

住民の地域環境に対する認知が津波避難行動に及ぼす影響

- 千葉県御宿町の事例から -

INFLUENCE OF RESIDENTS' COGNITION OF THEIR LOCAL ENVIRONMENT
ON EVACUATION BEHAVIOR FROM TSUNAMI

A case study of Onjuku, Chiba prefecture

諫川輝之*, 大野隆造**

Teruyuki ISAGAWA and Ryuzo OHNO

This paper focuses on the effects of residents' cognition of their local environment on evacuation behavior in the event of tsunami. We conducted questionnaire surveys and a sketch map survey in the coastal area of Onjuku, Chiba Prefecture. The results revealed the following: 1) decision-making was based on cognition of terrain, although it was not always correct, 2) choice of evacuation site was related to cognition of the elements, and 3) some improper route choice were related to "distorted" cognitive map. These results suggest that understanding residents' cognition is important to develop effective mitigation measures against a tsunami.

Keywords : Tsunami, Evacuation Behavior, Terrain, Environmental Cognition, Route Choice, Sketch Map

津波, 避難行動, 地形, 環境認知, 経路選択, スケッチマップ

1. はじめに

1.1 背景・目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(以下、「2011年の地震」)において、事前の想定を大きく上回る津波による甚大な被害が発生したことや、その教訓から内閣府⁵⁾が南海トラフ巨大地震の津波浸水想定を引き上げたこと等を受けて、沿岸各地で津波避難対策の見直しが進められており、その一環で地形や避難路に対する関心が高まっている。自然災害の中でも特に津波災害は、被害を受ける範囲が事前にある程度予想できるという特徴があるため、住民の避難行動は、地域の地形や避難場所、道路網など物理的環境(以下、「環境」)に対する認知状況によって影響を受けると考えられる。

一方、地域の環境や津波の浸水予測等に関する情報を集約したものととして、津波ハザードマップ^{注1)}があるが、2011年の地震においては、浸水予想区域外での被害を逆に拡大させた可能性がある⁶⁾。また、ハザードマップは浸水深や避難行動の「全貌」を鳥瞰図的に可視化しているが、個別具体的な情報を必要としている一般の人々には必ずしも有用でないとの批判⁷⁾も存在する。従って、今後はハザードマップで提供する情報内容を吟味するとともに、人と環境との多様な結び付きに根差した津波防災の方法論を確立することが重要であると考えられる。

筆者ら^{8), 9), 10)}はこれまで、2011年の地震において大津波警報が発

令された千葉県御宿町を対象に、地震前の意識と比較しながら、住民行動の実態を調査してきた。その中で、事前の避難意向の高さと相反して、海面からの高さや海からの距離など、自身がいた場所に関するリスクを過少評価して避難しなかった人が多いことが明らかになっており、住民が地域の環境や津波に対するリスクをどのように認知しているのか、またそれが避難行動にどのように影響しているのかを検証して、今後の避難対策や防災教育に反映していくことが必要である。

そこで、本研究では、実効的な津波避難対策検討の基礎資料を得るために、東北地方太平洋沖地震当日の御宿町沿岸地域における住民の津波避難行動の実態を地域の環境と対応させながら分析するとともに、特に住民が地域の環境をどのように認知しているのかに焦点を当て、避難行動への影響を明らかにすることを目的とする。

1.2 既往研究

津波発生時の避難行動に関しては、これまでも多くの研究が行なわれてきており、環境認知の影響を示唆する事例も存在する。例えば斎藤¹¹⁾は、1989年三陸沖地震時に避難勧告が発令された地域で、自宅の位置から避難する必要がないと自主判断した人が多かったと指摘し、宮野ら¹²⁾は、1946年南海地震において、津波の襲来方向に関する住民の認識が被害を拡大させた可能性に言及している。また、三上ら¹³⁾は2011年の地震で海から遠く避難場所が近い地域で

本論文は、文献1)~4)で発表した内容に追加分析・修正を加え、発展させたものである。

* 東京工業大学大学院総合理工学研究科

特別研究員・博士(工学)

** 東京工業大学大学院総合理工学研究科 教授・工博

Research Fellow, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Prof., Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

避難せず犠牲になった人が多いと述べている。一方で、従来の避難行動の調査やシミュレーションにおいては、居住環境によらず画一化された人間モデルが仮定される傾向が強く、個別具体的な環境およびそれに対する住民の認知の影響については十分考慮されてこなかった。

環境認知や地理的イメージに関する研究分野では、人々が認知する環境の構造は実際の空間とはかなり異なっているとされ、例えば環状の鉄道路線を円に近い形で^{10,15)}、交差点の形状を直角化・直線化して^{10,16)}理解しやすい傾向などが指摘されてきた。また、このような歪みを定量化して火災時の避難シミュレーションに反映させた研究¹⁷⁾も存在するが、津波避難との関係を扱った研究は見られない。一方、太田ら¹⁸⁾は、自宅の標高について、低い地域の住民は実際より低く認知し、高い地域の住民は分からない人が多いこと、標高認知と津波に対するリスク認知との間に関係が見られることを指摘している。これは、本研究と近い問題意識を有するものであるが、本研究では、標高にとどまらない地域の物理的環境に対する認知に着目して、実際の避難行動との関係を論じることに特色がある。

2. 研究の方法

2.1 対象地の概要

本研究で対象とする千葉県御宿町は、房総半島の中央東端に位置し、南を湾、その他三方を丘陵地に囲まれている。また、市街地の大半は標高10m未満の低地に形成されている。2008年9月、全世帯に配布された津波ハザードマップ¹⁹⁾には、千葉県が行なったシミュレーションによる浸水予想区域が着色され、避難場所、避難の方向、幹線道路、橋などが記載されていた。東北地方太平洋沖地震で記録された津波の浸水高は2.5m²⁰⁾で、結果的に人的被害・建物被害は発生しなかったが、大津波警報が発令され、ハザードマップの想定を上回る高さ10m以上の津波が予想される状況に置かれた^{注2)}。

2.2 調査方法

本研究では、御宿町の沿岸部に立地し、浸水予想区域に含まれる6地区(図1)の住民を対象に、津波発生時の行動や地域環境の認知に関する以下の4種類の調査を実施した(表1)。

(1) 津波発生時の行動に関するアンケート調査^{注3)}

2011年の地震における実際の住民行動を把握するため、地震当日町内にいた方を対象に実施した(以下、「行動アンケート」)。2011年7月下旬、町の協力を得て広報誌と一緒に対象地域の全世帯に2,272票を配布し、郵送回収により447票の有効回答を得た(有効回収率:19.7%)。本報では、このうち地震発生時自宅にいて、当日の行動(避難に限らない)が地図上に記入された281件を分析対象とし、地理情報システムソフト「Arc GIS Ver.10.1」を用いてGISデータ化する。その際、ベースマップとして国土地理院²¹⁾が提供する基盤地図情報(縮尺レベル2500、数値標高モデル(5mメッシュ))を利用した。分析対象とする回答者の属性は、性別では女性が57.5%、年齢では60歳以上が73.6%を占めていた。

(2) 津波発生時の行動に関するグループインタビュー調査

2011年の地震当日に入手した情報の内容や詳細な行動について補足する目的で、町および区長会の協力のもと、各地区の集会所において2012年11月中旬に実施した(以下、「インタビュー」)。(1)の行動アンケートにおいて、協力可能な方に住所・氏名を書いても

らい、記名(個人名)のあった108名に依頼状を送付し、40名(うちアンケート回答者29名)が参加した。グループインタビュー形式とした理由は、個人面接に比べて回答者への負担が軽減できること、地震から1年8ヶ月が経過し、当時の記憶が不鮮明になり始めていると考えられる中、住民間の相互作用により正確な経験を詳しく語ってもらうことを意図したためである。ただし、他者の発言に影響されて事実と異なる経験を作り上げてしまう可能性もあるため、アンケート回答者に対してはその回答内容と照合しながら進めた。

参加者の属性は、男性25名、女性15名、年齢は70歳代が最も多く(16名)、60歳代以上で約7割を占めていた。また、地震当日の行動は避難した人18名、避難していないが移動した人9名、移動しなかった人11名、防災対応のため移動した人2名であった。

(3) スケッチマップ調査

住民の環境認知構造を、スケッチマップ法²²⁾を応用した図2の手順によって調査した。まず、参加者それぞれに白紙を配布し、町全体を対象として、「初めて町を訪れた人に町の特徴を説明する」とい

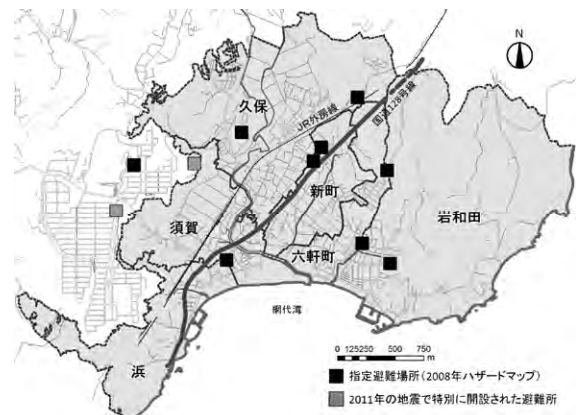


図1 調査対象地域

表1 各調査の概要

調査名	目的	方法
(1)行動アンケート	2011年の地震における住民行動の把握	地図上に記入された行動をGISを用いて分析
(2)インタビュー	(1)の補足として、地震当日入手した情報内容や詳細な行動を把握	地区ごとの代表者に対するグループインタビューで聞き取り
(3)スケッチマップ調査	住民の環境認知構造の把握	自由記述された海岸線、川、道路、避難場所、等高線などの描画要素を分析
(4)認知アンケート	(3)で示唆された傾向を定量的に検証	海岸線と国道の位置関係、自宅の位置に対する認知傾向を質問紙により分析

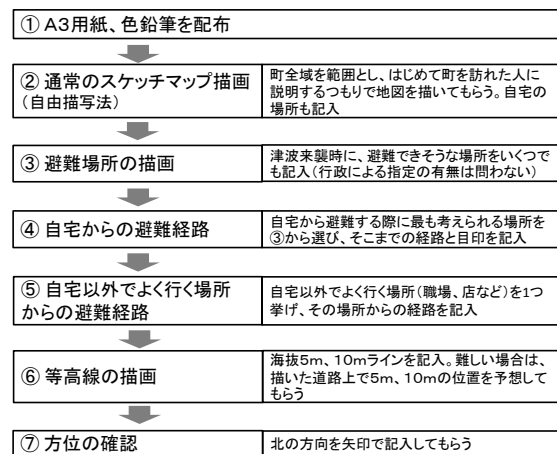


図2 スケッチマップ調査の手順

う設定で、海岸線や川、主な道路等を自由に描いてもらった。次に、思い浮かぶすべての避難場所、自宅からの避難経路、等高線などを順次描きこんでもらった。この調査は(2)のインタビューに続けて実施し、35名分のマップを得た。なお、調査方法検討のため、別途4名に予備調査を実施し、前述の要素をある程度描画できること、またそれが判読できることを確認した上で本調査を行なった。予備調査の内容は避難場所や避難経路の描画(図2中の③~⑤)を除き同一であり、本稿ではこれらを含む計39名分(男性26名、女性13名)のマップを分析対象とする。このうち(1)行動アンケートにも回答した25名については、当日の詳細な行動と照らし合わせることが可能である。なお、方位については、リンチ²²⁾の手法にならって、描画終了後に北の方向を矢印で記入してもらい、分析する際にすべて北が上になるよう回転した。

(4) 環境認知に関するアンケート調査

(3)のスケッチマップ調査で示唆された住民の環境認知の傾向を検証するために、海岸線と国道の位置関係や自宅の位置に関する認知などについて、選択肢から選んでもらう調査を実施した(以下、「認知アンケート」)。2013年7月~8月に町が実施した交通災害共済保険の受付に訪れた対象地区の住民223名に手渡しで配布し、郵送回収により114票を回収した(回収率:51.1%)。

なお、この調査では上記(1)~(3)の調査とは異なり、各回答者の自宅位置を特定することは出来ないが、居住地区および所属する組(班)を尋ねており、113名については地区単位で、66名については地区内でのおおよその位置まで把握することができる。

2.3 研究の構成

以下では、津波時の避難行動を、避難するかしないかという「避難実施」を判断する段階と、空間的な移動を伴う「避難場所・経路選択」の段階とに分け、それぞれ環境認知による影響を分析する。まず、避難実施について、自宅の位置(地形、ハザードマップの浸水予想)による差異を明らかにし、標高や海からの距離に対する認知やハザードマップの情報がどのように影響したかを考察する(3章)。次に、実際に避難を実施した住民について、具体的な避難場所、および避難経路選択の特徴を明らかにし、避難場所や道路網、地形に関する認知がどのように影響したかを考察する(4章)。

2.4 分析の方針

本研究は、住民の避難行動の実態を環境認知との関連で明らかにすることに主眼を置いているが、その分析においては、各人の行動が適切だったかどうかを評価する視点が必要になる。本研究では、少しでも住民の被害を減らす観点から、以下の方針で分析を行なう。

(1) 避難実施の判断に関して

本研究で実施した調査は地区単位で行なったため、ハザードマップの浸水予想区域外の住民も含まれているが、浸水予想区域は一つの目安に過ぎず²³⁾、2011年の地震において町で予想された津波の高さ(10m以上)は想定(8m)を上回る規模だったことから、対象地域の住民は基本的に避難することが望ましいという立場をとる。

また、避難実施が遅れるほど津波に遭遇する危険性は高まると考えられるため²³⁾、地震発生後できるだけ早く避難を完了することをより適切な行動と考える。

(2) 避難場所・経路の選択に関して

津波からの避難においては、迅速に津波の到達範囲外に避難する

ことが基本である。その際、ハザードマップの想定を上回る津波が来る可能性もあるため、少しでも高い場所を目指すことが望ましい。また、津波に遭遇する危険性が高い避難経路選択として「海に近く」、「川を渡る」、「標高が下がる」の3つを考え、時間との関係も考慮した上で検討する。

3. 避難実施における環境認知の影響

3.1 地形による避難実施の差異

行動アンケートの結果から、2011年の地震発生時、自宅にいた住民(マンション居住者を除く)について、夕方までの行動を「避難した」、「避難していないが移動した」、「移動しなかった」の3つに分類し、自宅の位置にプロットすると、図3のように、海から離れるほど、また高くなるほど、避難しない傾向が確認できる。そこで、標高(海拔)および海からの距離をそれぞれ3段階に分け²⁴⁾、避難・移動実施の割合を求めると、それぞれ図4(a)、(b)のようになった。これによると、標高に関しては、高くなるほど避難した割合(避難率)が低下する傾向が明らかである。一方、海からの距離に関しては、海岸線から250m以上500m未満よりも250m未満の避難率がむしろ低い。予想に反するこの結果を吟味するため、標高と海からの距離を組み合わせた9つのグループ別に避難率を見た表2を作成した。ここで標高5m以上・海から250m未満の回答者の居住位置を確認したところ、図5のように周囲に比べて小高くなっている場所が多いことがわかった。これは、周囲より相対的に高いことが危険の認識を弱め、避難を抑制したことを示唆している。

また地震発生から避難場所に到着した人の経時的累積数を示した、

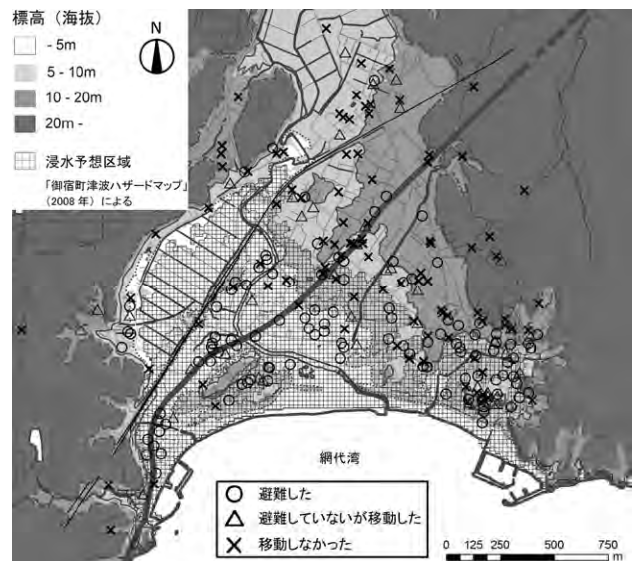
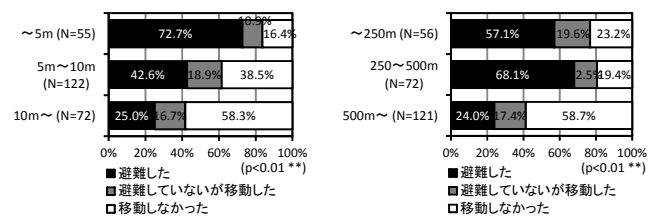


図3 自宅の位置と避難実施の有無 (N=249)



(a) 標高別 (b) 海からの距離別

図4 地形別に見た避難・移動実施割合

図6を見ると、その増加率は自宅の標高によって異なり、特に標高5m以上に住む人は地震発生後30分までは少ないが、その後15分間で急増している。これは、地震発生後30分頃に伝えられた津波警報への切り替えが避難意思決定の契機となっていたこと⁹⁾の表われと考えられる。一方、海からの距離による違いは見られなかった。

3.2 ハザードマップの情報による避難実施の差異

図3には、「御宿町津波ハザードマップ」¹⁹⁾における浸水予想区域(以下、浸水域)を重ねて示している。当日、町で予想された津波(10m以上)はハザードマップの想定(8m)を上回る規模であったことから、浸水域外でも安全であったとは言えないが、自宅にいた住民について、浸水域の内外で避難を行なった割合を比較したと

ころ、浸水域内では55%なのに対し、浸水域外では28%にとどまっていた。

地震発生時点までのハザードマップの接触状況と当日の行動との関係を図7に見ると、浸水域内ではハザードマップを見ていなかった人(49人)に比べ、見ていた人の方が避難した割合がわずかに高い一方で、浸水域外では見ていた人の方が避難した割合が低くなっている。また、浸水域外で見ていた人は移動もしなかった人が多く、浸水域の外だと知っていたことがかえって避難や移動を抑制した可能性がある。

さらに、避難しなかった理由として「浸水域の外だから」と回答した人は数として多くはないが、図8のように14名中8名が浸水域から100m以内の場所に住んでおり、そのうち7名は浸水域との

表2 標高・海からの距離を組み合わせた避難実施割合 (N=249)

標高	海からの距離	該当者数	避難した人数	避難率(%)
5m未満	250m未満	15	13	87%
	250m以上500m未満	25	20	80%
	500m以上	15	7	47%
5m以上10m未満	250m未満	34	17	50%
	250m以上500m未満	29	20	69%
	500m以上	59	15	25%
10m以上	250m未満	7	2	29%
	250m以上500m未満	18	9	50%
	500m以上	47	7	15%

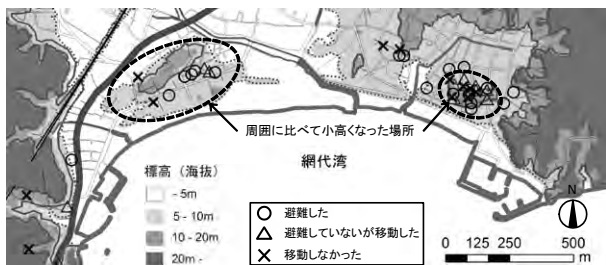


図5 標高5m以上・海からの距離250m未満の回答者の自宅位置と避難実施の有無 (N=41)

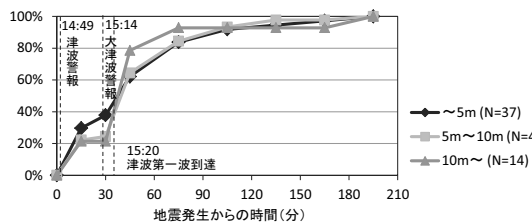


図6 避難場所に到着した時間の累積分布 (標高別)

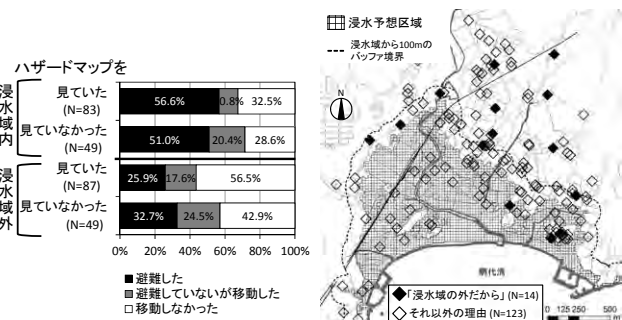
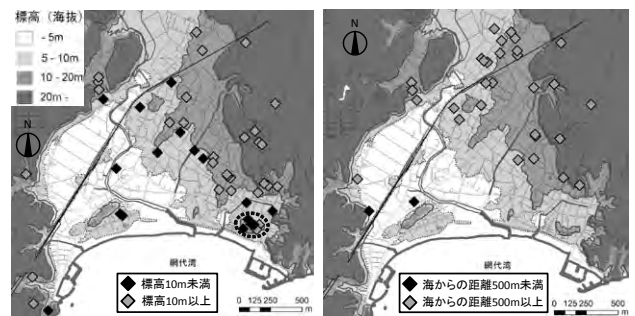


図7 ハザードマップの接触状況と避難実施の関係



図8 「浸水域の外だから」避難しなかった人



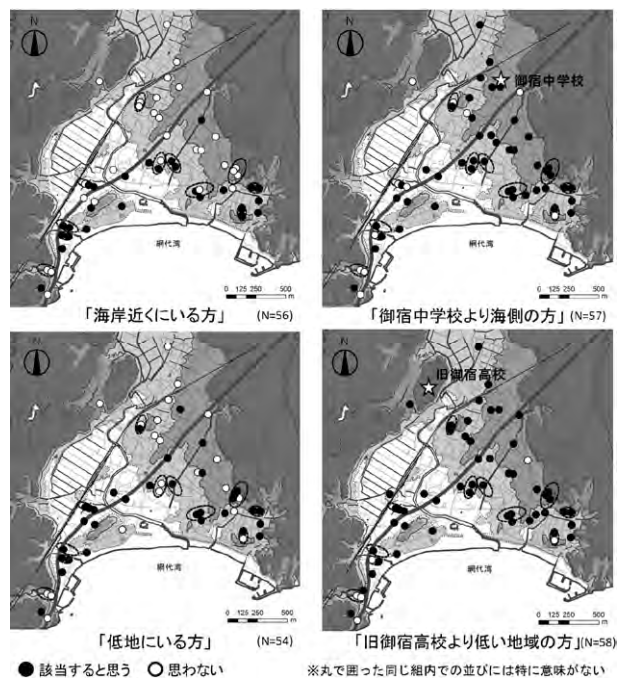
「海面から高いから」(N=48) 「海から遠いから」(N=32)

図9 地形を理由に避難しなかった人の自宅位置

表3 自宅の認知標高と実標高の関係 (N=39)

		認知標高			
		5m未満	5m以上10m未満	10m以上	判定不可
実標高	5m未満	10	2	1	1
	5m以上10m未満	4	6	1	1
	10m以上	0	5	5	3

実際より高く認知しているものに網掛けを施した。



● 該当すると思う ○ 思わない ※丸で囲った同じ組内での並びには特に意味がない
図10 避難の呼びかけ方と自宅が該当するかどうかの認知

高低差が5m未満であることから、浸水域の外縁部、すなわち想定を少し上回る津波が押し寄せた場合、浸水する危険性が高い地域に多いことが分かった。以上の結果は、ハザードマップが避難行動に一定の影響を与えている一方で、浸水域の中と外という二分法的な理解を助長しやすい側面があり、浸水域の外ではかえって避難を妨げる可能性があることを示している。

3.3 環境認知が避難実施に及ぼす影響

自宅にいて避難しなかった理由として、地形の認知に関する項目である「海面から高いから」と「海から遠いから」を選んだ人について、それぞれ自宅の位置を図9に見ると、標高10m未満であっても海から約500m以上離れたと「高い」と認知する人が複数いることが分かる。また、岩和田地区の海拔10~12mの地域(図9中の点線部分)には「高い」と考えている人が集中している。インタビューの結果、この地区ではこの場所を「高台」と呼ぶ住民がおり、周囲より相対的にやや高くなっていることが「高い」という認知を強めていると考えられる。一方、「海から遠い」と答えた人はほとんどが海岸線から500m以上離れた場所に居住しているが、海が見えない人の中には300mでも「遠い」と考える人がおり、住民が認知している環境は実際の地形とずれていると考えられる。

そこで、スケッチマップ調査で得られた等高線をもとに、自宅の標高値に対する認知(認知標高)を「5m未満」、「5m以上10m未満」、「10m以上」の3つに分類し、数値標高モデル(5mメッシュ)の値と比較した結果を表3に示す。2011年の地震後に地図を見るなどして認知が変容した人もいたと考えられ⁶⁾、全体的には実際の範囲内や低めに認知している人が多いが、実際より高く認知している人が39名中少なくとも4名おり、2.7mの場所を10m以上と認知している人もいた。特に実標高5m未満でそれより高く認知している3名はいずれも海から250m以上離れた場所の住民であった。一方、等高線の記入が不十分で認知標高が判定できない5名中、4名は標高10m以上または海から500m以上離れていた。

以上の結果から、住民に海面からの高さが低い・海から近いという認知が共有されている範囲は、津波災害に対し警戒すべき範囲(例えば、ハザードマップの浸水域)と比べて限定的であると考えられる。そこで、認知アンケートにおいて、図10に示す4種類の表現で避難を呼びかけた場合に、それぞれ自宅が該当すると思うかを尋ねた。その結果、津波時の避難の呼びかけでよく用いられる「海岸近くにいる方」という表現では、該当すると思う人が海からほぼ300m以内に限定され全体の6割弱にとどまるのに対して、「御宿中学校より海側の方」という表現では、内陸まで含み約8割に及んでいる。また、「低地にいる方」という表現では該当すると思う人が約6割で標高10m以下でも主に海から離れた場所で該当しないと思う人が多数いるが、「旧御宿高校より低い地域」と言った場合にはほとんどの人が該当すると考えている。もちろん、避難するかどうかの判断には様々な要因が影響しており⁹⁾、該当すると認知したからといって直ちに避難できるとは限らない。しかし、地域でよく知られた場所(すなわち、ランドマーク^{注7)})を参照することで2011年の地震における避難率が低かった海から離れた低地でも該当するとの回答率が高くなっていることは注目に値する。すなわち、漠然と範囲を言うのになら、具体的な比較対象を与えることで、当事者意識をもちやすいことを示しており、防災情報の内容を工夫することで

避難を促進できる可能性がある。

4. 避難場所・経路の選択における環境認知の影響

4.1 避難場所選択における環境認知の影響

(1) 避難場所選択の特徴

2011年の地震当日、自宅から避難を行なった住民について、自宅と津波から逃れるために最初に避難した場所(以下、単に「避難場所」と呼ぶ)の位置関係を矢印で結んだのが図11である。これによると、少数ながら本来津波時の避難場所ではない御宿小学校(4名)など浸水域内の場所に避難した人がおり、その理由(複数回答)としては「避難経路が安全だから」3名、「指定されている避難場所だから」2名などとなっている。このことから、一部の住民が避難場所を誤解していることが分かる。一方で、全体的には東西に丘陵地が広がる町の地形を反映して、西部の住民は御宿台(標高約50m)、東部の住民はサンドスキー場(同50m)へ避難した人が多い。また、御宿町役場(同35m)に避難したのは町中央部の住民が多くなっている。このように、全体的な傾向としては近い高台への避難が行なわれているが、必ずしも最も近い場所が選択されている訳ではない。

各避難場所の避難圏域を見ると、どの場所も海側に圏域が広がっている点は共通しているが、御宿台やサンドスキー場が広い圏域をもつ一方で、旧岩和田小学校(標高15m)への避難はごく周辺の住民に限られており、広がり方に違いが見られる。

(2) 環境認知が避難場所選択に及ぼす影響

避難した人に占める割合が5%以上の主な避難場所4ヶ所について、それぞれの場所を選択した理由を図12に見ると、御宿台、サンドスキー場、御宿町役場ではいずれも「海面からの高さが高いから」がもっとも多くなっており、高さを重視した避難が行われたことが分かる。一方、旧岩和田小学校は「指定されている避難場所だから」が最も多く、「一番近い避難場所だから」が続いている。また、

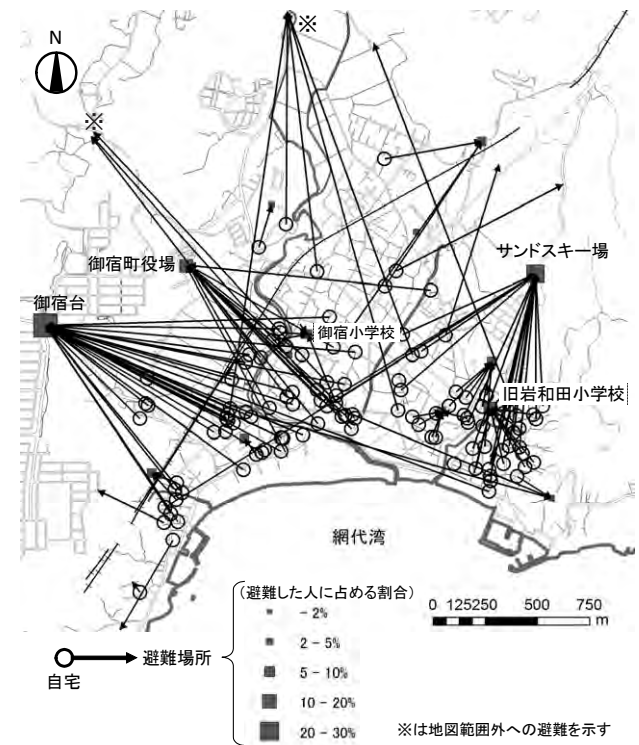


図11 自宅と避難場所の位置関係(N=113)

御宿台では「行きやすい場所にあるから」、町役場では「よく知っている場所だから」が続いている。この2ヶ所への避難者は図13に示すようにほとんど車を使っているが、旧岩和田小学校のように徒歩が6割に達する場所もあり、避難場所の選択は移動手段の選択と少なからず関係していると考えられる。さらに、図14に示すように、町役場へ避難した人は他の場所に比べ、避難場所を事前に決めていなかった割合が高い。また、インタビューで「情報が得やすいと思った」との回答もあり、日常的な認知度の高さや安心感などが影響したと考えられる。町役場は指定避難場所ではなかったが、多くの住民が避難して来たために今回特別に避難所として開設された経緯があり、行政と住民の認識のずれを示す例と言える。

スケッチマップに描画された避難場所を図15に見ると、2011年の地震において事前に決めていない避難者の割合が高かった町役場や御宿台は高い指摘率を示しており、津波時に避難できる場所としての理解が共有されていることが確認できる。一方で、指定避難場所であってもまったく描かれなかった施設も存在する。さらに、本来地震等の収容避難所で、津波時の避難場所ではない施設(浸水域内)を指摘した人もおり、住民による避難場所の認知は必ずしも適切とは言えないが、ここで得られた結果は距離などの物理的側面だけでは避難人数が予測困難なことを示しており、避難場所の指定や物資の配備を計画する際には注意が必要である。

4.2 避難経路選択における環境認知の影響

御宿町津波ハザードマップでは、海に近づく、川を渡らないという原則に基づき、避難方向が矢印で示されていた。しかし、実際にはこれに反する経路が多数選択されていた。中には、やむを得なかったものもあるが(川を渡らなければどこにも避難できない等)、以下では「海に近づく」、「川を渡る」、「標高が下がる」の3つを危険性の高い経路選択の類型とし、詳しく分析する(これらの一部は互いに重複している)。なお、避難前の立ち寄りの多さについて前報⁹⁾で指摘したが、ここでは特に環境認知の影響を検証しやすい自宅から直接避難した68名が最初の避難場所に到着するまでに通った経路(以下、単に「避難経路」と呼ぶ、図16)に限定し、考察する。

(1) 海に近づく経路選択

自宅よりも海に近づく場所を通して避難を行なった人が25%(17名)おり、そのうち9名は国道を海に近付いていた(図16参照)。7名は経路選択の理由として、「海から離れること」を重視したとしており、住民が認知している位置関係が実際の空間と異なっている可能性がある。

スケッチマップ回答者の中にも、海に近づく経路で直接避難した人が1名いた。この回答者S5^{注8)}の避難経路を、実際の地図とスケッチマップ上に重ねたものを図17に示す。この回答者も「海から離れる」経路を選択したと回答したが、実際には途中、国道の側道を海に近付いて避難している。スケッチマップを見ると、実際には湾状の海岸線に対して斜めに通る国道とその側道が、海岸線と平行に描かれており、認知の歪みが海に近付いた一因と考えられる。

そこで、海岸線と国道の位置関係に着目して、全39件のマップを見ると、図18に示すように、ほぼ平行に描かれたもの<平行型>とほぼ直交して描かれたもの<直交型>が存在し、さらに前者の中には南北方向にほぼ平行に描かれたものと東西方向にほぼ平行に描かれたもの、およびその中間的なものがあり、このような単純

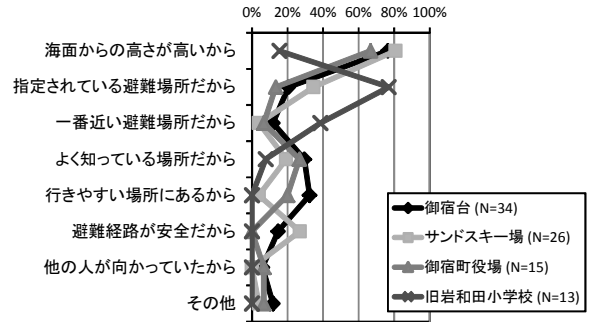


図12 主な避難場所の選択理由

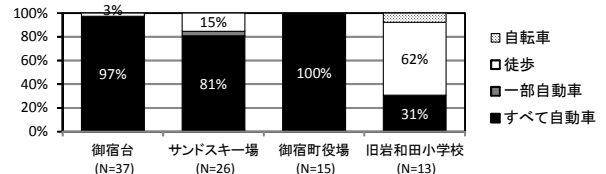


図13 主な避難場所別の避難手段

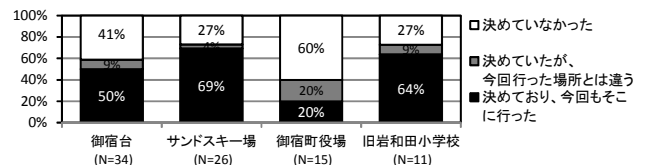


図14 事前に決めていた避難場所との関係

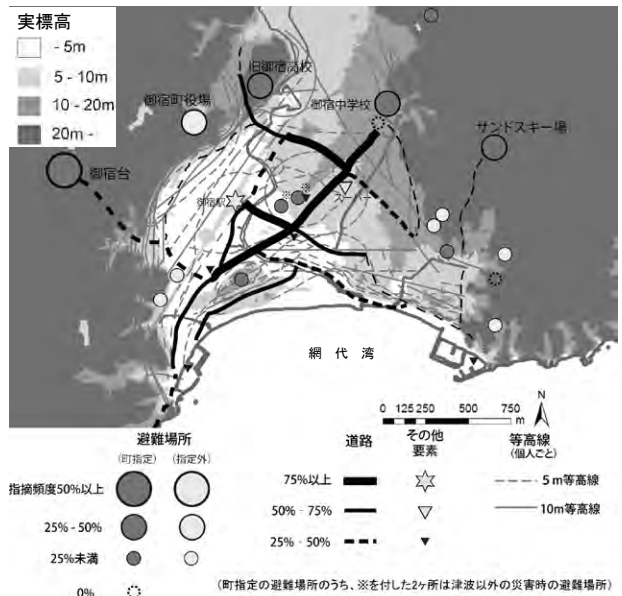


図15 スケッチマップに描画された主要素 (N=39)

化されたマップは全体の4割強の17件に及んでいる。さらに、海岸線と国道の位置関係を、図19に示す5つの概略図^{注10)}の中から正しいもの一つを選択してもらった形式で尋ねた認知アンケートでは、正確な図を選べた人は3割強にとどまり、町の西側で平行側(平行・やや平行)に捉えている人が多いことが確認された^{注11)}。これから自宅周辺での局所的な位置関係を広範囲に拡張して認知しやすいものと考えられる。今回の調査で得られたスケッチマップとそれを描いた人の実際の避難経路との対応が直接とれる例が少なく、上述の認知の歪みがどの程度実際の行動に影響するかは判然としないが、これまでの経路選択に関する研究^{20, 16)}から、少なからず影響すると

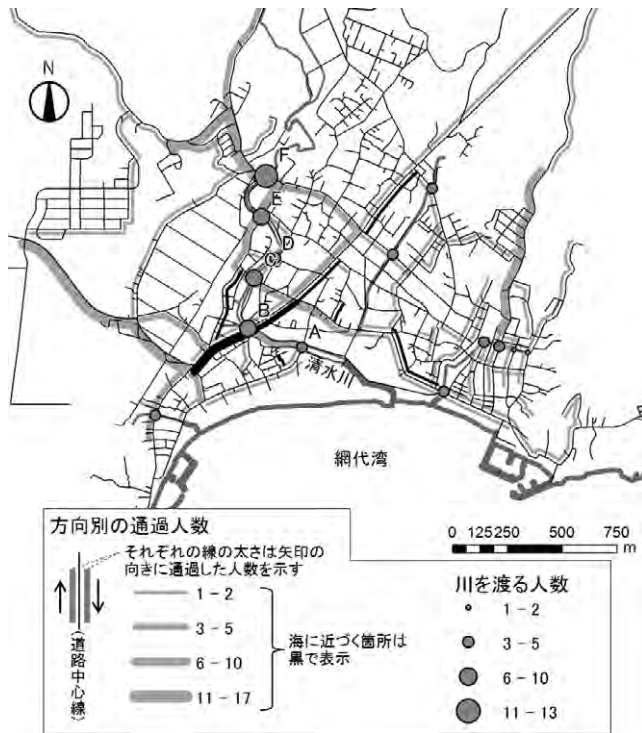


図16 直接避難した人の避難経路の重ね合わせ (N=68) 図17 危険性の高い避難を行なった人の経路とスケッチマップの例^{注9)}

推察される。

(2) 川を渡る経路選択

対象地域には4本の川が流れているが、これらを渡った人は約半数(33名)に及んでいた。その発生箇所を図16に見ると、特に町中央部を蛇行して流れる清水川を渡った人が多い。スケッチマップ回答者の中でも4名が川を渡って直接避難しており、このうちS7は、図17に示すように、清水川を4回も渡っている。しかし、スケッチマップ上では川の位置を取り違えており、2回しか渡らないように描かれている。また、S5は清水川を1回渡っているが、マップでは川(本流)の位置を取り違えており、橋周辺で道路が途切れている。さらに、I3が渡った川も一部しか描かれておらず、渡った箇所が表現されていない。これらはいずれも、意識せずに川を渡った可能性を示している。

そこで、すべてのスケッチマップにおける川の描画結果を見ると、表4に示す通り、一部しか描かれていないものが12件、位置が不正確なものが6件あり、川の形状や位置を把握しにくいことが分かる。また、川自体がまったく描かれていないマップも7件あった。

さらに、清水川について、道路と交差する6カ所(図16に示す橋A~F)ごとに、正しく描画されたマップの件数を見ると、海から離れるにつれて途切れや位置のずれが増える傾向が見て取れる。これは、川を渡った人数が内陸部で多い(図16)の対照的であり、川を渡る避難が多く発生した一因として、川に対する認知の不明瞭さがあると考えられる。

(3) 標高が下がる経路選択

途中で標高が下がる経路^{注12)}を選択した人が4割弱(25名)いた。これらの経路における標高の推移を図20に示す^{注13)}。このうち、18名は「海面から高い」経路を選択したと答えている。S5のスケッチマップを図17を見ると、市街地の大半を標高5m以上として実際より高く認知していることが分かる。一方、I3は、自宅の標高を正しく認知しているものの、実際には局所的に小高くなっている場所を広範囲で内陸に向かって高くなるように描いている。この回答者は津波警報が出た当初、「あまり逃げようという気はしなかった」と話しているが、避難する際に一旦標高が下がる場所を通らざるを得ないことを十分認知していなかったと考えられる。

平行型(12)			直交型(5)
南北方向(4)	中間的(2)	東西方向(6)	
H1	S1	H9	I5

()内の数字は39件のマップの中で各型に分類されるものの数を示す

海岸線 国道128号線

図18 スケッチマップに表れた海岸線と国道の位置関係の単純化の型と例

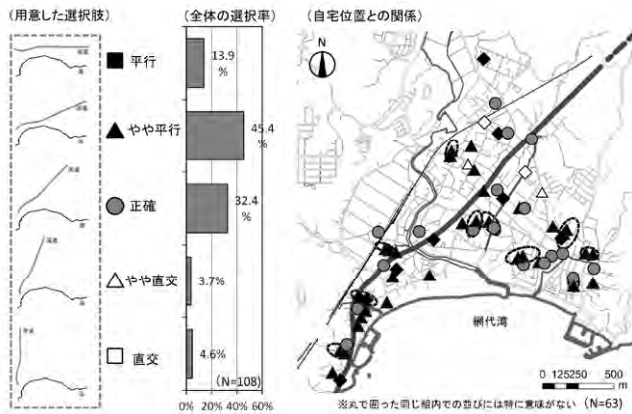


図 19 海岸線と国道の位置関係に関するアンケート結果

表 4 スケッチマップに描画された川の描画結果 (N=39)

個人別	分類		件数	場所別	場所		件数
	ほぼ正確なもの	一部しか描かれていないもの※			橋A	橋B	
	ほぼ正確なもの	一部しか描かれていないもの※	12	橋C	橋D	12	2
	位置が不正確なもの※	川が描かれていないもの	6	橋E	橋F	10	8
	判定不能		7				
			4				

※を付した双方に含めたものが2件ある。 場所名は図16に対応

スケッチマップにおける等高線の描画状況を図 15 に見ると、町全体の標高を過大に認知している住民が複数いることが分かる。また、内陸に向かって低くなるような場所では等高線が描かれることが少なく、「海から遠いほど高くなっているはず」という预期図式が働いているものと推察される。

なお、図 16 に重ね合わせたデータは、事後的なアンケート調査によるため、各回答者が各地点をいつ通過したのかを正確に特定することはできないが、最初の避難場所へ到着した時間を各経路選択の類型ごとの累積割合で示すと図 21 を得る。津波の第一波到達より前に避難場所に到着していた人はいずれも半数程度にとどまっており、津波に遭遇するおそれのある時間帯に避難を行なった人が少なくないと言える。

以上、もっとも問題が少ないと考えられた自宅から直接避難した住民においても、危険性の高い経路が多数選択され、スケッチマップに表れた海岸線と幹線道路の位置関係の歪みや川の形状や位置の不明瞭な認知、標高の過大評価と関連していた。また、このような環境認知の傾向は、多くの住民で見られることが分かり、避難時に危険な行動を引き起こす一因となると考えられる。

5. まとめ

本研究では、津波時の避難行動について、住民の環境認知に着目して分析を行なった。以下に主な成果をまとめ、今後の津波避難対策に対する提案を行なう。現時点では一地域での調査に基づく内容ではあるが、他の地域に対しても示唆を与えるものと考えられる。

津波発生時の避難実施は自宅の位置によって大きく異なっており、標高が高くなるほど、避難しない住民が増えていた。また、海から離れた場所や周囲より小高くなった場所では避難しない住民が多く、これらの場所では標高を高いと認知しやすいなど、住民の地形に対する認知が実際の空間と乖離している側面が見られた。ハザードマ

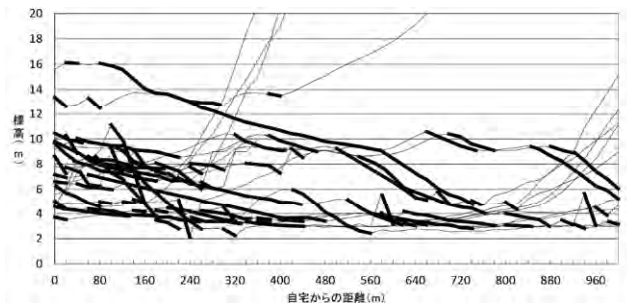


図 20 標高の下がる避難経路 (N=25)

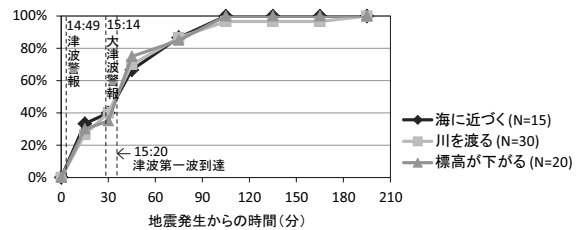


図 21 避難場所に到着した時間の累積分布 (経路の類型別)

ップに関しては、浸水域の中と外で避難率が異なっており、ハザードマップを見ることが、浸水域の外においてかえって避難を抑制する可能性が示された。

避難場所の選択要因は場所によって違いがあり、高さや近さ、指定の有無などに加えて、日常的な認知度や安心感、自動車を使うかどうか等も影響していることが分かった。さらに、自宅から直接避難した住民においても海に近づく、川を渡る、標高が下がるといった危険性の高い避難経路が多く選択され、それらの一部が道路や川の形状、標高に関する認知の歪みや不明瞭さと関係していることを示した。

本研究の成果をふまえると、正しい標高を周知する表示板の設置等は、有効な避難対策になると考えられる。特に、実際には十分な高さがなくともかかわらず「高い」と認知されやすい地域（海から距離のある場所や周囲に比べて小高くなった場所など）においては重点的に設置する必要があると言える。また、海や川が近いことを実感しにくい地域（海や川が見えない場所など）では、その距離を表示したり、川を渡る箇所を視覚的に認知しやすくしたりすること（例えば、橋梁部の舗装を変えるなど）も検討する余地がある。さらに、場所ごとに最寄りの避難場所や避難方向を明確化して、適切な避難行動を促すことが必要である。ハザードマップに関しても、避難の必要性を認知し、適切な場所や経路を選択できるよう、地域の地形や道路形状を確認しやすくし、浸水域についてはあくまで目安に過ぎないことを周知し、幅を持たせた表現にする必要があるだろう^{注14)}。

本稿において実施したスケッチマップ調査によって、沿岸地域の住民が、身近な環境をどのように認知しているのかを理解することができる。これは、危険な行動に結びつく可能性がある特徴的な認知の傾向を事前に把握し、予防するというだけでなく、地域でよく知られた場所を避難の目印に選定したり、実際の避難傾向に応じて人数を予測し備蓄物資を配分するなど、具体的な避難対策を講じるための参考資料として活用し得る。

さらに、今回描いてもらったスケッチマップを、調査終了後、実際の地形図と見比べてもらったところ、「こんなに（標高が）低いとは思わなかった」、「意識して地図を見たことがなかったので勉強になった」等の感想が聞かれた。自らスケッチマップを描くという能動的作業が、日常意識していない地域の環境を再認識する機会となったものと考えられ、今後はリスクコミュニケーションツールとしての有効性も検討していきたい。

謝辞

資料の提供や各調査の実施に多大なご協力を頂いた御宿町役場総務課の皆様、各地区役員の皆様、ならびに回答者の皆様に心から感謝いたします。また、行動アンケートの実施および GIS データの作成は、筑波大学システム情報系の村尾修准教授（現・東北大学災害科学国際研究所）、同大学院生の川崎拓郎氏（当時）と共同で行なったものです。本研究は東京工業大学都市地震工学センター（CUEE）、および JSPS 科研費 23・8599, 23360265 より助成を受け実施しました。記して謝意を表します。

注

- 注 1) 「津波ハザードマップ」という用語は、広義には津波浸水予測図と合わせて掲載される様々な情報（津波に対する一般的な知識等）を含むが、ここでは地図によって表現される情報と定義する。その内容は、浸水予測に関する面的な情報と、避難場所や経路等の要素的情報とからなっている。一つの地図にこれらの情報を載せすぎると、かえって分かりにくくなる可能性があるため、地区単位で分ける、浸水予測図と防災マップを分けるなどの工夫が有効と考えられる。
- 注 2) 町における地震当日の経過については、文献 9 に詳しい。
- 注 3) 文献 9 で報告した「2011 年調査」と同一の調査である。
- 注 4) 御宿町津波ハザードマップには、「地震の発生位置や規模、地形状況により、着色されていない地域も浸水する可能性があります」と注意されている。
- 注 5) 「標高（海拔）」については、国土地理院発行の基盤地図情報（数値標高モデル 5m メッシュ）を元に、GIS を用いて標高値を読み取り、「海からの距離」については、自宅から海岸線までの最短の直線距離を計測して集計した。
- 注 6) 行動アンケートによれば、地震後に初めてハザードマップを見た人が約 2 割いた。しかし、依然として実際と異なって認知している住民がいることは問題である。
- 注 7) 「御宿中学校」と「旧御宿高校」は、スケッチマップにおける指摘頻度の高さ（後述）と空間的位置を考慮して選定した。
- 注 8) これ以降、スケッチマップに付しているアルファベットは居住地区を示しており、具体的には以下の通りである。
H：浜、S：須賀、K：久保、C：新町、R：六軒町、I：岩和田
- 注 9) 得られたマップをそのまま紙面に掲載すると見えにくいため、該当する描画要素を筆者が忠実になぞっている。
- 注 10) ここで用いている「平行」・「正確」などの呼称は、本論文で説明の都合上使用しているに過ぎず、調査票には表記されていない。
- 注 11) スケッチマップ調査の結果から、東側の住民で直交側（直交・やや直交）が多くなると予想したが、そのような結果にはならなかった。これは、認知アンケートで用意したすべての選択肢で湾の形状を正しいものに固定したために、東側の海岸線の接線が国道と直交する「正確」や「やや平行」が選ばれやすくなったものと推察される。
- 注 12) GIS 上の避難経路に沿って 20m ごとに標高値を取得し、自宅より 2m 以上下がる地点があるものを「標高が下がる」経路としている。
- 注 13) 途中で標高が下がった 25 名中、避難場所として自宅より低い場所を選択した人は 2 名だったが、自宅より高い場所に避難した人の中でも自宅との高低差 5m 未満の場所を選択した人が 7 名いた。また、避難場所到着時刻（図 20）を考慮すると、避難途上に津波に遭遇する可能性があった人は少なくなく、適切な行動ではなかったと考えられる。
- 注 14) 御宿町では 2013 年 3 月、津波ハザードマップの改訂が行われ、

等高線や河川の表示が従来のものより強調されるとともに、浸水域がバッファゾーンを含めて広めに着色された。

参考文献

- 1) 諫川輝之、大野隆造：津波発生時における住民行動の居住地による差異—千葉県御宿町を対象として—、人間・環境学会第 19 回大会、MERA ジャーナル, vol.15, No.1, p.49, 2012.7
- 2) 諫川輝之、大野隆造：住民の環境認知構造をふまえた津波防災対策—千葉県御宿町におけるスケッチマップ法を用いたワークショップを通して—、東日本大震災 2 周年シンポジウム, pp.355-356, 2013.3
- 3) 諫川輝之、大野隆造：津波避難行動に影響する住民の環境認知構造の分析—千葉県御宿町におけるスケッチマップ法を用いたワークショップを通して—、人間・環境学会第 20 回大会、MERA ジャーナル, vol.16, No.1, p.22, 2013.10
- 4) 諫川輝之、大野隆造、村尾修：津波発生時の避難行動に影響する物理的環境—千葉県御宿町を対象として—、日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1, pp.659-660, 2013.8
- 5) 内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）, 2013.3
- 6) 産経新聞：岩手・釜石市の犠牲者 65%が「津波想定区域外」居住, 2011 年 6 月 21 日
- 7) 矢守克也、渥美公秀編著：防災・減災の人間科学, 新曜社, 2011
- 8) 諫川輝之、村尾修：津波に対する住民の意識および避難行動の意向についての空間的考察—千葉県御宿町を対象として—、日本建築学会計画系論文集, vol.75, No.648, pp.395-402, 2010.2
- 9) 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, vol.77, No.681, pp.2525-2532, 2012.11
- 10) 川崎拓郎、村尾修、諫川輝之、大野隆造：東日本大震災事前と事後における千葉県御宿町住民の津波避難経路の比較分析, 日本地震工学会論文集, Vol. 12, No. 4, pp. 263-277, 2012.10
- 11) 斎藤徳美：1989 年三陸沖地震の津波に関する住民の意識・行動解析, 自然災害科学, vol.9, No.2, pp.49-63, 1990.
- 12) 宮野道雄、望月利男：1946 年南海地震の被害追跡調査—津波被災地における人的被害と人間行動, 総合都市研究, 35, pp.75-86, 1988.12
- 13) 三上卓、後藤洋三、佐藤誠一：東日本大震災における石巻市で亡くなった方の津波襲来時の居場所および行動に関する調査, 土木学会 第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, 22-C-1 (CD-ROM), 2012.10
- 14) ディヴィッド・カンター（宮田紀元・内田茂訳）：場所の心理学, 彰国社, 1982
- 15) 青木義次、村鍾薫、大佛俊泰：地理的イメージにおける概念図式, 日本建築学会計画系論文集, No.453, pp.79-85, 1993.11
- 16) 舟橋國男：初期環境情報の差異と空間把握の特徴—不整形街路網地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究—その 2—, 日本建築学会計画系論文集, No.430, pp. 55-64, 1991.12
- 17) 青木義次、大佛俊泰、橋本健一：情報伝達と地理イメージ変形を考慮した地震時避難行動シミュレーションモデル, 日本建築学会計画系論文集, No.440, pp.111-118, 1992.10
- 18) 太田好乃、牛山素行、吉田亜里紗：地形認知と津波リスク認知の関係について, 災害情報, No.7, pp.101-110, 2009.3
- 19) 御宿町：御宿町津波ハザードマップ, 2008
- 20) 東京大学地震研究所広報アウトリーチ室：茨城・千葉での海岸津波高さ http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/#tsunami（最終閲覧日：2013.11.10）
- 21) 国土地理院：基盤地図情報サイト, <http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>（最終閲覧日：2013.9.12）
- 22) ケヴィン・リンチ（丹下健三・富田玲子訳）：都市のイメージ, 岩波書店, 1968
- 23) 内閣府など：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, 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, 2011.8
- 24) Passini, R.: Wayfinding in Architecture, Van Nostrand Reinhold, 1984

(2013年11月10日原稿受理, 2014年7月30日採用決定)