

負傷の有無を考慮した津波避難場所の選択要因

Factors of Choosing the Evacuation Sites Considering the Presence of Injury

佐藤 史弥¹, 照本 清峰²

Fumiya SATO¹ and Kiyomine TERUMOTO²

¹山梨大学 地域防災マネジメント研究センター

Disaster and Environmental Sustainable Administration Research Center, University of Yamanashi

²関西学院大学 建築学部

School of Architecture, Kwansei Gakuin University

This study aims to clarify residents' determinants of tsunami evacuation sites in the situation they injured or not. To understand the tsunami risk awareness and evacuation intentions of residents, a questionnaire survey was conducted in the Gobo City, Wakayama Prefecture. A result shows that some residents would choose to stay at their home if they estimated they were injured, in particular, elderly residents intended more likely to stay in their homes and not evacuate if they are injured. Regardless of whether they assumed themselves injured or not, the family attribute and difficult-to-evacuate zone of tsunami were found to be the determinant factors of choosing the evacuation site.

Keywords: tsunami evacuation, Nankai Trough Earthquake, Gobo City, questionnaire, path analysis

1. 序論

(1) 研究の背景と問題意識

津波から避難する場合、直ちに浸水域外の高所へ移動することが重要である。しかし、周囲に高い場所がなく、浸水範囲の広い平野部では、浸水域外の高所へ避難することが困難であるため、津波避難ビルあるいは津波避難タワーへの避難も選択肢の一つとなる。津波避難ビルと津波避難タワーは、平成17年にガイドラインが公表され、特に南海トラフ巨大地震での津波の浸水が想定される地域を中心に整備が進められており、津波避難ビルや津波避難タワーへの避難も踏まえた津波避難計画の検討が求められている。

津波避難ビルや津波避難タワーへの避難計画を検討する際は、それぞれの避難先の特性の違いを考慮する必要がある。津波避難ビルと津波避難タワーの違いとして、屋内への避難の可否が挙げられる。津波避難ビルは、基本的には既存の高層の建物を緊急避難所として指定しているため、屋内へ避難できる施設が多い。しかし津波避難タワーは、一般的には鉄骨構造の骨組み構造物であり、壁や屋根のない屋外に近い状況である施設が多い。

また、南海トラフ巨大地震のような大規模な地震の場合、強い地震動によって、住民やその家族が負傷することも予想される。しかし、これまでの津波避難計画策定においては、避難の主体となる住民が負傷しておらず、平時と同様に身体を動かせる状態を前提として、避難先や経路を検討している場合が多い。南海トラフ巨大地震が発生した場合、負傷した状態で津波避難タワーへ避難

し、屋外に近い環境で、少なくとも大津波警報が解除されるまで待機するといった状況になることも十分に考えられる。現在検討されている津波避難計画をより具体的な計画にするためには、様々な避難の状況を考慮する必要がある。本研究ではその状況の1つとして、負傷の有無に着目する。

(2) 目的

本研究では、地域住民の津波避難に対する認識を示すとともに、負傷の有無による津波避難先選択の規定要因の違いを明示することを目的とする。そのために、質問紙調査から地域住民の個人属性、津波リスク認識、避難の状況に関する認識、避難先選好要因、避難する際の移動方法と想定する避難先を把握し、これらの変数の関係を分析した。分析結果をもとに、津波避難計画の検討にも寄与することをねらいとしている。

(3) 既往研究の動向と本研究の位置づけ

本節では、本研究とかかわりの深いと考えられる「津波避難に係る意思決定・行動」に関する既往研究を中心にレビューし、本研究の位置づけを述べる。

まず、津波避難に係る意思決定・行動に関する研究では、避難行動に至るまでの間に、意思決定に影響を及ぼした要因が検討されている¹⁾²⁾。また、近年では、東日本大震災の避難行動での意思決定に関する研究も数多く存在している。例えば、諫川ら³⁾は震災前に行った調査との比較分析を通して、千葉県御宿町の住民の東日本大震災時の避難行動が、想定された津波に対する行動の意

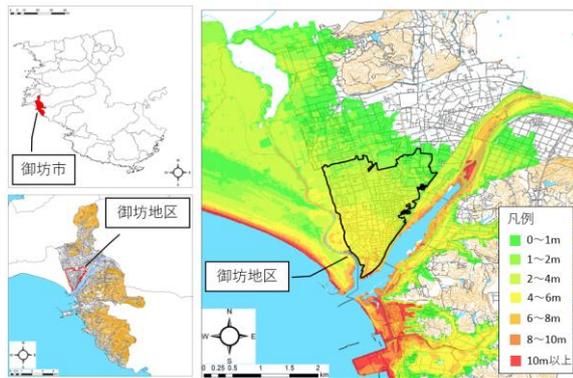


図1 御坊地区の位置と
南海トラフ巨大地震による津波浸水深⁽¹⁾

向とは異なることを明らかにした。また、山田らは一連の研究^{4)~6)}で、津波避難施設の選択行動を、東日本大震災の避難行動も踏まえてモデル化し、避難者の意思決定を考慮した避難圏域の推定手法を開発している。また、新家ら⁷⁾は気仙沼市民を対象に東日本大震災の津波避難行動に影響を与えた要因を検証している。

実際の避難行動ではないが、避難訓練や質問紙調査によって、津波避難の意思決定について分析した研究も存在する。例えば、鈴木・今村⁸⁾は、津波警報が発令されたことを想定した住民の避難行動調査から、住民意識・行動を考慮した津波避難シミュレーションモデルを開発した。また、照本⁹⁾は、津波避難に関して生じる危険事象の検討と、住民の津波避難対策の意識構造の分析結果から、南海トラフ巨大地震の際の津波避難対策について考察した。金井ら¹⁰⁾は、津波避難ビル及び津波避難タワーのメリット、デメリットに関する認識と、避難先選択の関係について明らかにした。また、山田ら¹¹⁾は、海水浴場訪問者の防災意識と海水浴場の普段の防災対策について調査している。

上記のように、津波避難タワーや津波避難ビル等への避難の意思決定については、様々な観点からの研究が行われている。これらの既往研究に比した本研究の特徴と意義としては、津波避難タワーの屋外に近い滞在環境に着目しているという点、避難者やその家族の負傷を想定した避難先の規定要因について検討している点が挙げられる。

2. 分析方法

(1) 対象地域

本研究では、和歌山県御坊市御坊地区を対象とした。御坊市は和歌山県内の中部に位置しており、人口約2万5千人を有している。図1に御坊地区の位置と南海トラフ巨大地震による津波浸水深を示す。御坊地区は御坊市の中でも人口が集積した地域であり、2019年4月1日現在、3466世帯、7065人が居住している¹²⁾。

御坊地区は、南海トラフ巨大地震が発生した場合、津波が地区内のほぼ全域に浸水することが想定されている。海に近い地域では30cmの津波が約20分で到達する¹³⁾。また、津波高さも最大で10mを超えることが想定されている¹³⁾。御坊地区の特に海側の地域では周辺に高い建物は無いため、和歌山県では御坊地区内でも海に近い地域を津波避難困難地域として指定し、津波避難タワーの建設を進めてきた。2019年12月に建設が予定されていた最

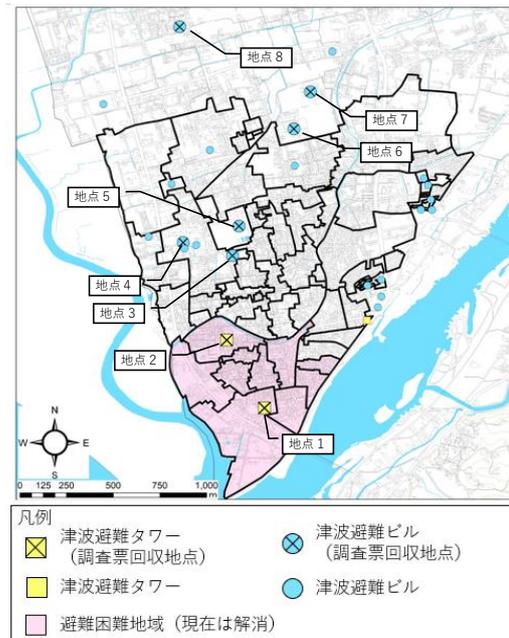


図2 調査票回収地点

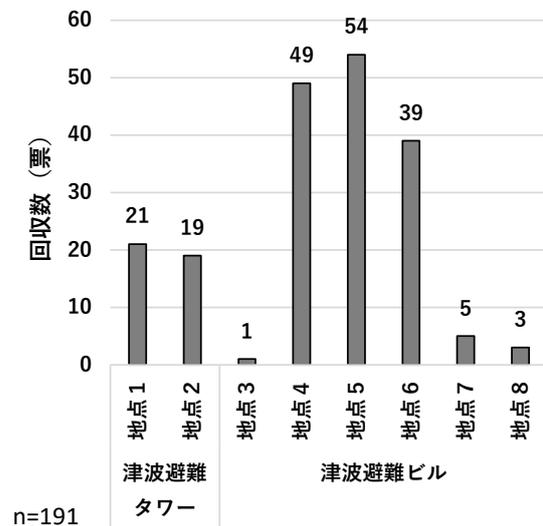


図3 各回収地点での調査票の回収数

後の津波避難タワーが完成し、指定された津波避難困難地域は解消された。本研究では、回答者の居住する自治会の地理的特性を考慮するために、避難困難地域に指定されていた区域を含む自治会を「避難切迫地域」と定義し分析に用いた。

(2) 質問紙調査の実施

本研究では、御坊地区で実施された津波避難訓練時に質問紙調査を行った。津波避難訓練は、2019年11月3日に実施された。今回の避難訓練では、南海トラフ巨大地震が発生し、大津波警報が発表されたことを想定した。訓練当日は、午前9時に地震発生のアナウンスをきっかけとして、住民はシェイクアウト訓練を行い、その後、午前9時3分に大津波警報が発表されたというアナウンスが放送された後に、避難訓練を開始するという流れになっている。

図2に調査票を回収した避難場所を示す⁽²⁾。調査票は、住民が避難してきた避難場所で配布し、その場で記述してもらった。有効回答は191票であった。図3に各回収

地点での回収数を示す。今回の調査では、津波避難ビルにおいて多くの調査票を回収する結果となった。そのため、津波避難ビルへの避難を想定する回答者の意見が多く反映されている可能性があることに留意する必要がある。また、対象地域の津波避難ビルは、全て屋内に避難できる施設となっている。

表 1 に分析で用いた設問内容を示す。質問紙調査では、「個人属性」、「津波リスクの認識」、「避難の状況に関する認識」、「避難意向」についての設問を設けた。

「個人属性」については、「性別」、「年齢」、「家族構成」、「家庭内の要配慮者の有無」についての設問を設けた。「家庭内の要配慮者の有無」の設問は、自分で徒歩によって避難場所まで行くことができない人が家族の中にいるのかを尋ねた。

「津波リスクの認識」については、「自宅の浸水認識」と「予想津波到達時間」についての設問を設けた。「自宅の浸水認識」は、回答者の自宅が、南海トラフ巨大地震による津波浸水の予想範囲に入っているか否かを、「入っている」、「入っていない」、「わからない」の3件法で尋ねた。「予想津波到達時間」については、南海トラフ巨大地震が発生した場合に、人が歩けなくなる程度の津波が、御坊地区に何分程度で津波が到達するのか、0～5分、5～10分、10～15分、15～20分、20～30分、30～45分、45～60分、60分以上の8件法で尋ねた。

「避難の状況に関する認識」については、「避難の切迫に関する認識」と「避難先での予想滞在時間」の設問を設けた。「避難の状況に関する認識」については、南海トラフ地震が発生した場合に、どの程度の余裕をもって津波の来襲までに避難を終えることができるかを、「ある程度の余裕をもって避難を終えられるだろう」、「避難を終えるまでにあまり余裕はないだろう」、「避難を終えるまでにほとんど余裕はないだろう」の3件法で尋ねた。「避難先での予想滞在時間」については、1時間以内、1～3時間、3～6時間、6～12時間、12～24時間、1日以上以上の6件法で尋ねた。

「避難意向」については、「避難先選好要因」、「避難する際の移動方法」、「想定する避難先」についての設問を設定した。「避難先選好要因」については、表1に示す11項目について、「1. まったく重視しない」から「5. 非常に重視する」の5件法で尋ねた。⁽³⁾「避難する際の移動方法」については、避難場所まで移動する方法について、自家用車、バイク、自転車、徒歩の選択肢を設けた。

「想定する避難先」では、自宅に家族全員でいるときに大きな揺れを感じる地震が発生し、大津波警報が発表された場合に、回答者やその家族はどこへ避難するのかを尋ねた。また、この設問では、より切迫した状況下と、そうでない場合で避難先の選択要因に違いが出るのかを検討するために、「回答者本人やその家族が負傷をしていない場合」と「回答者本人やその家族が地震の揺れによって負傷をした場合」の2つの場合で想定する避難先を尋ねた。この設問では、負傷の要因を地震の揺れと指定するのみで、負傷の程度については指定していない。その理由としては、地震の揺れに伴う負傷は、各回答者の家の状況によって程度が異なると考えられるためである。そのため、回答者の考える負傷の程度にはばらつきがあることに留意する必要がある。今回の分析では、「回答者本人やその家族が負傷をしていない場合」に想定する避難先を、「想定避難先（負傷なし）」とした。また、「回答者本人やその家族が地震の揺れによって負

表 1 分析で用いた設問内容

設問項目	
個人属性	・性別
	・年齢
	・家族構成
	・家庭内の要配慮者の有無
津波リスクの認識	・自宅の浸水認識
	・予想津波到達時間
避難の状況に関する認識	・避難先での予想滞在時間
	・避難の切迫感に関する認識
避難意向	・自宅から近いこと
	・標高・階数が高いこと
	・海や川から離れていること
	・耐震性に優れていること
	・自宅から避難場所までの道が通りやすいこと
	・屋内に避難できること
	・施設や敷地の面積が広いこと
	・非常食・飲料水が備蓄されていること
	・冷暖房の設備が整っていること
	・近所の人たちも行きそうな場所であること
・日頃の生活でよく使う場所であること	
避難する際の移動方法	・避難する際の移動方法
	・想定する避難先
想定する避難先	・回答者本人やその家族にケガがない場合の避難先
	・回答者本人やその家族がケガをした場合の避難先

傷をした場合」の避難先を、「想定避難先（負傷あり）」とした。

(3) 分析の枠組み

本研究は、質問紙調査で得られた結果の分析を通して、負傷の有無による避難先選択要因の違いを検討する。分析の流れとしては、最初に質問紙調査の基礎的集計を行う。次に、質問紙調査で得られた「避難先選好要因」を用いて探索的因子分析を行い、避難先選好に関する潜在因子を抽出する。最後に、パス解析を用いて負傷の有無による避難先選択の規定要因を分析する。

3. 調査項目の基礎的集計

(1) 個人属性及び避難切迫地域の集計結果

図 4 に、回答者の個人属性を集計した結果を示す。性別を見ると、回答者は女性の方が多く、年齢では 50 歳～70 歳代の年齢層が多いことが見て取れる。また、家族構成を見ると 2 世代世帯と夫婦のみの家族構成が多い。家庭内の要配慮者の有無については、いないという回答が多いが、いるという回答も 46 件であった。避難切迫地域の内外については、回答者の約 8 割が避難切迫地域外に居住する結果であった。

(2) 津波リスクの認識の集計結果

図 5 に、回答者の津波リスクの認識の設問の集計結果を示す。自宅の浸水認識については、約 9 割の回答者が、自身の自宅が南海トラフ地震の想定津波浸水域内に入っていると認識していた。一方で残りの 1 割の回答者は津波浸水域に入っていない、もしくはわからないという回答であった。御坊地区は地区のほぼ全域が津波の浸水域に入っているため、これらの回答者は津波浸水リスクについて正しく認識できていないと考えられる。また、予想津波到達時間は、回答割合が 5～10 分、10～15 分、15～20 分、20～30 分でほぼ同数となる結果であった。この結果については、御坊地区は 30cm の津波が最短で海岸付

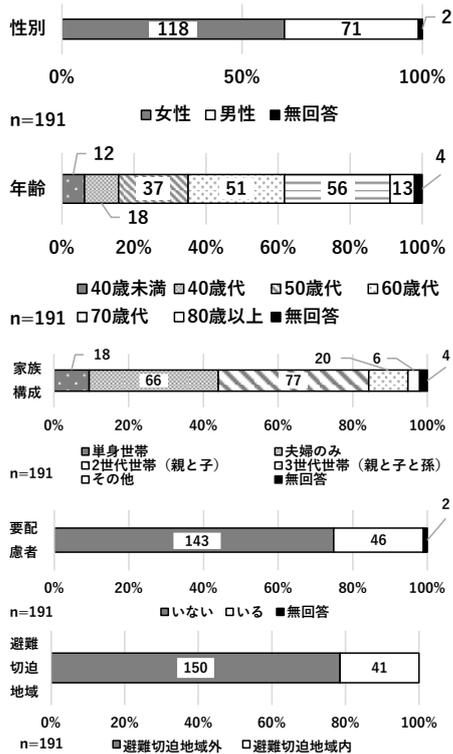


図4 個人属性の設問の単純集計結果

近に約20分で到達するが、内陸部では到達時間が30~40分程度になる地点も存在する。対象地域が広範囲であるため、津波到達時間の認識にばらつきが出たと考えられる。

(3) 避難の状況に関する認識の集計結果

図6に避難の状況に関する認識の設問の集計結果を示す。避難の状況に関する認識については、「ある程度の余裕をもって避難を終えられるだろう」と認識する回答者は2割程度にとどまっており、残りの回答者は避難に対して余裕がないと考えている結果となった。また避難先での予想滞在時間に関する認識については、「1日以上」と認識する回答者が最も多い結果であった。津波から避難する場合は、注意報・警報が解除されるまで津波避難ビルや津波避難タワーに留まることが求められる。質問紙では南海トラフ巨大地震のような大規模地震を想定しており、警報が解除されるまでは1日以上かかることも想定されるため、このような結果になったと考えられる。

(2) 避難意向の集計結果

図7に避難先選好要因の集計結果を示す。「非常に重視する」の回答の割合は、「自宅から近いこと」が最も高い結果となった。「非常に重視する」と「重視する」の合計割合では「耐震性に優れていること」という項目が最も高い結果となり、津波からの避難先を選ぶ際には避難場所までの距離や避難先の耐震性が重視される傾向にあることが読み取れる。一方で、「日頃の生活でよく使う場所であること」は「どちらでもない」という回答の割合が高い結果であった。

図8に避難する際の移動方法の設問の集計結果を示す。避難する際の移動方法は、自家用車での避難を想定している回答者が少なく、9割以上の回答者が徒歩での避難を想定している結果であった。

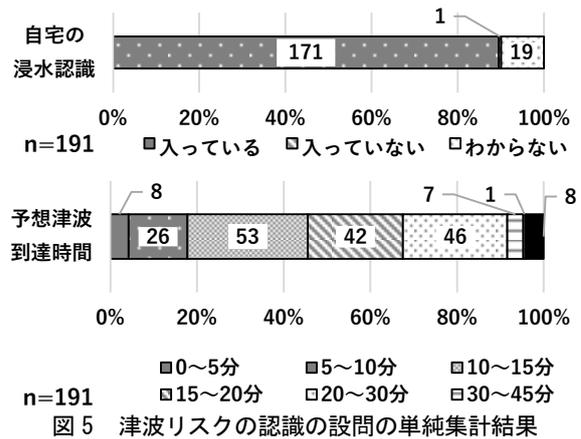


図5 津波リスクの認識の設問の単純集計結果

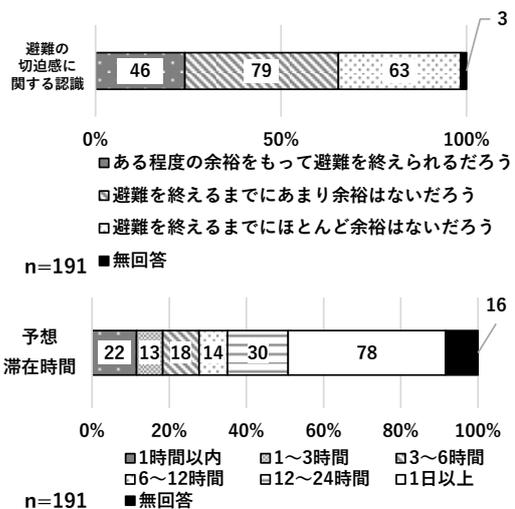


図6 避難の状況に関する認識の設問の単純集計結果

図9に想定する避難先の回答結果を示す。本研究では、津波避難タワーの特性であると考えられる「屋外に近い滞在環境」⁽⁴⁾を考慮して、津波避難タワーとそれ以外の避難先を区別して集計した。避難先の集計区分は、御坊地区のハザードマップ¹³⁾を元にして津波避難タワーと津波避難ビルを区分した。また、その他の集計区分として「浸水域外」と「自宅」を加えた4項目で集計を行った。 χ^2 検定の結果、有意水準が0.01未満となり、負傷していない状態と負傷した状態で避難先の選択に統計的差異が認められた。

図9より、想定避難先(負傷なし)、想定避難先(負傷あり)で想定する避難先の構成割合が異なる結果であった。想定避難先(負傷なし)、想定避難先(負傷あり)どちらも津波避難ビルの割合が最も多い結果となった。しかし、想定避難先(負傷あり)は、想定避難先(負傷なし)に比べると、津波避難タワーと津波避難ビルの回答割合が少なく、自宅の回答割合が多い結果であった。

この結果より、津波の避難の前に負傷した場合に選択する避難場所が、負傷していない場合と異なる可能性があることが示唆された。

4. 避難先選好要因に関する分析

(1) 避難先選好要因の潜在変数の検討

避難先選択の規定要因を分析するためには、津波避難

表 2 因子負荷量

避難場所に求める項目	Factor1 (滞在環境の快適性)	Factor2 (避難の安全性)	共通性
冷暖房の設備が整っていること	0.779	0.210	0.65
屋内に避難できること	0.723	0.379	0.67
近所の人たちも行きそうな場所であること	0.677	0.166	0.49
非常食・飲料水が備蓄されていること	0.675	0.406	0.62
施設や敷地の面積が広いこと	0.673	0.322	0.56
日頃の生活でよく使う場所であること	0.621	0.252	0.45
耐震性に優れていること	0.294	0.810	0.74
自宅から避難場所までの道が通りやすいこと	0.355	0.708	0.63
標高・階数が高いこと	0.149	0.671	0.47
海や川から離れていること	0.397	0.662	0.6
自宅から近いこと	0.247	0.640	0.47
固有値	3.334	3.003	
因子寄与率	30.3%	27.3%	
累積寄与率	30.3%	57.6%	

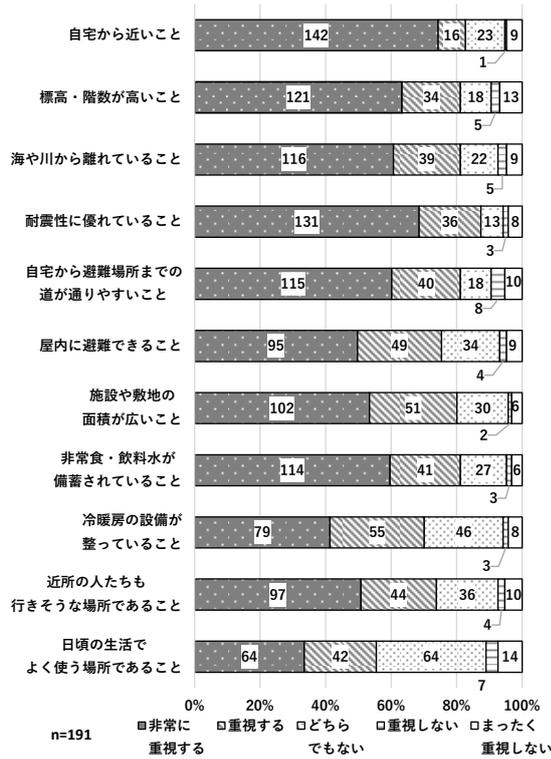


図 7 避難場所に求める項目の単純集計結果

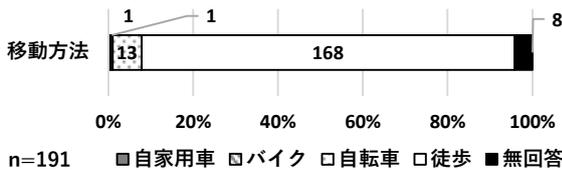


図 8 避難する際の移動方法

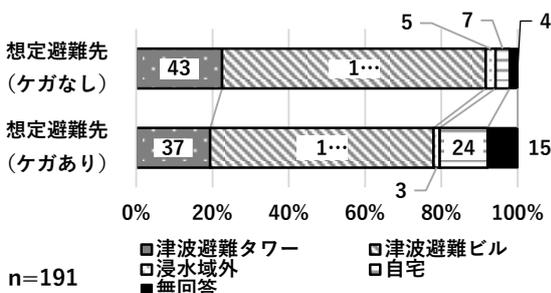


図 9 想定する避難先の単純集計結果

タワーの特性であると考えられる、屋外に近い滞在環境を考慮する必要がある。そのために、「避難先選好要因」の 11 変数を用いて探索的因子分析を行い、因子負荷量と因子得点を算出した。分析には、すべてのサンプルを投入した。各変数は、「1. まったく重視しない」から「5. 非常に重視する」を 5 段階の順序尺度とみなし、1~5 点の数値に変換した。

分析は最尤法、直交回転を適用した。表 2 に分析結果を示す。因子 1 を見ると「冷暖房の設備が整っていること」、「屋内に避難できること」、「非常食・飲料水が備蓄されていること」、「近所の人たちも行きそうな場所であること」、「施設や敷地の面積が広いこと」、「日頃の生活でよく使う場所であること」といった避難

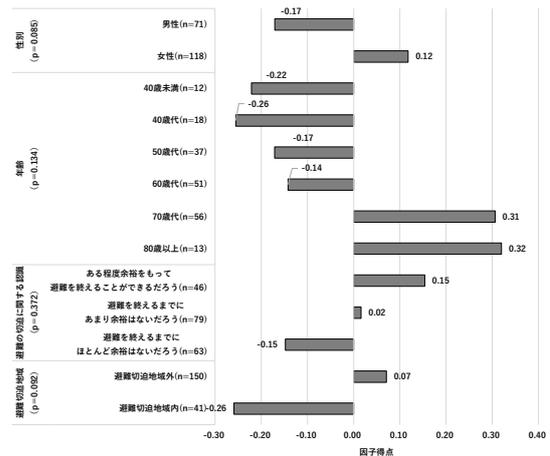


図 10 滞在環境の快適性の項目毎の平均因子得点

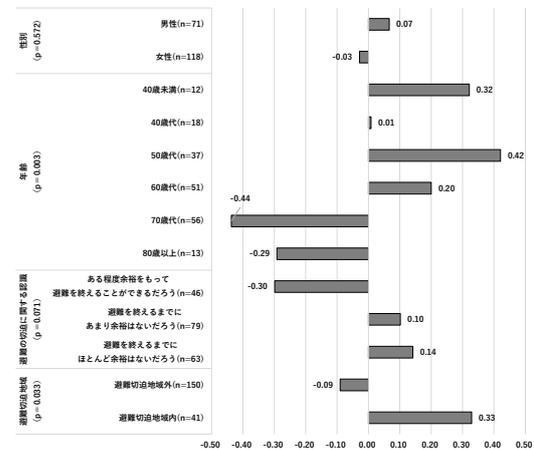


図 11 避難の安全性の項目毎の平均因子得点

先の設備に関する項目の因子負荷量が高いことから、「滞在環境の快適性」を表す因子と解釈した。また、因子 2 は、「自宅から避難場所までの道が通りやすいこと」、「海や川から離れていること」、「自宅から近いこと」といった避難先までの経路や距離に関する要素や、「耐震性に優れていること」、「標高・階数が高いこと」といった避難先となる建物の構造に関する要素があることから、「避難の安全性」を表す因子であると解釈した。

(2) 潜在因子の因子得点の比較

次に、Bartlett 法で各因子の因子得点を求め、個人属性と想定する避難先毎に平均値を比較した。図 10, 11 に滞

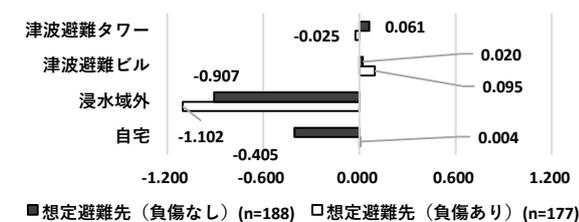


図 12 滞環境の快適性の想定避難先毎の平均因子得点

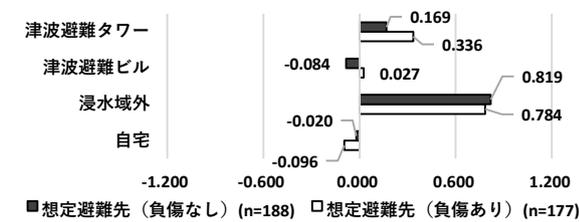


図 13 避難の安全性の想定避難先毎の平均因子得点

滞環境の快適性と避難の安全性について、分散分析で有意水準が 0.10 未満となった個人属性の平均因子得点を示す。

滞環境の快適性については、性別、避難切迫地域で有意水準が 0.10 未満となる結果が得られた。女性や 70 歳以上の高齢者、避難切迫地域外に居住する住民、避難の切迫に関する認識について余裕を持っている住民が、滞環境の快適性の平均因子得点が高くなる結果となった。

避難の安全性については、図 11 より避難の切迫に関する認識が 0.10 未満で、避難切迫地域が 0.05 未満、年齢が 0.01 未満で有意になる結果が得られた。避難の安全性の平均因子得点は、40 歳未満や 50 歳代、60 歳代や避難の切迫に関する認識について余裕を持っていない層、避難切迫地域に居住する住民で高くなる結果となった。

図 12、13 に想定避難先（負傷なし）と想定避難先（負傷あり）の、避難先毎の滞環境の快適性と避難の安全性の平均因子得点を示す。分散分析の結果、滞環境の快適性と避難の安全性の平均因子得点は、想定避難先（負傷なし）と想定避難先（負傷あり）どちらの場合でも、有意水準は 0.10 を超えており、統計的な差異は確認できなかった。

図 12 の津波避難タワーや津波避難ビルでは、想定避難先（負傷なし）と想定避難先（負傷あり）で、平均因子得点にほぼ差がない結果であった。浸水域外では、想定避難先（負傷なし）と想定避難先（負傷あり）どちらも平均因子得点が負の値に大きくなる結果であった。一方、自宅については、想定避難先（負傷なし）と、想定避難先（負傷あり）で符号が異なる結果であった。特に自宅の項目の負傷なしの平均因子得点は -0.405 であり、負傷のない状態での避難先として自宅を選択する、つまり避難を実施しない回答者は、滞環境の快適性の優先度が低い傾向があることが読み取れる。

図 13 の津波避難タワーは、想定避難先（負傷なし）も想定避難先（負傷あり）も平均因子得点が正の値となっており、負傷の有無によらず、避難の安全性を求める回答者は津波避難タワーを選択する結果であった。津波避難ビルは、想定避難先（負傷なし）と想定避難先（負傷あり）で、平均因子得点にほぼ差がない結果であった。浸水域外については、想定避難先（負傷なし）、想定避難先（負傷あり）どちらの場合でも平均因子得点が正の

値であった。一方で自宅の項目は、どちらの場合でも平均因子得点が負の値であり、想定避難先（負傷あり）の方が、平均因子得点が負の値に大きくなる結果であった。

5. 避難先選択の規定要因の分析

(1) 分析フレーム

本章では、負傷をした状態と負傷をしていない状態、それぞれの状態での避難先選択の意思決定構造の比較分析を行う。避難先選択の規定要因には、「個人属性」、「津波リスクの認識」、「避難の状況に関する認識」、「滞環境の快適性」、「避難の安全性」、「避難する際の移動方法」が直接もしくは他の変数を媒介して、「津波避難タワー」、「津波避難ビル」、「浸水域外」、「自宅」の 4 つの避難先を規定すると仮定した。特に、「滞環境の快適性」、「避難の安全性」は、避難先の選択に統計的な差異が確認できなかったが、個人属性を媒介して、避難先選択に影響を与える可能性があると考えた。そこで、分析には媒介変数を用いて各変数の関係を検討することができるパス解析を採用した。

パス解析に用いる変数は、質問紙調査で得られた「個人属性」、「津波リスクの認識」、「避難の状況に関する認識」、「滞環境の快適性」、「避難の安全性」、「避難する際の移動方法」、「想定避難先（負傷なし）」、「想定避難先（負傷あり）」とともに、前章の分析で得られた「滞環境の快適性」と「避難の安全性」及び、「避難切迫地域」を用いる。

「個人属性」の項目の中の、性別については男性を 1、女性を 0 とするダミー変数として分析に用いた。年齢については、質問紙調査で得られた結果について間隔尺度として投入した。家族構成は単身世帯、夫婦のみ、2 世代世帯、3 世代世帯と構成人数が多くなる順序で分析に用いた。家庭内の要配慮者の有無については、要配慮者がいる場合を 1、いない場合を 0 とするダミー変数として分析に用いた。

「津波リスクの認識」の項目の「自宅の浸水認識」については、「入っている」を 1、「入っていない」と「わからない」を 0 とするダミー変数として分析に用いた。「予想津波到達時間」については、間隔尺度として分析に用いた。

「避難の状況に関する認識」の項目の、「避難の切迫感に関する認識」については、「ある程度の余裕をもって避難を終えられるだろう」から「避難を終えるまでにほとんど余裕はないだろう」までを間隔尺度として分析に用いた。「予想滞在時間」についても間隔尺度として分析に用いた。

「避難する際の移動方法」については、9 割以上の回答者が徒歩で避難することを想定しているため、徒歩で避難する場合を 1、それ以外の方法で避難する場合を 0 とするダミー変数として分析に用いた。「滞環境の快適性」と「避難の安全性」については、算出した因子得点を分析に用いた。

パス図の作成にあたっては、「個人属性」が「津波リスクの認識」、「避難の状況に関する認識」、「滞環境の快適性」、「避難の安全性」、「避難する際の移動方法」を媒介して 4 つの避難先を規定することを想定し、「個人属性」に関する各項目から、「津波リスクの認識」、「避難の状況に関する認識」、「滞環境の快適

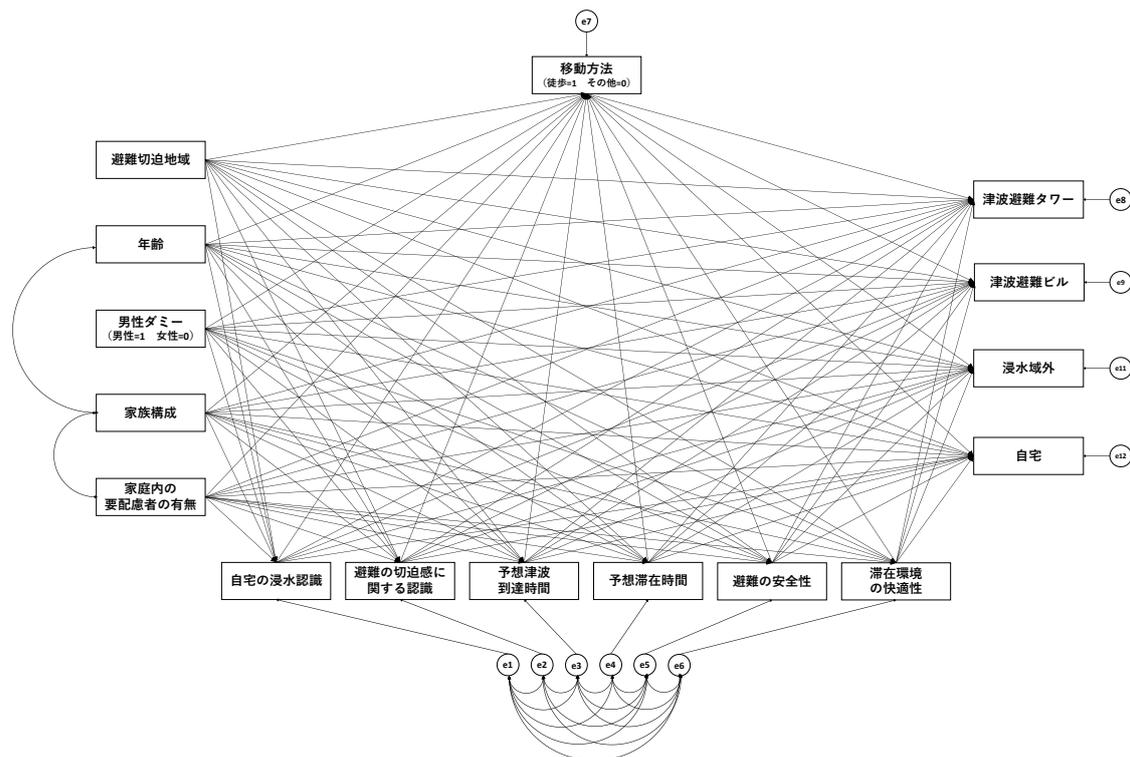


図 14 避難先選択の分析フレーム

性」, 「避難の安全性」, 「避難する際の移動方法」へパスを設定した。また, 「個人属性」が直接避難先の選択へ影響すると考え, 「個人属性」に関する各項目から各避難先の選択肢へパスを設定した。「津波リスクの認識」, 「避難の状況に関する認識」, 「滞在環境の快適性」, 「避難の安全性」は, 直接避難先の選択へ影響を与えるとともに, 「避難する際の移動方法」を媒介して避難先選択に影響を与えると考え, 各避難先へのパスを設定するとともに, 想定する移動方法へのパスを設定した。また, 想定する移動方法からは各避難先へのパスを設定した。また, 「家族構成」と「年齢」, 「家族構成」と「家庭内の要配慮者の有無」, 「津波リスクの認識」, 「避難の状況に関する認識」, 「滞在環境の快適性」, 「避難の安全性」の各項目に共分散を設定した。

こうして図 14 に示すパス図を作成し, 4つの避難先の変数の規定要因を分析した。本研究では, 「想定避難先(負傷なし)」を投入した分析ケースを「負傷なしケース」, 「想定避難先(負傷あり)」を投入した分析ケースを「負傷ありケース」と定義した。またパス解析においては, 質問紙調査で得られた有効回答のうち, 欠損値のあるサンプルを除外したサンプルを用いることとし, 「負傷なしケース」は 155 サンプル, 「負傷ありケース」は 153 サンプルを用いた。

本研究では, 負傷なしケースと負傷ありケースの有意になるパスの違いから, 負傷の有無による避難先選択の規定要因の違いを検討する。また, 負傷の有無を考慮した避難先選択の規定要因について, 探索的に検討を行うために, 着目するパスの p 値については 0.10 未満と設定し分析を行った。

図 15 に負傷なしケース, 図 16 に負傷ありケースのパス図, 表 3 にそれぞれのケースの標準化係数と適合度指標を示す。また図 15, 16 は, 有意水準が 0.10 未満となるパスを点線で, 有意水準が 0.05 未満となるパスを実線で

示している。解析の結果, 両方のケースで GFI が 0.90 を超えており, RMR も 0 に近い値であり, 適合度指標については良好な結果が得られた。これらの結果から, 分析フレームの仮定が妥当であると判断し, 作成した分析フレームを用いて負傷の有無による避難先選択の規定要因の違いの検討を行うこととした。

(2) 各ケースの分析結果と考察

負傷なしケース, 負傷ありケースに共通する結果として, 「津波避難タワー」及び「津波避難ビル」へは, 「避難切迫地域」から有意なパスが存在した。これらのパスは, それぞれの避難場所に接続するパスの中で最も標準化係数の値が大きい。また, それぞれのパスの符号に着目すると, 「避難切迫地域」から「津波避難タワー」へのパスは正の値, 「津波避難ビル」へは負の値であった。これらの結果は, 負傷の有無に関わらず, 津波避難切迫地域に居住するか否かが, 津波避難タワーと津波避難ビルの選択を規定する要因であることを示している。この結果については, 避難施設配置の空間的の偏りが影響していると考えられる。津波避難タワーは避難の切迫した住民が避難するための避難施設であり, 沿岸部に集中的に位置している。一方で津波避難ビルは内陸部まで広く分布するため, 避難切迫地域内の回答者は, 津波避難タワーを選択し, 避難切迫地域外の回答者は津波避難ビルを選択する傾向がある結果になったと考えられる。

同様に両方のケースに共通する結果として, 「家族構成」から「移動方法」を媒介して「浸水域外」へ至るパスや, 「家族構成」から「自宅」へのパスが存在した。前者のパスについては, 負傷の有無によらず, 家族構成が多いと徒歩以外の避難方法を選択し, 浸水域外へ避難する正の間接効果があることが確認された。後者のパスについては, 標準化係数が負の値であることから, 負傷の有無によらず, 家族構成の少ない回答者は自宅に残る

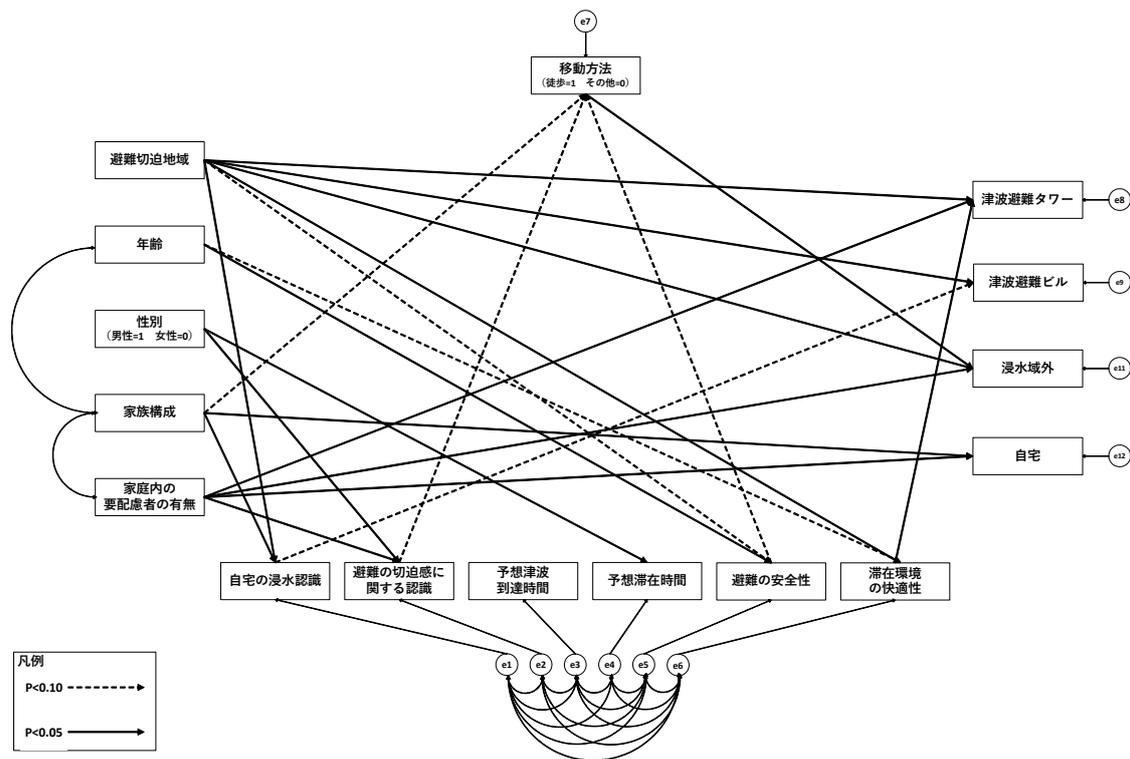


図 15 避難先選択の分析フレーム（負傷なしケース）

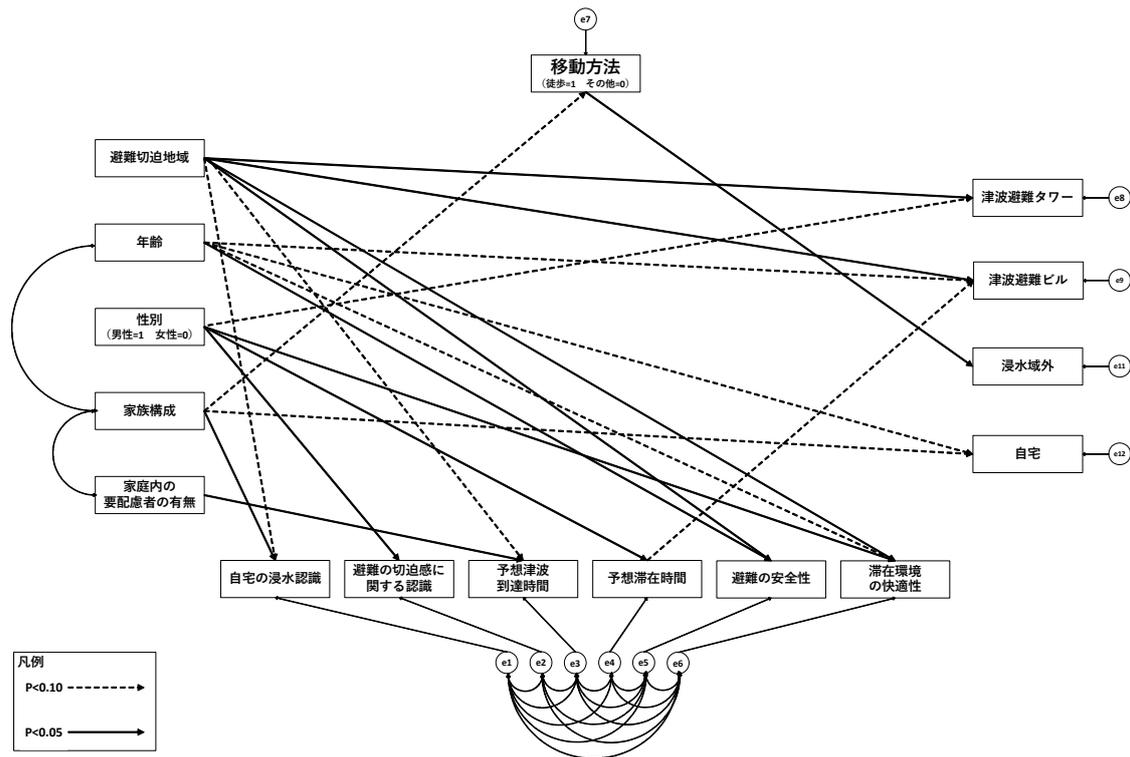


図 16 避難先選択の分析フレーム（負傷ありケース）

傾向があることが示唆された。

負傷なしケースにおいて、「津波避難タワー」へは、「家庭内の要配慮者の有無」からの直接接続するパスと、「避難切迫地域」から「滞在環境の快適性」を媒介して「津波避難タワー」へ接続するパスが存在した。「家庭内の要配慮者の有無」のパスは標準化係数が負の値であるため、要配慮者のいる回答者は、負傷していない場合に津波避難タワーを選択しにくい可能性があると考えら

れる。「避難切迫地域」から「津波避難タワー」への直接のパスは正の値である。一方で、「避難切迫地域」から「滞在環境の快適性」へは負の値、「滞在環境の快適性」から「津波避難タワー」へは正の値であることから、「避難切迫地域」は「滞在環境の快適性」を媒介することで、「津波避難タワー」の選択に負の間接効果を与える結果となった。

一方で負傷ありケースの「津波避難タワー」においては、

表3 負傷なしケースと負傷ありケースの標準化係数

モデル内のパス	標準化係数	
	ケガなしモデル	ケガありモデル
自宅の浸水認識 <--- 避難切迫地域	0.158**	0.145*
滞在環境の快適性 <--- 避難切迫地域	-0.185**	-0.166**
避難の安全性 <--- 避難切迫地域	0.133*	0.185**
予想滞在時間 <--- 避難切迫地域	-0.112	-0.131*
滞在環境の快適性 <--- 年齢	0.153*	0.180**
避難の安全性 <--- 年齢	-0.182**	-0.163**
避難の切迫感に関する認識 <--- 性別 (男性=1 女性=0)	-0.209***	-0.242***
滞在環境の快適性 <--- 性別 (男性=1 女性=0)	-0.107	-0.154**
予想滞在時間 <--- 性別 (男性=1 女性=0)	-0.176**	-0.179**
避難の切迫感に関する認識 <--- 家庭内の要配慮者の有無	0.242***	0.253***
自宅の浸水認識 <--- 家族構成	-0.198***	-0.235***
移動方法 (徒歩=1 その他=0) <--- 避難の切迫感に関する認識	0.165*	0.029
移動方法 (徒歩=1 その他=0) <--- 避難の安全性	0.136*	0.065
移動方法 (徒歩=1 その他=0) <--- 家族構成	-0.148*	-0.16*
津波避難タワー <--- 避難切迫地域	0.703***	0.693***
津波避難ビル <--- 避難切迫地域	-0.720***	-0.522***
浸水域外 <--- 避難切迫地域	0.198***	0.018
津波避難ビル <--- 年齢	-0.017	-0.128*
自宅 <--- 年齢	-0.003	0.143*
津波避難タワー <--- 性別 (男性=1 女性=0)	0.049	0.113*
自宅 <--- 家庭内の要配慮者の有無	0.168**	0.127
浸水域外 <--- 家庭内の要配慮者の有無	0.266***	0.113
津波避難タワー <--- 家庭内の要配慮者の有無	-0.114**	-0.084
津波避難ビル <--- 自宅の浸水認識	-0.09*	0.042
津波避難ビル <--- 予想滞在時間	0.002	-0.129*
津波避難タワー <--- 滞在環境の快適性	0.126**	0.032
浸水域外 <--- 移動方法 (徒歩=1 その他=0)	-0.192**	-0.275***
自宅 <--- 家族構成	-0.206**	-0.153*
	GF _F	0.905
	RMR _F	0.011
		0.014

*: p<0.1 ** : p<0.05 *** : p<0.001

「家庭内の要配慮者の有無」や「滞在環境の快適性」からのパスの有意性がなくなり、「性別」からのパスが有意に接続する結果となった。標準化係数が正の値となっているため、男性の方が、負傷した状態では津波避難タワーへの避難を選択する傾向があることが示唆された。

負傷なしケースにおいて「津波避難ビル」へは「避難切迫地域」から「自宅の浸水認識」を媒介したパスが存在し、避難切迫地域外で、自宅の浸水を正しく認識できていない回答者が津波避難ビルへ避難する可能性があることを示唆していると考えられる。「津波避難ビル」へは、「家族構成」から「自宅の浸水認識」を媒介するパスも存在した。「家族構成」から「自宅の浸水認識」のパスは負の値、「自宅の浸水認識」から「津波避難ビル」も負の値であることから、「家族構成」は「自宅の浸水認識」を媒介して、「津波避難ビル」に正の間の効果を与える結果となった。この結果は、家族構成の多い回答者は、津波避難ビルを選択しやすくなる可能性があることを示唆していると考えられる。

一方で負傷ありケースの「津波避難ビル」においては、「年齢」からの「津波避難ビル」へ接続するパスと、「性別」から「予想滞在時間」を媒介し「津波避難ビル」へ接続するパスが存在した。前者のパスの標準化係数は負の値であり、負傷した状態では若い年代の回答者ほど津波避難ビルを選択する可能性があることが示唆された。後者のパスの標準化係数は、「性別」から「予想滞在時間」、「予想滞在時間」から「津波避難ビル」ともに負の値であるため、「性別」から「津波避難ビル」へは正の間の効果があることが示された。この結果は、男性の回答者は避難場所での予想滞在時間が短く、負傷した状態では津波避難ビルを選択する可能性があることを示唆していると考えられる。

負傷なしケースにおいて「浸水域外」へは、「避難切迫地域」と「家庭内の要配慮者の有無」が直接接続する結果であった。また、「家族構成」、「要配慮者の有無」、「避難の切迫感に関する認識」、「避難の安全性」から「移動方法」を媒介して「浸水域外」へ接続するパスも存在した。「浸水域外」へ直接接続するパスの標準化係数は、「家庭内の要配慮者の有無」の方が「避難切

迫地域」に比べ大きく、浸水域外の選択を規定する一番の要因は、「家庭内の要配慮者の有無」となる結果であった。また「家庭内の要配慮者の有無」のパスは正の値であるため、家庭内に要配慮者のいる回答者は、負傷をしていない場合、浸水域外への避難を想定する可能性があることが示唆された。一方で、「家庭内の要配慮者の有無」から「浸水域外」へは、「避難の切迫感に関する認識」、「移動方法」を媒介した負の間の効果がある結果となった。

「避難切迫地域」から「浸水域外」へパスは正の値で、負傷を想定していない状況では、避難切迫地域内から浸水域外への避難を想定する回答者がいることを示している。この結果は、対象地域は避難切迫地域から河川を渡る橋が架かっており、その橋を越えると浸水域外へ比較的短距離で到達できることが要因であると考えられる。

また、「浸水域外」へは、「避難切迫地域」から「避難の安全性」、「移動方法」を媒介した負の間の効果があり、避難切迫地域の中でも避難の安全性を重視する回答者は、徒歩での避難を選択するため、浸水域外への避難を選択しない可能性があることが示唆された。

負傷なしケースにおいて「自宅」の選択に直接影響を与えるパスは、「家族構成」と「家庭内の要配慮者の有無」であった。標準化係数は、「家庭内の要配慮者の有無」が正の値、「家族構成」が負の値であるため、負傷をしていない場合は家庭内に要配慮者がいる回答者や高齢の回答者は自宅を選択しやすいことが示唆された。

一方、負傷ありケースの「自宅」へは、「年齢」から直接パスが接続する結果であった。「年齢」から「自宅」へのパスの標準化係数は正の値であることから、年齢の高い住民は負傷した場合に自宅に残る選択をする傾向があることが示唆された。

上記のように、負傷していないケースと負傷したケースでパス解析を実施したところ、有意になるパスが異なる結果となった。この結果は、負傷することによる避難の切迫性の増加が反映された結果であると考えられる。負傷し避難の切迫性が増すと、避難切迫地域から浸水域外への避難の選択がなくなり、要配慮者のいる回答者は負傷した場合はさらに困難な状況になるため、避難先を選択することが難しくなると考えられる。また、体力のある年齢の若い世代や男性が津波避難ビルや津波避難タワーへ避難し、比較的体力の少ない高齢者が自宅に残り避難を実施しない結果になったと考えられる。

6. 結論

本研究では、地域住民の津波避難に対する認識を示すとともに、負傷の有無による津波避難先選択の規定要因の違いを明示することを目的とした。そのために、和歌山県御坊市御坊地区において質問紙調査を行い、地域住民の津波リスク認識や避難意向等を把握した。単純集計の結果、負傷していない状態と負傷した状態では、避難先の選択意向が異なり、負傷した場合は自宅に残り避難を実施しない住民がいることを明らかにした。

次に、避難先選好に関するデータをもとに因子分析を行った。その結果、避難先選好要因の潜在因子として、「滞在環境の快適性」と「避難の安全性」の2つの因子を抽出することができた。

最後に、パス解析を用いて個人属性、津波リスク認識、

避難の状況に関する認識、避難先選好要因、避難する際の移動方法と想定する避難先の関係について分析した。パス解析では、負傷していない状態で想定する避難先を投入したケースと、負傷した状態で想定する避難先を投入したケースのパスと標準化係数を比較することで、負傷の有無を考慮した避難先選択の規定要因を検討した。分析の結果、負傷の有無に関わらず、避難切迫地域に居住するか否かが避難先を規定する要因になること、家族構成の少ない住民は自宅に残り避難を実施しない可能性があることが明らかになった。また負傷した状態では、高齢の住民ほど、自宅に残り避難を実施しない可能性があることが示唆された。

津波避難計画は、住民自身が負傷しておらず、平時と同じように活動できる状態を前提として立案されている場合が多い。津波避難訓練などでも、要配慮者や負傷者を支援しながら避難する訓練も行われている事例はあるが、支援者が負傷していることは前提としていない。実際に負傷をしたという前提で避難訓練を行うことは、困難であると考えられ、計画段階で、負傷によるジレンマを取り込んだ計画策定手法が有効であると思われる。

本研究の課題としては、今回の調査で得られた結果は、避難訓練に参加した住民のものである。そのため、結果の解釈にあたっては、津波リスクの認識や避難の意識が高い層から得られた結果であるということを留意しなければならない。また今回の調査では、避難が困難な状況の想定として、回答者及び回答者の家族の負傷の有無を条件としたが、南海トラフ巨大地震が発生した場合の家屋倒壊や道路閉塞、天候といった要因は考慮できていない。それらを踏まえた避難対策の在り方の検討は今後の課題としたい。

補注

- (1) 国土地理院、基盤地図情報（基本項目）及び、内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会、津波浸水深データ（ケース③）より作成した。
- (2) 調査票を配布した避難場所は、対象地域の市役所職員と協議の上、住民が多く避難してくると想定される避難場所を選定した。
- (3) 「避難の際に重視すること」のうち「耐震性に優れていること」については、住民の主観的な建物の地震に対する安全性を尋ねているため、想定避難場所の実際の耐震性とは異なる場合がある。
- (4) 対象地域は市内でも比較的人口が集積する地区であり、建物が広く分布している。そのため浸水域外に避難した場合でも、浸水域外の避難所等の屋内の施設に避難できるため、本研究では浸水域外も津波避難ビルと同様の滞在環境とみなした。

謝辞

本研究で行った調査において、御坊市の住民の方々、御坊市役所の方々、関西学院大学総合政策学部の学生の方々にご協力いただきました。ここに感謝の意を記します。

参考文献

- 1) 片田 敏孝, 児玉 真, 桑沢 敬行, 越村 俊一: 住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題, 土木学会論文集, 2005 巻, 789 号, p. 789_93-789_104, 2005
- 2) 桑沢 敬行, 金井 昌信, 細井 教平, 片田 敏孝: 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, 23 巻, p. 345-354, 2006
- 3) 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, 日本建築学会計画系論文集, 77 巻, 681 号, p. 2525-2532, 2012
- 4) 山田 崇史, 秋山 和範, 末澤 貴大, 岸本 達也: 海水浴場における津波避難施設の利用行動モデル化, 都市計画論文集, 49 巻, 3 号, p. 549-554, 2014
- 5) 山田 崇史, 岸本 達也: 沿岸地域における津波避難ビルの選択行動モデル化, 日本建築学会計画系論文集, 80 巻, 707 号, p. 125-133, 2016
- 6) 山田 崇史, 佐々木 雅宏, 岸本 達也: 津波避難時の避難施設選択モデルを用いた避難施設圏域の推定, 日本建築学会技術報告集, 22 巻, 51 号, p. 825-830, 2016
- 7) 新家 杏奈, 佐藤 翔輔, 今村 文彦: 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—, 地域安全学会文集, 34 巻, p. 1-10, 2019
- 8) 鈴木 介, 今村 文彦: 住民意識・行動を考慮した津波避難シミュレーションモデル, 自然災害科学, Vol.23-4, p.521-538, 2005
- 9) 照本清峰: 津波避難行動と浸水危険性に関する地域住民の認識と津波避難対策の課題, 自然災害科学, Vol.32, No.3, p.261-278, 2013
- 10) 金井 昌信, 上道 葵, 片田 敏孝: 津波避難タワー・ビルへの避難意向特性に関する研究, 災害情報, 15 巻 2 号 p. 245-254, 2017
- 11) 山田 崇史, 吉田 真子: 海水浴場訪問客の防災意識と津波避難行動に関する研究—和歌山市海水浴場におけるケーススタディー—, 地域安全学会論文集, 34 巻 p. 29-36, 2019
- 12) 和歌山県御坊市: 統計ごぼう令和元年版 (2019 年), 2019
- 13) 御坊市: 御坊市北部津波防災マップ, 2014

(原稿受付 2021.8.28)

(登載決定 2022.1.8)