

# 津波避難時の移動手段選択に影響を及ぼす要因分析 -気仙沼市を対象として-

## Analysis of the Factors affecting Mode Choice in Tsunami Evacuation -A study of Kesennuma City-

○藤生 慎<sup>1</sup>, 高田 和幸<sup>2</sup>  
Makoto FUJII<sup>1</sup> and Kazuyuki TAKADA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系

Department of Environmental Design, Kanazawa University

<sup>2</sup> 東京電機大学 理工学部 建築・都市環境学系

Department of Architectural, Civil And Environmental Engineering, Tokyo Denki University

During the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, many residents living coastal area used car for their evacuation from mega Tsunami. Due to the rapidly increased traffic demand in road network and also trouble of traffic signals, heavy traffic congestions occurred in the road network. This research investigated the condition of car evacuation in Kesennuma city. As a result, it became clear that Tsunami evacuation using car is influenced by some factors which are experience of disaster drill, damaged level and so on.

**Keywords :** the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, tsunami, mode choice, factors

### 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震によって発生した大津波は、東北地方の太平洋沿岸地域に甚大な物的・人的被害を及ぼした。この背景には自動車避難の際に、渋滞に巻き込まれていたことが被害を拡大させた原因の一つである。このような状況を改善するためには、避難手段を見直す必要があると考えられる。既に安全な津波避難を実現するために、様々な研究がなされている。東北地方太平洋沖地震発生後には、高田ら<sup>1)</sup>の研究がある。高田らは気仙沼市を対象として研究を行っている。具体的には、自動車の発生量を抑制する施策と、発生した自動車の交通流を円滑化する施策それぞれのハード対策とソフト対策を整理し、交通流シミュレーションソフトを用いて施策の評価を行っている。このように避難に関する研究は数多く行われているが、どのような要因が避難手段に影響を及ぼすかの研究は不十分であると思われる。

そこで本研究では、気仙沼市を対象にアンケート調査を実施し、市民が地震が発生した時にどのような避難手段で避難していたのかまた、どのような要因が避難手段に影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とする。

### 2. アンケート調査の概要

本研究では、防災・減災まちづくりに関する意識調査についてアンケート調査を実施した。調査概要を表1に示す。調査は2013年12月13日から16日までの4日間で行い、気仙沼市内の対象地区に、3000部のアンケート調査票を配布した。図1に対象地区を示す。対象とした地区は、気仙沼市の中心市街地であり、津波による被害は「全壊」から「被害なし」に位置する31地区である。31地区のうち9地区(図1の網掛け部分)は、地区内のほとんどの住宅が津波により流失した地区である。よって元々住んでいた場所から離れて今は仮設住宅に住んでいる状況である。そこで、仮設住宅在住者にも調査を依

表1 アンケート調査の概要

調査日時	2013年12月13日～16日
調査方法	訪問での配布・ポスティング
調査対象	気仙沼市内対象地区(図1)に居住する市民 ※仮設住宅居住者も含む
配布部数	3000部(回収部数:863/回収率:28.8%)
調査項目	(1)東北地方太平洋沖地震発生以前の防災意識 (2)東北地方太平洋沖地震発生当日の行動 (3)東北地方太平洋沖地震発生後の避難意識と防災意識 (4)津波避難時の安全性を高める施策の案に対する市民の賛否・評価 (5)まちづくりへの関心 (6)気仙沼市への好意・好感 (7)東日本大震災による被害状況 (8)個人属性 (性別、年代、配偶者の有無、居住年数など)

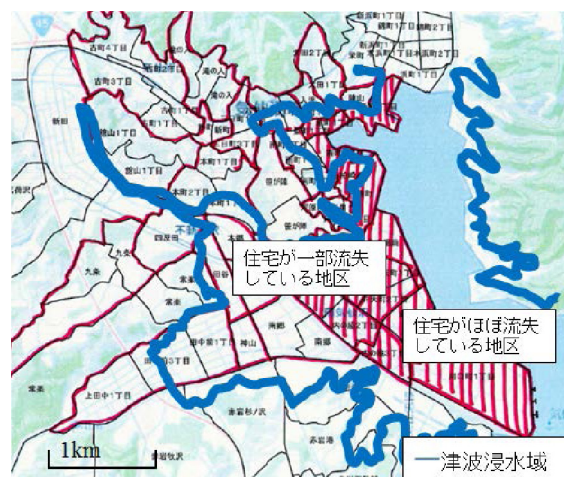


図1 調査票の配布対象地区(気仙沼市)

頼し、全31地区のデータ収集を行った。

調査項目は大きく分けて「東北地方太平洋沖地震発生以前の防災意識」、「東北地方太平洋沖地震発生当日の行動」、「東北地方太平洋沖地震発生後の防災意識」、「津波避難時の安全性を高める施策の案に対する市民の賛否・評価」、「まちづくりへの関心について」、「気仙沼市への好意・好感について」、「大震災による被害状況」、「個人属性」の8つである。

### 3. 津波避難の特徴分析

#### (1) 回答者の特性

回答者の性別割合は男性が54.3%、女性が45.7%であり、約90%の回答者が車を保有していた。また、住まいは一般住宅が84%、仮設住宅が16%であった。回答者の年齢別割合は、50代以上の回答者が全体の約80%以上を占めている(図2)。国勢調査結果<sup>2)</sup>によると気仙沼市のうちアンケート調査の対象とした地区の50歳以上の割合は約60%であった。また、気仙沼市統計書<sup>3)</sup>によると仮設住宅の入居世帯数の割合は約11%であった。

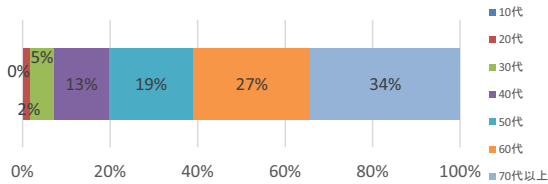


図2 回答者の年齢

#### (2) 回答者の被害の特性

回答者の住居の被害程度別割合を図2に示す。アンケート調査の対象とした地区での被害種別は、地震動被害ではなく、津波または火災による被害である。回答者のうち約70%がなんらかの住居被害を被っており、全壊・大規模半壊の被害は約44%に及ぶ。また、浸水状況(図3)より全壊・大規模半壊・半壊と判定される床上浸水の割合は約44.9%に及ぶ。以上の結果から、回答者のうち約半数の住居が床上浸水の被害を被り、建物被害認定調査を通じて半壊以上の罹災証明書が発行されていることがわかった。

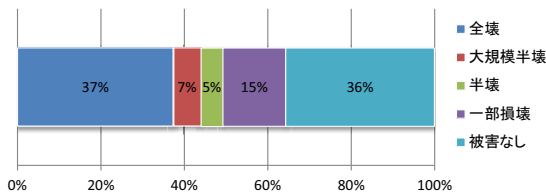


図2 回答者の住居被害の程度別割合

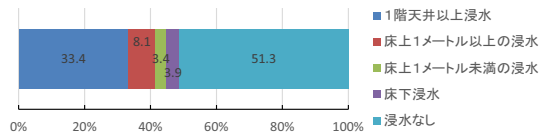


図3 浸水状況

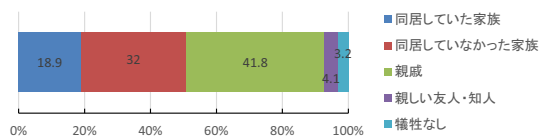


図4 犠牲者の有無

図4に回答者と犠牲者の関係別割合を示す。家族の同居の有無に関係なく回答者の約51%が家族が犠牲になっていた。そのうち、同居していた家族が犠牲になっている割合は約18.9%であった。親戚・知人・友人が犠牲になった割合は、回答者のうち約96.8%を占めた。この結果から、回答者と関係のある市民が震災により犠牲になっていた。

#### (3) 津波からの避難手段

図5に津波からの避難の容易性と避難手段の関係を示す。なお、避難の容易性は調査の中で順調に避難できたか否かは「はい」または「いいえ」の2択で問うている。順調に避難することができたと回答した者の多くは自動車による避難(約58.9%)であった。一方、順調に避難することができなかつたと回答した者の多くは徒歩であ

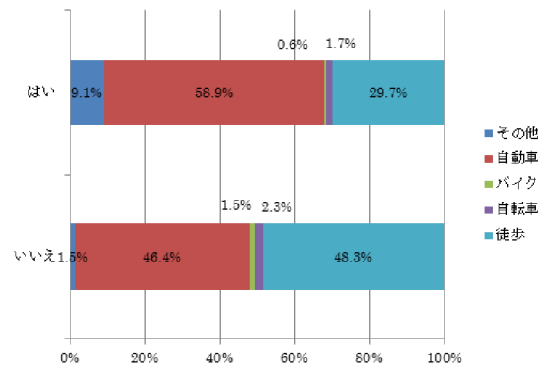


図5 避難の「順調さ」と地震発生当日の避難手段

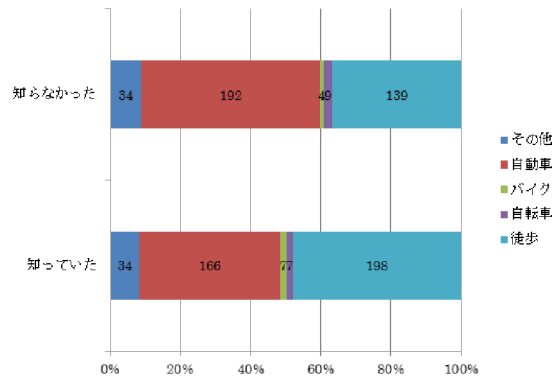


図6 混雑状況の認知と避難手段

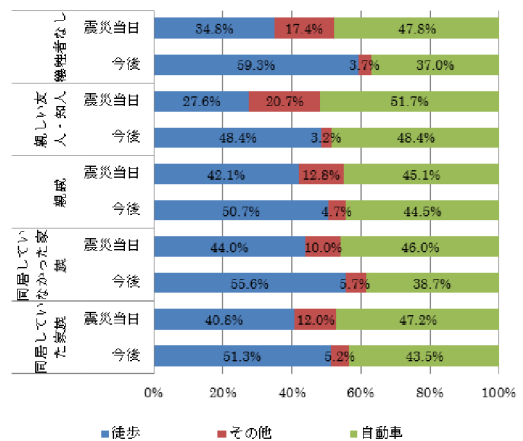


図7 犠牲者の有無と避難手段の関係

った。

図6に津波避難時の混雑状況の認知と避難手段を示す。なお、避難時の混雑状況は調査の中で混雑状況の認知について「知っていた」または「知らなかった」の2択で問うている。混雑状況を知っていた場合には、徒歩での避難が多く（約50%）であり、混雑状況を知らなかった場合には、自動車での避難が多い（50%）。このことから、自動車で避難した場合「混雑している」もしくは、「混雑しているかもしれない」と認識し渋滞に巻き込まれ迅速な避難ができないと考えていた可能性が考えられる。

図7に犠牲者の有無と避難手段（徒歩・自動車・その他）の関係を「震災当日の避難手段」、「今後の同様の状況に遭遇した場合の避難手段」別に示す。犠牲者の有無に関わらず、震災当日と今後を比較すると、自動車避難の割合は減少し、徒歩避難の割合が高くなる。震災当日と今後の避難手段を比較した場合、犠牲者がいなかった場合に徒歩の割合の転換率が高かった。犠牲者の有無

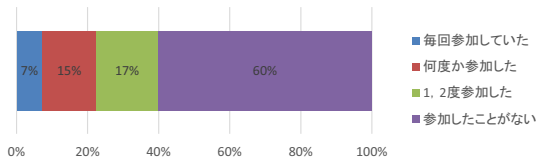


図8 防災訓練への参加状況

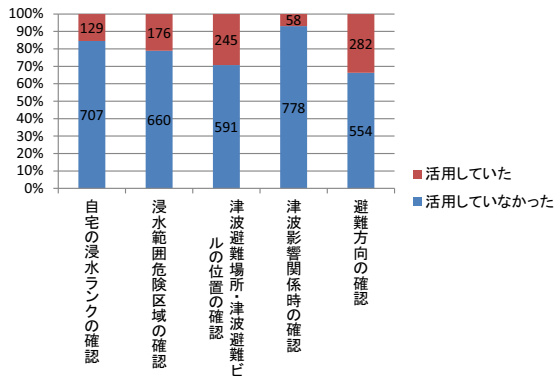


図9 避難の準備状況

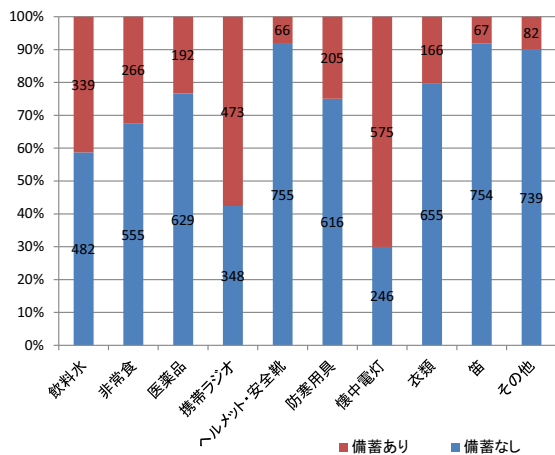


図10 非常用備蓄品の準備

は今後の徒歩による避難を促すのではないかと考えたが、震災当日と今後を比較すると大きな変化は見られなかった。

#### (4) 普段からの防災意識

図8に防災訓練への参加状況を示す。回答者の約60%が防災訓練には参加したことがないと回答している。回答者のほとんどが、防災訓練に参加したことがない結果であった。アンケート調査の結果から50歳代以上が60%以上を占めていることから、防災訓練への参加率が低くなったものと考えられる。

図9に避難の準備状況を示す。本アンケートの回答者は、津波に関する準備はほとんど行われていないことがわかる。特に、浸水ラインや浸水危険区域の確認を行っていない割合が約80%であり、ハザードマップが活用されていないことがわかる。

図10に非常用備蓄品の準備状況を示す。携帯ラジオや懐中電灯など日頃から活用できる備品については備蓄があるものの、医薬品・非常食・飲料水など災害時に欠かすことのできない備蓄品を準備していない割合は約60~80%であり、災害に向けた準備が不十分であることがわかる。

#### (5) 普段の外出時の交通手段

図11に外出時の主な交通手段を示す。自動車利用が約80%であり、普段から気仙沼の市民は自動車を利用していることがわかる。高齢者が多いことから自動車に依存する形になっていると考えられる。

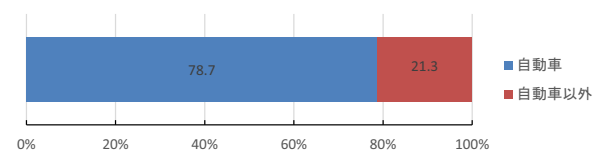


図11 外出時の主な交通手段

### 3. 避難手段モデルの推定

#### (1) 使用データと分析方法

本研究では二項ロジットモデル(式(1), (2))を用いて避難手段モデルを構築した。避難手段モデルにおいて採用した説明変数は、アンケート調査で得られた変数のうち「震災以前の防災訓練への参加程度(参加: 1, 不参加: 0)」、「避難が順調に行ったか否か(順調: 1, 順調でない: 0)」、「震災当日の混雑認知(認知している: 1, 認知していない: 0)」、「浸水状況(浸水あり: 1, 浸水なし: 0)」、「犠牲者の有無(有: 1, 無: 0)」、「性別(男性: 0, 女性: 1)」、「外出時の主な交通手段(自動車以外: 1, 自動車: 1)」の7変数とした。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_j)} \quad (1)$$

$$V_{in} = \beta_1 Z_{1n} + \beta_2 Z_{2n} + \dots + \beta_k Z_{kn} \quad (2)$$

表2 避難手段モデルの推定結果

説明変数		モデル	
		パラメータ	t値
震災以前の防災訓練への参加程度	0: 参加したことがある 1: 参加したことがない	0.413	2.06
避難が順調に行ったか	0: 順調に行った 1: 順調に行かなかった	0.475	2.18
震災当日の混雑認知	0: 知っている 1: 知らない	0.032	0.16
浸水状況	0: 浸水している 1: 浸水していない	-0.732	-3.49
犠牲の有無	0: 友人・知人を失った又は犠牲なし 1: 家族を失った	-0.065	-0.34
震災で失った車両台数	0: 失っていない 1: 1台以上失った	-0.045	-0.22
性別	0: 男性, 1: 女性	-0.545	-2.81
外出時の主な交通手段	0: 自動車以外, 1: 自動車	1.522	5.08
サンプル数		509	
尤度比		0.09	
的中率		64.6%	

$P_{in}$ : 個人  $n$  が手段  $i$  を選択する確率

$V_i$ : 選択肢  $i$  を選択した場合の効用確定項

$\beta_k$ :  $k$  番目のパラメータ

$Z_{ki}$ : 選択肢  $i$  における  $k$  番目の説明変数  $i$

## (2) 分析結果

避難手段モデルの推定結果を表2に示す。本研究では、二項ロジットモデルを用いて避難手段モデルを構築し、津波避難時の避難手段選択に影響を及ぼす要因を明らかにした。表2より、「防災訓練への参加の有無」、「避難の順調さ」、「浸水状況」、「性別」、「外出時の主な交通手段」の5つの変数が津波避難時の避難手段に影響を及ぼしていることが明らかとなった。避難手段選択モデルの推定結果から以下(1)～(4)が明らかとなった。

- (1) 普段から車を利用している男性の方が車による避難を選択しやすい
- (2) 震災以前に防災訓練への参加が少ないほど車による避難を選択しやすい
- (3) 津波で浸水していない地域ほど車による避難を選択しやすい
- (4) 震災時に津波からの避難が順調にいかなかった被災者の方が車による避難を選択しやすい

## 5. まとめと今後の課題

本研究では、東北地方太平洋沖地震時に津波により甚大な被害を受けた気仙沼市を対象として、津波避難時の移動手段選択に影響を及ぼす要因分析を行うため、被災者を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、28.8% (863部) の調査票を回収した。回答者の多くは、住居に半壊以上の被害を受け、約97%が親戚・知人・友

人が犠牲となった。震災当日の避難状況を集計したところ、半分以上が自動車による避難を行っていた。犠牲者の有無と避難手段の関係から、震災時と今後の避難手段を比較すると犠牲者がいる場合には依然として自動車による避難を選択することが明らかとなった。防災意識については、防災訓練への参加状況は低く、ハザードマップの活用状況、非常用備蓄品の準備状況ともに十分ではなく防災意識の低さがうかがえた。

二項ロジットモデルを用いて津波避難時の避難手段選択モデルを構築した。その結果、「防災訓練への参加の有無」、「避難の順調さ」、「浸水状況」、「性別」、「外出時の主な交通手段」が津波避難時の避難手段に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) 高田和幸・藤生慎・大原美保:自動車を用いた津波避難の円滑化方策の評価,第33回土木学会地震工学研究発表会梗概集CD-ROM(6 pages),2013.10.
- 2) 総務省統計局:平成22年国勢調査(人口及び世帯数)
- 3) 気仙沼市:気仙沼市統計書(平成23年版)

## 謝辞

本研究は東北大学災害科学研究所・特定プロジェクト研究「B-27」の助成を受けている。また、東北地方太平洋沖地震により被災した宮城県気仙沼市の住民の方々から、大変貴重な御意見を頂いた。ここに感謝の意を表します。最後に、犠牲となられた方々へご冥福をお祈り申し上げるとともに、被災地の日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。