

田辺中島高潮観測塔において2018年夏期に観測された 強風, 高波浪について

Strong Winds and High Waves Observed at Tanabe-Nakashima Observation Tower in the Summer of 2018

馬場康之・久保輝広

Yasuyuki BABA and Teruhiro KUBO

Synopsis

This report shows the field observation results conducted in the summer of 2018. The intensive field observation has been carried out for two and a half months (from August to November) at the observation tower of Shirahama Oceanographic Observatory. During the observation, three typhoons (No.20, 21, 24) approached the Kii peninsula, and the typhoon Jebi (No.21) and the typhoon Trami (No.24) brought severe wind and wave conditions. The observed maximum significant wave height and maximum instantaneous wind velocity are 11.09m by No.24 and 55.79m/s by No.21, respectively. High wave conditions caused significant damage to measurement devices on the observation tower which are installed for wave observation at the level of 10m high from mean sea level. Fortunately, wave data measured by ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) has a good agreement with wave data by measurement devices on the observation tower, and there is no major problem in data collection during high wave and strong wind conditions.

キーワード: 現地観測, 台風, 強風, 高波浪

Keywords: field observation, typhoon, severe wind, high wave

1. はじめに

2018年の北西太平洋での台風発生は29個で, 日本に上陸した台風は5個であった. 8月後半から9月にかけて, 和歌山県南部の田辺湾湾口に位置する田辺中島高潮観測塔(以下, 観測地点)付近には3個の台風(20号, 21号, 24号)が接近した. そのうち, 台風21号は強風, 高波浪を広範囲にもたらし, 京阪神地域や関西国際空港に大きな被害をもたらしたことは記憶に新しい. 観測地点では, 台風21号接近時には最大瞬間風速が約55m/sを記録した. また, 台風24号は観測地点の北側数kmをかすめる程度にまで接近し, 観測地点において, 有義波高で10mを超える高波浪が観測され, 海面上10mの位置に設置されていた計測機器が被災した. ここでは, 2018年の台風, 特に21号, 24号により発生した強風, 高波浪の観測結果に

ついて報告する.

2. 観測地点付近に接近した台風の概要

Fig. 1は, 2018年に観測点(図中SOO Tower)付近に接近した3つの台風(20号, 21号, 24号)の経路(デジタル台風)であり, Fig. 2には観測地点付近における台風の経路(気象庁ベストトラックデータ)を示す. Fig. 2内に示された数値は対応する時刻に観測された有義波高である(図中“-999.0”は欠測を意味する). なお, Fig. 2の台風20号の経路の図面には, 観測点に対して南西側に開けた方向となる範囲を示しており, その範囲はおよそ190度(LineB)~240度(LineA)となる.

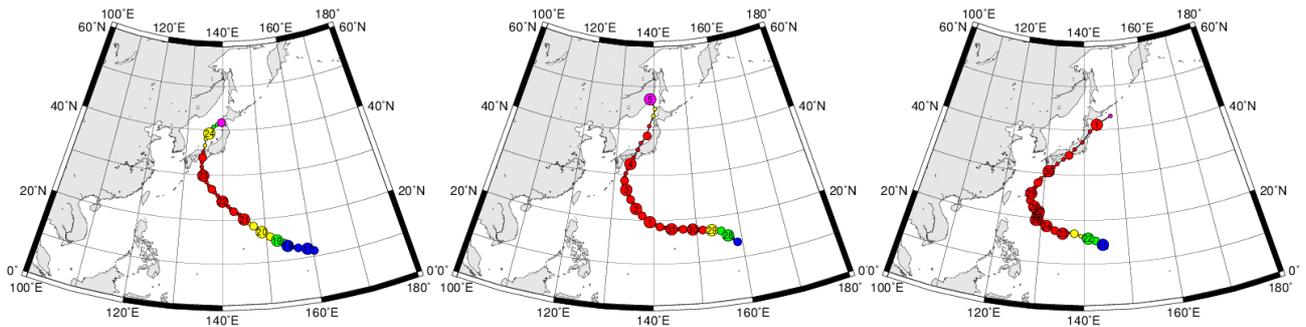


Fig. 1 Tracks of typhoon (left: TC20, middle: TC21, right: TC24)
(from Digital Typhoon Data)

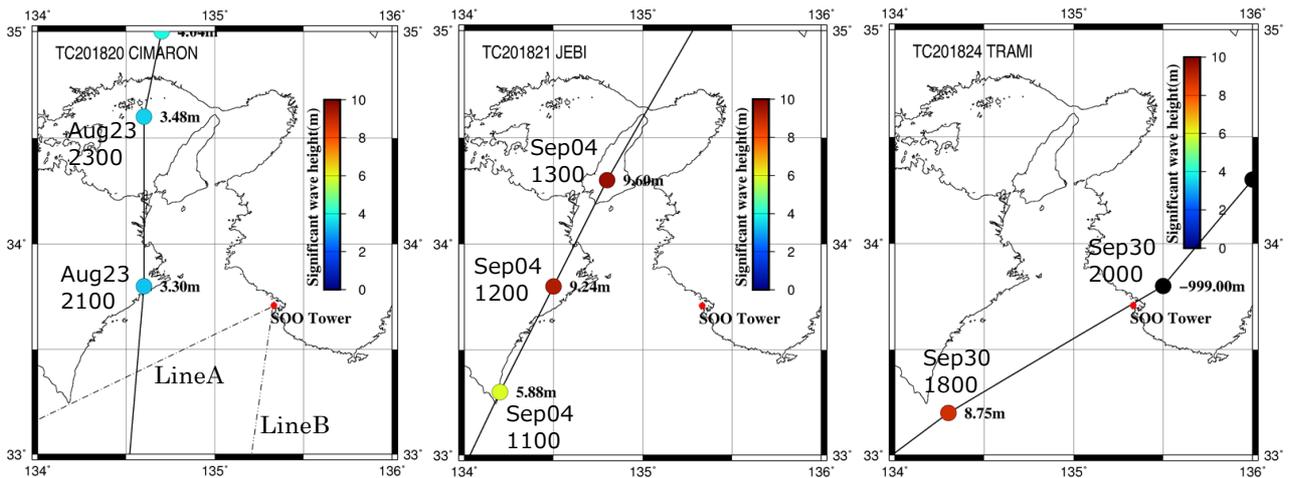


Fig. 2 Tracks of typhoon (Best track data) and observed significant wave height
(left: TC20, middle: TC21, right: TC24, “-999.0” means lack of data)

いずれの台風も観測点付近を通過する際にはほぼ直線に近い経路をとり、Fig. 2に示す範囲内の各台風の進行方向は台風20号がほぼ真北（約0度方向）、台風21号は北北東（約30度方向）、台風24号は東北東（約60度方向）であった。台風24号は観測地点の北側を通過しながら紀伊半島に上陸した。後述するように、観測地点が台風目の中に入った時間もあり、台風の接近、通過に伴う風速の時間変化が記録されている。観測地点で気圧の極小値（962.1hPa）は9月30日19時18分頃に記録された。

Fig. 2に示すように、いずれの台風も四国と紀伊半島の間に進路を取ったにも関わらず、後述するように台風20号による波浪に比べて、台風21号、24号によりもたらされた波浪条件は非常に大きなものであった。台風21号、24号による高波浪は観測地点の測器類にも被害を及ぼし、特に台風24号時の高波浪では、海面上10mの計測器を取り付けていた金属製ポールが折れ曲がり計測不能となる被害が出た。台風21号による高波浪でも計測器の位置がずれるなどの影響は確認されていたが、被害の規模から判断しても台風24号の際の高波浪条件の方がより厳しかったことがうかがえる。

3. 観測結果の概要

Fig. 3～Fig. 5は観測地点における台風接近前後の有義波高、有義波周期、風速、風向、ADCPで計測された平均波向き、および潮位（観測値と推算値）の時系列である。各台風（20号、21号、24号）により発生した風速、波高の最大値は次の通りである。

- [台風20号] 有義波高4.04m（有義波周期9.32秒）、10分間平均風速28.7m/s（最大瞬間風速40.96m/s）
- [台風21号] 有義波高9.60m（有義波周期16.48秒）、10分間平均風速39.8m/s（最大瞬間風速55.79m/s）
- [台風24号] 有義波高11.09m（有義波周期16.17秒）、10分間平均風速31.3m/s（最大瞬間風速42.68m/s）

3.1 台風20号（CIMARON）

8/23～8/24にかけて観測地点に接近した台風20号は、観測地点接近前の南海上では950hPa台の強い勢力を保持していたが、観測地点付近に接近する頃には970hPa台にまで勢力を弱めていた。

台風が観測地点に最接近となったのは、8/23の21時頃と推定され、観測地点から真西に70km付近であ

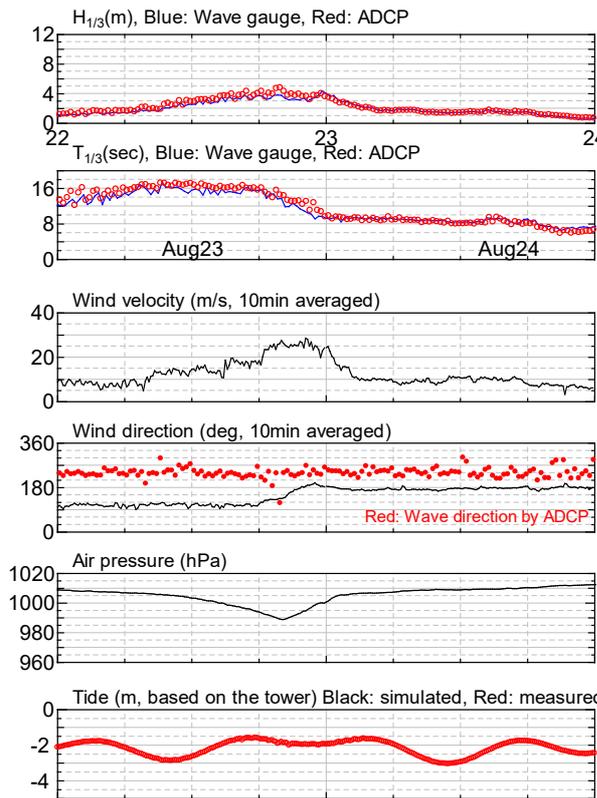


Fig. 3 Temporal variations of the observed data at the observation tower (TC20 CIMARON)

(Top & 2nd: Significant wave height and period, 3rd & 4th: wind velocity and wind direction, 5th: air pressure, bottom: tidal level)

る。台風の観測地点へ最接近する前後（8/23の18時～24時頃）に風速25m/s程度の強風が連続している。風向は台風が最接近する頃までは120度前後、最接近後は徐々に増加し、日付が8/24に変わる頃以降は180度程度で推移する（Fig. 3）。

Fig. 2の台風20号の進路図には、観測地点に対して南西方向に開けた方向が190度～240度程度であることが示されている。この範囲から吹く風は吹送距離が非常に長くなるが、台風20号接近時の風は接近前が120度程度、通過後も最大で180度程度であり、台風接近中は常に観測地点南側の陸側から吹く形となった。観測地点と南側の陸岸との距離は約2kmであり、風波が発達するための吹送距離としては非常に短い。このため、台風20号接近時には風波は十分には発達せず、沖合の波向きも南東であったことが気象庁GPVデータ（再解析値、初期値）からも確認されていることから、台風20号接近時には特別な大きな波浪条件とはならなかったものと思われる。

なお、Fig. 3の風向の図面と合わせて示されているADCPで計測された波向き（図中赤丸）は期間全体を通じて240度前後となっており、沖合からの回折した

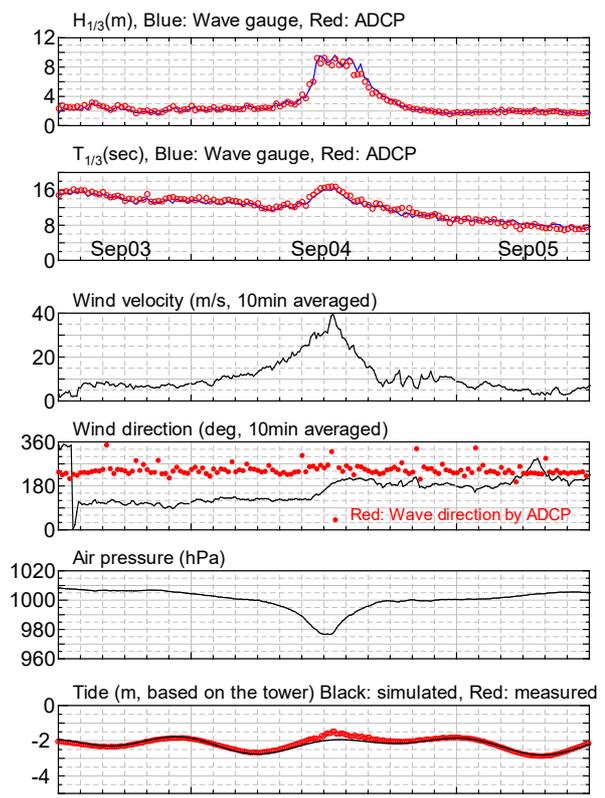


Fig. 4 Temporal variations of the observed data at the observation tower (TC21 JEBI)

(Top & 2nd: Significant wave height and period, 3rd & 4th: wind velocity and wind direction, 5th: air pressure, bottom: tidal level)

波浪が観測地点に到達したものと考えられる。

3.2 台風21号（JEBI）

台風21号は非常に強い勢力で日本付近に接近し、観測地点に最接近したのは9月4日の12時の中心気圧は950hPaであり、その時点ですでに有義波高で9mを越える高波浪が観測されている。先に示したように観測点においても最大瞬間風速が約55m/sに達し、有義波高も9.60mが観測されたが、風速が最大となるのは13時頃である（Fig. 4）。

観測地点での波高が急激に大きくなるタイミング（9月4日11時頃）は風速が30m/s程度に達し、風向も南東方向から南寄りに変わる時期に対応している。ただし、台風21号の際には、台風の接近から9/4の11時頃までは風向は120度前後（南東からの風）であり、波高が急増する頃から南寄りの風となり、9/4の13時頃に風向が180度を超える。その後も風向は200～220度程度で推移する。

風向、風速の変化と波高の推移を示したものがFig. 5である。図中の矢印はデータの時間変化の方向を示している。先に示した通り、台風接近前から最接近

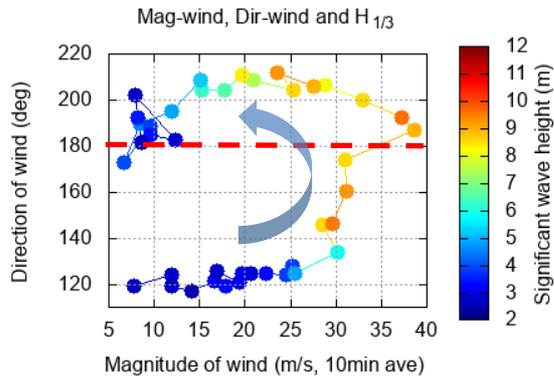


Fig. 5 Relation among significant wave height, wind velocity and wind direction (TC21 JEBI)

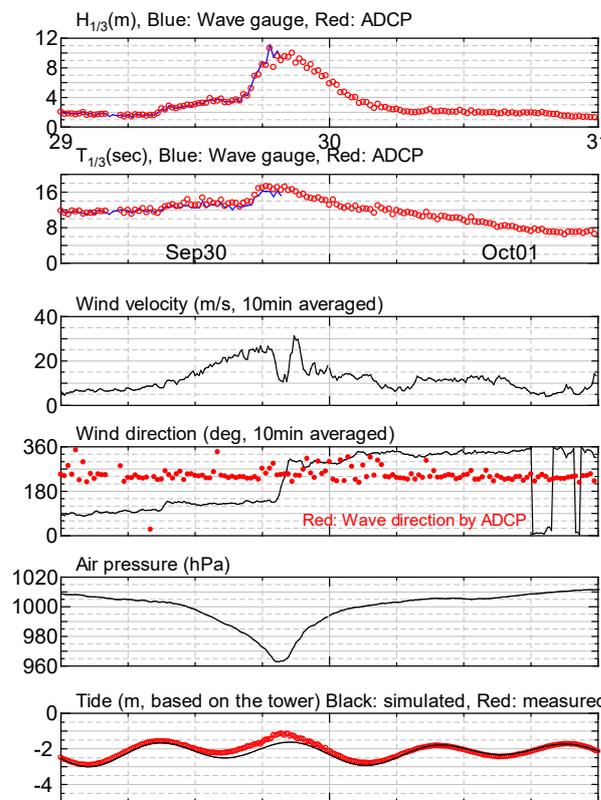


Fig. 6 Temporal variations of the observed data at the observation tower (TC24 TRAMI)
(Top & 2nd: Significant wave height and period, 3rd & 4th: wind velocity and wind direction, 5th: air pressure, bottom: tidal level)

前後にかけての風向は180度(図中赤点線)よりも小さく、台風20号の際と同様に吹送距離が非常に短い状況である。このように風波が発達しにくい状況において波高が大きくなった要因としては、四国と紀伊半島の間の海域での波向きが190度を超える領域が拡大し、台風接近に伴う高波浪が観測地点に到達したためと考えられる。四国と紀伊半島の間の海域での波向きの変化については、台風20号の際と同じ

く気象庁GPVデータから確認されている。

台風21号接近時には、和歌山県沿岸を始めとしていくつかの観測点において最高潮位の値を更新した(気象庁, 2018)。観測地点の近くにある潮汐観測点(白浜)では、9/4の13:02に最高潮位164cmを観測し、同時刻に最大潮位偏差107cmを観測した。Fig. 4に示す通り、観測塔での潮位計測値が推算値(Naotideによる潮位推算値)を上回る結果となっている。9/4の13時における潮位計測値と推算値の差は約47cmであり、潮位偏差の増幅率は約2.28倍であった。

3.3 台風24号 (TRAMI)

9月の下旬に接近した台風24号も非常に強い勢力で日本付近に接近した。台風24号は観測地点のほぼ真上を北東方向に通過しており、観測地点への最接近はベストトラックデータでは9月30日20時で、上記の気圧の極小値が19時18分頃に計測されたことと符合する(Fig. 6)。

台風24号は観測点をほぼ直撃する進路をとったが、風速は台風21号ほど強くなく、最大風速は約33m/sで台風通過後の吹き返しの際に記録されている。一方で、波浪の規模は台風24号を上回り、有義波高が11mを越える結果となった。そのため、先に示した通り海面上10mの計測器が被害を受けて計測不能となった。Fig. 6に示す通り、観測塔に設置された波高計のデータが、9/30の19時台のデータを最後に欠測となっている。これはこの時間帯に計測器が波浪の影響を受けて計測不能となったことを示している。Fig. 4ならびにFig. 6に赤点で示すADCPの計測結果と観測塔の波高計による計測結果は、計測値および変化傾向ともによく一致しており、観測塔上および水中から計測された波高の値がよく一致していることから、台風20号、24号の高波浪条件の計測値の妥当性は確保されているものと考えられる。

台風24号に伴う高波浪は、9/30の17時頃に波高が急増する時点から10/1の未明まで継続しているが、風速は20時前後を中心として弱くなる時間帯がある。この時間帯には観測地点が台風の中に入っており、風速が弱くなると同時に風向が120~130度から一気に300度程度に変化している。観測塔の波高計で捉えられた最大の波高は有義波高で11.09mであり、観測地点が台風の中に入る直前の18:40頃に観測されている。

風速の最大値は北寄りの吹き返しの風が強まった21時頃に計測されている。観測地点が台風の中に入った後から北寄りの吹き返しの風が強まる時期においても高波浪条件は継続しており、有義波高のピーク値は台風接近前よりもやや小さくなり10mを下回るものの、有義波高で9m台、最大波高では13mを越

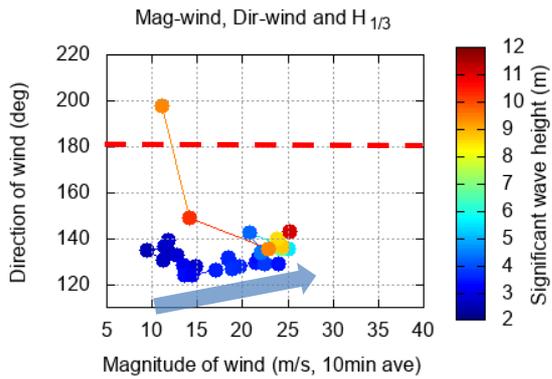


Fig. 7 Relation among significant wave height, wind velocity and wind direction (TC24 TRAMI)

える状況が22時過ぎまで継続している（波高の値はADCP計測値）。

先に示した台風20号、21号と同様、台風24号の場合においても波高が増加する段階では風は陸側から吹いており、風波が発達しにくい状況であったことがわかる。Fig. 7に示す風向、風速の変化と波高の推移からも、波高が発達する時期の風向は180度を大きく下回り、風が陸側から吹いていることを示している。風が陸側から吹いている時間帯の波向きは240度程度であることが多く、沖側から台風に伴う高波浪が南西側から観測点付近に入射していることを示している。台風24号の際にも、気象庁GPVデータから四国と紀伊半島の間海域での波向きが190度を超える領域が拡大した頃から、波高の観測値が増加することが確認されており、台風21号と同様に台風接近に伴う高波浪が沖側から観測地点に到達して高波浪条件に至ったと考えられる。

台風24号接近時には、先に台風21号の際に更新された最高潮位の値が再度更新された(気象庁, 2018)。観測地点の近くにある潮汐観測点(白浜)では、9/30の19:46に最高潮位196cmを観測し、同日18:58に最大潮位偏差114cmを観測した。9/30の19:00における観測塔での潮位計測値と推算値の差は約53cmであり、潮位偏差の増幅率は約2.15倍であった。2011年3月の津波の観測結果(岸本ら, 2012)では、湾口の観測塔と湾奥の潮汐観測点での増幅率は2~3倍程度と報告されており、今回の高潮偏差の増幅率は、湾口での観測塔で津波の最大波が計測された時点の増幅率と同程度であった。

4. おわりに

ここでは、2018年に四国から紀伊半島付近に接近した台風20号、21号、24号によりもたらされた強風、高波浪について、観測データに基づいて示した。台風21号、24号は各地に甚大な被害をもたらしたが、観測地点においても10mに達する有義波高が観測される高波浪となり、海面上10mに設置されていた計測器が被災する結果となった。幸いにも、波浪データについては水中から計測されたデータがあり全て欠測になる結果を免れ、被害を受けた波高計以外のデータは欠測もなく収集されていた。

今回は非常に大きな波浪が観測され、また強風速も観測されており、計測する機会の少ない強風、高波浪下の貴重な観測データを収集することができた。引き続き、高波浪発生条件などの解明に資する観測データの整理、解析を進める。

謝 辞

本研究の一部は京都大学防災研究所一般共同研究費(29G-09)及び科学研究費補助金(18H03791, 19H00782)の補助を受けた。現地観測の実施に際してご協力いただいた山本善万氏を始めとする皆さまに記して謝意を表す。

参考文献

- 岸本 治・馬場康之・久保輝広・東 良慶・平石哲也: 2011年東北地方太平洋沖地震津波の観測による田辺湾の共振現象, 自然災害科学, Vol.31, No.2, pp.127-144, 2012.
- 気象庁: 災害をもたらした気象事例, 台風第21号による暴風・高潮等, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180911/20180911.html>, 参照 2019-04-23.
- 気象庁: 災害をもたらした気象事例, 台風第24号による暴風・高潮等, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20181011/20181011.html>, 参照 2019-04-23
- デジタル台風: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>.

(論文受理日: 2019年6月17日)