

災害に強い水産地域づくりに関する研究

～津波からの漁船避難の考え方～

A Study of the Development of Disaster Resilient Fisheries Communities

～ Ideas of fishing boats evacuation from tsunamis ～

後藤卓治*・松本弘**・岩瀬浩之*・海老原碧***・佐藤勝弘****

Takuji GOTO, Hiroshi MATSUMOTO, Hiroyuki IWASE, Midori EBIHARA and Katsuhiko SATO

* (一財) 漁港漁場漁村総合研究所 第1 調査研究部 上級研究員

** 水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 課長補佐

*** (一財) 漁港漁場漁村総合研究所 第1 調査研究部 研究員

**** (一財) 漁港漁場漁村総合研究所 第1 調査研究部 専門技術員

Hitherto a study of fishing boats evacuation from tsunamis has not progressed, and therefore ideas of fishing boats evacuation were presented based on limited knowledge. The expected height of tsunamis is reviewed all over the country after the Great East Japan Earthquake, and as a result it has become higher. Consequently the water depth of a primary evacuation area shown in the current guidelines needs to be reconsidered.

This study surveys the actual situation of fishing boats evacuation in the occurrence of the Great East Japan Earthquake to set a limit flow velocity at the time of fishing boats evacuation, and discusses the water depth as a guide for the primary evacuation area corresponding to the latest expected tsunami height.

Key Words : tsunami, fishing boats, evacuation, limit flow velocity

1. はじめに

津波からの漁船避難について平成24年3月に改訂された水産庁漁港漁場整備部の「災害に強い漁業地域づくりガイドライン」¹⁾(以下、「現行ガイドライン」という)に津波からの漁船避難時の限界流速や津波発生時に避難する一次避難海域の目安となる水深についての記載がある。当時は津波に対する漁船避難に関する研究が進んでおらず、限られた知見で漁船避難の考え方が整理されている。また、東日本大震災以降、全国各地で想定されている津波高が見直され高くなっていることから、現行ガイドラインで示されている一次避難海域の水深を見直す必要が生じている。

本研究では、東日本大震災における漁船避難の実態を調査し、漁船避難時の限界流速を設定するとともに、最新の想定津波高に対応した一次避難海域の目安となる水深を検討した。

2. 既往研究における漁船避難時の限界流速

津波来襲時に漁船が操船不能となる津波の限界流速について、現行ガイドライン作成当時は漁船を対象とした研究がなされていなかったことから、(社)日本海難防止協会

による一般的貨物船の斜め流れに対して、どれだけ船舶が直進を維持できるかの指標である保針限界についての試算結果²⁾より、船速が津波流速の5倍以上あれば斜め12度の流れに対して保針可能となることを目安として設定していた。

また、東北地方太平洋沖地震による津波が来襲した際、漁船を避難させた事例を調査した阿部ら³⁾⁴⁾によると、実際に漁船を避難させた海域での最大津波流速(津波シミュレーションによる)と避難した漁船の最大速度の比は、1/2.22~1/8.45の範囲にあった。なお、この研究で調査した漁船トン数は0.4~19.0トンの範囲にあった。このことから、漁船のような小型船(20トン未満)の場合には船速が津波流速の2.5倍以上であれば避難海域として設定できると考えられる。なお、漁船の船速が最も遅い5.1m/sの場合であってもその1/2.5の津波流速(約2m/s)で避難可能であった。これより、津波によって漁船等の小型船が操船不能となる津波の限界流速は、避難事例の船速の下限値である5.1m/sの1/2.5、すなわち4ノット程度(約2m/s)、大型船の場合はその1/2倍(船速の1/5)、すなわち2ノット程度(約1m/s)と考えられるとしている。

阿部らの研究では、漁船を対象として限界流速を算定しているものの、調査した海域が岩手県のリアス式海岸に限定されている。ここで、リアス式海岸以外の地形条件で同手法により限界流速を検討することで、より汎用性の高い限界流速を設定することが可能であると考えられる。

よって、本調査では阿部らの調査手法を用いて地形の異なる地域での漁船避難の実態を把握した上で漁船の限界流速を設定することとした。

3. 東日本大震災における漁船避難実態の把握

東日本大震災における漁船被害及び避難の実態について、岩手県内の状況は阿部らにより調査がなされていることから、地形的に急峻な内湾地形のリアス式海岸の多い岩手県の事例との地形条件の重複を避けて、比較的緩やかな海岸線を有する、青森県太平洋側の三沢漁港、仙台湾に位置する釣師浜漁港と松川浦漁港、仙台湾以南の真野川漁港と請戸漁港の漁業者にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査では、津波に遭遇した際に危険を感じたかを確認するとともに、漁船の大きさ(トン数)、最大船速(ノット)、避難した海域の水深(m)を把握した。

4. 対象海域の津波流速の算定

事例を得た3海域において、津波シミュレーションを実施するにあたり、津波条件や地形条件などの基礎データを収集・整理した。津波シミュレーションの計算手法、主な計算条件を以下に示す。地形・構造物・粗度データについては中央防災会議データを収集し使用した。

【支配方程式】

連続式, 非線形長波方程式

【陸側境界条件】

遡上境界(打ち切り水深=0.01m)

【計算表見】

- ・波源モデル：東日本大震災津波
- ・潮位条件：平均潮位
- ・計算領域/格子間隔：5領域,
1350m, 450m, 150m, 50m, 10m
- ・計算時間間隔：計算格子間隔に対する計算の安定性等を考慮して、CFL条件を満たすように設定
- ・地形、構造物、粗度条件：中央防災会議データを使用。
10m格子領域は50m格子領域の値を補間して設定

5. 津波避難時の限界流速の設定

ヒアリング結果と津波シミュレーション結果を比較・検討し、漁船避難実績がある海域水深を設定した。ヒアリング結果における各漁港の避難海域の水深と最大津波流速の計算結果から、抽出した避難海域における最大津波流速を用いて求めた避難海域における(漁船速度/津波流速)を表-1に示す。

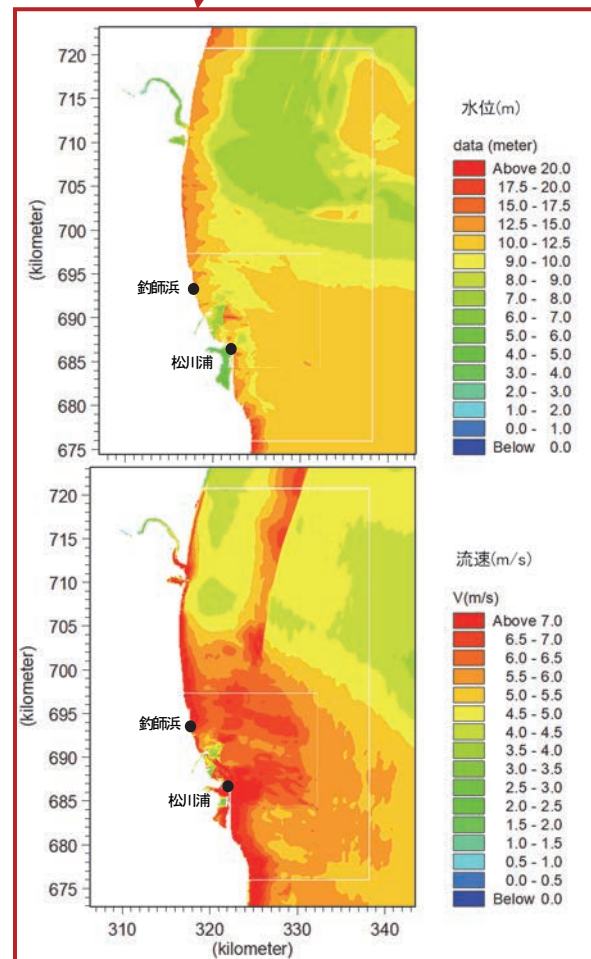
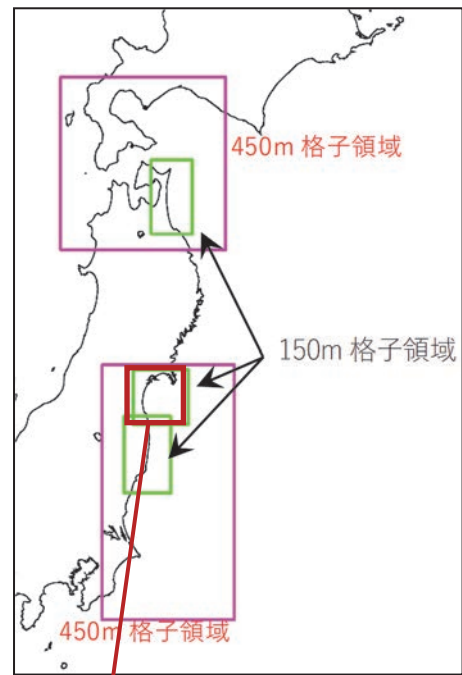


図-1 最高水位と最大流速の計算結果
(釣師浜漁港・松川浦漁港)

表-1 最高水位と最大流速の計算結果

No	漁協名	漁船 トン数	避難海域の最大 津波流速 (m/s)	漁船速度 (m/s)	漁船速度/ 最大津波流速	避難した 水深
1	三沢漁港	6	1.94	10.3	5.3	30
2	三沢漁港	4.9	1.74	10.3	5.91	30
3	三沢漁港	4.9	1.78	8.2	4.62	60
4	三沢漁港	7.4	2.52	10.3	4.08	25
5	請戸漁港	4.9	5.01	11.3	2.26	22
6	請戸漁港	6.6	4.94	12.9	2.6	25
7	釣師浜漁港	6.6	3.84	10.8	2.70	50
8	釣師浜漁港	6.6	4.21	11.8	2.81	50
9	松川浦漁港	4.9	4.55	14.4	3.16	40
			6.34	14.4	2.27	20
10	松川浦漁港	32	3.89	5.1	1.32	50
			4.5	5.1	1.14	40
11	真野川漁港	4.9	5.82	13.9	2.38	30

表-1 の結果より、避難海域の水深と(漁船速度/津波流速)について次のことが分かる。

- ・漁船が避難した海域の水深は、20~50m 程度であった。
- ・三沢漁港では(漁船速度/津波流速)が4.08~5.91で危険を感じなかった。
- ・釣師浜漁港では(漁船速度/津波流速)は2.81で転覆の危険を感じた。
- ・松川浦漁港では小型船は3.16で転覆の危険を感じ、大型船は1.32で走行に支障を感じた。
- ・真野川漁港では2.38で危険を感じた。
- ・請戸漁港では2.26~2.60で港外に出る際を除き危険を感じていない。

以上より、今回の事例調査結果において避難海域で「転覆の危険を感じた」小型船の(漁船速度/津波流速)は2.38~3.16であることが確認された。

なお、漁船避難行動についてのヒアリングでは、最終的に避難した地点は聞き取れたものの、何時にどの地点で危険を感じたかまでは確認できなかったことから、今回の調査では避難行動をスタートした地点(今回のケースは漁港がスタート地点)から避難した海域の間で危険を感じたかとの回答から限界値を検討することとした。

ここで、松川浦漁港の(表-1の番号7では、一度沖へ避難したが危険を感じて更に沖に出たとの回答が得られており、その状況を整理すると表-2のとおりとなる。

表-2 避難海域から危険を感じ更に沖に避難した事例(松川浦漁港の番号7)

(松川浦漁港の番号7)	危険を感じた地点	避難地点
水深	20 m	40 m
津波流速	6.34 m/s	4.55 m/s
漁船最大速度	14.4 m/s	14.4 m/s
漁船速度/津波流速	2.27	3.16

この間に危険を感じる境界値が存在する。

以上の結果から、水深が浅いと津波流速が速く、(漁船速度/津波流速)が小さい値となり、危険を感じた地点か

ら最終的に避難した地点の間に限界の(漁船速度/津波流速)の値が存在することになるが、その限界値を特定することは困難であるため、本研究においては、避難地点で算定した(漁船速度/津波流速)を採用することで安全側の値を採用することとした。

目安となる避難海域の(漁船速度/津波流速)を設定するため、本研究での調査結果と岩手県における阿部らの調査結果を合わせた、避難海域の水深と(漁船速度/最大津波流速)との関係図を図-2に示す。

この図より、現行ガイドラインで一次避難海域に設定に使用した(漁船速度/最大津波流速)の値5は大き過ぎる(安全側)ことが考察される。避難海域の目安となる(漁船速度/最大津波流速)は、避難海域において「危険を感じなかった」事例(図中の白抜きデータ)を除いたデータのうち最大の値を目安とすれば安全側と考えらる。

以上より、目安となる避難海域の(漁船速度/津波流速)を小数点第2位を繰り上げ3.2と設定する。

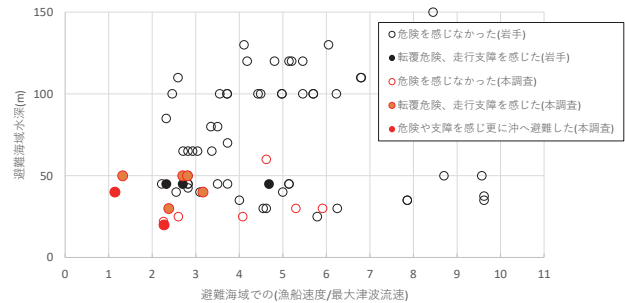


図-2 取組実施における連携による役割分担の整理例

6. 一次避難海域の目安となる水深の検討

6.1. 漁船速度の設定

漁船速度は漁船の船型や搭載するエンジン出力により決定されるもので、漁船メーカー等に問い合わせをした結果、一般的な漁船速度についての回答が得られなかったものの、大方の漁船は10ノット以上の船速で走行可能との回答が得られた。また、津波からの漁船避難に関連した大橋ら⁵⁾の調査結果によると、気仙沼湾における漁船総トン数と漁船速度との関係から、小型漁船でも漁船速度は10ノット(5m/s)以上との結果が得られている。

また、漁業者77人へアンケート調査を行った結果、所有している漁船の最大速度は9ノット以上であった。

以上より、一次避難海域の目安となる水深を算定する際の漁船速度を、10ノットと設定する。

6.2. 対象とする津波高の設定

気象庁の津波注意報・警報の発令基準によると、数値では津波注意報1m、津波警報3m、大津波警報5m、10m、

10m超が発表されることになる。

ここで、数値で発表される津波高と中央防災会議等で公表されている主な想定地震に対する想定津波高さを比較し、各想定地震の震源に近い地域を除き概ね満足すると言える津波高さを検討した。

検討結果を表-3 に示すおり、津波高 10mとした場合 87.3%の海岸延長で想定津波高が10m以下となる結果となり、津波高 10mとすることで概ねの地域の想定津波高を満足する結果となった。

表-3 気象庁が発令する津波高別の想定津波高未満の海岸延長の割合

想定地震津波（現在）	津波高3m	津波高5m	津波高10m
南海トラフ	15.2%	67.0%	87.0%
三陸日高	35.0%	54.9%	87.5%
十勝根室	37.0%	62.1%	88.0%
平均	23.7%	63.5%	87.3%

以上より、一次避難海域の目安となる水深を算定する際の津波高を10mと設定する。

6.3. 対象とする津波高の設定

ここまでの検討結果より、対象とする漁船速度を10ノット、避難海域の(漁船速度/津波流速)を3.2とすると、避難海域における津波流速の限界値は1.61m/sと計算される。

6.4. 一次避難海域の目安となる水深

各地域の想定津波高が水深10m地点での値とし、避難海域の津波高をグリーンの式で推定し、線形長波の関係式より沿岸の津波高より避難海域の津波流速を算定した。

避難海域の水深は、設定した限界流速1.61m/sを用い、図-3により113mと推定され、ここでは安全側として120mと設定した。

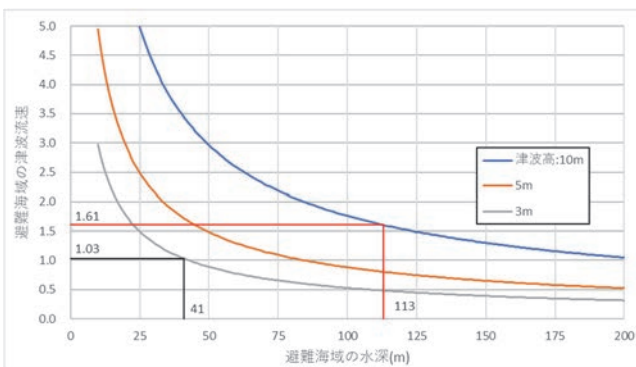


表-3 避難海域の水深の推定例

7. おわりに

本研究により、津波来襲時における漁船避難に関して、リアス式海岸以外の地形でも適用できる汎用性の高い結果が得られた。具体的には津波流速の3.2倍以上の最大速度を有する漁船は避難時に危険を感じることがないとの結果が得られた。この結果を使い、漁船の一次避難海域の目安の水深を120mと設定した。なお、本検討の過程から、特に想定津波高さが10mを超える地域、地域にある漁船について漁船最大速度が10ノット未満の場合、漁船の速度が津波流速の3.2倍であっても漁船の操船が不可能である場合、総トン数が0.4~19.0トン以外の漁船の場合、この一次避難海域の目安を使用せず、津波シミュレーション結果及び地理的条件等各地域の実情を勘案して、一次避難海域の水深を各地域で設定することが望ましい。

今後、全国各地において地域で想定されている津波高及び使用している漁船の性能を踏まえ、漁船避難ルールを検討することが望ましい。

謝辞

本研究は、水産庁の令和4年度水産基盤整備調査委託事業「新たな漁港漁場整備長期計画の実行支援調査」の一部として実施したものであり、公立はこだて未来大学の長野章名誉教授、東北大学の今村文彦教授、広島大学の安川宏紀教授、防衛大学の嶋原良典准教授、前岩手県農林水産部の阿部幸樹技術参事には多大なるご助言を頂きましたこと深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部, 2012: 災害に強い漁業地域づくりガイドライン
- 2) (社)日本海難防止協会, 2003: 津波が予想される場合の船舶安全確保に関する調査報告書, p96
- 3) 阿部幸樹 他, 2019: 津波来襲時の漁船の避難海域設定に関する研究」土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 75, No. 2, I_779-I_784
- 4) 阿部幸樹 他, 2020: 湾口部が狭い湾における津波来襲時の漁船避難に関する考察, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 76, No. 2, I_1097-I_1102
- 5) 大橋太郎 他, 2007: 津波来襲時の海上ハザードマップ作成要件の検討, 土木学会海岸工学論文集 第54巻, 1351-1355

関連情報

- 1) 令和4年度水産基盤整備調査委託事業「新たな漁港漁場整備長期計画の実行支援調査」