

長期湛水が津波避難に与える影響

佐藤 史弥¹

¹正会員 山梨大学助教 土木環境工学科 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail: fsato@yamanashi.ac.jp

本稿では、長期湛水が津波からの避難に与える影響を明らかにするために、既往研究を参考に兵庫県西宮市・尼崎市の津波浸水区域を分類し、長期湛水の可能性がある地域を明らかにするとともに、長期湛水区域内の津波避難環境について分析した。分析の結果、対象地域では湛水する可能性のあるエリアに人口が集積していること、避難場所の収容人数が不足するエリアがあることを明らかにした。また、対象地域の長期湛水する可能性のあるエリアには工業地域も存在した。そのような地域では、津波からの避難の後、長期湛水で逃げ場のない状況下で、津波火災が発生する可能性もあると考えられる。

Key Words : tsunami, evacuation, , long term flooding, Nankai Trough Earthquake

1. 序論

近い将来、南海トラフ地震が発生することが危惧されている。科学的に想定される最大クラスの南海トラフ地震が発生した場合、静岡県から宮崎県の沿岸地域で、震度6~7の揺れが発生するとともに、10mを超える津波が襲来することが想定されており¹⁾、各地で津波避難対策が進められている。

津波からの避難は、地震を感じたら直ちに海や川から離れ、想定浸水域外や高台等の高所へ移動することが基本となる²⁾。また、津波が到達するまでに安全な場所へ移動できない場合は、津波避難ビル・タワーといった施設への垂直避難が必要となる場合もある。

一方で、南海トラフ地震では巨大な揺れや津波の浸水だけではなく、地震に伴う広い範囲での地殻変動による地盤の隆起や地盤沈降が発生することも想定されている³⁾。そして、地盤沈降によってゼロメートル地帯が拡大し、津波により浸水した海水がそのまま陸地に残り続ける長期湛水による被害地域も拡大することが指摘されている⁴⁾。

東北地方太平洋沖地震においても、地盤沈降に伴う長期湛水被害が発生している。例えば、宮城県沿岸部では海拔0m以下の面積が3.4倍に増加しており⁵⁾、宮城県亶理町の荒浜小学校では約850人が2日間にわたって孤立している⁶⁾。亶理町の事例からもわかる通り、長期湛水は津波から避難した後の住民をさらに命の危険にさらす可能性のある現象であり、津波からの避難する場合の長期湛水の影響について検討する必要があると考えられる。

津波浸水後の長期湛水の先行研究として、牧ら⁸⁾は高知市を対象に、津波浸水後の長期湛水の被害について分析し、対応課題の検討を行っている。また、高知市では2019年に長期湛水エリアに取り残された住民の救出計画を作成している。該計画の中では、長期湛水による救助救出対象者は28万人であり、全員を救出するには21日かかるという推計値を公表している⁹⁾。

津波からの避難に関する既往研究として、筆者らは浸水域からの早期脱出を優先した避難方法の検討¹⁰⁾や、避難場所の収容人数を考慮した避難方法の検討¹¹⁾、負傷の有無を考慮した津波避難場所選択について検討¹²⁾している。しかし、これまでの津波からの避難に関する既往研究で、津波浸水後の長期湛水の影響について分析した事例は少なく、研究の蓄積が必要であると考えられる。

そこで本研究では、長期湛水が津波からの避難に与える影響を明らかにすることを目的とした。そのために、本稿では基礎的な検討として、既往研究を参考に長期湛水区域の抽出・分類し、長期湛水区域内の津波避難環境について分析した。

2. 分析方法

(1) 対象地域の概要

本研究の対象地域は、兵庫県西宮市・尼崎市である。令和2年国勢調査¹³⁾によると西宮市の人口は約48万5千人、尼崎市の人口は約45万9千人と同程度の規模の基礎自治体であり、ともに大阪湾に面している。

図-1に対象地域の南海トラフ地震による津波浸水深を

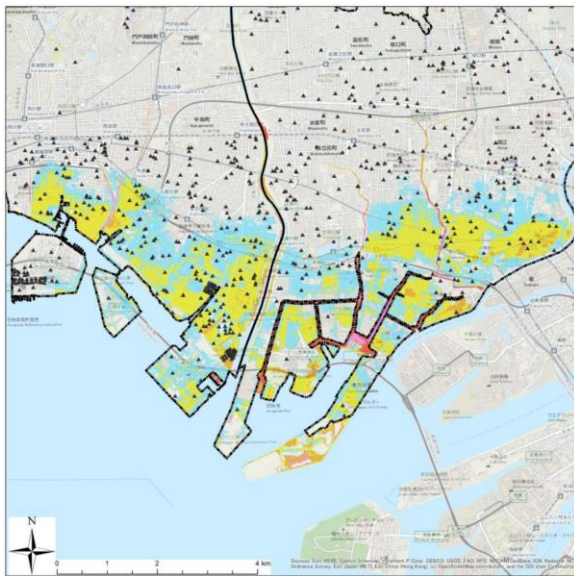


図-1 対象地域の南海トラフ地震による津波浸水深

示す。両市ともに津波の浸水深は30cm～2mである¹⁴⁾。また、対象地域の30cmの津波の到達時間は西宮市では最短で90～120分、尼崎市では一部の地域で90分未満で到達する地域も存在しているが、多くの地域で津波到達時間が120～150分となっている¹⁴⁾。

また、対象地域にはゼロメートル地帯が広く分布しており、長期湛水による被害も想定されている。表-1に兵庫県が想定する長期湛水被害の概要を示す¹⁴⁾。西宮市は湛水面積145ha、影響人口が1万9千人、尼崎市では湛水面積が477ha、影響人口が4万2千人であり、両市合わせて622haが湛水し、約6万人が影響を受ける可能性があることが想定されている。また、「兵庫県応急対応行動シナリオ[南海トラフ地震・津波]」¹⁵⁾には、発災から24～28時間後から湛水地域の孤立状況の把握と排水作業が開始、発災から48～72時間後から湛水地域での救助活動が開始と計画されている。そのため、長期湛水の可能性のある地域では少なくとも2日間は救助が来ない可能性があると考えられる。

(2) 長期湛水区域の抽出と分類

長期湛水区域を抽出にあたっては、既往研究¹⁶⁾を参考に対象地域の津波浸水域内の地盤沈降後の標高と潮位の比較から、津波浸水域内を分類した。地盤沈降後の標高と潮位の比較の際は、潮位変動の影響を考慮するために、朔望平均満潮位、平均海面、朔望平均干潮位の3種の潮位を用いた。表-2に分析に用いた両市の潮位を示す。津

波浸水域のデータは、南海トラフ巨大地震検討会で公表している「陸域における津波浸水深データ」を用いた。

表-1 対象地域の南海トラフ地震による津波浸水深

H26年兵庫県想定	西宮市	尼崎市	合計
湛水面積(ha)	145	477	622
影響人口(人) 1)	19,000	42,001	61,001

表-2 対象地域の南海トラフ地震による津波浸水深

	西宮市	尼崎市
朔望平均満潮位	T.P.+0.75m	T.P.+0.8m
平均海面	T.P.±0.0m	
朔望平均干潮位	T.P.-0.7m	

当該データは10mメッシュごとに津波浸水深や地盤沈降後の表高が格納されている。また、浸水深の算出条件は、「ケース10:「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定かつ、地震発生から3分後に堤防が破壊する」である。

(3) 長期湛水区域の津波避難環境の分析

次に前節の分析で得られた長期湛水区域内の津波避難環境について分析した。分析項目は、長期湛水区域内の用途地域の面積割合、年代別人口、津波避難場所の収容人数である。用途地域データは、国土数値情報ダウンロードサービスの兵庫県の令和元年度の用途地域を用いた。年代別人口には、統計GISの平成27年国勢調査年代別人口を用いた。津波避難場所は、それぞれの自治体でオープンデータを用いた¹⁷⁾。

3. 分析結果

(1) 長期湛水区域の抽出と分類

図-2に3種の潮位に基づいて、津波浸水域を4つの区分に分類した結果を示す。

Level3は、地盤沈降後の標高が朔望平均満潮位よりも高い地域である。この分類に属する地域は、津波浸水域内ではあるが、標高値が朔望平均満潮位より高いため、浸水後も比較的早く海水が引き長期湛水の可能性は低い地域であると考えられる。Level3の地域は、西宮市の津波浸水域の西側や、尼崎市の津波浸水域の南部に分布する結果であった。

Level2-2は、地盤沈降後の標高が朔望平均満潮位以下かつ、平均海面よりも高い地域である。またLevel2-1は地盤沈降後の標高が平均海面以下かつ、朔望平均干潮位よりも大きい地域である。この地域は、津波浸水域内で

標高値が朔望平均満潮位より低く、朔望平均干潮位より高い地域であるため、津波浸水後に湛水する可能性が高いが、潮の満ち引きによっては、湛水が解消する可能性もある地域であると考えられる。Level2-2、2-2の地域は、西宮市の津波浸水域の東部、尼崎市の津波浸水域の北部に分布する結果であった。

Level1は、地盤沈降後の標高が朔望平均干潮位以下の地域である。この地域は、津波浸水域内で標高値が朔望平均干潮位より低い地域であるため、津波浸水後に湛水する可能性が高く、潮が引いた場合でも海水が残り、湛水が長期化する可能性が高いと考えられる。図-2からLevel1の地域は、尼崎に多く分布することが見て取れる。

(2) 長期湛水区域の津波避難環境の分析

a) 用途地域の面積割合

図-3にエリアごとの用途地域の面積割合を示す。両市の各分類の用途地域の面積比を比較すると、すべてのエリアにおいて西宮市は第二種低層住居専用地域や、第一種住居地域といった住居地域の割合が高いのに対し、尼崎市では工業地域や準工業地域の割合が高いことが見て取れる。特に、尼崎市のLevel1の地域では、近隣商業地域や商業地域といった人口が集積しやすい地域も割合も高い結果であった。

b) 年代別人口

図-4に両市の分類ごとの年齢別人口を示す。図-4より、西宮市は比較的長期湛水のリスクの低いLevel3、Level2-2のエリアに人口が集中していることがわかる。一方で、尼崎市は長期湛水のリスクが高い分類の方へ人口が集中していることがわかる。

c) 津波避難場所の収容人数

図-5に両市のエリアごとの津波避難場所の合計収容人数を示す。グラフ上部のラベルは合計収容人数に対するそれぞれの分類の合計人口の比を示している。両市ともに長期湛水の危険のあるLevel1、Level2-1の地域で津波避難場所の収容人数が不足していることがわかる。特に尼崎市ではその傾向が顕著であることがわかる。一方で長期湛水のリスクの低いLevel3や浸水域外の地域では、津波避難場所の収容人数に余裕がある結果となった。

4. 考察

分析の結果、尼崎市の津波浸水域内には工業地域・準工業地域が多く分布していた。尼崎市内の朔望平均干潮位よりも標高値が低いエリアは、商業用地などが分布しており、人口が集積する地域であった。西宮市では、湛水する可能性のある地域に第2種低層住宅などの住居系の用地が多く分布しており、人口が集中している地区で

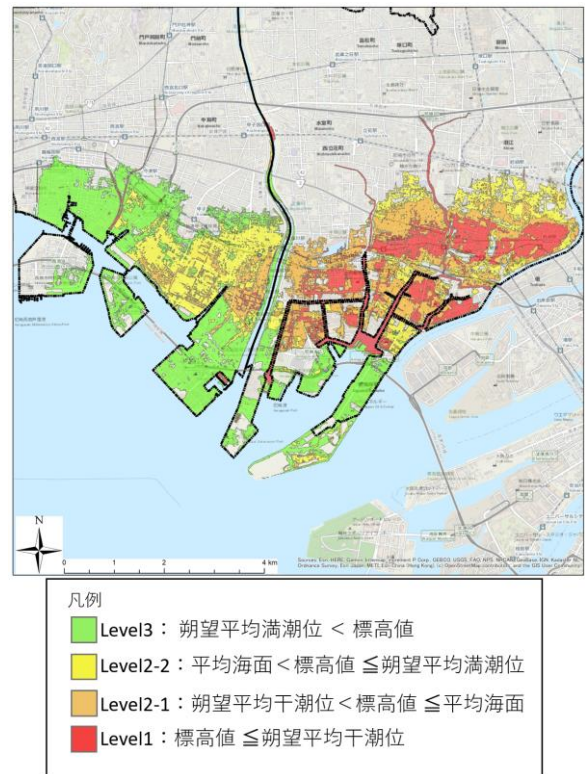


図-2 標高と潮位による津波浸水域の分類結果

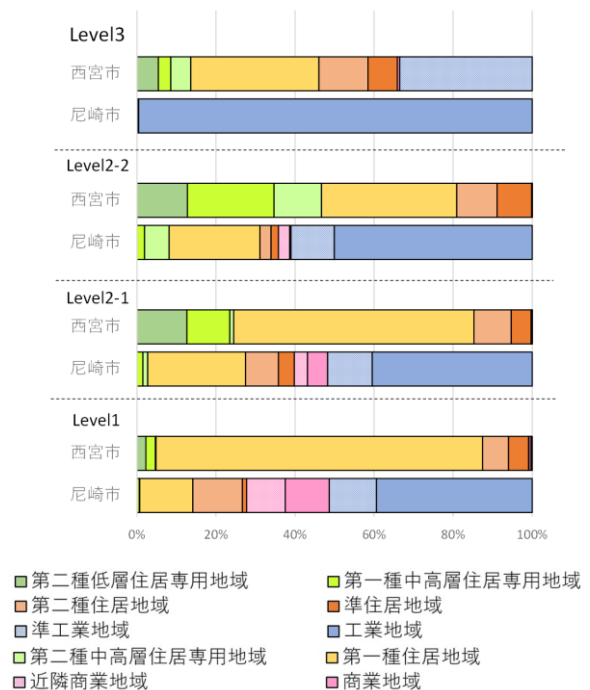


図-3 エリアごとの用途地域の面積割合

あった。両市ともに人口が集積する場所で長期湛水する可能性があるが、用途地域の種別の違いから、それぞれの市で地域内の特徴が異なると考えられる。

特に尼崎市は工業系用地が多く分布しているため、地震直後から火災の危険もあり、津波からの避難を阻害する要因になると考えられる。また、長期湛水後の津波火

災が発生する危険もある。また、尼崎市では、湛水する可能性のあるエリア内の人口に対して当該エリア内の避難場所の合計収容人数が不足していた。そのため、長期湛水する可能性のあるエリアでは、近くの避難場所へ

避難時の長期湛水をより詳細に検討することが挙げられる。

補注

- (1) 津波浸水断層モデルを、ケース10「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定、堤防等の条件を、地震発生から3分後に堤防が破壊するとした場合の浸水深と津波到達時間である。
- (2) 西宮市は、同市のオープンデータから避難場所一覧のデータの中でも避難場所の災害種別が「津波」とされているものを使用した。尼崎市は、同市のオープンデータである津波一時避難場所一覧を使用した。

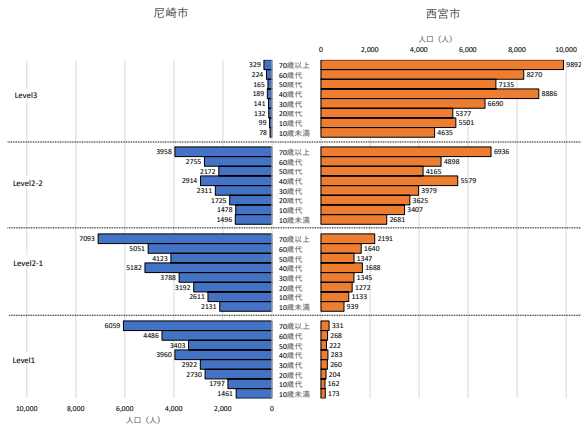


図-4 エリアごとの年代別人口

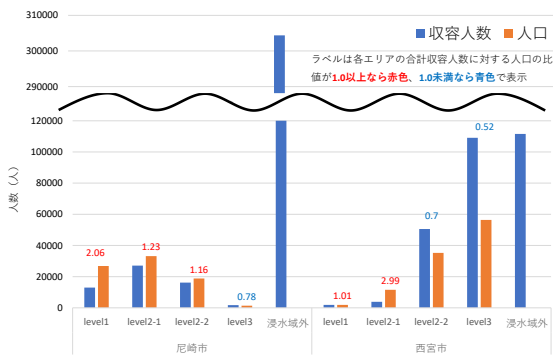


図-5 エリアごとの津波避難場所の合計収容人数

避難しようとする時、収容人数の超過によって、避難場所へ入れない可能性があり、避難が遅くなる危険性が考えられる。

5. 結論

本稿では、長期湛水が津波からの避難に与える影響を明らかにするために、既往研究を参考に兵庫県西宮市・尼崎市の津波浸水区域の分類し、長期湛水の可能性がある地域を明らかにするとともに、長期湛水区域内の津波避難環境について分析をした。分析の結果、湛水する可能性のあるエリアに人口が集積していること、地震直後や湛水後に火災の危険性があること、避難場所の収容人数が不足するエリアがあることを明らかにした。今後の課題としては、津波到達時間の早い地域も分析対象として、避難場所へのアクセス性の分析を行い、津波

参考文献

- 1) 気象庁：南海トラフ地震で想定される震度や津波の高さ， <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/assumption.html>. (最終閲覧日：2022年1月20日)
- 2) 内閣府：特集 津波について知ろう， http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h22/05/special_01.html. (最終閲覧日：2022年1月20日)
- 3) 国土交通省：6. 津波から身を守るにはどうすればいいの？， https://www.mlit.go.jp/river/kaigan/main/kaigandukuri/tsunamibousai/06/index6_1.htm. (最終閲覧日：2022年1月20日)
- 4) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）津波断層モデル編－津波断層モデルと津波高・浸水域等について－，2012.
- 5) 内閣府：資料2－1 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）～施設等の被害【被害の様相】～，2013.
- 6) 国土交通省：【記者発表】宮城県沿岸部における地震に伴う地盤沈下について，2011.
- 7) 亙理町：亙理町東日本大震災活動等記録集，2013.
- 8) 牧紀男，陳海立，馬場俊孝，澤田雅浩，鈴木進吾，佐藤栄治，能島暢呂：長期湛水被害からの災害対応，復旧対策の基礎的検討，pp.195-202，地域安全学会論文集13巻，2010.
- 9) 高知市：高知市救助救出計画基本方針，2019.
- 10) 佐藤 史弥，南 正昭，谷本 真佑：津波浸水域の脱出に着目した津波避難に関する研究，p.241_251，土木学会論文集 D3（土木計画学），73巻，5号，2017.
- 11) 佐藤 史弥，谷本 真佑，南 正昭：避難場所の累積収容人数を考慮した津波避難計画に関する研究，p.315_325，土木学会論文集 D3（土木計画学），74巻，5号，2019.
- 12) 兵庫県：令和2年国勢調査人口等基本集計結果（確定値）， https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk11/kokucho_kakuho.html，2021. (最終閲覧日：2022年1月20日)
- 13) 兵庫県：兵庫県南海トラフ巨大地震・津波被害想定，2014.
- 14) 兵庫県：兵庫県応急対応行動シナリオ[南海トラフ地震・津波]，2017.

- 15) 高知県：南海地震長期浸水対策検討結果，2013.