

津波襲来時における漁船の避難対応に関する研究

Study of Fishing-Boat Evacuation Correspondence against Tsunami

片田敏孝¹・村澤直樹²・高柳省一³・岩佐雅教³・松下圭吾³

Toshitaka KATADA, Naoki MURASAWA, Syoichi TAKAYANAGI, Masanori IWASA and Keigo MATSUSHITA

The guideline issued by the Fisheries Agency prohibits fishing-boats from evacuating to the offing. While the present fishing insurance almost insure fishing-boats hit by tsunami, it doesn't insure life during suspension at all, the fishermen bear big burden economically. Therefore many fishermen evacuated fishing-boats to the offing to protect them, but we find some problem fishermen don't have enough knowledge of tsunami. In this study, we practice the survey of fishermen's consciousness and actual fishing-boat's evacuation, and we build rules of fishing-boat's evacuation and communication method, to promote fishermen's correct knowledge of tsunami and to evade evacuation on dangerous situation.

1. はじめに

過去の地震をみると、津波警報発表時に多くの漁民が漁船を守るため漁船を沖へ避難させている(田中・河田ら(2004))。しかし、1983年の日本海中部地震津波において漁船避難に伴う漁船の転覆によって10名の死者行方不明者が発生するなど(土木学会, 1983)、我が国では漁船避難に伴う人的被害や漁船被害が多く発生している。

このような背景の下、水産庁では、津波襲来時の船舶の避難行動についてガイドラインを提示している(水産庁漁港漁場整備部, 2006)。このガイドラインでは、人命を第一に考え、津波警報発表時の港内漁船の沖への避難を禁止している。しかし、最近の津波警報発表時の漁船避難をみると、依然として多くの漁民が漁船を避難させていることに加え、安全な海域へ避難していないことや津波警報解除前に帰港していることなど、漁民の津波に対する知識が不十分であるが故の課題が散見された。

このようにガイドラインと実際の避難対応に大きな乖離がある。これは、田中・河田ら(2004)が指摘している通り、現行の漁業保険制度では、津波により漁船が被災した場合、減価償却後の残存価値に対する保障しかされず、修理期間中の休業保障がないなど、漁民が経済的に大きな損失を被るためと考えられる。そのため、漁民は自分の財産であり生活の糧である漁船を守るため、命の危険を冒してまでも漁船を避難させようとするのであろう。現状のままでは、命に危険が及ぶような大津波が襲来する場合でも、多くの漁民が漁船の避難を行い、津波により甚大な被害を受けることが容易に想像できる。

そこで本研究では、漁民を対象とした意識調査を行い、漁民の津波に対する現状認識を明らかにした上で、漁船避難の実態調査を実施し、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールと情報伝達方法を検討した。また、陸上滞在時に加え、海上滞在時の漁船避難について留意すべき事項を整理し避難ルールを検討した。

2. 津波現象の不確実性に対する理解と漁民による検討の必要性

津波襲来時に港内漁船を避難させなければ、津波により漁船が損壊し、漁民は経済的に大きな損害を被ることになる。そのため、津波警報が発表されると、表-1に示す通り、漁民は漁船を避難させなかった場合の漁船損壊に伴う損失と避難させた場合の命の危険性の両者を考えながら、漁船避難の可否を判断していると思われる。表-1より、漁船避難の判断を考えると、漁民は漁船損壊に伴う損失も命の危険性も基本的にはどちらも受け入れ難く、両者の葛藤の末、津波に対する理解の欠如や「正常化の偏見」などの要因によって、津波に伴う命の危険性を過少評価し、漁民の財産であり生活の糧である漁船を守るため漁船を避難させていると考えられる。

一方、津波は沿岸条件など様々な要因によって波高が局所的に高くなる極めて不確実性の高い現象である。そのため、津波襲来時に漁船を避難させることは非常に危険な行動であり、明らかに危険と思われる場合は漁民に漁船避難を思いとどまらせる必要がある。そのためには、

表-1 漁船避難に伴う損失と命の危険性の関係

		避難させた場合の命の危険性	
		受け入れる	受け入れない
避難させなかった場合の漁船損壊に伴う損失	受け入れる	—	避難させない
	受け入れない	避難させる	葛藤の発生

- | | | | |
|---|------|----|--------------------------|
| 1 | 正会員 | 工博 | 群馬大学大学院工学研究科教授 |
| 2 | 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 |
| 3 | 非会員 | | (社)寒地港湾技術研究センター |

漁民に対して、津波現象の不確実性に対する理解を与え、津波現象が不確実性を有するが故に発表される津波予報も不確実性を有することを理解させる必要がある。

津波予報や避難勧告等の発信者である行政は、津波現象が不確実性を有するが故に、津波襲来時の漁船避難に対して責任を負えない側面がある。また、津波襲来時の漁船避難は、漁民の財産であり生活の糧である漁船と命に関わる漁民自身の重大な問題であり、漁船避難の判断は他者に委ねられるべき問題ではない。そのため、漁船の避難対応について、漁民自身で受け入れ可能な避難ルールを検討し、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールの構築が不可欠である。

このような認識の下、本研究では、漁民自身の検討を通じて、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールや情報伝達方法を検討するため、北海道根室市の落石漁業協同組合に所属する漁民を対象として「津波災害に強い漁業地域の安全・安心プロジェクト」を立ち上げ、12名の漁民代表からなるワーキンググループ（以下、漁民WG）において検討を行った。

3. 漁民の現状認識と漁船避難の課題の把握

前章では、津波襲来時の漁船避難について、漁民に対して津波現象の不確実性に対する理解を付与し、漁民自身の検討を通じて、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールの検討が必要であることを述べた。本研究では、まず漁民を対象とした意識調査を実施し、漁民の津波に対する現状認識を明らかにした上で、漁船避難時の所要時間と課題を把握するため、漁船避難の実態調査を実施した。以下にそれらの概要を説明する。

(1) 漁民の津波に対する現状認識の把握

a) 漁民を対象とした意識調査の概要

2008年1月に落石漁協が開催した総会において、アンケート調査を実施した。総会には落石漁協に所属する漁民約170名のうち40名が参加し30票の有効回答を得た。

当該地域は、過去に1973年の根室半島沖地震など、津波により多くの被害を受けてきた津波の常襲地域であり、特措法の推進地域に指定されている。当該地域では、根室沖・十勝沖を震源とする「500年間隔地震」の発生に伴い6m以上の津波の襲来が想定されており、漁船の避難による被害が懸念される。本調査は、漁民の津波に関する現状認識の把握を目的として実施した。

b) 津波知識の欠如と命の危険性に対する過小評価

当該地域で1994年の北海道東方沖地震以降に津波警報が発表された地震をみると、約8割に及ぶ漁民が漁船を沖へ避難させている。図-1より、それらの地震で漁民が漁船を避難させた際の海域の累計をみると、津波の波高が局所的に大きくなる恐れのある島影や岬の突端、狭

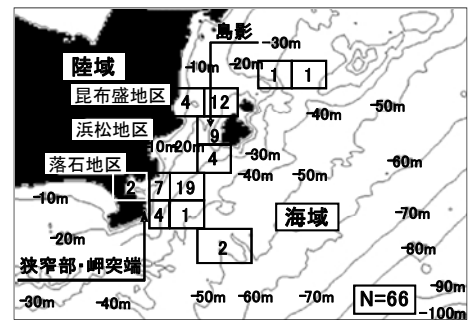


図-1 過去の地震における漁船避難時の避難海域

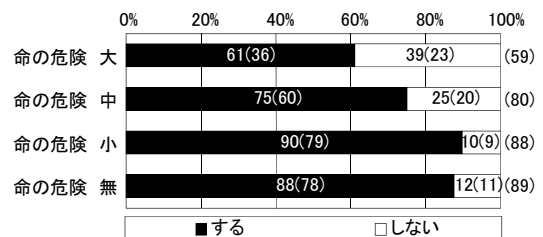


図-2 漁船を避難させた場合の命の危険性と漁船の避難意向

窄部などに多くの漁民が漁船を避難させている。また、漁船を避難させた場合の命の危険性と漁船の避難意向の関係について3段階に分けた津波警報毎の累計をみると、図-2より約6割に及ぶ漁民が命の危険性が大きい場合でも漁船を避難させようとする傾向にあることがわかる。これらの結果から、現状の漁民は、津波に対する知識が不十分であるが故に適切な対応を取れず、命の危険を冒してまでも漁民の財産であり生活の糧である漁船を守るため、漁船を避難させようとする傾向にあることが明らかとなった。このような現状は、今後の大津波の襲来に当たって非常に危惧すべき状況であり、漁民の津波に対する正しい知識の付与が不可欠と言える。

(2) 実態調査で明らかになった漁船避難の課題

a) 漁船避難の実態調査の概要

落石漁協は、落石港、浜松港、昆布盛港の3港を有し、動力船107隻、船外機船184隻の計291隻を所有している。本調査は、出港準備から避難海域までの所要時間と漁船避難の課題把握を目的として実施した。本調査では、4.9tから19tまでの動力船24隻が3港から出港し、水深50mまで避難することとした。なお、調査に当たっては、避難の所要時間や航行速度、航行ルートなどの詳細を把握するため、参加した全船に携帯用GPSを所持させた。

b) 漁船避難の所要時間と明らかになった課題

表-2より、実態調査結果に基づく所要時間をみると、出港準備に2~3分、出港から港口までの移動に2~3分を要し、港口から水深50mまでの移動に18~20分を要した。この所要時間とGPSで計測した航行距離から漁船の航行速度を算出すると、港内で10ノット、港外で18~20ノットとなり、港内の航行速度が港外の半分程度であることを把握できた。また本調査では、調査終了後、

表-2 漁船避難の実態調査結果に基づく所要時間（単位：分）

地区	出港準備	出港から 港口まで	港口から 水深30mまで	水深30mから 40mまで	水深40mから 50mまで
落石	2.4	3.1	4.5	3.6	9.0
		(3.1)	(7.6)	(11.2)	(20.2)
浜松	2.1	1.9	5.0	3.3	7.6
		(1.9)	(6.9)	(10.2)	(17.8)
昆布盛	2.0	1.5	7.3	3.5	7.7
		(1.5)	(8.8)	(12.3)	(20.0)

※括弧内の数値は出港からの所要時間を示す。

実態調査を踏まえた意見交換会を実施し、漁船避難の課題について検討した。その結果、漁船避難における以下の課題が明らかとなった。

- ・一斉に全力で出港した場合、輻輳によって後続の漁船の離岸や航行に影響する。
- ・地震発生時の乗船可能人数によって、出港準備時間に大きく影響する。
- ・大地震により被害が大きい場合や冬期・夜間・休日の地震の場合、漁港までの所要時間に大きく影響する。
- ・無線設備の無い漁船の情報の取得方法や伝達方法の検討が不可欠である。

本調査で得られた所要時間や航行速度と明らかになった課題を踏まえて、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールや情報伝達方法の検討を行う必要がある。また、本調査の結果は、地震や天候等による影響のない理想状態における結果であるため、津波警報発表時における避難時間や猶予時間等の設定に当たっては、その点に留意した検討を行う必要がある。

4. 危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールの検討

2章では、津波襲来時の漁船避難が漁船と命に関わる漁民自身の重大な問題であり、漁船避難の判断が他者に委ねられるべき問題ではないため、漁民自身で検討し、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールの構築が必要であることを述べた。

そこで、漁民WGの検討では、まず津波知識の根拠となる津波シミュレーションを提示し、時々刻々と変化する現象や沿岸地形によって局所的に津波高さが高くなる状況から津波現象の不確実性について説明し、漁民自身で検討する必要性を確認した。本研究では、漁民WGで計8回の検討を行い、漁民の津波現象や津波情報の不確実性に関する知識を付与し、ガイドラインの漁船避難に関する考え方を提示しながら、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールや迅速な対応を実現するための情報伝達方法の検討を進めた。以下にその内

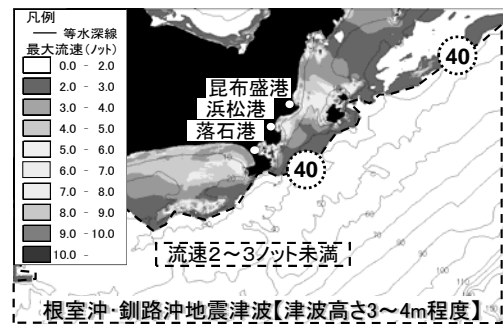


図-3 津波の予想高さに応じた流速分布図

容について説明する。

(1) 危険な状況を回避するための避難ルールの検討

a) 安全な避難の実現に向けた避難海域の設定

津波襲来時の避難海域は、漁船が操船不能となったり津波に遭遇し転覆等の被害に遭わない条件を満足する必要がある。ガイドラインでは、以下の2つを示している。

①流速条件：津波流速によって漁船等の船舶が操船不能となる限界流速以下であること（船速が津波流速の5倍以上であれば保針可能である）

②碎波条件：碎波が発生しない水深であること

- ・孤立波の場合： h （水深） $=H/0.827$ （波高）
- ・碎波の場合： h （水深） $\leq 2H$ （波高）
- ・水深25m以深であれば碎波が起きないこと、津波波高が水深7割前後のところで碎波に至ること（日本海中部地震津波において碎波に遭遇した漁民の体験談より）

前項の調査結果と上記の流速条件と碎波条件を踏まえて避難海域を設定した。ガイドラインでは、気象庁の津波予想高さに応じて避難海域を簡易的に設定する方法が示されているが、漁船避難の問題が漁民自身の財産であり生活の糧である漁船と命にかかわる重大な問題であることから、当該地域の海底地形や地形条件を反映した津波シミュレーションを実施し、詳細な検討を行った。

まず、中央防災会議で想定している地震規模を参考に気象庁の津波予想高さに応じた津波シミュレーションを実施し、図-3の津波流速分布図を漁民に提示した。ガイドラインでは、漁船の航行速度を10ノットと仮定し、その5分の1である2ノットを操船不能となる流速条件としている。しかし、漁民WGでは、落石漁協の漁船がいつでも15ノット以上で航行可能であることから、港内及び港口付近では操船不能になった場合の岸壁や漁船同士の衝突を考慮し流速条件を2ノットに設定し、港外では操船不能となっても衝突の影響が少ないことから3ノットに設定した。なお、碎波条件による避難海域は、碎波に遭遇すると漁船が転覆する恐れがあることから、ガイドラインの基準を遵守し水深30m以深とした。以上より、流速条件や碎波条件と津波シミュレーション結果に基づく流速分布図を活用して、津波予想高さ毎の避難海域に

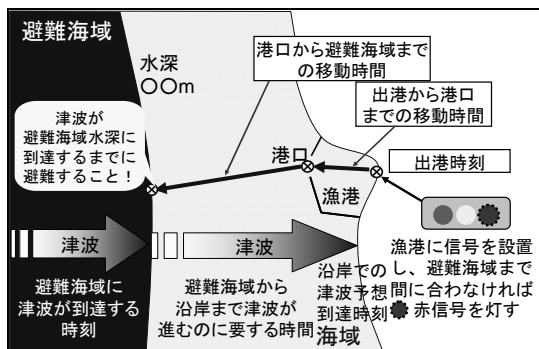


図-4 陸上滞在時の漁船避難の考え方

ついて、津波予想高さが1~2mの場合を水深30m以上、3~4mの場合を40m以上、6m以上の場合を50m以上に設定した。但し、過去の地震における避難状況を考慮し島影や岬の突端、狭窄部など、局所的に津波高さが高くなる恐れのある海域は除外した。

b) 危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールの構築

前項の避難海域に基づき、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールを検討した。漁民WGの検討では、落石漁協における漁業の特徴等から、検討において留意すべき事項として以下が挙げられた。

- ・陸上滞在時と海上滞在時の検討が必要である。
- ・陸上滞在時、津波の予想高さが6m以上の場合は、時間がなく命に危険を伴うため、漁船を避難させない。
- ・陸上滞在時、津波の予想高さが4m以下の場合は、漁船避難の実態調査に基づく所要時間に猶予時間を加味した時間に応じて、漁船を避難させない。
- ・海上滞在時は、動力船と船外機船で漁業の種類や操業場所が異なるため、それに応じて検討する必要がある。
- ・コンブ漁等、沿岸の浅瀬で操業している船外機船は、港に戻る時間がないため、地震発生後すぐに漁を止め、アンカー等を切って上陸し速やかに高台に避難する。
- ・島の周辺にいる場合、島へ避難する方法もある。
- ・動力船によるホタテ漁は漁具の特性から切断に時間を要するなど避難が困難である。
- ・津波注意報発表時は、自己判断に基づき判断する。

これらの漁民WGの意見に基づき、危険な状況下における漁船避難を回避するための避難ルールを検討した。避難ルールは、陸上滞在時と海上滞在時の2つに分けて整理した。まず、図-4に示す通り、陸上滞在時の検討に当たって、避難海域への津波到達時間と避難海域までの所要時間の関係から表-3に示す猶予時間を整理した。まず、気象庁からの津波の予想高さが6m以上の場合は、襲来する津波高さが高く、避難海域への津波到達時間も早いことから、漁船を避難させないこととした。次に、津波の予想高さが4m以下の場合は、表-3に示す猶予時

表-3 陸上滞在時における漁船避難の猶予時間

津波警報	避難海域	避難海域から津波が進む時間	出港から避難海域までの所要時間		漁船避難の猶予時間	
			港口まで	避難海域	合計	計
大津波 3m・4m	40m 以深	6分	3分	8分	11分	17分
津波 1m・2m	30m 以深	4分	3分	5分	8分	12分

表-4 陸上滞在時の漁船の避難ルール

津波予報	津波高さ	避難海域	漁船の避難ルール (出港時点の残り時間)	漁船避難信号
津波警報 (大津波)	6m以上	50m 以深	■避難させないこと	赤
	3m 4m (1m) (2m)	40m 以深 (30m) (以深)	■20分(15分)未満の場合危険なので避難させない ■20分(15分)以上25分(20分)未満の場合直ちに 出港すれば避難できる可能性がある ■25分(20分)以上の場合速やかに 出港すれば安全に避難できる可能性がある	赤 黄 青
津波注意報	0.5m	—	■各自判断とする	黄



図-5 海上滞在時の避難ルール (動力船)

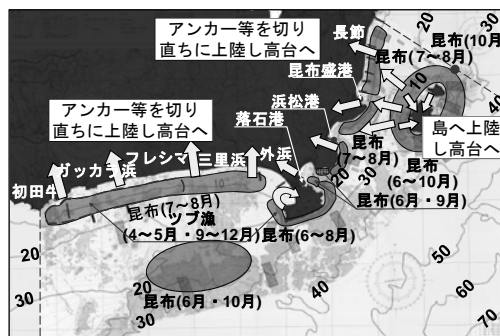


図-6 海上滞在時の避難ルール (船外機船)

間に対して、津波現象や津波情報の不確実性について漁民の理解を促し、余裕時間を漁民自身に検討させて、表-4に示す通り、出港時点での津波予想到達時刻までの残り時間に応じて、漁船を避難させないこととした。次に、海上滞在時は、動力船と船外機船の2つに分けて整理した。動力船は操業場所の水深が深いため沖へ避難し、船外機船は操業場所の水深が浅いためアンカー等を切り上

陸し高台へ避難か近くに島や最寄の港へ避難することとした。なお、海上滞在時は、漁業の種類によって操業海域が異なることから、図-5,6のように漁業の種類別に避難ルールを整理した。なお、津波注意報発表時は、津波襲来時の漁船損壊の程度が小さいため、自己判断とした。

(2) 漁船避難の判断支援システムの構築

漁船の避難ルールが構築されても運用方法が確立されなければ、危険な状況下における漁船避難を回避することはできない。津波襲来時の漁船避難が、漁民の財産であり生活の糧である漁船と命に関わる重大な問題であるため、人為的な操作によらない避難ルールの運用が望まれる。また、落石漁協による運用を考えた場合、夜間・休日に対応ができないなどの課題がある。これらを考慮すると、極力人為的な操作に依らない自動制御による一連のシステム構築が不可欠と言える。そこで本研究では、検討した避難ルールのうち、陸上滞在時の危険な状況下における漁船避難を回避する方策として、図-4に示すような避難ルールと連動した自動制御による信号を漁港等に設置し、出港前に漁民が漁船避難の可否を判断できるシステムの構築を進めることとした。

(3) 迅速な行動を実現するため情報伝達方法の検討

迅速な漁船避難を実現するためには、情報伝達方法の検討が不可欠である。そこで漁民WGでは、検討に当たって留意すべき事項として以下を整理した。

- ・海上では漁業無線の活用が有効である。
- ・船外機船のほとんどに無線設備がない。
- ・通常の場合、携帯電話を使用している。
- ・大地震の場合、携帯電話の輻輳が想定される。
- ・携帯電話が通じても操業中は気付かない場合がある。
- ・沖合いでは場所によって携帯電話が通じない。
- ・沿岸に情報伝達設備がほとんどない。
- ・防災無線やサイレンは風向きによって聞こえない。
- ・漁業の種類や操業場所、動力船や船外機船に応じた情報伝達方法の検討が必要である。
- ・夜間、休日、就寝時の情報取得が懸念される。
- ・停電でテレビや電話が使用できない恐れがある。
- ・船外機漁で使用している赤旗が有効である。

漁民WGの意見に基づき、迅速な避難の実現に向けた情報伝達方法を検討した。海上滞在時の情報伝達は、田中・河田ら(2004)も指摘しているように、漁業無線の活用が有効である。しかし、落石漁協では船外機船のほとんどに無線設備が無いため、無線設備のない漁船の情報伝達方法の検討が不可欠である。現状では、海上滞在時に携帯電話が使用されているが、大きな地震を伴う場合は、携帯電話の輻輳が想定されるため、情報伝達方法として複数の手段を想定する必要がある。また、漁民WGの意見から、無線設備のない漁船の情報伝達に有効

な方法の一つとして、船外機船で日常の合図に使用している「赤旗」の活用が考えられる。さらにアドレス登録が不要な広域メール配信の活用や沿岸にサイレン等の情報設備がないため新設するなど、複数の情報手段の想定した。なお、陸上滞在時の情報伝達方法は、漁業無線と「赤旗」を除いて海上滞在時とほぼ同様である。また、情報伝達体制の整備に当たっては、海上操業時の漁民の命を守る観点において、行政の協力が不可欠と言える。

5. おわりに

本研究では、漁船避難の問題が漁民の生活の糧である漁船と命に関わる漁民自身の重大な問題であることを念頭に置き、漁民による検討を通じて、以下を実施した。

(1) 陸上滞在時に津波の予想高さが6m以上の場合は漁船を沖へ避難させないなど、危険な状況下における漁船避難を回避する避難ルールを構築した。

(2) 無線設備がない漁船に有効な情報伝達方法として「赤旗」を採用した。

(3) 陸上滞在時に危険な状況下における漁船避難を回避する方法として、避難ルールと連動した自動制御による信号の設置と一連のシステム構築を進めることとした。

(4) 上記の検討を通じて、漁民の津波に対する正しい理解を促進し、不確実性を有する津波現象とそれ故に不確実な津波情報を活用して自己の判断に基づき行動する必要性を漁民自身が理解した。

本研究では、漁民代表からなるWGの検討を通じて、避難ルールや情報伝達方法の検討を行った。今後は、検討した避難ルールを漁民全体へ周知し実際の運用に向けて落石漁協をはじめ関係機関との調整を図るなど、運用に向けた一連のシステム構築が不可欠と考えている。

謝辞：本研究は、平成20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、実施に当たっては、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頂いた。ここに記して深謝する。

参考文献

- 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，海岸工学論文集，第51巻，土木学会，pp.1301-1305。
- 土木学会(1983)：1983年日本海中部地震調査報告書，933p。
- 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，pp.57-72。
- 風間隆宏・中村隆・伊藤敏明・大塚浩二・佐藤勝浩・今津雄吾(2006)：津波による船舶被害軽減のための避難海域に関する検討，海岸工学論文集，第53巻，pp.1356-1360。