

□2019年台風15号 (Faxai) による沿岸災害の概要

横浜国立大学 鈴木 崇之

1. まえがき

日本はこれまで多くの水災害に見舞われている。ここ3年間においても、気象庁は以下の気象現象4例に対して命名している。2017年7月5～6日の「平成29年7月九州北部豪雨」、2018年6月28日～7月8日の「平成30年7月豪雨」¹⁾、2019年9月5～10日の「令和元年房総半島台風(台風第15号)」、2019年10月6～13日の「令和元年東日本台風(台風19号)」。

台風被害に関しては、2018年9月に台風21号(Jebi)、24号(Trami)が近畿地方に上陸し、特に台風21号では大阪・神戸一带に高潮被害をもたらした^{2), 3)}。2019年においても、9月の台風15号(Faxai)、また、10月には台風19号(Hagibis)⁴⁾が関東地方に上陸した。本稿では、2019年に襲来した台風15号(Faxai)の東京湾西部沿岸災害の概要について示す。

2. 台風15号(Faxai)の特徴

台風15号は、2019年9月5日南鳥島付近で発生し、7日から8日にかけて小笠原近海から伊豆諸島付近を北上した。さらに、9日3時前には三浦半島付近を通過して東京湾を北上し、5時前に強い勢力のまま千葉市付近に上陸した(図-1)。その後は茨城県沖に抜け、日本の東海上を北東に進

んだ。

台風の接近、通過に伴い、伊豆諸島や関東地方南部を中心に猛烈な風雨となった。特に、風に関しては千葉市で最大風速35.9 m/s、最大瞬間風速57.5 m/sを観測するなど、関東地方を中心に19地点で最大風速の観測史上1位の記録を更新する台風となった。被災状況は、内閣府より報告されている⁵⁾。道路・鉄道に関する被災はなかったものの、港湾施設ではコンテナ崩れ、暴風による大規模な倒木や土砂崩れ、また鉄塔の倒壊などの影響により電力最大供給支障戸数は約934,900戸、

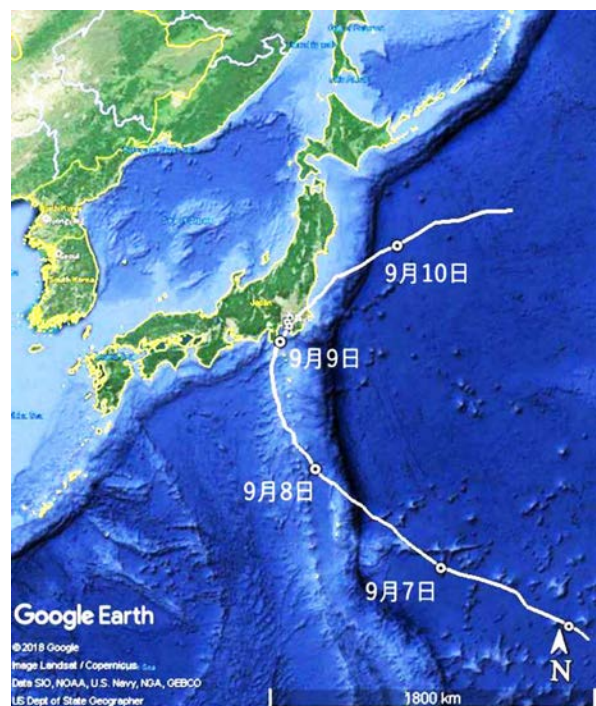


図-1 2019年台風15号 (Faxai) の移動経路

また、河川では河岸侵食、護岸損壊、土砂災害は77件生じた。

過去3年間（2017～2019年）の間に日本に上陸した台風データ（IBTrACS⁶⁾）を用いて作成した、上陸時の台風中心気圧と最大風速半径の関係を図-2に示す。円の大きさは上陸時の風速である。これを見ると、台風15号（Faxai）は大きな被害をもたらした2019年台風19号（Hagibis）、2018年台風21号（Jebi）と同程度の中心気圧であるものの、最大風速半径に関しては他に比べて小さいことがわかる。ゆえに、台風15号（Faxai）は勢力が強く、かつ、コンパクトな台風であったと言える。

次に、東京湾の西岸、および東岸において計測された台風通過時（9月8日午後6時から9日午後6時まで）の風速ベクトルを図-3に示す。図中

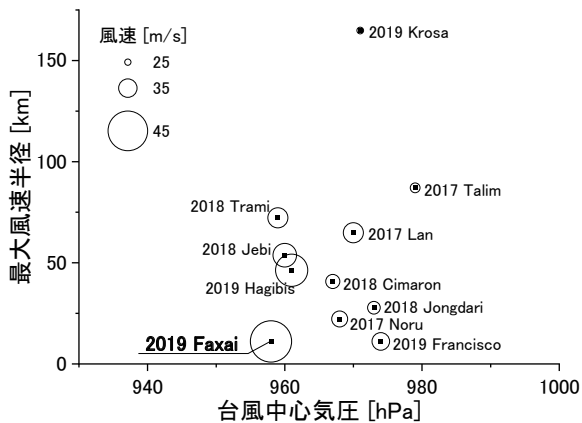


図-2 日本上陸時における台風の中心気圧と最大風速半径との関係

央の地図に示した実線は台風経路であり、台風は東京湾のほぼ中央を移動していることがわかる。台風の通過時に東京湾の西側と東側で対称的に風向が変化しており、西側では接近とともに東北東～北風となり通過後に南西風となっている。一方、東岸では接近とともに東南東～南風が吹き通過とともに南西風となっている。これは、台風がもたらす反時計回りの渦が、コンパクトな台風であったことにより東京湾の西岸東岸において生じさせる風向を変化させたといえる。

ここで、東京湾西岸に襲来する波浪を考えると、台風襲来時に生じた東北東～東南東の風により、卓越する波も同じく幅を持っていたことが推察される。これら多方向からの波が東京湾西部に襲来したことにより、特に横浜を中心として被害が大きくなったと考えられる。

台風通過時、東京湾中央に位置する第二海堡において計測された波浪場（有義波高、有義波周期）、横浜での潮位、および各地点での潮位偏差を図-4に示す。ただし、波浪場に関しては、波浪ピーク時において超音波式波浪計が欠測となっていたため、水圧データから推定した値を実線で示している。波高に関しては、台風通過前は1 m以下であったが、接近とともに3 m以上にまで発達し、2つのピークを有していた（図-4a）。また、周期に関しても4秒程度であったものが、8秒以

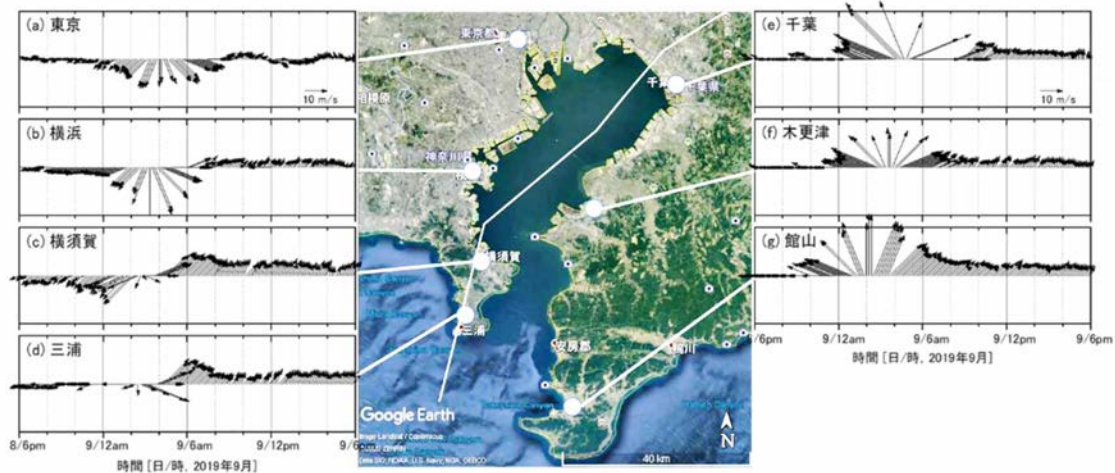


図-3 東京湾沿岸における風向風速の変化

上となっていた (図-4b)。

横浜にて計測された潮位変動を天文潮位とともに図-4cに示す。台風は潮位が低下するタイミングで襲来し、2つのピークを有していた。1つ目のピークは波浪のピーク時間と一致しているが、2つ目のピークは一致してなかった。台風通過時の各地の潮位偏差を見ると (図-4d)、第二海堡、横浜、横須賀に関しては、2つのピークがみられ台風接近時に約1mの偏差、さらに約4時間

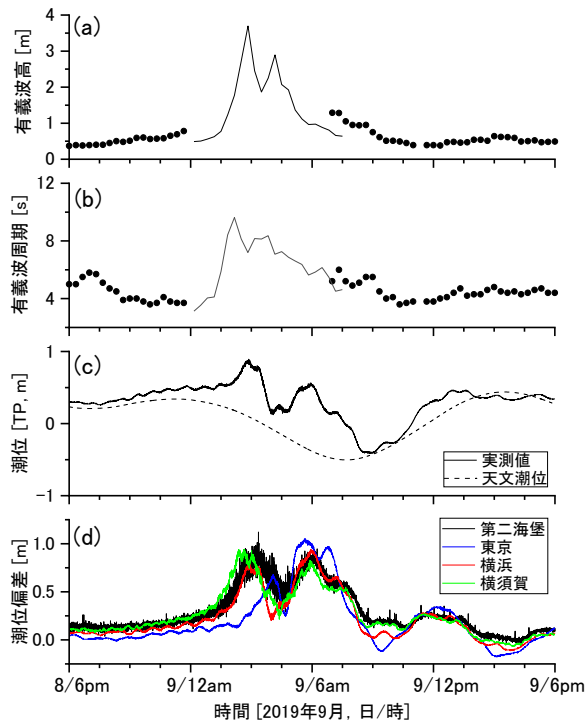


図-4 東京湾内における波浪場と潮位：(a、b) 第二海堡にて観測された波高と周期、(c) 横浜における実測潮位と天文潮位、(d) 各地点における潮位偏差 (実測潮位と天文潮位との差)

後に再度約1mの偏差が生じていた。一方、東京に関しては他地点とは異なる偏差挙動を示していた。これは、東京湾内振動が影響していたと考えられる。

東京、横浜、横須賀の既往最大潮位はそれぞれTP 2.03 m、TP 1.56 m、TP 1.47 mであり、本台風では潮位低下時に高潮が発生したこともあり、既往最大までには至らなかった。台風15号での沿岸被害は高潮によるものではなく、暴風に伴う高波浪 (高波) によるものが主であると考えられる。

3. 現地調査

3.1 現地調査の概要

現地調査は、2019年9月10日~20日にかけて、土木学会海岸工学委員会、2019年台風15号 Faxai による沿岸被害調査団によって実施された。調査では、東京湾西岸の各地点における遡上高、浸水高を計測したとともに、被害状況・特徴の把握も実施した。調査は合計48地点において実施した。調査結果の詳細については、Suzuki et al.⁷⁾ に記述されている。各地点では枯草や漂流物などの遡上痕、浸水痕を確認し、これら痕跡の海面からの高さをRTK-GPS測量器、またはオートレベルを用いて測量を行った。以降に示す数値は東京湾平均海面 (TP) を基準としている。

測量を行った各地点の東京湾平均潮位からの高さを図-5に示す。ここで、水色が遡上高 (陸上に

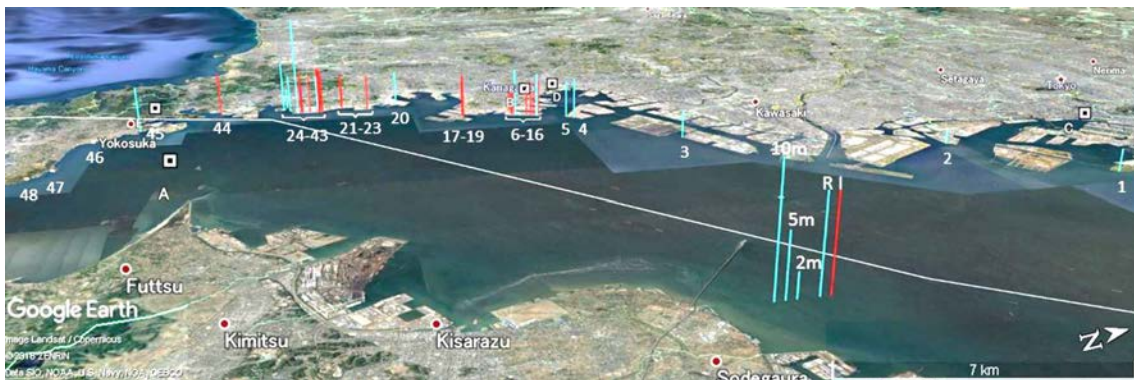


図-5 東京湾西岸における遡上高 (R、水色)、および浸水高 (I、赤)。(TP 表示)

浸入した海水が遡上した地盤の高さ)、赤色が浸水高(海水が浸入した際の水面までの高さ)であり、数字は地点番号である。観測は東京から横須賀までの範囲で実施し、遡上高、浸水高はTP 1.3 mから5.5 mまでに分布していたが、横浜市福浦地区において10 mを超える値が計測された。図より、やや高い値が横浜市大黒ふ頭(図中4)から横須賀市夏島(45)に分布し、それよりも北側ではやや低く、また、南側では遡上、浸水は観測されなかった。

3.2 各地域の被災

ここで、各地域における被災状況を示す。括弧内の番号は図-5中の地点番号である。

(1) 横浜市福浦(24~41)、幸浦(21~23)

横浜市福浦地区においては、高波浪により計約1,200 mの護岸のうち、約600 mにおいて護岸上部のパラペットが被災した(図-6)。また、多くの海水が内陸に流れ込み、近隣の工場が被災するとともに浸水被害も発生した。浸水範囲は福浦・幸浦地区で計約3.92 km²であり、被害事業者数は483事業所(2019年9月24日時点)にも及んだ⁸⁾。また、護岸背後に位置する沿岸緑地の歩道は陥没が複数箇所発生し、海岸沿いの道路には泥質が堆積していた。

この福浦地区においては、最大遡上高 TP 10.8



図-6 横浜市福浦地区での護岸の被災

mを小高い丘にて記録した。この丘の前面では斜面部が侵食しており、越波が一定時間継続したと考えられる(図-7)。この地点を除くと、遡上高、浸水高はTP 3.1~5.1 mに分布していた。また、周囲の倒木方向などから卓越越波方向はほぼ護岸に垂直(東からの波)であったと推定された。



図-7 波浪により侵食された斜面

(2) 横浜市本牧(6~19)、大黒ふ頭(4、5)

横浜港口南側に位置する本牧においては、護岸の倒壊、および洗掘が発生していた。図-8は横浜港シンボルタワー周辺の様子である。倒壊した護岸が波浪により数m陸側に運ばれた個所も見られた。周辺のフェンスの崩壊、また、護岸の移動方向から波の来襲方向はやや北より(東北東からの波)であったと推定された。計測された遡上高、浸水高はTP 3.6~4.8 mであった。本牧釣り公園施設においては、走錨により船舶が釣り棧橋に衝



図-8 本牧横浜港シンボルタワー周辺における護岸の倒壊

突し、崩壊した。さらに、管理事務所についても高波等により被災を受けるとともに建物内部への海水侵入（TP 5.2 m）がみられた（図-9）。護岸に関しては、横浜港シンボルタワー周辺と同様に、損壊が見られた。また、南本牧コンテナターミナルと首都高湾岸線を直結する臨港道路である南本牧はま道路に走錨した船舶が衝突し、被災した。

一方、横浜港口北側の大黒ふ頭においては、護



図-9 被災した本牧海釣り公園管理事務所

岸部の損壊は見られなかったが、越波によるフェンスの倒壊、また、隣接する海釣り公園管理事務所の窓ガラスが割れるなどの被害が生じた（図-10、TP 4.4 m）。この地点においては、フェンスの倒壊方向等より、卓越越波方向は護岸垂直方向からやや北寄り（東南東からの波）と推定された。



図-10 大黒ふ頭海釣り公園管理事務所前でのフェンスの倒壊

(3) 横須賀市夏島（44）、三笠公園（45）、および三笠公園以南（46～48）

夏島に位置する横須賀市リサイクルセンターにおいても被災が生じていた。高波浪により手すりが損壊したとともに、越流による草木が流出や洗掘が生じている個所が多々見られた。これら被災状況から、越流方向は護岸にほぼ垂直となる東南東からのものであると推定された。建物に見られたガラス破損位置はTP 4.6 mであった。

三笠公園では高波により護岸の一部が陥没し、また、公園内のコンクリートの階段が飛ばされ散乱していた（図-11）。加えて、管理者へのインタビューにより、護岸に高波が打ち付け、その波が戦艦三笠の甲板まで上がっていたことがわかった（TP 4.8 m）。

一方、三笠公園以南において調査を実施した新浦安港、走水漁港、観音崎公園では調査、および住民への聞き取りを実施した結果、被災は生じていないことがわかった。



図-11 三笠公園でのコンクリート階段の飛散

(4) 東京都若狭公園（1）、城南島海浜公園（2）

東京湾奥に位置する若洲公園では被災はなかったものの、護岸を越波した波の遡上痕が残っており、その高さはTP 2.2 mであった。また、城南島海浜公園においても若洲公園同様に被災はなかったものの、海岸には多くの瓦礫が堆積していた（図-12）。この遡上高はTP 1.3 mであった。東京湾奥に関しては、観測された遡上高は横浜に

て計測された値の半分程度であった。



図-12 東京都城南島海浜公園

4. まとめ

2019年9月に襲来した台風15号 (Faxai) による東京湾西部の沿岸被害調査結果を取りまとめた。台風経路は高潮が発生しやすい湾西側ではなかったこともあり、高潮そのものによる被害は少なかったが高波浪による被災が横浜を中心として生じた。この理由として、台風の大きさはコンパクトでありながら勢力が強かったことにより、台風の通過時に東京湾の東側と西側で対称的に風向が変化し、卓越する波も東北東から東南東まで幅を持っていたこと、また、富津岬の影響により、東南東からの風に対しては本牧以南でのみ長い吹送距離となり、横須賀以南では、東北東からの波が発達しづらくなったことが考えられる。これらの結果、福浦から本牧までの範囲において波浪による外力が大きくなったことが推察された。ただし、より詳細な波浪の特性については、詳細な波浪推算に基づく分析が必要と考える。

このように、台風の特徴（大きさ、勢力）によって、また、台風経路等により生じる被災は異なることが示され、台風被害としては高潮のみならず、台風の特徴によっては高波浪に重きを置いた対応（対策）も必要であることが明らかになった。

謝辞

本稿は、土木学会海岸工学委員会、2019年台風15号 (Faxai) による沿岸被害調査団（東京大学田島教授、下園准教授、中央大学有川教授、渡部助教、港湾空港技術研究所鈴木氏、鶴田氏、川口氏、東京工業大学高木准教授、早稲田大学柴山教授、高島准教授、防衛大学鳴原准教授、および著者）による成果の一部である。また、調査においては多くの学生の皆様の協力もあり実施された。加えて、第二海堡の波浪データ（全国港湾海洋波浪情報網、NOWPHAS）は国土交通省港湾局より提供いただいた。ここに感謝の意を表す。最後に、本災害で被災された方々へお見舞いを申し上げるとともに、被災者の方々に哀悼の意を表します。

参考文献

- 1) 特集平成30年7月豪雨，消防防災の科学，No. 136，消防防災科学センター，2019.
- 2) 特集平成30年台風第21号，消防防災の科学，No. 137，消防防災科学センター，2019.
- 3) Mori, N., Yasuda, T., Arikawa, T. et al. : 2018 Typhoon Jebi post-event survey of coastal damage in the Kansai region, Japan, *Coastal Engineering Journal*, 1-17, 2019. doi.org/10.1080/21664250.2019.1619253
- 4) Shimozono T., Tajima, Y., Kumagai, K. et al. : Coastal impacts of super typhoon Hagibis on greater Tokyo and Shizuoka areas, Japan, *Coastal Engineering Journal*, 2020. doi.org/10.1080/21664250.2020.1744212.
- 5) 内閣府：令和元年台風第15号に係る被害状況等について，60p，2019. http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon15/pdf/r1typhoon15_30.pdf
- 6) Knapp, K. R., Kruk, M. C., Levinson, D. H. et al. : The international best track archive for climate stewardship (IBTrACS) unifying tropical cyclone data, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91 (3), 363-376, 2010. doi.org/10.1175/2009BAMS2755.1
- 7) Suzuki, T., Tajima, Y., Watanabe M. et al. : Post-event survey of locally concentrated disaster due to 2019 Typhoon Faxai along the western shore of Tokyo Bay, Japan: *Coastal Engineering Japan*, 2020. doi.org/10.1080/21664250.2020.1738620.
- 8) 国土交通省港湾局：令和元年11月19日交通政策審議会第77回港湾分科会参考資料，2019.