

東海・東南海・南海地震時の小型船舶を利用した 救助・支援活動に関する研究

A Study on the Utilization of Boats to Emergency Rescue and Relief after Tokai, Tonankai and Nankai Earthquake

大神俊治¹・鈴木進吾²・河田恵昭³

Shunji OGAMI, Shingo SUZUKI and Yoshiaki KAWATA

Tokai, Tonankai and Nankai earthquake tsunami will make huge number of drifters and isolated villages. Under such situation, it is known the rescue and transport activities of small boats are effective to disaster reduction from past disaster lessons. In this study, the possibility and feasibility of the rescue and relief utilizing small boats are estimated from damage estimation and the questionnaire survey on the fishermen's decision making under damage situation. As the result of this study, in Mie prefecture, it is estimated that the number of the small boats which will participate in rescue and relief activities is sufficient to rescue and relief needs under present situation. Furthermore, we found that even in depopulating society of the future, small boats are effective in the area where many isolated communities will be generated.

1. 序論

近い将来に発生することが危惧されている東海・東南海・南海地震津波災害では、地震と津波によって多数の漂流者・死者・行方不明者の発生や、膨大な数の集落の孤立が懸念されており、災害直後の救助・救援活動は困難を極めると考えられる。その膨大な需要に対して公的な資機材が不足する状況において、民間の機動性の高い漁船などの小型船舶を用いた救助・救援活動が被害の軽減に効果的であると考えられており、実際に1993年北海道南西沖地震および1995年阪神・淡路大震災での活動記録がある。そこで、本研究では、東海・東南海・南海地震津波災害時の小型船舶を利用した救助・救援活動の有効性を明らかにすることを目的に、同災害により甚大な被害を受けると予想される自治体の一つである三重県を対象とし、小型船舶の被災、操船員の被災および出動する意志を考慮して、どの程度の救助・支援活動を見込むことができるのかを定量的に試算した。

2. 大規模災害時における小型船舶の利用

巨大地震災害後の膨大な災害対応需要に対して、小型船舶を救助や物資輸送に活用することの有効性は、過去の災害の事例やその研究で明らかになっている。

1995年の阪神・淡路大震災では、高架構造物や沿道建造物の倒壊、路面破壊等により既存の陸上交通機能が低下した一方で、一般市民の避難行動や傷病者搬送などの

交通需要が増加し、陸路は飽和状態となり、傷病者の搬送や救援物資輸送等の緊急輸送を陸路のみに頼ることの限界が示された。ヘリコプター等を利用した空輸も、輸送容量が小さく、震災直後は報道取材、偵察飛行などの需要もあり、十分な輸送活動を行えなかった(高橋ら, 1999)。救援物資の輸送は海路に頼らざるを得ない状況であったが、港湾施設の被災や浮遊物により、船舶やフェリーが接岸できない一方で、小型船舶は大型船舶やフェリーが航行、接岸できないわずかなスペースであっても航行、接岸でき、救援物資の輸送や被災者の輸送等を行うことができた。しかしながら、井上ら(1996)によると、当時、被災直後に小型船舶を活用するという考えはあまり広まっておらず、接岸できない大型船舶から接岸可能な小型船舶に救援物資の受け渡しを行う等、小型船舶を有効に活用することができていれば、さらなる援助が可能であったと考えられる。

1993年北海道南西沖地震津波災害では、奥尻島での事例が挙げられる。奥尻島では、イカ漁で出港していた漁船により、津波に流された人々が救助された(読売新聞, 1993a)。さらに、行方不明者の捜索も水難救助隊員と地元で詳しい漁師が協力して行い、海上保安庁の巡視船と漁船とが合計約200隻により2週間近く行われた(読売新聞, 1993b)。道路不通箇所においては、早朝より漁船が負傷者を搬送した(金子ら, 1996)。

また、石井ら(2005)は、漁船による緊急物資輸送の有効性や港湾・漁港施設の機能などを検証することを目的として、和歌山県における耐震強化岸壁を有する港湾・漁港を対象に、緊急物資輸送訓練を実施しており、それにより、漁船による救急患者輸送や緊急物資の輸送

1 修(情) 西日本電信電話(株)
2 正会員 博(情) 京都大学助教防災研究所
3 フェロー 工博 関西大学教授環境都市工学部

は有効な手段と考えられると述べている。

現在、海難救助は主に海上保安庁を中心に行われるが、沿岸付近での簡単な海難の場合、仲間の漁船間やプレジャーボート等の小型船舶への連絡等によって救助が行われることが多い。その際の連絡や要員の出動を指揮するのが海難救助拠点として漁港内に設置された救難所であり、地元の漁船やプレジャーボートなどの小型船舶、救難所員として地元の漁師が登録されている。そして臨海都道府県には地方水難救済会が置かれ、救難所の管轄や連絡調整を行っている。報奨や災害補償についてはその上位組織である日本水難救済会が行っている。

東南海・南海地震津波の被災域となる三重県では、海岸線に主要な道路が走っているため、多くの集落が地震、津波によって道路が寸断することにより陸路が断たれ、孤立する可能性が高い。また、全国でも有数の漁業が盛んな地域であり、沿岸部には多くの漁村が存在し、発災時には海上に要救助者が発生する可能性も高い。東南海・南海地震津波災害は同様の事象が多数の県にわたって発生すると考えられ、関係機関の資機材や要員の全国的なコーディネートが必要になるとともに、不足する資機材や要員を地元で確保し地域の災害対応力を上げることによって被害軽減を行うことが重要になる。

前述したように、被災後の小型船舶による救助活動、海上輸送活動は、大型船舶の不足や孤立した大型船舶の接岸不可能な地域への細かな輸送に対応でき、また、地元の海域に詳しい漁船等の活躍により、迅速な活動が期待でき、非常に有効といえる。三重県では水難救済会と輸送等災害応急対策に関する協定を結んでいる。その内容は、大規模災害時において、三重県水難救済会が所有する漁船等の小型船舶を活用して、物資の輸送等の災害応急対策活動に役立てるというものである。

しかしながら、東海・東南海・南海地震のような大規模津波災害時には小型船舶も被害を受けることが容易に想像され、実際にどれほどの小型船舶が出動できるのかわからない。さらに、小型船舶が無事であっても救難所員の周辺が被害を受けていれば、救難所員の意志によって小型船舶を出動させるかも定かではない。よって、本研究では、三重県を対象として、被害想定と救難所員の意識調査から、概括的にどれだけの活動が小型船舶によってできるのかということを定量的に試算する。

3. 被害予測を考慮した物理的対応可能な小型船舶数の推計

災害発生時に、漁船などの小型船舶を物理的にどの程度利用できるかを試算するために、まず、小型船舶の量と操船する要員の人数を把握し、それらが地震や津波によってどのくらい被害を受けるかを想定する。本章では、

三重県内の漁港を対象に、小型船舶被害と救難所員の人的被害を算出し、物理的に利用可能な小型船舶数を求めることで、救助・支援活動の可能性を検討する。

(1) 発災後対応可能な救難所員の人数

まず、三重県に存在する73の漁港を対象として、三重県農水商工部水産基盤室(2007)より漁港単位の登録漁船数を、三重県水難救済会へのヒアリング調査により漁港単位の救難所員の人数を把握した。その結果、登録漁船総数が11,409隻であるのに対して、救難所員総数は3,598であり、対応可能な小型船舶数は救難所員総数に制約されることが分かった。そこで、初めに、漁港ごとに発災後対応可能な救難所員の人数を次式で計算した。

$$\begin{aligned} (\text{対応可能な人数}) &= (\text{救難所員数}) \\ &\times (1 - \text{死者率} - \text{重傷者率} - \text{負傷者率}) \quad \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

死者率は、三重県(2005)より市町村単位の地震及び津波による死者率、ここでは最も高くなる午前5時の想定ケースを使用した。重傷者率と負傷者率は、市町村単位の建物被害を用いて、中央防災会議と同じ手法により、午前5時のケースを想定して求めた。即ち、

$$(\text{重傷率}) = 0.0309 \times (\text{建物全壊率}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$(\text{負傷率}) = \begin{cases} 0.12 \times R & (0 \leq R < 0.25) \\ 0.07 - 0.16 \times R & (0.25 \leq R < 0.375) \quad \dots (3) \\ 0.01 & (0.375 < R) \end{cases}$$

但し、 $R = (\text{建物全壊率}) + (\text{建物半壊率}) / 2$ である。これらの式により、救難所員総数の約3%が人的被害を受け、対応可能な救難所員数は3,485人となると試算された。

(2) 発災後対応可能な小型船舶数

このようにして求めた対応可能な救難所員が、それぞれ1隻ずつ小型船舶を所有していると仮定し、その隻数に漁船被害率を乗じた値を対応可能な小型船舶数として求める。中央防災会議によって想定されている東海・東南海・南海地震同時発生時の津波モデルを用いて、非線形長波方程式を用い、沿岸部の格子間隔50m、汀線で全反射とする津波数値解析を実施し、漁港位置での津波高を算出した。津波高区分に対する漁船被害率は首藤(1992)の基準を利用し、漁港ごとに次式で計算した。

$$(\text{漁船被害率}) = \begin{cases} 0.0 & (0 \leq H < 2) \\ 0.25 & (2 \leq H < 4) \\ 0.5 & (4 \leq H < 8) \quad \dots\dots\dots (4) \\ 1.0 & (8 \leq H) \end{cases}$$

この結果、船も人も被害を受けず、物理的に対応可能であると推定された小型船舶数は総計1,900隻であった。

(3) 要救助者と救援物資等の輸送活動量

津波の人的被害の中には、引き波によって海域に運ばれ、海上で救助される、あるいは行方不明となるものが含まれる。1933年昭和三陸津波では、死者・行方不明者3,064人中1,542人(50%)が行方不明、1993年北海道南西沖地震津波では、死者・行方不明者230人中98人(43%)が遺体を海上で収容または行方不明となっている。死者の約半数は海上に漂流すると仮定し、漁港ごとに漂流者数と対応可能な小型船舶数を比較したものを図-1に示す。北海道南西沖地震津波では発災後3日間で約200隻の漁船により53人が収容されていことを援用すると、17港で出動可能な船舶数が不足するが、全体としてみると需要量は849隻となり、地域間で調整することで需要を満たせると考えられる。

つぎに、発災後、各漁港地区に必要なとなる救援物資の輸送量を求める。まず、漁港の地区人口に三重県(2005)による市町村の罹災率率を乗じて漁港地区の罹災人口を算出した。これに対して漁船1隻が1往復で輸送可能な量は、平均定員を8名、乗員である成人男性の体重を70kg、1人1日あたりの支援物資消費量を間島ら(2002)の7.6kgとすると、64.47人日分となる。各漁港地区の罹災人口をこれで除算すると、各漁港地区に必要な延べ漁船数が求められ、三重県全体では609隻となった。この結果と、対応可能な小型船舶数を漁港ごとに比較して図-2に示す。9港で、小型船舶が不足する可能性があるものの、全体としては出動可能な船舶数が輸送活動に必要な船舶数を上回っており、地域間の調整で需要を満たし得ることが分かった。

4. 救難所員の意志を考慮した救援活動量推計

前章では、小型船舶や救難所員の被害のみを考慮した物理的な出動可能隻数の評価を行った。しかし、水難救済会はボランティア団体であり、救難・輸送活動に出動するか否かは救難所員の意志に依存する。救難所員の家族や知人、自宅等も被害を受けることは容易に想像でき、そのような場合、物理的には救助活動や救援物資の輸送活動を行うことはできるが、実際にその状況で救助活動や救援物資等の輸送活動に出動するかはわからない。そこで、救難所員の周囲に発生する様々な被害状況下における出動の意志決定を質問紙調査によって明らかにし、それを考慮した上でどの程度の救助活動や救援物資等の輸送活動が期待できるのかということを示す。

(1) 救難所員身辺被害と出動に関する質問紙調査

質問紙調査は三重県水難救済会の救難所員を対象に行った。調査の概要を表-1に示す。質問内容は表-2の通りで、調査対象は伊勢湾北中部、鳥羽・伊勢、志摩・度会、熊野灘、紀南の各地区内の漁港数の半数が対象となるよ

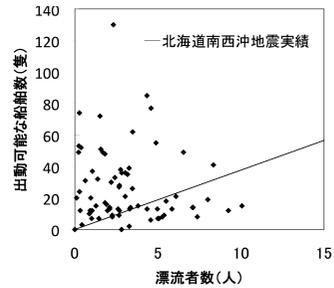


図-1 漁港ごとの漂流者数と出動可能な船舶数との比較

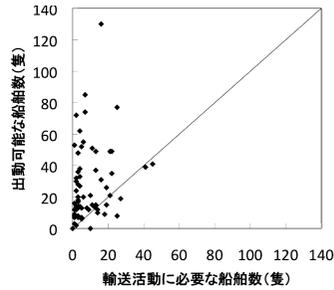


図-2 漁港ごとの出動可能な船舶数と必要数との比較

表-1 水難救済員に対する調査の質問項目分類

調査方法	直接訪問の上、配布、回収は郵送
調査期間	2008年12月25～26日配布 2009年1月14日締め切り
調査対象	三重県水難救済会救難所員
回収率及び回答率	回収数171(回収率24.1%) うち有効回答120(回答率16.9%)

表-2 水難救済員に対する調査の質問項目分類

実施可能な海上救助活動の内容について
海上救助活動を行う場合の身辺被害条件
実施可能な救援物資等の輸送活動の内容について
救援物資等の輸送活動を行う場合の身辺被害条件
水難救難員自身および所有船舶等について

うに漁港を選定し、1漁港当たり20部を、救難所員が20人以下の場合はその人数分を、漁業協同組合を通じて合計710人に配布した。有効回答数は120であった。

その結果実施可能な海上救助活動の内容については、全体の83%の人が「海上に漂流している要救助者を船上から浮き輪等で引き上げる」と回答しており、次いで、「負傷者を船舶により搬送する」が約51%、「漂流者を見つけて、海上保安庁等の特殊機関に連絡する」が約40%、「引き上げられた要救助者を人工呼吸や心配蘇生法により応急処置をする」が約11%、「自らが海に入り、要救助者を引き上げる」が約6%であった。

家族や自宅、知人の状況に応じて、救助活動および救援物資の輸送活動に出動するか否かを問うた結果を表-3に示す。表から分かる通り、総じて自分の身辺に被害

表-3 身近の被害状況と出動意志

被害状況		出動しないと答えた割合 (%)	
		救助活動	輸送活動
家族	重傷	34.8	47.7
	重傷以外	9.6	21.3
自宅	全壊・流出	75.0	78.2
	半壊	20.7	57.6
	浸水	20.7	32.3
知人	重傷	26.6	31.8
	重傷以外	10.4	12.1
知人宅	全壊・流出	47.2	52.4
	半壊	28.8	38.5
	浸水	12.9	15.4
職場	被害あり	32.0	48.0

が及んだ場合に「出動しないと答えた割合は救助活動より輸送活動の方が高い結果となった。

(2) 質問紙調査結果を用いた救援活動量推計

次に質問紙調査結果を用いて、救難所員の意志決定を考慮することによって、どれほどの救助・救援物資輸送活動が見込めるかを試算する。身近の被害状況のパターンは多岐にわたるため、ここでは表-3にて「出動しないと答えた割合が高かった自宅被害、知人宅被害および職場の被害についてのみ考慮した。

まず、三重県（2005）の建物全壊・半壊・浸水・無被害の比率を用いると、3（1）節で求めた救難所員3,485人中、自宅が全壊、半壊、浸水する可能性があるのは、それぞれ591、588、213人であり、これに表-3の割合を乗じると、443人、123人、45人が救助活動に行かず、合計で611人の救難所員の救助活動が見込めないこととなる。

次に、自宅が被害を受けても救助活動に行く救難所員のうち、知人宅が被害を受けていた場合に救助活動に行かないという場合を考える。知人宅数を救難所員1人辺り4軒と仮定して、自宅と同様に、知人宅の被害程度を三重県（2005）の建物全壊・半壊・浸水・無被害の比率を用いて推定する。自宅よりも知人宅の被害の方が大きい場合のみを考えると、救助活動に出動しない救難所員数は表-4のようになり、合計で356人の救難所員の救助活動が見込めないこととなった。

さらに、職場の被害によりどれほど減るかを考える。職場被害は漁港の被害と考え、津波高2m以上で被害を受けるとして、職場の被害の有無を推定する。これに、表-3の割合を乗じると、885人の救難所員の救助活動が見込めないこととなった。

これらの救助活動が見込めない救難所員数を差し引くと、出動人員数は物理的な被害のみを考えた場合の約47%にあたる1,633人が救助に向かうことになる。さらに

表-4 知人宅被害により救助活動に出動しない人数

自宅被害	知人宅被害	出動しない人数
全壊	全壊	0
半壊	全壊	58
浸水	全壊	19
浸水	半壊	14
無被害	全壊	142
無被害	半壊	107
無被害	浸水	16

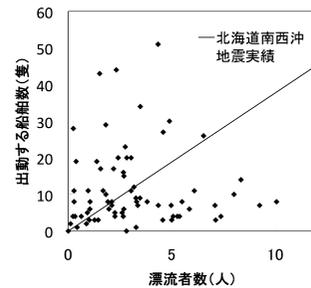


図-3 漁港ごとの漂流者数と出動する小型船舶数との比較

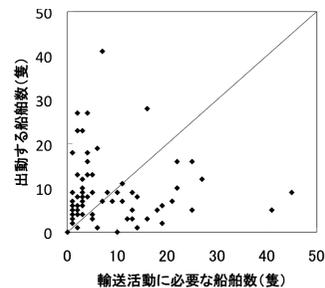


図-4 漁港ごとの出動する小型船舶数と必要数との比較

この人数に漁船被害率を掛け合わせて、出動する小型船舶数を計算すると826隻となった。3（3）と同様に漁港ごとに漂流者数と出動する小型船舶数を比較したものを図-3に示す。3章と同様の分析の結果、半数の37港で小型船舶が不足し、さらに全体としても需要量の849隻に対して若干不足することが分かった。

同様に、救援物資等の輸送活動についても試算した結果、自宅の被害により870人、知人宅の被害により563人、職場の被害により1,021人の出動が見込めなくなり、出動人員数は物理的な被害のみを考えた場合の約3割にあたる1,031人となった。そして、この人数に漁船被害率を掛け合わせて、出動する小型船舶数を計算すると688隻となった。図-4に出動する小型船舶数と必要量を比較して示す。27港で必要量に対して出動する量が不足するが、全体としては609隻という需要を満たすことが分かった。

5. 将来の人口推計を考慮した救援活動量の推計

東海・東南海・南海地震の最も発生確率の高いとされ

る2035年を想定として、小型船舶による救助・支援活動ほどの程度見込むことができるのかを検討する。救難所員の大部分を占める漁業就業者は全国的に見ても減少傾向にあり、また漂流者数や救援物資の需要量に関係する人口も減少する。

そこで、1994～2003年の男性漁業就業者の推移から線形近似式を用いて2035年の予想男性漁業就業者数を求め、現在の男性漁業就業者に占める水難救済会の救難所員の割合が2035年も同じであると仮定して救援物資の輸送活動に出動する小型船舶数を試算したところ、132隻となることが分かった。

これに対して、被災地人口が減少することから各漁港の推定必要救援物資量も減少する。国立社会保障・人口問題研究所(2009)による2035年の被災地人口を元に、各漁港の必要救援物資量したところ各漁港地区に必要な延べ船舶数は520隻となった。

従って、2035年を想定すると、救援物資の必要輸送量に対して、出動する小型船舶数が不足する。そこで、1隻が1日に救援物資等の備蓄拠点又は集積拠点と漁港間を何往復もすることを考え、船舶の平均航行速度を18.52km/h(10ノット)とし、質問調査から得られた1日あたりの可能な労働時間の平均値である6.6時間分漁港と拠点間を往復するとして、出動する延べ小型船舶数を試算したところ、延べ小型船舶数の過不足の分布は図-5のようになった。全73港中49港が地元の漁船のみで必要物資を輸送することができ、特に孤立の可能性が高い南部地域では、漁船による輸送が有効であることが分かった。また、延べ隻数の不足の値がなくなるように、十分に充足している漁港の漁船が不足する漁港を援助するように調整すれば、より多くの漁港で必要な輸送量をまかなうことができると考えられる。

6. 結論

本研究では、東海・東南海・南海地震津波災害時の救助および救援物資の輸送活動に小型船舶を利用することの有効性を、三重県を対象として試算した。その結果、得られた結論は以下の通りである。

- 1) 漁船被害や救難所員の人的被害等物理的要因のみを考慮した場合、小型船舶で各漁港地区が必要とする救助活動、救援物資輸送活動をほぼ確保できる。
- 2) 救難所員の意識や意志決定の条件を質問紙により調査し、家族や自宅等の身の被害と出動意志の関係を明らかにした。
- 3) 出動意志を考慮にいれて出動する小型船舶数を推定した場合、出動する救難所員数は物理的要因のみを考慮した場合の3～5割程度になることが分かった。
- 4) 東海・東南海・南海地震の発生確率が最も高いとき

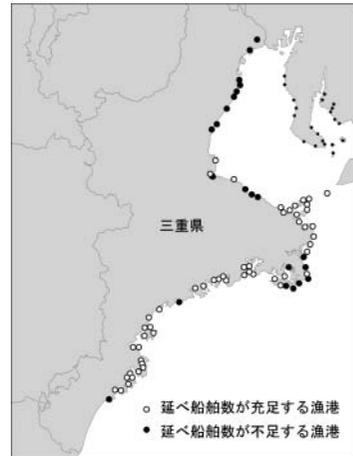


図-5 往復を考慮した延べ小型船舶数の過不足の分布

れる2035年時点での漁業就業者数の減少を考慮した結果、出動する小型船舶数が著しく減少するものの、1隻が何度か往復すれば、孤立可能性の高い南部の地域へ必要な救援物資を輸送できることが分かり、小型船舶による輸送活動の有効性が示された。

謝辞：本研究の質問紙調査には三重県水難救済会、漁業協同組合の協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 井上欣三(1996)：大災害時における海からの支援-海運の立場から-、関西造船協会、Vol.33, p.10.
- 石井一郎・木下嘉己・仲邦 晴(2005)：漁船を活用した緊急物資輸送訓練について-東南海・南海地震津波災害に備える-、交通科学、Vol.36, pp.41-47.
- 金子正光・山本保博(1996)：奥尻からの警鐘 今再び、北海道南西沖地震を検証する、荘道社、pp.56-69, p.75.
- 国立社会保障・人口問題研究所(2009)：都道府県別男女・年齢別将来推計人口 三重、<http://www.ipss.go.jp/>、(2009年1月1日参照)
- 首藤伸夫(1992)：津波強度と被害、東北大学工学部災害制御研究センター 津波工学研究報告、第9号、pp.101-117.
- 高橋宏直・中本 隆・吉村藤彦(1999)：兵庫県南部地震の震災直後における海上運送モードの対応状況に関する分析、運輸省港湾技術研究所、港湾技研資料、p.5.
- 間島隆博・服部聖彦・勝原光治郎(2002)：複雑系マルチエージェントシミュレーションによる河川を利用した災害時緊急輸送能力の評価、日本造船学会論文集、pp.465-474.
- 三重県(2005)：三重県地域防災計画被害想定調査報告書、pp.43-83.
- 三重県農水商工部水産基盤室(2007)：三重の漁港2007、<http://www.pref.mie.jp/SUIKIBAN/HP/miegyoko/gyokoumenu.htm>。(2009年1月1日参照)。
- 読売新聞(1993a)：北海道南西沖地震 一枚の戸板 海から「お父さん」5歳娘助けけしがみつ、1993年7月15日東京朝刊。
- 読売新聞(1993b)：北海道南西沖地震 捜索・復旧作業が本格化 仮設住宅建設急ぐ奥尻島を首相視察、1993年7月14日東京夕刊。