

四国における津波被災地住民の意識構造分析に基づく津波防災のあり方について

山本 尚 明*・村上 仁 士**・上月 康 則***・後藤田 忠 久****

1. 緒 言

1946 年の昭和南海地震(M 8.0)からすでに半世紀が経過し、次の南海道地震は前回よりも規模が大きく、21 世紀前半にも起きるともいわれており、四国・紀伊半島沿岸域では津波防災が急務といえる。社会条件の変化により、より被災の危険度が高まっている状況のもとで津波の被害を最小限にするには、津波防波堤、防潮水門および避難場所等の施設整備や津波情報を正確かつ迅速に伝達しうする体制の整備が重要であるが、自分の身は自分で守るという立場から、住民の安全な場所への避難が何よりも大切である。そのためには、住民が自分たちの地域(集落)への予測される津波到達時間や津波高に関する正しい認識や知識を身につけておくことが不可欠である。

本報では、まず著者らが前報 (1996) において行った津波危険度の評価手法を用いて、本研究対象地域の津波到達時間や津波高の数値計算を行う。ついで、四国沿岸の代表的な 3 つの津波被災地住民を対象としたアンケート調査を実施し、前述の数値計算から得られた津波到達時間や津波高の予測値を念頭におき、津波の危険度に関する認識度ならびにその認識に影響を与える背景要因を分析するとともに、今後の津波防災のあり方や必要な対策について提言しようとするものである。

2. 数値計算に基づく津波到達時間および津波高

次の南海道地震がどこで、どのような規模で起きるかについては特定できていない。そこで、前報の津波危険度の評価手法に基づき、各種断層モデルを用いて計 72 通りの仮想津波を想定し、四国沿岸域の津波の危険度すなわち対象地域の津波到達時間および津波高を予測した。

数値計算に用いた断層モデルはいずれも相田モデル No. 19, No. 20, No. 29 (1981) である。それは、著者

ら (1996) が四国沿岸域において種々の断層モデルの適合性を検討した結果によるものであり、本報でもこれらのモデルを採用している。計算領域、計算格子間隔および津波解析に用いる基礎方程式などの計算条件は前報と全く同様である。しかしながら、対象としている地域は、前報では四国沿岸を等距離(約 35 km)に分割した領域単位であったのに対し、本報では図-1 に示す宿毛から由岐までの各計算格子 (1.25 km) ごとに求めた地域単位としている。

数値計算に基づく四国沿岸域の津波到達時間および津波高の予測値を表-1 に示す。

3. アンケート調査の概要

津波被災地住民の津波に関する意識構造を把握するため、過去の津波で人的・物的にも甚大な被害を受けてきた図-1 に示す高知県土佐市宇佐町、徳島県海部郡海南

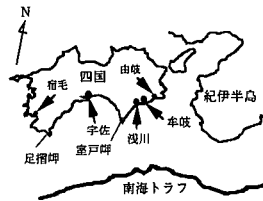


図-1 四国沿岸域の主な位置

表-1 数値計算に基づく津波到達時間および津波高

地域名	津波到達時間 (min)	津波高 (m)	地域名	津波到達時間 (min)	津波高 (m)
宿毛	27	8.2	吾井ノ郷	31	15.8
貝の川	15	6.9	野見	15	9.1
下川口	25	8.6	宇佐	17	12.6
三崎	14	10.5	甲殿	20	8.9
土佐清水	14	11.7	浦戸	20	7.2
以布利	15	8.6	赤岡	22	12.6
大岐	5	8.4	下夜須	30	8.6
下ノ加江	15	8.4	安芸	18	12.2
中村	18	9.7	奈半利	40	9.5
入野	19	10.0	室津	30	8.4
藤	19	11.5	佐喜浜	25	7.3
上川口	15	10.1	甲浦	10	9.2
佐賀	20	7.4	穴喰	10	13.0
興津	15	9.1	浅川	10	12.0
上ノ加江	13	8.4	牟岐	10	10.1
久礼	21	12.5	日和佐	13	8.1
須崎	22	13.5	由岐	15	6.1

* 正 会 員 (株)四国総合研究所 土木技術部
** フェロー 工博 徳島大学教授 大学院工学研究科エコシステム工学専攻
*** 正 会 員 工博 徳島大学助教授 大学院工学研究科エコシステム工学専攻
**** 正 会 員 工修 (株)フジタ建設コンサルタント 技術部 2 課

町浅川および牟岐町（以下、それぞれ宇佐、浅川および牟岐という）の3地域の住民を対象としてアンケート調査を実施した。調査項目は、性別・年齢・家族数・居住開始年などの個人属性のほか、避難場所までの所要時間、予想津波到達時間・高さ、不安の感じ方、津波予報の認識度・注意度、避難場所・時期、津波に対する避難施設・設備の有無および防災訓練参加実績など津波の意識・知識・予想・情報・対策に関する項目を合わせて、合計50項目とした。アンケート調査の配布・回収結果を表-2に示す。

4. 調査結果の分析および考察

本報では、アンケート調査の結果から、津波来襲時の避難行動に大きな影響を及ぼす予想津波到達時間、予想津波高および避難場所までの所要時間の3項目を取り上げ、数値計算に基づく予測値と比較して分析し、その認識度を評価した。また、これらの認識に影響を与える背景要因を抽出するため、カイ自乗検定を用いて選定した

表-2 アンケート調査の配布・回収結果

地 域 名	宇佐	浅川	牟岐	合計
対象世帯数 (世帯)	2,248	580	2,391	5,219
配布世帯数 (世帯)	510	500	545	1,555
有効回収数 (票)	478	246	535	1,259
対象世帯数に対する割合 (%)	21.3	42.4	22.4	24.1
有効回収率 (%)	93.7	49.2	98.2	81.0

表-3に示す23要因の中から、この3項目をそれぞれ別の基準とし、津波に関する意識や知識、個人の属性など残りの22要因を説明変数として用い、多変量解析手法による林(1982)の数量化理論Ⅱ類を適用して分析した。さらに、避難行動を阻害する背景要因を抽出するため表-3に示す127の全カテゴリーを用い、数量化理論Ⅲ類を適用して分析した。なお、数量化理論Ⅱ類・Ⅲ類による分析は、いずれも3地域全体で行った。

以下に、分析結果および考察について述べる。

4.1 津波到達時間および津波高の認識度

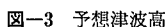
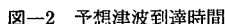
表-1より、津波到達時間の予測値は宇佐では17分、

表-3 分析に用いた説明要因

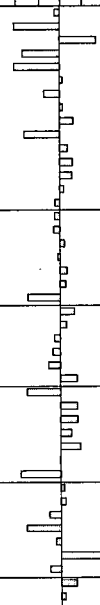
番号	説明要因	カ テ ゴ リ ー														
		1	2	3	4	5	6	7	8							
1	性別	男	女													
2	年齢	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～69歳	70歳以上									
3	家族数	1人	2人	3人	4人	5人	6人	7人以上								
4	家族該当者	小学生以下の子供	70歳以上のお年寄り	体の不自由な人や寝たきりの人	その他(傷病者)	以上の人はいない										
5	近隣該当者	70歳以上のお年寄り	体の不自由な人や寝たきりの人	その他(小学生以下の子供)	以上の人はいない											
6	居住開始年	明治・大正	昭和元年～20年	昭和21年～30年	昭和31年～40年	昭和41年～60年	昭和61年～平成5年	平成6年以降								
7	海岸からの距離	50m未満	50m以上～100m未満	100m以上～200m未満	200m以上～300m未満	300m以上～500m未満	500m以上									
8	海面からの高さ	5m未満	5m以上～10m未満	10m以上～20m未満	20m以上～30m未満	30m以上										
9	不安の感じ方	いつも不安を感じている	時々不安を感じている	あまり不安を感じていない	全く不安を感じていない	わからない										
10	家の危険性	思う	まずないと思う	わからない												
11	移転希望	移転したいと思う	移転したいとは思わない	できれば移転したいと思う	わからない											
12	予想津波到達時間	5分未満	5分以上～10分未満	10分以上～20分未満	20分以上～30分未満	30分以上～40分未満	40分以上～1時間未満	1時間以上	わからない							
13	予想津波高	1m未満	1m以上～3m未満	3m以上～5m未満	5m以上～10m未満	10m以上～20m未満	20m以上	わからない								
14	津波予報認識度	全て知っていた	大体知っていた	少ししか知らなかった	全く知らなかった											
15	津波予報注意度	常々、注意している	少しは注意している	あまり注意していない	全く注意していない	わからない										
16	避難施設・設備の有無	ある	ない	わからない												
17	避難場所	市・町指定の避難場所	高台	学校	神社・寺	その他	わからない									
18	避難場所までの所要時間	5分未満	5分以上～10分未満	10分以上～20分未満	20分以上～30分未満	30分以上～40分未満	40分以上	わからない								
19	避難時期	地震直後～津波警報発令前	津波警報発令後～避難勧告発令前	避難勧告発令後	実際に津波が来たら避難する	周辺の人々が避難行動を起こした時点	避難しない	その他	わからない							
20	廻上・氾濫河川の有無	廻上しそうな河川がある	廻上しそうな河川はない													
21	避難訓練参加の実績	2回以上参加した	1回参加した	参加しなかった	訓練はなかった											
22	防災訓練参加の有無	参加する	参加するつもりはない	参加できない	わからない											
23	居住地	カ テ ゴ リ ー														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		(宇佐地域)					(浅川地域)					(牟岐地域)				
		宇佐	酒浜	福島	井尻	竜	浅川	内妻	川長	河内	橘	中村	薗	辺川	牟岐市(出羽島除く)	牟岐市(出羽島)

外的基準は、数値計算に基づく予測値を考慮して予想

これより、津波高の認識に影響を及ぼす主な要因は、予想津波到達時間、不安の感じ方、避難時期、個人属性では居住地・住居の海面からの高さ・家族数などである。特に、予想津波高が予測値より低いまたはわからない住



表一4 数量化理論Ⅱ類による津波到達時間の分析結果

相関比 0.280, 重相関係数 0.529, サンプル数 1,075					偏差グラフ	
説明要因	カテゴリー	スコア	レンジ	-20分以上、 わからない -1 -0.5 0 +0.5 +1	偏相関係数	
居住地	宇佐	宇佐	-0.111		0.156 (2)	
		沼津	-1.405			
		福島	0.833			
		井原	-0.834			
		電	-1.047			
	浅川	浅川	0.068			
		内妻	-0.348			
		川長	0.073			
		河内	0.314			
		橋	-0.791			
		中村	0.180			
		ゆ	0.255			
坂	辺川	0.283				
	車城藩(出羽島除く)	-0.091				
車城藩(出羽島)	-0.107					
	明治・大正	-0.115	0.881 (4)	0.104 (6)		
昭和元年～20年	-0.137					
昭和21年～30年	0.106					
昭和31年～40年	-0.046					
昭和41年～60年	0.163					
昭和61年～平成5年	0.134					
平成6年以降	-0.718					
海岸からの距離	50m未満	0.334	0.656 (5)	0.140 (3)		
	50m以上～100m未満	0.144				
	100m以上～200m未満	-0.120				
	200m以上～300m未満	-0.168				
	300m以上～500m未満	-0.264				
	500m以上	0.391				
予想波浪高	1m未満	-0.745	1.355 (3)	0.299 (1)		
	1m以上～3m未満	0.393				
	3m以上～5m未満	0.398				
	5m以上～10m未満	0.264				
	10m以上～20m未満	0.459				
	20m以上	-0.015				
避難場所までの 所要時間	わからない	-0.896	2.635 (1)	0.126 (5)		
	5分未満	0.080				
	5分以上～10分未満	0.114				
	10分以上～20分未満	-0.358				
	20分以上～30分未満	-0.264				
	30分以上～40分未満	-0.112				
40分以上	1.873					
避難駅跡地への 参加の状況	わからない	-0.242	0.632 (6)	0.135 (4)		
	2回以上参加した	0.360				
	1回参加した	0.988				
	参加しなかった	-0.272				
	訓練はあった	0.963				
訓練はなかった	-0.069					

民は、①津波に対して不安の感じ方が判断できない、②7人以上の大家族で日常生活に日々追われている、③津波到達時間が予想できない住民などに多いことがわかった。こうした傾向は、宇佐の渭浜・福島地区、牟岐の河内・辺川・出羽島地区で特に顕著であった。

4.3 避難場所までの所要時間

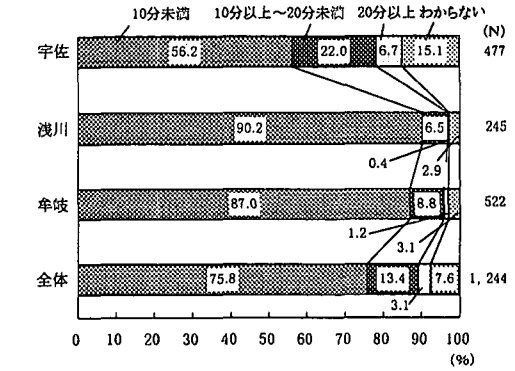
表一より、津波到達時間の予測値は宇佐で17分、浅川および牟岐ではいずれも10分である。一方、アンケート調査による避難場所までの所要時間を、カテゴリーを集約して図一4に示す。

これより、避難場所までの所要時間がわからないと答えた人も含め、宇佐では約2割、浅川および牟岐では約1割、3地域全体では約2割の住民が、昼間でも避難場所に到達できずに人的被害を蒙るおそれのあることが推測される。さらに、避難開始までの時間的ロス、夜間に津波が来襲する場合や遡上しそうな河川があることなどを考慮すると、この数はさらに増えることが予想される。

一方、避難場所までの所要時間がわからないと答えた住民は、3地域全体では約1割、特に宇佐では約2割にも達しており、避難時の対応行動がとれないことが危惧される。この背景要因は後述する4.5節で述べる。

4.4 避難場所までの所要時間に影響を及ぼす要因

避難場所までの所要時間に影響を及ぼす背景要因を抽



図一4 避難場所までの所要時間

出するため、数量化理論Ⅱ類を用いて判別分析を試みた。外的基準は、表一に示した予測値を考慮して避難所要時間20分未満と20分以上(わからないと答えたものも含む)の2分類とし、説明変数はこれまでと同様に表一3に示す外的基準を除く22要因とした。分析結果について22要因中の上位5要因を表一6に示す。

これより、避難場所までの所要時間に影響を及ぼす主な要因は、避難場所、予想津波到達時間、個人属性では居住地・住居の海岸からの距離・家族該当者などである。特に、所要時間が20分以上またはわからない住民は、①避難する場所がないまたはどこにあるのかわからない、②津波到達時間を1時間以上と予想する住民に多いこと

表一5 数量化理論Ⅱ類による津波高の分析結果

相関比 0.114, 重相関係数 0.337, サンプル数 1,075					
説明要因	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数	
居住地	宇佐	0.054			
	浅川	0.496			
	福島	0.719			
	井原	0.289			
	宮	0.272			
	浅川	-0.235			
	内野	-1.439	3.708		
	川長	0.090	(1)		0.090
	河内	0.788			(6)
	宮	0.226			
牟岐	中村	0.010			
	宮	0.070			
	辺川	2.270			
	津波前(出羽島除く)	-0.193			
	津波前(出羽島)	0.842			
	1人	0.162			
	2人	0.225			
	3人	-0.211	1.140		
	4人	-0.098	(6)		0.099
	5人	-0.336			(5)
家族数	6人	-0.170			
	7人以上	0.804			
	5m未満	0.351			
	5m以上～10m未満	-0.338	1.432		
	10m以上～20m未満	-1.081	(5)		0.145
	20m以上～30m未満	-0.174			(1)
	30m以上	-0.801			
	いつも不安を感じている	-0.351			
	時々不安を感じている	0.179	2.028		
	あまり不安を感じていない	-0.004	(3)		0.104
不安の感じ方	全く不安を感じていない	-1.201			
	わからない	0.827			
	5分未満	-0.672			
	5分以上～10分未満	0.004			
	10分以上～20分未満	-0.098	3.087		
	20分以上～30分未満	0.038	(2)		0.133
	30分以上～40分未満	0.269			(2)
	40分以上～1時間未満	-0.475			
	1時間以上	-2.818			
	わからない	0.599			
予想津波到達時間	津波警報発令後～津波警報解除前	0.330			
	津波警報解除後～津波警報発令前	-0.086			
	津波警報発令後～津波警報解除前	-0.015	1.742		
	津波警報解除後～津波警報発令前	-1.009	(4)		0.106
	津波警報解除後～津波警報発令前	0.219			
	津波警報解除後～津波警報発令前	-1.412			
	津波警報解除後～津波警報発令前	-0.887			
	津波警報解除後～津波警報発令前	-0.765			
	津波警報解除後～津波警報発令前				
	津波警報解除後～津波警報発令前				

表一6 数量化理論Ⅱ類による避難場所までの所要時間の分析結果

相関比 0.552, 重相関係数 0.743, サンプル数 1,075					
説明要因	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数	
居住地	宇佐	-0.155			
	浅川	0.195			
	福島	-0.509			
	井原	-0.143			
	宮	-0.208			
	浅川	0.166			
	内野	-0.506	1.039		
	川長	-0.136	(3)		0.169
	河内	0.149			(2)
	宮	0.211			
牟岐	中村	0.141			
	宮	0.144			
	辺川	-0.828			
	津波前(出羽島除く)	0.151			
	津波前(出羽島)	-0.309			
	1人	0.193			
	2人	0.053	0.288		
	3人	0.117	(5)		0.105
	4人	0.039			(5)
	5人以上	-0.095			
家族該当者	小学生以下の子世帯	-0.039			
	70歳以上のお年寄り	-0.076			
	体の不自由な人を入れた世帯	-0.176	0.353		
	その他(傷病者)	0.160	(4)		0.137
	以上の人はいない	0.054			(3)
	50m未満	0.177			
	50m以上～100m未満	0.070			
	100m以上～200m未満	0.042			
	200m以上～300m未満	0.021	1.455		
	300m以上～500m未満	-0.013	(2)		0.126
海岸からの距離	500m以上	0.072			
	5分未満	-0.106			
	5分以上～10分未満	-1.349			
	10分以上～20分未満	-0.152			
	20分以上～30分未満	0.168			
	30分以上～40分未満	0.195	3.842		
	40分以上～1時間未満	0.546	(1)		0.677
	1時間以上	0.310			(1)
	わからない	0.048			
	わからない	-3.296			
避難場所	市・町指定の避難場所	0.168			
	高台	0.195			
	学校	0.546			
	神社・寺	0.310			
	その他	0.048			
	わからない	-3.296			
	わからない				
	わからない				
	わからない				
	わからない				

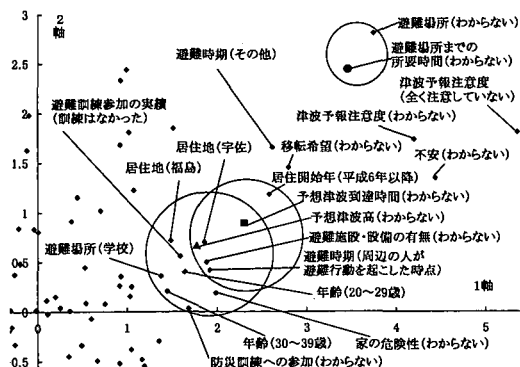


図-5 数量化理論Ⅲ類による要因の2次元配置(第1軸, 第2軸)

がわかった。こうした傾向は、特に宇佐の福島地区、牟岐の内妻・辺川地区で顕著であった。

4.5 避難行動を阻害する背景要因の分析

津波到達時間、津波高および避難場所までの所要時間についてそれぞれ「わからない」と答えた住民の背景要因を抽出するため、表-3に示す127のカテゴリーを用い、数量化理論Ⅲ類を適用して分析した。分析結果の中から、一例として第1軸と第2軸による2次元配置を図-5に示す。

これより、「予想津波到達時間がわからない(■印)」および「予想津波高がわからない(▲印)」理由は、前者は現在の居住地に数年前に移り住んで日が浅い(平成6年以降)、後者は20～39歳の若年層、宇佐の宇佐・福島地区に居住している住民に多く、いずれの場合も津波の経験、知識および認識がほとんどないことに起因していることがわかった。一方、「避難場所までの所要時間がわからない(●印)」理由は、避難する場所がないまたはその場所を知らないことによることもわかった。

5. 結 言

本報では、津波来襲時の避難行動に大きな影響を及ぼす住民の意識構造を、四国沿岸の代表的な3つの津波被災地(宇佐、浅川および牟岐)住民を対象として実施したアンケート調査結果を用い、数値計算に基づく津波危険度の評価手法による予測値と比較して分析した。

本研究で得られた結果を要約して以下に示す。

- 1) 予測される津波到達時間を正しく認識しているのは3地域とも住民の約半数(5割)で、津波高については各地域ともほとんどの住民(約9割)が過小評価していることが明らかになった。
- 2) 避難場所までの所要時間から判断すれば、3地域全体では、少なくとも約2割の住民が人的被害を蒙るお

それのあることが推測される。

3) このような過小または危険側の評価は宇佐町で顕著である。その原因として、①居住開始が数年前、②他の2地域と比べ住民の年齢構成分布が異なり50才代や若年層が多い、③家族数が多い、④家族や近隣に老人がいる割合が少ない、さらに⑤避難路・避難場所などの施設整備が他の2地域に比べ遅れていることなどが明らかになった。

4) このことより、過去に繰り返し津波災害に遭い、災害文化を培ってきた四国沿岸の津波被災地の住民や行政機関でさえも、人口の流入の激化や生活構造の変化および月日の経過に伴い、津波に対する防災意識や防災対策が低下してゆくことを明らかにした。

5) 自分たちの住んでいる地域へいつ津波が到達するかという正しい認識を持たない住民は、現在の居住地に移り住んでまだ日が浅い人に多い。予測される津波高については若年層で正しい認識を持つ人が少ない。これらは、いずれの場合も津波の経験や知識および認識がほとんどないことに起因していることがわかった。また、避難場所までの所要時間がわからない理由は、避難場所がないまたはその場所を知らないことによるものである。

以上のような結果を得たが、今後はこれらの地域および住民に対して津波到達時間や津波高に関する正しい知識および情報を積極的に提供して啓蒙し、津波に対する正しい認識および心構えを喚起するとともに、避難場所、避難路および誘導標識などの施設整備を重点的に実施すべきことを提言した。

謝辞：アンケート調査では土佐市役所、土佐市宇佐町自治会役員、海南町役場および牟岐町の中山清氏はじめ関係各位に多大なご支援、ご協力を頂いた。また、調査票のとりまとめおよび分析に際しては、日本システムサービス(株)の三木琢司氏に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。最後に、本研究は文部省科学研究費基盤研究(C)[代表者：村上仁士]による研究成果の一部であることを付記する。

参 考 文 献

- 相田 勇(1981): 南海道沖の津波の数値実験, 地質研究所彙報, Vol. 56, pp. 713-730.
- 林知己夫・駒澤勉(1982): 数量化理論とデータ処理, 朝倉書店, 289 p.
- 村上仁士・伊藤禎彦・山本尚明(1996): 各種断層モデルによる四国沿岸域の津波シミュレーションに関する考察, 徳島大学工学部研究報告, 第41号, pp. 39-53.
- 村上仁士・伊藤禎彦・山本尚明・佐藤広章(1996): 紀伊半島・四国沿岸における津波の危険度に関する考察, 海岸工学論文集, 第43巻, pp. 316-320.