

2. 南伊勢町における海上津波避難マップ作成のこころみ

服部亜由未・森田匡俊・小池則満・和田剛・中村栄治

1. はじめに

海上における津波避難の方法の一つに沖出し避難がある。これは、津波の影響のない深い水深が確保できる沖合に船舶を進める避難方法である。しかし、東日本大震災では、沖出しをしたが故に被災した事例も少なくはなかった。特に、小型船舶の場合は、津波の影響を受けない十分な水深まで船を移動させることに時間がかかるため、必ずしも沖出しが避難行動として最適ではないと指摘されるようになってきている。水産庁のガイドラインは、漁港周辺にいる漁船は、沖出し避難か陸上への避難かどちらか早い方を選択するようにと述べている（水産庁漁港漁場整備部2012）。しかしながら、地震発生直後の混乱状況において、より安全な行動を瞬時に選択することは容易ではない。それゆえ、地震発生時の船舶の位置から沖出しに要する時間や陸上への避難に要する時間が分かるような海上津波避難マップがあれば、避難行動の選択に際して有用な判断材料となることが期待できる。また、沿岸海域では無線機のない船舶も多く操業しており、津波警報を知る確実な情報伝達手段がないことも実状である。

こうした背景から、本研究では南海トラフ地震の津波想定地域において、海上での確実な情報伝達手段確保のための検討、さらに、避難時間短縮と安全な避難の視点から、陸上避難と沖出し避難について避難訓練を通じた検討を行なう。それによって、海上の情報伝達手段および地域特性に配慮した海上津波避難マップのあり方を提案することを目的とする。

2. 対象地域概観

対象地域は、三重県度会郡南伊勢町とする（図1）。同町は、漁業が主要産業の一つである（表1）。

南海トラフ地震による甚大な津波の被害が想定されており、南海トラフの巨大地震モデル検討会によれば、最大津波高22m、平均津波高12m、津波到達時間が最短で8分と予測されている¹⁾。それゆえ、極めて短い時間で避難行動が求められ、陸上からの沖出しはもとより、海上にいた場合においても、沖出しが間に合うとは限らない地域である。

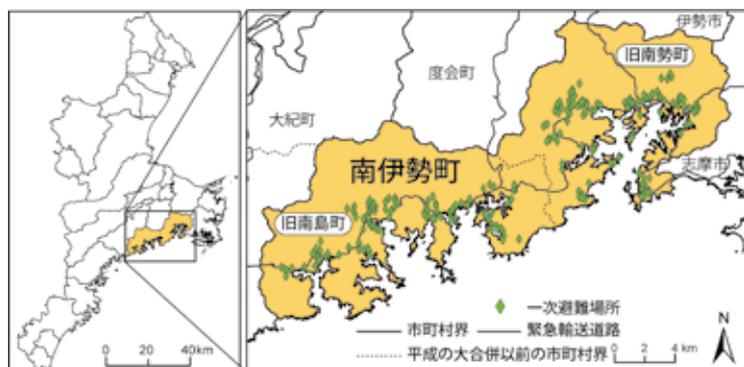


図1 対象地域図

表1 南伊勢町の概要

人口（2015年3月末）	14,157人
面積（2014年）	242.98km ²
海岸延長	245.6km
漁業就業者	1,546人
漁船	1478隻
（無動力漁船）	41隻
（船外機付漁船）	396隻
（動力漁船）	1,041隻

（資料）南伊勢町役場統計資料、漁業就業者・漁船については2008年漁業センサス

3. 調査概要

船舶津波避難訓練は、2014年9月1日(月) 10時より「平成26年度南伊勢町防災訓練」の一部として実施された。防災訓練の想定は表2のとおりである。南伊勢町全体で23隻、0.40 t～4.99 tの漁船が船舶津波避難訓練に参加した。各船舶には、地元の漁業者が複数名、調査員の学生が1～2名乗員

した。船舶は、海上の操業場所として想定できる場所を基本に配置され、10時3分の大津波警報の発令を合図に避難を開始した。避難完了は、陸上避難の場合には、操業場所から母港もしくは近い港の一次避難場所に到着するまでとし、沖合避難の場合には、沖合の水深約70mを目安とした。この水深は、東日本大震災における避難の事例（日本海難防止協会2011）を参考にし、また小型船舶のため安全にも配慮して決めた値である。

調査員は、腕時計型のGPS（Mobile Action 社 i-gotU GT-900Pro）を装着し、海上からの津波避難行動の履歴を調査した。また、南伊勢町に導入されている防災行政無線の戸別受信機を試験的に船舶に載せ、受信状況等の評価を行なった。その他、陸上サイレン（防災行政無線）の聴感調査と緊急速報メールの受信調査を実施した。

表2 平成26年度南伊勢町防災訓練の想定

10:00	地震発生報
10:01	地震（主要動）到達（震度6強）「避難呼びかけ」
10:03	大津波警報「避難呼びかけ」 防災無線および緊急速報メールによる避難の呼びかけ
10:15	津波第1波
10:20	津波第2波（最大波）
10:30	津波警報解除（避難解除）

4. 調査結果

4.1 防災行政無線の戸別受信機

船舶23隻中、22隻において受信が確認できた。しかし、受信した22隻のうち5隻では、エンジン等により、内容の聞き取りは困難という評価であった。

また、訓練後の漁業者へのアンケート調査²⁾においても、79%が戸別受信機の必要性を感じていることがわかった。ただし、現状では、以下のような大きな課題が残っている。まず、戸別受信機は、本来家庭用のものであり、潮風により基盤が錆びるため、改良が必要である。また、パトライト等をつけ、目で見える工夫をする等、聞こえないという状況でも気づくような改良もあわせてする必要がある。

4.2 陸上サイレン（防災行政無線）

船舶23隻中、7隻で「良く聞こえる」、「聞こえる」という評価であった（図2）。しかし、聞こえたという船舶は、どれも陸上に近い位置であったことが確認でき、陸から離れた場所では、情報入手手段として期待できないといえる。

4.3 緊急速報メール

携帯電話30台中、26台において受信が確認できた。受信状況には、携帯電話各社による偏りはなかった。ただし、訓練後の漁業者へのアンケート調査では、54%が「気づかないと思う」と回答しており、受信ができて気づかない可能性がある、漁業者自身が感じていることがわかる。また、訓練において調査した情報伝達手段以外に、「大津波警報の発令を知る手段」として有効と思うものを漁業者に挙げてもらったところ、家族等からの電話、漁船の無線、ラジオが複数人から挙げられた。



図2 陸上サイレン（防災行政無線）の評価場所は10:00における時点を示す

4.4 GPSによる移動の軌跡

船舶津波避難訓練時に得られたGPSデータより、図3に示すように、A沖出し避難（海上の作業場所から水深70m地点まで）時間、B陸上避難時間を算出した。Bでは、作業場所から漁港までの避難にかかる時間（B-1）、係留作業時間（B-2）、係留後一次避難場所に到達するまでの時間（B-3）に分割し、時間・行動を分析した。

A 沖出し避難

10分以上：10隻／10分未満：7隻（比較的沖合にいた船）

B 陸上避難

15分以上：7隻／15分未満：13隻

- | | |
|---|------------------------------|
| { | B-1 作業場所から漁港まで |
| | 15分以上：2隻／15分未満：18隻（沖合にいた船以外） |
| | B-2 係留作業 |
| | 15秒～2分50秒 |
| { | B-3 漁港から避難場所まで |
| | 5分以上：12人／5分未満：10人 |

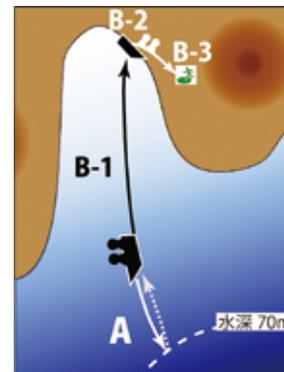


図3 避難行動の分割

沖出し避難（A）と陸上避難（B）との比較が可能な14隻中、Aが短い船は11隻であった。しかし、沖出し避難（A）と作業場所から漁港までの避難（B-1）とを比較し、Aが短い船は、湾口付近にいた5隻のみである（図4）。

この結果から、湾口にいれば沖出し可能であるが、湾内にいる場合は、陸上避難が望ましいことがわかる。今回の調査では、係留作業の時間が調査員によって様々であった。しかし、訓練後の漁業者への聞き取りによれば、15秒で可能とのことであった。



図4 沖出し避難（A）と漁港までの避難（B-1）との比較

また、上陸した後に「迷った」「分かりにくい」

といった調査員のメモがあり、GPSデータからも引き返す、立ち止まるといった動きが見られた。漁業者の話では、常に母港へ避難することを決めているようだが、母港よりも漁場から近い港を目指した方が、早く避難が完了すると思われる船舶も見られた。このように母港以外の港に着岸した場合には、今回の調査員のように、一次避難場所までの道に漁業者も迷うことが想定される。

以上より、最寄りの避難候補港が判断できる地図を作成するとともに、一次避難場所に近い岸壁を着色する、一次避難場所へ向かう道をわかりやすく示すなど、一次避難場所までの時間短縮に向けた取り組みが必要である。

5. 考察

5.1 海上の情報伝達手段

陸上サイレン（防災行政無線）は、陸上に広く伝わるようにスピーカーが設置されているため、今回の訓練においても、陸から離れた海上ではほとんど聞こえないことを確認した。他方、防災行政無線の戸別受信機は、訓練でも概ね受信が確認でき、アンケート調査でも漁業者自身が必要性を認めていることがわかった。したがって、今回試みた戸別受信機のような、防災行政無線を受信する機械を介し、確実に緊急情報を伝える仕組みが必要で

ある。ただし、上述したように、課題も多く残っており、製品自体の改良をしない限り、実用化は難しい。

緊急速報メール（エリアメール）は、訓練ではほとんどの携帯電話が受信できた。しかし、アンケート調査では半数以上が気づかないと思うと回答をしているなど、気づくかどうかの不確実性が明らかとなった。避難警報の発令を知る手段の一つとして有効かもしれないが、確実なものとして頼ることはできないと判断される。

漁業者へのアンケート調査からは、今回用いた手段に加え、いくつかの手段を有効と考えていることが明らかになった。機能の停止する情報伝達手段があった場合にも対応できるように、複数の情報伝達手段を用意しておくことが大切である。

5.2 海上津波避難マップ作成に向けて

調査結果より、海上津波避難マップは、大津波警報発令時の船舶の位置から、沖出し避難・陸上避難に要する時間に加え、最寄りの着岸場所を示し、漁業者が瞬時に避難行動を判断できるようなものを作成する必要があると考えられる。また、南伊勢町における漁業者の操業場所は、各浦でまとまっているため、海上津波避難マップの裏面には、漁業者の意見を取り入れながら、各浦の詳細な避難マップを作成することも効果的と考える。

ここでは、このマップ作成に向け、表面の海上津波避難マップの基本方針をまとめる（図5）。

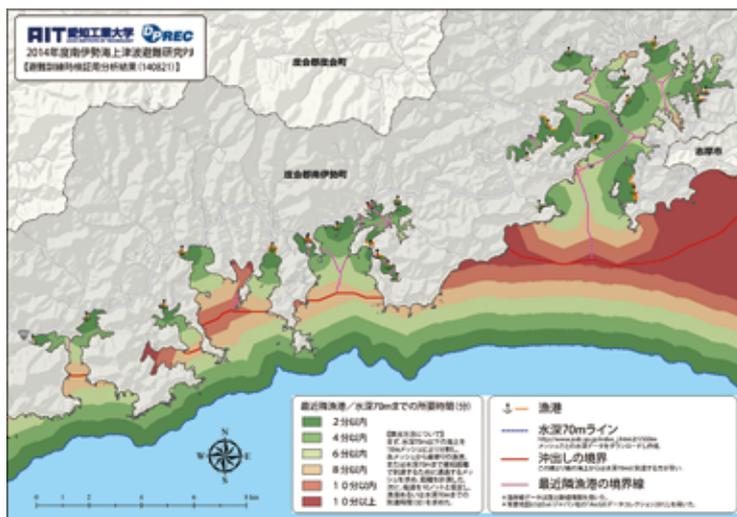


図5 海上津波避難マップ（表面）のイメージ図

(1) 最寄りの港を示す

まず、避難候補港・海岸線を設定する。この際に、整備された港に限定せず、漁業者の意見をもとに、着岸可能な私的桟橋や砂浜も加える。次に、避難港別に海上をボロノイ分割し、最寄りの港を示す。

(2) 沖出し／陸上避難時間により海上を色分けする

船速は小型漁船の平均的な速度である10ノットとする。沖出し水深線は、既存の目安の水深や東日本大震災時の事例をもとに70mとする。ただし、100m、200mの場合も検討する。

陸上避難時間の到達点は一次避難場所とする。南伊勢町では、既に住民による一次避難場所の選定がなされているため、それを用いる。港から一次避難場所までの時間を計算するにあたっては、経路情報（道路データや移動速度）を検討する。係留時間は、漁業者の意見をふまえ15秒とする。

(3) 危険な海域を特定する

海上メッシュへの津波到達を考慮したメッシュごとの危険度判定を行なう。この判定により、沖出し避難、陸上避難のどちらの避難も危険な海域が特定される。

(4) 海上への津波到達データの活用

現時点では、マップ作成に際して、陸上への津波到達時間および浸水深の情報を前提としている。しかし、沖出し避難を想定した海上防災マップを作成するには、陸上よりも早くに影響が出る海上への津波到達時間や波高の情報を活用する必要がある。今後、それらのデータを入手した上で、沖出し水深線の再検討や津波を考慮した船速の再検討等を実施していくこととする。

6. おわりに

本稿では、船舶津波避難訓練における調査によって得られた結果と、その後の漁業者への聞き取りおよびアンケート調査結果をもとに、情報伝達手段と海上津波避難マップ作成に向けた指針をまとめた。今後は、海上津波避難マップの作成を進めると共に、各浦でワークショップ等を行ないながら、各浦の詳細な避難マップを作成する予定である。さらに、観光漁業も盛んな南伊勢町においては、釣り船や釣りイカダといった来訪者の避難対策も重要な問題であり、早急に進めていく必要がある。

参考文献

水産庁漁港漁場整備部：災害に強い漁業地域づくりガイドライン，pp.67-99，2012.

日本海難防止協会：東日本大震災・被災地ルポ 宮城県南三陸の漁業関係者を襲った3.11，海と安全，550-45，pp.63-65，2011.

1) 内閣府「南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定公表について」

(http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_info.html) (最終閲覧日：2015年5月8日)

2) 津波避難に関する漁業者の意識調査（アンケート調査）は、避難訓練の調査報告として行なわれた漁業者との勉強会において実施した。2014年12月9日の古和浦地区の勉強会には15人、11日の南島地区の勉強会には22人、12日の南勢地区の勉強会には25人の参加があった。アンケート調査は参加者のうち途中退出を除く58名に配布し、回答者は58人であった（回収率100%）。