

津波襲来時における漁船の避難行動を適正化するための 津波教育ツールの開発

Development of Tsunami Education Tool for Fishing-Boat Evacuation against Tsunami

本間基寛¹・片田敏孝²・村澤直樹³

Motohiro HONMA, Toshitaka KATADA, Naoki MURASAWA

Tsunami simulation for education was developed, this simulation helps a fisherman to acquire basic knowledge of tsunami and make a decision of fishing-boat evacuation against tsunami. Tsunami simulation is based on the simplified bathymetry, so specific knowledge of tsunami is effectively instructed. A lecture on tsunami disaster prevention for fishermen was held, and developed tsunami simulations were shown. As a result, fisherman's knowledge of tsunami characteristic was improved, so an education effect was confirmed. The fishermen who understood knowledge of tsunami correctly perceived the risk of tsunami and understood knowledge of fishing-boat evacuation. This study showed that the acquiring knowledge of tsunami contributes to be careful in decision-making of the fishing-boat evacuation.

1. はじめに

東海・東南海・南海地震や宮城県沖地震等の海溝型地震に伴い生じる津波により、甚大な被害の発生が懸念されている。我が国では過去にも繰り返し津波による被害を経験し、人的被害とともに漁船等の小型船舶の被害も数多く発生している。

過去の津波発生時には多くの漁師が漁船を津波から守るために避難行動（沖出し）を行っていることが報告されている（山本ら（1984）、河田ら（1994））。田中ら（2004）は、2003年十勝沖地震を対象とした津波からの漁船避難行動について調査分析しているが、多くの漁師が地震発生後に漁港へ行って海の様子を確認したり、漁船を沖へ避難させたりしている。また、漁船を沖へ避難させた際の待機場所の水深が十分に深くない等、適切な漁船避難行動をとっていないことも指摘されている。

津波警報が発表されると、漁師は津波襲来に伴う命の危険性と重要な財産である漁船の損失の双方を考えながら、漁船避難の可否を判断している。漁船避難の可否を適切に判断するとともに、確実に安全な海域へと避難するためには、津波の挙動特性や津波情報が有する不確実性を正しく理解しておくことが重要である。

そこで本研究では、漁師が津波発生時に漁船避難行動を適切に判断することができるための津波に関する基本的な知識を身につけさせることを目的とした津波教育シミュレーションを開発した。また作成した津波シミュレ

ーションを北海道根室市落石漁業協同組合に所属する漁師へ実際に提示し、その教育効果に関する検証を行った。

2. 津波の挙動特性に対する深い理解の必要性

津波襲来時における漁船被害を軽減させるためのソフト対策として、漁船利用者の避難方法や避難海域の設定方法に関する研究（例えば、水産庁漁港漁場整備部、2006；大橋ら、2007）が行われている。これらは津波襲来時における漁師の漁船避難行動のガイドラインになり得るものだが、適切に運用し、漁船避難行動に伴う犠牲者の発生抑止や漁船被害の軽減へとつなげるためには、実際に行動する漁師らが津波に関する正しい知識を有することが必要である。

災害時に発生し得る現象を住民にわかりやすく提示するための方法として、数値シミュレーションの有用性が指摘されている。従来の津波防災教育でも、対象地域において想定される地震津波が発生した場合にはどのような浸水状況となるのかを示した津波氾濫シミュレーションを住民らに提示し、自らの居住地域で予想される浸水被害を把握させることが行われている。市街地やその周辺を忠実に再現した高解像度津波シミュレーションは、地域の津波到達状況・浸水状況を視覚的にわかりやすく明示できることから、その地域における津波リスクの現状を理解するには効果的であるといえる。しかしながら、そこで提示するシミュレーションはあくまで想定シナリオの一つにすぎず、将来発生する津波がその想定どおりになるとは限らない。想定された地震シナリオ以外のケースもあり得ることを十分に説明しない場合には、災害イメージの固定化を招いてしまうことが考えられる。

また、過去の津波経験によっても津波災害イメージの固定化がもたらされることが考えられ、前回の津波襲来

1	学生会員	修(理)	群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻
2	正会員	工博	群馬大学教授大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻
3	学生会員		群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻

- ①津波の発生メカニズム
- ②深いところほど津波は速い
- ③屈折効果
- ④浅水効果
- ⑤湾での集中効果
- ⑥岬先端での収束効果
- ⑦島の後背部で津波が収束
- ⑧レンズ効果
- ⑨境界波
- ⑩湾内トラップ
- ⑪島嶼部トラップ

図-1 作成した津波シミュレーションの一覧

時と同様の漁船避難行動が必ずしも以後の津波においても安全である保証はない。

津波の襲来が予想される場合、漁師らは「正常化の偏見」などの要因により津波に伴う命の危険性を過小評価し、重要な財産である漁船の損失を防ぐべく漁船の避難を行うことが考えられる。一方、津波は様々な要因により複雑に挙動するために波高が局所的に高くなることもあり、極めて不確実性の高い現象である。津波襲来時に漁船を避難させることは極めて危険な行動であることから、明らかに安全である場合を除いて漁師らに漁船避難を思い止まらせなければならない。そのためには、漁師らに対して津波の挙動特性に関する深い理解を与え、津波は複雑な現象であるが故に正確な予報が困難であることを理解させるような教育が必要となる。

3. 教育ツールとしての津波シミュレーションの開発

前章では、津波襲来時における漁師の漁船避難行動を適正化するためには津波の挙動特性に関する深い理解を与えることが重要であることを述べた。そこで本研究では、津波の挙動特性についての知識を理解させることを目的とした津波シミュレーションを作成したので、本章ではその内容について説明する。

(1) 津波シミュレーションの作成方針

従来にも津波教育を目的とした数値シミュレーションは数多く作成されており、津波防災教育の現場で一般住民等へ提示されている。これらの津波シミュレーションでは、過去に発生した地震津波、或いは想定される地震津波を再現するよう実際の海底及び陸上地形データに適用したものがほとんどであった。前章で述べたように、漁師らに対して津波が不確実性を有する現象であることを認識させるためには、津波の挙動特性は様々な要因からなることを理解させることが必要である。漁師らに津波の挙動特性を理解させる際、実地形に適用した津波シミュレーションでは様々な特性による津波の伝播が合成されて表現されるため、教育したい知識項目を効果的に示すことが容易ではない。

そこで本研究では、特定の津波知識を効果的に教育することが可能な津波教育コンテンツとすることを目的として、教育したい津波の挙動特性をそれぞれ個別にわかりやすく表現できるよう、単純化した地形モデルにもと

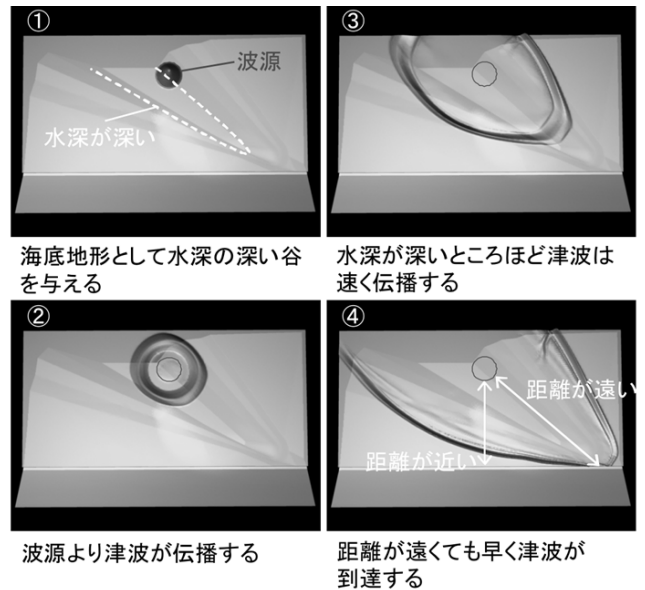


図-2 震源からの距離が遠くても津波が早く到達することがあることを示す津波シミュレーション

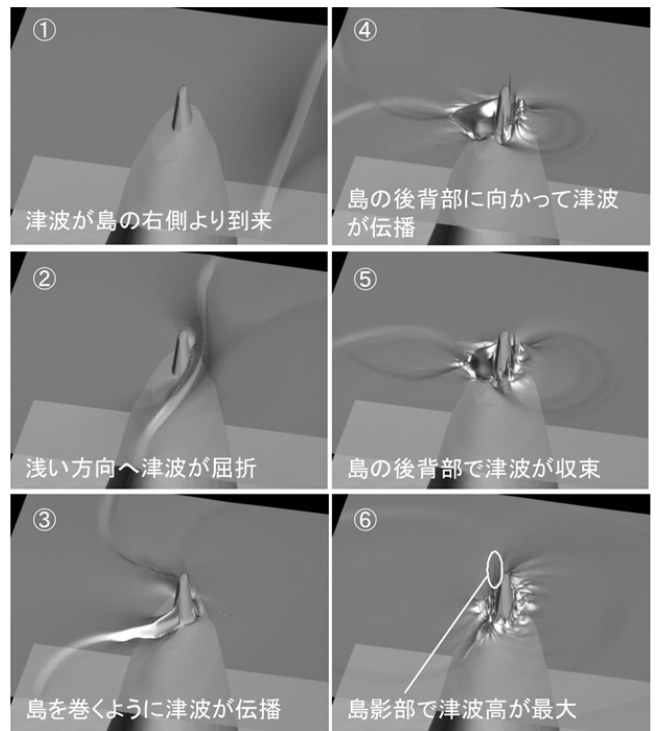


図-3 島の後背部で津波が収束し波高が高くなり得る様子を示す津波シミュレーション

づく津波シミュレーションを作成することにした。作成した津波シミュレーションの一覧を図-1に示す。津波シミュレーションは線形長波理論式によって計算を行い、その結果を3D-CGによってわかりやすく表現するようにした。津波シミュレーションを作成するにあたっては、教育したい津波の挙動特性が強調されるような地形モデルとした。

(2) 作成したシミュレーションの例

表-1 津波防災講演会と調査の概要

実施日時	2008年1月26日(月)午後3時～午後6時
調査対象	根室市落石漁協に所属する漁師のうち 防災講演会の受講者
調査実施方法	講演会前後に同一の質問票で回答 退出時に回収
講演会参加者	40名
有効回収数	30票
主な講演内容	地域における津波の発生可能性 想定される津波被害 津波の挙動特性に関する解説 災害時における住民の心理 津波による漁船被害の特徴

実際に作成した津波シミュレーションの一例を図-2、図-3に示す。図-2は「水深が深いところほど津波は速い」といった知識を理解させるための津波シミュレーションである。シミュレーションでは、津波が波源から同心円状に広がるのではなく、水深が深い溝を速く伝播することを強調しており、条件によっては震源からの距離が遠くても早く津波が到達することがあることを示している。

図-3は「島の後背部で津波が収束する」といった知識を理解させるための津波シミュレーションであり、島嶼部では場合によっては津波の到来方向とは反対側である島影部において津波が高くなり得ることを示したものである。シミュレーションでは、一様水深の中に単純な形状の島をモデル化し、画面右側から入射した津波が島を回り込むように屈折し、島の後背部で津波が重なり合うことによって波高が高くなり得ることを強調している。具体的な事例として、1993年北海道南西沖地震に伴う津波において、奥尻島では島影部にあたる東岸において高い津波打ち上げ高となったことが挙げられる(首藤ら, 1994)。漁師や住民らに対して津波知識の教育を行う際には、知識の根拠となる現象を示す津波シミュレーションを提示すると同時に、過去の被災事例やそれを再現した津波シミュレーションも併せて提示することが効果的であると考えられる。

このようなシミュレーションを漁師や一般住民に提示することにより津波に関する基本的な知識を与える防災教育コンテンツとして活用することができる。著者らは、シミュレーションを動画にしてインターネット配信し、一般住民が閲覧できるシステムを構築している(<http://dsei.ce.gunma-u.ac.jp/iroha/>)。

4. 津波シミュレーションの提示と効果の検証

本章では、前章において開発した津波シミュレーションを、漁師を対象とした津波防災講演会において教育コンテンツとして提示した事例について示す。また、講演会受講者を対象とした教育効果の計測結果を示す。

(1) 津波防災講演会と調査の概要

津波シミュレーションはわかりやすかったか

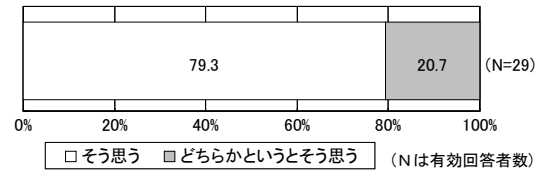


図-4 津波シミュレーションの理解状況

2008年1月26日(土)に北海道根室市落石漁業協同組合所属の漁師を対象とした津波防災講演会を実施し、津波シミュレーションを提示して津波知識に関する解説を行った。津波防災講演会の概要を表-1に示す。講演会には落石漁協に所属する漁師約170名のうち、40名が参加した。

根室市は過去にも1973年根室半島沖地震、1994年北海道東方沖地震などで津波による被害を受けており、津波の常襲地域である。後述のアンケート調査において、近年の津波襲来時における漁船避難の経験について質問したところ、毎回7割前後の漁師が漁船避難を行った経験があると答えている。中央防災会議が想定している根室沖・十勝沖を震源とするいわゆる「500年間隔地震」では6m以上の津波高となることが予測されており、津波による漁船等の小型船舶の被害が懸念されている。

津波防災講演会の冒頭では、漁師の津波や漁船避難に対する意識や知識についてのアンケート調査を実施し、漁師の原初状態を把握した。講演会では、図-1に示した津波知識の根拠となる現象を表現した津波シミュレーションとともに、過去の被災事例を再現した津波シミュレーションを併せて提示し、津波の挙動特性に関する解説を行った。そして、そのような津波の挙動特性を踏まえ、津波襲来時に漁船を避難させる際の適切な行動について解説するといった流れをとった。講演会終了後には、講演会冒頭と同様のアンケートを実施し、津波シミュレーションを活用した防災教育の効果について把握することとした。

(2) 津波シミュレーションの理解

まず、提示した津波シミュレーションが漁師らに理解されていたのかを把握する。図-4は、講演会で提示した津波シミュレーションが津波現象について理解できるわかりやすいものであったかを質問した結果である。このように、回答者全員が「わかりやすかった」または「どちらかというわかりやすかった」と回答しており、漁師らは津波シミュレーションをわかりやすいと感じていたことが確認できた。

(3) 教育効果の計測

次に、津波シミュレーションを提示したことによる教育効果の計測結果について把握する。前述のように、調査では講演会の事前と事後に同様の質問内容のアンケート調査を実施しているので、その前後比較により教育効

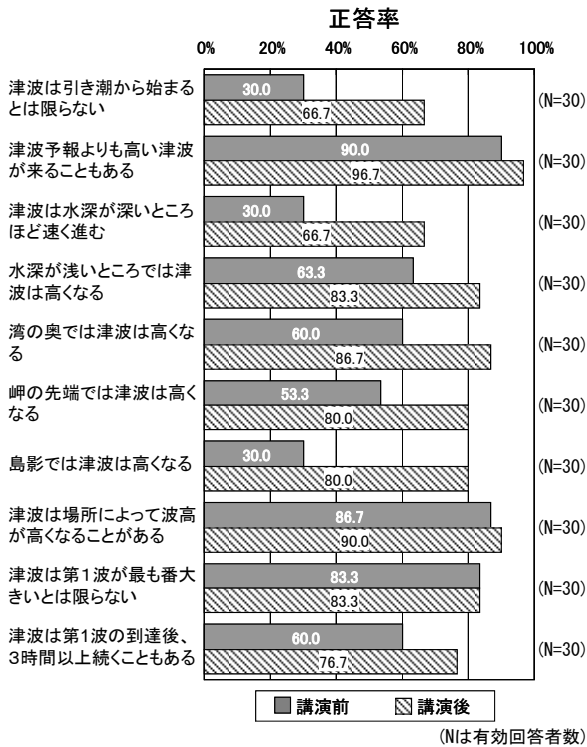


図-5 講演前後における津波知識の変化

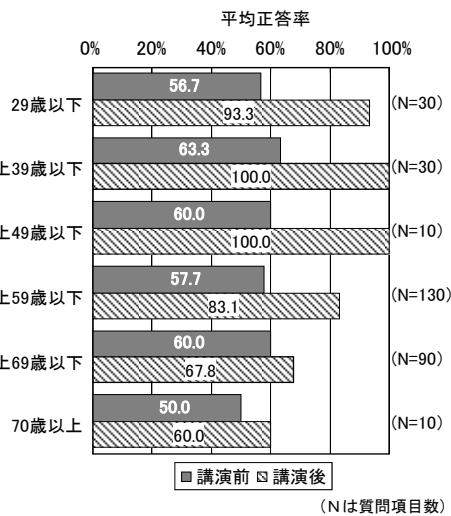


図-6 年齢別の津波知識の変化

果を計測することとした。

a) 津波に関する知識の改善効果

図-5は、津波シミュレーションを提示したことによる漁師の津波知識の改善効果を示したものである。津波の挙動特性についてのほとんどの項目で正答率が向上しており、津波の挙動特性に関する知識の改善が見られることがわかる。「津波は引き潮から始まるとは限らない」、「津波は水深が深いところほど速く進む」、「島影では津波は高くなる」という項目では正答率が大きく向上している。図-6は、年齢別の津波知識の変化を見たものである。講演前の津波知識に関する正答率は、全ての年齢階層で5~6割程度と年齢による差はさほどないかった。

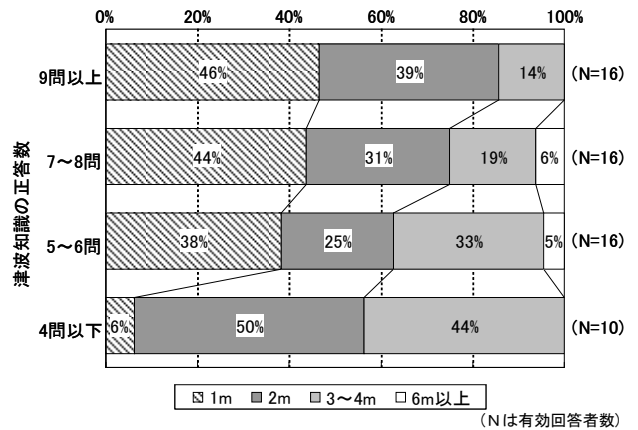


図-7 津波知識の正答数別にみた津波襲来時における命の危険性に関する認識

一方、講演後には20~40代で正答率が9割以上高くなっており、これらの年代で教育効果が大きいことがわかる。このように、年齢によって効果に差があるものの、単純化した地形モデルにもとづく津波シミュレーションを提示することにより、津波の挙動特性に関する知識を効果的に教育することができたことが確認された。

b) 津波の知識が津波リスク認知に与える影響

次に、津波の挙動特性に関する知識を得ることが、津波に対するリスクの認知にどのような影響を与えるのかについて検討する。津波の襲来が予想される状況下において、漁師らは到達する津波の高さに応じて自らの身に及ぶ危険性を認識し、漁船を避難させる際の安全性を判断すると考えられる。このとき、津波の危険性に対する理解が十分でなければ、極めて危険な状況下で漁船避難を行ってしまう。このような事態を避けるためにも、漁師らが津波の危険性に対する正しい認識を有することが必要である。そこで調査では、漁港・海岸滞在時においてどの程度以上の高さの津波が来ると自らの命に危険が及ぶと思うかについて質問をした。その結果を図-7に示す。多くの漁師が、津波の高さが1mまたは2mの場合でも命の危険性を感じている。また、津波に関する知識の正答数が多い漁師ほど、わずかではあるが津波に対するリスク認知が向上している。

c) 津波の知識が漁船避難行動の判断に与える影響

次に、講演の前後における漁師の漁船避難行動に関する知識の変化を把握する。図-8はその結果である。漁船の避難行動に関する全ての項目で知識の改善が見られた。とりわけ「漁船を島影まで沖出ししても、漁船の安全を確保できない」という項目では正答率が倍増する結果が得られた。調査で実施した別の設問において、過去の津波襲来時における漁船の避難行動実績について質問したところ、落石漁港周辺にある島の後背部に避難した漁船が多数存在していたことがわかった。通常の波浪では島影のほうが比較的静穏となることから、漁師は津波襲来

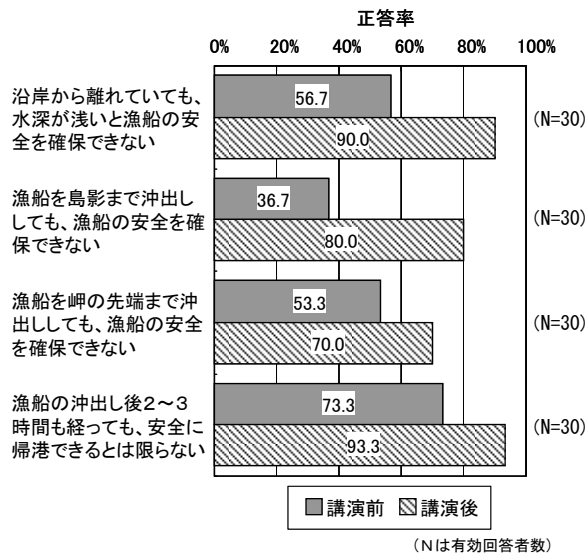


図-8 講演前後における漁船避難行動に関する知識の変化

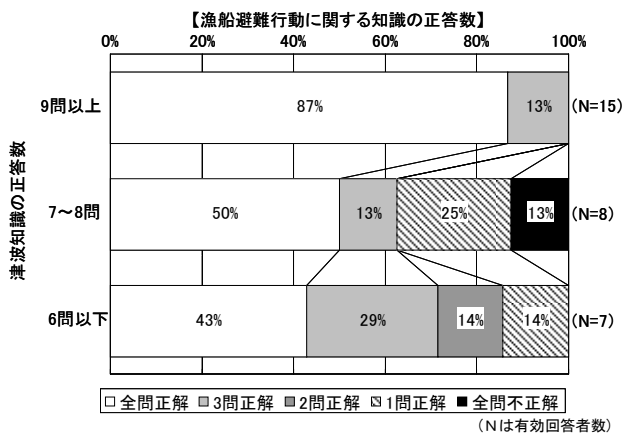


図-9 津波知識の正答数別にみた漁船避難行動に関する知識の正答数

時でもそのような避難行動が正しいと思いついていたと考えられる。

津波の挙動特性に関する知識が、漁船避難行動に関する知識に与える影響についてみる。図-9は、津波に関する知識の正答数別の漁船避難行動に関する知識の正答数である。これをみると、津波の知識に関する項目の正答数が多い漁師ほど、漁船の避難行動に関する正答数が多い傾向がみられる。したがって、津波に関する知識を改善させることにより、津波襲来時における漁船の避難行動を適正化することにつながるといえる。

5. まとめと今後の展開

漁師の漁船避難の判断や行動の適正化を目的とした教育ツールとして、漁師が有するべき津波知識に対応した津波シミュレーションを作成した。津波シミュレーションを漁師に提示した結果、津波の挙動特性に関する知識の改善が見られ、教育効果が確認された。津波知識を改

善した漁師ほど津波に対するリスク認知が向上し、漁船避難の可否の適切な判断に寄与することが示された。また、漁船避難行動に関する知識の改善が見られ、津波襲来時における漁船避難行動の適正化につながることを期待される。なお、本研究では必ずしも十分な調査データのサンプル数を確保することができておらず、定性的な分析に留まらざるを得なかった。今後さらに調査事例を重ね、過去の経験が津波の知識の適正化に与える影響等も含めた詳細な分析を行うことを課題としたい。

本研究では、津波の挙動特性をわかりやすく説明するためのシミュレーションを開発し、漁師を対象とした津波防災教育を実施した。このような防災教育コンテンツは漁師を対象としたものにとどまらず、一般住民を対象とした津波防災教育にも活用できると考えている。

近年、津波警報や避難勧告が発令された事例の多くで住民の避難率が低調な結果となったことが報告されている。津波発生時における住民の避難行動を促進させるための方策の一つとして、津波情報の理解度を高めることである。津波情報には不確実性が伴うことを正しく理解した上で、その情報を自らの命の保全にどのように役立てるかを考えてもらうこと、つまり津波情報リテラシーの向上が必要である。本研究で開発した津波シミュレーションは、一般住民の津波に対する知識・理解度の向上にも寄与できると考えており、今後一般住民を対象とした津波防災教育を更に実施していく予定である。

謝辞: 本研究は、平成19年度科学研究費補助金・基盤研究(A)【課題名: 災害に強い地域社会の形成技術に関する総合的研究, 課題番号: 19206055, 研究代表: 片田敏孝】の助成を頂いた。また、実施にあたっては、落石漁業協同組合、社団法人寒地港湾技術研究センターに多大なる協力をいただいた。ここに記して深謝する。

参考文献

- 大橋太郎・越村俊一・今村文彦 (2007): 津波襲来時の海上ハザードマップ作成要件の検討, 海工論文集, 第54巻, pp. 1351-1355.
- 河田恵昭・長谷川茂樹 (1994): 地震津波警報の伝達と避難マニュアルについて, 海工論文集, 第41巻, pp. 1186-1190.
- 首藤伸夫・松富英夫・卯花政孝 (1994): 北海道南西沖地震津波の特徴と今後の課題, 海工論文集, 第41巻, pp. 236-240.
- 水産庁漁港漁場整備部 (2006): 災害に強い漁業地域づくりガイドライン, 165p.
- 田中亮平・河田恵昭・井上雅夫・原田賢治・高橋智幸 (2004): 2003年十勝沖地震時における漁民の避難行動に関する実態調査, 海工論文集, 第51巻, pp. 1301-1305.
- 山本正昭・中山哲巖・坂井淳・三橋宏次 (1985): 日本海中部地震津波による漁港内の漁船被害, 第32回海溝論文集, pp. 460-464.