

# 2011年東北地方太平洋沖地震津波襲来時における 津波避難意思決定構造の把握

金井昌信<sup>1</sup>・片田敏孝<sup>2</sup>

<sup>1</sup>群馬大学大学院 広域首都圏防災研究センター

(〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

<sup>2</sup>群馬大学大学院教授 広域首都圏防災研究センター長

(〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

## 和文要約

東北地方太平洋沖地震津波襲来時においては、全国各地で様々な震度が観測されたほか、各地で様々な大きさの津波警報や避難情報が発表された。この点に着目し、本稿では、太平洋沿岸の広い範囲に居住する住民のこの度の津波襲来時の対応行動を把握することから、体感した揺れの大きさ、発表された予想津波高さ、避難情報の種類が、津波からの避難行動に与える影響を明らかにした。また、この度の津波襲来時においては、全テレビ局が緊急放送を行うなど、これまでにない対応もとられていた。そこで、この度の津波襲来時と同様に、太平洋沿岸の広い範囲に津波警報が発表され、マスコミ等で繰り返し注意を呼びかける事態となった2010年チリ地震津波襲来時の避難状況とこの度の津波襲来時の避難状況を比較することから、そのような社会対応の避難促進効果についても検証した。

分析の結果、最も避難率に影響を与えた要因は避難情報であった。また予想津波高さが3m以下の場合、避難率を高める効果は確認されなかった。そして、2010年チリ地震津波襲来時に避難したにもかかわらず、この度の津波襲来時において避難しなかった住民が約半数も存在しており、この度の津波襲来時の状況は住民の避難を促進する効果は確認することができなかった。また避難しなかった住民は、チリ地震津波襲来時に「予報よりも小さな津波しか来なかった」ことを強く記憶していたことが確認された。

キーワード：津波、避難、災害情報、東北地方太平洋沖地震、チリ地震津波

### 1. はじめに

2011年3月11日、今後30年間で99%の確率で発生するといわれていた東北地方太平洋沖を震源とする地震が、想定を越える規模で発生した。この地震、そしてそれに伴う津波によって、東北地方を中心として約2万人が犠牲または行方不明となった。

この度の津波襲来時には、地震発生3分後に、宮城県沿岸に予想津波高さ6m、岩手県と福島県の沿岸に予想津波高さ3mの大津波警報がそれぞれ発生された。その後、15時14分から順次予想津波高さは上方修正されていき、最終的には3県ともに予想津波高さは10m以上と発表された。しかし、津波による被害が甚大であった3県については、予想高さが修正される前にすでに津波の

第一波が到達していたり、停電などで以後の情報を取得することができなかつたりしたため、第1報として伝えられた「津波予想高さ3m」が、結果として沿岸部の住民の迅速な避難行動を阻害する(避難の遅れに繋がった)要因となってしまった可能性が指摘されている。そのため、この度の津波警報の運用実態を踏まえ、気象庁では第1報での過小評価を回避するための津波警報改善策が検討されているところである(気象庁HP)。

その一方で、この度の津波襲来時においては、地震発生直後から放送各社が全ての番組放送内容を変更し、災害時緊急特別番組を放送していた。そして、その放送の中で津波警報が上方修正されていたことや、東北地方の沿岸部を襲う津波の様子をリアルタイムで放送し続け

ていた。すなわち、この度の津波によって大きな被害を受けなかった地域の住民にとっては、これまでに経験したことのないほどの“大きな津波警報の発表”だけでなく、東北地方が“リアルタイムで被災していく様子”に関する情報を得ることが可能であったといえる。

そこで本稿では、この度の地震津波時において、太平洋沿岸の広い範囲で大小様々な揺れが観測され、かつ様々な規模の津波警報、避難情報が発表されたことに着目し、体感した“揺れの大きさ”と、発表された“津波警報の予想津波高さ”、“避難情報の種類”の違いが、避難行動に与える影響を明らかにする。また、リアルタイムで巨大津波が街に襲来する様子を視聴することが可能であったことなど、これまでの津波襲来危険時とは異なる社会状況にあったことの避難促進効果についても検証する。これらの分析を通じて、今後の津波避難誘導策を検討する際の知見を得ることを目的とする。

## 2. 津波避難に関するこれまでの知見と本稿との関係

### (1) 2011年東北地方太平洋沖地震津波襲来時の様子

この度の津波襲来時における被災住民の対応行動に関する調査結果は、すでにいくつか報告されている。

たとえば、この度の津波によって特に甚大な被害となった地域（岩手県・宮城県・福島県）の被災者のみを対象として実施した調査（内閣府 HP0）の結果を見ると、揺れがおさまった直後にすぐ避難した住民の割合は57%となっている。しかし、そのような住民のうち、自身がいた場所に津波が来ると思った割合（「必ず来ると思った」と「来るだろうと思った」の合計）は49%であった。すなわち、震源地に近く、津波によって甚大な被害を受けたこれら3県であっても、地震発生直後に避難した住民の半数は津波を心配した避難ではなく、余震等を心配して、とっさに屋外に飛び出した行動であったことが確認することができる。

一方、北海道・青森県・岩手県・宮城県・茨城県・千葉県の上6県で被災された方を対象に、この度の津波襲来時に生存者と犠牲者がとった行動の差異を把握することを目的とした調査（ウェザーニューズ HP）の結果を見ると、避難した回答者の避難開始のきっかけは、“大津波警報/津波警報”が、生存者で31%、犠牲者で25%と最も高い割合となっており、次で“大きな揺れだったから”（それぞれ28%、23%）となっている。この結果は、揺れの大きさだけでなく、情報に基づいて避難を開始した住民の割合が高いことを示している。

### (2) これまでの津波避難行動に関する知見

前述の調査結果から得られた知見、すなわちこの度の津波襲来時において、“揺れの大きさ”や“津波警報の大きさ”によって避難行動が誘発された点については、過去の調査研究においても指摘されてきたことである。

たとえば、片田ら（2005）は、2003年5月に発生した宮城県沖の地震襲来時の宮城県気仙沼市民の対応行動を

把握し、避難しない人間の心理を明らかにしている。また、桑沢ら（2006）は、2004年9月に連続して発生した紀伊半島沖地震・東海道沖地震時の三重県尾鷲市民の対応行動から、津波避難の意思決定モデルの構築を試みている。この他にも、2006年11月と2007年1月に発生した千島列島の地震についても、同様に津波避難の実態が明らかにされている（片田・村澤（2009）、東京大学・東洋大学 災害情報研究会）。しかし、これらの調査研究の多くは、ある限られた地域を対象に実施した調査の結果から、個々の住民の防災意識や津波リスク認知、個人・世帯属性などを説明変数として避難の実態を明らかにしたものである（片田ら（2005）、桑沢ら（2006））。そのため、体感した揺れの大きさ、発表された津波警報・避難情報については、調査対象地域の実際の状況を所与条件としているため、これらの要因と避難状況との関連に関する知見は十分とはいえない。

その一方で、避難しなかった住民に対しては、「どのような状況であつたら避難したか」という仮想状況下における避難意向も把握されてきた（例えば、金井・片田（2011）、片田ら（2005））。その結果からは、「もっと地震の揺れが大きかったら」、「津波の予想高さがもっと高かったら」、「市町村からもっと避難の呼びかけがあつたら」などの体感する“揺れの大きさ”や発表される“津波警報”や“避難情報”に関する項目が避難意向を高める要因として指摘されている。そこで、太平洋沿岸の広い範囲を対象として、この度の地震津波襲来時の避難実態を把握することにより、“揺れの大きさ”、“予想津波高さの大きさ”、“避難情報の種類”が避難状況に与える影響を明らかにし、またこれまで報告されていた意向データに基づく知見との整合性も検証する。

### (3) 2011年チリ地震津波襲来時の避難にみる課題

2010年チリ地震津波襲来時においては、近藤ら（2011）によって詳細に分析されているように、津波警報の発表から解除（津波注意報への切り替え）までの間、NHKは全ての番組の放送予定を変更して、津波に関する情報を放送し続けていた。すなわち、規模は小さかったものの、この度の地震津波襲来時と同様の状況を1年前に経験していたものといえよう。しかし、このチリ地震津波襲来時の住民の避難実態を詳細に分析した結果（金井・片田、2011）を概観すると、“太平洋沿岸全域に津波警報が発表される程の緊急事態であったにもかかわらず、沿岸部に居住していながら、自宅にどのような避難情報が発表されていたのかを把握していない住民は少なくない割合で存在していた”ことが指摘されている。すなわち、自らの危険をしらせる情報を正しく取得しようという意識が低い住民側の課題が明らかにされている。そして、チリ地震津波襲来時のこのような住民の対応を踏まえ、近藤ら（2011）、金井ら（2011）はともに、「今が避難を要する緊急事態である」という社会的なリアリティ、または社会の雰囲気（atmosphere）の形成が避難促進策として

必要であることを指摘している。両者はこの度の巨大津波の襲来を想定し、一度きりしか使えない点、社会の混乱を招く可能性がある点を危惧しつつも、“相当程度「破格」なもの（近藤ら（2011），pp.69）”，“いざというときの“秘密兵器”となる社会マネジメント策（金井ら（2011），pp.111）”を避難促進策として検討しておくことの必要性を訴えていた。

この点に着目し、今回の津波襲来時において、「今が避難を要する緊急事態である」という社会の雰囲気を形成し、それによって避難が促進された可能性がある事例として、井上（2011）は茨城県大洗町の津波襲来時の対応を取り上げている。大洗町が町民の避難を促すために、防災行政無線の放送の中で、「避難“命令”」という法律上は存在しない用語を用い、かつ「避難せよ」という命令調のことはばを用いたことが、“『いつもと違う』状況”を作り出していたものと指摘している。このように、これまでの災害時とは異なる対応を意図的にとることで、「今が避難を要する緊急事態である」という社会の雰囲気形成し、避難を促した事例については、その存在の有無も含めて、別途検証する必要がある。

その一方で、この度の津波襲来時においては、東北地方に巨大津波が襲来する様子などがリアルタイムで報道されていたこと自体が、「今が避難を要する緊急事態である」という社会の雰囲気形成に繋がっていた可能性が考えられる。そこで、2010年チリ地震津波とこの度の津波襲来時の避難率を比較することから、この度のようなマスコミ報道の避難促進効果について検証する。

### 3. 調査概要

この度の津波襲来時における避難実態を把握するためにアンケート調査を実施した。なお、前章で示した通り、今回の調査は太平洋沿岸の広い範囲を対象地域とし、かつ2010年チリ地震津波に関する調査結果と比較することを考えている。そこで、金井ら（2011）にならい、太平洋沿岸の津波によって被害を受ける可能性のある地域に居住する住民を調査対象としたインターネット調査を実施した。調査は平成23年4月上旬に実施した。具体的な実施方法は以下の通りである。まず、表-1に示した津波予報区内の市町村に居住するインターネット調査会社（楽天リサーチ）のモニターに対して調査協力を依頼した。なお、震災1ヶ月後に調査を実施したため、被害の大きかった青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県は対象外とせざるを得なかった。ここで、沿岸部に位置する市町村内であっても、津波による被害を受ける可能性がほとんどない地域も存在する。そこで、モニターには、以下のスクリーニング調査に回答してもらった。

「あなたがお住まいの地域に、この度のような巨大津波が襲来した場合、あなたのご自宅は被害を受ける可能性があると思いますか。」

そして、このスクリーニング調査に、「必ず被害を受ける

表-1 調査対象地域とサンプル数

	地域分類名	津波予報区	回答者数
1	北海道 太平洋沿岸	北海道太平洋沿岸東部、 北海道太平洋沿岸中部、 北海道太平洋沿岸西部	3,747人 2,000人
2	千葉県 九十九里・外房	千葉県九十九里・外房	1,107人 791人
3	東京湾 ～相模湾	千葉県内房、東京湾内湾、 相模湾・三浦半島	8,000人 2,000人
4	静岡県、 愛知県外海	静岡県、愛知県外海	7,000人 2,000人
5	伊勢・三河湾	伊勢・三河湾	9,000人 2,000人
6	三重県南部、 和歌山県	三重県南部、和歌山県	2,999人 2,000人
7	徳島県、 高知県	徳島県、高知県	3,000人 2,000人
8	九州 太平洋沿岸	大分県豊後水道沿岸、宮崎県、 鹿児島県東部、鹿児島県西部	4,000人 2,000人
9	沖縄県	沖縄本島地方、 宮古島・八重山地方、 大東島地方	2,537人 1,638人
10	新潟県 上中下越	新潟県上中下越	4,851人 2,000人

上段：スクリーニング調査/下段：本調査

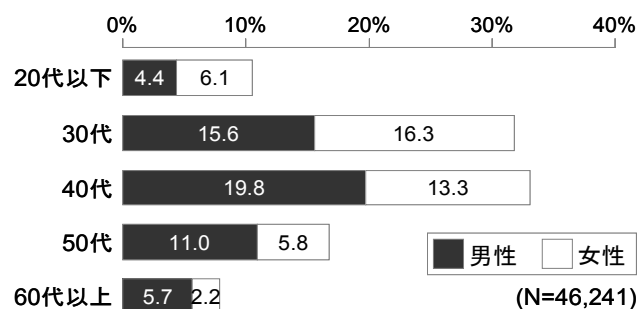


図-1 スクリーニング調査回答者の性別年齢構成比

と思う（24.7%）」または「被害を受ける可能性はあると思う（44.9%）」と回答したモニターに対して、本調査への協力を依頼した。なお、本調査を依頼しなかった「被害を受ける可能性はない」と回答したモニターは30.3%であった。本調査の内容は、当日の情報取得状況や避難行動の詳細、およびこの度の津波を受けた津波防災に対する考えなどの他、2010年チリ地震津波襲来時の情報取得状況や避難行動の詳細についても把握した。

スクリーニング調査回答者数および本調査回答者数は表-1に示す通りである。調査対象地域を10地域に分類し、それぞれから2,000サンプルを得る予定で調査を実施したが、被災地が含まれた千葉県九十九里浜・外房と、モニター登録数が少ない沖縄県では予定サンプル数を得ることができなかった。図-1にスクリーニング調査回答

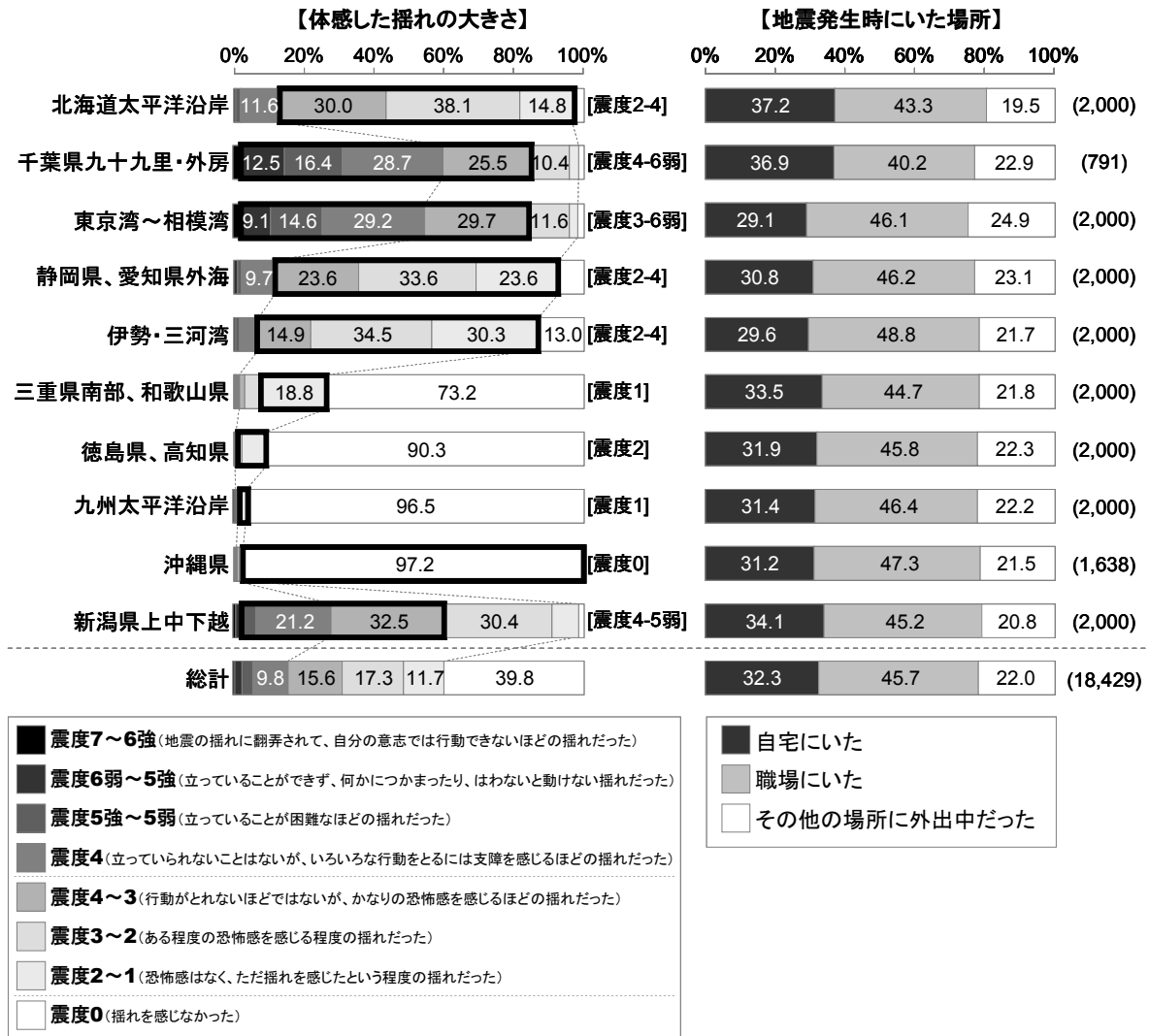


図-2 地域分類別体感した揺れの大きさ・地震発生時にいた場所

者の性別年齢構成比を示す。これより、回答者は30代、40代の割合が高くなっている。

#### 4. 調査結果

以下、本調査の結果を示していく。

##### (1) 地震発生時の状況

図-2に、この度の地震発生時に体感した揺れの大きさ(左図)とその際にいた場所(右図)を地域分類別を示す。なお、揺れの大きさについては、気象庁が発表した各地域の震度の大きさを[ ]内に記すとともに、グラフ中でそれに該当する割合を太枠で囲っている。まず、体感した揺れの大きさ(左図)を見ると、東海地方以东では、気象庁が発表した震度の範囲内の揺れを体感したという回答の割合が高いことが見て取れる。一方、東海地方以西では、震度1、2程度の揺れが観測されたと発表されているものの、“揺れを感じなかった”割合が高くなっている。次に、地震発生時にいた場所(右図)を見ると、平日の日中に地震が発生したため、半数弱が職場で被災しており、また地域分類間で大きな差はないことが見て取れる。ここで、地震発生後の津波避難の意思決定におい

ては、地震発生時にいた場所やそのとき家族と一緒にいたかどうか、また一緒にいなかった家族と連絡がとれたかどうかなど、地震発生時の状況が影響することが考えられる。そこで、地域分類別、地震発生時にいた場所別に津波襲来時における対応行動の分析を試みた。その結果、いずれの地域分類においても、地震発生時にいた場所によって津波避難率に違いがあることは確認されなかった。そのため、以後は、地震発生時にいた場所を考慮せずに行った分析の結果を示していくものとする。

次に、図-3に地域分類別に、地震発生時にいた場所の津波危険性認識(左図)と、この度の津波による被災状況(右図)を示す。ここで津波危険性認識とは、地震発生時にいた場所は「過去に津波によって被害を受けた地域であったか」また「ハザードマップ等の浸水域内であったか」を問うたものである。図中には、それぞれの間に対して、地震発生時に、そのことを知っていたモニターの割合を示している。そのため、本当は該当する地域内だったけれど、そのことを知らなかったモニターはこの割合に含まれていない。これより、その場所が過去に津波によって被害を受けた地域であったことを地震発生

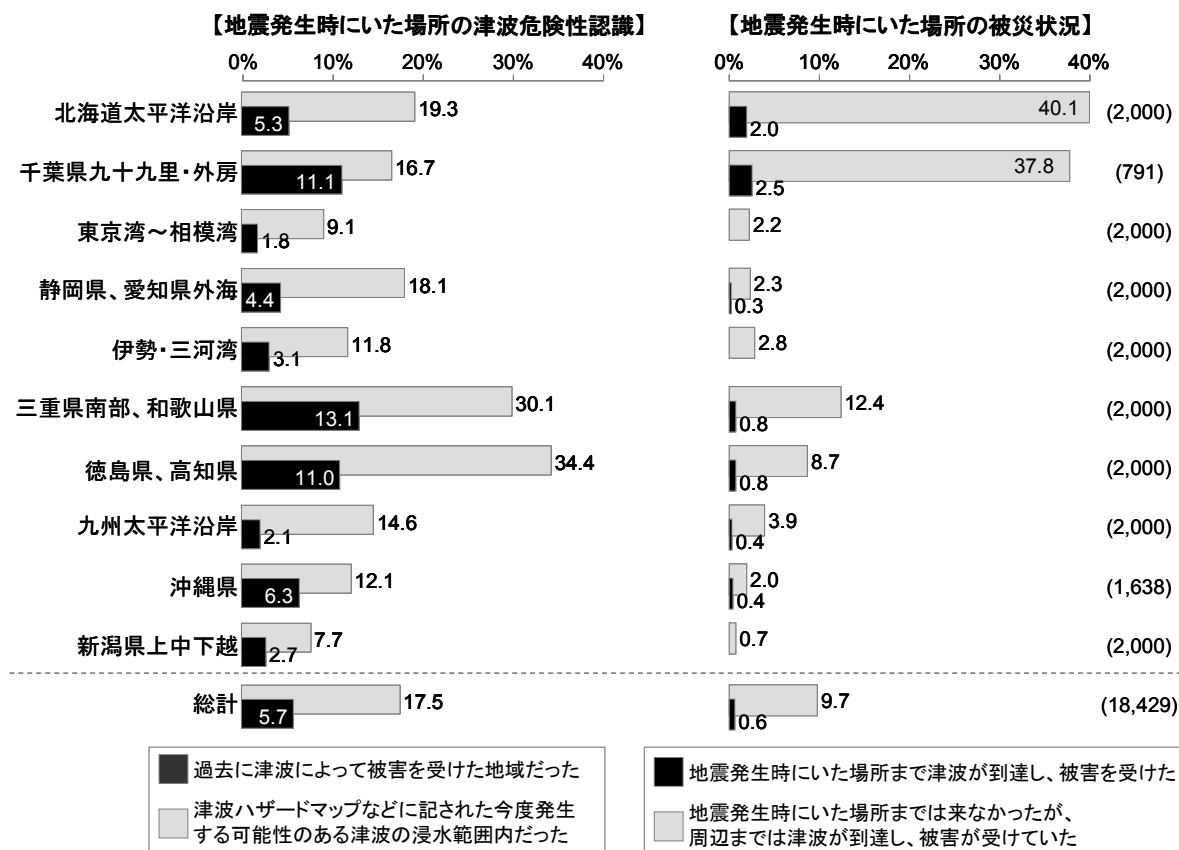


図-3 地域分類別地震発生時にいた場所の津波危険性認識・被災状況

時の時点で認識していた住民の割合は、“千葉県九十九里・外房”、“三重県南部、和歌山県”、“徳島、高知県”では10%を越えているが、他の地域分類では低い値であり、全体では約6%となっている。また、その場所が今後発生する可能性のある津波の想定浸水域内であったことを認識していた割合についても、“三重県南部、和歌山県”と“徳島、高知県”については、他の地域分類に比して高い割合となっていることが見て取れる。以上の結果より、東南海・南海地震の発生が危惧されるこれらの地域の住民は、他の地域に比して、この度の地震津波発生以前から地域の津波危険性認識が高かったものと推察される。

(2) 津波警報・避難情報の把握状況

前述の内閣府が実施した調査結果では、避難した住民のうち、大津波警報を見聞きした割合は42%となっている。この結果は、大きな揺れに襲われた地域では、地震発生から津波襲来までの短時間の間に津波警報を周知することに限界があることを示しているものといえよう。この点については、金井ら(2011)も、この度の津波襲来時と同様に、テレビ等で継続的に津波警報に関する情報が放送され続けた2010年チリ地震津波襲来時の課題として、津波警報・避難情報を正確に把握することができなかった住民の存在を指摘している。しかし、この度の津波による被害を免れた太平洋沿岸の多くの地域では、前述の通り、津波警報が何度も上方修正されたことはテ

レビやラジオを通じて容易に把握することが可能な状況にあったものと考えられる。そこで、津波襲来時の行動実態としては、まずはこの度の津波襲来時における住民の情報取得状況はどうであったのかを把握する。

図4に、この度の津波襲来時に発表された津波警報(左図)と避難情報(右図)の取得状況を地域分類別に示す。この結果は、それぞれの津波襲来時において、「地震発生時にあなたがいた場所には、どのような津波警報・避難情報が発表されたか」と思っていたかを問うたものである。ここで津波警報については、前述のように津波予想高さが何度も上方修正されたため、その取得状況は多様であったものと推察される。本稿では、取得した情報内容が避難行動に与える影響を明らかにすることを目的としている。また、金井ら(2011)の調査結果から、情報取得した津波警報の予想津波高さが大きいほど、避難率は高まっていることは確認されている。そのため、避難開始前に取得した予想津波高さのうち、最も大きな高さが、避難の意思決定に影響を与えたものと仮定し、津波警報の取得状況については、津波襲来時に把握した警報の中で最も予想津波高さが大きかったものを回答してもらった。そして、図中には、各地域分類において、実際に発表された最大の予想津波高さを[ ]内に示すとともに、それに該当する割合をグラフ中では太枠で囲っている。

これより、津波警報の取得状況(左図)を見ると、この度の津波襲来時において、それぞれの地区に発表され

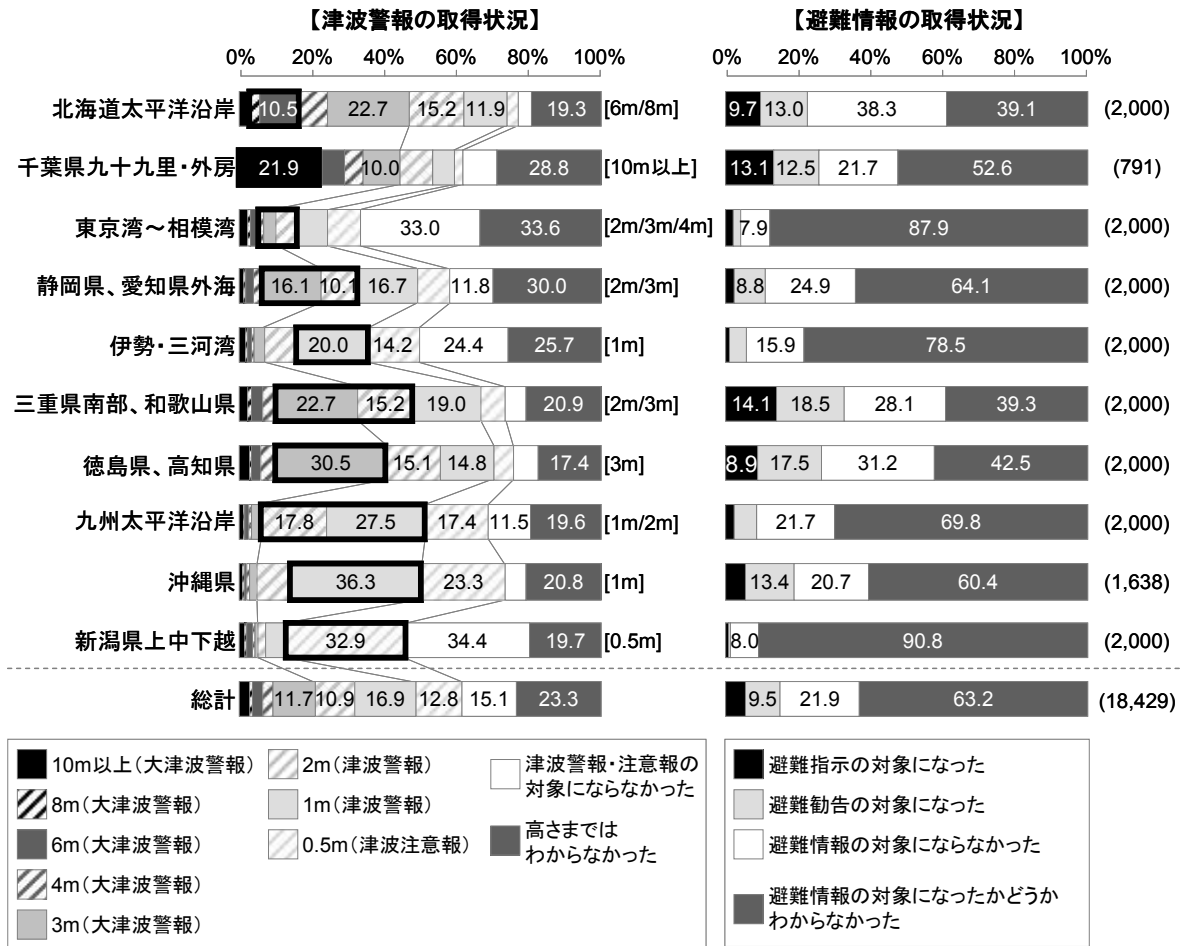


図-4 地域分類別津波警報・避難情報の取得状況

た予想津波高さを正確に回答しているモニターの割合が非常に低いことが見て取れる。全体では、発表された予想津波高さよりも大きな津波を回答していたモニターの割合が8.9%、予想津波高さと同じ大きさの津波を回答したのが27.7%、予想津波高さよりも小さな津波を回答したのが40.2%、そして、予想津波高さまではわからなかったのが23.3%であった。つまり、地震発生後から、全テレビ局が特別放送を行い、全国に発表された津波警報や各地の被災状況を伝えていたにもかかわらず、地震発生時にいた場所に発表された津波警報の予想津波高さまで正確に把握していたのは約1/4のモニターしかいなかったことが明らかとなった。

同様に、避難情報の取得状況(右図)を見ると、全体で約63%は避難情報の対象になったのかどうかのわからなかったと回答している。特に、“東京湾～相模湾”、“伊勢・三河湾”、“新潟上中下越”でその割合が高くなっていた。全テレビ局が特別放送を行っていたにもかかわらず、このように避難情報を取得した住民の割合が低くなった理由としては、以下のようなことが考えられる。

- ・この度の津波襲来時のように被災する可能性のある地域が広い場合には、その範囲内の全ての市町村の状況を全国向けの番組の中で放送することに限界がある。
- ・ある市町村が避難情報を発表した場合、「避難情報を発

表した」という情報は放送されるが、「避難情報を発表していない」という情報は放送されない。そのため、自らの居住地には避難情報が発表されていないのか、それとも発表されているが放送されていないだけなのかの判断をすることができない。

- ・仮に居住する市町村が避難情報を発表したことを把握したとしても、テレビなどだけでは、対象範囲に関する詳細な情報を得ることができない。

そのため、今後、沿岸部の市町村では、津波襲来危険時において、避難情報は住民に伝わりにくいことを前提とした対応や備えが求められよう。たとえば、津波を想定した避難情報の発表基準については、津波警報の予想津波高さに応じて、その対象範囲を予め設定しておき、そのことを平常時から地域住民にしっかりと周知することなどの対応があげられる。そして、住民へ周知する方法としては、本間ら(2009)が提案するように、津波警報の予想津波高さに応じた浸水想定区域を示す新たな概念の津波ハザードマップを作成し、公表することなどが考えられる。

(3) 避難状況の把握

図-5に、この度の津波襲来時における対応行動を地域分類別に示す。これより、この度の津波の襲来によって被害を受けた“北海道太平洋沿岸”と“千葉県九十九里・

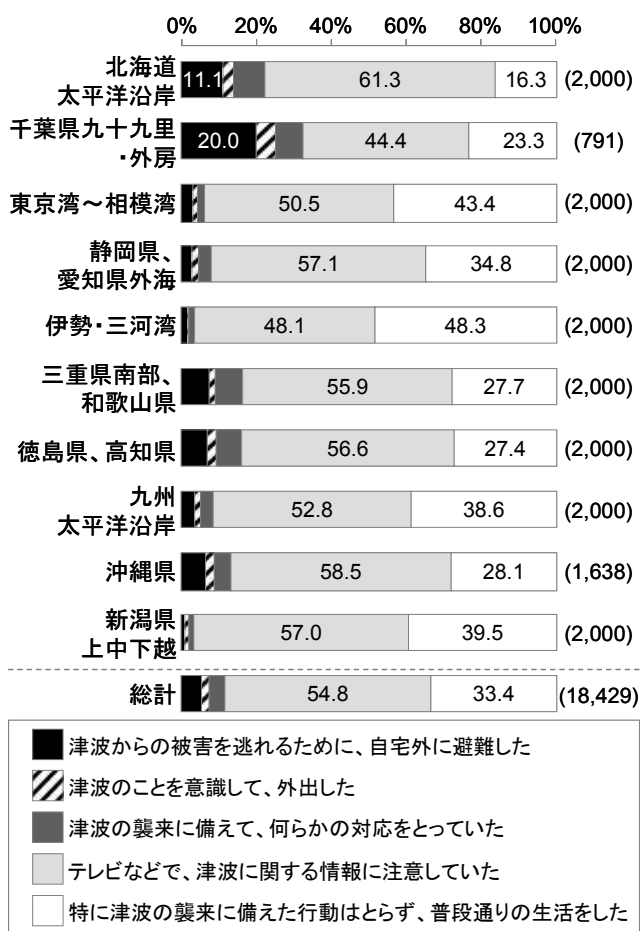


図-5 地域分類別津波襲来時の対応行動構成比

外房”を除くと、避難率は10%以下となっており、東北地方の被災状況をリアルタイムで視聴し、太平洋沿岸全域に津波警報が発表されるような状況であったにも関わらず、直接の被災地以外の地域の避難率は低調であったことが確認された。

次に、体感した揺れの大きさ（体感震度）、発表されたと認識していた予想津波高さ、避難情報の種類別にこの度の津波襲来時における対応行動の分析を試みた。その結果を図-6に示す。なお、ここでは“自宅外に避難した”と“津波のことを意識して外出した”の割合を足し合わせて“広義の避難”として示している。これより、体感震度が大きいほど、大きな予想津波高さが発表されたと思っていたほど、そして避難情報が発表されたことを認識したほど、避難率が高いという傾向を確認することができる。しかし、この結果だけでは、3つの要因が避難率に与える影響の大きさを定量的に把握することはできない。

そこで、3要因が「避難した／しなかった」の意思決定に与える影響を定量的に把握することを試みる。そのためには、例えば避難の有無を目的変数とし、体感震度・予想津波高さ・避難情報を説明変数として、判別分析（または数量化理論Ⅱ類）を行うことで、各要因の影響を定

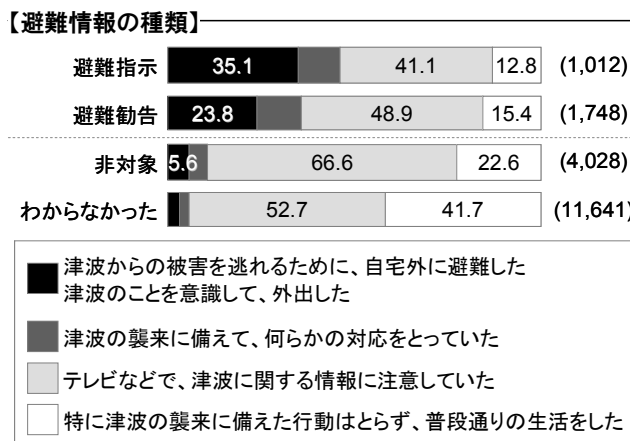
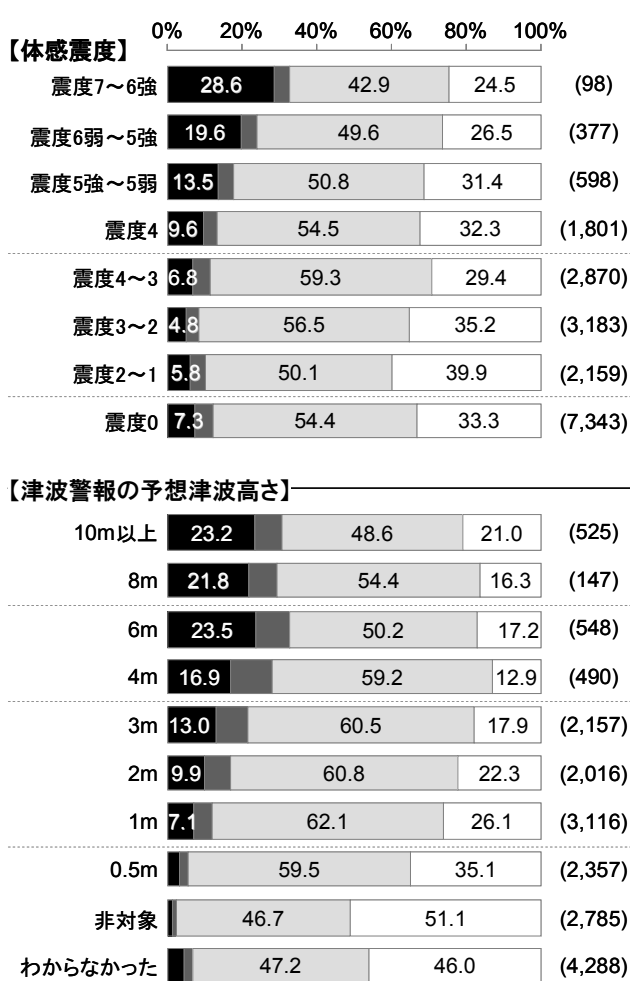


図-6 体感震度・予想津波高さ・避難情報の種類別津波襲来時の対応行動構成比

量的に把握することが可能となる。しかし、3要因間の独立性の検定（ $\chi^2$ 分析）を行った結果、いずれの要因間も関連があることが確認された（0.1%有意）。そのため、多重共線性により、判別分析結果の信頼性が低くなってしまうことが考えられる。

そこで、図-6中の体感震度・予想津波高さ・避難情報の種類をそれぞれ、3カテゴリー・6カテゴリー・3カテゴリーに分類し、その全組み合わせ（54ケース）のそれ

表-2 体感震度別・予想津波高さ別・避難情報の種類別広義の避難率

予想津波高さ	震度7~4			震度4~1			震度0		
	避難指示	避難勧告	他	避難指示	避難勧告	他	避難指示	避難勧告	他
8m以上	74.5 (47)	68.0 (25)	21.7 (152)	71.0 (31)	41.7 (36)	7.1 (212)	16.7 (30)	22.6 (31)	4.6 (108)
6m・4m	58.6 (29)	52.8 (36)	22.0 (164)	50.8 (59)	34.6 (104)	9.3 (364)	33.3 (30)	18.6 (70)	9.3 (182)
3m	50.0 (22)	24.1 (29)	16.4 (152)	41.0 (78)	23.1 (160)	6.3 (702)	29.9 (144)	22.6 (234)	4.6 (636)
2m	47.4 (19)	40.7 (27)	9.5 (210)	22.6 (31)	25.0 (84)	5.9 (607)	28.0 (100)	22.0 (159)	4.2 (779)
1m	50.0 (10)	29.4 (17)	8.5 (224)	41.0 (39)	15.2 (112)	2.0 (980)	22.5 (120)	22.3 (251)	4.1 (1363)
他	35.7 (42)	34.2 (38)	3.6 (1631)	23.5 (81)	16.4 (134)	1.2 (4398)	24.0 (100)	15.9 (201)	2.3 (2805)

表-3 広義の避難率に関する数量化理論I類の結果

カテゴリー	(N)	カテゴリースコア	上:レンジ 中:単相関係数 下:偏相関係数
体感震度	震度7~4 (18)	10.166	18.864
	震度4~1 (18)	-1.467	0.420
	震度0 (18)	-8.698	0.705
予想津波高さ	8m以上 (9)	10.633	
	6m・4m (9)	6.370	
	3m (9)	-1.555	19.005
	2m (9)	-2.964	0.350
	1m (9)	-4.112	0.638
	他 (9)	-8.372	
避難情報	避難指示 (18)	14.239	32.100
	避難勧告 (18)	3.622	0.722
	他 (18)	-17.861	0.863
	定数項 (54)	25.785	

それぞれについて、広義の避難率を算出する(表-2 参照)。そして、表-2 に示した 54 ケースの避難率を目的変数とし、体感震度・予想津波高さ・避難情報の種類の3要因を説明変数として数量化理論I類を行った。これにより、説明変数間に相関関係のないデータによって定量的な分析を試みた。その結果を表-3 に示す。これより、決定係数は0.821、自由度調整済み決定係数でも0.784 と高い値となっており、考察に耐えうる結果を得ることができたと考えられる。3 要因の中で最も避難率に影響を与えていると考えられるのは、レンジ、単相関係数、偏相関係数ともに最も高い値となった「避難情報」であった。すなわち、避難情報の対象者が迅速かつ的確に避難情報が発表されたことを知る事ができる仕組みの構築は急務といえよう。次に、「体感震度」の各カテゴリースコアを見ると、避難率を高めるカテゴリーは「震度7~4」のみであり、強い揺れが避難を促すことが確認された。同様に、「予想津波高さ」の各カテゴリースコアを見ると、避難率を高めるカテゴリーは「8m以上」、「6m・4m」のみであり、3m以下の予想津波高さでは避難を促す効果があることを確認することができなかった。

表-4 体感震度別・予想津波高さ別・避難情報の種類別

広義の避難率 (2010年チリ地震津波)			
予想津波高さ	2010年チリ地震津波(震度0)		
	避難指示	避難勧告	他
3m	43.5 (46)	23.2 (56)	6.9 (350)
2m	34.2 (38)	40.6 (96)	7.0 (559)
1m	25.5 (55)	25.0 (160)	5.5 (1,253)
他	21.1 (71)	26.7 (172)	0.7 (15,573)
(尾鷲) 3m	45.5 (1,202)	- (-)	15.0 (1,161)
(釜石) 2m	36.1 (490)	27.1 (306)	12.5 (622)

(4) 2010年チリ地震津波襲来時との比較

本稿で実施したアンケート調査では、2010年チリ地震津波襲来時の情報取得状況や行動実態などについても、この度の津波襲来時と同様の内容を把握している。そこで、表-2と同様のカテゴリー分けのもとで、2010年チリ地震津波襲来時の避難率(広義の避難率)を算出した結果を表-4(上段)に示す。しかし、本調査の実施はチリ地震津波が発生して1年以上経過した時点であったため、「覚えていない・忘れてしまった」という割合が、津波警報(予想津波高さ)で53.6%、避難情報で51.0%、そして当日の行動で22.0%と非常に高かった。そのため、チリ地震津波襲来時における避難率を本稿と同様の方法で算出している金井ら(2011)の結果も参照値として表-4(下段)に合わせて記載した。なお、予想津波高さ3mは釜石市、2mは尾鷲市を対象に実施した結果である。

表-4の結果を表-2と比較すると、[予想津波高さ3m/避難指示]を見ると、チリ地震津波襲来時には40%(表-4参照)を越えていた避難率が、今回の津波襲来時では約30%(表-2参照)となっている。また、他の条件下の避難率を比較しても、この度の津波襲来時の方が、チリ地震津波よりも低くなっている傾向が見取れる。すなわち、この度の津波襲来時のマスコミ対応には、金井ら(2011)、近藤ら(2011)が提案していた避難を促す社会マネジメント策としての効果を確認することはできなかった。また、このように避難率が上昇するどころか低下してしまっ理由としては、金井ら(2011)が指摘していたように、2010年チリ地震津波襲来時に大津波警報が発表されたにもかかわらず、多くの沿岸部の住民にとっ



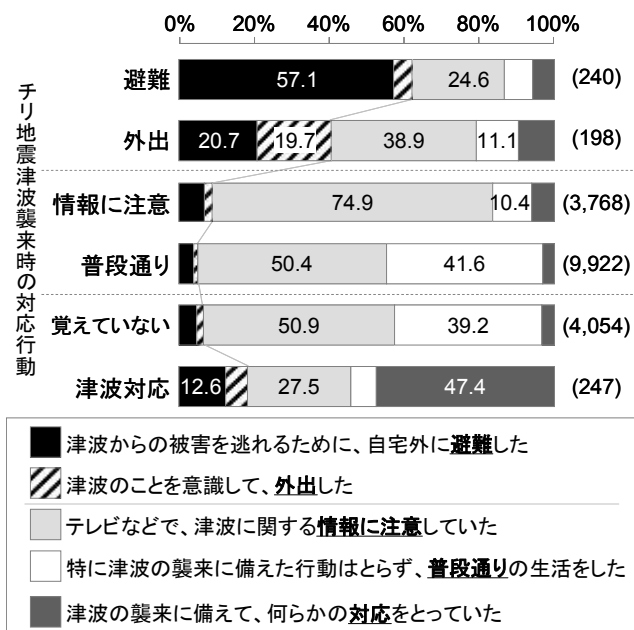


図-7 2010年チリ地震津波襲来時の対応行動別  
2011年東北地方太平洋沖地震津波襲来時の対応行動

て避難を要するような事態にならなかった経験が影響しているものと考えられる。すなわち、この度の津波襲来時において、前年のチリ地震津波襲来時における“予想津波高さ3mのはずれ経験”による“オオカミ少年効果”が誘発されてしまった可能性が考えられる。

そこで、図-7にチリ地震津波襲来時の対応行動別に、この度の津波襲来時の対応行動を示す。これより、2010年チリ地震津波襲来時において“情報に注意”していたモニターの約85%は、この度の津波襲来時においても情報に注意していたか、または普段通りの生活をしていたと回答している。同様に、2010年チリ地震津波襲来時において“普段通り”の生活をしていたモニターの90%は、この度の津波襲来時においても情報に注意していたか、または普段通りの生活をしていたと回答している。以上の結果より、この度の津波襲来時において避難しなかった住民は、今後、どのような津波警報、避難情報が発表されたとしても避難しない可能性が高いものと考えられ、抜本的な津波避難促進策の検討が急務であると考えられる。一方、2010年チリ地震津波襲来時において“避難した”モニターを見ると、この度の津波襲来時においても避難した住民は約6割しかおらず、4割は情報に注意していたりして避難しなかった。また、“外出した”モニターを見ると、この度の津波襲来時に避難した、または外出した割合はそれぞれ約2割であり、6割のモニターは避難行動をとっていなかったことが明らかとなった。多くの住民は、2010年チリ地震津波襲来時よりも、この度の津波襲来時の方が、深刻な状況を伝える情報（大きな予想津波高さや避難情報）が発表されていたものと推察される。しかし、前回避難したにもかかわらず、今回避難しなかった住民の割合は高いことが確認された。

表-5 チリ地震津波襲来時に避難した住民のこの度の津波襲来時の避難/非避難を目的関数とした判別分析結果

	標準化正準判別係数	F値	有意確率
男性_D	-0.071	0.003	0.960
40歳未満_D	0.375	10.821**	0.001
50歳以上_D	0.180	0.006	0.940
被災経験_D	0.127	13.728***	0.000
想定浸水域_D	0.205	16.299***	0.000
意識1	0.105	1.414	0.235
意識2	0.151	7.532**	0.006
記憶1	-0.318	4.334*	0.038
記憶2	0.035	0.203	0.652
震度7~4_D	0.458	22.936***	0.000
震度4~1_D	0.051	1.892	0.170
8m以上_D	0.044	7.207**	0.008
6m・4m_D	0.115	7.552**	0.006
3m_D	0.080	2.186	0.140
2m_D	-0.010	2.527	0.113
1m_D	0.096	0.314	0.575
避難指示_D	0.683	29.723***	0.000
避難勧告_D	0.624	14.945***	0.000
避難しなかった	-0.624		
避難した	0.570		
固有値	0.357		(N=438)
正準相関	0.513		(正答率: 74.2%)

\*\*\*: p<.001, \*\*: p<.01, \*: p<.05

そこで、2010年チリ地震津波襲来時に広義の避難（“自宅外に避難した”または“津波のことを意識した外出した”）を行ったモニターのみを対象として、この度の津波襲来時において、避難（広義の避難）したかどうかを目的変数とした判別分析の結果を表-5に示す。説明変数については、津波避難の意思決定モデルに関する知見（例えば、桑沢ら（2006））を参考にして、表-3に示されるような地震発生後の状況や情報取得状況のほか、個人属性（性・年齢）、津波リスク認知（図-4に示したこの度の地震発生時にいた場所の津波危険性）、そして、危機意識に関する以下の設問の回答（とてもあてはまる：+3～まったくあてはまらない：-3と回答を数値化）を説明変数とした。

- 意識1：正直なところ、この度の震災前に、災害に対して危機意識を持っていたり、具体的に何か備えたりなどは、ほとんどしていなかった
- 意識2：相手は自然なので、この度の大地震のように、国の想定よりも大きな災害が発生し、甚大な被害も生じ得ると思っていた

また、2010年チリ地震津波襲来時には避難していたにもかかわらず、この度の津波襲来時に避難しなかった理由としては、前述のように前回の「はずれ経験」が影響している可能性が考えられる。そこで、2010年チリ地震津波襲来時の様子に関する記憶として、以下の設問の回答（よく覚えている：+2、なんとなく覚えている：+1、忘れていた・知らなかった：0と回答を数値化）を説明変数とした。これにより、前回の津波襲来時の様子として、避難を阻害するネガティブな内容を記憶しているほど、今回の津波襲来時に避難しなかったとの仮説を検証する。

記憶1：ほとんどの地域で、予想よりも小さな津波しか襲来しなかった

記憶2：多くの住民は避難しなかった

表5より、モデルの適合性を示す指標の一つである正準相関は0.513となっており、分析に耐えうる結果が得られたものと考えられる。これより、避難/非避難の判別に強い影響を与えている要因、すなわち正準判別係数の値が最も大きくなったのは、“避難指示”であり、次いで“避難勧告”であった。そして、次に大きな値となったのは、“震度7~4”であった。これらの結果は表3の避難率に関する数量化理論I類の結果と整合するものである。しかし、予想津波高さについては、表3の結果とは異なり、避難/非避難の判断にはそれほど大きな影響を与えてないことが確認された。つまり、地震発生後の状況に関する要因に着目すると、どの程度の大きさの予想津波高さが発表されたと認識したのかに関わらず、大きな揺れを体感し、地震発生時にいた場所に避難情報が発表されたことを把握することができた住民が、今回も避難していた傾向にあることが確認された。次に、個人属性やこの度の津波襲来時以前の知識や意識に関する要因に着目すると、“年齢”が影響していることが見て取れる。すなわち、40代未満の住民の方が、今回も避難していた傾向にあった。そして、津波リスク認知や危機意識に関する要因よりも、チリ地震津波襲来時の様子に関する記憶（記憶1）の方が避難/非避難に大きく影響していたことが確認できる。すなわち、チリ地震津波襲来時には、ほとんどの地域で予想よりも小さな津波しか襲来しなかったことを記憶していた住民ほど、今回の津波襲来時に避難しない傾向にあった。これは前述した前回の“はずれ経験”の負の効果を実証する結果であるといえよう。

## 5. まとめ

本稿では、この度の津波襲来時によって、甚大な被害を受けなかった地域住民の津波避難状況を、体感震度、津波警報、避難情報の取得状況を踏まえ、かつ2010年チリ地震津波襲来時の状況と比較して考察した。その結果を以下に示す。

1) 放送各社が緊急放送をするなどの対応をとったにもかかわらず、沿岸部に居住していながら、自宅周辺にど

の程度規模の津波が襲来する可能性があったのか（予想津波高さ）を正しく認識していた住民は少なく、また避難情報が発表されたのかどうか、自宅はその対象になったのかどうかを把握していない住民が多かった。あれだけの被災後で、少なからず居住地の津波リスクについて関心が高まっているうちに、予想津波高さや避難情報の基準などを平常時から周知する必要がある。

2) 体感した“揺れの大きさ”、認識した“予想津波高さ”、“避難情報”の3要因のうち、最も津波避難率に強く影響しているのは、避難情報であった。また、3m以下の予想津波高さについては、避難率を高める効果を確認することはできなかった。

3) 2010年チリ地震津波襲来時とこの度の津波襲来時の避難状況を比較した結果、津波警報と避難情報の発表内容が同一条件の場合、この度の津波襲来時の方が、避難率が低くなっていた。また、2010年チリ地震津波襲来時に避難したモニターのうち、この度の津波襲来時に避難した住民は約6割しかいなかった。2010年チリ地震津波襲来時において、予想津波高さ3mの大津波警報が発表されたにも関わらず、多くの住民にとって避難を要するような事態にならなかったという経験が、この度の津波襲来時において避難を阻害してしまった可能性があることも確認された。

以上の結果は、2010年チリ地震津波襲来時の避難実態を明らかにすることを通じて指摘した課題と同様であるといえる。各市町村は、気象庁の発表する津波警報と避難情報をどのようにリンクさせるのかを明確にし、その内容（予想高さ0m以上で避難勧告、0m以上で避難指示といった基準や、その対象範囲）を平常時から地域住民に周知することは早急に対応すべき課題であり、あわせて、住民に対して、それらの情報を主体的に取得し活用するよう促すことが求められる。その一方で、今後その発生が危惧されている東海・東南海・南海地震津波によって被害が予想される地域のなかには、この度の津波被災地とは異なり、地震発生から沿岸に津波が到達するまでに数分の時間しかない地域も存在する。これらの地域においては、地震発生後、情報の発表を待たずには避難が遅れてしまうことはいうまでもない。本稿の分析から得られた知見ではないが、津波避難の大前提として、“地震の揺れを感じたら、情報を待たずにすぐに避難を開始する”ことを最後に強調しておきたい。東北地方で約2万人が犠牲となったこの経験を教訓として、今後その発生が危惧されている巨大地震津波対策にいかさなければならぬ。

謝辞：本稿で実施した調査は、JST 戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）の実装支援プログラムより研究助成を受けている。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 本間基寛・片田敏孝 (2009), 津波予報と連動した津波ハザードマップに関する研究, 海岸工学論文集, 第 56 巻, pp.1321-1325.
- 井上裕之 (2011), 大洗町はなぜ「避難せよ」と呼びかけたのか～東日本大震災で防災行政無線放送に使われた呼びかけ表現の事例報告～, 放送研究と調査, 9月号, NHK 放送文化研究所, pp.32-53.
- 金井昌信・片田敏孝 (2011), 津波襲来時の住民避難を誘発する社会対応の検討—2010年チリ地震津波の避難実態から—, 災害情報, No9, pp.103-113.
- 片田敏孝・児玉真・桑沢敬行・越村俊一 (2005), 住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題—2003年宮城県沖の地震・気仙沼市民意識調査から—, 土木学会論文集, No.789/II-71, pp.94-102.
- 片田敏孝・村澤直樹 (2009), 遠地津波に対する行政と住民の対応に関わる現状と課題, 災害情報, No.7, pp.94-102.
- 気象庁 HP: 東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善の方向性について「中間とりまとめ」概要 (参照年月日 2011.8.12), [http://www.jma.go.jp/jma/press/1108/08a/chukantorimatome\\_gaiyou.pdf](http://www.jma.go.jp/jma/press/1108/08a/chukantorimatome_gaiyou.pdf)
- 近藤誠司・矢守克也・奥村与志弘 (2011), メディア・イベントとしての2010年チリ地震津波～NHKテレビの災害報道を題材とした一考察～, 災害情報, No9, pp.60-71.
- 桑沢敬行・金井昌信・細井教平・片田敏孝 (2006), 津波避難の意思決定構造を考慮した防災教育効果の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, no2, pp.345-354.
- 内閣府 防災情報のページ: 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会 第7回会合 資料1『平成23年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査(住民)分析結果』(参照年月日 2011.9.12), <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/7/1.pdf>
- 佐藤太一・河野達仁・越村俊一・山浦一保・今村文彦 (2008), 認知的不協和を考慮した津波避難行動モデルの開発-避難シミュレーションへの心理的要素の導入-, 地域安全学会論文集, No.10, pp.393-400.
- 東京大学・東洋大学 災害情報研究会 (2008), 災害情報調査研究レポート14、2006年及び2007年にオホーツク海沿岸地域に出された津波警報の伝達と住民の対応
- ウェザーニューズ HP: 東日本大震災 津波調査(調査結果) (参照年月日 2011.9.12), [http://weathernews.com/ja/nc/press/2011/pdf/20110908\\_1.pdf](http://weathernews.com/ja/nc/press/2011/pdf/20110908_1.pdf)

(投稿受理 2010.09.30 訂正稿受理 2012.02.13)

# Decision-Making of Evacuation from Tohoku Tsunami in 2011

Masanobu KANAI<sup>1</sup> · Toshitaka KATADA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Center for Disaster Prevention in The Extended Tokyo Metropolitan Area, Gunma University  
(〒376-8515 1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu, Gunma, Japan)

<sup>2</sup>Research Center for Disaster Prevention in The Extended Tokyo Metropolitan Area, Gunma University  
(〒376-8515 1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu, Gunma, Japan)

## ABSTRACT

Tohoku tsunami occurred at March, 11, 2011. During this even, tsunami warning was issued to all regions among Pacific Coast, and all Mass media broadcasted about tsunamis. This situation was similar to Chile Tsunami in 2010. In this paper, we grasp behaviors of residents at Tohoku Tsunami occurrence, and compare evacuation behavior form Tohoku tsunami with Chile Tsunami. And we develop the decision making of tsunami evacuation model considering scale of tremor, height of tsunami in expectation by tsunami warning and kind of evacuation order. Therefore I carried out a questionnaire survey for the residents who lived in the large area of the Pacific coast.

As the result, the factor that affected residents' evacuation behavior the most was "evacuation order". Most of residents who got the evacuation order have evacuated form tsunamis. In addition, tsunami warning, 3 meters height of tsunami in expectation, cannot urge residents to evacuate from tsunamis. On the other hand, the rates of residents who evacuated from Chile Tsunami but did not evacuate from Tohoku Tsunami were approximately 60%. One of the reasons was that these residents remember that almost regions were attacked smaller tsunamis than expectation at Chile Tsunami in 2010.

**Keywords** : *Tsunami, Evacuation, Tohoku Tsunami 2011, Chili Tsunami 2010*