

東日本大震災の津波避難行動へ影響を与えた要因に関する分析 —宮城県気仙沼市の事例検討—

An Analysis of Factors Influencing Tsunami Evacuation Behavior in the 2011 Tohoku Earthquake -Case of Kesenuma City, Miyagi Prefecture-

新家 杏奈¹, 佐藤 翔輔², 今村 文彦²

Anna SHINKA¹, Shosuke SATO² and Fumihiko IMAMURA³

¹ 東北大学大学院 工学研究科

School of Engineering, Tohoku University

² 東北大学 災害科学国際研究所

International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

Proper action of evacuating from tsunamis is essential to reduce human loss due to tsunami after the earthquake. According to previous studies, disaster information, recognition and experiences about the past tsunami disaster and preparation for tsunami before the disaster and risk perception for tsunami would be factors influencing evacuation behavior. This paper aims to clarify which factor should affect on evacuation behavior in the 2011 Tohoku earthquake using comprehensive analysis on results from questionnaires at Kesenuma city. It is indicated the risk perception for tsunami as the most effective factor on time starting evacuation. The risk perceptions should consist of internal (personal) and external triggers which are future topics to be clarified.

Keywords: evacuation behavior, the Great East Japan Earthquake Disaster, disaster information

1. はじめに

東日本大震災の発生を受けて、津波による被害を抑制するために東北各地で防災集団移転が行われ、全国的にも防波堤の建設が行われている¹⁾。これらはL1津波の発生を考慮し災害抑止を目的としたハード対策であり、L1津波よりも低頻度かつ大規模な津波であるL2津波が発生した際には、被害の減衰には寄与するものの、浸水被害が発生する可能性がある。よって、津波災害から人命を守るには住民一人一人が適切な津波避難を行う必要があると考えられる。

東日本大震災発生時に津波避難行動を行った人の特徴については多くの研究がなされている。既往研究では、仮設住宅の入居者へのヒアリング調査やポスティング調査で津波による犠牲者の近隣や知人の方に行動を問うた²⁾り、避難の開始時間や避難意図の有無などを従属変数として回答者の津波避難行動を調査し、津波避難行動の有無やその開始時間に影響を与えると考えられる要因について分析がなされたりしている。回答者の避難行動について問うた既往研究で採用されている津波避難の有無やその開始時間に影響を与える要因は、1)津波に関する情報源・情報の内容、2)津波災害発生以前の過去の津波災害の認知や津波への備え、3)津波災害発生以前や発生時の津波のリスク認知に大別することができる。既往研究ではこれらから選択されたいくつかの要因の中で、最

も避難行動に影響を与える要因はどれか、またどのようなメカニズムでその要因が避難行動に影響を与えたのかについて、それぞれ結論づけている。

1)の東日本大震災発生時に得た情報と避難行動との関係は、既往研究より情報源としてテレビやラジオ³⁾、防災無線⁴⁾の利用が多く、消防団や民生委員⁶⁾が津波の情報を伝達した例も見られたことが分かっている。また、避難行動を促すように作用した情報の内容として、避難指示や避難勧告を挙げる研究³⁾⁷⁾がある一方、津波の呼びかけや津波警報といった災害情報が避難の意思決定のきっかけとなった反面、災害情報を得た住民の半数以上は避難しなかった⁴⁾とする研究もある。防災無線や消防団の指示の利用があったものの、情報を得られなかった人がいたことから、防災無線や消防団活動で情報伝達の全てをカバーしきれていないとする研究も見られる⁸⁾。2)の東日本大震災が発生する以前に発生した過去の津波災害の認知や、災害発生以前の津波への備えの状況を分析した既往研究より、ハザードマップと浸水区域想定を両方を閲覧すると避難開始時間がやや早くなり⁹⁾、高頻度での家族での災害に関する話し合い、昭和三陸地震津波の認知をしていた人は避難していた¹⁰⁾ことが分かっている。また、防災訓練の参加率や家庭内での緊急時避難・連絡方法の決定率が低かったために2010年のチリ地震津波で避難が行われず、さらにこの津波での被災者数が少なかったことから低い津波への意識が継続されてしまい、東

日本大震災でも避難率が低くなったとしている研究¹¹⁾も見られる。高齢者への調査では、近年発生した災害の履歴は人々の記憶に残り避難行動（初動）に強い影響を及ぼすが、履歴による影響で被害想定が不十分なものになりがちであると、災害履歴の長所・短所について言及している¹²⁾。反して、チリ地震津波や明治三陸地震津波の認知、ハザードマップの利用によって津波被災が生じた例⁶⁾や、元禄地震津波の認知とハザードマップの閲覧は避難の有無には関係ないといった結果⁴⁾もでてくる。3)の東日本大震災発生以前や発生時の津波のリスク認知と避難行動の関係に関しては、発災以前の津波の発生リスクを認知していた人は避難行動が早かったこと¹⁰⁾や、発災時の津波連想の有無が避難の有無⁴⁾や避難開始時間⁹⁾に関係したことが分かっている。また、東日本大震災発災時に多くの人達が地震後の津波到達を想定していた反面、避難率が低かったことから津波到達の想定意識を避難行動にいかにつなげるかが大きな課題とする研究もある⁸⁾。これらの既往研究では、避難行動に影響を与えると考えられる要因が研究ごとに異なっている。これは既往研究毎に独立変数として取り上げられている項目が異なっていることが原因の1つと考えられる。どの要因が避難行動に最も大きな影響を及ぼすのか明らかにするには、別々に分析されてきた要因を一括して網羅的に分析し、各要因が避難行動に与える影響の大きさを比較する必要がある。

本稿では、避難行動に影響を与える要因と考えられる、1)津波に関する情報源・情報の内容、2)津波災害発生以前の過去の津波災害の認知や津波への備え、3)東日本大震災発生以前や発災時の津波のリスク認知を網羅的に取り上げ、これらが東日本大震災発生時の津波避難行動に

与えた影響の分析を行い、津波避難行動に最も影響を与える要因について明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究では宮城県気仙沼市の住民を対象に調査を行った。同市の東日本大震災による被害は死者 1,356 名（2017 年 6 月 30 日時点）、被災した住宅は 15,815 棟（2014 年 3 月 31 日時点）¹³⁾であった。津波による被害が大きかったため、大規模な津波災害時の避難行動について分析することが可能である。また、本研究では避難行動に影響を与える可能性がある要因として、過去の津波の認知状況を分析項目の 1 つとしているため、東日本大震災発生以前にも多数の津波が襲来し、特にチリ地震津波（1960 年）、昭和三陸地震津波（1933 年）、明治三陸地震津波（1896 年）では人的被害が発生している気仙沼市を調査対象地域とした。

東日本大震災発生時の津波避難行動について定量的に分析するために質問紙を用いた調査を行った。質問紙の設問は東日本大震災発生時の避難行動や、表1に示す避難行動に影響を与えると考えられる要因について問うものとした。調査の対象は東日本大震災発生時に津波被災経験がある気仙沼市民とした。質問紙調査にあたり、東日本大震災発生時に気仙沼市に居住していた人へ質問紙を配布する必要があったが、津波被災者のみが記された台帳等の入手・利用が困難であったため、郵送法やランダムサンプリング法ではなく、目視で津波被災した世帯

表 1 避難行動に影響を与えると考えられる要因

	設問の内容	回答形式	
情報	東日本大震災発生時に、何から津波に関する情報を得たか	多重回答	
	東日本大震災発生時に、津波に関してどのような情報を得たか	多重回答	
過去の津波への備え	昭和35年5月24日（1960年）に大津波（チリ地震津波）が襲来したことを知っているか	5段階評価	
	昭和8年3月3日（1933年）に大津波（昭和三陸津波）が発生したことを知っているか	5段階評価	
	明治29年6月15日（1896年）に大津波（明治三陸津波）が発生したことを知っているか	5段階評価	
	津波が発生したときに備えて、個人で自宅からの避難場所を決めていたか	選択式(選択肢5つ)	
	津波が発生したときに備えて、家族で自宅からの避難場所を決めていたか	選択式(選択肢5つ)	
	東日本大震災発生以前、家族と災害の対策等について日常的にどの程度話し合っていたか	選択式(選択肢8つ)	
	東日本大震災発生以前、近所の人と災害の対策等について日常的にどの程度話し合っていたか	選択式(選択肢8つ)	
	東日本大震災発生以前、地区の津波ハザードマップを見たことがあるか	選択式(選択肢5つ)	
	地域で行われていた「防災活動に関係する訓練」に参加していたか	選択式(選択肢5つ)	
	東日本大震災発生以前、避難が必要になった時の非常持ち出し品（非常持ち出し袋）を準備していたか	選択式(選択肢4つ)	
	学校や地域で防災や災害に関する授業・講演を受講したことがあるか	選択式(選択肢2つ)	
	津波のリスク認知	東日本大震災発生以前、地震が発生したら津波が来ると思っていたか	5段階評価
		東日本大震災発生以前、自宅に津波が来る可能性があると思っていたか	5段階評価
東日本大震災発生以前、地域に津波が来る可能性があると思っていたか		5段階評価	
東日本大震災発生時に、地域に津波が来る可能性があると思っていたか		5段階評価	
東日本大震災発生時に、自宅が津波によって被害を受ける可能性があると思っていたか		5段階評価	
	東日本大震災発生時に、津波によって身に危険が及ぶ可能性があると思っていたか	5段階評価	

であると同定でき、悉皆的に配布できるポスティング法で質問紙を配布した。平成29年12月6、7日に気仙沼市内全てのプレハブ仮設住宅災害公営住宅、防災集団移転地にてポスティングを行った。2,859票を配布し、平成30年1月8日までに981票を郵送にて回収した（有効回収率34.3%）。質問紙は1世帯に1部配布し、18歳以上の世帯構成員1名に回答してもらった。回答者の男女比は男性434人（44.6%）、女性539人（55.4%）、無回答8人（0.8%）となり大きな偏りは見られなかった。回答者の平均年齢は65.9歳（S.D.±13.0歳）で、回答者の平均世帯人数は3.1人（S.D.±1.7人）であった。

本研究は、東日本大震災発生以前と発生時の住民の津波防災に対する姿勢や、津波に関する情報収集の状況が津波の避難行動に影響したのか明らかにすることを目的とする。よって、東日本大震災発生時に得た津波に関する情報、東日本大震災が発生する以前の過去の津波の認知状況や津波対策の程度、東日本大震災発生以前や発生時の津波のリスク認知に関する項目を独立変数とし、津波の避難行動との関係をクロス集計で分析した。また、津波避難行動に最も影響を与えた要因を明らかにするために重回帰分析を行った。

3. 津波避難行動の状況

調査回答者のうち 670 人が東日本大震災発生時に避難し、避難しなかった人は 28 人であったため、無回答を除くと、回答者の約 96%もの人が発災時に津波避難をしていたことが分かった。

質問紙の回答者は東日本大震災による津波の生存者であるため、確実かつ適切な避難について示す指標として避難の成功・失敗を用いることができず、回答者の大半が避難していたことから、避難の有無を従属変数とすることもできない。そこで津波で危険な経験をしないような避難行動が、適切な避難行動であるとして分析することとした。東日本大震災によって危険な経験をしたか、経験がある場合はその経験の内容について多重回答で問い、危険な経験に関する各選択肢の選択の有無と津波避難行動の開始時間についてクロス集計を行った。津波の避難開始時間については本震による揺れを感じてから津波避難行動を開始するまでの時間について「直後から 10 分後くらい」「11 分後から 20 分後くらい」「21 分後から 30 分後くらい」「31 分後から 40 分後くらい」「41 分後から 50 分後くらい」「51 分後から 60 分後くらい」「1 時間以降」で問うた。クロス集計の結果は図 1 の通りである。今後の分析結果において、各項目を選択した人数を項目の後に括弧書きで示す。カイ二乗検定を行った結果、「全身濡れた」、「体の一部が濡れた」、「追いかけられた」、「経験なし」でその経験の有無と避難開始時間との間に統計的に有意な関係が見られた。なんらかの危険な経験をしている場合、危険な経験をしていない場合と比較して、早期に避難していた人の割合が少ないことが分かった。よって、津波による危険な経験の有無と避難開始時間とは関係しており、早期の避難は適切な避難の条件の一つとなると考えられる。本研究では津波避難の適切さを示す指標として津波の避難開始時間を用いることができると考え、今後のクロス集計や重回帰分析においても従属変数として用いることとする。

津波の避難行動に影響すると考えられる要因が、東日本大震災発生時の津波の避難開始時間に及ぼした影響を明らかにするために、クロス集計を行った。今後、カイ

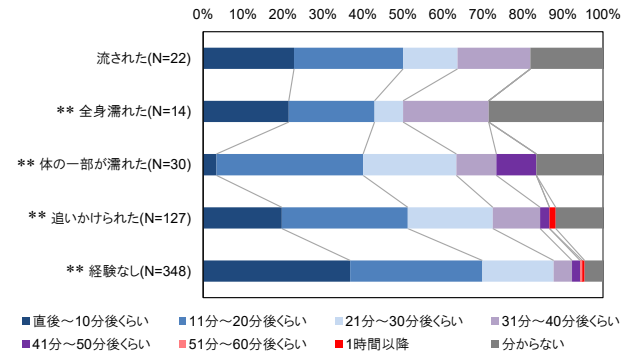


図 1 津波による危険な経験の有無 (MA) と避難開始時間との関係

二乗検定を行って有意差が見られなかった際は、図の下部に n.s. と記入することとする。まず、回答者の年代、居住地、居住年数、性別と避難開始時間について図 2～図 5 の様にクロス集計を行った。カイ二乗検定より回答者の年齢、居住地、居住年数と避難開始時間との関係は有意でなかったが、性別において有意差が生じ、男性は女性よりも避難開始時間が早い傾向が見られた。これは、諫川ら⁴⁾、宍戸ら⁵⁾の研究において性別によって避難行動に違いが生じた結果と整合した。

4. 各要因が津波避難行動の開始時間に与える影響

津波の避難行動に影響すると考えられる要因を 1)津波に関する情報源・情報の内容、2)津波災害発生以前の過去の津波災害の認知や津波への備え、3)津波災害発生以前や発生時の津波のリスク認知とし、それぞれクロス集計した結果をまとめる。

(1) 津波に関する情報源・情報の内容との関係

東日本大震災発生時に何から津波に関する情報を得たかを多重回答で問い、各選択肢が選ばれたかどうかと津波からの避難開始時間とでクロス集計を行った結果が図 6 である。全ての情報源で利用の有無と避難開始時間との間に統計的に有意な関係は見られなかった。本調査において最も選択した人が多かった選択肢は「防災無線（屋外スピーカー）」であり、次いで「テレビ」、「近所の人」となった。東日本大震災発生時に得た津波に関する情報の内容について複数回答してもらい、各選択肢の選択の有無と避難開始時間との関係を図 7 のように分析した。カイ二乗検定より、「津波の推定高さ」「地域で発生している津波の浸水被害状況」「津波警報・大津波警報の内容」の選択の有無と避難開始時間は 5%水準で有意であり、「他地域で発生している津波の浸水被害状況」の選択の有無は 1%水準で有意であった。今後カイ二乗検定の結果 5%水準で有意な項目に*を、1%水準で有意な設問に**をつける。最も選択された情報は「津波の推定高さ」であった。同じ浸水被害状況に関する情報であっても、地域の情報を得た人は他地域の情報を得た人よりも早期に避難を開始する人が多かった。

(2) 東日本大震災発生以前の過去の津波の認知・津波への備えとの関係

気仙沼市に襲来した過去の津波として、明治三陸地震津波、昭和三陸地震津波、チリ地震津波を挙げ、それぞ

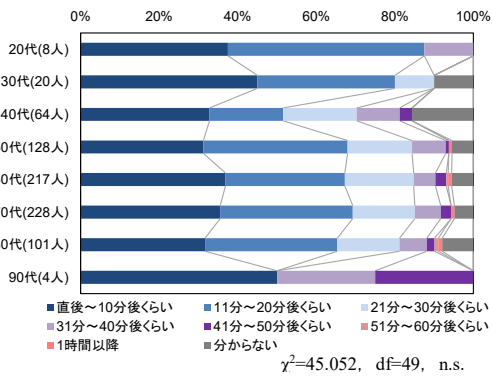


図2 年代と避難開始時間との関係

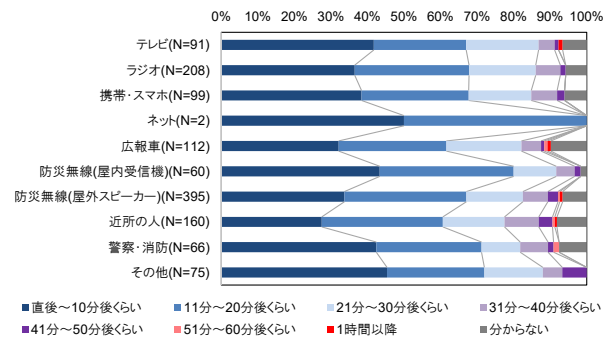


図6 情報源 (MA) と避難開始時間との関係

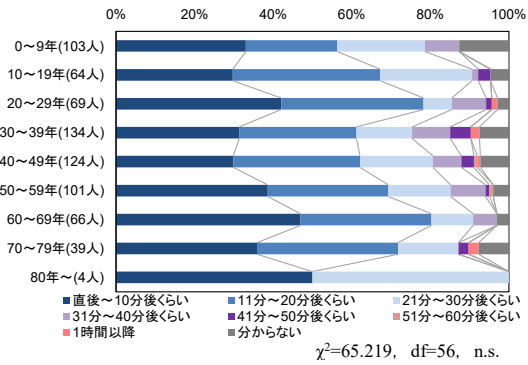


図3 居住年数と避難開始時間との関係

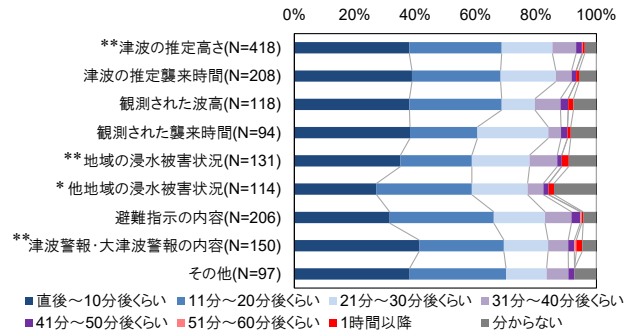


図7 情報の内容 (MA) と避難開始時間との関係

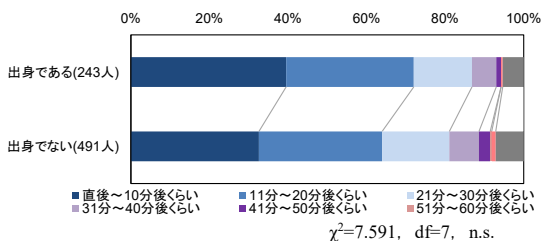


図4 出身地と避難開始時間との関係

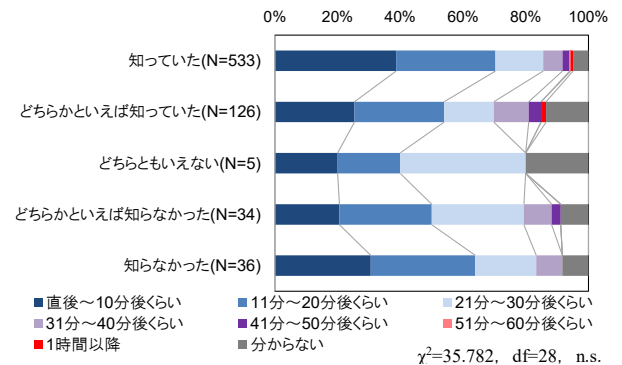


図8 チリ地震津波の認知状況と避難開始時間との関係

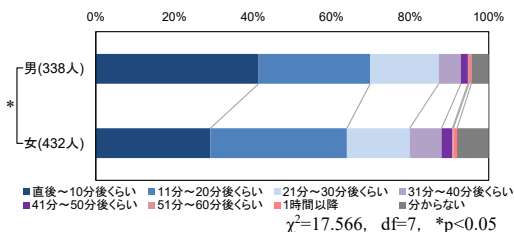


図5 性別と避難開始時間との関係

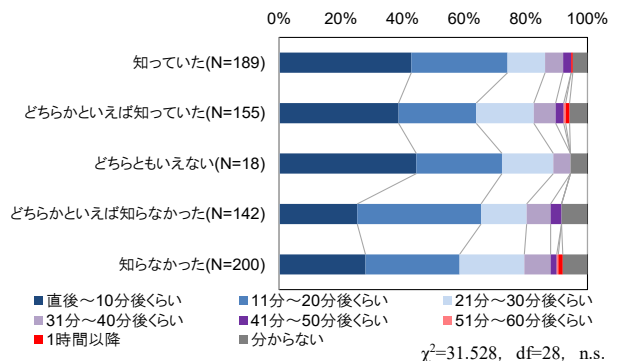


図9 昭和三陸地震津波の認知状況と避難開始時間との関係

れの認知について「知っていた」から「全く知らなかった」まで5段階で問い、その結果と津波からの避難開始時間とで図8～図10のようにクロス集計を行った。図10より、明治三陸地震津波について認知していたの方がより早期に津波避難行動していた傾向が見られるが、有意ではなかった。チリ地震津波と昭和三陸地震津波においても、過去の津波災害の認知と避難開始時間との間には明確な関係が見られなかった。よって、過去の津波の認知状況は避難開始時間に対して強く影響しなかったと考えられる。これは、昭和三陸地震津波を認知していた人は津波から避難していたとする佐藤らの結果¹⁰⁾と異なった。東日本大震災発生以前の津波への備えと避難開始時間との関係についてクロス集計を行った。図11～図18

より、津波への備えを行っていた回答者ほど津波からの避難行動開始時間が早くなる傾向が見られた。東日本大震災発生以前の津波への備えとして、「自宅からの避難場所の決定(個人・家族)」「災害の対策等に関する話し合いの頻度(家族・近所)」「地域の津波ハザードマ

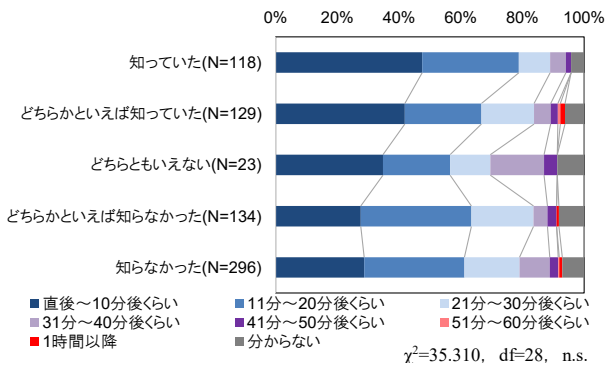


図 10 明治三陸地震津波の認知状況と避難開始時間との関係

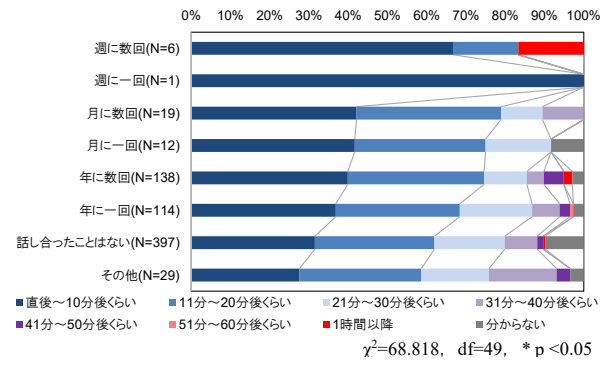


図 14 災害の対策等に関する話し合いの頻度（近所）と避難開始時間との関係

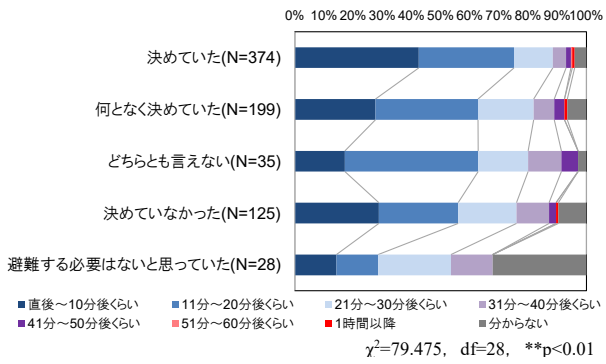


図 11 津波避難場所の決定状況（個人）と避難開始時間との関係

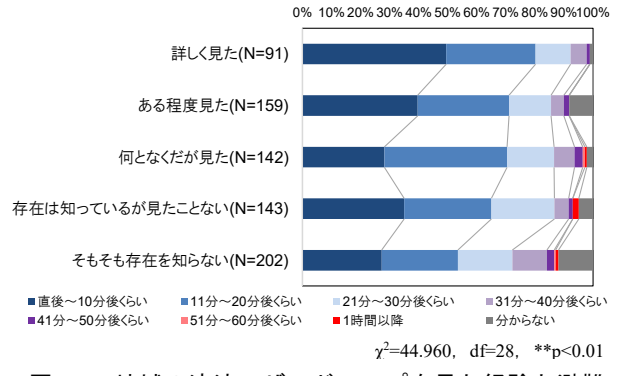


図 15 地域の津波ハザードマップを見た経験と避難開始時間との関係

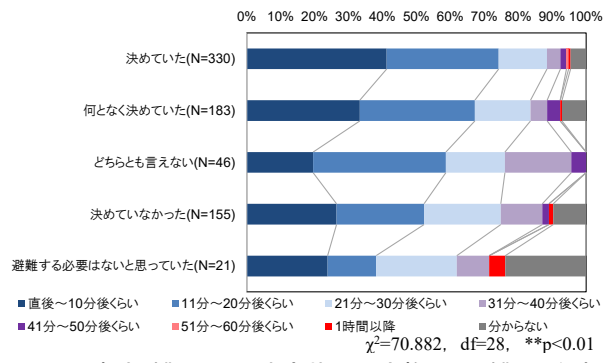


図 12 津波避難場所の決定状況（家族）と避難開始時間との関係

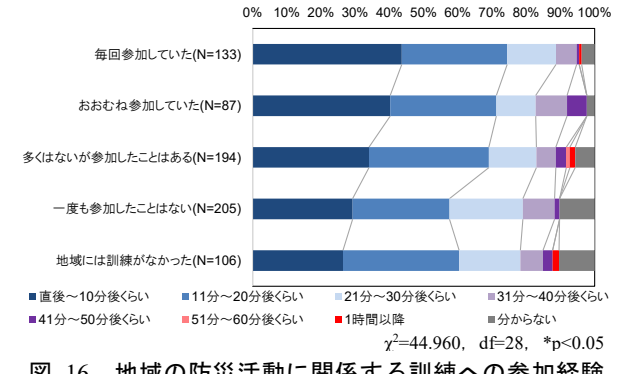


図 16 地域の防災活動に関する訓練への参加経験と避難開始時間との関係

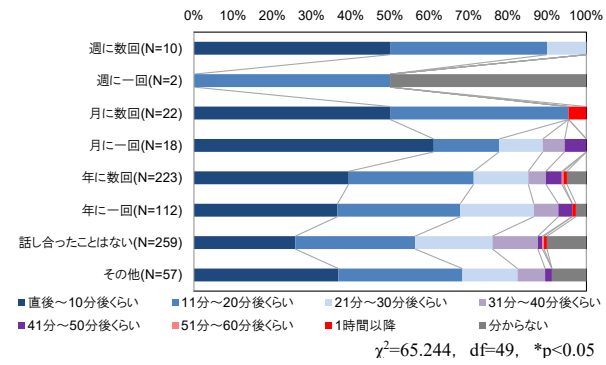


図 13 災害の対策等に関する話し合いの頻度（家族）と避難開始時間との関係

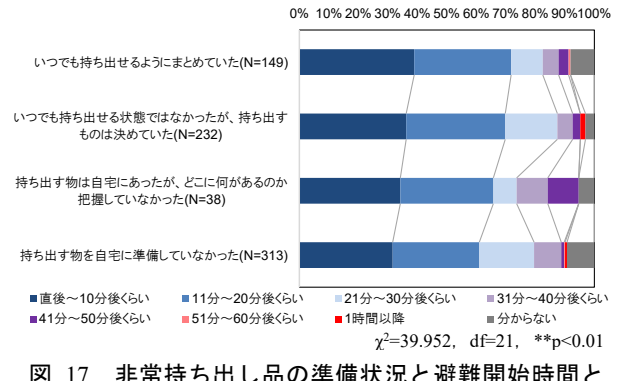


図 17 非常持ち出し品の準備状況と避難開始時間との関係

ップを見た経験」「地域の防災活動に関する訓練への参加経験」「非常持ち出し品の準備状況」「防災や災害

に関する授業・講演の受講経験」を挙げ、クロス集計を行った。カイ二乗検定より、「災害の対策等に関する話し合いの頻度（近所）」と「地域の防災活動に関する

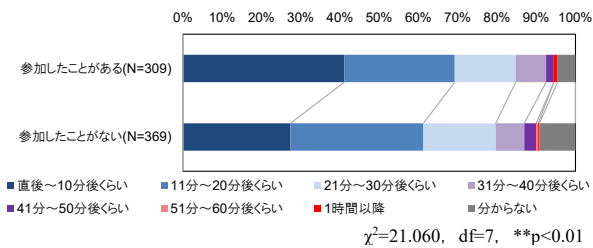


図 18 防災や災害に関する授業・講演の受講経験と避難開始時間との関係

訓練への参加経験」は 5%水準で有意であり、「自宅からの避難場所の決定（個人・家族）」「地域の津波ハザードマップを見た経験」「非常持ち出し品の準備状況」「防災や災害に関する授業・講演の受講経験」は 1%水準で有意であった。本研究では、「災害の対策等に関する話し合いの頻度（家族）」と避難開始時間との間に統計的有意な関係が見られなかった。これは佐藤らによる、災害の対策等に関する話し合いの頻度（家族）が避難に良い影響を与えるという結果¹⁰⁾と異なった。個人と家族による自宅からの避難場所の決定においては、より決定が明確である方が避難開始時間が早い傾向が見られた。また、地域の津波ハザードマップを見た経験や防災に関する訓練への参加経験、防災や災害に関する授業・講演の受講経験に関しても経験が多い人の方が避難開始時間が早くなった。この結果は田村らによる、東日本大震災発生以前にハザードマップと浸水区域想定を見た場合、避難開始時間がやや早くなる⁹⁾という結果と一致する。

これらの結果より、事前の津波への備えと津波の避難開始時間とは関係しているといえる。しかし、津波の備え自体が避難開始時間に直接影響しているのか、津波の備えを行う人の特徴が津波の避難開始時間に関係しているのかを明らかにするためには、より詳細な調査・分析が必要である。

(3) 東日本大震災発生以前・発生時の津波のリスク認知との関係

東日本大震災発生以前の津波のリスク認知と津波からの避難開始時間との関係についてクロス集計を行い図 19～図 24 とした¹⁾。東日本大震災発生以前の津波のリスク認知として、「地震が発生したら津波が来ると思った」「自宅に津波が来る可能性がある」「地区に津波が来る可能性がある」を、東日本大震災発生時の津波のリスク認知として、「津波が来る可能性がある」「自宅が津波により被害を受ける可能性がある」「津波によって身に危険が及ぶ可能性がある」の計 6 つの項目を設定して分析を行った。分析の結果、全ての項目において津波のリスク認知が強い人ほど避難開始時間が早くなり、カイ二乗検定より統計的にも強い関係が見られた。これは諫川らによる発災時の津波発生リスクの認知が避難行動に影響するという結果⁴⁾と一致する。しかし、佐藤らは発災以前の各津波リスクの認知と津波避難との関係性は明瞭ではないとしている¹⁰⁾ため、発災前の津波のリスク認知が避難行動に及ぼす影響の強さの観点では、本研究による研究結果と異なっている。これは、本研究と佐藤らの研究で避難開始時間の選択肢や研究対象地域、調査時期が異なるために生じた差異であると考えられる。

(4) 各要因と避難開始時間との関係

ここで、各要因と避難開始時間との関係についてクロス

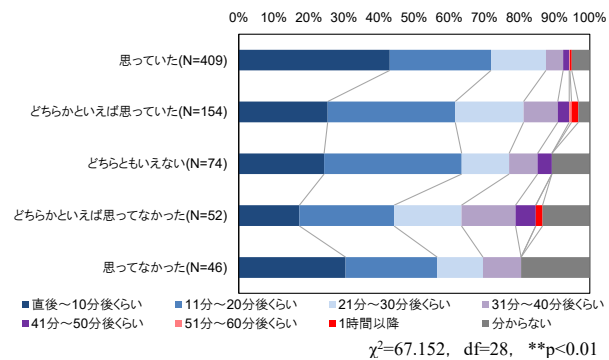


図 19 地震が発生したら津波が来る（発災前）と避難開始時間との関係

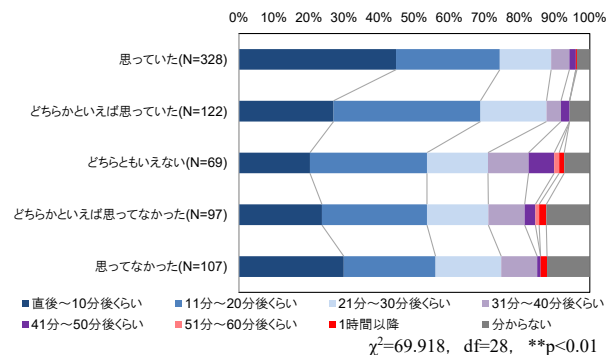


図 20 自宅に津波が来る可能性がある（発災前）と避難開始時間との関係

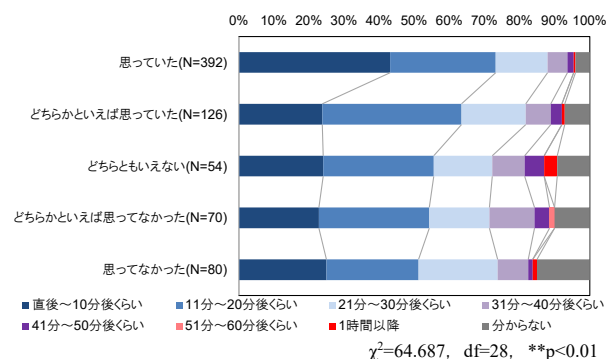


図 21 地域に津波が来る可能性がある（発災前）と避難開始時間との関係

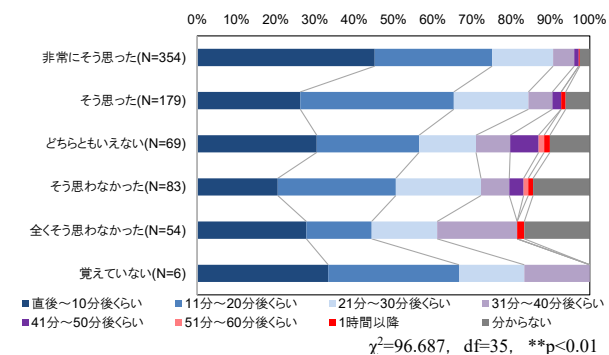


図 22 津波が発生する可能性がある（発災時）と避難開始時間との関係

集計を行った結果についてまとめる。分析より、情報源と避難開始時間の間には関係が見られなかった。避難開始時間に対し有意だった項目は、情報の内容と発災以

前の津波の備えの一部項目と発災以前・発災時の津波のリスク認知の全ての項目であった。特にリスク認知の全ての項目は避難開始時間に対して1%水準で有意であり、強い関係がみられた。

5. 避難行動に最も影響を与える要因

東日本大震災の津波の避難開始時間に最も影響を与えた要因を明らかにするために、重回帰分析を行った。本研究では各独立変数と避難開始時間との間に対応関係があるのか分析する。

(1) 独立変数

独立変数には回答者の年代、気仙沼市の居住歴、気仙沼市出身かと性別、表1の設問の回答を用いた。過去に発生した災害認知と災害発生以前の津波の備えやリスク認知については佐藤ら¹⁰⁾を参考に設問を作成した。災害発生時の津波のリスク認知・津波想起は田村ら⁹⁾、諫川ら⁴⁾より実際の避難実施と関係があるとされており、本研究では発災時の津波想起の他、発災時に津波想起だけでなく具体的な津波による危険を感じていたか調査するために、自宅の津波被災リスクと津波によって身に危険が及ぶリスクについて問う項目を導入した。津波に関する情報源は、諫川ら⁴⁾を参考にテレビ、ラジオ、インターネット、防災無線、広報車、近所の人を導入した。スマホや携帯を用いて情報収集を行った人や警察・消防に呼びかけられた人がいた可能性を踏まえてこれらの項目を追加した。さらに、気仙沼市では防災無線の受信方法に屋内受信機と野外スピーカーがあったため、これらも分けて独立変数として導入した。情報の内容として、内閣府¹⁴⁾の調査では予想される津波の高さや実際の津波の到達状況、津波警報や大津波警報、避難の呼びかけが挙げられている。本研究では推定される津波の到来時間も避難開始時間に影響すると考えて津波の推定襲来時間を加えた。さらに情報の確実性も避難開始時に影響すると考えて観測された波高と襲来時間も独立変数とした。また、実際の津波の到達状況は地域によって異なるため、地域と他地域の浸水被害状況も独立変数とした。また、避難の呼びかけの1つとして避難指示も導入した。回答者の属性に関しては便宜上、「気仙沼市出身である」場合を1点、「気仙沼市出身でない」場合を2点として導入した。性別は「男性」を1点、「女性」を2点とした。過去の津波災害の認知や津波のリスク認知については5点尺度で問い、津波への備えについては項目に応じて複数の尺度で問うた。過去の津波についてよく知っている場合や津波のリスクを強く認知している場合、津波への備えを精力的に行っている場合を高い点数とした。また、情報源や情報の内容についてはその情報源を用いたか、その内容の情報を得たかについて複数選択してもらい、「得た」を1点、「得ていない」を0点とした。

(2) 従属変数

東日本大震災発生時の津波からの避難開始時間について7段階で問い、「直後から10分後くらい」を7点、「11分後から20分後くらい」を6点、「21分後から30分後くらい」を5点、「31分後から40分後くらい」を4点、「41分後から50分後くらい」を3点、「51分後から60分後くらい」を2点、「1時間以降」を1点として避難の確実さ・適切さを測る変数とした。

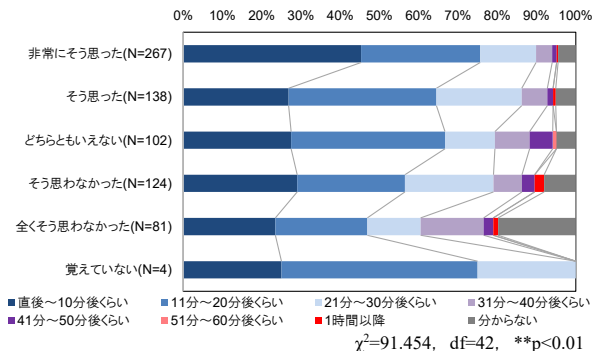


図 23 自宅が津波によって被害を受ける可能性がある（発災時）と避難開始時間との関係

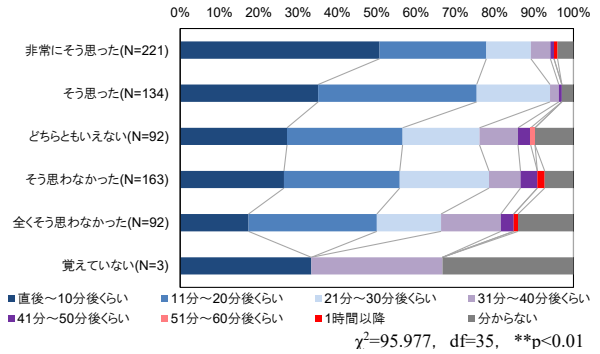


図 24 津波によって身に危険が及ぶ可能性がある（発災時）と避難開始時間との関係

(3) 重回帰分析

重回帰分析の独立変数の投入は変数減少法にて行った。分析結果は表2の通りであり、「身に危険が及ぶと思った（発災時）」「津波が発生すると思った（発災前）」「他地域の浸水被害状況」「避難場所決定（個人）」「防災無線（屋内受信機）」が独立変数として選択された。調整済み重相関係数 R^2 は 0.213、有意確率 F 変化量は 0.000 であり 5%水準で有意であった。VIF 値は全ての項目において 1.029~1.322 となり、独立変数間の多重共線性は見られなかった。標準化係数が負になると津波からの避難開始時間を早め、標準化係数が正になると、津波からの避難開始時間は遅くなる。標準化係数が負になった項目は、絶対値が大きい順に「身に危険が及ぶと思った（発災時）」(-0.214)、「津波が発生すると思った（発災前）」(-0.160)、「津波の推定高さ」(-0.157)、「津波警報・大津波警報の内容」(-0.124)、「避難場所決定（個人）」(-0.104)、「防災無線（屋内受信機）」(-0.102)であり、標準化係数が正になった項目は、「他地域の浸水被害状況」(0.163)であった。この分析結果はリスク認知が高い人や、津波の備えをしていた人の、避難開始時間が早かったというクロス集計による結果と一致している。また、クロス集計では相関関係が見られなかった津波に関する情報源や、情報の内容に関する項目も選択された。

最も避難開始時間に影響を与えたのは「身に危険が及ぶと思った（発災時）」であった。非標準化係数 B の値は-0.293 であり、回答の選択肢が 5 段階のリカートスケールであることから、この値に 5 を乗すると津波による身の危険を強く認知することで短縮される時間は約 1.5 分程度であった。リスク認知について議論している多くの既往研究で、避難行動とリスク認知が関係しているとされており、本研究の結果との一致が見られた^{4) 9) 10)}。

本研究において、情報や事前の備え、過去の津波認知と比較して、津波のリスク認知が避難開始へ与えた影響が最も大きかった点や、リスク認知について時制とリスクの内容とで細分化して分析し、リスク認知の中でも身に危険を感じることが最も影響の大きい項目であることを明らかにすることができた点が有用であるといえる。津波避難を引き出すために多くの対策検討がなされているが、住民本人が危険を我がこととして認知して、身体に危険があると感知することが避難行動には最も重要であり、発災時に身の危険を感じさせるよう、情報発信等を工夫する必要があることが示唆された。

次に影響が大きかった項目は「津波が発生すると思った（発災前）」であった。この項目は既往研究でもリスク認知の項目として議論されており、避難行動との関係性が議論されてきた。本研究においても、発災以前に津波のリスクを強く認知することは避難開始時間を短縮することが明らかになった。しかし、津波のリスク認知の項目の中でも発災時の身の危険より標準化係数が小さい結果となったため、避難開始には事前よりも発災時のリスク認知の方が影響が強いことが分かった。また早期避難には、津波の発生リスクよりも身に危険が及ぶといった具体的な危険を感じることが重要であると考えられる。

津波への事前の備えとしては「避難場所決定（個人）」が選択された。行政等でも、発災前に自宅からの避難場所を個人で決定することを呼び掛けており、その避難時間短縮への有用性が支持される結果となった。

情報源からは防災無線（屋内受信機）が選択され、屋内受信機の利用は避難時間を短縮させる傾向にあったことが分かった。田中ら¹⁵⁾の2009年8月9日豪雨災害（兵庫県佐用大水害）についての調査でも、他の情報源と比較して屋内受信機による防災無線が最も多く利用されていた。野外スピーカーだけでなく、屋内受信機を普及・充実させることが、避難開始までの時間の短縮に有効であると考えられる。

避難開始時間を早める要因として、情報の内容からは「津波の推定高さ」と「津波警報・大津波警報の内容」が選択された。よって、津波の推定高さや津波警報・大津波警報に関する情報が住民の避難行動を促していたと考えられる。本間ら¹⁶⁾は2003年の十勝沖地震において、津波警報よりも避難勧告の方が住民の避難行動を促したとし、本研究とは異なる結果を示している。これについて本間らは、十勝沖地震時に予測された津波波高が低く、発災以前に津波警報の予測が複数回外れていたことから「オオカミ少年効果」が生じていた可能性があるためと分析している。本稿で対象とした東日本大震災では、最終的に予測された津波波高が比較的高かったため、津波の波高や警報に関する情報が避難開始時間を短縮するように働いた可能性があると考えられる。

本分析において、「他地域の浸水被害状況」に関する情報を入手した人の避難開始時間は遅くなる傾向が見られた。この結果より、気仙沼市の津波到達時間や浸水するまでの時間が、報道されていた他地域よりも早かった可能性や、すでに浸水していた他地域の浸水情報を得て津波を過小評価した可能性が考えられる。また、避難開始時間が遅い回答者ほど、他地域の浸水状況について情報収集する時間があつた可能性も考えられるが、発災時の報道状況の詳細な時間的推移はまとめられておらず、本研究では他地域の浸水状況の情報入手状況と避難開始時間の因果関係が明らかになっていないため、明確な理由は明らかになっていない。報道する地域の偏りや報道の

表2 重回帰分析の結果

	非標準化		標準化		有意 確率
	係数	標準 誤差	係数	β	
(定数)	5.562	0.417			0.000
属性	年代				
	居住年数				
	出身地				
	性別				
情報	テレビ				
	ラジオ				
	携帯・スマホ				
	ネット				
	広報車				
	防災無線（屋内受信機）	-0.830	0.444	-0.102	0.062
	防災無線（屋外スピーカー）				
	近所の人				
	警察・消防				
	津波の推定高さ**	-0.640	0.225	-0.157	0.005
	津波の推定襲来時間				
	観測された波高				
	観測された襲来時間				
過去の津波の認知・津波への備え	地域の浸水被害状況				
	他地域の浸水被害状況**	0.845	0.290	0.163	0.004
	避難指示の内容				
	津波警報・大津波警報の内容*	-0.591	0.264	-0.124	0.026
	チリ地震津波の認知				
	昭和三陸地震津波の認知				
	明治三陸地震津波の認知				
	避難場所の決定（個人）	-0.158	0.090	-0.104	0.081
	避難場所の決定（家族）				
	話し合いの頻度（家族）				
話し合いの頻度（近所）					
ハザードマップを見た経験					
防災訓練への参加					
非常持ち出し品の準備					
防災や災害に関する授業・講演の受講					
津波のリスク認知	地震が発生したら津波がくる（発災前）**	-0.244	0.094	-0.160	0.010
	自宅に津波が来る可能性（発災前）				
	地域に津波が来る可能性（発災前）				
	津波が発生する可能性（発災時）				
	自宅が津波被害をうける可能性（発災時）				
	身に危険が及ぶ可能性（発災時）**	-0.293	0.079	-0.214	0.000

内容が避難開始時間に影響する可能性が示唆された。

本分析において回答者の属性は選択されず、性別と避難行動が関係するとした諫川ら⁴⁾や宍戸ら⁵⁾の結果と異なった。これは、次の2つの原因によると考えられる。まず、既往研究と本研究では従属変数として採用した項目が異なっているためである。本研究では従属変数として避難開始時間を用いたのに対し、諫川ら⁴⁾は従属変数として避難の有無や死亡率を用いており、このことが異なる結果となったことに影響したと考えられる。次に、分析手法の違いによると考えられる。既往研究ではクロス集計等によって従属変数と性別等の独立変数との関係を、独立変数ごとに個別で分析・考察していた。対して、本研究では重回帰分析を用い、関連すると思われるなるべく多くの独立変数を対象にして総合的に分析することで、各独立変数間の相対的な影響の大きさを明らかにすることを試みている。あくまで本稿では、本研究での独立変数群の中で相対的に評価すると、性別よりも津波の

備えや津波リスクの認知、津波に関する情報の方が津波避難行動と高い関連性があったという結果を述べている。一方、図 5 では見かけの上で、性別と避難開始時間が関連していると考えられる点や、いくつかの既往研究・調査¹⁷⁾で性別の影響が指摘されている点から、調査対象者の属性と避難開始時間との関係については今後も検証を要する点を注記しておく。

6. おわりに

本稿では、宮城県気仙沼市の住民を対象に質問紙調査を行い、過去の津波災害の認知、津波災害発生以前の津波への備え・津波のリスク認知、津波災害発生時の津波のリスク認知、津波に関する情報源・情報の内容が東日本大震災発生時の津波避難行動に与えた影響について分析をし、どの要因が最も強い影響を及ぼすか検証した。分析の結果、以下のことが分かった。

- 1) 津波への事前の備えや津波のリスク認知に分類される項目について、津波からの避難開始時間との関係が見られ、事前の備えを行っていた住民や津波のリスクを強く認知していた住民の避難開始時間が比較的早くなったことが分かった。
- 2) 東日本大震災の津波の避難開始時間に最も影響を与えた項目は発災時に身に危険が及ぶと思ったかであり、身体の危険を非常に強く認知することは避難の開始を 1 分以上早める効果があった。発災時に住民本人が身体に危険を感じさせるよう、情報発信等を工夫する必要があることが示唆された。
- 3) 発災前に津波発生リスクを強く認知することは、避難開始までの時間を短縮することが明らかになった。発災時の身の危険よりも影響が小さくなり、避難開始には事前よりも発災時のリスク認知の方が影響が強く、津波の発生リスクよりも具体的な身体の危険を感じる事が重要であると考えられる。
- 4) 津波の事前の備えでは「避難場所決定（個人）」の避難時間への影響が大きく、行政等で呼び掛けている避難場所の事前決定が避難時間短縮に有用である可能性が示唆された。反面、津波避難場所を決定することで避難場所を固定的に捉えさせ、適切な避難行動が阻害させる危険性も考えられる。
- 5) 情報源では屋内受信機による防災無線の情報を利用することで避難時間が短縮する傾向にあったことが分かった。野外スピーカーだけでなく、屋内受信機を普及・充実させることが、避難開始までの時間の短縮に有効であると考えられる。
- 6) 情報の内容では「津波の推定高さ」と「津波警報・大津波警報の内容」によって避難開始時間が短縮されることが分かった。しかし、東日本大震災発生時の気仙沼市において、他地域の浸水被害状況を利用すると、避難開始時間が遅くなった。報道する地域の選択や偏り、報道の内容が避難開始時間に影響する可能性が示唆された。

本稿において、発災時に津波による身の危険を感じた強度と避難開始時間との間に相関関係がみられたことが分かった。しかし、本研究では、強い津波のリスク認知を引き出す要因について、その人の防災意識の高さや防災知識の量、性格といった内的要素によるものなのか、発災時に得られた情報や周囲の人の動きといった外的要素によるものなのか、明らかにすることができなかった。

津波による身の危険を感じた人のみを対象として調査を行い、リスクを強く認知した人の特徴について明らかにすることで、避難開始時間を早めるための具体的な対策の立案が可能であると考えられる。また、東日本大震災は非常に大きな地震を伴うものであったため、津波常襲地域であった気仙沼市の方にとっては津波を想起しやすかった可能性も考えられる。このように発生したハザードの大きさや種類によっても、津波による身の危険の感じ方は異なることが推測されるため、他のイベントを対象とした調査を行う必要があると考えられる。

補注

(1) 図 19～21 と図 22～24 で選択肢の文言が統一されていないが、これは質問紙を作る際に、誤って図 19～21 にあたる設問の選択肢と図 22～24 にあたる設問の選択肢を異なったものとしてしまったためである。しかし、この設問では選択肢にリカートスケールを用いており、順序尺度であるため選択肢の文言の際は回答に大きく影響しないと考えた。

謝辞

ご多忙の中、質問紙に回答していただいた気仙沼市民の方々へ心より感謝申し上げます。本研究は、日本学術振興会 課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業・実社会対応プログラム（公募型研究テーマ）「効果的・持続的な災害伝承を目的とした拠点構築手法のモデル化と実践的研究」（研究代表者：佐藤翔輔）および文部科学省委託事業「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」の助成を受けて実施されました。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 27 年度版防災白書本文 <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h27/honbun/index.html> , (最終アクセス：2018 年 8 月 7 日)
- 2) 三上卓：東日本大震災の津波犠牲者に関する調査分析～山田町・石巻市～，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.70, No.4（地震工学論文集第 33 巻），I_908-I_915, 2014.
- 3) 田中岳，渡部靖憲，中津川誠：2011 年東北地方太平洋沖地震に対する北海道沿岸域住民の避難行動調査，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.69, No.1, 48-63, 2013
- 4) 諫川輝之，村尾修，大野隆造：津波発生時における沿岸地域住民の行動―千葉県御宿町における東北地方太平洋沖地震前後のアンケート調査から―，日本建築学会計画系論文集，第 77 巻，第 681 号，pp.2525-2532, 2012.
- 5) 宍戸直哉，宇川弘朗，今村文彦：津波来襲時における住民の避難過程を考慮した人的被害評価手法の検討，土木学会論文集 B2(海岸工学) 66(1), 1311-1315, 2010.
- 6) 大野沙知子，高木郎義，倉内文孝，出村嘉史，大崎孝典：東日本大震災における津波避難行動に関する新聞記事データベースの構築とそれに基づく考察，土木計画学研究・講演集，Vol.45, CD-ROM, 2012.6
- 7) 金井昌信，片田敏孝：2011 年東北地方太平洋沖地震津波来襲時における津波避難意思決定構造の把握，日本災害情報学会誌 (10), 91-102, 2012.3
- 8) 武田文男，池谷浩，安藤尚一，日比野直彦：津波災害における実効的な避難対策に関する研究，GRIPS Discussion Papers

14-05, 2014-04

- 9) 田村誠, 田林雄, Frank Hiroshi Ling, 安島清武, 三村信男, 安原一哉: 津波発生時の避難行動解析: 2011年東北地方太平洋沖地震における茨城県での津波避難, 日本地震工学会論文集 第13巻, 第4号, p. 4_19-4_37, 2013
- 10) 佐藤翔輔, 平川雄太, 新家杏奈, 今村文彦: 災害伝承は津波避難行動を誘引したのかー陸前高田市における質問紙調査を用いた事例分析ー, 地域安全学会論文集, No.31, pp. 69-76, 2017.
- 11) 柴山菜摘, 森田哲夫, 細川良美, 塚田伸也, 三上卓, 後藤洋三, 東日本大震災津波避難行動調査に基づく避難遅れの要因分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), 第46巻, 2012
- 12) 神原康介, 窪田亜矢, 黒瀬武史, 荻原拓也, 福士薫, 田中暁子: 東日本大震災時における高齢者の緊急避難行動の実態と集落環境による影響, 日本建築学会計画系論文集 79: 1593-1602, 2014.
- 13) 気仙沼市総務部危機管理課防災情報係: 被害の状況 平成 29年 6 月 30 日 現在 ,
www.kesennuma.miyagi.jp/sec/s009/020/020/020/1300452011135.html, (最終アクセス: 2018年8月7日)
- 14) 内閣府 (防災担当): 東日本大震災時の地震・津波避難に関する住民アンケート調査 [主な調査結果] 平成 24年 12月, http://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/pdf/20121221_chousa1_1.pdf, (最終アクセス: 2018年8月23日)
- 15) 田中 淳, 吉井博明, 関谷直也, 市澤成介, 地引泰人, 中村功, 宮川勇二, 宇田川真之, 松尾一郎: 2009年8月9日豪雨災害(兵庫県佐用町)における住民の対応に関する調査研究, 東京大学大学院情報学環情報学研究. 調査研究編 27, 49-99, 2011-03-29.
- 16) 本間基寛, 片田敏孝: 津波防災における災害事前情報と住民避難の関係に関する考察, 災害情報 (6), 61-72, 2008-03, 日本災害情報学会
- 17) 国土交通省: 東日本大震災の津波被災現況調査結果 (第2次報告), 平成 23年 10月, <http://www.mlit.go.jp/common/000168249.pdf>, (最終アクセス: 2018年12月31日)

(原稿受付 2018.8.24)

(登載決定 2019.1.12)