

津波避難シミュレーションを用いたリスクコミュニケーション事例 - 静岡県沼津市戸田地区での事例 -

A Study on Risk Communication using Tsunami Evacuation Simulation
- Case study of Heda district in Numazu City in Shizuoka Prefecture -

○池田 浩敬¹, 安藤 裕²
Hirotaka IKEDA¹ and Hiroshi ANDO²

¹ 常葉大学大学院 環境防災研究科

Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University

² 遠藤建設株式会社

Endo Construction Co.,Ltd.

In this paper we present a case study of Tsunami disaster risk communication between administrative officials and the local residents of Heda district in Numazu city in Shizuoka prefecture during a tsunami evacuation simulation. The local governments of Numazu city and Shizuoka Prefecture carried out the workshop for residents to recognize tsunami disaster risk in order to safely follow evacuation procedures. In this study we performed the questionnaire survey for the participants both before and after the workshop in order to assess the effectiveness of the workshop.

Key Words : risk communication, tsunami disaster, evacuation simulation, workshop, questionnaire survey

1. はじめに

静岡県では、地域の特性を踏まえた最も相応しい津波対策を「静岡方式」と称して県下全域で展開している。例えば、レベル 1 の津波に対して海岸、河川管理者が行う施設整備、レベル 1 を超える津波に対して森の防潮堤づくりと連携し海岸防災林等の嵩上げを行う「静岡モデル」の整備、「警戒避難体制の整備」など、ハード・ソフト対策を地域の歴史・文化や景観等との調和が図られるよう、住民の意見を取り入れ、市町との協働により実施している。¹⁾

沼津市ではこの一環として、県と協働で、津波災害リスクに対する理解を深め、予めその対処方法を地域ぐるみで考えることで、これからも安全・安心して暮らし続けることができる地域づくりを進めることを目的に、専門家を交え、地域住民とともにワークショップを開催し、地域ごとの津波避難行動計画を作成するための取り組みを行っている。

本稿では、そのうちの沼津市戸田地区での事例について、その意義と成果について報告する。

2. 戸田地区の概要

静岡県沼津市戸田地区は、南海トラフの地震による津波での浸水被害が想定されており、特に震源域に近く揺れ始めてから 5 分程度で津波が海岸線まで到達すると想定されている。人口は、2017 年 4 月時点で約 2,900 人、地形的特徴から天然の良港として古くから現在に至るまで漁業が盛んであり、夏場は海水浴客などの観光客が訪れることなどから観光業などもまた地区の主要産業の一つである。

3. ワークショップの概要

戸田地区でのワークショップは、平成 29 年 7 月 11 日(火)に実施した。参加者は地区住民 62 名であった。ワークショップでは、戸田地区における津波シミュレーション及び避難シミュレーションの手法や設定条件の説明

後、津波避難シミュレーション結果を動画と資料に基づき説明し、その内容を共有するとともに、津波対策計画検討の前提として理解してもらった。

その後、1~2 つの自治会で 1 つのグループを構成し、各グループごとに避難先となる高台や避難ビル、避難経路を地図上で確認し、各々の自治会の避難計画の検討を行ってもらった。その際、各グループにはファシリテーターを配置し、議論の進行を支援した。

さらに、上記グループごとに、津波対策の問題点・課題を抽出して頂き、その対応のアイデア等について意見を出し合ってもらった。

ワークショップでの検討成果をフィードバックする報告会を平成 29 年 8 月 23 日(水)に実施した。ワークショップの成果である 1) 各地区毎の避難先・避難路の検討結果を地図上にまとめたもの、2) 津波避難の課題・問題点の抽出と解決策に関する意見・アイデアのまとめた表を作成し、当該地区住民にフィードバックするとともに、地区全体で改めて情報共有を図った。

4. ワークショップ参加者に対する質問紙調査

ワークショップ参加者に対し、ワークショップ実施前後の津波災害に対する認識や津波対策に関する意識等の変化を把握することを目的とし、事前・事後の 2 回に分けて質問紙調査を行った。有効回答数は事前・事後とも 57 票であった。

属性は、男性が 51 人、女性が 4 人、無回答が 2 人、年齢層は 60 代が最も多く 25 人、次いで 50 代が 14 人と 50 代以上が全体の 8 割以上を占めていた。職業は自営業が最多で 19 人、次いで年金受給者 13 人、会社員 11 人、公務員 5 人となっている。自宅は 2 階建てが最も多く 44 人、平屋が 5 人、3 階建てが 2 人。居住地が浸水域を含む自治会の人が 44 人、浸水域以外の自治会の人 11 人、無回答が 2 人であった。

5. 避難シミュレーション結果

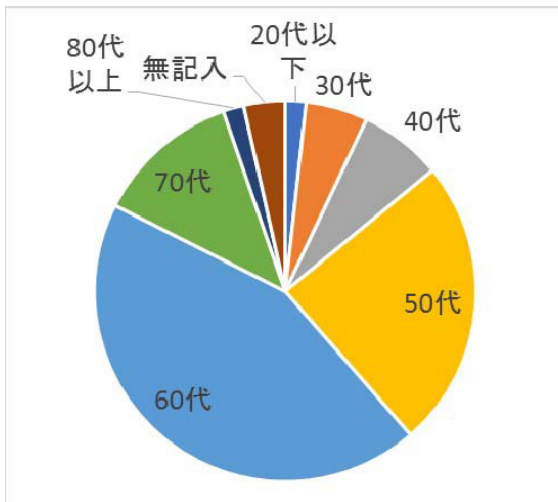


図1 回答者の年齢分布

(1) シミュレーションの前提条件

<発災時間帯>

避難により時間がかかるケースとして夜間の地震発生を想定し、避難者は平成29年5月1日時点での地区別の夜間人口を建物用途区分図に基づき住宅（共同住宅、店舗併用住宅、作業所併用住宅を含む）のみのポリゴン内に配置した。

<歩行底度>

歩行速度は、静岡県のマニュアルを参考に、健常者：1.0 m/秒、避難用支援者：0.5 m/秒と設定した。（避難用支援者は、0～4歳の乳幼児、75歳以上の後期高齢者とその介助者を想定した）階段の場合は、実測結果に基づき歩行速度の0.5倍とした。

<浸水深・浸水域と浸水時間>

津波の浸水域については、静岡県第4次被害想定において、津波の浸水深が30cmとなる範囲とした。浸水範囲は、地震発生後の時系列での浸水域については、N市の津波ハザードマップを用いた。ここで浸水深30cmの浸水域を用いたのは、歩行の自由を奪われ生命が危険な状態に曝される危険性が高いと判断されるためである。

<避難開始時間>

本シミュレーションでは、避難開始時間を2ケース設定した。鉢田・齋藤（2010）らによる瞬間地震の計算を踏襲して、南海トラフ地震のシミュレーション波形より瞬時震度を計算したものとすると、南海トラフの地震では、広域で非常に長く揺れが続き、多くの地域で震度1以上の揺れが200～260秒程度見舞われると予測される²⁾。ここから、一つ目のケースの避難開始時間は、地震の揺れが収まった直後に避難を開始するものとして、地震発生後5分と設定した。

次に、身支度や持ち出し品の準備、家族・近隣住民への声かけなどを行う避難準備時間を考慮して地震発生から10分後に避難開始するものを二つ目のケースとして設定した。

<避難先の容量>

戸田地区には7つの避難ビルと25の避難路、さらに、1つの避難タワーが設置されている。避難施設にはそれぞれ、避難可能人数が設定されており、定員いっぱいになるとほかの避難先を目指す。避難路も同様に避難可能な人数が設けられているが、さらに上への避難が可能な場合は相当数が避難できる設定になっている。以下に、それぞれの避難先の避難可能人数を示す。

表1 津波避難路の避難可能人数

避難先名	避難可能人数（推定）	避難先名	避難可能人数（推定）
戸1	相当数避難可能	戸16	50人程度
戸2	相当数避難可能	戸17	10名程度
戸3	相当数避難可能	戸18	10名程度
戸4	相当数避難可能	戸19	20名程度
戸5	20人程度	戸20	20名程度
戸6	10人程度	戸21	20名程度
戸7	20人程度	戸22	相当数避難可能
戸8	10人程度	戸23	相当数避難可能
戸9	相当数避難可能	戸24	10名程度
戸10	相当数避難可能	戸25	相当数避難可能
戸11	相当数避難可能		
戸12	20人程度		
戸13	10人程度		
戸14	10人程度		
戸15	相当数避難可能		

表2 津波避難ビル・タワーの避難可能人数

避難先名	避難可能人数（推定）
- 津波避難タワー	40
戸1 沼津市保健センター戸田分館	1096
戸2 沼津市立戸田小学校	2079
戸3 沼津市立戸田中学校	1800
戸4 民宿 浜又	288
戸5 P・D FLYリゾートハウス	432
戸6 金指邸	162
戸7 栗村邸（旧すずらん）	308

(2) シミュレーション結果

当該シミュレーションでは、津波到達までに避難ビルや避難訓練対象区域外に到達できなかったために、歩行中に浸水域の中に取り残されてしまった避難者のことを「残留者」と呼ぶ。また、避難完了時間とは、住民全員が避難先へ到達した時間ではなく、残留者を除く、最後の人が避難先へたどり着いた時間のことを指す。

また、対象とした戸田地区は、さらに2つの地区に大別できるため、ここでは、中心的市街地である鬼川～大中島～奥南～御浜地区と少し離れた井田地区とに区分した。

<鬼川～大中島～奥南～御浜地区>

- ① 地震発生後5分後に避難開始
 - ・避難完了時間 26分13秒 残留者 1003人（1,979人）
 - ② 地震発生10分後に避難開始
 - ・避難完了時間 27分16秒 残留者 1620人（1,979人）
- *（ ）内は浸水域を含む町丁目の人口

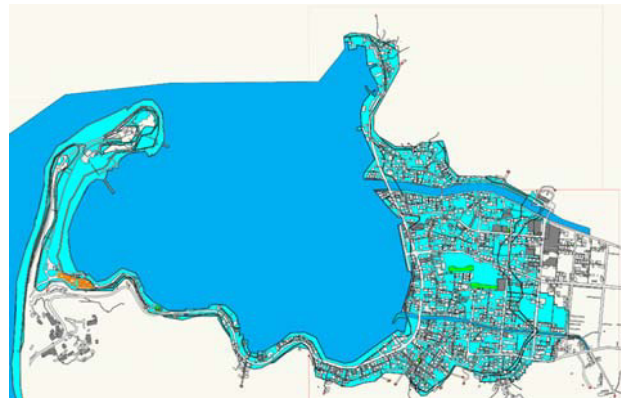


図2 中心的市街地部の最大浸水域（浸水深30cm）

<井田地区>

- ① 地震発生5分後に避難開始
 - ・避難完了時間 23分5秒 残留者 18人（62人）
- ② 地震発生10分後に避難開始
 - ・避難完了時間 28分7秒 残留者 22人（62人）

* () 内は浸水域を含む町丁目の人口



図3 井田地区の最大浸水域 (浸水深 30cm)

<結果の概要>

戸田地区のうち少し離れた井田地区を除く中心的な市街地部では、たとえ揺れ始めてから5分で自宅の外に出て、避難を開始するという、夜間の就寝中で家具などの転倒や停電などが想定される大きな揺れを前提とした場合、かなり楽観的な条件であると思われる前提に基づいたケースでも、浸水域を含む町丁目の総人口 1,979 人中、その半数以上の 1,003 人が浸水深 30cm の津波に追いつかれるという結果であり、揺れ始めてから 10 分後に避難を開始したケースでは、浸水域を含む町丁目の総人口 1,979 人中、その 8 割を上回る 1,620 人が浸水深 30cm の津波に追いつかれるという結果となった。

6. ワークショップが参加者に与えた影響

(1) ワークショップ参加者の事前の意識

ワークショップ参加者に、市が配布している津波ハザードマップの実物を見せた上で、事前にハザードマップを見たことがあるか否かを訊ねたところ、57 人中 50 人があると回答し、参加者の津波災害に対する意識の高さが伺えた。

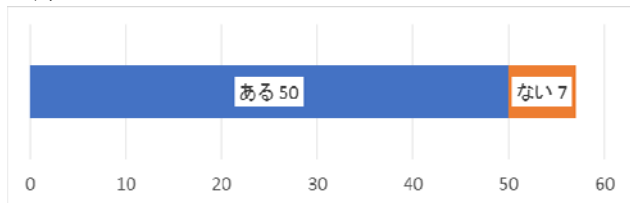


図4 津波ハザードマップを見たことがあるか否か

(2) 津波到達時間に関する認識

想定されている南海トラフの地震が発生した際に地震発生から自宅に津波が到達するまでにかかる時間に関する認識について、事前と事後の比較を行った結果を表3に示した。

事前と事後の変化をみると、「変化無し」が最も多く37、「10分以内→5分以内」の変化が次いで多く9人であった。全体で「早い方への変化」が12人、「遅い方

表3 地震発生から自宅への津波到達時間の認識

		事後						
		5分以内	10分以内	15分以内	20分以内	25分以内	津波は来ない	無回答
事前	5分以内	26	2	1				1
	10分以内	9	5	2				
	15分以内	1		1				1
	20分以内				1		1	
	25分以内			1				
	津波は来ない	1					4	

への変化」が6人であった。

避難シミュレーションでは、津波の遡上範囲と避難者の位置が時系列で示されるため市街地の中での自宅の場所を熟知している住民達はシミュレーション結果を見ることにより、改めて津波到達時間の早さを実感するとともに、遅い方への認識の変化も含め、自宅への津波到達時間に関する認識を被害想定結果に合わせて修正した人が多かった。

(3) 避難途中で津波に追いつかれる危険性の認識

想定されている南海トラフの地震による津波から避難する途中で津波に追いつかれる危険性の認識について、事前と事後の比較を行った結果を表4に示した。

ワークショップ以前の段階では「場合により追いつかれることがある」と回答した23人のうち、4人が「確実に追いつかれる」、2人が「避難可能」に変化し、7人が無回答であった。また、事前に「避難可能」と回答した10人のうち5人は「場合により追いつかれる」に変化し、3人が無回答であった。事前段階で「確実に追いつかれる」と回答した13人のうち、5人が「場合により追いつかれることがある」に変化し、2人が無回答であった。

全体では、危険側に変化した回答者が9人、安全側に変化した回答者が7人、変化無しが18人、無回答に変わった人が12人であった。

(4) 津波避難ビル・タワー・避難路等の整備状況の認識

戸田地区における津波避難ビル、津波避難タワー、津波避難路等津波避難施設整備の状況に関する認識について、事前と事後の比較を行った結果を表5に示した。

事前段階で「分からない」と回答した14人のうち、11人が「十分とは思わない」に変化し、また、事前には「十分と思う」と回答した6人のうち3人が「十分とは思わない」に、1人が「わからない」に変化するなど、全体として「十分とは思わない」と答える人が事前に比べて大きく数を伸ばした。

(5) 防潮堤の有無に関する考え

戸田地区の沿岸部には、現在、高潮を対象とした防潮堤(中心部で2m、井田で5m)はあるが、津波対策を目的とした防潮堤は整備されていない。この前提で、防潮堤の有無に関する考えについて尋ね、事前と事後の回答の比較を行った結果を表6に示した。

事前段階で、「わからない」「無い方が良い」と回答したうちの7人が、事後では「あるほうが良い」に変化している。全体でも「あるほうが良い」が事前より事後の方が6人増え、「無い方が良い」は2人減っている。

「防潮堤があるほうが良い」理由を自由記入で尋ねたところ、「少しでも津波の到達を遅らせたり浸水深を下げることができるから」が最も置く、「命を守ることが

表4 避難途中に津波に追いつかれる危険性の認識

		事後				合計
		確実に	場合による	避難可能	無回答	
事前	確実に	6	5		2	13
	場合による	4	10	2	7	23
	避難可能		5	2	3	10
	無回答	1	1		9	11
合計		11	21	4	21	57

表5 津波避難ビル・避難タワー・避難路等の整備状況の認識

		事後				合計
		十分と思う	十分と思わない	わからない	無回答	
事前	十分と思う	1	3	1	1	6
	十分と思わない	2	32	1	1	36
	わからない	1	11	2		14
	無回答	0	1	0		1
合計		4	47	4	2	57

表6 防潮堤の有無に関する考え

		事後					合計
		ある方が良い	無い方が良い	どちらでも	わからない	無回答	
事前	ある方が良い	29	1			1	31
	無い方が良い	2	5		3		10
	どちらでも	1	1	1			3
	わからない	5	1	2	5		13
合計		37	8	3	8	1	57

大切」といった理由が次いで多く、「今の防潮堤は低すぎるから」という記述もあった。特に「少しでも津波の到達を遅らせたり浸水深を下げることができるから」という理由は事後のアンケートの方が多くなっていた。(6→12)

一方「防潮堤が無い方が良い」理由については事前では「景観が悪くなる」が6人で最も多く、他には「津波に対し十分な高さが確保できないなら無くても同じ」、「とにかく逃げればよい」といった意見があった。しかし、事後では「景観が悪くなる」は0件となり、「津波に対し十分な高さが確保できないなら無くても同じ」といった防潮堤の効果を疑問視する意見が2件ほどあった。

(6) 住宅の浸水域外への移転等の対策に関する考え

今後、南海トラフを震源とする巨大地震が発生する前に津波対策として自宅を高台へ移転する、自宅を津波に対して安全なものに改修するといった住宅の更新を検討するか否かについて訊ねたところ、事前では、57人中当該質問には55人が回答し、うち7人が想定浸水域外と回答し、残った48人中19%に当たる9人が「考えている」「条件によっては考える」と回答した。具体的方法については、「地区内の浸水域外への移転」が4人、「地区外の浸水域外への移転」が4人、無回答が1人であった。移転を考える、あるいは、条件によっては考えると答えた人の年齢は全て60～70代であった。

事後では、57人中、当該質問には48人が回答し、うち9人が想定浸水域外と回答し、残った39人中28%に当たる11人が「考えている」「条件によっては考える」と回答した。具体的方法については、「地区内の浸水域

外への移転」が5人、「地区外の浸水域外への移転」が3人、「建替え・改修等によって浸水域内で津波に対する安全性を高める」が1人、「その他」が1人、無回答が1人であった。事前よりも事後の方が住宅の事前対応を考える人数が若干増えた。

また、事前の高台移転等の住宅対応を実施する際に、重視する要素について聞いたところ、事前・事後共に、「移転費用」が最も多く、次いで「土地取得」で、その他の「通勤・通学利便性」や「買い物等の利便性」に比べ重視の度合いが高かった。

謝辞

本研究は、平成29年度科学研究費助成事業（基盤研究C）「安全目標レベルの住民合意に基づく地区実態に即した津波避難計画策定手法に関する研究（課題番号：15K01264）」（研究代表者：池田浩敬 常葉大学）によるものである。

本研究を行うに際し、沼津市戸田地区の自治会の皆様、静岡県沼津土木事務所及び沼津市危機管理課の方々にご協力頂いた。記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 静岡県 HP : 津波対策の取組 , <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-830/tsunami/jimoto.html> , 2015.10
- 2) AIT 防災情報ポータル: 南海トラフの地震の揺れの継続時間, http://aibou.mapservice.jp/?module=blog&cid=10583&blk_id=10306 , 2013.9