津波に対する住民の主観的な防災意識と物理的なリスクのギャップ可視化に関する研究

松本亜玖亜*・秋山祐樹・小久保賢人*****

A Study on Visualizing the Discrepancy Between Residents' Perceived Disaster Preparedness and Physical Tsunami Risk

Akua Matsumoto*, Yuki Akiyama**, Kento Kokubo***

Abstract: This study aims to visualize the gap between residents' subjective awareness of tsunamis and the objective physical risks of tsunami damage. Using the nationwide "Sumikokochi Data" survey, we quantified disaster awareness at the oaza level through the item "lack of concern about tsunamis." Physical risks were assessed by combining inundation hazard maps with building polygon data, estimating structural attributes (wooden or non-wooden) and calculating damage rates. By integrating both datasets, we analyzed Tokai and Setouchi regions. Results revealed that awareness is generally high along the Pacific coast, yet some areas remain vulnerable where risk is high but awareness low. In the Seto Inland Sea region, risk is usually lower, but local hotspots of high vulnerability were also identified. Future work will incorporate demographic attributes to achieve multi-axis evaluations and refine regional assessments for tsunami risk reduction.

Keywords: 津波（tsunami），防災意識（disaster awareness），物理的リスク（physical risk），ギャップ可視化（discrepancy visualization），地域分析（regional analysis）

１．はじめに

津波は，地震や火山活動に伴い発生し，沿岸地域に甚大な被害を引き起こす災害である．近年においても，2004 年のスマトラ島沖地震や，2011 年の東日本大震災など大規模な津波災害が発生した例が挙げられる．スマトラ島沖地震に伴う津波はインドネシアのみならず，タイやマレーシア，さらにはアフリカ大陸まで到達し，30 万人以上が犠牲となった（内閣府，2005）．また，東日本大震災では，岩手県，宮城県，福島県を中心とした太平洋沿岸に巨大な津波が襲来し，約 2 万人が犠牲となるとともに，住宅被害は全壊・半壊・一部損壊を合わせて約 115 万棟と甚大な被害となった（国土交通省，2021）．

これまでに津波被害の軽減に向けて，ハード面（例：防波堤，防潮林の増強，津波避難タワーの建設など）とソフト面（例：避難計画の高度な整備，津波の早期警報システムの導入）両面からのインフラ整備が行われてきた．しかし，上述した両災害では，近代的なインフラが整備された地域でさえ，津波による甚大な人的被害を防ぐことができず，いかに技術が進化しても，自然災害の脅威を完全には防ぎきれない現実を人類に突きつけた．これらの経験から，近代的なインフラ整備のみでは十分な防災対応ができないという教訓を得た．そのため，両災害を契機に津波による被害リスクを軽減するために，物理的なインフラの強化だけではなく，住民一人ひとりの防災意識の向上が求められるようになった（Kitagawa, 2019）．そこで，津波のリスクが高い地域における，住民の津波に対する防災意識の高さを把握することが，人的被害を最小限に抑える上で極めて重要だといえる（Puspitasari et al., 2019）．以上を踏まえると，津波による人的被害を最小限に抑えるためには，住民の防災意識の実態を把握し，それを物理的な被害リスクと照らし合わせることが不可欠である．すなわち，住民が抱く主観的な安全意識と，実際に想定される津波被害リスクとの間に存在するギャップを明らかにすることが，地域防災の脆弱性を把握する上で重要な課題となる．

そこで本研究では，全国規模の住民アンケート調査から得られたデータを用いて，津波に対する防災意識を広域的に把握するとともに，津波浸水による建物被害という定量的・物理的リスクを推定し，その両者を統合的に分析する．

*　学生会員　東京都市大学建築都市デザイン学部（Tokyo City University）
〒158-0087　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　E-mail：g2232090@tcu.ac.jp
**　正会員　東京都市大学建築都市デザイン学部（Tokyo City University）
〒158-0087　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　E-mail：akiyamay@tcu.ac.jp
*** 学生会員　東京都市大学大学院総合理工学研究科（Tokyo City University）
〒158-0087　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　E-mail：g2481618@tcu.ac.jp

そして，図 1 の象限④のように，住民の津波に対する防災意識と想定される津波被害という物理的リスクの間にギャップを有する地域を抽出し，防災上の弱点となる地域の分布を明らかにする手法を提案する．

２．手法

２．１　研究対象地域

本研究では，南海トラフ巨大地震を想定して，以下の 2 つの地域を研究対象地域と設定した．まず，太平洋に面した地域で同地震の震源域に近く，同地震に伴う津波による被害が大きくなることが予測され，住民の防災意識も比較的高いことが期待される静岡県，愛知県，三重県（以下「東海 3 県」）である．一方，震源域から遠く，太平洋に直接面しておらず，住民の防災意識が東海 3 県に比べて低いながらも，同地震に伴う津波の被害が予想されている地域である兵庫県，岡山県（以下「瀬戸内 2 県」）である．

２．２　分析用データの作成

２．２．１　津波防災意識データ

本研究では，住民の津波に対する防災意識を把握するために，大東建託株式会社によって実施された，大規模アンケート調査の結果（以下「住みここちデータ」）を使用した（大東建託，2023）．同データは，全国 47 都道府県に居住する 20 歳以上の男女を対象に実施されており，2023 年時点までに約 80 万人の回答を得ている．

住みここちデータの最大の特徴は，住民の複数の主観的な評価に基づく情報が収集されている点である．この主観的情報の中には，「津波の心配のなさ」という形で，住民の津波に対する危機意識という主観的評価が大字単位で収録されている．本研究ではこの「津波の心配のなさ」という項目から住民の津波に対する防災意識を定量化した．同データは個々の住民が津波の心配のなさに対して「大変満足している」，「満足している」，「どちらでもない」，「不満である」，「大変不満である」の 5 段階で評価を行っている．そこで，それぞれの評価を 0～4 点に定量化し，大字ごとに評価点を集計して平均値を算出することで，大字単位の住民の津波に対する防災意識の高さを定量化し，評価可能なデータを作成した．なお，中山間地域など人口が希薄で回答結果が未収録の大字は評価の対象外とした．

また，後述の津波の物理的なリスクに関するデータと空間結合を行うために，大字単位のポリゴンデータ（以下「大字ポリゴンデータ」）を整備した．大字ポリゴンデータは無償では公開されていないため，2020 年の国勢調査町丁・字等境界データ（総務省統計局，2020）をもとに大字ポリゴンデータを作成した．これにより，日本全土の住民の津波に対する防災意識の高さを大字単位で評価および可視化することが可能となった．本研究では同データを「津波防災意識データ」と呼ぶ．

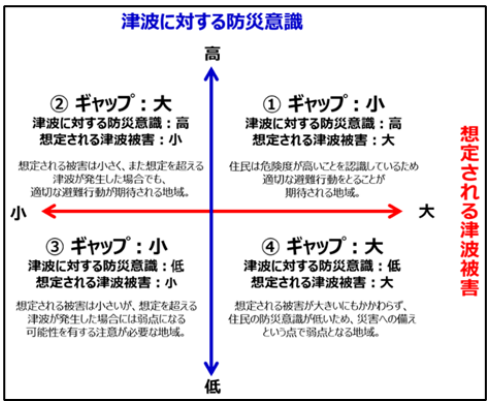


図 1　津波に対する防災意識（縦軸）と想定される津波被害（横軸）のギャップ分類

２．２．２　物理的津波リスクデータ

本研究では，まず日本の各都道府県から提供された津波シミュレーションを基に作成された津波浸水想定データ（国土交通省，2016，2022）を用いて，想定される津波の浸水域と，浸水域における最大浸水深のポリゴンデータを取得した．次に，津波浸水による建物被害を評価するため，2020 年の住宅地図（株式会社ゼンリン）から建物ポリゴンデータを取得し，建物分布を把握した．そして，これら二つのデータセットを空間的に結合することで，個々の建物に最大浸水深を付与した．なお，住宅地図には建物ごとの用途が付与されており，本研究ではその属性情報を用いて戸建て住宅のみを抽出した．分析対象を戸建て住宅に限定した理由は，第一に，戸建て住宅の数が他の用途の建物と比べて圧倒的に多いこと，第二に，実際に住民が居住する建物であること，そして第三に，津波により流失や倒壊といった甚大な被害を最も受けやすい建物用途であることによる．

続いて，Takeda et al. (2022)の手法を用いて，個々の戸建て住宅に木造・非木造の 2 クラスに分類した建物構造の推定値を付与した．なお，建物の状態について，津波によって避難が困難な状況といえる中波（柱と壁の一部は残っている）を基準に考え，木造家屋は浸水深が 1m 以上，非木造家屋は 2m 以上から中破以上の被害になることから（国土交通省，2005），最大浸水深が 1m 以上の木造住宅と，2m 以上の非木造住宅を津波による深刻な被害が想定される建物と判定した．そして，大字ごとにその大字内の建物数と被害建物数を集計し，建物被害率を算出した．

最後に，同データと大字ポリゴンデータを空間結合し，大字単位の津波によって浸水被害を受けると想定される建物割合の可視化が可能なデータを作成した．本研究では同データを「物理的津波リスクデータ」と呼ぶ．

２．２．３　津波防災意識データと物理的津波リスクデータの統合

最後に２．２．１で作成した津波防災意識データと，２．２．２で作成した物理的津波リスクデータを統合し，図 1

に示す分類ができるようにデータを整理した. 具体的には, 津波に対する防災意識の平均値が 0~2 点を「防災意識低」, 2~4 点を「防災意識高」とし, 想定される津波被害率が 0~50%を「物理的被害小」, 50~100%を「物理的被害大」として, 分析対象となる全ての大字を図 1 に示す 4 つの象限に分類した.

３．結果と考察

３.１　津波に対する防災意識の評価

図 2, 図 3 に東海 3 県と瀬戸内 2 県の大字単位の津波に対する住民の防災意識の高さを示す. 図 2 より, 東海 3 県では太平洋沿岸の地域であるほど防災意識が高く, 内陸の地域では防災意識が低くなる傾向が見られた. また, 太平洋沿岸だけではなく, 太平洋に直接面していない伊勢湾沿岸や伊勢湾から離れた内陸の地域でも防災意識が高い地域が広く分布していた. これらの地域において防災意識が高い理由として, 海抜が低い平野が内陸部まで続いていることや, 川幅が広く津波の遡上が予想される河川が分布しているという地理的特徴, また過去の伊勢湾台風 (1959 年) や木曽川流域などにおける洪水被害といった津波以外の水害について住民が認識しているためだと考えられる.

一方, 図 3 より, 瀬戸内 2 県では東海 3 県と比較して全体的に防災意識が低く, 瀬戸内海沿岸でも防災意識が最も高いクラスに分類された地域はほとんど見られなかった. また, 一部の地域では瀬戸内海沿岸であるにもかかわらず防災意識が低い地域も見られた. 防災意識が低い理由として, 瀬戸内海は内海であることから太平洋側から侵入する津波の直接的な影響が小さいと認識している住民が多いことや, 過去の津波被害の記録が少ないことなどが理由であると考えられる.

以上より, 過去に大規模な津波や水害を経験していたり, 実際に津波の影響を受けやすい地域であるほど防災意識が高いことが明らかとなった.

３.２　物理的な津波リスクの評価

図 4, 図 5 に東海 3 県と瀬戸内 2 県の大字単位の津波による建物被害率を示す. 図 4 より, 東海 3 県では被害が大きくなると想定される太平洋沿岸の地域で物理的リスクが高い地域が連続的に分布することが分かった. また, 伊勢湾周辺では内陸の地域でも物理的リスクが高い地域が見られた. これらの地域は濃尾平野や伊勢平野の低平地にあたる. また, 濃尾平野では木曽三川, 伊勢平野では鈴鹿川や櫛田川などの大河も分布し, これらの河川に沿って津波が遡上し, 内陸においても浸水が拡大することが原因であると考えられる.

一方, 図 5 より瀬戸内 2 県では瀬戸内海沿岸をはじめ, ほとんどの地域で物理的リスクが低いことが分かった. しかし, 淡路島の南あわじ市や岡山県の児島湾周辺などの一部地域では物理的リスクが高い地域が見られた. 南あわじ市は紀伊水道や鳴門海峡に面しており, 南海トラフ巨大地震による津波が太平洋から直接押し寄せる可能性が高く, 特に海岸線が複雑で入り江や湾奥部では津波の増幅や遡上効果が強く働くことが原因だと考えられる.

以上のことから, 物理的リスクは東海 3 県の太平洋沿岸の方が瀬戸内 2 県の瀬戸内海沿岸に比べて大きくなる傾向があるものの, 瀬戸内海沿岸でも物理的リスクが局所的に大きくなる地域が存在することが明らかとなった.

３.３　防災意識と物理的リスクのギャップの把握

最後に３．１と３．２で得られたデータを用いて, 図 6, 図 7 に東海 3 県と瀬戸内 2 県の防災意識と物理的リスクのギャップを図 1 に示す 4 分類で可視化した結果を示す. 図 6 より, 東海 3 県では太平洋沿岸や, 伊勢湾沿岸およびその内陸の多くの地域で①, ②に分類されることが分かった. また, 伊勢湾付近の内陸の地域においても, 防災意識が高い地域が多く, 適切な避難行動をとれる可能性が高いものと期待される地域であることが分かった. しかし, 太平洋沿岸であっても, 一部地域では③や④に分類される地域が見られた. 特に④の地域は津波のリスクが高いにもかかわらず防災意識が低いという, 発災時に最も弱点となる地域である. また, ③の地域は津波のリスクは低いと評価されているものの, 東日本大震災にみられたような, いわゆる「想定外」な規模の津波が発生した際には避難行動の遅れから被害が拡大する可能性を有する地域であるといえる.

一方, 図 7 より瀬戸内 2 県では多くの瀬戸内海沿岸地域が②に分類されていることが分かった. また, リスクが高いと想定されている南あわじ市の沿岸地域においても, 防災意識が高いことが分かった. しかし, 児島湾沿岸の一部地域では④の地域が見られ, 瀬戸内 2 県の中でも防災上最も弱点となる地域であることが明らかとなった.

以上のことから, 南海トラフ巨大地震に伴う津波被害が大きいと想定されている太平洋沿岸においても, 一部の地域では③や④に分類される防災上弱点となる地域が存在するため, 物理的インフラの強化に加えて, 過去の災害の伝承などによる住民の防災意識の向上や, 避難訓練の定期的な実施といった対策が急務であると言える. また, 比較的被害が小さいとされる瀬戸内海沿岸においても, ③や④に分類される地域が存在するため, これらの地域においても定期的に避難訓練を行うなど, 想定外の事態に備える必要がある.

４．おわりに

本研究では, 住民の津波に対する防災意識と, 想定される物理的津波リスクを大字単位で把握し, 両者のギャップを可視化することで, 防災上の弱点となる地域の分布を明

らかにした．この成果により，地域ごとの防災上の脆弱性を客観的に把握する手法の有効性を示すことができた．

本研究では，３．３でソフト面での対策として防災意識の向上の必要性を指摘したが，ハード面での対策として木造住宅の非木造化など物理的な耐災性向上も効果的な対策であると期待される．また，戸建て住宅は住民自身が管理する場合が多いため，住民の防災意識が向上すれば，結果的に住宅の耐震化が推進され，物理的リスクの低減にもつながり，人的被害の軽減に寄与することが期待される．

今後は，防災意識と物理的リスクの 2 軸に加え，人口属性，とりわけ高齢者や子ども，妊婦など避難行動に困難が伴うと想定される人々の分布を考慮した多次元的な評価を行う予定である．こうした要素を統合したより精緻なリスク評価を通じて，実際の津波被害において防災上の弱点となる地域をより明確に抽出することを目指す．

謝辞

本研究は大東建託株式会社との共同研究に伴い，大東建託株式会社が保有する「住みここちデータ」の提供を受けることで実現した．さらに，本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1049 の成果の一部でもある．ここに記して謝意を表したい．

参考文献

国土交通省（2005）津波被害予測手法について．<https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/past_shinngikai/kaigandukuri/gijutsu-kondan/tsunami/shiryou01.pdf?utm_source=chatgpt.com>.

国土交通省（2021）国土交通白書 2021．<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r02/hakusho/r03/html/n1123000.html>.

内閣府（2005）1-2　インドネシア・スマトラ島沖大規模地震及びインド洋津波．<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h17/bousai2005/html/honmon/hm140102.htm>.

Kitagawa, K. (2019). Co-Constructing a Narrative of 'Never Give Up' in Preparing for a Mega-Tsunami: An Exemplar of 'All-Of-Society Engagement'? “*Geosciences*,”9(12), 486.

Puspitasari, D., Oktari, R. S., Munadi, K., & Shaw, R. (2019). Social participation and disaster risk reduction behaviors in tsunami-prone areas: A case study in Southern Thailand. “*PLOS ONE*,” 14(6), e0217326.

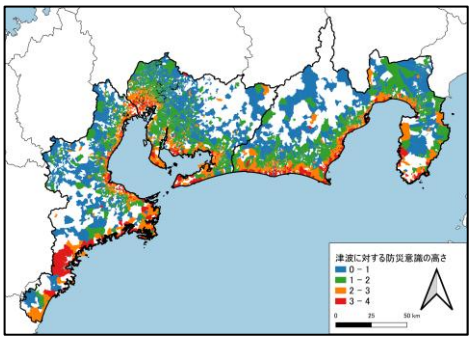


図 2　東海 3 県における住民の防災意識の高さ

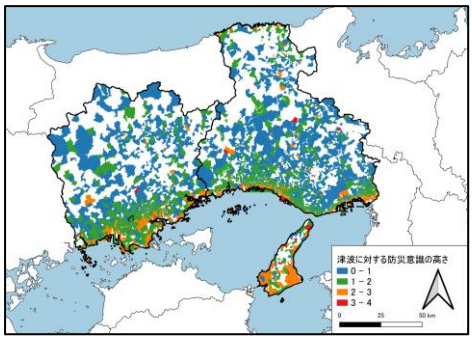


図 3　瀬戸内 2 県における住民の防災意識の高さ

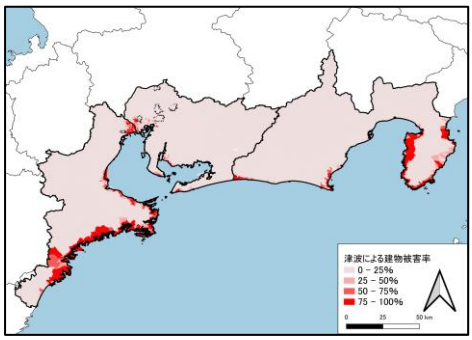


図 4　東海 3 県における建物被害率

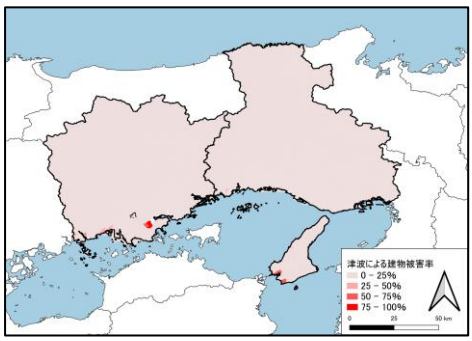


図 5　瀬戸内 2 県における建物被害率

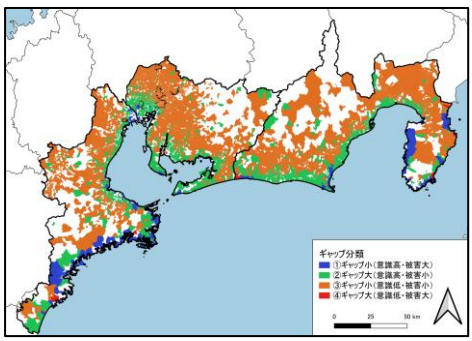


図 6　東海 3 県におけるギャップ分類

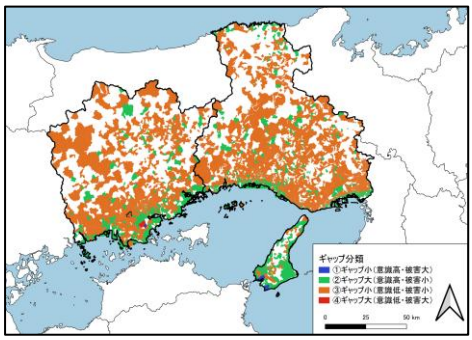


図 7　瀬戸内 2 県におけるギャップ分類