

社会動向レポート

わが国における台風被害と高潮浸水対策の現状について

サイエンスソリューション部 先進技術システムチーム
 コンサルタント 坂本 大樹

はじめに

わが国では、地震や津波をはじめ数々の自然災害と向き合う必要があるが、その中でも台風による被害は、暴風による家屋や施設などの破壊だけでなく大量の降雨に伴う河川氾濫や斜面崩壊、そして高潮による大規模浸水など様々なものが存在する。当社では、大型台風が襲来した際に発生する高潮や波浪による影響の数値解析を行うことで、高潮による浸水区域想定に貢献している。本稿では、わが国における過去の台風被害と高潮浸水区域想定の実状について整理し、当社としての取り組みについて報告する。

1. 大型台風による被害について

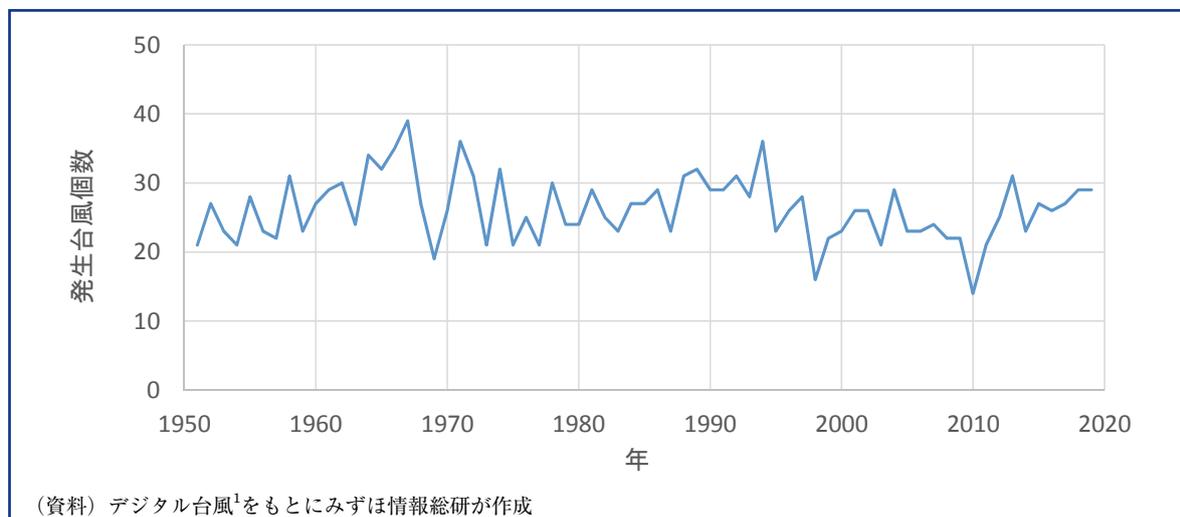
(1) 台風発生数の変化

気象庁での観測が開始された1951年以降の各年における発生台風個数を図表1にまとめる。図表1に示すとおり、観測開始以降はほぼ一定の傾向で、1年に20～30個程度の台風が発生していることがわかる。また近年においても同様の傾向であるといえる。

(2) 過去最大級の台風について

過去に被害が顕著であった台風について規模と被害を図表2にまとめる。このうち室戸台風、枕崎台風、伊勢湾台風の3つを昭和の三大台風

図表1 年間台風発生個数の推移



図表2 過去最大級の台風の概要

名称	年月	最低気圧 [hPa]	最大風速 [m/s]	人的被害 [人]	建物被害 [件]
室戸台風	1934年9月	911.6 (上陸時)	60以上	18030	493897
枕崎台風	1945年9月	865	51.3	6208	363727
伊勢湾台風	1959年9月	895	84.9	44019	1197576
第2室戸台風	1961年9月	890	95.2	5174	883564

(資料) デジタル台風をもとにみずほ情報総研が作成

と呼ぶ。

室戸台風は、1934年9月に日本に襲来した台風であり、京阪神地方を中心に大きな被害をもたらした。本台風は気象庁の統計開始(1951年)以前であるため、台風半径や移動速度については整理されていない。しかし日本にこれまで襲来した台風としては最大規模の勢力を持つため、国が公表している「高潮浸水想定区域図作成の手引き」¹では、想定する最大規模の台風の中心気圧として室戸台風の値を参照することを基本としている。なお「高潮浸水想定区域図作成の手引き」については、2.2で詳しく述べる。

枕崎台風は、1945年9月に日本に襲来した台風であり、九州、中国、四国地方を中心に大きな被害をもたらした。我が国にとっては終戦直後の襲来となったため、気象情報が少なく防災体制も不十分であったことから被害が大きくなったといえる。室戸台風と同様に、気象庁の統計開始以前の台風であるため、詳細なデータは整理されていない。

伊勢湾台風は1959年9月に襲来した台風で、紀伊半島や東海地方を中心に被害をもたらした。気象庁の統計開始以降では、上陸時の中心気圧が第二室戸台風の925hPaについて低く929hPaであった。第二室戸台風よりも暴風半径と移動速度が大きい「高潮浸水想定区域図作成の手引き」では、想定する最大規模の台風の暴風

半径と移動速度には伊勢湾台風のデータを用いること、としている。

第2室戸台風は、1961年9月に襲来した台風であり、室戸台風と規模や経路が似ていたためその名がつけられた。上述のとおり、気象庁の統計開始以降では、上陸時の中心気圧が925hPaと最も小さく、大阪湾を中心に被害をもたらした。伊勢湾台風と同規模の台風であったが、伊勢湾台風の襲来を受けて日本各地で災害対策が進められていたため、被害は伊勢湾台風襲来時よりも大幅に小さく、災害対策の有効性が確認できた台風ともいうことができる。

それぞれの台風経路と中心気圧を図表3に示す。なお室戸台風と枕崎台風については上述のとおりデータが存在しないため、経路図のみを表示している。

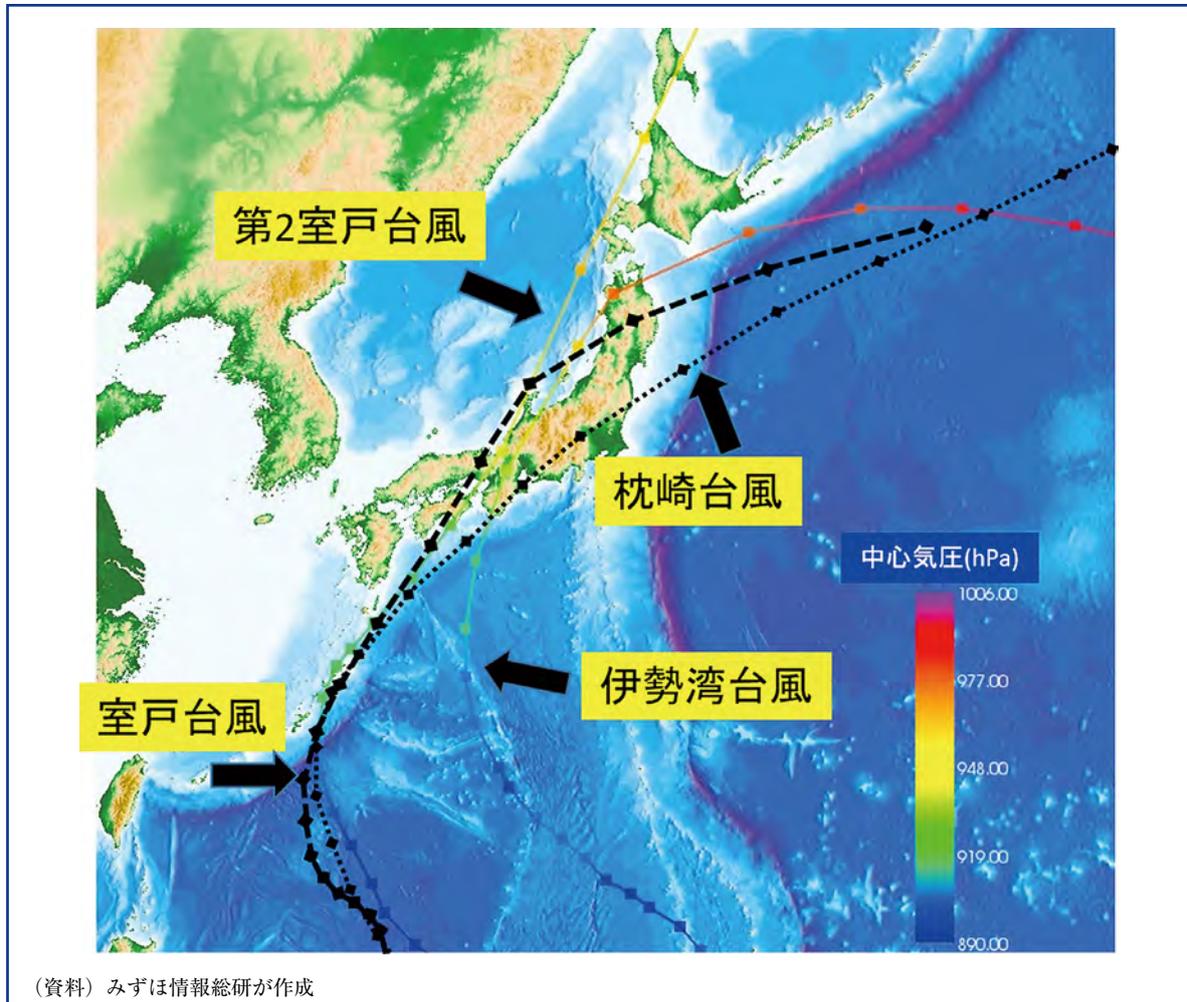
(3)近年の台風被害について

2000年以降に顕著な被害をもたらした台風を図表4にまとめる。またそれぞれの台風の経路図を図表5に示す。

2004年の台風16号、18号はともに九州、中国地方に上陸し、大きな被害をもたらした。広島県は両台風による被害を受け、後述の「高潮浸水想定区域図」を作成、公開している。

2018年台風7号は梅雨前線の影響も重なり西日本広域で記録的な降雨をもたらした。この大

図表3 過去最大級の台風の経路図

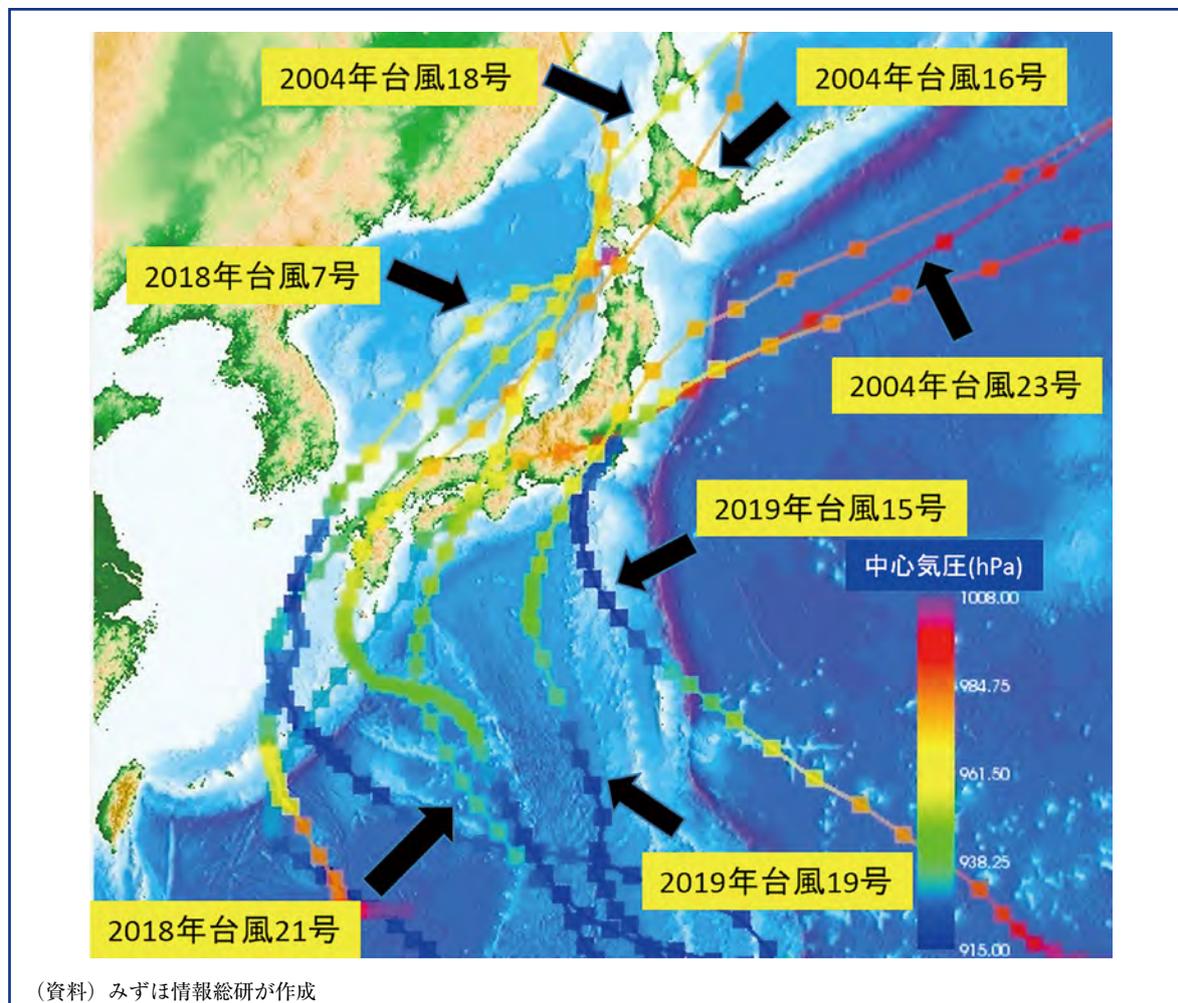


図表4 近年の大型台風の概要(2000年以降)

名称	名前	最低気圧 [hPa]	最大風速 [m/s]	人的被害 [人]	建物被害 [件]
2004年台風16号	2004年8月	910	56.6	303	55208
2004年台風18号	2004年9月	925	48.9	1411	67492
2004年台風23号	2004年10月	940	43.7	803	74085
2018年台風7号	2018年7月	960	33.4	755	51110
2018年台風21号	2018年9月	915	54.0	994	98617
2019年台風15号	2019年9月	955	43.7	153	77104
2019年台風19号	2019年10月	915	54.0	596	91652

(資料) デジタル台風をもとにみずほ情報総研が作成

図表5 近年の大型台風経路図



雨により死者200人を超える被害が出たことから、気象庁が「平成30年7月豪雨」と命名した。

2018年台風21号は強い勢力を保ったまま近畿地方を縦断し、近畿地方を中心に大きな被害をもたらした。関西国際空港では強風により漂流したタンカーが連絡橋に衝突したことで、完全閉鎖、孤立状態となったほか、高潮の影響を受け六甲アイランドやポートアイランドでは広域にわたる浸水が発生した。

また、2019年の台風15号、19号はともに関東地方を直撃した。台風15号では、千葉県を中心とした大規模停電や家屋への被害が生じ、台風19号では千曲川の氾濫により北陸新幹線の車両

10台が浸水し廃車になるなど各地に甚大な被害をもたらしたことは記憶に新しい。

これらの台風の被害を(2)の台風被害と比較すると人的被害、建物被害ともに大幅に減少していることが分かり、これは日本各地において防災対策が進んできていることを示している。しかし、2018年2019年と都市部で大きな被害が発生し、メディア等で大きく扱われたことや、近年の地球温暖化に伴う海水温上昇によって台風の大型化が懸念されていることなどから、改めて台風に伴う災害対策への注目度が高まってきている。

2. 高潮による被害とその被害想定について

(1) 高潮による被害について

台風による被害は、強風による建物の破壊やそれともなう人的被害、豪雨により発生する河川氾濫に伴う建物浸水被害、土砂災害などが挙げられるが、その一つに高潮に伴う被害が挙げられる。一般的に台風が通過する際には、低気圧により海面が持ち上げられる効果(吸い上げ効果)や台風に伴う強風が沖から沿岸域に吹くことで海水が沿岸域に吹き寄せられる効果(吹き寄せ効果)により潮位が上昇することが知られており、この現象を高潮と呼ぶ。加えて満潮時に台風が通過する場合は最も潮位が上がるため、被害をもたらしやすい。このように発生する高潮にさらに強風により発生する波浪が加わることで、海岸に設置した堤防を越え、各地に浸水被害をもたらすことになる。

(2) 高潮浸水想定区域図更新に向けた自治体の動き

2015年5月に水防法が改正され、高潮発生時の避難体制の強化および被害の軽減を図るため、

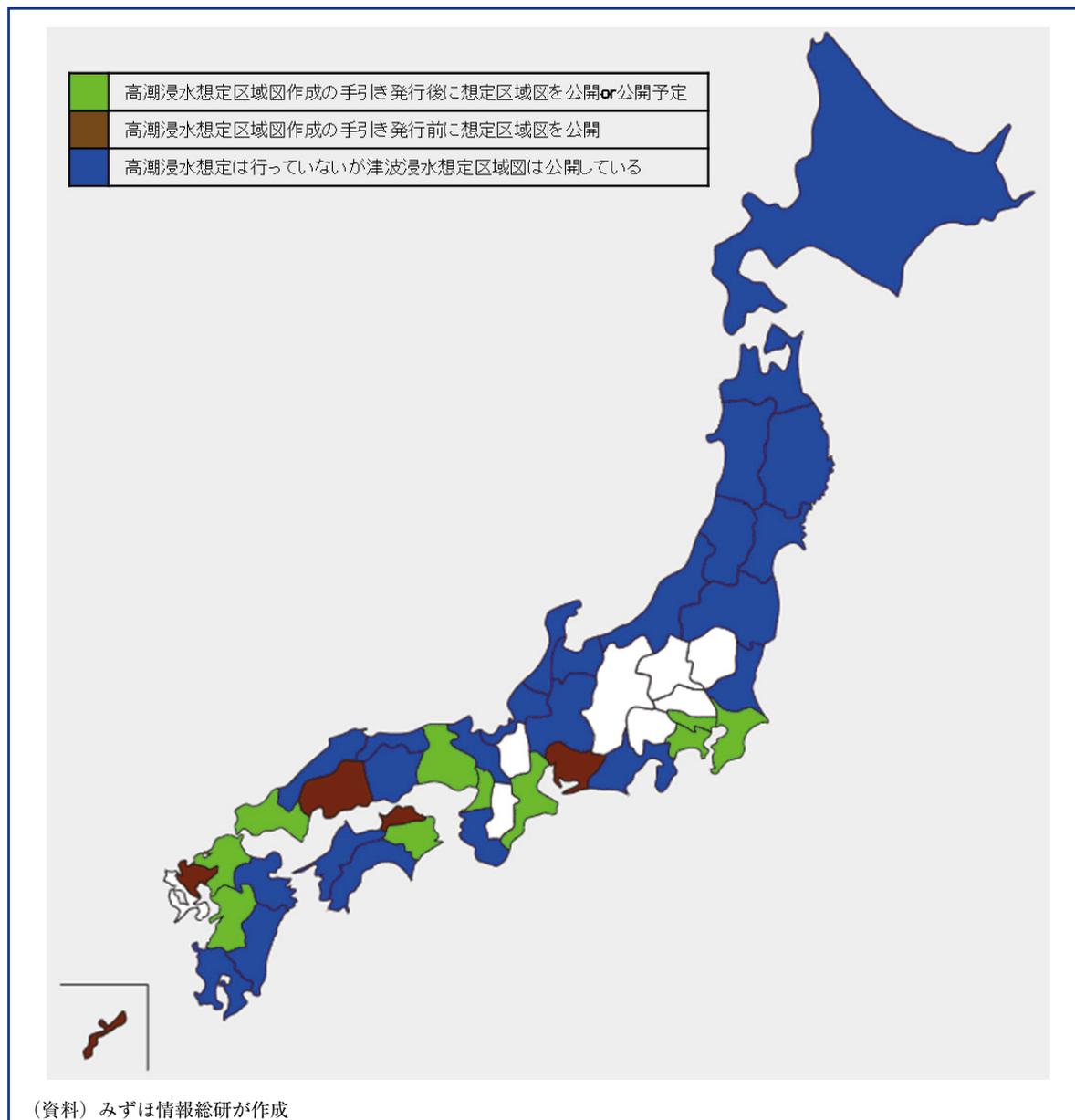
想定し得る最大規模の高潮における浸水想定区域を公表する制度が新たに創設された。本改正を受け2015年7月に、農林水産省、国土交通省から「高潮浸水想定区域図作成の手引き ver1.00」が公表された。本手引きは、地方自治体の高潮対策を推進するため、「高潮浸水想定区域図」作成の概要をまとめたものである。また2020年6月には、ver1.00の公表以降、各都道府県において検討されてきた知見が蓄積されてきたことなどを踏まえ「高潮浸水想定区域図作成の手引き ver2.00」が公表されている。地方自治体では、本手引きを基準に「高潮浸水想定区域図」の作成が進められており、各都道府県による取り組みを図表6、図表7にまとめる。大都市を中心に「高潮浸水想定区域図」が作成されている。また台風被害は東日本よりも西日本で大きく、取り組みが進んでいるといえる。なお海岸、河川に関する災害は高潮以外にも津波や河川氾濫に伴う洪水が挙げられるが、津波に関しては沿岸域の各都道府県において取り組みが進んでおり、河川氾濫等による洪水浸水想定はすべての都道府県で浸水想定区域図の作成がされている。

図表6 「高潮浸水想定区域図」を公開している都道府県一覧(2020年6月時点)

概要	都道府県名(カッコ内は公開年を示す)
「高潮浸水想定区域図作成」の手引き公表後に想定区域図を公開 or 公開予定	熊本(2017)、福岡(2019)、徳島(2020)、山口(2020)、兵庫(2019)、大阪(2020)、三重(2020予定)、東京(2018)、神奈川(2019)、千葉(2018)
「高潮浸水想定区域図作成」の手引き公表前に作成した想定区域図を公開	沖縄県(2006)、佐賀(2014)、香川(2004)、広島(2004)、愛知(2014)

(資料) みずほ情報総研が作成

図表7 各都道府県の高潮浸水想定取り組み(2020年6月時点)



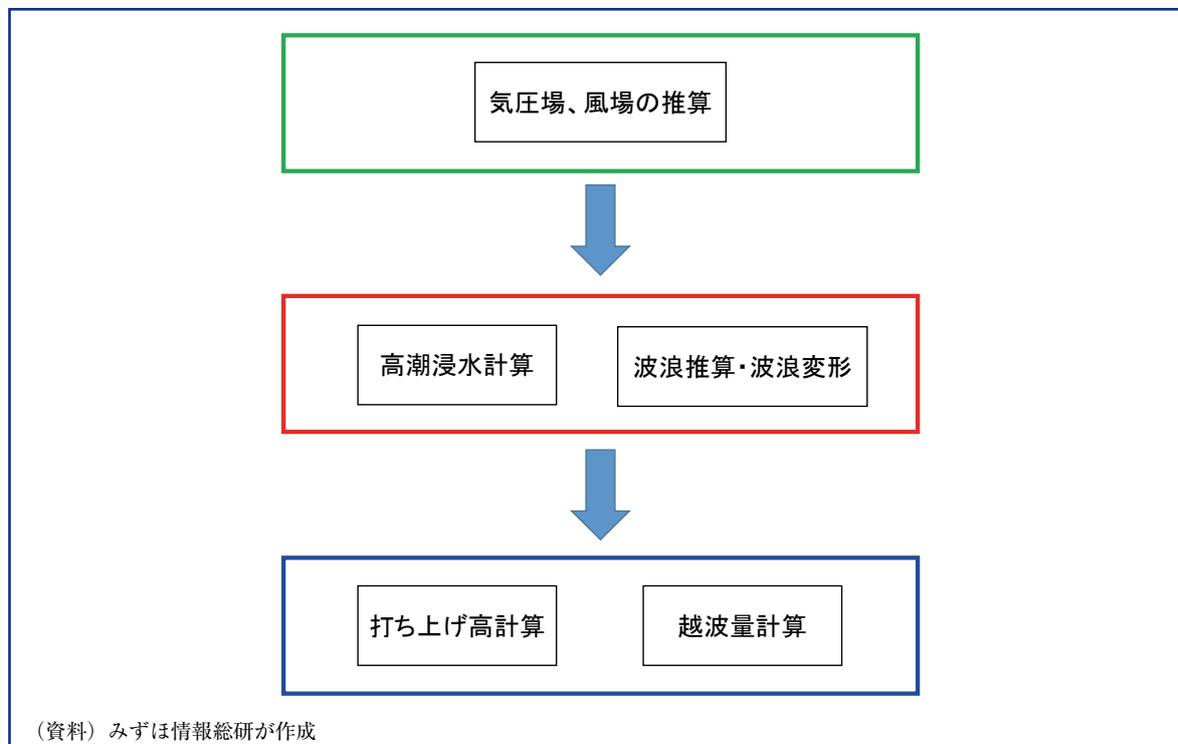
3. 高潮被害想定のためのシミュレーション技術と当社の取り組み

高潮被害想定のためには、過去最大級の台風が通過した際にどの規模の波が沿岸施設に押し寄せるかをあらかじめ予測しておく必要があり、そのためにシミュレーション技術が用いられている。その際にシミュレーションを行う事項と

しては、2章で挙げた台風の通過に伴う潮位上昇以外にも、風により発生する波浪の影響などが挙げられ、これらの結果を複合的にとらえ高潮浸水区域想定図が作成される。

高潮被害想定に用いられる主なシミュレーション技術とその流れを図表8にまとめる。高潮被害想定の流れとしては、まず台風が通過した際に各地域での地形特性を考慮した気圧や風

図表8 高潮被害想定に用いられる主なシミュレーション技術



速の推定を行う。そして、求められた気圧場や風場から、台風が通過した際に発生する風により発生する波の波高や波向などの推定や、台風が通過することによる潮位の上昇とそれに伴う各地の浸水量の推算を行う。前者を波浪推算・波浪変形、後者を高潮浸水計算と呼ぶ。さらにその結果を受けて、波が堤防等に押し寄せた際に、どの程度打ち上げるかの推定(打ち上げ高計算)や、波がどの程度堤防を越え、内陸部に押し寄せるかの推定(越波量計算)を行う。この中でも、高潮浸水計算と波浪推算・波浪変形は高潮被害想定の中で特に重要な役割を果たしている。

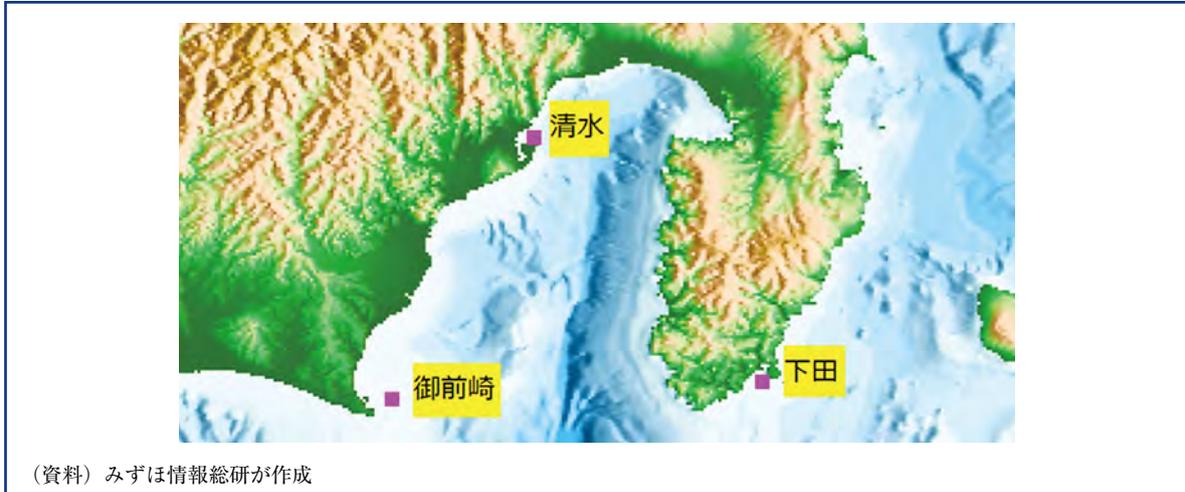
当社は、津波や高潮など海岸工学分野でのシミュレーションに関する技術を有しており、1.で述べたとおり近年大型台風における被害想定へのニーズが高まってきていることを受けて、高潮の被害想定に取り組んでいる。本章では高潮被害想定の際の波浪推算と高潮浸水計算を行った例

を簡単に示す。

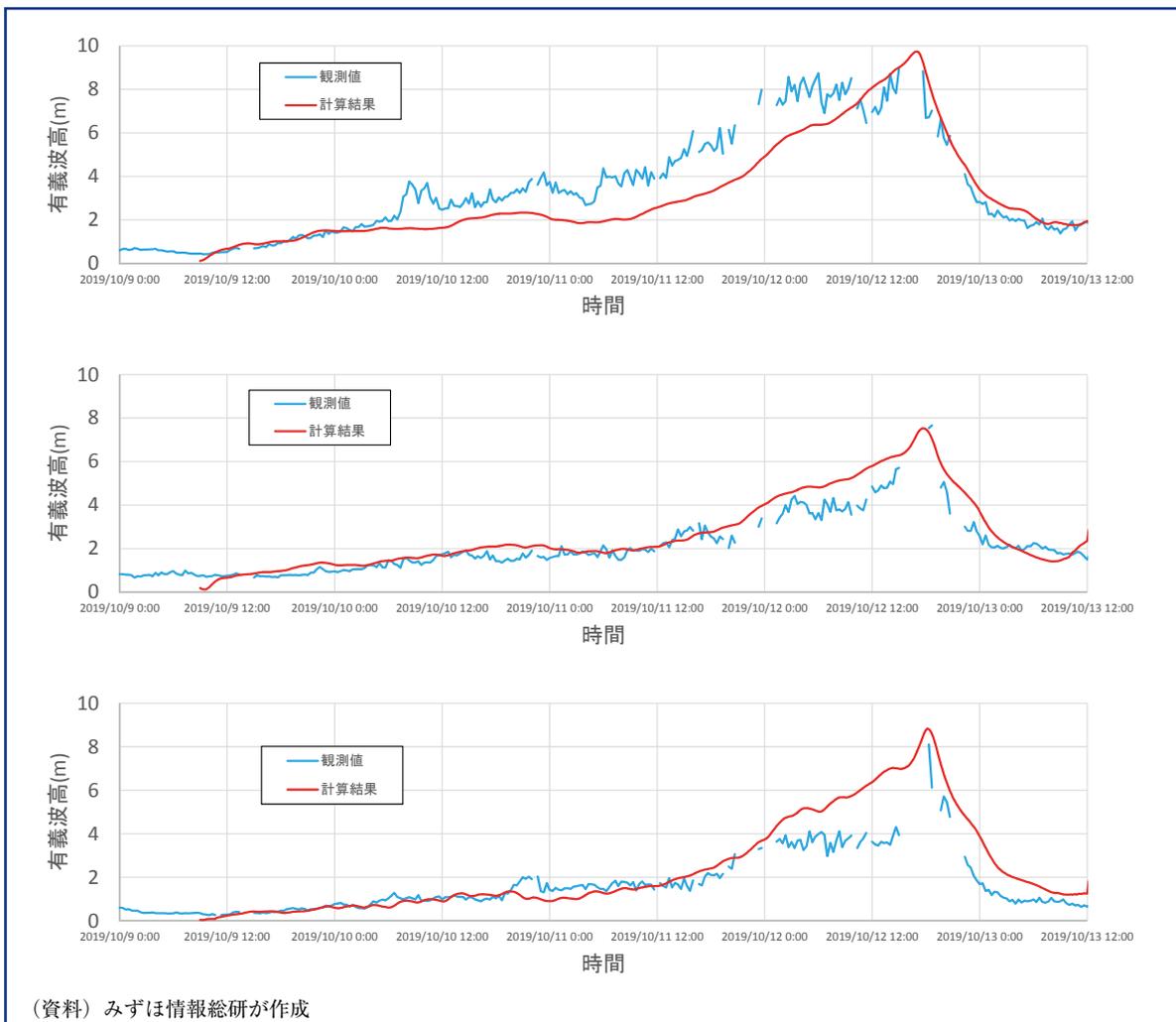
(1)波浪推算

ここでは、第3世代波浪推算モデルの一つである SWAN を用いて、2019年度の台風19号時の解析を行い、全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)の観測値との比較を行った事例を紹介する。なお観測値との比較は、図表9に示す御前崎、清水、下田の3か所において行った。各地点の波高を示したのが図表10であり、台風が接近するとともに風が強まり波高が大きい波が生じるという傾向が概ね再現できているといえる。また御前崎の計算結果にて有義波高が最大となった2019年10月12日17時における有義波高と平均波周期の分布図を合わせて図表11に示す。

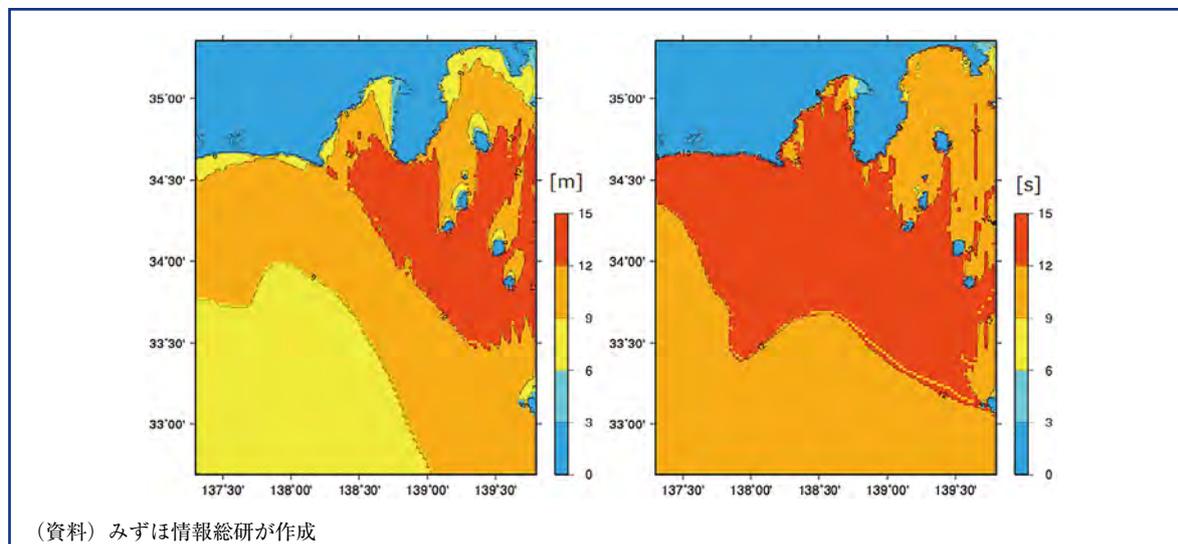
図表9 ナウファス観測点



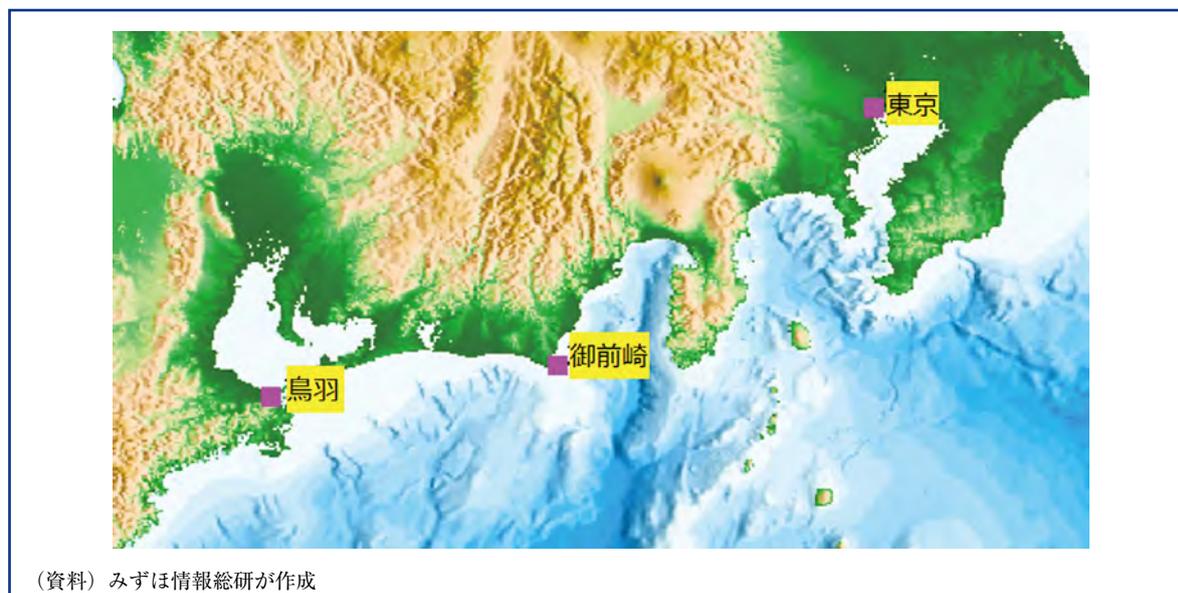
図表10 観測値と計算結果の比較(上：御前崎、中：下田：下：清水)



図表11 2019年10月12日17時における計算結果(左：有義波高、右：平均波周期)



図表12 気象庁観測点

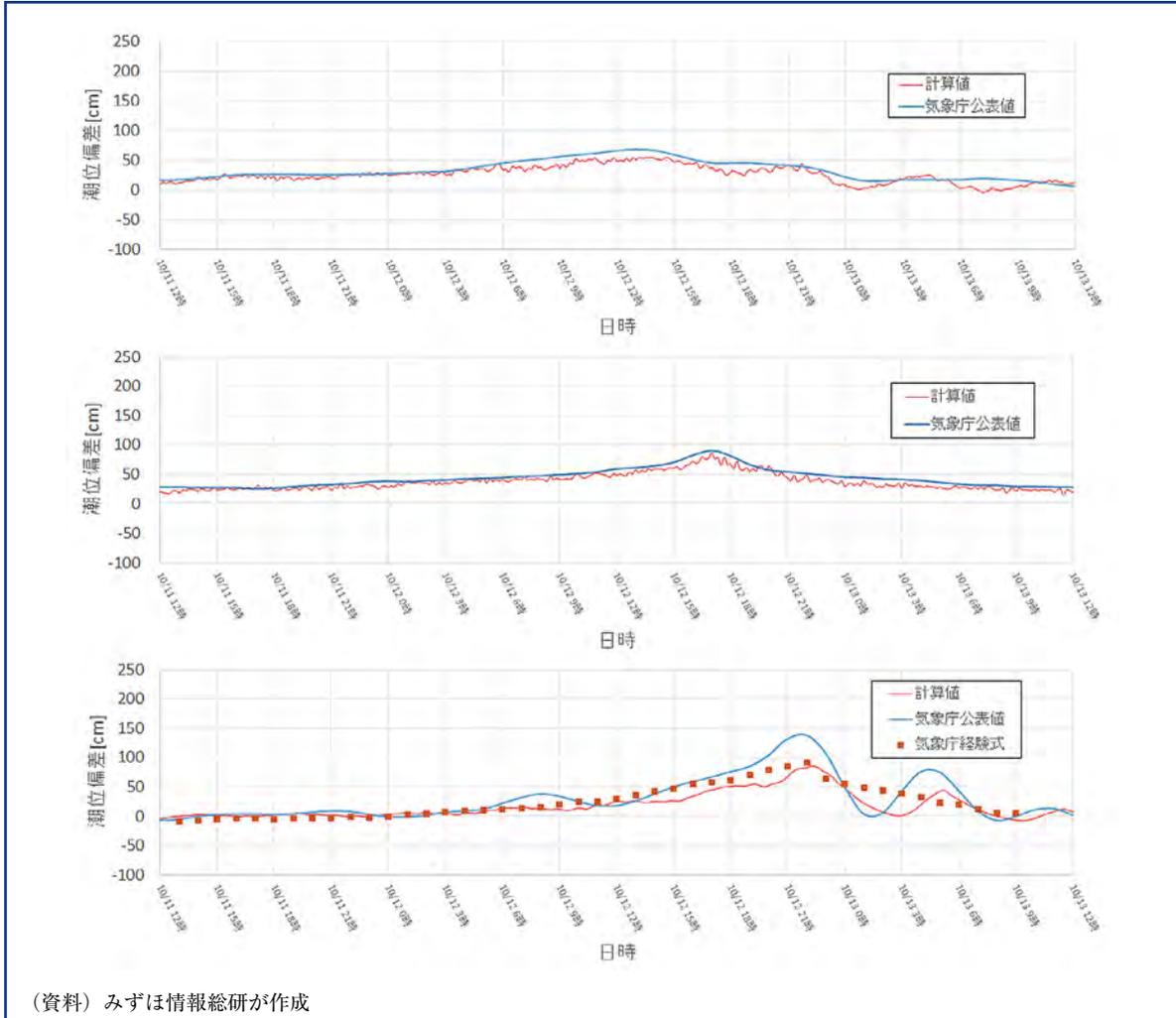


(2)高潮浸水計算

本節では、当社が保有する津波高潮シミュレータ Q-Wave® を用いて、2019年度の台風19号時の解析を行い、台風による潮位の変化量(以下、潮位偏差という)を、気象庁の観測に基づく公表値と比較した事例を紹介する。なお気象庁公表

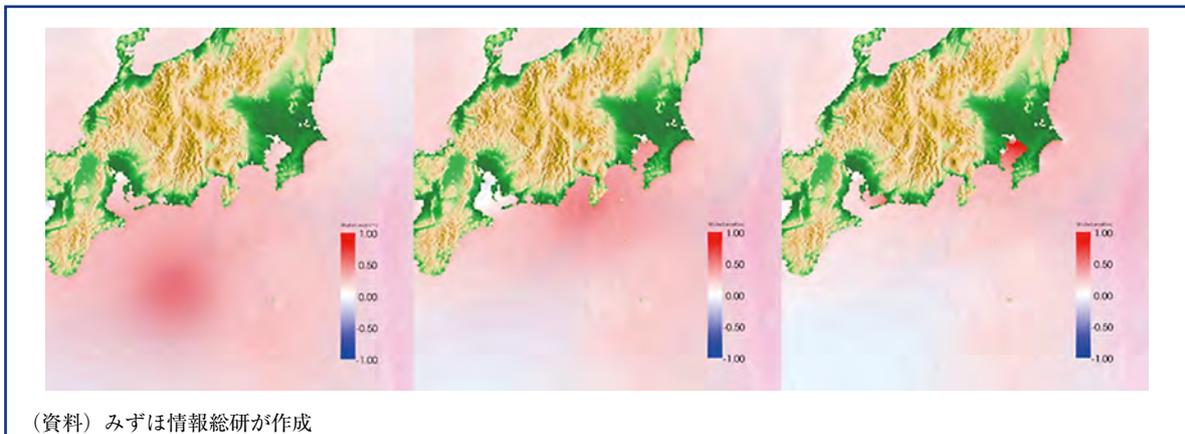
値との比較は、図表12に示す鳥羽、御前崎、東京の3か所において行った。各地点の潮位偏差を示したのが図表13であり、台風が近づくとともに気圧が下がり、風が強くなることで潮位が上昇するという傾向を概ね再現できているといえる。また水位の分布図を図表14に示す。

図表13 計算結果と実測値の比較(上：鳥羽 中：御前崎 下：東京)



図表14 潮位偏差分布図

(左：2019年10月12日14:00 中：2019年10月12日18:00 右：2019年10月12日22:00)



おわりに

本稿では、過去の台風による被害をまとめ、地方自治体の高潮対策の取り組みを整理したうえで、当社で行っている高潮に関するシミュレーション事例を示した。農林水産省、国土交通省が公表している「高潮浸水想定区域図作成の手引き」に基づき各地方自治体で「高潮浸水想定区域図」の作成が進められているが、現時点では不十分な地域も存在する。当社としても今まで培った技術を活用することで、各自治体の「高潮浸水想定区域図」の作成や高潮による被害の減少に貢献していきたいと考えている。

参考文献

1. デジタル台風ホームページ
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>
2. 農林水産省、国土交通省「高潮浸水想定区域図作成の手引き ver.1.00」(2015年)
3. 農林水産省、国土交通省「高潮浸水想定区域図作成の手引き ver.2.00」(2020年)
4. 坂本大樹, 吉村英人, 荒木和博, 眞鍋尚「SWANによる2019年台風19号の波浪推算」, みずほ情報総研 技報, Vol.11 No.1, (2021年3月発刊予定)
5. 吉村英人, 坂本大樹, 荒木和博, 眞鍋尚「津波高潮シミュレータ Q-Wave® を用いた2019年台風19号の高潮解析」, みずほ情報総研技報, Vol.11 No.1, (2021年3月発刊予定)

※ Q-Wave はみずほ情報総研の登録商標です。