

2018年台風21号による高潮・高波被害の現地調査 ～大阪湾奥部～

中條 壮大¹⁾・重松 孝昌²⁾

1) 大阪市立大学 大学院工学研究科 e-mail: nakajo@eng.osaka-cu.ac.jp

2) 大阪市立大学 大学院工学研究科 e-mail: shige@eng.osaka-cu.ac.jp

2018年台風21号は近年の大阪では第2室戸台風以来の最大の台風災害であった。大阪は高潮対策に取り組んできた歴史があるが、その後の都市開発に伴い、また災害経験も薄れつつある中で、必ずしも対策が十分ではない地域も現れている。ここでは台風21号による大阪湾奥域での高潮被害について事例を紹介する中で、気を付けるべき視点を抽出する。

Key words : 台風, 高潮, 痕跡, 大阪湾

1. 2018年台風21号について

1934年の室戸台風で3000人を超える死者・行方不明者を経験した後、大阪湾沿岸においては高潮対策が重点的に取り行われてきた。1961年の第2室戸台風においては死者・行方不明者は約200名と、室戸台風と比較して被害は小さく抑えることができた。1959年の伊勢湾台風による被害もあり、1965年には大阪高潮対策恒久計画が策定され、1970年には安治川水門、木津川水門、尻無川水門の三大水門が完成し、大阪の低平地を防護する体制が整えられた。それ以後、大阪湾沿岸における顕著な高潮災害は発生していない。それは高潮対策が完成したことにより小規模の被害が食い止められたこともあるが、自然変動によって大阪における台風の経験数が減った可能性も否定できない。図-1は全球の熱帯低気圧データベース IBTrACS に収録されている情報から、各海域の過去の熱帯低気圧の年間発生数の変動について分析した結果である。気象衛星によって全球を網羅的に観測されるようになったのは1966年以降であるから、それ以前は観測技術の未整備による見かけの変動も含まれるが、1966年以降だけを見ても、全球でも熱帯低気圧の発生数は減少傾向にあり、日本を含む北西太平洋(NWP)においても顕著な減少トレンドがある。すなわち、台風の経験数は確かに減少している。

このような中で、2018年8月28日に発生し、9月4日に上陸した台風21号(Jebi)は大阪湾奥における既往最大高潮水位 T.P.+3.29 m を記録した。その経路は当初伊勢湾台風と類似しており、北緯20度以

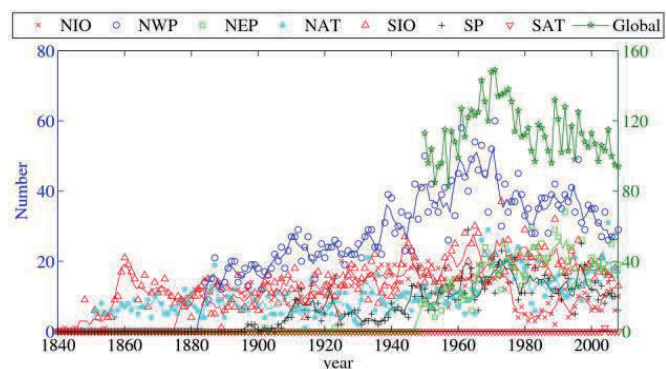


図-1 世界の各海域における熱帯低気圧の年間観測数
(北西太平洋はNWP)



写真-1 天保山西岸壁船客待合所の被災



写真-2 天保山西岸壁防潮壁に残る痕跡

北で第2室戸台風と類似の経路へと変化した。台風21号はその中心気圧の点でも過去の類似経路を辿った台風の中では最強クラスであり、まさに第2室戸台風以来の極端災害イベントであったことは間違いない。こうした台風の特徴および被害の全体像については、著者らも参画した土木学会海岸工学委員会合同調査団の報告会資料¹⁾や災害報告論文²⁾が既に公開されているのでそちらをご参照頂きたい。ここでは特に大阪湾奥部の被害形態について、現地調査を行った際の写真資料をもとに詳しく説明したい。大阪湾奥の現地調査は9月7日に、夢洲の調査は9月12日に行った。



写真-3 大阪市港区 大阪水上警察署前のフロート型デッキの被災

2. 比較的静穏な沿岸部における被害～大阪市港区築港～

海岸工学委員会では東日本大震災の際に設けられた合同調査のフォーマットがあり、痕跡についても統一した表現が設けられていた。今回もそのフォーマットに則って調査が行われたが、津波では海底の土砂を巻き上げながら動的に浸水が生じるのに対して、高潮の水位上昇は比較的ゆっくりと水位が上昇するために、ほとんど痕跡が沿岸施設に残っていない状況にあった。このため、明瞭な浸水痕跡を見つけることが難しいという特徴がある。写真-1～写真-3は大阪市築港における被災写真の一例である。海遊館付近は当時浸水していたことが確認されているが、最大浸水深については明瞭な記録が見つからなかった。しかし、写真-1にあるように天保山西岸壁に設置されていた船待ち所は室外機よりも下の高さまでの壁が越流水によって破壊されており、またその近くの防潮堤（写真-2）に掲示された地図には浸水痕跡（T.P.+3.31 m）が見られた。防潮堤よりも内側には痕跡は見られなかったことから、防護施設によって後背地は守られていたと推測される。写真-3は同じく築港西岸壁付近のデッキ被災例である。デッキの一部が上に乗り上げるようにして被災しているが、この下部を見るとスチロールのような浮体で成形されており、高潮時に生じた浮力で破壊されたものと推測される。



写真-4 夢洲南側岸壁



写真-5 夢洲護岸の破壊



写真-6 夢洲護岸背部の吸出しによる被災



写真-7 内水ポンド施設の被災

3. 沖側に位置する人工島における被害～大阪市此花区夢洲～

写真-4～写真7には大阪市此花区夢洲における被災写真を示す。夢洲は大阪湾奥において最も沖合に位置するため、高潮のみならず高波の影響を最も受けやすい。その結果、写真-4にあるように南側岸壁に置かれていた約1.5 m四方のコンクリートブロックは越波により全て背後に散乱している。また写真-5にあるように一体成型された護岸の一部が衝撃波力によって破壊されるほどの高波であったことが伺える。ちなみに破壊された部分の高さは約1.5 m程度の大きさである。この越波は写真-4を撮影した盛り土の高台を駆け上がり、T.P. +8.76 mまで達していることが、高台に打ち上げられたフロートなどの痕跡から確認できた。また、この高台を駆け上がる波によって南岸および南西岸の盛り土斜面は至る所で侵食されていた。写真-6は護岸背部の砂の吸出しによる被災状況である。護岸はある長さの構成要素を沿岸方向に連結することで形成されているが、その要素間の目地部分にある間隙から砂が吸い出され、その吸出し部分を中心に円弧形状に陥没が生じている。今後も繰り返し荒天時を経験すると、この吸出し部分は拡大して大きな災害につながる事が想定される。夢洲は埋め立てが継続中の人工島であり、埋め立てにより生じた廃水は内水ポンドにより水質浄化が行われて海に排水される。写真-7はその内水ポンドを運用するための施設であるが、越流・越波と強風によって外壁が壊され、浸水が生じている。また内水ポンド自体にも海水が流れ込

んだ形跡が見られた。これにより，微生物分解を必要とする廃水処理施設の運転には大きな影響が生じたと推測される。



写真-8 鳴尾浜北西側防潮堤



写真-9 県道 573 号線の床版ずれによる通行止め



写真-10 県道 573 号線に衝突した台船



写真-11 甲子園浜南部 県道 573 号線に面したフェンスに残る浸水痕跡

4. 湾奥北部～兵庫県西宮市～

兵庫県西宮市の鳴尾浜や甲子園浜は淀川河口よりも北の湾奥北部に位置する。一帯の港湾は尼崎西宮芦屋港として重要港湾に指定されており，船舶の往来も多い。写真-8 は鳴尾浜北西岸の防潮堤の写真である。当時に現地に行った方の映像を見ると，この防潮堤の天端が浸るくらいまで水位が上がっており，越波は次々に堤防を越えていた。写真-9 は鳴尾浜と甲子園浜をつなぐ県道 573 号線の通行止めの様子である。写真中央部には道路の中央線が途中でずれている様子が写っている。これは写真-10 にあるように，道路橋を支える橋脚に台船が衝突し，床版がずれたことによるものである。写真-11 は甲子園浜南部の県道 573 号線に面したフェンスに残る浸水痕跡であり，T.P.+3.25 m 程度の浸水が見られる。甲子園浜の南岸では護岸が転倒破壊しており，そこから越流した海水によって浸水したものと推測される。この近くには甲子園浜海浜公園があり，その管理事務所および売店も浸水被害を受けていた。



写真-12 潮芦屋ビーチに漂着したコンテナ



写真-13 南芦屋浜ベランダの植生に生じた洗堀



写真-14 芦屋市涼風町の浸水痕跡



写真-15 神戸市東灘区深江北町の浸水痕跡



写真-16 高橋川沿いのブロック塀の倒壊



写真-17 既存の橋に取り付けられた遮水板

5. 大阪湾北部～南芦屋浜および東灘区深江～

大阪湾奥北部の一部でも防潮堤の背後地の浸水被害が確認されたが、大阪湾北部では広域にわたり浸水被害が確認された。写真-12 は潮芦屋浜に漂着したコンテナの様子である。今回の高潮による漂着物はコンテナ類が湾奥または湾北部に多く、流木等は西側に多く集積していたということであるが²⁾、その要因把握には高潮の流れだけでなく風と波による輸送の影響も考慮を必要とする難題である。潮芦屋ビーチのコンテナはほぼ全てが潮上帯にあることから、高潮のピーク時に砂浜に

漂着したものと考えられる。南芦屋浜では高潮最大時に南方からの大波を直接受けて、越波が大量に護岸高さを超えて背後地の住宅地にまで浸水が拡大した。写真-13 に示した南芦屋浜ベランダの植生根本で生じた洗堀被害は当時の越流量の大きさを示すものである。背後地の住宅街に残された浸水痕跡からは、T.P. +4.42 m ほどの高さまで浸水があったことがわかる（写真-14）。

神戸市東灘区においても防潮堤の背後地に浸水被害が生じた。写真-15 は阪神深江駅北側において観測された浸水痕跡である。深江駅付近における浸水は都市河川である高橋川を遡上してきた海水と陸側で降った河川水の両方が混在した現象である。写真-16 に示すように河川に隣接する私有地では護岸の上にブロック塀が積まれていたが、水位上昇によって塀が水圧に耐えられず堤内地側に倒壊したものと推測される。また写真-17 は高橋川を跨ぐ小さな道路橋の欄干部に取り付けられた遮水板である。おそらく高潮想定や過去の越流被害の結果、浸水の恐れのある箇所に応急措置として取り付けられたものと見られる。しかし、今回はこの遮水板よりも到達水位が高く、浸水が生じてしまった。このように私有地と公共空間が混ざり合う市街地では、防災対策が難しい部分があり、その場しのぎの対応になってしまう場合がある。しかし、私空間であっても洪水や高潮においては一部の未対応区間がもたらす近隣への影響は非常に大きいことから、公共の安全のためリスクを低減する試みへの協力が望まれる。

6. まとめ

大阪市内では過去に整備された三大水門が計画通りに稼働し、市内の脆弱な低平地は防護された。防潮堤よりも外側では様々な空間利用が行われているために、今回の教訓を生かして想定される規模の高潮・高波の外力には耐えうる、あるいは早期に復旧・代替可能なシステムを導入していくべきである。一部の護岸で見られた破壊については外力想定の問題であるのか、構造設計上の問題であるのか、基礎部分の問題であるのかなど、その要因を特定し、情報を共有していく必要がある。また湾奥域での係留船舶などがもたらす被害は大きく、影響範囲も広範囲であるために、避難場所の確保や徹底が重要である。今回は高潮とともに生じる高波がもたらす影響が大きいと感じた。内湾における波浪推算は外洋に面した海域と比べて一般に精度が落ちると言われており、その高精度化はこれからも要求されるであろう。都市河川を遡上する高潮についての対策は改めて検討する必要がある。これまでも大雨による出水と高潮の同時生起については検討されているものの、あくまで最悪シナリオとしての評価であり、そのリスク評価がなされない限りは実際の設計レベルでの対応に結びつかないであろう。今回は神戸近辺では短時間豪雨が生じたが、淀川や大和川などの流域圏ではそれほど大きな降雨は生じていなかった。今回の経験に学び、災害の芽を早期に摘み取る取り組みが必要である。また都市は公共用地と私有地の混在で成り立っており、災害に強いまちづくりには双方の取り組みが不可欠であることを再認識させられた災害であった。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部，平成 30 年台風 21 号による高潮災害調査速報会 講演資料，2018，
<http://www.jsce-kansai.net/?p=2506>，2019/8/23 参照
- 2) N. Mori, T. Yasuda, T. Arikawa, T. Kataoka, S. Nakajo and K. Suzuki, 2018 Typhoon Jebi post-event survey of coastal damage in the Kansai region, Japan, Coastal Engineering Journal, Vol. 61, pp. 278-294, 2019.