

沿岸防災技術研究所の活動について（平成 28 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、セミナーやワークショップを開催するなど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。本稿では平成 28 年度における沿岸防災研究所の取り組みを紹介する。

キーワード：異常降雨，航路埋没，最大クラスの高潮，異常経路台風，地球温暖化，第 4 回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

思われる。

昨年の本稿でも 100mm/h を超える降雨強度について書いたが、今年も、非常に強い降雨によって大きな災害が起きている。7 月 5 日から 6 日にかけて、福岡県と大分県を中心とする九州北部で集中豪雨が発生し、洪水と土砂崩れで、福岡県で 33 人、大分県で 3 人の 36 人の死亡が確認されている。特に、被害の大きかった福岡県朝倉市では 30 人の命が失われている。このように大きな災害をもたらした豪雨は 2 方向から流れ込んだ湿った空気が朝倉市付近に合流して発生した線状降水帯が長期間滞在し、猛烈な雨を降らせたことによる。浅倉市では 3 時間で 400mm の雨が降っている。これによって、多くの河川が氾濫し、土砂崩れで倒された杉の木などが流木となって民家を襲った。押し寄せた流木によって、水流だけの場合より大きな力加わり、家屋や橋が倒壊した。強烈な降雨による災害は九州北部だけではなく、日本の各地で起きている。

このような洪水の影響は、河川だけでなく港湾にも影響することを認識しておかなければならない。九州北部における洪水では崩れ落ちた土砂を含んだ河川水は河床や川岸を大きく洗掘し、この洗掘された土砂の量は河川流下土砂の 70～80% を占めたとされている。図-1 は洪水を起こした中小河川から筑後川に流れ込む様子を示している。このような大量の土砂は河川を通して海に運ばれる。重い土砂は河口部に溜まるが、軽い土砂は河口流や潮流に乗って沖に運ばれる。このようにして運ばれた土砂は比較的静穏な港内や航路に沈降埋没する。これによって航路埋没が生じ、船舶の運航に支障が出る可能性もある。特に、近年のように強度が 100mm/h を超えるような降雨によって大量の土砂が流下してくるような状況になると、港湾サイドでも何らかの対策を検討しておくことが重要になると



図-1 中小河川の濁流の筑後川への流出

本報告では、近年における台風の移動経路の特異性について述べるとともに、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. 近年の特異性台風の影響

2.1 台風の特異経路

台風はフィリピン東の海上において発生し、6月ごろまでは台風は中国や台湾に向けて西方向に移動する。そして、7、8月になると台風は西方向から北西方向に移動するようになり、韓国等に上陸する。9月に入ると台風は西方向から北方向に方向を変更し、日本に近づいてから北東方向に移動方向を変え、日本に上陸するようになるというのが基本的パターンとして教えられた。これを示したのが図-2である。このように台風の移動方向が変化するのは、台風そのものは自分で移動方向を変えることはできず、その時の気圧配置による気流に左右される。特に、夏期の高気圧の強さと位置に左右され、一般に、台風は高気圧の淵を通して動いてゆく。しかしながら、過去の季節的な気流の流れや気圧配置は安定していたために、大きな変動はなく、台風の経路も上述のようにほぼ安定したパターンを描いていた。図-3は近年において日本に上陸した典型的な台風の経路を示している。これらの典型的な台風はどれもみな同じような経路で、ほとんどが9月に上陸している。

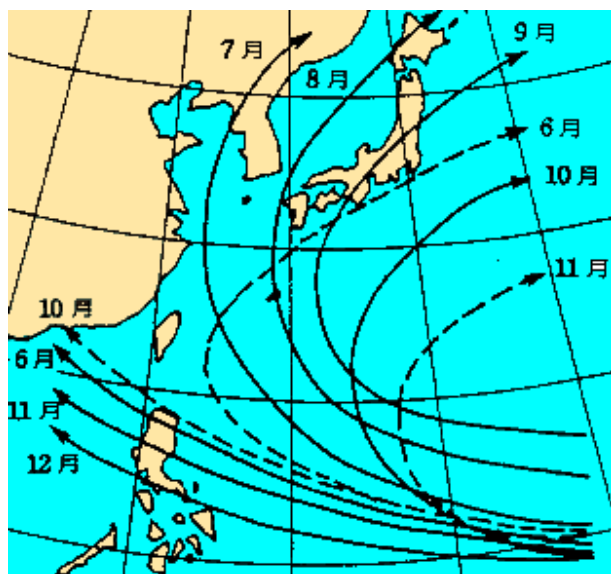


図-2 台風の月別の主な経路
(実線は主な経路、破線はそれに準ずる経路)

最近においては図-3に示したような典型的な台風経路とは大きく異なり、台風は日本の東海上で発生し、西方向に移動しながら迷走し、日本に上陸する台風が増えてきているように思える。その典型が図-4に示す台風1610号である。この台風は日本の東海上で発生し、西方に動きながら南西方向に向きを変え、さらに、急激に向きを北西方向に変え、太平洋側から岩手県に上陸している。このように東側から東北地方に上陸した台風は今まで起きたことがなかった。この台風によって発生された波によって仙台塩釜港の仙台港区では、

南防波堤を越波した波で背後が被災した。

今年も台風1705号は、やはり日本に東海上で発生し、迷走しながら西に移動し、当初、方向を北に移して九州に上陸する予測であったが、北東方向に移動し、四国の東を通して、和歌山県に上陸した。このように予測が当たらない経路の台風が多くなってきている。

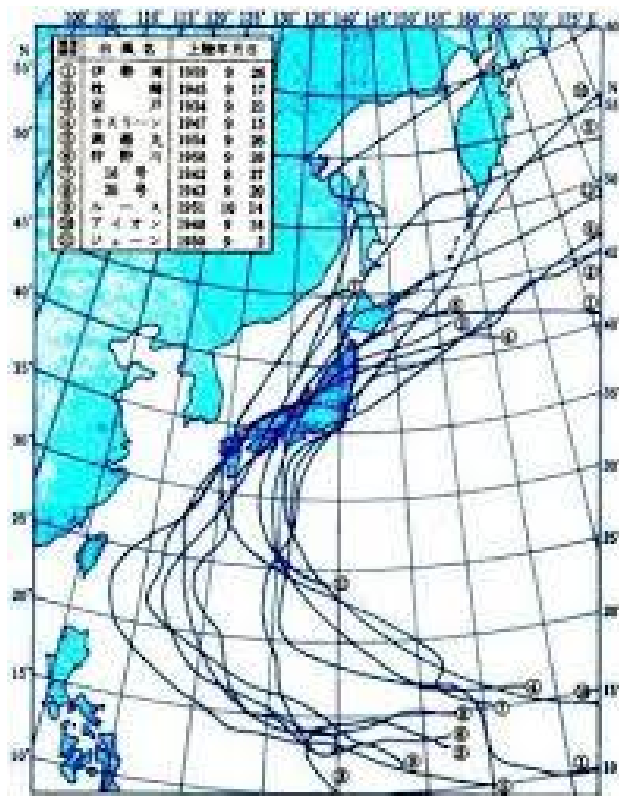


図-3 過去の典型的な台風経路

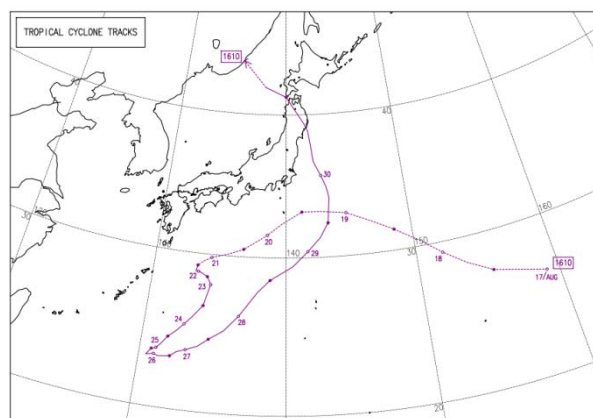


図-4 台風1610号の経路

2.2 台風の特異経路が与える影響

台風がフィリピンの東海上で起きるのではなく、日本の近海で起きるようになったのは、それだけ海水温の高い海域が北側に広がったためだと考えられる。こ

の原因としては、地球温暖化の影響がまず考えられる。地球温暖化は今後収まることは考えられず、温暖化の速度をどれだけ抑えられるかである。このことを考えると、台風が今までにない特異な経路を通過して日本に上陸してくるようになることが考えられ、台風 1610 号のような台風は非常に稀ではなくなる可能性がある。

台風 1610 号は大船渡に上陸したが、この台風が宮城県南部に上陸したと仮定したら、仙台湾北部に 1m 超の高潮が発生し、仙台塩釜港仙台港区における越波災害は更に被害が大きくなったと想定されている。高潮は強い風が海から陸に向けて吹くとき、風によるせん断力で海水が陸の方に吹き寄せられ、海面が増大することが大きな原因の一つである。もう一つの大きな原因は気圧低下による海面の吸い上げであるが、吸い上げは海域によらずどこでも起こる。しかしながら、吹き寄せは、海域の条件によって異なり、特に、水深が浅いほど、また、浅い海域が広がっているほど大きくなる。風によるせん断力は風速の 2 乗に比例するために、風速が大きくなると急激に増大する。

高潮はこのような特徴を持つために、台風が従来のように日本海側から日本を横断して太平洋に抜けても太平洋に面する湾では風は陸から海、また、海から陸に吹いても台風の進行方向とは逆になり、風速は下がり、高潮は大きくはならない。しかし、太平洋側から日本に上陸してくると、強い風が海から陸に吹き、高潮は大きくなり易い。ただし、岩手県の海岸はリヤス式海岸で水深が深く、大きな高潮は起きそうにないが、宮城県の石巻湾や青森県の陸奥湾や青森湾では大きな高潮の発生する可能性が高くなる。

台風の経路が変わるだけで、このように今まで高潮が起きていなかった海岸に高潮が発生する可能性が高くなる。今後はこのような海岸に対しても太平洋側から来襲する台風の経路と規模を想定し、発生する可能性のある高潮について推算しておくことが重要であろう。そして、高潮の規模によってどのような災害が発生するのか調べておくことも大切である。

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

セミナー等を開催しており、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2016における防災関連論文の発表

2016年11月24日（木）に発明会館ホール（東京都港区）において「コースタルテクノロジー2016」を開催し、11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4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. 16（2016）」を参照してほしい。

1) 北九州港（新門司地区）航路の埋没現象に対する基礎検討

調査部 主任研究員 佐藤昌宏
 前調査部 客員研究員 八尋明彦
 いであ（株）沿岸・海岸事業部 沿岸解析部
 部長 杉浦幸彦
 同上事業部 主査研究員 成毛辰徳
 九州地方整備局 港湾空港部
 港湾物流企画室長 河野正文
 中国地方整備局 広島港湾・空港整備事務所
 技術開発課長 平原俊明

北九州港（新門司地区）航路の埋没現象は、主に高波浪時に生じる土砂輸送が要因となることを、マルチビームを用いた深淺測量やNOWPHAS荻田から算定した波浪のエネルギーフラックスから推定した。埋没予測シミュレーションは、埋没パターンを再現するとともに、埋没量に対してもよい推定を示していた。埋没対策工法としては潜堤工法やトレンチ工法があるが、その効果については埋没予測シミュレーションによって検証しておく必要がある。

2) 防波堤捨て石マウンド内の津波浸透流の影響と腹付工の効果について

調査役 大村厚夫
 調査部 主任研究員 佐藤昌宏
 東北地方整備局 仙台港湾・空港技術調査事務所 前任建設管理官 青木伸之
 同上事務所 建設管理官 成田圭介

ケーソン式防波堤に津波が来襲した場合、防波堤の港内外水位差によって基礎捨て石マウンド内に浸透流が発生して、支持力が低下する。この現象を定量的に把握するために、地盤解析汎用プログラム「GeoFem改良版」を用いて検討するとともに、港内側腹付工による支持力増加の効果を確認した。

3) 下関港海岸山陽地区における水門設置による内水位解析と環境影響予測

調査部 主任研究員 田中真史
 前調査役 澁木哲人
 （株）エコー 技術本部 防災解析部 環境解析

室 課長 白木善章

同上解析部 課長 峯村浩治

九州地方整備局 下関港湾事務所 港湾保安
調査官 後藤 清

同上事務所 海岸課長 小関秀行

地盤高が低く多くの河川が流入する下関海岸の山陽地区では、海岸保全施設整備事業（高潮対策）として貯水池の拡大を図るために水門を可能な限り海側に設置する防護ラインが検討されてきた。そこで、水門閉鎖時の貯水域等の水位上昇および水門設置による水質環境の変化について検討した。その結果、水門の設置によって最大水位は地区内のすべての水域において外水位（潮位）より低くなることを確認するとともに、環境影響シミュレーションを用いて常時の水質環境は水門の設置で大きな変化が生じないことを明らかにした。

4) 指宿海岸における侵食対策施設の検討

調査部 主任研究員 秋本泰治

調査役 菊池洋二

九州地方整備局 鹿児島港湾・空港整備事務所
海岸課長 三好一喜

指宿港海岸にはかつて豊かな砂浜があったが、昭和以降の大型台風に伴う高潮、高波の被害を受け、海岸堤防が整備されたが、それ以降も砂浜の浸食は進行し、現代でも砂が流出し汀線が大きく後退したままの状態である。そこで、平成23年度から国の直轄事業として侵食対策の検討が開始された。平成27年度には離岸堤区域の現地整備に着手している。本稿は、指宿海岸における侵食対策施設の検討方法について概要を報告したものである。

4.2 第4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）との間で研究交流に関する協定書を調印したこともあって、隔年ごとにそれぞれの国で開催することにして、CDITとKORDIとの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）として名称変更することによって新たな歴史を開始している。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、活発な議論を通して、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回は横浜で、第3回目は韓国のKIOSTでの開催であった。そして、今回は日本での開催であった。

韓国側使節団は、2015年10月3日に羽田空港に到着後、PARIを訪問し、実験施設等の視察を行った。第4回日韓沿岸技術研究ワークショップは10月4日10時からTKP新橋カンファレンスセンターで始まった。

CDITの高橋重雄理事長による開会挨拶の後、Ki-Dai Yum元KORDI所長の祝賀挨拶が行われ、その後、PARIの栗山善昭所長によって「気候変化による沿岸域の地形変化」と題する基調講演が行われた。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。

次に、KIOSTのWoo-Sun Park 本部長による特別講演があった。題目は「安定性補強のためのオープンセルケーソンの港湾構造物への適用」である。図-5は講演会場の様子である。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。各セッションとも活発な議論が行われ、有意義な意見交換の場になった。



図-5 講演会場の様子

最後に、WAVEの鬼頭平三理事長からワークショップ閉会の挨拶があった。図-6は本ワークショップにおける主な参加者の写真である。

本年度のワークショップは韓国で行われることになるが、KIOSTが釜山に移動することもあるとあって、新しい釜山のKIOSTで行うことになった。

10月5日はKIOST側一行による神戸港および堺泉北港の視察が行われた。台風18号の接近により海上からの視察は中止し、神戸市役所の展望台において説明が

行われた。その後、堺泉北港に移動し、基幹的広域防災拠点の視察を行った。



図-6 ワークショップにおける主な参加者

4.2 濱口梧陵国際賞の創設

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氏の名を関した「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す。

第1回目の受賞者は、沿岸域における津波の挙動を再現する数値シミュレーション手法を開発した首藤伸夫教授、早期津波検知・津波予測システムの構築に貢献した米国のエディ・バーナード博士、チリにおいて津波警報の発令の迅速化に貢献したチリ共和国内務省国家緊急対策室となった。図-7は本賞関係者と受賞者一同である。



図-7 本賞関係者と受賞者

引き続きの講演会では、首藤教授からは「津波への対策」、エディ・バーナード博士からは「Tsunami preparedness: Is zero casualties possible?」チリ共和国内務省国家緊急対策室のビクトル・オレジャーナ時間から「The importance of collaboration between Chile and Japan」と題した講演があった。

4.3 津波シミュレータ (T-STOC) の講習会

沿岸部における津波の変形や津波による漂流物の挙動を計算するための津波シミュレーションモデル (T-STOC) を港湾空港技術研究所 (港空研) が公開することに決めた。公開するに当たっては津波シミュレーションモデルの普及を図るために、港空研と共同でモデルについて講習会を平成28年7月27日にTKP新橋カンファレンスセンターで実施した。

100名にも及ぶ多数の参加者があり、津波シミュレーションモデルの重要性が認識された。講習会では、津波シミュレーションユーザーマニュアルの解説書の説明とモデルの開発の経緯と計算事例の紹介が行われた。図-8は講習会の様子を示している。



図-8 講習会場の様子

5. 調査研究の実施

沿岸研究センターにおいて受託・共同・自主研究共同研究を合わせて、100件程度の調査研究を昨年度に行っている。そのうち防災関連の研究が22件で、22%の占有率で、昨年度とほぼ同じである。

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
 - ・埋没対策の高度化
- ② 減災対策に関する研究
 - ・港内埋没対策
 - ・長周期波対策
 - ・津波に対する防波堤の安定化
 - ・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

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！」を出版してきた。

6.1 書籍「TSUNAMI」

書籍「TSUNAMI」は、津波に襲われたときに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、数式等はほとんど使わないで、できるだけ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）で最初に出版し、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が起こった。この災害による教訓を取り入れた改訂版を2016年3月10日は発刊した。図-9は改訂版の写真である。初版に比べ、ページは1.5倍ほど多くなっている。本年度中には改訂英語版を出版する予定である。



図-9 TSUNAMI 改訂日本語版

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、その災害調査団員として派遣した職員によって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いるWAMモデルからWW3モデルへの移行を考えている。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。平成27年度から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28年度7月からWAMモデルと併用して、WW3の試験運用を行ってきた。その間に、WW3モデルの改良を行って予測精度の向上を図った。そして、本年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することになった。予測期間を10日以降までとするとともに、予測頻度も1時間毎、予測回数も3回/日にするとといった改良も加えることになっている。

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。