 3.3 2山型方向スペクトルの発生原因

図-7の金沢沖や南本牧ふ頭沖で見られる2山型方向スペクトルの発生原因について、気象要素と波浪推算値から分析した。

表-2に台風15号と19号について気象要素と波浪推算値を比較した。2つの台風では、最接近時の台風の中心気圧や最大風速には大きな差はないが、台風の進行速度が19号の46km/hに比較して、15号は2/3程度の29km/hであること、最大風速時の風向は、15号が北であるのに対し、19号は正反対の南南東であるが、風向の差は台風の経路に起因するものである。さらに波高は15号が19号よりやや高く、波向が15号は東であるのに対し、19号は南東であることが注目される。

これらのことから、台風15号襲来時に横浜港の金沢沖等で2山型の方向スペクトルが発生した原因としては、以下の3つが考えられる。

- ① 台風コースが横浜港の沖から東京湾中央部を通過し、横浜港では強い東風が吹いたこと
- ② 台風の通過速度が比較的遅かったことにより、横浜港沖で強風が持続したこと
- ③ 東寄りの強風によって発生した風浪が、富津岬の存在によって東北東と南東方向から分かれて来襲し、金沢沖で合体したこと

### 3.4 2山型スペクトルと被災との関係

図-3に示すように横浜港においては、他の沿岸域とは異なって、パラペットの破損等の被災状況が発生したが、これは異なった波向から波浪エネルギーが2山型となって来襲したことにより、異方向の波の相乗効果により碎波しにくくなり、1山型の波よりも波力が大きくなったことが原因として想定される。

## 4. まとめと今後の課題

本稿の成果をまとめると以下のとおりである。

- ・ 令和元年に関東地方に襲来した台風15号と19号は、中心付近の気圧傾度と台風の通過速度に大きな差異が見られた。
- ・ 台風による東京湾沿岸域の被災は15号の方が大きく、特に横浜港でパラペットの破損被害等が見られた。
- ・ 波浪推算結果によれば、15号の横浜港沖において特異的な2山型の方向スペクトルが見られた。
- ・ 2山型方向スペクトルは台風15号の気象特性と富津岬の地形的特性が起因して発生したと考えられ、この特異なスペクトル形状が横浜港の被災を大きくしたと考えられる。

今後はこれらの方向スペクトルの時間変化や空間分布を検討するとともに、2山型スペクトルを持つ波浪が、港湾構造物にどのような波力を与えるかを検討することが必要な課題として挙げられる。

### 参考文献

- 1) 東京管区気象台：令和元年台風第15号に関する気象速報，p. 49, 令和元年9月13日。
- 2) ウェザーニューズ広報：9月8～9日，首都圏で記録的暴風となった台風15号について，Wx Files Vol. 52
- 3) 東京管区気象台：令和元年台風第19号に関する気象速報，p. 28, 令和元年10月14日。
- 4) 東京湾における台風1915号による波浪スペクトル特性と対策施設整備の留意点，土木学会論文集B2(海岸工学)，Vol. 76, 2020。(投稿中)。