

沿岸防災技術研究所の活動について(平成 30 年度)

高山 知司

(一財)沿岸技術研究センター 参与
沿岸防災技術研究所長

沿岸技術研究センターは沿岸防災技術研究所を平成 17 年 12 月に設立した。沿岸防災技術研究所では総合的な沿岸防災技術について、調査研究を進めるとともに、沿岸防災に係わる新しい情報の発信に取り組んできている。本稿では近年発生頻度が高まってきている巨大高潮に対する沿岸防災研究所の取り組みを紹介する。

キーワード：高潮災害、確率台風モデル、気候変動、日韓沿岸技術研究ワークショップ、濱口悟陵賞、書籍「TSUNAMI」

1. はじめに

地球の平均気温は上昇しており、地球が温暖化していることは間違いない事実である。この温暖化が直接の原因であるかどうかはまだ未解明な部分はあるけれども、近年、世界的にハリケーンやサイクロン、タイフーン(台風)と呼ばれる巨大な熱帯性低気圧に起因する災害が増えている。ハリケーンは北大西洋やカリブ海、メキシコ湾で、サイクロンはベンガル湾や北インド洋で、タイフーンは北太平洋や南シナ海で発生する熱帯性低気圧で、風速が 32.7m/s 以上のものを呼んでいる。我が国の台風は、タイフーンと同じ発生地域の熱帯性低気圧であるが、風速が 17.2m/s 以上のものを指している。

このように地域毎に異なる名称で呼ばれている巨大な熱帯性低気圧の特徴は、中心気圧の大きな低下である。この気圧低下に伴う海面の上昇と気圧勾配に釣り合うために猛烈な風が発生する。風は風速の二乗に比例する剪断力を海面に作用させるために、この剪断力と釣り合うために海面が傾き、その結果として、海面が上昇する。気圧低下による海面上昇を吸い上げ効果と呼び、風速による海面上昇を吹き寄せ効果とよんでいる。この二つの効果によって生じる異常な海面上昇が高潮である。また、猛烈な風による剪断力は大きな波浪を発達させるために高潮と高波は同時に作用する。高潮と波浪との間には比較的水深の深い海域においては直接的な連成関係にはないが、海域の水深が浅くなって波が砕波するようになると、大きな波高変化に伴うラディエーション応力が高潮に影響すると同時に、高潮が水深を変化させるために波浪の変形にも影響し、高潮と波浪が連成するようになる。

過去に高潮災害を被った地域では高潮対策施設である防潮堤がある程度整備されている。防潮堤が整備されていると、防潮堤が被災しない限り極端に高潮災

害が大きくなることはない。高潮が防潮堤を越えて越流すると、防潮堤背後の地盤を洗掘し、防潮堤を倒壊させることが起きる。また、高潮は既に述べたように高波を伴う。この高波は防潮堤に大きな波力を作用させ、破壊する場合がある。このような防潮堤の破壊によって高潮が流れ込み、大きな災害が起きている。

本報告では、このような高潮災害を起こす熱帯性低気圧をそれぞれ異なる名称で呼んでいる地域における近年の高潮災害の特徴について述べるとともに、これらの高潮災害も地球の温暖化によって規模が拡大してきており、災害が多発しやすくなってきていることを示す。さらに、沿岸防災技術研究所の平成 28 年度において取り組んだ調査等について紹介する。

2. 近年における高潮災害

高潮災害が頻度高く起きる地域においては高潮を発生させる巨大熱帯低気圧が異なった名称で呼ばれることは既に述べた。そこで、それぞれの地域でどのような高潮災害が発生しているか概括する。

(1)ハリケーンによる高潮災害

ハリケーンはメキシコ湾やカリブ海で発生する熱帯性低気圧で、メキシコや米国、カリブ海諸国に襲撃し、暴風・高潮災害を起こす。特に、米国では大きな高潮災害が発生している。

ハリケーンによる大きな災害としては、中心気圧 918hPa にもなる巨大ハリケーン・カトリーナによって 2005 年 8 月 29 日にアラバマ州からルイジアナ州のメキシコ湾沿岸で発生した非常に大きな高潮災害が有名である。特に、ゼロメートル地帯を抱えるニューオーリンズでは越流による洗掘で、防潮堤が決壊して市街地の 8 割が浸水した。図-1 は防潮堤の決壊の状況を示している。

2012 年 10 月 29 日に中心気圧 940hPa でニュージャージー南部に上陸したハリケーン・サンデイはニューヨ

ーク州とニュージャージー州に大きな隆・高波災害をもたらした。この災害の特徴としては、地下トンネルや地下鉄、地下街の浸水、港湾・空港施設や発電所、工場といった基幹産業の浸水被害で、大都市特有の高潮災害であった。図-2 は高潮による地下トンネルの浸水の状況である。

ハリケーンによる高潮災害は米国のメキシコ湾沿岸や北大西洋沿岸で近年、特に頻度高く発生している。今年も、カリブ海で発生したハリケーン・ドリアンはハリケーン指標最大級のカテゴリー5になって、風速85m/sで、バハマ北部に大きな被害をもたらしている。



図-1 Inner Harbor Navigation Canal における防潮堤の破損状況



図-2 地下トンネルの浸水の状況

(2)サイクロンによる高潮災害

サイクロンは主にベンガル湾で発生し、ほとんどがインド東岸やバングラデシュに來襲する。特にバングラデシュはガンジス川やブラマプトラ川、メグナ川から形成される低地にあるデルタ国で、ほとんどの国土は平坦な沖積平野である。2007年のサイクロン・シドルによる高潮では、死者4,234人、被災者8,978,541人に及び、更に2009年のサイクロン・アイラによる高潮では、死者190人、被災者3,935,341人に及ぶ大きな災害を被っており、高潮の常襲地帯として諸外国から多くの支援を受けている。

ベンガル湾中央部で発生したサイクロンはほとんど東進することはなく、多くがバングラデシュに上陸するが、2008年4月に発生したサイクロン・ナルギス(中心気圧962hPa)は珍しく東進し、5月2日にミャンマーのエーヤワデー川デルタに上陸し甚大な被害をもたらした¹⁾。図-3にサイクロン・ナルギスの移動経路を示す。この高潮災害で死者は78,000人、行方不明者は56,000人に達した。サイクロンがほとんど來襲することがなかったミャンマーでは高潮に対する備えがほとんどなかったことが被害を大きくした。図-4はヤンゴン港における船舶の打ち上げ被害の状況を示している。

このように近年においては、思いもかけない方向にサイクロンが移動することも起きている。これも気候変動の影響かもわからない。

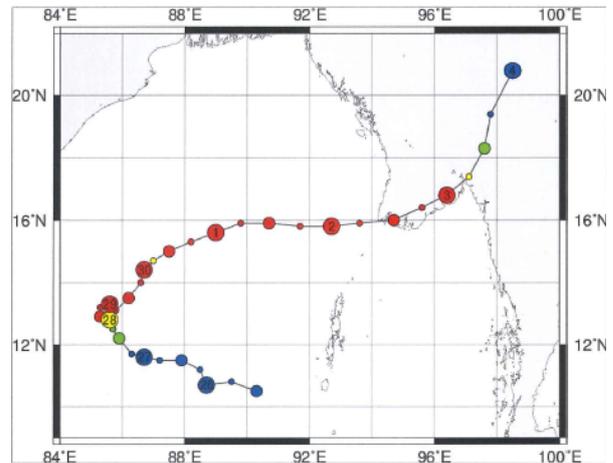


図-3 サイクロン・ナルギスの移動経路



図-4 ヤンゴン港における船舶の打ち上げ被害

(3)タイフーン(台風)による高潮災害

タイフーンの語源はギリシャ語(typhoon)やアラビヤ語(tufan)、中国語が考えられているが、16世紀にはtyphoonが英語として使われていた。日本語の台風は明治以降に使われるようになった。台風は南シナ海や北太平洋で発生する熱帯性低気圧のことである。

2013年の台風30号(HAIYAN)は11月8日に中心気圧895hPaでフィリピン中部に上陸し、沿岸部で5~6m

に達する高潮が発生し、津波のように段波状になって沿岸部を襲った。中心気圧が 900hPa を割った台風が来襲したとのことで我が国では大騒ぎになった。

わが国では1959年の伊勢湾台風による高潮大災害を契機として、伊勢湾台風を基準にした高潮に対する海岸整備が行われてきた。その効果もあってか、約40年間高潮による直接的な影響で亡くなる人はいなかった。しかしながら、1999年に来襲した台風9918号によって熊本県不知火海の松合地区で12名の方が亡くなる惨事が起きた。2004年には台風0416号と台風0418号の2つの台風が1週間間隔で来襲し、高松と広島で高潮災害が起きた。高松市や広島市等は浸水し、大きな高潮災害が生じた。図-5は広島廿日市の埋め立て護岸の被災状況を示している。



図-5 台風 0418 号による広島港廿日市埋立地の護岸被災

台風1821号は発生後に急激に発達して、中心気圧が915hPaまで下がった。日本に近づくに従って中心気圧は徐々に高くなってきたが、非常に強い勢力を保持していた。特に、平均風速50m/s以上の非常に強い風を伴いながら9月4日に四国の徳島県に上陸し、その後中心気圧950hPaで神戸市に再上陸した。大阪港では図-6に示すように9月4日14時頃にTP+3.3mの最大の高潮で、潮位偏差は2.7mを少し超えていた。台風1821号は、風速が非常に強かったこともあって、高潮の規模が大きかった。そのために、大阪港や神戸港のコンテナが風で倒されたり、浸水で流されたりする被害を受けた。図-7はコンテナヤードの被害の様子を示している。

西進していた熱帯低気圧は2019年9月5日に南鳥島付近で台風1915号となった。海水温が高いこともあって、中心気圧955hPaに達した後も勢力がほとんど衰えることなく、図-8に示すように、9日3時前に三浦半島を通過し、千葉市に上陸した。この台風の暴風域半径が小さいために、気圧勾配が大きくなって、

風速が非常に強かった。港外避泊していた船舶が強い風で走錨し、南本牧はま道路の橋梁に衝突し、橋が不通になった。また、千葉県を中心にして東京電力管内で約84万件の停電が生じた。横浜市金沢区の工業団地では防潮堤が倒壊して、浸水被害が生じた。このように台風1915号は非常に大きな災害をおこした。

このようにわが国においても近年多くの高潮・高波災害が発生している。

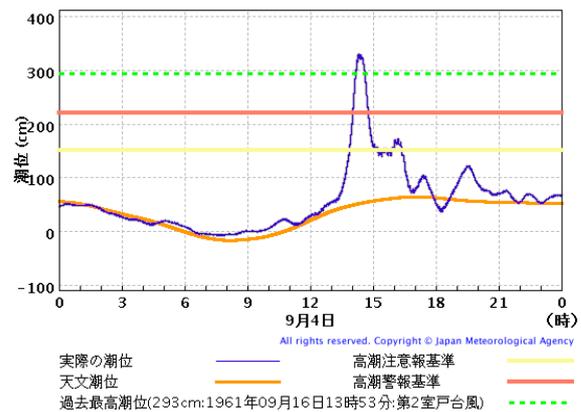


図-6 台風1821号による大阪湾における高潮を含む潮位波形

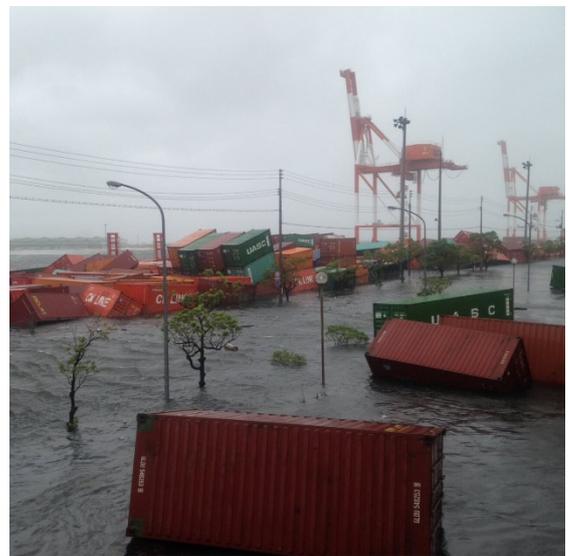


図-7 神戸港のコンテナヤードの浸水

3. 高潮災害における気候変動の影響

前章で示したように、2000年以降、ハリケーンやサイクロン、台風が巨大化し、大きな災害が増えていることは、世界的に共通していると言われている。このようになった大きな原因が地球の温暖化に伴う気候変動だと言われている。地球の温暖化による気候変動で、台風の発生個数は減少するが、規模は拡大すると言われているが、どの程度変化するか、その定量化は不明

である。それを明らかにする試みがなされており、それについて以下で述べる。

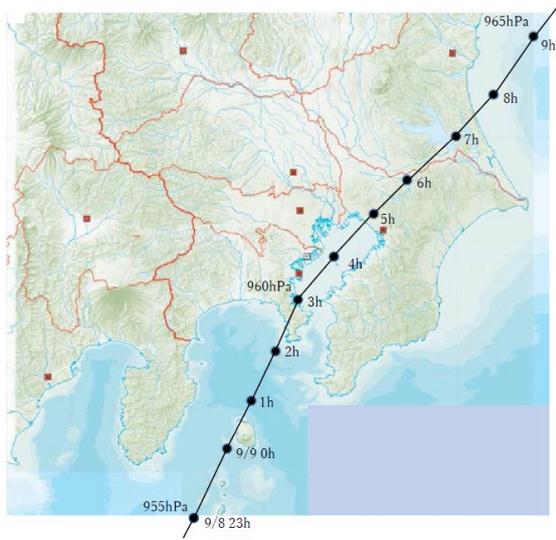


図-8 台風1915号の軌跡

3.1 確率台風モデル

わが国では高潮対策施設の設計には、過去に最大の高潮被害を発生させた伊勢湾台風を用いることが標準になっている。そこでは、対象とする海域を伊勢湾台風が最悪のコースを通過して起こす高潮の再現確率についてはほとんど検討されることがなく、再現確率は非常に小さいとして採用された。しかしながら、近年においては、高潮対策構造物の設計においてもライフサイクルコストが検討されるようになり、そこでは伊勢湾台風によって起こされた高潮の再現確率が重要となってきている。しかし、高潮はまれにしか起きない現象で、その発生確率分布は現地観測からでは推定することはほとんど困難である。現在では、台風情報から高潮をシミュレートすることはそんなに困難なことではなく、その推定精度もかなり高くなってきている。そこで、台風に関しては長い間の情報が蓄積されており、それらの情報を基に台風の規模や経路をシミュレートする確率台風モデルが開発されてきている²⁾。

確率台風モデルとは、過去半世紀において日本列島近傍に来襲した台風の特性値(位置, 中心気圧, 最大風速半径などのパラメタ)やその時間変化量を統計解析して得られた出現確率分布や自己回帰式を用いて、任意の期間中に発生する台風の経路や属性値をモンテカルロシミュレーションによって模擬的に設定するものである(図-9)。そのため、確率台風モデルから求まる台風は過去に起きた台風のどれかに一致することはまずあり得ず、確率台風モデルで発生させた台風の特性値の統計的特性が過去のものと同じになるように制御しているだけである。そのために、過去の台風の統計量との一致の確認が必要である。

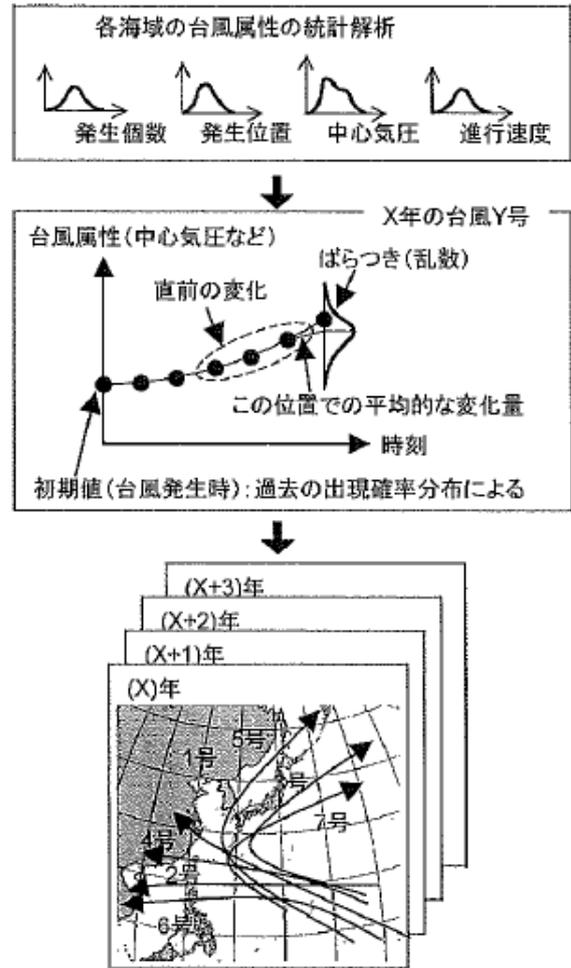


図-9 確率台風モデルの概念

台風の特性値間に相関があるとそれぞれを独立の統計値として取り扱うことはできない。台風の特性値として進行方向や進行速度, 中心気圧について調べてみると, それらの値は相互にほぼ独立である。しかし, これらの諸元は時間的に連続しているために, 前の時刻における値に依存しながら変動する。そのため, 現時点の変動量は過去の特性値に依存した確率分布として与える必要がある。河合ら³⁾は自己相関モデル(Auto-Regression Model)を用い, また, 國富ら⁴⁾は過去の特性値と変動量との間で主成分分析を行って主成分の確率分布を用いている。

確率台風モデルを用いて, 過去 50 年間の現状の気候が維持されるとして, 今後 500 年間に大阪湾に影響する台風の経路を示したのが図-10 である。この図における経路毎の中心気圧や移動速度等の台風の特性値は設定されているので, 各台風に関して大阪湾でどの程度の高潮になるか算定することはできる。計算して求めた高潮から再現期間 100 年あるいは 200 年の高潮を推定しても大きなずれはないと考えられるが, 再現期間 500 年の高潮を推定することは難しい。図-10 は

500 年間に起こるであろう台風の一つの例である。確率台風モデルにおけるモンテカルロシミュレーションの初期シードを変えると異なるグループの台風が得られ、その台風グループによる再現期間 500 年の高潮の値は大きく異なる可能性がある。安定した再現期間 500 年の高潮を推定しようとするに 1,000 年あるいは 2,000 年の台風をシミュレートする必要がある。台風の再現期間を長く取れば、更に長い再現期間の高潮を推定することができることになる

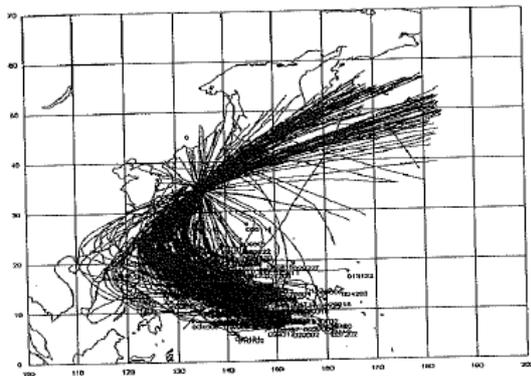


図-10 現状の気候条件において 500 年間に大阪湾に影響する台風の軌跡

3.2 気候変動に伴う高潮偏差

気象庁・気象研究所が水平分解能約 280km の全球大気海洋結合モデル CGCM2 と水平分解能 60km のアジア域気候モデル RCM60, 水平分解能 20km の日本域気候モデル RCM20 を用いて、1981~2100 年間にわたって推算した気圧、風向・風速、気温、海面水温、海面水位などを活用して、河合ら³⁾は気候変動に伴う台風特性の変化を調べている。解析には、RCM20 による気候シナリオによる予測結果のうち、1981~2000 年と 2081~2100 年のものを用い、表-1 に示す 3 つの条件から台風を抽出しているが、条件 1 の X の値で設定すれば、条件 2 と 3 は常に満足することがわかった。1981~2000 年の空間平均場を平行移動させたときに、2081~2100 年における台風の空間平均場との平均二乗誤差が最も小さくなる場合を調べている。それによって、北に 1.5° と東に 1.5° 平行移動させた場合の 2 つの解を見つけている。空間平均場が北へ 1.5° だけ平行移動した場合には、図-11 に示すように、中心気圧は低下し、風速も大きくなる。一方、東に 1.5° だけ平行移動した場合には、図には示していないが、中心気圧は高く、風速は小さくなっている。このことから考えると、北に 1.5° だけ平行移動した場合が将来の気候変動に対応しているように考えられる。図-12 に北に 1.5° だけ平行移動した場合の 500 年間ににおける最大の高潮偏差の分布を示している。この図によると、

大阪湾では最大で 4m を超える高潮偏差が得られている。

表-1 台風の抽出条件

条件 1	気圧が極小になっており、その値が X (hPa) 以下である。X=985~990hPa で設定
条件 2	その格子点と 300km±10km 離れた格子点とで、気圧差の最大値が 25 hPa 以上ある。
条件 3	その格子点の周囲 (±3 格子以内) に風速が 15 m/s 以上の格子が存在する。

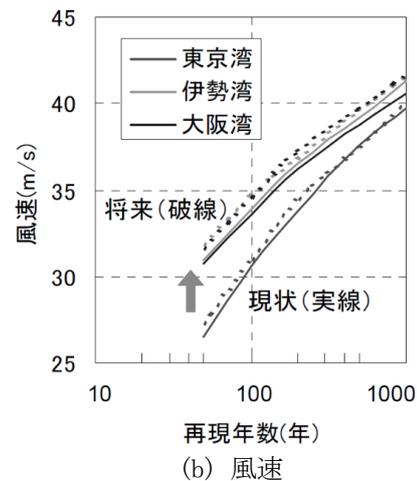
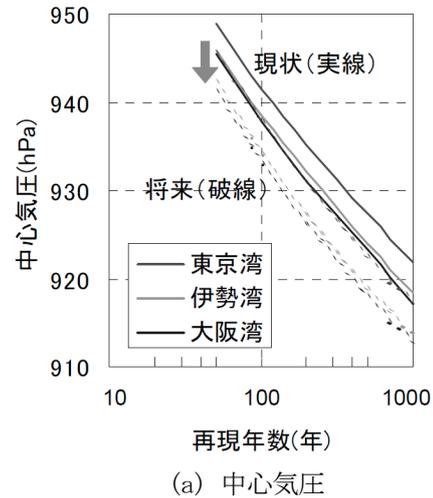


図-11 北に 1.5° 平行移動した場合の中心気圧と風速の変化



図-12 北に 1.5° 平行移動した場合の最大の高潮偏差の分布

一方、森ら⁵⁾は、大規模アンサンブル気候実験を行って、全球平均気温が現在より4℃上昇したときの気候実験を実施し、非温暖化現在気候実験と比較を行っている。気候実験に用いたモデルは、水平解像度約60kmの気象研究所全球大気気候モデルと水平解像度約20kmで日本域を対象とする気象研究所領域気候モデルである。

高潮を起こす台風として抽出した台風に関して中心気圧の超過確率を示したのが図-13である。この図から日本周辺における中心気圧の将来変化は全球平均より大きいことがわかる。また、将来変化が顕著となるのは940hPa以下の強い台風である。特に、920hPa以下の台風では台風の超過確率は1桁増加する。

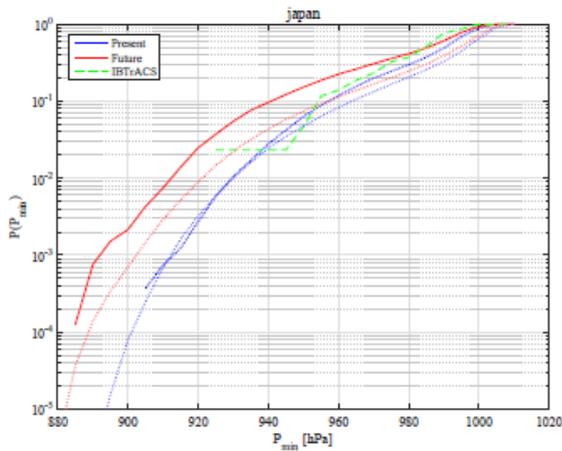
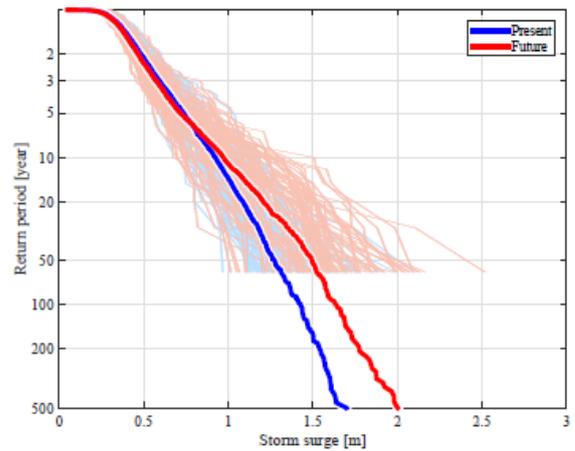


図-13 台風の中心気圧 P_{min} に対応する超過確率(日本周辺海域：太線，全休平均：細線，青線：現在気候条件，赤線：将来気候条件)

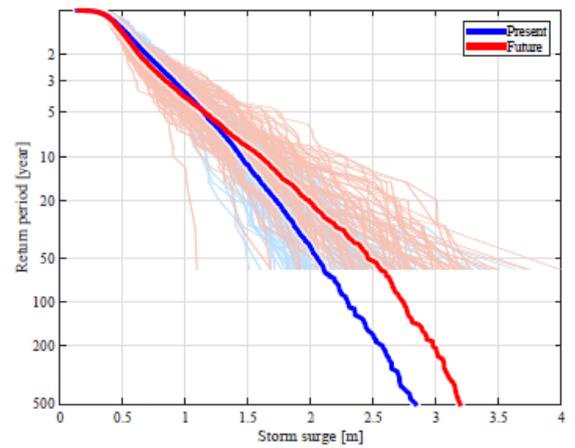
特定領域の高潮偏差については、非線形長波方程式を基礎方程式とする高潮モデルを用いて計算を行っている。図-14は東京湾と大阪湾における高潮偏差と再現期間との関係を示している。数年程度の再現期間では現在気候に比べて将来気候の高潮偏差が小さいが、再現期間が10年以上になると将来気候における高潮偏差が大きくなる。大阪湾において昭和36年(1961年)に観測された第2室戸台風による高潮偏差は2.45mであった。この高潮偏差の再現期間は現在気候では120年となるが、将来気候では40年となり、この程度の高潮偏差の発生頻度は2倍以上に高くなる。両気候条件における高潮偏差の差は再現年数の増加とともに大きくなるのではなく、再現年数が100年程度で飽和し、東京湾及び大阪湾共に、現在・将来気候間で0.5m程度の差にとどまる。

気候変動に伴う高潮の変化については、既に述べたような研究によってある程度明解になってきているが、高潮変化の定量性についてさらなる検討が必要であると考えられる。これらの研究は、一つの方向性を示す

もので、今後は、より詳細な解析を行うとともに、定量的な評価を追及することが重要であろう。



(a) 東京湾



(b) 大阪湾

図-14 高潮偏差についてのアンサンブルメンバー(細線)およびアンサンブル平均値(太線)の再現年数(青線：現在気候条件，赤線：将来気候条件)

3. 沿岸防災技術研究所の業務

沿岸防災技術研究所の業務は、以下の業務について取り組んでいる。

- ①沿岸防災技術に関する情報の収集・整理
- ②沿岸防災技術に関する調査研究の実施
- ③沿岸防災技術に関する政策提言
- ④沿岸防災技術に関する技術の普及
- ⑤大規模災害に関する調査研究

4. シンポジウム等の開催

沿岸防災の重要性についての啓発や防災技術の情報交換のため当センターでは国内外でシンポジウムやワークショップ等を開催しており、ここでは沿岸防災関連のものについてのみ紹介する。

4.1 コースタル・テクノロジー2018における防災関連論文の発表

2018年11月21日(木)に星陵会館 2Fホールにおいて「コースタルテクノロジー2018」を開催し、13編の論文を発表した。その内、防災関連については以下のような1編の論文発表を行っている。論文の詳細については、「沿岸技術研究センター論文集No. 18(2018)」を参照してほしい。

1) 指宿港海岸における侵食対策施設整備の検討

調査部 主任研究員 森本悟司

調査役 菊池洋二

(株)エコー 防災解析部 解析室室長 小野信幸

(株)エコー 構造設計部長 石本健治

前 九州地方整備局 鹿児島港湾・空港整備事務所
海岸課 海岸係長 中野史丈

同上整備局 同上事務所 同課 課長 雪丸敏昭

指宿港海岸では、高潮・高波による海浜の侵食が進み、汀線が大きく後退した結果、砂浜の持つ消波機能が失われた。その結果、近年では、越波による浸水被害が多発している。これに対して、平成23年度から国の直轄事業として砂浜の再生を含めた侵食対策が開始された。平成28年度からは、砂むし温泉を含む泉源に対して、整備による影響についての検討が行われている。本稿は、指宿海岸における侵食対策施設整備における検討の現状を報告するものである。

4.2 第6回日韓沿岸技術研究ワークショップ

本ワークショップの始まりは、2009年10月7日に当沿岸技術研究センター(CDIT)と韓国海洋研究院(KORDI: Korean Ocean Research & Development Institute)との間で研究協力協定書が調印されたことを契機として、隔年ごとにそれぞれの国で開催することになって沿岸防災ワークショップは計4回行われた。韓国海洋研究院は2012年6月1日に韓国海洋科学技術院(KIOST: Korean Institute of Ocean Science and Technology)として名称変更して、新たな歴史を開始しました。そして、みなと総合研究所(WAVE)が2012年にKIOSTと「沿岸技術分野の協力覚書」を締結したこともあって、従前からKIOSTと研究協力を行っている港湾空港技術研究所(PARI)も含めて、日韓両国における沿岸域の課題に係る最新の研究成果を発表し、相互の理解を深めることを目的にして新たに日韓沿岸技術研究ワークショップが始まった。第1回は2013年にソウルで、第2回は横浜、第3回目は韓国の安山、第4回は東京、第5回はKIOSTが釜山に移転したこともあって、釜山での開催であった。昨年の第6回日韓沿岸技術研究ワークショップは12月10日から12日の3日間、福岡のTKPで開催された。

開催に当って、最初にWAVEの山縣宣彦理事長による開会宣言があり、次いで、KIOSTのWoong-Seo Kim院長の祝賀挨拶があった。そのあと、WAVEの細川泰士顧問によって「Beneficial use of dredged material and rehabilitation of ecosystem on constructed tidal flat」と題する基調講演があった。

続いて、「海岸災害と対応」と題する技術セッションでは、KIOSTから1名と日本側からはCDITから1名、PARIから1名の研究発表があった。CDITの発表は、CDITのカムインズシステムの改良と台風1821号による検証について述べている。

次に、KIOSTのKwang Soo Lee筆頭研究員によって「Tidal Energy Development and Environmental Effects」と題する特別講演が行われた。続いて、「海岸管理」をテーマとする技術セッションが行われた。KIOSTから1名、日本側からはWAVEとPARIから1名ずつの発表があった。次の「海岸環境」をテーマとするセッションでは、KIOSTから1名、日本側からはWAVEとPARIから1名ずつの発表があった。最後の「技術開発」をテーマとする技術セッションではKIOSTから1名、CDITから2名の発表があった。CDITからは日本における港湾法と電力利用産業法に基づく海洋風力発電装置の技術基準に関する発表と東京国際空港のD滑走路に係わる動的検査について発表した。各セッションとも活発な討論が行われ、有意義な意見交換の場になった。

最後に、CDITの高橋重雄理事長からワークショップ閉会の挨拶があった。図-15は本ワークショップにおける主な参加者の写真である。



図-15 ワークショップにおける主な参加者

ワークショップの期間中に、関門航路および電源開発(株)若松総合事業所を見学した。関門航路では大型船が錯綜する様子を見学し、若松総合事業所では響灘洋上風力発電について説明を受けた。

4.3 第3回濱口梧陵国際賞

わが国の津波防災の日、11月5日が国連総会において「世界津波の日」として制定された。この機会をとらえ、江戸時代末期の安政南海地震の時に自らの資産

を投げ打ち村人の命を津波から護った濱口梧陵の名を冠した「濱口梧陵賞」を港湾空港技術研究所や他の団体と共同で3年前に創設した。本賞は、津波防災を始めとする沿岸防災分野で顕著な功績をあげた国内外の個人または団体を表彰するものである。

本年度の受賞者は、沿岸災害を引き起こす大きな要因である津波・高潮・高波の解明に大きな貢献を行った間瀬肇京都大学名誉教授兼特任教授と陸上遡上する津波の挙動解明や津波災害の実態調査による減災への取り組みに対してHarry Yeh米国オレゴン大学教授、南海トラフの地殻活動を大規模かつ高精度に観測する、世界で初めての地震・津波観測監視システムを構築したDONET開発グループになった。図-16は本賞関係者と受賞者一同である。



図-16 本賞関係者と受賞者

5. 調査研究の実施

沿岸研究センターにおいて受託・共同・自主研究を合わせて、80件程度の調査研究を昨年度に実施している。そのうち防災関連の研究は15件で、件数としては少し減っているが、占有率としては18%で、通年より2%少ないだけである。

これらの調査業務を災害の予測、減災対策、新技術に関する研究に分けて、その主なものを示す。

- ① 災害の予測技術に関する研究
 - ・海象観測データの活用
 - ・サンドウェーブやシルテーションによる航路埋没の予測
- ② 減災対策に関する研究
 - ・港内埋没対策
 - ・長周期波対策
 - ・高潮災害の再現
 - ・災害時の効率的点検
- ③ 新技術に関する研究
 - ・波浪・高潮に対する新技術の応用

6. 出版物の刊行

わが国は津波の常襲地域であり、津波に対する知見や経験が豊富である。津波に関するわが国の技術的知見を広く世界に情報発信することは当センターの業務の一つとして考えられることから、津波災害の危険性が高い国内外諸地域における人的被害軽減に貢献することを目的とし、津波に関する被害、現象、予警報及び被害軽減策等の技術的知見を紹介する書籍「TSUNAMI」と絵本「津波は怖い!」を出版してきている。

6.1 書籍「TSUNAMI」

書籍「TSUNAMI」は、津波から生き延びるために必要な知識を伝えることを主たる目的とし、読みやすい平易な本にした。このTSUNAMI本は、日本語版(2008年11月)を最初に出版し、引き続いて、インドネシア語版(2009年6月)、英語版(2009年10月)、韓国語版(2009年12月)を出版している。

2011年3月11日にM=9.0という大地震とそれによる大津波で東日本大震災となった。この災害は、多くの津波に見舞われてきた我が国においても過去に起きたことがないほどの巨大津波災害であった。この災害によって新たな多くの教訓が得られた。これらの教訓も取り入れた日本語改訂版を2016年3月は発刊した。

さらに、世界の人達にわが国で得られた津波の教訓を知ってもらうために2009年に出版した英語版の改訂版としてWorld Scientific社から2018年3月に出版している。津波災害の経験のない国の人であっても、外国旅行中に津波に遭遇するかもわからない。このように考えると、津波経験のある国の人でも経験のない国の人でも是非「TSUNAMI」の英語版を読んでいただければと思っている。英語版には図-17で示しているようにハードカバーとソフトカバーの2種類がある。ソフトカバーはお買い得値段となっているので、是非、外国の人に勧めて頂きたい。

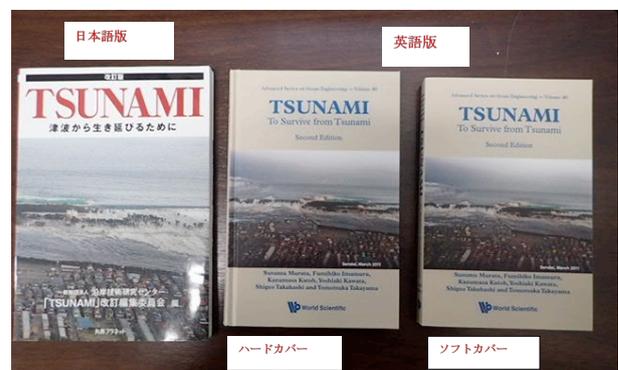


図-17 「TSUNAMI」改訂版

6.2 絵本「津波は怖い！」

小学生や中学生でも簡単に読め、尚且つ、正確な津波知識が身に付く簡易本として「津波は怖い！」と題する絵本を出版してきた。

「津波は怖い！」と題する絵本は、日本語版を2010年4月、インドネシア語版を2010年10月に出版した。2010年2月27日にM=8.8のチリ沖地震が発生したときに災害調査団員から本簡易本がチリ側に提供され、スペイン語に翻訳された。

2011年の東日本大震災が起こったこともあって、この津波災害から得られた教訓や写真画像を採用して、絵本「津波は怖い！」を大改訂した。

7. その他

これまでに紹介した取り組みのほか、当センターが実施している「沿岸気象海象情報配信システム(COMEINS)」の運用など、沿岸防災に関連する情報提供、港湾・空港の土木施設やその他の土木施設の耐震性能の評価に必要な技術の普及も実施している。

特に、COMEINSについては、波浪予測モデルとして用いてきたWAMモデルからWW3モデルへの移行を行った。近年、設計波より波高の小さいうねり性波浪で防波堤が被災する事例が出てきており、うねり性波浪の予測が重要になってきている。WAMとWW3の2つの波浪予測モデルの推算精度を検討してきた結果、波高の推算について両モデルともほぼ同じであったが、うねり性波浪の周期の推算においてはWW3の精度がよいことが明らかになった。そこで、平成29年11月から第4世代COMEINSとしてWW3モデルを主体にしたシステムに移行した。予測期間を10日以降までするとともに、予測頻度も1時間毎、予測回数も3回/日にするとした改良も加えた。移行当初はWW3による予測は実際の観測値より大きくずれることが多かったが、改良されたWW3を投入した結果、予測精度はかなり向上し、2日前からの予測では実務に活用しても大きな問題が生じることはない。

COMINSにおける高潮予測では、従前、気象庁が用いていた経験的予測手法を現在でも用いているが、近年のように高潮災害の危険度が上昇してきている状況においては精度の高い高潮の予測が望まれる。高潮の予測精度の向上のためには、経験的な高潮予測ではなく、高潮の発生・発達における物理メカニズムに基づいて構築した数値シミュレーションを採用する方向で現在検討を行っている。

沿岸防災の情報の提供や土木施設の耐震性評価といった技術の改善や普及に対してもCOMEINSの場合と同様に進めてゆくつもりであり、皆様の支援を期待するものです。

参考文献

- 1) 平石哲也：ヤンゴン港における2008年高潮被害に関する調査，港湾空港技術研究所資料，No. 1192, 2009.
- 2) 山口正隆・畑田佳男・花山格章・中村雄二：確率台風モデルと波高重回帰モデルに基づく台風時波浪の極値の推定，自然災害科学，14-2, 1995.
- 3) 河合弘泰・橋本典明：確率台風モデルの構築とそれを用いた高潮の出現確率の試算，港湾空港技術研究所資料，No. 1122, 2006.
- 4) 国富将嗣・高山知司：大阪湾における高潮と高波の同時生起確率特性，海岸工学論文集，第52巻，pp. 216-220, 2005.
- 5) 森 信人・志村智也・吉田康平・水田 亮・岡田靖子・Khu Janazarov Temur・石井正好・木下昌秀・高藪 出・中北英一：全球60kmAGCMを用いた大規模アンサンブル気候予測実験とこれを用いた高潮長期評価，土木学会論文集B2(海岸工学)，Vol. 72, No. 2, pp. I_1471-I_1476, 2016.