

南海トラフ巨大地震を想定した沿岸部集落の地域防災に関する研究（その1）

～佐伯市蒲江地区における住民の津波からの避難～

準会員 ○池田 聡志*1 同 富田 羊亮*1 正会員 上 慶至*2
同 小林 祐司*3 同 佐藤 誠治*4

7. 都市計画—5. 都市環境と災害 (e.防災) 都市計画
津波 防災 空間的特性 シミュレーション 避難所要時間

1. 背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災によって東北地方周辺は壊滅的な被害を受けた。地震の揺れが大きかったことに加え被害を大きくしたのは津波の襲来にある。岩手県釜石市は大きな被害をうけた一方で「津波でんでんこ」のような教えにより高台へと避難をして助かった命があり、リスク認知およびソフト的対策が重要であることがいえる。

本研究において対象地とする大分県佐伯市の沿岸部は、被害が大きかった三陸海岸と同じリアス式海岸であり、小中学校の多くは沿岸部に学校が立地しているケースが目立ち、地震が起きた場合に津波による大きな被害が出ると予測される。したがって当該地域の住民は早急な避難および高台への避難が求められ、ソフト的対策を進めていくことが重要である。この対策を進めるにあたり、詳細に地域の特性を知る必要がある。

2. 研究の目的と方法

津波から避難する場合、指定された避難場所だけでなく高台にある社寺やオープンスペースなどに避難することも考えられる。津波からの避難に関する研究はいくつかあり、片田ら^{1) 2)}は津波常襲地域と津波警報未経験地域における行政と住民の対応に問題があると指摘し、防災訓練など迅速な対応の実現に向けた取り組みが必要だと述べており、さらに防災教育を行うことで地域住民の防災意識の向上に役立ったという結果を得ている。南ら³⁾は避難経路の高低差に着目し、高齢者や障害者を考慮すると避難経路は必ずしも最短距離である必要はないと述べている。既往研究では、津波到達予測時間に基づいた、住民が避難に要する時間に関する研究は少ない。したがって本研究では、避難に必要な時間や建物の標高に

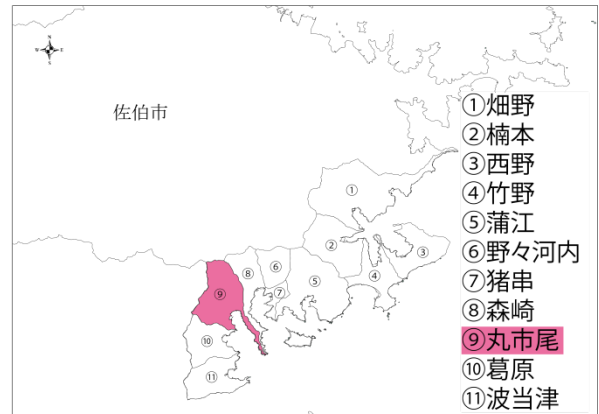


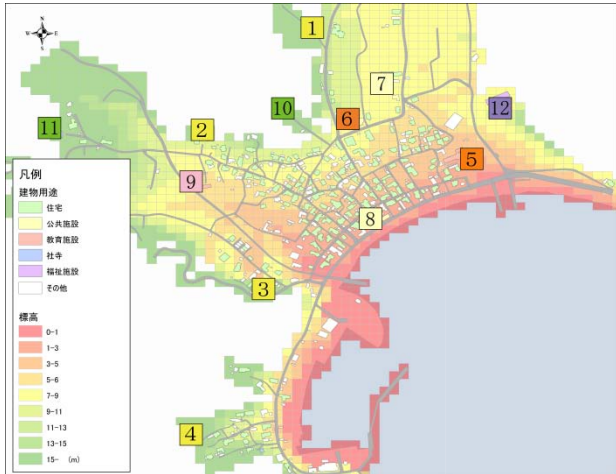
図1. 大分県佐伯市蒲江地区地図

注目することによって、地域の津波からの避難について明らかにすることを目的とする。対象地は佐伯市立名護屋小学校を有する丸市尾浦とする。対象地の標高に合わせて一時避難場所を設定し、その場所と住宅間の避難経路の各距離をもとに、住民の避難速度や避難開始までに要する時間に着目し、津波発生から一時避難場所に到達するまでの時間を算出する。

3. 研究対象地の概要

佐伯市蒲江地区は11の浦がつらなり集落を形成しており、丸市尾はそのひとつの集落である。現地調査を行い、街路や避難場所²⁾の整備状況や、災害時に危険要素となりうるものの位置の確認をし、GISによって地形を空間的にとらえることにより詳細な特徴を見出し、特に標高別に建物の分布をみることで対象地の防災性能を把握する。本研究ではGISを用いて対象地を20mのメッシュで区切り、そこに標高データを入力し標高別に建物の分布をみていく。

内閣府の発表(2012.8.29)より、南海トラフ巨大地震によって発生する津波は佐伯市で最大津波高15mと予測



番号	建物用途	名称	標高
1		引き下ろし	19m
2	避難場所	社寺 梅南寺	17m
3		五郎坂	18.6m
4		浦ノ迫基地	24.6m
5	避難施設	教育施設 佐伯市立名護屋小学校	2.9m
6		公共施設 名護屋地区公民館	8.3m
7	公共施設	名護屋駐在所	7.8m
8	公共施設	丸市尾郵便局	1.7m
9	教育施設	名護屋保育園	6.5m
10	社寺	叡后神社	56.5m
11	社寺	宮尾神社	34.9m
12	福祉施設	グループホーム福々苑	7.7m

図2. 標高別建物分布

されている。標高が15mを上回っている住宅はわずか9件だけで、全住宅のおよそ94%は最大津波高を下回っ

ていることになる。教育施設や公共施設などの施設も標高の低い位置にしていることから、多くの住民が早期の避難を求められることがわかる。避難場所は梅南寺以外、整備が不十分で高齢者や障害者は避難するには困難であると予測できるが、すべての避難場所は標高が15mを上回っていて、引き下ろしと五郎坂に関してはさらなる高台への避難が可能となっている。また、避難施設は比較的標高の低い位置にあることから、津波が襲来した際に大きな被害を受け利用できなくなる可能性もあると考えられる。社寺はすべて標高15m以上に分布していることから、避難の際には一時避難場所として利用できる可能性がある。

4. 避難シミュレーション

4-1 シミュレーションの基本的な考え方

本研究では南海トラフ巨大地震を想定した津波からの避難シミュレーションを行う。住宅からこちらで定めた一時避難場所までの最短避難距離を算出する。津波の避難を考えた場合、指定されている避難場所に真っ先に逃げることができるのは、避難訓練をしたり、地形をよく知っていたりする人でなければ難しい。地震は突如発生するものであり、津波の被害を考えると、住民であってもまずは指定された避難場所のみならず、標高の高いところのオープンスペース、または街路を目指して逃げる

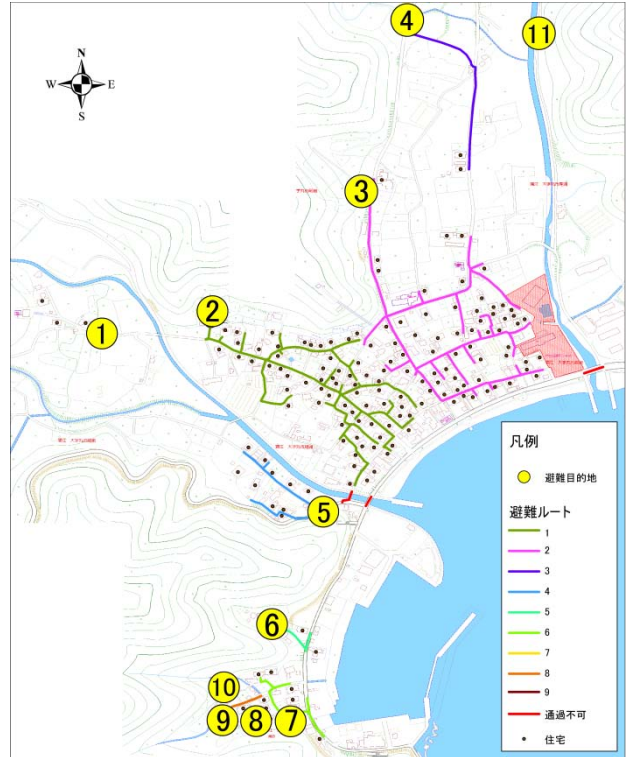


図3. シミュレーション結果

ことも必要である。東日本大震災でも多くの人々が高台や標高の高い社寺に逃げたという事例もあり、シミュレーションを行うにあたり標高の高いところへ逃げることも考慮に入れる必要があると考える。

4-2 シミュレーションの前提条件

津波の高さは内閣府が予測している佐伯市での最大津波高15mを用いて、津波到達時間は津波高1mの津波が到達する最短の時間18分として考える。今回のシミュレーションでは住民が標高の高いところを目指すと仮定し、住民が逃げる地点として避難目的地を指定する。ここでいう避難目的地とは最大津波高を考慮し、標高15mの地点と街路が交わる点のことを指す。避難を開始する場所は住宅の重心をとった点からとし、避難目的地までの最短距離のルートを導きだす。

今回は避難の終着点を避難目的地としているため、標高15m以上に位置している住宅は避難しない、あるいはそれ以上の標高に避難するものとしてシミュレーション対象外とする。そして、ブロック塀や電柱などの倒壊物の危険性に関しては、避難の際にそれらを乗り越えてでも避難することが考えられるため、閉塞は考慮しないものとする。さらに、地震での破損や津波の影響を考え、避難シミュレーションに影響する橋を通行不可としてラ

インバリアをかける。最後に、愛宕神社は標高が高く津波の被害の心配はないと考えられるが、そこにたどり着くまでに急勾配で整備がされていない階段を上らなくてはならないため、避難するには危険と判断し、避難目的地としない。

4-3 シミュレーション結果

前提条件をもとにシミュレーションを行い、住宅から避難目的地までの最短距離を算出する。避難目的地は11か所指定することができ住宅数は147戸が対象となる。避難ルートは9つの避難目的地へ向かうという解析の結果が得られた。それぞれの避難目的地に到達する住宅数を比較すると、②に約43% (64戸)、③に約41% (61戸)が集中している。②では、避難した先が梅南寺であり、整備された場所のため、住民の約半数が避難しても収容できるだろう。しかし、背後が山となっているため、山崩れの心配や、さらなる高台への避難の心配が出てくると考えられる。③に関しては、小学校が指定している一時避難場所のひとつであることから、児童が登校しているときに地震が発生した場合は多くの人々が避難する地点となることが考えられる。

5. 住民避難時間の分析

5-1 初動時間と避難所要時間

地震が発生してから避難までに要する時間（以下、初動時間）と住民の避難速度を考慮し、地震が発生してから18分以内で避難目的地に到達できる住宅数を導き出すことによって、住民が置かれている現状を明らかにする。実際には車で避難している例も多いが、対象地は車で避難するには幅員が十分ではないため、徒歩で避難することとする。

避難所要時間はシミュレーションで解析された住宅から避難目的地までの距離と住民の避難速度を用いて算出する。そのため、避難所要時間とは「避難を開始してから避難目的地に到達するまでの時間」のことをいう。住民の避難速度に関しては、40m/分、60m/分、80m/分の3種類について分析を行う。40m/分は、東日本大震災の津波からの避難について国土交通省が調査した結果によると、避難速度は徒歩で平均2.3km/時であり、これを分速に直すと約38m/分であったため、40m/分とした。80m/分は片田ら²⁾がシナリオシミュレータを使用する際に設定

していた速度を用いた。そして、60m/分はその間の値をとった速度である。速度が40m/分の場合に、最大で避難所要時間が14分かかる住宅は4件ある。速度が40m/分のときに避難所要時間が10分以上かかっていた住宅は48件あったが、速度が60m/分と速くなったときは、避難所要時間が10分以上かかっていた住宅は0件に減少している。

表1. 避難所要時間

避難所要時間 (分)	住宅件数(件)		
	40m/分	60m/分	80m/分
0	5	7	12
1	7	16	19
2	11	12	11
3	8	7	28
4	6	21	19
5	5	16	25
6	11	28	19
7	17	17	4
8	9	16	0
9	20	7	0
10	13	0	0
11	12	0	0
12	10	0	0
13	9	0	0
14	4	0	0

5-2 住民避難時間の分析

地震が発生してから避難目的地に到達するまでの時間（以下、総避難時間）が津波到達時間よりも短ければ避難目的地に到達できたと判断する。ここで、総避難時間は初動時間と避難所要時間を合計した時間とする。早期の避難で重要となってくる初動時間は、揺れが収まってからすぐ避難を開始する時間を1分、近隣の避難状況を確認してから避難を開始する時間を10分と考え、1分から10分までを1分刻みで変更させ、総避難時間を算出する。

避難速度が40m/分で初動時間が10分の場合の総避難時間は、シミュレーション対象となった住宅の約52% (77戸)が18分以上という結果で、約半数が18分以内に避難目的地に到達できないことになる。これらの住宅の多くは標高が7m以下に立地しており、海岸に近い場所に集中していることがわかった。避難目的地が海岸付近にないことから、海岸近くの住宅の多くが避難目的地に18分以内に到達できないと考えられる。避難速度が60m/分、80m/分で初動時間が10分の場合は先の条件と比べて、18分以内に避難目的地に到達できない住宅数が減少する結果となった。

避難速度が40m/分の場合は18分以内に避難目的地に到達できない住宅数が多かったため詳細に分析を行う。初動時間の増減による住民の総避難時間の変化をみる。図5は避難速度が40m/分で総避難時間に18分以上要する住宅数を表している。初動時間4分の時点で避難目的地

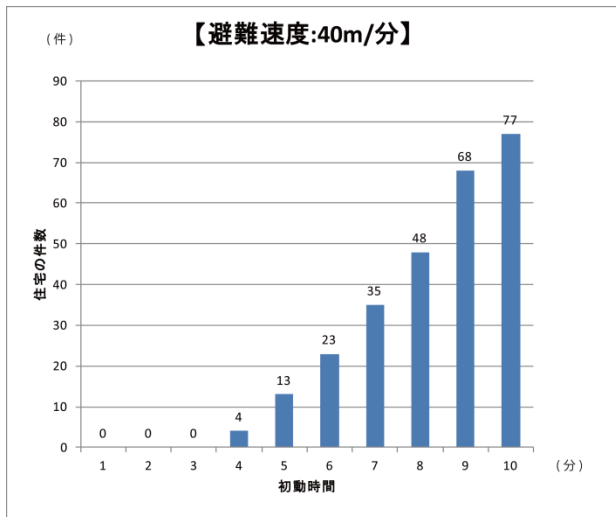


図5. 初動時間別 (1分刻み) にみる
総避難時間に18分以上要する住宅数

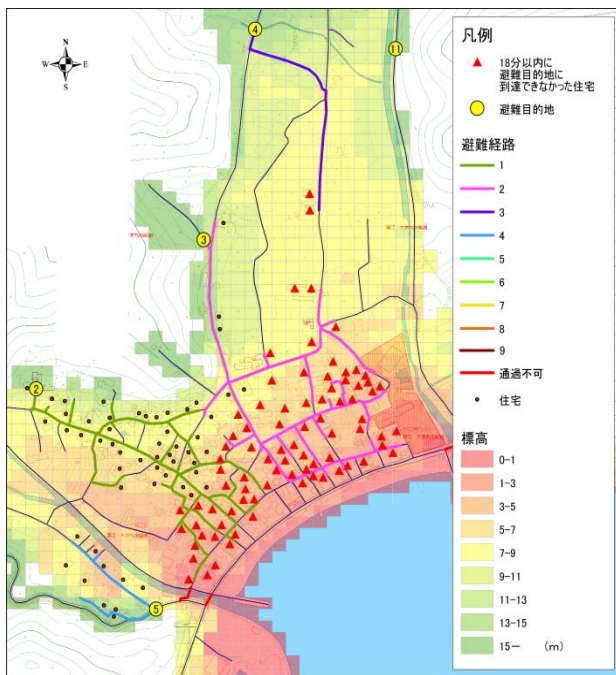


図4. 避難速度40m/分で初動時間が10分の場合

に到達できない住宅数が4件で、8分までは約10件ずつ1分おきに増加している。避難所要時間が9分のときから住宅数が増えているため、初動時間が9分のときに大きく増加しているのがわかる。初動時間が1分でも早ければ避難目的地に到達できる住宅数が増加することから、早期避難の判断が津波から逃れるために重要であると考えられる。

6. 総括

本稿では、南海トラフ巨大地震で発生する津波が大分県で最も早く到達すると予測されている佐伯市の沿岸部集落において、標高別建物分布と避難距離をもとに、避難所要時間、避難速度、初動時間の時間軸からみた地域の津波からの避難の実態について明らかにした。

予想最大波高15mよりも低い位置に約9割の住宅が立地していることを標高別建物分布において明らかにした。避難シミュレーションでは、避難場所である2か所に多くの住民が避難する予想となったため、収容できる十分な広さが必要である。住民避難時間については移動速度が速いこと、初動時間を短くすることが早期避難完了につながることを明らかにした。しかし同時に、地震が発生した場合にはすばやい判断力が必要であることも示唆している。

本研究では、住民の避難速度と初動時間を一定の値で計算しているため、分析の結果予測されている津波到達時間内に到達できないと判断された住宅の中でも、条件が変われば到達できる可能性があることとなる。したがって、今後、分析を行う際は危険に対する知識、情報伝達、近隣住民とのつながりなどといった住民の特性を考慮した時間の設定が必要である。

今回の研究によって、地震発生から早期に避難を開始することで、多くの住民が避難できることが明らかになった。そのため、地震被害が予測されている地域の現状を理解し、災害時に迅速な避難行動が行えるように、住民のリスク認知や防災意識が向上していくことが早期避難をするうえで重要であると考えられる。

【補注】

注) 佐伯市が作成している防災マップにおいて指定されている津波襲来時における避難場所のことを指す。

【参考文献】

- 1) 片田敏孝, 村澤直樹: 遠地津波に対する行政と住民の対応にかかわる現状と課題, 日本災害情報誌, 災害情報 No.7, 2009.3, pp94-102
- 2) 片田敏孝, 桑沢敬行, 金井昌信, 細井教平: 津波災害シナリオ・シミュレータを用いた尾鷲市民への防災教育の実施とその評価, 社会技術研究論文集, Vol.2, pp199-208, 2004.10
- 3) 南正昭, 中嶋雄介, 安藤昭, 赤谷隆一: 避難経路の高低差が津波避難者に与える負荷に関する基礎的研究, 都市計画論文集, No.40-3, 2005.10

*1大分大学工学部防災環境工学科建築コース 学部生

*2大分大学大学院工学研究科博士前期課程

*3大分大学工学部防災環境工学科建築コース 准教授・博士(工学)

*4大分大学工学部防災環境工学科建築コース 教授・工学博士

Undergraduate Student, Oita Univ.

Graduate school of, Oita Univ.

Associate Professor, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ, Dr. Eng.

Professor, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ, Dr. Eng.