

東日本大震災津波避難行動調査に基づく避難遅れの要因分析

柴山 菜摘¹・森田 哲夫²・細川 良美¹・塚田伸也³・三上 卓⁴・後藤 洋三⁵

¹学生会員 群馬工業高等専門学校 専攻科 環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

²正会員 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

E-mail:tmorita@cvl.gunma-ct.ac.jp

³正会員 前橋市都市計画部まちづくり課 (〒371-8601 群馬県前橋市大手町2-12-1)

⁴正会員 株式会社エイト日本技術開発 (〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11)

⁵正会員 東京大学地震研究所 (〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1)

2011年3月11日、甚大な被害をもたらした東日本大震災が発生した。本研究の目的は、大震災により亡くなった方の避難遅れの要因を明らかにすることである。これにより、被災地の復興計画と発生が危惧されている東海・東南海・南海地震の津波対策の資料を得られると考えられる。

本研究では、東日本大震災の被災地である岩手県下閉伊郡山田町を調査対象とし、仮設住宅や避難所を訪問し、ヒアリング調査を行った。ヒアリング調査から得たデータを基に、地区別に生じた死亡率の較差が大きい地区に着目し、避難遅れに繋がる要因を分析する。分析の結果、地区別死亡率の較差には、地域防災訓練の参加有無や家庭内での避難方法についての話し合いの有無といったソフト面的な要因が考えられ、これらが当時の住民の行動、また2010年に発生したチリ地震津波の際の行動にも影響を及ぼしていたことが明らかになった。

Key Words : Great East Japan Earthquake, tsunami, refuge behavior, hearing investigation

1. はじめに

(1) 本研究の背景と目的

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震は、日本における観測史上最大規模であるM9.0を記録し、震源域は岩手県沖から茨城県沖まで南北約500km、東西約200kmの広範囲に及んだ。この大地震は兵庫県南部地震に観測した地震エネルギーの約1,450倍であり、世界で4番目に大きな巨大地震である。

この大地震によって大規模な津波が発生し、最大で海岸から6km内陸まで浸水、岩手県三陸南部、宮城県、福島県浜通り北部では津波高さが8mから9mに達し、1896年に発生した昭和三陸地震の津波を上回る最大湖上高40.0mを岩手県大船渡市で記録した。

この震災により死者・行方不明者は約2万人に上っている。また、過去例に無いペースで余震が多発した上、東日本全体で東への伸長や沈下等の大きな地殻変動が発生したことで、通常の余震活動域外でも地震活動が活発化し、中部地方・関東地方・東北地方の内陸部で誘発地

震が発生し、大震災後1年を経ても気象庁が警戒を呼び掛ける事態になっている。

本研究では、大津波による岩手県下閉伊郡山田町住民の避難行動に関するヒアリング調査を実施し、そこで生じた地域特性から避難遅れの要因を明らかにすることを目的とする。これにより、今後の復興計画に役立てると共に、将来発生が危惧されている津波到達までの時間が5分から10分しかないと言われている東海・東南海・南海地震の津波対策の資料を得られると考えられる。

(2) 本研究の位置づけ

東日本大震災に関する論文は、今日続々と執筆されている。本研究に近い研究では、被災地でヒアリング調査を行い、その結果を基礎的な情報としてまとめている研究¹⁾が多い。また、ヒアリング調査を行わずに被災地の新聞から避難行動を読み取った研究²⁾もある。本研究ではヒアリング調査を行った町をさらに大字別に分類し、そこで生じた死亡率格差の要因を地区特性や震災当日の避難行動から分析するものである。

2. 岩手県山田町の概要と被害状況

2.1 山田町の概要

調査対象である山田町は岩手県下閉伊郡に属し、2011年3月1日時点で人口1万9,270人、7,182世帯が生活を営む総面積2万6,344haの町であり、大沢・山田・織笠・船越・田の浜・大浦・豊間根などの地区が存在する。

住民は高齢の方が多く、山田町の高齢化率は33.1%と全国平均22.7%と比べると高齢化が顕著であり、また18歳以下の人口割合は11.0%と全国平均18.1%に比べて低い。つまり、半世紀後の日本の状態に近い、少子高齢化の進んだ地区と言える。

山田町で盛んな産業は漁業で、なかでも養殖産業が非常に盛んであり、その割合は生産額のおよそ4割にも上る。そのうち71%がカキの養殖で、今回の震災によってカキ筏が流され、壊滅的な打撃を受けた。

2.2 山田町の被害状況

東日本大震災によって山田町は震度5弱を記録し、GPSの測量によると町内の地盤は東南東へおよそ25cm移動していることがわかった。

山田町に到達した津波は正確な高さは把握できていないが、建物の被害を調査した結果から、およそ6m程度の津波が到達したと思われる。

山田町の建物は、全壊45.7%、大規模半壊3.4%、半壊3.07%、一部損壊1.97%の被害を受け、これらを合計すると、被害家屋の割合は全体の54.2%にも上る。

9月1日時点で死亡者数(認定死亡者数を含む)は726人、安否不明者数は51人であり、死亡者数は山田町全体人口の約3.8%に当たる。



図-1 山田町全域

3. ヒアリング調査の実施方法と回答者の属性

(1) ヒアリング調査の実施方法

ヒアリング調査の実施方法は表-1に示す。調査対象である岩手県下閉伊郡山田町で東日本大震災による被災者、200名(浸水域人口の約3%)に地震発生時の所在、避難行動についてヒアリング調査を行った。

表-1 ヒアリング調査の概要

対象地域	岩手県下閉伊郡山田町
対象者	被災者200名(浸水域人口の約3%)
調査期間	2011年6月～9月(延べ70人日)
調査場所	避難所、仮設住宅、被災住宅周辺
調査内容	地震発生時の所在、避難行動などの41項目
調査員	東日本大震災津波避難行動調査団(山田町)約30名

(2) 回答者の属性

a) 山田町全体

図-2は山田町全体とヒアリング回答者の年齢階層を、図-3は回答者の職種を示している。50代から70代の割合が全体の65%を占めているが、山田町全体と比較しても大きな差は生じていないことがわかる。職種は多い順に、専業主婦46名(23%)、無職44名(22%)、勤め人40名(20%)、漁師30名(15%)、漁業関連者16名(8%)であった。

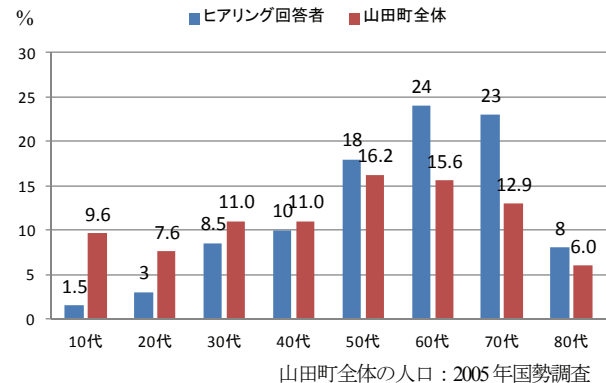


図-2 山田町全体・回答者の年齢階層

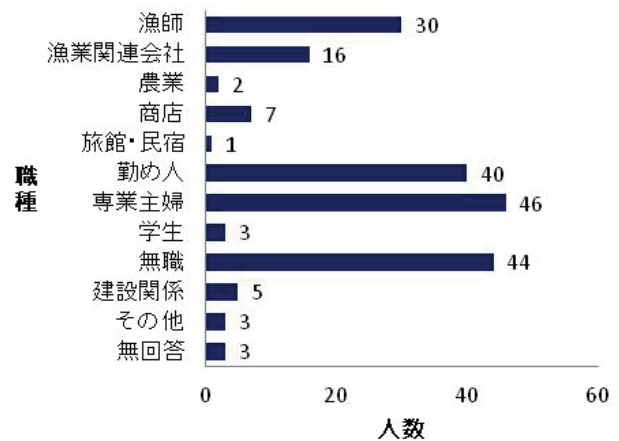


図-3 ヒアリング回答者の職種

b) 地区別

地区別回答者数を表-2に示す。A地区・B地区・C地区・D地区・E地区、各地区の人口の約1~2%の方にヒアリング調査を行った。本研究では、このヒアリングの調査結果を用いて以下で分析を行う。

また、表-3は地区別の回答者の性別、職業、年齢、そして東日本大震災による家屋の被害状況を示している。D地区で、漁師をしている人が多い傾向にある。年齢割合においても、どの地区も大体同じで、家屋の流出は、A地区とC地区で高い傾向を示している。

表-2 地区別の死亡者数・回答者数

	居住者数	死亡者数	死亡率	回答者数	回答者数率
	人	人		(%)	
A地区	2231	120	5.4	38	1.7
B地区	6806	280	4.1	73	1.1
C地区	2812	106	3.8	32	1.1
D地区	1960	50	2.6	12	0.6
E地区	1275	113	8.9	29	2.3
全体	16005	702	3.8	190	1.7

居住者数(2011/3/1)および死亡者数(2011/9/1)は山田町役場からの提供

表-3 地区別回答者の属性

	性別(%)	A地区		B地区		C地区		D地区		E地区		平均	
		数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%
個人属性	男	17	45	25	34	14	44	7	58	15	52	16	47
	女	21	55	48	66	18	56	4	33	14	48	21	52
	漁師(自分の舟は持っていない)	0	0	2	3	0	0	0	0	2	7	1	2
	漁師(舟を持っている)	8	21	4	5	2	6	5	42	3	10	4	17
	漁業関連(加工・船大工等)	3	8	7	10	2	6	1	8	1	3	3	7
	農業(自営)	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1
	商店(自営)	0	0	3	4	1	3	0	0	3	10	1	3
	旅館・民宿(自営)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	勤め人(パートタイム含む)	8	21	14	19	9	28	2	17	5	17	8	20
	専業主婦	7	18	21	29	6	19	1	8	7	24	8	20
	学生	0	0	2	3	1	3	0	0	0	0	0	1
	無職	12	32	12	16	11	34	2	17	5	17	8	23
	建設関係(自営)	0	0	2	3	0	0	1	8	2	7	1	4
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1
	10代	0	0	2	3	1	3	0	0	0	0	0	1
	20代	3	8	1	1	2	6	0	0	0	0	1	3
	30代	5	13	7	10	2	6	0	0	3	10	3	8
	40代	4	11	8	11	3	9	1	8	2	7	4	9
	50代	6	16	12	16	5	16	3	25	6	21	6	19
60代	7	18	15	21	9	29	7	58	6	21	9	29	
70代	7	18	20	27	5	16	1	8	7	24	8	19	
80代以上	5	13	4	5	3	9	0	0	4	14	3	8	
被害	家屋被害	31	82	50	62	28	88	7	58	19	66	27	71
	流出	3	8	7	10	0	0	0	0	3	10	3	6

4. 避難遅れの要因分析

4.1 分析方法

震災以前の防災に対する取り組みに着目し、地域防災訓練の参加状況と家庭内での緊急時避難・連絡方法の決定率について地区別に分析を進めた。また、そこから明らかになった住民の意識特性を見るために、2010年に発生したチリ地震津波を取り上げて、当時の行動との関連性を見つけた。そして最後に、2011年に発生した東日本大震災当時の行動に先述した項目がどのように影響を及ぼしているのかを分析した。

4.2 各地区の地域特性

ここでは分析対象である5つの地区(町丁・大字区分)の特性を記す。図-4は、それぞれの地区の位置関係を示している。また、表-4は、各地区の特性をまとめている。



図-4 地区の位置

(1) A地区

山田湾北側沿岸に形成された漁村集落を中心とする地区である。北には山があり、住宅地から高台への避難は比較的容易である。5つの地区の内、最も主要道路の延長距離が長く、海岸線距離も比較的長い。過去の地震による津波高さや東日本大震災による津波高さは山田町内では毎度、平均的な高さが到達している。

(2) B地区

山田湾西側沿岸中央部に位置する町の中心市街地であり、町役場、中央公民館、保健センター等の行政・文化施設が集積していた。低地が多く、海岸近くから高台までの距離が長い。地区の面積は平均よりも小さいにも関わらず、人口は最も多いため、人口密度も高い。過去に到達した津波や東日本大震災による津波もA地区と同様、山田町内の平均的な高さである。

(3) C地区

海岸部に漁港があり、漁港に隣接する川沿岸は集落地となっており、河川上流部は農地となっていた。学校施設はC地区に集中しており、小学校2校、中学校1校、そして町内唯一の高校がある。地区の面積は最も広く、大きな河川が地区の中心部を流れる。過去の津波高さは比較的低い。

(4) D地区

山田湾と船越湾に挟まれた位置にあり、高台と漁港周辺の低地部に市街地・集落が形成されていた。南北は海に、東西は山に囲まれている。一説によると、過去の津波によって南北の海からの被害を受け、間の低地はすべて浸水し、海水が南北の海を行ったり来たりしながら渡り、壊滅的な被害を受けたこともあるとのことである。

5つの地区の中で最も海岸線が長く、主要道路延長距離もA地区と並んで長い。海岸線の距離の長さは、3章に示したように船越地区の漁師の割合の多さに影響していると考えられる。また、過去の津波高さは平均的であ

るが、東日本大震災の津波高さはD地区に次いで高い津波が到達している。

(5) E地区

船越湾東側に市街地・集落が形成されている。面積は5つの地区の中で最も小さく、人口も少ないが、人口密度は山田町内で最大の市街地であるB地区に次いで高い地区である。また、国道や県道といった幹線道路は整備されていない。

過去の津波高さも毎度どの地区よりも最も高いが、東日本大震災による津波高さも最も高い。

表4 各地区の特性

	A地区	B地区	C地区	D地区	E地区	平均
地区説明	漁村集落	中心市街地	河川沿岸が集落地、河川上流は農地	南北は海岸、東西は山 低地部に市街地・集落	市街地・集落	
面積 [ha] a	818	376	2815	895	223	1025
主要道路(国道・県道) [km] b	8.4	3.0	3.7	8.1	0.0	4.6
海岸線距離 [km] c	5.1	4.8	3.1	9.7	2.5	5.0
人口(2008年) [人]	2313	7013	2876	2195	1350	3149
人口(2012年) [人]	1894	5802	2508	2146	994	2669
世帯数	771	2764	1049	816	454	1171
家屋数	770	2571	1045	770	514	1134
東日本大震災以前の人口密度(2008年) [人/ha]	2.83	18.65	1.02	2.45	6.05	3.07
地区の面積に対する主要道路 [km/ha] b/a	0.01027	0.00798	0.00131	0.00905	0.00000	0.00453
地区の面積に対する海岸線距離 [km/ha] c/a	0.00628	0.01266	0.00109	0.01084	0.01135	0.00492
学校	小学校1校	小学校2校	小学校2校	小学校1校		
			中学校1校			
			高校1校			
津波高さ 1896年(明治29年) 三陸津波 [m]	6.6	6.6	4.4	6.6	9.1	6.6
津波高さ 1933年(昭和8年) 三陸津波 [m]	4.8	4.8	2.9	3.6	6.1	4.4
津波高さ 1960年(昭和35年) チリ津波 [m]	2.9	3.0	3.2	2.7	3.0	3.0
津波高さ 2011年(平成23年) 東日本大震災津波 [m]	6.0	7.0	8.0	13.0	19.0	10.6
避難所 [箇所]	4	10	4	5	3	5.2

資料：人口については山田町役場

注：特徴的な値を示す箇所に網掛け(赤)をした。

4.3 地区別死亡率と被害状況

図-5は、山田町内のA地区・B地区・C地区・D地区・E地区の5つの地区の死亡率を示している(表-2にそれぞれの数値を明記)。図中の破線は山田町全体の死亡率3.8%を示す。山田町全体の死

亡者率と比較して、E地区が8.9%と最も高く、順にA地区5.4%、B地区4.1%、C地区3.8%と続き、D地区が2.6%で最も低い。同じ山田町内でも、地域によって最大6.3ポイントの差が生じた。地区別による死亡率較差の要因を明らかにするために、各地区ごとに分けて分析を行う。

表-5は各地区の家屋被害の状況を示している。どの地区でも平均56%近くの家屋が全壊している。したがって、表-3のA地区とC地区の流出割合の多さからこのヒアリング調査に、少し偏りが生じていることがわかる。

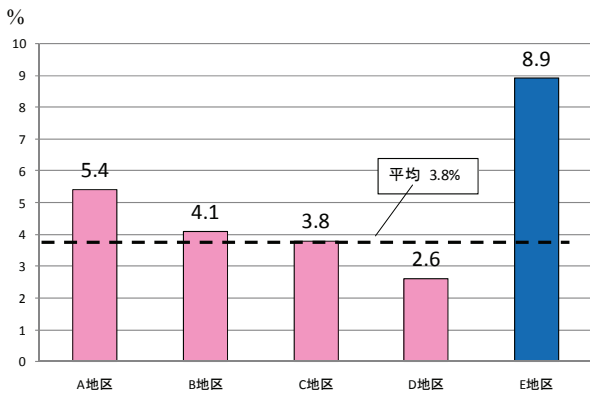


図-5 地区別死亡者率

表-5 地区別被害状況

地区	A	B	C	D	E	平均	
家屋被害 [棟]	全壊	435 (56%)	1300 (51%)	477 (46%)	132 (17%)	324 (63%)	534 (47%)
	大規模 半壊	32 (4%)	103 (4%)	31 (3%)	19 (2%)	3 (1%)	38 (3%)
	半壊	37 (5%)	104 (4%)	14 (1%)	21 (3%)	18 (4%)	39 (3%)
	一部 損壊	25 (3%)	83 (3%)	17 (2%)	26 (3%)	17 (3%)	34 (3%)
死亡者数 (死亡率)	120 (5.4%)	280 (4.1%)	106 (3.8%)	54 (2.6%)	113 (8.9%)	135 (5.0%)	

注：()内は地区の全棟，全人口に対する比率

4.4 地区別特性と死亡者率との比較

人口密度はE地区が最も高く、次いでB地区が高い。また、地区の面積に対する主要道路の数値はE地区が最も小さく、C地区の次に小さい。

1896年、1933年、1960年の過去の津波でE地区では最も高い津波高さを記録し、東日本大震災でも最も高い津波が到達している。これらの要因は完全に他の地区との関連性が見られる訳ではないが、少なからずこういった地形、歴史的な背景も地区別死亡者率の較差に影響していると考えられるが、地区の面積に対する海岸線距離は海と接する長さが長いほど、被害が大きくなると予想したが、B地区、D地区でその数値が高いため、関連性は見られなかった。

4.5 地区別住民の震災以前の取り組み

(1) 地域防災訓練の参加状況

地区別の地域防災訓練参加状況を図-6に示す。不参加者の割合が多い順に、E地区66%、B地区

62%、A地区53%である。一方、毎年参加していると回答した人の割合はD地区が最も高く、58%である。E地区の人は他の地区と比較して、震災以前に地域防災訓練に参加していない割合が高いことから、震災時にどこに避難してよいのかわからなかったり、津波の危険性をあまり認識していなかったことが考えられる。

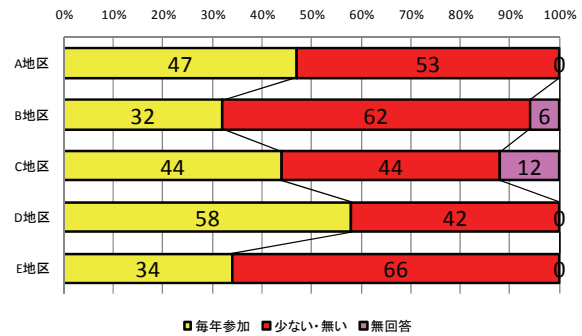


図-6 地区別地域防災訓練の参加状況

(2) 家庭内での緊急時避難・連絡方法の決定率

震災以前に家庭内で津波避難方法・場所および連絡方法の決定率の割合を地区別に図-7で示す。未決定率はE地区が62%で最も高い。一方決定率では、D地区が67%と高い数値である。

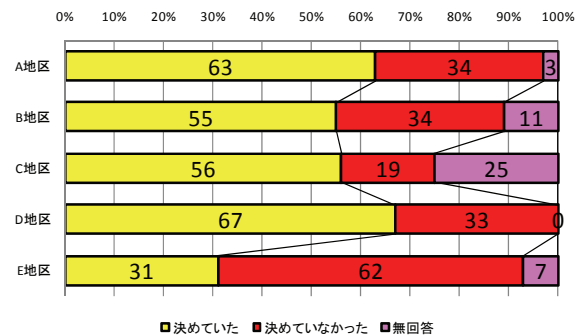


図-7 家庭内での緊急時避難・連絡方法の決定率

4.6 2010年チリ地震津波での避難有無

図-8は2010年に発生したチリ地震津波の際の避難の有無の状況を指示している。

図を見てわかるように、避難しなかった人の割合が山田町全体の割合を大きく上回ったのは、E地区のみで68%、次いでA地区48%、B地区42%であった。この順は、図-5に示す地域別死亡者率の高い順と相関性が見られる。逆に、避難した人の割合は、D地区が最も高く、58%であ

った．何処にどの様にして避難を行うかを，家庭内で決めていなかったりした結果が，2010年に実際に起きたチリ地震津波で避難しなかった人の割合で裏付けられている．

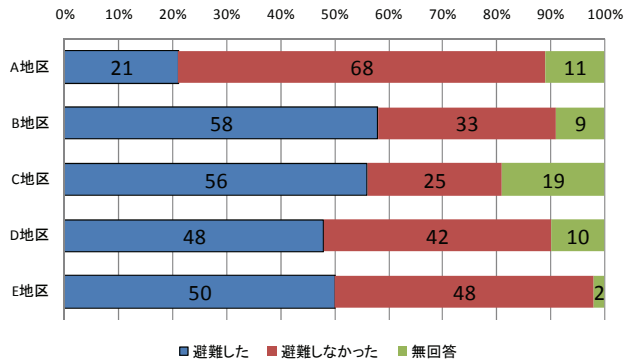


図-8 2010年チリ地震津波での避難有無

4.7 2011年3月11日（東日本大震災）での行動

(1) 避難を開始したタイミング

危険な状態になってから避難を開始した人の割合を地域別に比較すると，E地区が最も高く45%である．一方，揺れが収まる前に避難した人の割合が高いのは，A地区21%，D地区17%である．

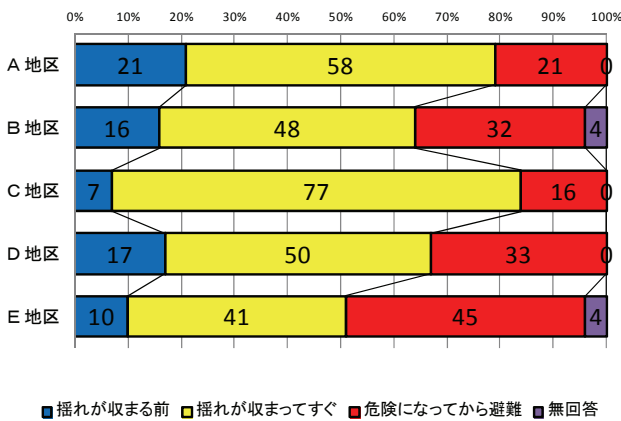


図-9 避難を開始したタイミング

(2) 最初に避難した場所

兎に角安全な場所を求めて避難を行った人の割合は，ほとんどの地区で18%から33%であるが，E地区は52%と半数を超えた値である．

以上より，E地区の人々は震災当日にどの様にして，何処へ避難したらよいかわからなかったりしたために，自分の身が危険にならなければ避難できなくなり，兎に角安全な場所を求めて命辛辛避難をしたことがうかがえる．

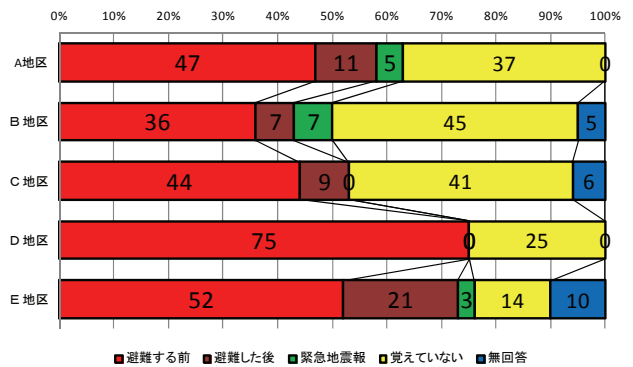


図-10 最初に避難した場所

5. まとめ

(1) 本研究のまとめ

ここで，地区別死亡率が最も高かったE地区を取りあげて考察を行うため，図-11にE地区住民の震災以前から当日までの行動をフローにして示す．

4章より，E地区は震災以前の地域防災訓練の不参加割合が最も高かったことから，津波に対する危険意識の低さがうかがえる．また，家庭内での緊急時避難・連絡方法の未決定率の高さも5つの地区の中で最も高いことから，避難方法や避難場所についてあいまいな認識しかしていなかった可能性がある．そして，これらの意識が2010年に発生したチリ地震津波の無避難率の高さに表れている．

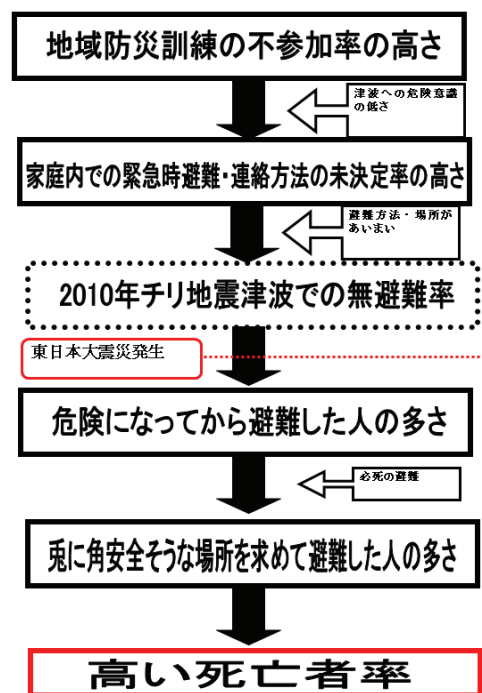


図-11 E地区の震災以前から当日までの行動

2010年のチリ地震津波で到達した津波は3m程度であったため、堤防を乗り越えることはなく、被災した方が1人もいなかった。ゆえに、E地区住民の津波に対する意識は当然のことながら変わることなく、2011年3月11日を迎え、震災当時に危険になつてから避難した人の多さから必死に避難したことが想像でき、これが兎に角安全そうな場所を求めて避難した人の多さで示されている。したがって、この一連の事柄が、E地区の8.9%という高い死亡率に影響したと考える。

なお、山田町の死亡者数の比率が高い理由として、2010年チリ地震津波では、津波警報（大津波3m）が発表されたが、山田町では1.5m程度の津波しか到達せず、防潮堤を越えなかったことから、東日本大震災際、当初、消防署からの防災無線では3mの警報しか伝わらなかったため、チリ地震の感覚から大きな津波が来るとは思わなかったというヒアリング結果もあった。

(2) 今後の課題

本稿では、山田町に関する避難行動調査の結果より、基礎的な集計結果から避難遅れの要因を分析した。本研究の成果を受け、今後の課題を以下に3つ示す。1つめは、特性の異なる他地域との比較を行うことにより、避難行動や避難遅れの要因を比較することである。人的被害が大きい都市との比較を検

討したい、2つめは、図-11の一連の意識・行動を定量的に検証することである。3つめは、本研究では生き残った方のデータを用い分析したが、今後は、亡くなった方の情報をできる限り踏まえた分析を検討したい。

謝辞

調査にご協力いただいた山田町の皆様と町役場の皆様にお礼を申し上げますと共に、亡くなられた方々のご冥福を祈り、山田町が早く復興することを祈願しています。

この研究は科学技術復興機構の「国際緊急共同研究・調査支援プログラム(J-RAPID)」と土木学会の支援を受けた東日本大震災津波避難合同調査団（山田町担当チーム）の調査結果により成り立っています。

参考文献

- 1) 後藤洋三：想定を越える大津波からの避難の実態（山田町の事例），日本地震工学会誌，第15号 pp.93-96，2011.10
- 2) 大野沙知子，高木郎義，倉内文孝，出村嘉史，大崎孝典：東日本大震災における津波避難行動に関する新聞記事データベースの構築とそれに基づく考察，土木計画学研究・講演集，Vol.45，CD-ROM，2012.6

AN ANALYSIS ON REFUGE BEHAVIOR BASED ON THE HEARING SURVEY DATA OF THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE

Natsumi SHIBAYAMA, Tetsuo MORITA, Yoshimi HOSOKAWA,
Shinya TSUKADA, Taku MIKAMI and Yozo GOTO