

徳島県浅川地区における 次の南海地震津波襲来時の被害と避難行動に関する一考察

徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻
大谷 寛*・佐藤広章*・村上仁士*・上月康則*・倉田健悟**

Examination on damage and evacuation activities from future Nankai Earthquake in Asakawa area, Tokushima

Hiroshi Otani*, Hiroaki Satou*, Hitoshi Murakami*, Yasunori Kouzuki*, Kengo Kurata**

Department of Ecosystem Engineering, University of Tokushima
2-1 Minami-josanjima, Tokushima 770-8506, Japan*
Research Center for Coastal Lagoon Environments, The Shimane University
1060 Nishi-kawatsu, Shimane 690-8504, Japan**

This study deals with the prediction of inundation regions and the evaluation of safety for refuge bases by the value of calculated inundation heights at Asakawa district, Tokushima. The 1854 Ansei Nankai earthquake is assumed in the tsunami numerical simulation. The evacuation activities are considered on the basis of the rate of house damages caused by the earthquake.

The following two results were obtained. (1) There are no remarkable changes in the inundation region and the inundation height when a breakwater existed only one of two at entrance of Asakawa bay, and it turns out that the ability of decreasing inundation of land does not fully work even if both of breakwaters were completed. (2) The rate of house damages caused by earthquake calculates in detail at Asakawa. Then, it is shown clearly that it is interfered with the quick refuge of residents by many collapsed houses, and they are obliged to the detour on refuge route and the decrease of refuge speed.

1. 緒言

2001年、政府の地震調査委員会は、次の南海地震について、今後50年以内に80%の確率で発生し、その規模はマグニチュード8.4、高知と徳島の沿岸域では、震度6弱以上にもなりうるとの見解を発表した。さらに、過去に発生した南海地震では、地震にともなって発生する津波により、震源に近い沿岸域では地震発生後10~20分で津波が到着したため、多くの犠牲者を出してきた。

徳島県の南部に位置する海部郡海南町浅川は、1605年(慶長地震)、1707年(宝永地震)、1854年(安政南海地震)および1946年(昭和南海地震)でも多くの被害を受けてきた。実際、密集した集落である浅川地区では、慶長地震津波時に破壊された巨大な鳥居の一部や、それらの津波被害の状況を印した石碑や扁額などが多く現存している。

また、この地区の地震・津波被害については、

村上・他(1985)による詳細な調査も行われてきた。こうしたなかで、海南町では防災意識も高く、防災活動も活発に行われ、わずか1km四方足らずのこの浅川地区に13個所の津波避難所を指定し、毎年昭和南海地震の発生した12月21日前後の早朝に津波避難訓練を行っている。しかしながら、現在指定されている避難所およびその周辺の避難路は歴史史料をみると何らかの被害をうけており、それらの個所を避難施設としていることは必ずしも防災計画妥当とはいえない。

本研究では、過去の被害を整理し、現在、国、県および町などで行われているこの地区の防災対策を考慮しながら、次の南海地震における被害想定のための浸水予測・評価を行い、そこから生じる住民の避難行動について考察した。

2. 浅川地区における昭和南海地震の被災記録

浅川地区の地形を図-1 に示す。浅川地区は、湾口幅約 2.7km、湾長 2.6km、湾口水深 20m、海底勾配 1/130 の典型的なV字形をなす浅川湾の湾奥部に位置している。

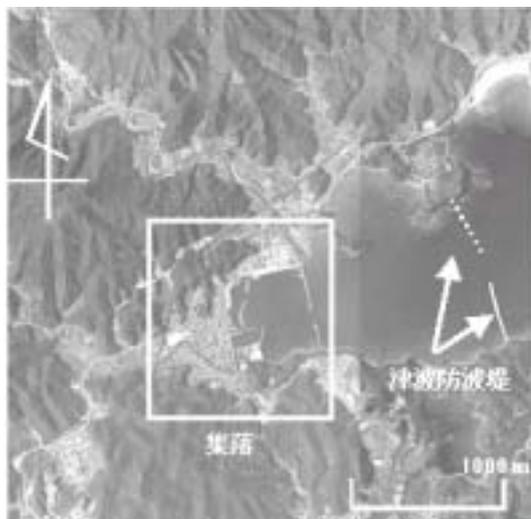


図-1 浅川地区

Fig.1 Map of Asakawa.

表-1 に歴史史料より得られた浅川を襲ったと考えられている歴史地震をまとめる。

表-1 浅川を襲ったとされる南海地震

Table.1 History of the Nankai earthquake that attacked Asakawa.

発生年月日		地震マグニチュード	被害状況
年号	西暦		
天武十三年十月十四日	684年11月29日	8.4	全滅
仁和三三年七月三十日	887年8月24日	8.6	-
康和元年一月二十四日	1099年2月22日	8	-
正平十六年六月二十四日	1361年8月3日	8.4	全滅
永正九年八月四日	1512年9月13日	-	全滅
慶長九年十二月十六日	1605年2月3日	7.9	全滅
宝永四年十月四日	1707年10月28日	8.4	全滅
嘉永七年十一月四日	1854年12月24日	8.4	全滅
昭和二十一年十二月二十一日	1946年12月21日	8.1	一部除き全壊

『浅川村震災誌』によると、昭和南海地震および津波による徳島県下の被害は、死者 202 名、全壊家屋 602 戸、流失家屋 413 戸、半壊家屋 914 戸

に及んだ。そのうち、沿岸部の被害のほとんどが津波によるものであった。海部郡の被害は県下最大で、犠牲者の数も 156 名に及んだ。

図-2 に、昭和南海地震と安政南海地震時の痕跡値より推定した浸水域を、表-2 に昭和南海地震時の浅川地区における主な被害状況を示す。

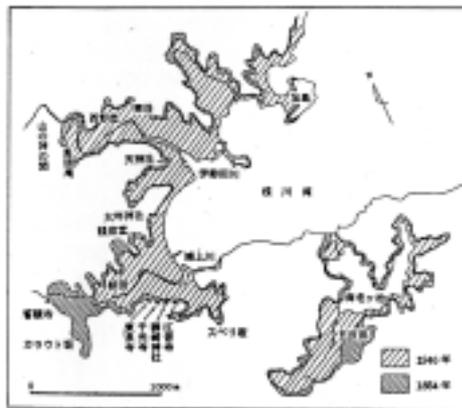


図-2 昭和南海地震および安政南海地震時の浅川地区の浸水域

Fig.2 Inundation areas of the 1946 Nankai Tsunami and the 1854 Ansei Tsunami in Asakawa.

表-2 昭和南海地震による浅川地区の被害

Table.2 Damages of Asakawa by the 1946 Nankai earthquake.

(1) 家屋被害 (戸)

(1) Damage of houses.

	流失	全壊	半壊	浸水	計
住宅	185	241	109	65	600
非住宅	250	122	74	0	446
公共建物	6	1	6	0	13
計	441	364	189	65	1059

(2) 道路, 橋梁, 港湾関係被害

(2) Damage of roads, bridges, and harbors.

	流失	欠潰	計
村道(ヶ所)	5	10	15
橋梁(ヶ所)	3	6	9
提塘(ヶ所)	6	4	10
護岸(ヶ所)	5	5	10
県道(m)	1500	1500	3000
港湾(ヶ所)	-	2	2

(4) 船舶被害(隻)

(4) Damage of ships.

	流失	大破	中破	小破	座礁	計
5t以下	80	20	50	24	—	174
5t以上	—	—	8	—	8	16
計	80	20	58	24	8	190

(5) 罹災者数(人)

(5) Number of the sufferers.

	死者	行方不明者	重軽傷者	家屋流失倒壊者	被災人口
人数	79	6	80	2414	2579

浅川村(現在の浅川地区)では, 併発した津波が平野部のほぼ全域に浸水し, 倒壊した家屋の下敷きになった人や避難途中の人を多く流した. さらに, 係留索や錨のはずれた大型発動機船や鰐船を住宅地にまで押し流し, 多くの家屋を破壊した. 最終的に 85 名の人命が奪われ, 被災人口は 2579 人(当時の総人口 3324 人の 77.6%)にもなった.

3. 浅川地区の現状とその問題点

2.では, 浅川地区が南海地震によって多大な被害を受けてきたことを紹介した. では, 現状の浅川地区において, どのような被害が発生する可能性があるのかを検証するため, 同地区の防災施設および家屋について調査した.

3.1 本研究の想定地震および数値計算の諸条件

地震調査委員会では, 2001 年に『南海トラフの地震の長期評価』として, 次の南海地震の発生確率とそれに予想される地震マグニチュードを公表している. それによると, 南海地震は, 今後 30 年以内に 40%, 今後 50 年以内には 80%の確率で発生し, その際の地震マグニチュードは, M8.4, 東南海地震と同時に発生すれば, M8.5 となるという見解を示した.

そこで, 本研究では, 安政南海地震(M8.4)を次の南海地震の想定地震として考察を行っていく. この理由としては, 地震マグニチュードが等しいこと, 同規模の地震に比べ被害の様子を示した史料が残っており, 値も信頼のおけるものであることが挙げられる.

基礎方程式には, 非線形長波理論式を用いた. 以下にその基礎方程式を示す.

$$\frac{\partial(\eta - \xi)}{\partial t} = -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{M^2}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{MN}{D} \right]$$

$$= -gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - \gamma_b^2 \frac{M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{MN}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{N^2}{D} \right]$$

$$= -gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - \gamma_b^2 \frac{N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} \quad (2)$$

ここで, x, y : 水平の直交する 2 方向の座標, M, N : x, y 方向の線流量, h : 静水深, η : 静水面からの水位上昇量, g : 重力加速度, D : 全水深(= $h + \eta - \xi$), γ_b^2 : 海底摩擦係数, である.

計算領域を図-3 に, 各種断層パラメータ(図-3 中の一点破線の部分)を表-3 に示す. 用いた計算格子間隔は, 陸上氾濫域で最小の 12.5m とし, 計算時間間隔は, 計算の安定性を考慮して 0.5sec とした. なお, 津波計算の妥当性については, 安政南海地震発生時の地形を再現し, 当時の浸水範囲と最大水位と比較することにより検証している.



図-3 数値計算の計算領域
Fig.3 Calculation region.

表-3 断層パラメータ
Table.3 Fault parameters.

断層 No.	N(° N)	E(° E)	d(km)	(°)	(°)
	32.7	134.74	1	250	20
	33.41	136.15	10	250	10

(°)	L(km)	W(km)	U(km)
117	150	120	630
127	150	70	470

3.2 避難訓練における住民の避難行動

浅川地区の住民の避難訓練時における避難行動を把握するため、2001年12月23日に行われた津波避難訓練の際に現地でアンケート調査を行い、参加者の避難所までの移動距離と移動時間を調査した。

移動距離については、正確な避難経路が判明しなかったため、階段等の地形変化を考慮せず参加者各人の住居から避難所までの避難経路の最短距離とした。移動距離と移動に要した時間から、住民の平均的な避難速度を算出すると、23.4m/minとなった。また、津波数値計算の結果より、地震発生から津波の第一波が到達するまでの時間は、現況で18minであり、このことから、津波の第一波到達までに住民が避難できる平均的な距離は、421.2mと算出することができる。

図-4は、アンケート回答者の避難所までの距離をまとめたものである。図中の点線が津波到達までに避難できる限界の距離であり、これをみると、参加者のほぼ全員が津波来襲までに避難所に到着できることがわかる。なお、避難所までの距離が421.2m以上の2名については、最寄りの避難所に避難しなかった特異な例である。

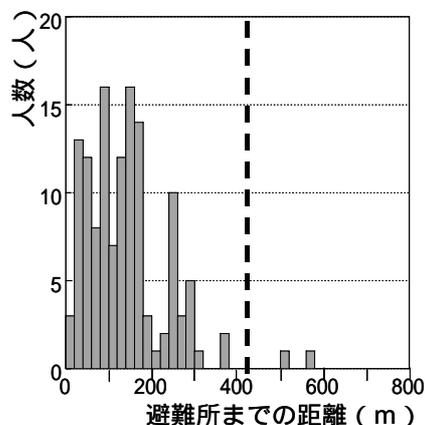


図-4 避難訓練参加者の避難所までの距離

Fig.4 Distance to refuge bases of the tsunami drill participant.

3.3 浅川港防波堤

浅川港防波堤(以下防波堤)は、図-1のように、海老ヶ池地区(以下南側)から湾心部へ向かって長さ400m、対岸の栗の鼻地区(以下北側)から湾心部へ向かって長さ360mの2本、湾内岸壁から約1.5kmの沖合に建設されている。高さは、それぞれ6.4mで堤頂部の幅は1.6mとなっている。

現在、南側防波堤は完成しているものの北側防波堤は平成15年度完成予定である。

また、防波堤建設にあたって県が行った予測計算には以下の問題点が考えられる。

- ・ 計算ケースで防波堤の建設前と建設後のみしか予測計算を行っておらず、防波堤が完成する前に南海地震が発生することを考慮に入れていない。
- ・ 昭和南海地震(M8.0)を対象として数値計算を行っている。
- ・ この防波堤は陸域に浸水しないように設計されているが、浸水域の推定については、数値計算の際に陸上への遡上は計算されておらず、汀線部の最大津波高が地盤高に一致するまで遡上するとしている。
- ・ 設計時の検討では、浅川地区にある伊勢田川、浦上川の河川形状が考慮されておらず、河川の遡上および河川からの氾濫が十分に再現されているとはいえない。

地震調査委員会(2001)より次の南海地震の規模がM8.4と予測されていることから考えて、このような想定では県の予想より被害が拡大することが考えられる。そこで、より詳細な浸水状況を把握するため、本研究では、防波堤の建設状況の変化による津波の減衰効果を検証するため、防波堤建設前、南側防波堤のみ完成、防波堤完成後の3ケースについて数値計算を行った。

浅川地区における各条件での浸水深の結果を図-5~図-7に示す。



図-5 浸水深(防波堤建設前)

Fig.5 Distribution of inundation heights above the ground. (Before a breakwater is built)



図-6 浸水深（南側防波堤完成時）

Fig.6 Distribution of inundation heights above the ground. (present condition)

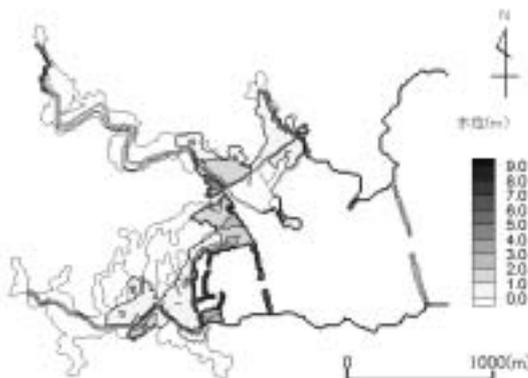


図-7 浸水深（防波堤完成時）

Fig.7 Distribution of inundation heights above the ground. (After a breakwater was built)

図-5と図-6を比較すると、防波堤が南半分完成しているときは、浸水深、浸水範囲ともに大きな変化はなく、南側防波堤のみでの津波減衰効果は低いことがわかる。また、防波堤完成時は、防波堤が完成したことにより、津波の到達時間は南防波堤完成時と比較して地震発生後18分から20分と2分遅くなっている。しかし、浸水範囲および浸水深はともに減少しているものの、一部で浸水が確認された。このことから、昭和南海地震で想定した場合、予想されている次の南海地震の津波には、陸域への浸水を完全に防ぐことができない可能性が示唆される。

浸水範囲が変化するという事は、住民の避難行動についても浸水範囲に合わせて変更していく必要があるということを示している。現在の浅川地区における避難訓練ではこのようなことは考慮されておらず、今後は、このような周囲の状況の変化に応じた避難計画が必要である。

3.3 浅川地区の津波避難所

現在、浅川地区には13箇所の津波避難所が海南町より指定されている。避難所の場所と名称を図-8に示す。

3.2より、浅川港防波堤が完成しても津波が陸域に浸水する可能性が示唆された。また、宝永南海地震の被害の様子を示した『観音堂境内地蔵尊台石 銘文』には、「浦ノ中千光寺ノ堂一字残、有来在家不残一軒モ海底引落、・・・」とあり、安政南海地震津波の状況を記した浅川地区にある千光寺の

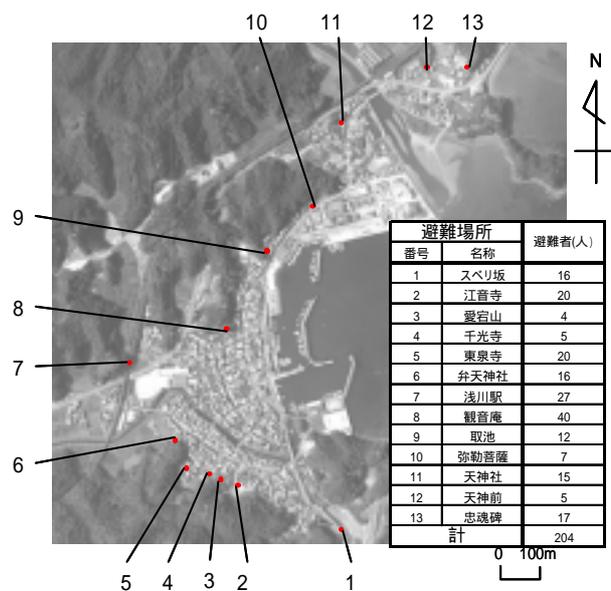


図-8 浅川地区の津波避難所

Fig.8 Map of tsunami refuge bases in Asakawa.

板額に記録されている『大地震津浪記』には、「三ヶ寺とも座上四尺余浸水」(三ヶ寺：千光寺、東泉寺、江音寺。いずれも津波避難所に指定)と記されている。このことから、過去の南海地震において浸水しているところを津波避難所として指定していることがいえる。そこで、3.2の数値計算による浅川地区の浸水状況より、津波避難所が浸水するか、検証してみた。

表-4は、避難所周辺での浸水深を比較したものである。まず、津波防波堤の建設段階にかかわら

ず浸水する避難所があることがわかる。また、防波堤建設途中の現状では計算領域内にある避難所はすべて浸水し、その浸水深は0.06~2.0mとなる。一方、防波堤完成後では、浸水した避難所の浸水深は0.02mと微小である。

しかし、今回、同じ安政南海地震での数値計算の結果が2cm浸水という結果となったが、これは、港に防潮堤などが建設され、集落部の家屋が多くなったことによって昔と土地利用が大きく変化したことが考えられる。しかし、避難所が浸水すること自体、避難所として妥当であるかどうか再検討の余地がある。このことから、M 8.4 クラスの南海地震が発生した場合、浅川地区では、浅川港津浪防波堤が完成している場合でも同様の被害が発生する可能性があることを留意する必要がある。

表-4 浅川地区の津波避難所の浸水状況

浸水している：×（浸水深）

浸水していない：

Table.4 Judgment of Inundation about tsunami bases by numerical computation in Asakawa.

Inundation refuge base: ×

(Inundation heights (unit:m) above the ground)

Not inundation refuge base:

番号	避難場所		避難所の浸水状況と浸水深(m)	
	名称	地盤高さ(m)	建設途中	完成後
1	スベリ坂	計算領域外		
2	江音寺	2.591	×(1.05)	
3	愛宕山	計算領域外		
4	千光寺	3.592	×(0.52)	
5	東泉寺	1.392	×(0.06)	
6	弁天神社	1.592	×(2.0)	×(0.02)
7	浅川駅	計算領域外		
8	観音庵	計算領域外		
9	取池	3.687	×(0.52)	

3.4 浅川地区の家屋被害

過去の南海地震において、家屋被害はどの程度であったのだろうか。村上・他(1985)は、昭和南海地震における浅川地区の家屋被害を破壊率Dによって判定している。破壊率Dは、次のように定義されている。

$$D = \frac{a + b + (\frac{c}{2})}{a + b + c + d} \times 100 \quad (3)$$

ここに、D：家屋の破壊率、a：流失戸数、b：全壊戸数、c：半壊戸数、d：床下・床上浸水戸数である。なお、村上・他は、各パラメータを表

-2 から得ている。

図-9に、村上・他(1985)による破壊率Dに基づく昭和南海地震の際の家屋被害分布を示す。これによると、浦上川周辺の一部を除くほとんどの地域において、Dが70%以上となっている。浦上川周辺でDが低かった原因としては、浦上川河口にある小島が津波を減衰させたことが考えられるとしている。

また、破壊率Dと津波の浸水高との関係について、村上・他(1985)は、相田・景山(1961)のチリ津波の際の調査時にみられた、「1m以下の浸水では家屋の被害はなく、2m以上になるとDは50%以上あるいはそれ以上になる」という結果について、昭和南海地震の際の浅川地区においても同様の傾向がみられるとしている。

ここで、村上・他(1985)は、家屋被害について、地震動による被害と津波の浸水による被害を区別していなかった。しかし、南海地震の場合、陸地ではすでに地震動によって何らかの被害を受けている条件下で、津波が来襲する。家屋倒壊や瓦礫の落下によって道路が遮断されると、津波からの避難の際に障害となり、さらなる被害者を発生させる危険性もある。住民の避難ということを考えれば、家屋被害について、地震動による被害と津波による被害を区別する必要がある。

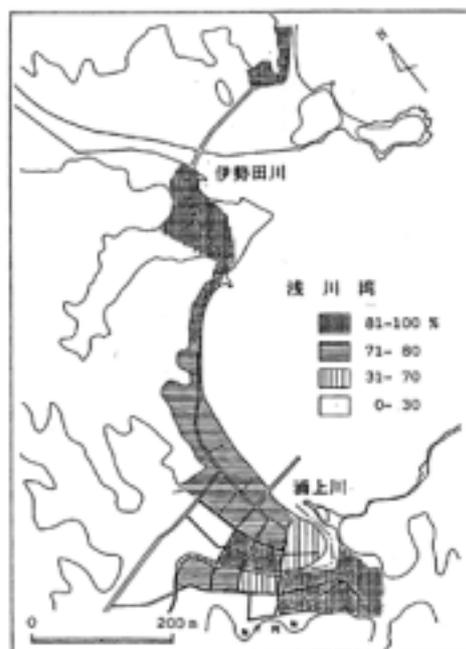


図-9 破壊率による家屋被害の分布

Fig.9 Distribution of house damage about the coefficient (D) of the damage houses.

そこで、地震動による家屋被害を算出するため、浅川地区における家屋の築年数、構造などから地震動による家屋倒壊率を算出した。

家屋被害率（全半壊率）の算出式には、地震動強さ（地表最大速度 = PGV）と被害率の関係を標準正規分布の累積確率分布関数 $\Phi(x)$ を用い、対数正規分布で表現する方法を用いた。以下にその算出式を示す。

$$P_R(PGV) = \Phi((\ln PGV - \lambda) / \zeta) \quad (4)$$

ここに、 $P_R(x)$: ある時震動 x の時に被災ランク R 以上の被害が発生する確率、 λ : $\ln x$ の平均値、 ζ : $\ln x$ の標準偏差、である。

こうした手法については、数多くの研究がされているが、本研究では、村尾（1999）の被害評価関数を用いた。これは、基礎データに兵庫県南部地震の際に被害を受けた3万棟を超える灘区の詳細な建物被害データと町丁目単位の推定地震動分布を用いることで、より精度の高い被害評価関数を提案しているためである。建物被害データより得られた建物被害関数の回帰係数を表-5に示す。

表-5 建物被害関数の回帰係数

Table.5 Regression coefficient of a building damage function.

構造	建築年代	家屋全半壊		
		回帰係数	回帰係数	標準偏差
木造	~ 1951	3.66	0.674	0.88
	1952 ~ 61	3.97	0.49	0.952
	1962 ~ 71	4.02	0.456	0.966
	1972 ~ 81	4.25	0.395	0.76
	1982 ~	4.61	0.474	0.969
非木造	~ 1971	4.72	0.691	0.929
	1972 ~ 81	4.85	0.612	0.844
	1982 ~	5.33	0.789	0.917

表-6 および図-10 に、(4)式、表-5 を基に算出した浅川地区の木造・非木造（RC造）の建築年代別家屋被害率の結果を示す。なお、同地区の地表最大速度 PGV の算出には、内閣府防災部門から公表されている『地震被害想定支援マニュアル』を準用した。安政南海地震での浅川地区の PGV は、37.34cm/sec となり、同地区における家屋被害率は最大で48%となる。

また、図-7 より、浅川湾津波防波堤が完成した

場合の浸水高をみると、湾奥の集落のほとんどは、浸水高が1m未満であった。したがって、村上らの見解を適用すると、津波が来襲しても、家屋被害は図-10 以上の被害がでる可能性は低いことが推測できる。

しかし、図-10 をみると、家屋倒壊率が48%の家屋が密集しているエリアが、避難所 No.8（観音庵）の前と、避難所 No.2~6（江音寺、愛宕山、千光寺、東泉寺、弁天神社）の直前の道路周辺にある。2001年の避難訓練の際は、これらの避難所に避難した人は204人中105人と半数以上である。このことから、避難する際の住民の安全について考えると、家屋倒壊による被害が道路まで及ばないよう対策を行う必要がある。さらに、本研究は、津波による被害については家屋被害を浸水高で評価するに留まっており、今後も検討が必要である。

表-6 浅川地区の家屋倒壊率

Table.6 Rate of house collapse in Asakawa.

木造全半壊率(%)				
~ 1951	1952 ~ 61	1962 ~ 71	1972 ~ 81	1982 ~
47.6	23.8	19	5.5	1.8
非木造全半壊率(%)				
~ 1951	1952 ~ 61	1962 ~ 71	1972 ~ 81	1982 ~
-	-	18.8	5.7	2.9

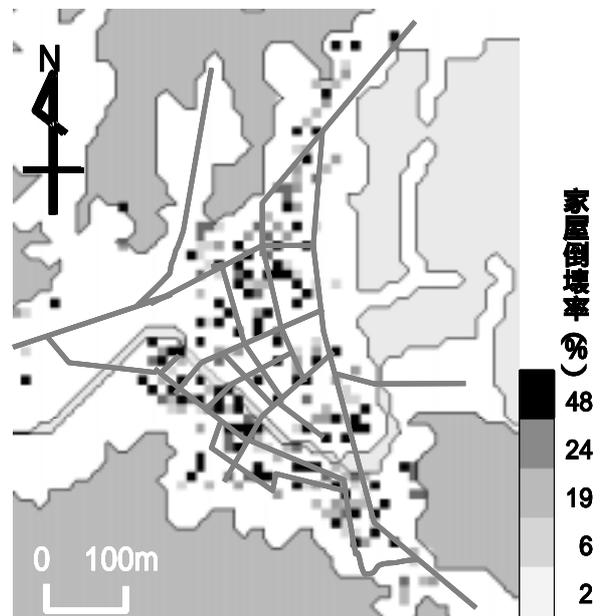


図-10 浅川地区の家屋倒壊率

Fig.10 Distribution of the Rate of house collapse in Asakawa.

4. 結言

本研究では、徳島県浅川地区を対象に、現在行われている防災対策を考慮しつつ、次の南海地震発生時の浸水予測・評価を行い、そこから生じるこの地区の避難問題について考察した。以下にその結果を示す。

(1) 津波の浸水範囲

津波対策用の浅川港防波堤が完成すると、浸水範囲は大きく減少し、集落では、浸水高が1m未満のところほとんどである。しかし、浅川港防波堤は、完成しなければ津波減衰効果は低いこと、防波堤が完成しても津波が陸域に浸水する可能性があることを留意しておく必要がある。このため、周囲の地理条件の変化によって避難経路、避難所を変化させる必要があることを指摘した。

(2) 避難所の問題点

住民の避難所となっている江音寺、千光寺、東泉寺、弁天神社については、津波来襲時に浸水する可能性があることを示した。実際、これらの避難所は、宝永南海地震および安政南海地震の際にも浸水した経緯もあり、これらを避難所については、そのまま利用することについて再検討する必要がある。

(3) 家屋被害に関する問題点

江音寺、千光寺、愛宕山、東泉寺、弁天神社および観音庵の各避難所へ続く避難路周辺で1951年以前に建築された木造家屋が多数存在し、地震による家屋倒壊が懸念され、そのことが住民の避難に大きく影響をおよぼす可能性がある。一方、津波対策用の防波堤の完成により、津波による浸水のために家屋流失などの起きる可能性は低いものの、氾濫した津波の流速が避難行動へ及ぼす影響については、今後も検討が必要である。

本研究で取り上げられた課題は、浅川地区のみならず津波常襲地では同様の課題を抱えている。避難問題は、いかに早く、高いところへ逃げるかという単純な問題であり、住民意識の高さに依存する。そのためにこそ、集落に氾濫する津波の挙動を正確に示す必要がある。過去の歴史に学びつつ、昔のままでないところを明確に示し、住民が「早く逃げる」という行動を起こす動機付けとなる研究をしたい。

謝辞

本研究を行うに当たり、ご協力いただいた徳島県海部郡海南町の川野駿氏（現海部郡消防組合消防長）、東谷一郎氏に深く感謝の意を表します。また、本研究は、科学研究費基盤研究(C)(代表者：村上仁士)による研究の一部であることを明記し、謝意を表する。

参考文献

- 地震調査委員会, 2001, 南海トラフの地震の長期評価, 26pp.
- 中央防災会議, 2001, 「東南海, 南海地震等に関する専門調査会」第1回説明資料, 35pp.
- 海南町役場, 1986, 南海地震津波の記録「宿命の浅川港」, 114pp.
- 木村昌三, 小松勝記, 岡村庄造, 2002, 歴史探訪南海地震の碑を訪ねて 石碑・古文書に残る津波の恐怖, 毎日新聞高知支社, 32-34, 85-89.
- 浅川村震災誌委員会, 1957, 南海大地震浅川村震災誌, 58pp.
- 村上仁士, 島田富美男, 細井由彦, 見附敬三, 1985, 徳島県浅川に遡上した1946年南海地震津波の挙動とその危険度の評価に関する研究, 自然災害科学 4-2, 12-26.
- 村尾修, 1999, 兵庫県南部地震の実被害データに基づく建物被害評価に関する研究, 東京大学博士論文, 1-1-10-53.
- 中央气象台, 1947, 昭和二十一年十二月二十一日 北海道大地震調査概報, 84pp.