

11 沿岸海洋・防災研究部

津波防災に関するハード・ソフト複合対策に関する研究

Research on complex management which contains hardware and software for
TSUNAMI disasters

(研究期間 平成 24～26 年度)

沿岸海洋・防災研究部
Coastal, Marine and Disaster
Prevention Department

津波災害研究官 岡本 修
Research Coordinator Osamu OKAMOTO
for Coastal and Marine
Disaster Prevention

This research is about the complex measure contains hardware and software against tsunamis. In 2011 TOHOKU Earthquake, coastal area was widely damaged and new measures were requested. So in this research, I investigated the histories after the occurring the TOHOKU tsunami, and described issues about reconstruction of damaged area by tsunami.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、東日本大震災の経験から、特に被害の大きかった臨海部や沿岸域において、今後起こりうる津波災害に備えておくべきソフト・ハード複合的な対策についての研究を行うものである。中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会報告（平成 23 年 9 月）」において「とりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立」がいわれ、また同じく中央防災会議の防災対策推進会議の最終報告（平成 24 年 7 月）においても防災対策の基本原則として「ハード・ソフトの組み合わせにより災害に強い国土・地域を実現する」とある。このような政策方針の下、今後、津波災害対策を講じていく際に手助けとなる様々な手法等について研究を行うものである。以下に本研究の内容を示す。

〔研究内容〕

1. 東日本大震災後の施策動向の把握（平成 24～26 年度）

東日本大震災後に講じられている様々な施策（国レベル、県レベル、市町村レベル）を調べ、震災後の政府や被災自治体の震災への応急対応から現在の復興の状況に至る動きを整理し把握した。調査方法は各種文献調査、復興庁 HP、内閣府 HP、各県 HP、各自治体 HP や市政だより等を中心に情報収集した。その後、調査から得られた課題を整理し、対応策の一助となる事項について考察・整理を行った。

2. ソフト事業の効果把握に関する文献調査（平成 25 年度～26 年度）

津波防災に関するソフト事業の効果測定の実例を収

集したほか、ソフト事業の効果測定に関する様々な手法を資料収集し、ソフト事業の効果的・効率的実施に資するべく、上記知見の体系的整理を行った。文献調査の方法としては、インターネットの電子論文集のタイトルを検索し、ソフト事業の効果測定に関する実例を資料収集するとともに、ソフト事業の効果を測定する手法についても体系的に整理した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 東日本大震災後の施策動向の把握

(1) 港湾地域の被災状況調査

各機関が行った数種類の調査報告について事例収集し、被害の全体像と復旧・復興に向けた課題を整理した。湾口防波堤の被害が大きかった港湾における代替輸送の扱いが大きな問題であった。

(2) 発災後の各機関の対応・応急復旧に関する動向

各港湾とも航路啓開、防波堤復旧などに早期に取り組んでいるが、特筆すべきものとして、津波被災地の代替輸送を花巻空港、山形空港、福島空港が担った事例があった。

(3) 国の復興対策・制度改正

数次にわたる補正予算の計上、復興交付金の創設等により大型の予算措置がなされたが、その過程において、予算執行を見合わせる事態となった事業が見られ、社会問題となった。

(4) 港湾施設の復旧状況調査

コンテナ貨物量は復旧の早かった港湾ではおおむね震災以前と同水準もしくは過去最高を記録しているが、未だに航路の休止や、貨物量の大幅な落ち込みのある港湾が見られる。

(5)自治体の計画・実施に関する動向

各自治体揃って地域防災計画の見直し・改訂、復旧・復興計画の策定などを行っているが、地域での合意形成に時間を要し、復興事業が進んでいないケースもまま見られた。

(6)被災地域での復興に向けた動向

八戸港（青森県）、相馬港（福島県）、茨城港日立港区（茨城県）で見られるように、LNGの輸入基地新設といったエネルギー関連の新規立地に関する動向が目立っている。

(7)明らかになった課題の整理

一つ目は、福島空港のように平常時は航空路線が少ない空港であっても、災害時に仙台空港の代替輸送拠点として機能することが明らかになり、今後、平常時の有効活用の方策を考えていくことが課題として浮き彫りになったと考えられる。二つ目は、(3)でも挙げたとおり、復興予算の執行停止といった異例の措置があり、今後に向けた反省点であると考えられるが、早期の復興を目指したため、使用年限を比較的短期に設定していることも無関係ではないと考えられる。三つ目は、(5)でも挙げたとおり、特に防潮堤整備をめぐって行政と住民の意向が食い違うなど、地元合意の形成に時間を要した事例が各地で見受けられたことである。従来の土地に引き続き居住したいとの住民意向があったため防潮堤の整備を望んだ地域もあり、一方では防潮堤による防護を見直し、漂流物防止柵や避難施設の設置で対処するべきとの考え方が示された地域もあったことである。

(8)今後の巨大津波災害に向けた提言

上記の調査で明らかになった課題に対し、以下の通り解決策の一助としたい事項を挙げた。

- ・港湾・空港といった輸送基盤としての社会資本については、輸送協定の締結等により、平常時から輸送体系をあらかじめ確立しておき、それによって災害時に備えるといった戦略的な要素が必要であると考えられる。
- ・被災地の復旧・復興には国家大計の観点から長期的な検討が必要不可欠であり、決して予算の使用年限のみを意識した取り組みのみでなく、長期を見据えた対応についても配慮する必要がある。
- ・地元合意については近年では困難を極める事例が続出しているが、例えば、復興の構想段階から住民個々の意向を正確に把握するなど、従来の復興過程よりもきめ細やかな対応が各主体に求められるものと考えられる。

2. ソフト事業の効果把握に関する文献調査

津波防災ソフト事業の効果測定した文献等調査により、ハザードマップ、防災情報の提供、防災教育から地震保険といったソフト事業の種別に効果を測定した事例を整理・体系化するとともに、ソフト事業の効果測定するための手法についても体系的に整理した。また、各手法が有する特徴等を考慮しつつ、それらの実問題への適用性についても考察を加えた。結果として、ソフト事業のメニュー11項目にわたってその効果を定量的に算出した事例を示すことができた。また、ソフト事業の効果測定のための各種手法についての解説を施しただけでなく、その手法の活用方策として、研究機関と行政機関がタイアップした体制を構築することによってソフト事業の効果測定する方策についての提案等を行っている。なお、ソフト事業の効果測定する手法については、アンケート調査等の実地調査によるものとシミュレーション等による予測に大別され、その各々について数種類ずつの解説を施している。一例として、防災イベント等による防災意識の向上効果を定量的に算出する手法について以下の概念図に示す。

$$\begin{aligned} (\text{防災行動実行者数}) &= (\text{直接効果}) + (\text{間接効果}) \\ (\text{直接効果}) &= (\text{イベント等参加者数}) \times (\text{実行率}) \\ (\text{間接効果}) &= (\text{世帯数等潜在数}) \times (\text{実行率}) \end{aligned}$$

図-1 防災イベント等の効果イメージ

【成果の活用】

1.については、東日本大震災時の対応事例から、これまでの記録を整理し、今後の大規模津波災害時の対応の際の参考としてもらうことを意図したものである。

2.については、ソフト事業の効果測定に関する事例と手法を今後のソフト事業の進捗確認や改善等の参考としてもらうためにとりまとめたものである。

本研究では、ハード対策・ソフト対策のそれぞれにわたって幅広く対策の考え方をとりまとめることができた。この成果が防災対策の一助とならんことを切に願っている。

津波被害に対する海域環境復元力に関する研究

Study on resilience of coastal environment to tsunami disaster

(研究期間 平成 24～26 年度)

海洋環境研究室
Marine Environment Division

室長
Head
研究官
Researcher

岡田 知也
Tomonari OKADA
井芹 絵里奈
Elina ISERI

The eelgrass in Miyako Bay was greatly damaged by the tsunami. For future restoration of the eelgrass, we collected sediments from 110 stations in the bay and analyzed particle-size distribution and chemical composition in 2012 and 2013. The distribution of eelgrass was also measured at the same stations. The sediments on the south and west coast were suitable for eelgrass. On the other hand, the sediments on the east coast were coarser. We estimated that the restoration of eelgrass on the east coast would be slower than on the west and south coast.

[研究目的及び経緯]

東日本大震災の津波によって、東北地方沿岸域における港湾域および内湾域の生態系は破壊された。干潟・浅場は大きく地形変形し、底泥は攪乱され、藻場は消失した。地形、底質環境、藻場は、沿岸生態系の基盤であり、それらの復元なくして生態系の復元はあり得ない。それにもかかわらず、それらの復元に対して、現状では、積極的な対策は行われておらず、自然の復元力に期待している状態である。

ところが、今回の津波の様な強烈かつ広範囲な沿岸生態系および生態系基盤の破壊は近代科学にとって未経験であり、「自然の復元力に期待して、元の生態系に復元するのか?」、または「違った生態系となるのか?」、「復元するとしたらどの程度の期間で復元するのか?」等々、復元過程メカニズムがよく判っていない。

したがって、沿岸環境の復元力について知見を増やすことが、今後の沿岸環境の再生に向けて強く求められている。なぜなら、この復元力に対する理解が深まれば、復元力の弱い過程、遅い過程を、優先的に手助けするような、効率的な再生手法(復元力の促進)を行うことが可能になるからである。

今回の津波による沿岸生態系の被害は多面的かつ広範に渡っているが、本研究では、次の3つの理由からアマモ場に着目し、アマモの復元過程について検討する。①アマモは砂地盤に繁茂する。そのため、今回の津波により、砂地盤ごと根こそぎ消失した場所が多いこと。②アマモ場の再生には砂地盤の回復が必要であり、地形や底質環境の復元過程を合わせた総合的な環境復元過程を検討できること。③アマモ場は沿岸域

に生息する高次生態系の産卵場および稚子魚の生育場であり、高次生態系の生活史には欠かせない場所であり、その再生は急務であること。

そこで、本研究では、宮古湾におけるアマモ場を対象として、アマモ場および関連する底質環境の復元過程について検討し、それらの復元過程に関する知見を得ることを目的とする。

[研究成果]

(1) 手法

アマモの分布状況および底泥の調査を、2012年2月、2012年10月および2013年10月に宮古湾の湾奥の110地点で実施した(図-1)。この調査エリアは、地元漁業者の情報に基づき震災前にアマモが生育していたエリアとされたところである。各地点の底泥に対して、粒度分布を分析した。また、2012年10月の底泥については、化学組成分析を行った。

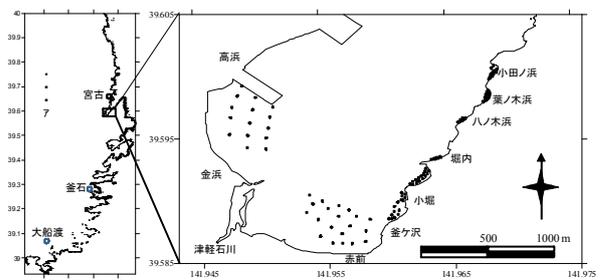


図-1 宮古湾における調査地点

(2) 結果

1) 粒度分布

粒度分布を、エントロピー法を用いてグループ化した。それらをアマモの適正粒径 (140 - 390 μm) に照らし 4 グループ (H1 - H4) に分けた。それぞれのグループは、次のような粒度分布の特徴があった。H1 (■): 適性よりも泥分が多く、アマモの生育にはあまり適していない。H2 (▲): 2つのモードの内、大きいモードは適性粒径を含んでおり、アマモの生育に適している。H3 (●): モードは適性粒径に一致しており、アマモの生育に適している。H4 (▼): モードは適性粒径よりも大きく、アマモの生育にあまり適していない。

これらの空間分布から水域を 3 つのゾーンに区分できた (図-2)。Z1: 現状でもアマモ生育に適した水域、Z2: 現状ではシルト成分が適性よりも多い底泥の水域、および Z3: 粗砂・礫成分が適性よりも多い底泥の中に、中砂成分を適度に含んだ底泥が点在している水域。この粒度分布の状況は、2012 年 2 月から 2013 年 10 月まで、殆ど変化なかった。

2) 化学組成

砂成分に対して、主要な化学成分 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 MgO 、 SiO_2 の空間的な特徴を、クラスター解析し、3つのグループ (C1: ■, C2: ◆, C3: ●) に分けた (図-3)。C1 は Z1 に、C2 は Z2 に、そして C3 は Z3 に主に分布していた。

3) アマモ場

2012 年と比較すると、2013 年のアマモ場 (図-4) は、Z1 および Z2 においては、密生の範囲が拡大していた。一方で、Z3 において、2012 年に見られた疎生の地点は、2013 年では確認できなかった。

(3) 考察およびまとめ

底泥がアマモに適している Z1 では、アマモが着実に拡大していたのに対して、Z3 のアマモ場は Z1 程は回復していなかった。粒度分布の結果は、Z3 はアマモの生育に適正な粒度分布よりも粗いことを示していた (図-2)。そして、その状況は 2012 年から 2013 年にかけて、殆ど変わっていなかった。化学組成の結果は、津軽石川河口の底泥と Z3 の底泥の化学組成は異なることを示した (図-3)。このことは、Z3 の底泥は、湾奥唯一の主要河川である津軽石川由来でないことを意味する。Z3 の底泥は、おそらく背後の山地から小河川等を通じて流入し、その供給量は小さいことが推測される。Z3 のアマモ場の回復には、Z3 の底泥の回復、すなわち砂分の増加が求められるが、このことを考慮すると、数年の短期間では砂分の回復は期待でき

ない。しかし Z3 にはアマモが既に点在して生息していることが確認されており (図-4)、Z3 はアマモが全く生育できない環境ではないと考えられる。

これらのことから、Z3 のアマモ場の回復は、Z1 よりもゆっくりとしたペース、または Z1 のように一面にアマモ場という生育形態とは異なり、点在する砂地にアマモ場が点在する生育形態になると考えられる。

[成果の活用]

ここで得られた知見は、宮古湾だけでなく、津波によって被害を受けた沿岸域の自然再生計画に活用することができる。

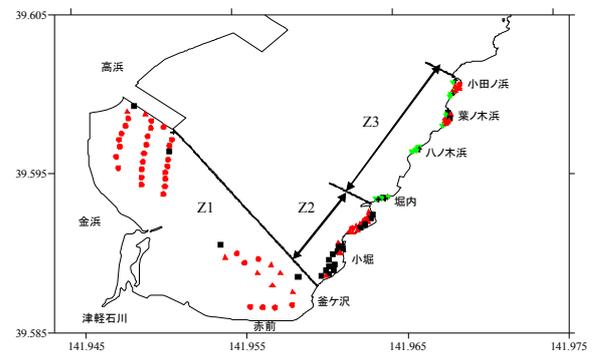


図-2 粒度分布の空間分布に基づく 3 つのゾーン

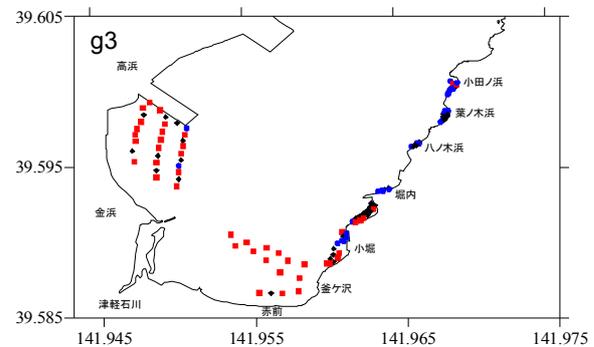


図-3 化学組成に基づいて 3 つにグループ化された底泥の空間分布

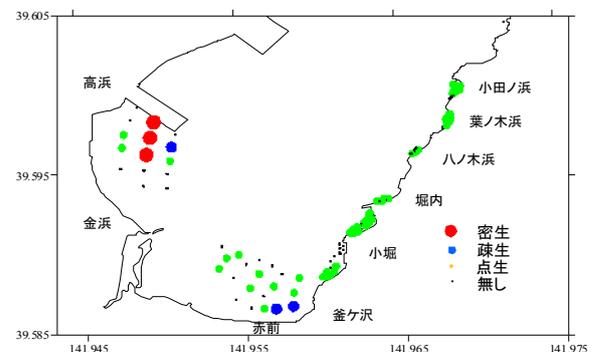


図-4 アマモの分布状況 (2013 年 10 月)

陸域から港湾内に流入する有害物質の挙動に関する調査

Research on behavior of toxic substance flowed from land in port and harbor

沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室

(研究期間 平成 25～27 年度)

室 長 岡田 知也
研 究 官 井芹 絵里奈

[研究目的及び経緯]

有害物質の多くは、都市活動によって発生し、河川等を通じて海域に流入し、シルトや粘土に吸着した形で海域中を漂い、沈降し、海底上に堆積する。これら一連の過程において、未解明な部分が多いため、将来的にどの範囲にどの程度有害物質が蓄積され、港湾活動に影響を及ぼし得るか等について不明確であり、今後の海底土砂の取扱におけるリスクの想定・適切な対応方策の検討に当たっては、陸域から海域に至る有害物質の時空間的挙動の把握が重要である。

東京湾をモデルケースとして、平成 26 年度には、平成 25 年度にモデル化した流入条件を境界条件として、港湾内での堆積・蓄積状況を空間分布として推定した。また、その堆積・蓄積状況を主要河川毎に計算することによって、各港湾に対する河川毎の影響を示し、各河川から流出した物質が、港内のどの水域に堆積し易いかを推定した。

港湾域における環境のデザインに関する調査

Study on environmental design in port and harbor

沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長 岡田 知也
研 究 官 秋山 吉寛
研 究 官 井芹 絵里奈

[研究目的及び経緯]

老朽化した港湾構造物の改修や耐震化に際して、環境配慮型の生物共生型の港湾構造物に改良することが検討されている。生物共生型護岸の場合、干潟、浅場のようなスポット的な配置ではなく、広域に配置することが可能な一方で、同一形状の生物共生型護岸が画一的に配置される危険性がある。この画一的な配置は、生物多様性の観点からは非効率であり、水域全体に対して種々の生物共生型護岸と干潟、藻場等の効率的な空間配置をデザインする必要がある。しかし現状では、この空間配置を環境の観点からデザインする技術がない。そこで本調査では、この技術の基礎的な検討をすることを目的とする。

平成 26 年度には、東京湾を対象として、まず魚類に着目し、沿岸域の魚類を生息場利用様式に基づき類型化した。類型化及び類型化から得られる知見は、多様な生物の生活史に基づいた生息場の最適配置を検討する際に、対象種数を減少させモデル化を簡略化させるだけでなく、生活史の特徴を抽出・整理し生活史を概念化させる有益な方法であることが示された。

湾域における環境の定量的評価に関する調査

Estimation of ecosystem service in port and harbor

沿岸海洋・防災研究部 海洋環境研究室

(研究期間 平成 25～28 年度)

室 長	岡田 知也
研 究 官	井芹 絵里奈
研 究 官	秋山 吉寛

[研究目的及び経緯]

種々の自然再生事業に対して、環境の観点からは、生物種・量の増加等の効果の評価はなされているものの、費用対効果の観点からは、ベネフィットの評価はなされていない。この課題は、環境事業全般にあてはまる長年の課題であり、また世界的にみても環境に関する共通の課題である。この課題に対して、国連によって生態系サービスが提案されているが、実際の貨幣換算にはまだ課題が多い。そこで本調査では、港湾域の環境を、貨幣化するのではなく、まずは定量化する手法を提案することを目的とする。

生態系サービスを貨幣換算しないで海洋状態を包括的に評価する新しい手法である **Ocean Health Index** (海洋健全度) を用いて、港湾域の環境を定量化することを検討した。東京湾の造成干潟、人工海浜、自然干潟を対象として、海洋健全度の計算手法の改良および既存データの不足等の課題抽出等の検討を行った。

都市部の沿岸域における海岸保全施設の維持管理手法に関する研究

Study on a Maintenance Method for Coastal Facilities on Urbanized Coastal Area

(研究期間 平成 25～27 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室

室 長 浅井 正
主任研究官 内藤 了二

[研究目的及び経緯]

沿岸域の海岸保全施設について効率的かつ効果的な維持管理を推進するために必要な研究を行う。我が国の沿岸域は背後に人口・産業が密集しており、ひとたび被災を受ければ甚大な被害がもたらされると言う特性がある。これまでの海岸保全施設の維持管理は事後保全によるものが基本であり、点検・診断のデータも十分に蓄積されていない状況にある。このため、沿岸域は個々の維持更新の優先度を定める尺度として、老朽度の評価結果にもとづく LCC があるが、これとあわせて被災時の後背地への影響等を考慮して、効率的に施設の維持更新を進める方法を検討する。

平成 25～26 年度は、直轄海岸における海岸保全施設の諸元、点検・診断結果、長寿命化計画等のデータ収集・整理を行い、海岸保全施設の LCC を計算するプログラムの作成を行うとともに、水門・陸閘の維持管理における課題の抽出を行った。

三大湾等の高潮災害リスクの推定とリスクマップの開発

Estimation of a Nation-wide Risk of Storm Surges and Development of a Risk-map

(研究期間 平成 22～27 年度)

沿岸海洋・防災研究部

部 長 鈴木 武

沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室

室 長 浅井 正

[研究目的及び経緯]

日本沿岸の高潮リスクを低減し、地球温暖化による高潮リスクの増大を一定の範囲内に抑える対策を検討するため、高潮による浸水被害を予測し、高潮対策の効果を適切に評価することができる手法を開発していく必要がある。そのため、推定方法が確立していない越波から越流の遷移過程における護岸通過流量を推定するモデルを構築し、そのモデルを高潮浸水モデルの推定精度を向上する。また、地球温暖化が進んだときの全国の高潮浸水による被害リスクを全国モデルを使って推計し、その地域的分布を表すリスクマップを作成する。

平成 26 年度は、IPCC 第 5 次評価報告書をもとに気候変動の影響を考慮した三大湾の高潮浸水予測を行い、沿岸部に与える影響を検討した。また、湾奥部における高潮を対象に、局地気象モデルを用いて計算された気象場を使って計算し、その結果をもとに越波・越流量等を計算するとともに、防潮堤の被災に与える影響を検討した。

水門・陸閘等の構造上の課題に係る技術的な検討

Study on Resilient Structures of Watergates and Floodgates for Earthquake or Tsunami

(研究期間 平成 26 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室

室 長 浅井 正

[研究目的及び経緯]

東日本大震災において多くの水門・陸閘も被災を受けた。海岸保全施設のうち水門・陸閘については、常時は開放されているが、地震の発生後、これにともなう津波の到達までに確実に閉鎖することが防護機能として求められる。また、設計津波を超える津波を考える場合、戻り流れに対する構造の安全性が考慮されていない。このため、被災状況を分析した結果にもとづき、防護機能が損なわれないような方策を検討する。

平成 26 年度は、水門・陸閘の被災調査結果等にもとづき耐震対策および対津波対策の双方の観点から構造上の課題を抽出するとともに、今後のかさ上げや耐震対策、自動化・遠隔化の実施状況にもとづき更新および維持補修における課題を抽出した。また、設計津波を超える津波による戻り流れが陸閘の構造に与える影響について数値計算を用いて検討した。

海岸保全施設の耐津波設計に関する研究

Study on Tsunami Resilient Structural Design for Coastal Protection Facilities

(研究期間 平成 26 年度～)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室

主任研究官 熊谷 兼太郎

[研究目的及び経緯]

通常海岸で目にする波に比べ、津波は周期が非常に長いという特徴がある。2011 年東北地方太平洋沖地震津波の被害調査によれば、海岸保全施設を越流した津波の流れにより周辺の地盤には洗掘が多数発生している。そうした被害を踏まえ策定された「港湾における防潮堤（胸壁）の耐津波設計ガイドライン」（国土交通省港湾局、平成 25 年）で「粘り強い構造」となるような構造上の工夫が示されているが、その効果は水理実験等で確認する必要がある。そこで、越流した津波の流れとその作用に関する水理実験を実施した。

実験では、現地の 1/10 の大きさになるように製作した胸壁模型を台風防災実験水路（国総研横須賀庁舎）の横断方向に設置し、水路備え付けの回流装置で定常の流れを発生させて越流した津波の流れを再現することにより、落水水脈の流速分布及び水圧分布を測定した。また、同条件で流体の数値シミュレーションを行い、実験結果との比較を行った。

港湾調査指針の検討

Investigation to Improve Research Guideline on Tidal Observation for Port and Harbor Development

(研究期間 平成 26 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室
沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室

室 長 浅井 正
主任研究官 内藤 了二

[研究目的及び経緯]

港湾調査指針にもとづいて作成された潮位観測マニュアルの改訂を行うための基礎資料を取りまとめる。港湾内の平均海面水位の長期的な変動を把握するにあたり、地形的な条件から、気圧等の気象海象条件が与える影響が外洋の場合と異なる可能性がある。また、埋立地の上に検潮所が設置されている場合が多く、地盤変動の影響を大きく受ける可能性がある。そこで、これらの影響を除去して平均海面水位を算出する方法をとりまとめるとともに、解析に必要な測量成果等の資料を整理し、これらのデータの記録・管理や検潮所の維持管理における課題を整理する。

平成 26 年度は、国土交通省港湾局が管理している検潮所のうち全国 10 ヶ所における観測記録をもとに、気象海象データや基準点の測量成果と比較して、平均海面水位の変動に与える影響について検討を行った。この結果をもとに、海象条件や地盤変動の影響を除去して平均海面水位を算出する方法を提案した。また、算出された平均海面水位変動について、他機関の実施する平均海面水位のモニタリング結果と比較して、その傾向を検討した。

港湾における危機管理対策のための情報共有に関する研究

Research on information sharing for crisis control measures in the harbor

沿岸海洋・防災研究部 危機管理研究室

(研究期間 平成 25～27 年度)

室 長 水谷 雅裕
主任研究官 里村 大樹

[研究目的及び経緯]

国際的なサプライチェーンが構築されている中、米国の同時多発テロや日本での東日本大震災においてサプライチェーンの脆弱さによる世界規模での経済活動（主に生産活動）の停滞が発生したことなどを踏まえ、テロや大規模自然災害時等の緊急時における事業継続の観点から適切な対応の必要性が改めて認識された。

緊急時における適切な対応のためには関係者間における情報共有が必要不可欠であり、その方策の一つとして情報の電子情報化が有益と考えられている。

本研究では、危機管理を支援する情報通信システムに要求される視点（信頼性、可用性、保守性等）を調査・分析し、現在のシステム構成の改善手段を検討する。

耐震強化岸壁（緊急物資輸送）整備方針検討調査

Research about the urgent supplies transportation that utilized an earthquake resistance quay

沿岸海洋・防災研究部 危機管理研究室

(研究期間 平成 26 年度)

室 長 水谷 雅裕
主任研究官 里村 大樹

[研究目的及び経緯]

本研究は、大規模災害等に対する港湾の機能継続能力を高めていくため、耐震強化岸壁の背後圏の状況や緊急物資輸送能力等を整理するとともに、地震発生後の効果的な活動手順をまとめていくための知見をとりまとめることを目的とする。

そのため、耐震強化岸壁の現状把握（計画への位置づけ、諸元、緊急物資の荷捌地・広場、保管・備蓄場所等）と耐震強化岸壁の条件・能力（災害時取扱実績、要件、背後圏人口の整理等）の整理を行うとともに、発災時活動手順の検討を行い、緊急物資輸送等に係る標準的な活動と留意点についてとりまとめた。

短波海洋レーダを用いたリアルタイム津波検知・湾内副振動計測技術の開発

Development of real-time tsunami and resonant oscillation detections using high-frequency ocean radar.

(研究期間 平成 24～26 年度)

沿岸海洋・防災研究部
沿岸域システム研究室
Coastal, Marine and Disaster Prevention
Department
Coastal Zone Systems Division

室長
Head
研究官
Researcher

松永 康司
Yasushi MATSUNAGA
片岡 智哉
Tomoya KATAOKA

When tsunami waves are coming to coastal regions, a high-frequency ocean radar (HF radar) can detect tsunami waves far offshore and understand the detailed surface current fields with high spatiotemporal resolution in coastal regions. Here, we developed new techniques for detecting tsunami signals as radial velocity by HF radar in real time and for reducing noise induced by airplane echoes in HF radar measurements. In the future, the development of these techniques will help to enhance a tsunami warning system.

【研究目的及び経緯】

東北地方太平洋沖地震で発生した津波が紀伊水道に襲来し、水道内で副振動を形成する様子を短波海洋 (high-frequency; HF) レーダで捉えることに成功した^{1),2)}。HF レーダは、陸上から電波を発射して海表面でブラッグ共鳴散乱した電波を受信することで、面的に津波流速を計測することができる。本研究では HF レーダを用いて、リアルタイムに津波・副振動を検知できる手法を開発するとともに、津波・副振動の信号を正確に検知するために航空機に起因するノイズの除去アルゴリズムを開発することを目的とする。

【研究内容】

1. 津波・副振動計測用の短波海洋レーダ(津波レーダ)の開発

和歌山県沿岸(美浜町、白浜町)に当研究室所有の DBF 式 HF レーダ(長野日本無線社製)を2局設置した(図1及び写真1)。2局の HF レーダの設置位置を検討する際には、津波計測及び波浪計測技術の精度向上を図るため、観測範囲内に和歌山県南西沖 GPS 波浪計の設置位置を含有するように留意した。津波検知するための最適な観測時間を検討するため、任意の観測時間でドップラースペクトルを計算できるように連続的に A/D データを取得し、外付け HDD に保存するようにシステム改良をした。無停電電源装置を導入して

災害時にも観測を継続できるようにした。また、従来の ISDN 回線に加えて光回線を併用することでデータ転送の高速化、ネットワーク環境の冗長化を図った。

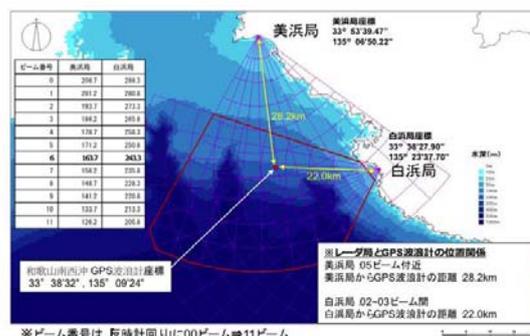


図1 短波海洋レーダの設置位置と観測範囲



写真1 美浜局の設置状況

2. 津波検知技術の開発

取得した A/D データを 256 掃引毎に解析して 1 分間隔のドップラースペクトルを計算した。これによる流速分解能は 4.8cm/s である。津波襲来時に HF レーダで計測される表面流速には、潮流や吹送流などの背景流と津波成分流が混在する。混在した表面流速から 60 分間の移動平均を施すことで簡易的に津波成分流を抽出できる。

実際に、東北地方太平洋沖地震の津波襲来時に近畿地方整備局所管の HF レーダ（湊局）で計測された視線方向流速に 60 分間の移動平均を施して、背景流と津波成分流を抽出した結果を図 2 に示す。60 分間の移動平均を施しているため、直近の 30 分間の津波成分流を抽出することはできない。自己回帰（Auto Regressive; 以下、AR）モデルを用いて最新の観測時刻を基準として 30 分先の表層流速を予測することで、HF レーダで計測された表層流速からリアルタイムに津波成分流を抽出する手法を開発した。

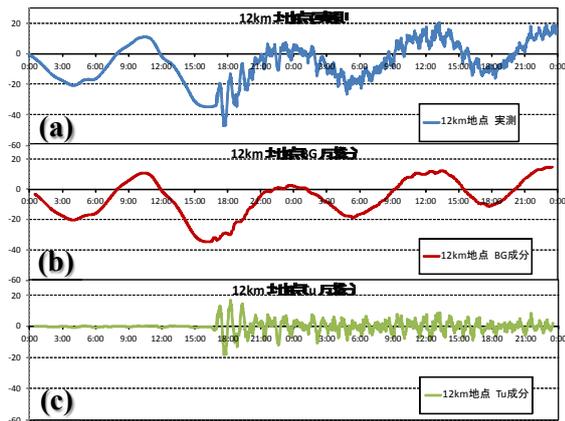


図 2 津波成分流の抽出結果

3. 11 津波襲来時に観測された視線方向流 (a)、抽出した背景流速 (b)、津波成分流速 (c)

3. 航空機ノイズの除去アルゴリズムの開発

数十分から数時間程度の周期を持つ津波を HF レーダで検知するためには、数分間の A/D データのサンプリングからドップラースペクトルを計算しなければならない。数分間のサンプリングデータからドップラースペクトルを計算することでノイズに対するシグナルの比 (S/N 比) が低下するため、HF レーダで津波を検知する上で、ノイズを軽減して S/N 比を高めることが極めて重要である。そこで、ドップラースペクトルに混入する航空機からの電波との干渉によって生じるノイズを除去するためのアルゴリズムを開発した。図 3 は美浜局で計測されたドップラースペクトルに混入していた航空機ノイズの除去前後の比較結果である。

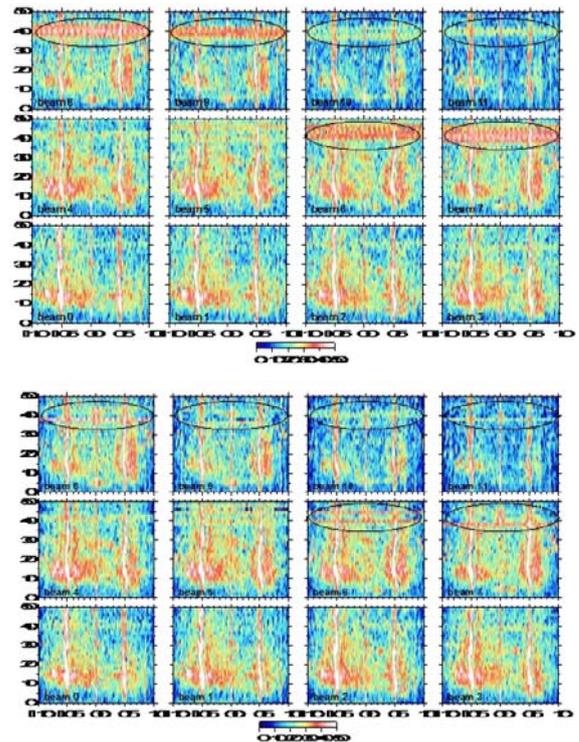


図 3 航空機ノイズの除去前後のドップラースペクトルの比較

上段：ノイズ除去前、下段：ノイズ除去後

Beam6-11 に混入している航空機ノイズ (楕円で記した箇所) が本アルゴリズムを用いることで効果的にノイズを除去されている。

【研究成果のまとめ】

国総研所有の HF レーダを和歌山県に設置し、システム改良することで津波レーダのプロトタイプを開発した。取得したデータを用いて津波検知技術と航空機ノイズの除去アルゴリズムを開発した。

【成果の活用】

本成果は、今後 HF レーダを津波対策に活用するための基盤技術となることが期待される。

【参考文献】

- 1) Hinata et al. (2011): Propagating tsunami wave and subsequent resonant response signals detected by HF radar in the Kii Channel, Japan, Estuar., Coast. and Shelf Sci. 95(1), 268-273.
- 2) 日向ら (2012): 紀伊水道における短波海洋レーダを用いた津波・副振動観測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 68(2), I_196-I_200.

砂浜海岸におけるプラスチック漂着ゴミの滞留時間モデルの開発

Development of residence time model for plastic litter on a beach

(研究期間 平成 25～27 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸域システム研究室

研 究 官 片岡 智哉

[研究目的及び経緯]

本研究では滞留時間の評価を念頭においた海岸踏査に基づく海ゴミの調査を実施し、併せて海浜・海底地形や波浪の情報を取得することで滞留時間を簡易的に計算できるモデルを開発することを目的とする。

本年度は、東京都新島の西岸に位置する和田浜海岸（900m×50m）において中国製プラスチック漁具を対象とした標識・再回収法に基づく観測を実施して、当該海岸における対象漁具の滞留時間の決定要因の1つである再漂流過程を明らかにした。その結果、対象漁具が海岸沖合に発生する沿岸流の収束域で再漂流していることが明らかとなった。この結果を検証するため、茨城県波崎海岸において対象漁具の動きを調べるための現地調査を開始すると同時に、ウェブカメラを用いた海浜流の連続モニタリングを開始した。

全球プラスチック漂着ゴミ量把握に向けた人工衛星画像解析アルゴリズムの開発

Development of algorithm for estimating the global amount of marine plastic on beaches using satellite images

(研究期間 平成 26～27 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸域システム研究室

研 究 官 片岡 智哉

[研究目的及び経緯]

本研究では屋内及び屋外でハイパースペクトルカメラを用いた撮影実験を行うことで、人工衛星画像からプラスチック漂着ゴミを検出するためのアルゴリズムを作成することを目的とする。

人工衛星画像の最高分解能が可視光線領域で0.5m、近赤外線領域で2.0mであり、一般的なプラスチック製品のサイズよりも大きい。そこで本年度は、人工衛星画像の1画素に占めるプラスチックゴミの割合と分光スペクトルの変化の関係を調べるため、2回の屋外実験と1回の屋内実験を行った。1画素に占めるプラスチックゴミの割合が小さくなるに従って、プラスチックゴミ固有の分光スペクトルが周囲の物質の分光スペクトルの影響を受けて減衰することがわかった。

レーダシステム運営費

Stable and continuous operation of ocean surface radar systems

(研究期間 平成 25～27 年度)

沿岸海洋・防災研究部 沿岸域システム研究室

室 長 松永 康司
研 究 官 片岡 智哉

[研究目的及び経緯]

短波海洋レーダを用いた津波・副振動計測技術を開発するため、和歌山県内に設置した当研究室所有の短波海洋レーダ2局のメンテナンスを定期的実施し、システムの安定的かつ継続的な現地計測を行うことを目的とする。

本年度も、電話回線によるシステムステータスのモニタリングや現地での詳細な点検（アンテナや局舎の外観、ドップラースペクトルの取得状況、定期的なメンテナンスを行うことで、長期的な欠測なしに安定的に連続的なデータを取得することができた。