

大規模水害時の適切な 避難場所選定に関する基礎的研究 ～複数の想定破堤点を考慮して～

長木 雄大¹・森崎 裕磨²・藤生 慎³・高山 純一⁴・
柳原 清子⁵・西野 辰哉⁶・寒河江 雅彦⁷・佐無田 光⁸・平子 紘平⁹

¹学生会員 金沢大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: kazuhiko618@stu.kanazawa-u.ac.jp

²学生会員 金沢大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: yki20@stu.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学准教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

⁴フェロー 金沢大学名誉教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁵非会員 金沢大学准教授 医薬保健研究域保健学系 (〒920-1192 石川県金沢市小立野5-11-80)
E-mail: kyana@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp

⁶正会員 金沢大学准教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: tan378@se.kanazawa-u.ac.jp

⁷非会員 金沢大学教授 人間社会研究域経済学経営学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: sagae.masahiko@gmail.com

⁸非会員 金沢大学教授 人間社会研究域経済学経営学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: samuta@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁹正会員 金沢大学特任助教 先端科学・イノベーション推進機構 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: hirako@staff.kanazawa-u.ac.jp.

近年、日本で頻発する大規模災害において、避難行動要支援者の被害が甚大である。特に高齢者をはじめとした避難行動要支援者の被害が著しい。水害は災害の進行速度が比較的緩やかであるため、被害が拡大する前の早期避難が実現すれば人的被害を大幅に軽減することが可能である。指定されている避難所が浸水するといった課題が挙げられている。そこで本分析では、石川県小松市梯川における複数の想定破堤点から氾濫した際のケーススタディとして、避難所選定を行った。また、同時に被害の6割以上を占める避難行動要支援者の詳細な把握も行った。その結果、石川県小松市を流れる梯川の海岸より5km左岸地点付近が破堤した際に、河川近隣の避難所が少なく、またその避難所も1階部分は水没する危険性があることを明らかにできた。

Key Words : flood damage, shelter, inundation area, some breakwater points

1. はじめに

(1) 本研究の背景

我が国は、その地理的特性から、自然災害が頻発する特徴を有しており、災害から命を守るための避難場所の確保は大きな課題である¹⁾。近年、北海道胆振東部地震

を始め、平成30年7月豪雨や平成29年九州豪雨など大規模な災害が多発している。自然災害の中でも、突発的に発生する地震災害とは異なり、水害は各種観測情報をもとに、その後の進展をある程度推測することができ、避難情報提供など対策を講じる時間的猶予がある場合も少なくない。このように水害は災害の進行速度が比較的

緩やかであるため、被害が拡大する前の早期避難が実現できれば、人的被害を最小限に抑えることが可能であると考えられる。しかし、平成 30 年 7 月豪雨において死者 237 人、行方不明者 8 人、負傷者 432 人も犠牲者が報告されている²⁾。また、犠牲者のうち 7 割超が 60 歳以上とも報告されている³⁾。特に被害の大きかった岡山県倉敷市真備町地区では、最初の堤防決壊が確認される 4 分前に避難指示が発令され、降雨のピークが夜から未明だったことも重なり、多くの住民が逃げ遅れ犠牲となった³⁾。結果として 2018 年 7 月 26 日時点で市が身元を確認した死者 50 名のうち 42 名が避難行動要支援者名簿に記載されていたという報告もなされている⁴⁾。健常者と比較し災害時の状況把握や避難行動が困難である高齢者を初めとした避難行動要支援者に対する避難支援、対応に課題が存在することが浮き彫りとなった事例である。

さらに、平成 27 年 9 月の関東・東北豪雨による水害においても、水害に対する適切な指定緊急避難場所の指定が進んでいない事例が見受けられた。その後、平成 28 年に実施した「今後の水害及び土砂災害に備えた地域の防災体制の再点検について」による点検結果では、約 7 割の市町村で、土砂災害・水害に対する指定緊急避難場所の全て又は一部を指定済みであるとの結果が示された一方、「浸水想定区域や土砂災害警戒区域が設定されてから、指定緊急避難場所を指定することを予定している」という回答や「地域の大部分が浸水想定区域となっており、避難場所として適当な建物も少ないため、指定が進んでいない」と回答した市町村も存在した。また、指定緊急避難場所として指定されていた施設が浸水被害を受けるなどの事例が確認されており、避難所の選定に課題が残っている⁵⁾。

以上より、水害という災害の特性を考慮すると、的確な避難支援、避難計画が整備されていれば、犠牲者を最小限に抑えることが可能である。また、避難行動要支援者が地域に存在する数と想定破堤点ごとによる適切な避難場所の選定は重要である。

(2) 本研究の目的

本研究では、複数の想定破堤点からの外水氾濫時において、適切な避難場所の選定を行うものである。その際に、避難場所の想定深水深だけでなく、避難により多くの時間を要する避難行動要支援者の居住の有無も考慮することでより精緻な避難所の選定を行う。

避難行動要支援者ごとに必要とする避難支援は異なると推測できるため、属性別の避難行動要支援者の算出が重要である。本研究において、避難行動要支援者は 4 章に詳細に記述するが、要支援者名簿に記載されている人だけでなく、災害時に自力避難が困難と考えられる人も避難行動要支援者と定義する。そのため、要支援者名簿

ではなく、医療ビッグデータである国民健康保険データを用いる。本データは町字単位での避難行動要支援者の把握が可能であるため、以降の分析において、避難行動要支援者の把握、算出は全て町字単位の把握とする。

研究で分析対象とする避難行動要支援者は、発災後の避難行動において困難を極めると考えられる者を対象とする。分析対象者の詳細な設定については後述するが、本研究においては、自力での避難が確実に困難である高齢者の中でも、要介護認定者や 85 歳以上の者といった、特に避難が困難であると考えられる属性の者を対象とした。

2. 既往研究

本章では、水害時における被災実態、避難意識に着目した研究と、外水氾濫を想定した水害時における被災者の推計に着目した研究の 2 つの視点から既往研究の整理を行う。

(1) 水害時における被災実態、避難意識に関する研究

これまで、水害時における被災実態、避難意識に着目した研究については多くの蓄積がなされている。

町田ら⁶⁾は、対象地域の人口統計データ及び将来人口推計データをもとに過去人口、現在人口、将来人口という次第に高齢化率が高くなっていく各々の年齢人口構成比に基づく避難シミュレーションを行い、一定の浸水条件および避難シナリオのもと高齢化率の高まりによる人的被害の程度を定量的に評価した。

及川・片岡⁷⁾は、住民の持つ様々な災害知識が、災害意識の形成を介して、洪水時の住民の対応行動に与える影響を明らかにすることを目的とし、種々の災害知識の中でも住民の持つ過去の洪水経験を取り上げ、住民の洪水経験が、災害意識を介して洪水発生時の避難行動に与える影響の構造を分析した。

片田ら⁸⁾は、住民個人の災害意識の変化を介して、河川洪水時における様々な対応行動の形成に影響を及ぼしていると考え、個々の住民が過去に経験した水害に着目し、その水害経験の形態の違いが、河川洪水時の避難行動の意思決定プロセスに与える影響分析を行った。

(2) 外水氾濫を想定した被災者の推計に関する研究

森崎ら⁹⁾は、小松市梯川における外水氾濫時を想定した際に CWAP (Children, Women, Aged person, Poor people) 等の避難行動要支援者がどのような状況下に陥るのか、身体的特性別に状況把握を行うことで、乳幼児や要介護認定者、85 歳以上の高齢者といった属性別の避難行動要支援者がどのような浸水想定に何人程度見舞われるかを

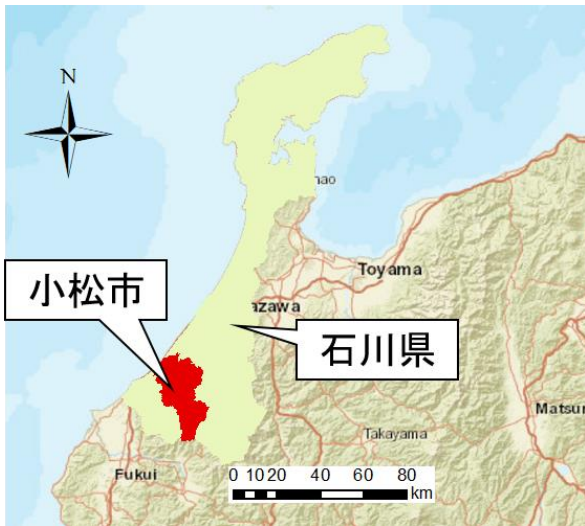
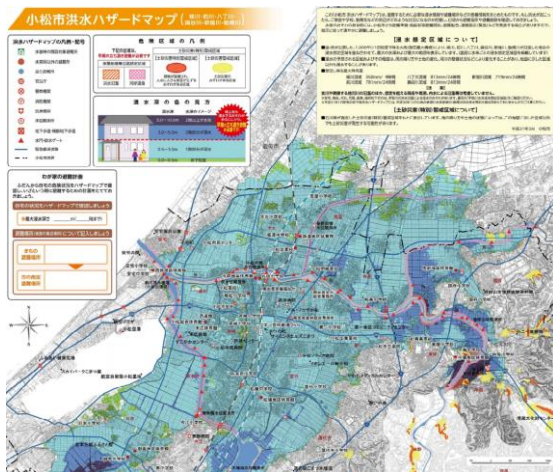


図-1 分析対象地域

図-2 梯川のハザードマップ¹³⁾

面積按分を用いて推定し、被災実態を明らかとした。

(3) 既往研究を踏まえた本研究の位置づけ

本研究は、複数の想定破堤点に着目し、破堤点ごとの適切な避難場所を明らかにするものである。避難場所の想定浸水深だけの評価でなく、避難により多くの時間を要する避難行動要支援者の居住人数等の指標も評価項目に入れることでより精緻な避難場所の選定を行った。

(1)の既往研究では、避難行動、被災実態、被害の推定を行う際に、高齢者を対象としているが、対象者の詳細な属性を考慮していない。また(2)の既往研究では、分析対象を緻密にし被災する可能性を持つ避難行動要支援者数を推計していたが、避難場所選定についての論述はない。本研究は、特に詳細な避難行動要支援者の把握と、避難場所に着目したことに大きな新規性があると考えられる。

3. 分析対象地・石川県小松市について

(1) 石川県小松市の概要

本研究における分析対象地は、石川県小松市とする。石川県小松市は、石川県の南部に位置し、平成 30 年 1 月における人口は、108358 人、面積 371.05km¹⁰⁾の石川県西南部の中核を担う地域である。また、75 歳以上の居住者は 14815 人である¹¹⁾。石川県小松市の位置を図-1 に示す。

(2) 対象河川の設定と氾濫時の浸水想定

本研究では、分析対象地である石川県小松市内に存在する一級河川である梯川の外水氾濫時を想定する。梯川は2013年7月の大雨で計画高水位に達したこともあり、氾濫の危険性が考えられる¹²⁾。また河川南部に市街地が広がっている為、多くの避難行動要支援者が生活していることもあり、氾濫した場合の影響が大きい河川であると考えられるため分析対象河川とした。想定には、国土交通省が管理している「平成27年梯川浸水想定電子化データ」を用いる。本データは25mメッシュ単位のデータであり、ある破堤点が決壊した直後から約三日後までの浸水深、流速等の氾濫後の時系列変化を詳細に把握できるデータである。また、破堤点からの外水氾濫だけでなく、支流の外水氾濫の状況も考慮されている。梯川の水防計画では80地点が決壊点とされているが、本分析ではその中でも、市街地が広がり、多くの居住者が存在することから、多くの被害が発生する可能性のあると考えられる「河口より5km左岸地点」を中心とした、任意の破堤点を分析対象破堤点に設定した。図-2に、梯川におけるハザードマップ¹³⁾を示す。ハザードマップより、小松市の多くは1.0m未満の浸水想定であることがわかる。

4. 使用するデータの概要と本研究における避難行動要支援者の算出

本章では、避難行動要支援者の町字単位の算出を行う際に使用するデータの概要と、分析対象者の設定、それらのデータを用いて避難行動要支援者を算出した結果を示す。

(1) 使用データの概要と分析対象者

分析対象者を町字別に把握する為、国民健康保険データを用いた。国民健康保険データは各自治体が管理し、要介護度や疾患等の患者の詳細なデータが記載されている医療ビッグデータである。本研究の分析には石川県小松市の後期高齢者を対象とした国民健康保険データのうち「厚生労働省様式(1-1)」、「要介護(支援)者突合状況」と「被保険者管理台帳」を使用する。「厚生労働省

表-1 記載されている項目の一例

データ内に記載されている内容(一例)
性別
生年月日(年齢)
住所
小学校区
入院外来区分
医療費
個人が患う疾患

表-2 本分析における分析対象とする傷病名

分類名	詳細な分類名
筋骨格系及び結合組織の疾患	炎症性多発性関節障害
	関節症
	脊椎障害(脊椎症を含む)
	椎間板障害
	腰痛症及び坐骨神経痛
	その他の脊柱障害
	骨の密度及び構造の障害
神経系の疾患	その他の筋骨格系及び結合組織の疾患
	パーキンソン病
	アルツハイマー病
循環器系の疾患	くも膜下出血
	脳内出血
	脳梗塞
	その他の脳血管疾患
損傷, 中毒及び外他の外的影響	骨折

様式(1-1)」は、「検査時に診断された疾患名」といった個人の身体状況を把握する情報が記載されている。「要介護(支援)者突合状況」は、「要介護(支援)度」, 「利用サービス」等の情報が記載されている。「被保険者管理台帳」は、小松市在住の国民健康保険加入者が匿名で把握できる。表-1に国民健康保険データに記載されている項目の一例を示す。本研究において国民健康保険データを使用する理由は、このデータが町字単位の疾患別の患者数の把握に適しているためである。ただし、国民健康保険データは、要支援者名簿と異なり、要支援者の適切な所在地を把握することが出来ない。しかし、町字単位での傷病別の患者数の把握や、後期高齢者については、ほぼ100%のデータを補足することが可能である。一方、要支援者名簿は、要支援者の居場所を点で把握できる反面、非常に対象者が限定的なデータであり、要支援者名簿だけでも地域すべての要支援者を把握することは不可能である。以上より、地域特性を評価するにあたり国民健康保険データが有用であるため、本分析では本データを用いた。

分析対象者の避難行動要支援者については、金沢大学医薬保健研究域保健学系の教員による助言をもとに定義されている森崎ら⁹⁾と同様の定義とした。図-3に避難行動要支援者の対象と危険度のイメージ、表-2に本研究において分析対象とする傷病名を示す。本研究では、75歳以上の自宅居住者の内、要介護認定者、85歳以上の高齢者、避難困難な傷病者を避難行動要支援者と定義した。要介護認定1~5を受けているものは身体的な自立度と認知的な自立度からレベルが決定されるが、要介護認定を

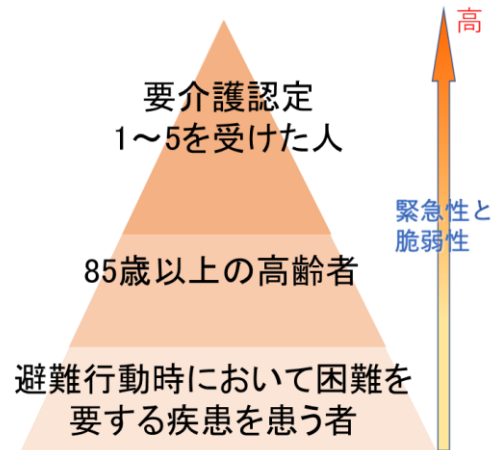


図3 分析対象者と緊急性と脆弱性の関係

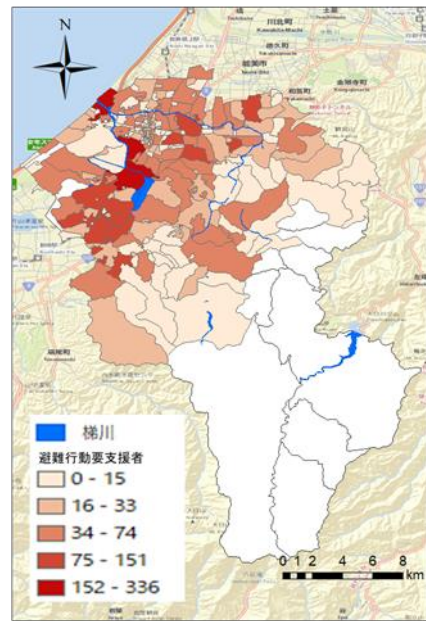


図4 本研究の避難行動要支援者の分布

受けた者はそのレベルに関わらず避難時に困難を伴うと考えられるため分析対象とした。また、85歳以上である高齢者は加齢とともに身体的に虚弱状態である可能性が高く、この状態を「フレイル」というが、85歳以上となるとわずかな段差をのぼることもできないこともある。災害時に速やかな避難が困難になると想定されるため分析対象とした。避難困難な傷病者としては、筋骨格系及び結合組織の疾患は、避難時の歩行といった移動を困難とする疾患であると考えられ、循環器系及び神経系の疾患は後遺症として身体的不利となる影響があると考えられるため避難時の行動において困難を要する疾患として定義した。

(2) 本研究における避難行動要支援者の算出結果

前節にて述べた、「高齢者」に着目した避難行動要支援者について、健康管理データを用いて算出を行う。分析

対象者の算出は町字単位で行った。本研究における分析対象者を算出した結果とその分布を図-4に示す。要介護1~5を受ける者は3,223名、85歳以上の高齢者が2,061名、表-2に示した疾患を患う者は993名の計6,277人の分析対象の避難行動要支援者が居住し、北西部に多く南部に多いことが分かった。

5. 避難場所選定

石川県小松市の水害時開設避難所としては、梯川対象避難所として避難所として32箇所存在する¹³⁾。うち18箇所が水害時にすべて利用できる施設であり、残りの14箇所では2階以上が利用可能となっており、その多くが0.5mから3.0m未満の深水深が予測されているところであった。近年の自然災害のハザード増加を考慮すると、水平非難の際には32箇所あるうち、施設すべてが利用できると想定されている18箇所にできるだ絵多くの住民が避難を行うことが望ましいと考えられる。特に今回のケーススタディとして対象とした「梯川河口より5km左岸地点」付近を破堤点と考える場合、河川付近では小松高等学校、少し河川より離れ南下したところに芦城中学校、芦城小学校、桜木体育館末広体育館があり、これらはすべて3.0m未満の深水深が想定されているところ施設である。この3.0m未満の浸水が予想される地域の避難場所は、1000年に一度の規模の大氾濫がおこった際には対策が不十分であり、異なるところへの避難が必要とされる避難所である。

6. まとめと今後の課題

本研究では、石川県小松市を対象とした、町字ごとに居住している避難行動要支援者数を医療ビッグデータである国民健康保険データを用いることで明らかとし、また、梯川が破堤した際の適切な避難所を明らかとしたものである。これによって、梯川河口より5km左岸地点付近で破堤した際には、市が情報公開しているハザードマップより、近隣の避難所として挙げられる施設では、2階以上の利用のみであり、1000年に1度の規模の大氾濫がおこった際の避難所がないことが明らかとなった。

今後は、本研究に用いたデータには破堤からの時間経過ごとのデータが存在するため、避難所の深水深が至

るまでの時間を考慮した分析を行う。

参考文献

- 1) 指定緊急避難場所の指定に関する手引き、内閣府、<http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/pdf/shiteitebiki.pdf> (2020年3月5日閲覧)
- 2) 総務省 消防庁 平成30年7月豪雨による被害状況について 2人的・物的被害の状況、http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf (2020年3月5日閲覧)
- 3) 産経抄 正論 浪速風【西日本豪雨】真備町地区の避難指示、堤防決壊確認のわずか4分前、<https://www.sankei.com/west/news/180710/wst1807100090-n1.html> (2020年3月5日閲覧)
- 4) 朝日新聞 DIGITAL 豪雨犠牲者7割超が60歳以上「災害弱者」浮き彫り 2018年7月13日05時00分、<https://www.asahi.com/articles/ASL7D7FSZL7DPTIL01N.html> (2020年3月5日閲覧)
- 5) 読売新聞 真備、死者8割「要支援者」…個別避難計画なし、2018年7月26日
- 6) 町田岳、曾田康秀、幸弘美、竹下幸美：高齢化社会における大規模水害時の避難行動に関する一考察、第15回都市水害に関するシンポジウム、2016.11.
- 7) 及川康、片田敏孝：河川洪水の避難行動における洪水経験の影響構造に関する研究、日本自然災害学会誌、Vol. 18, No. 1, pp. 103-116, 1999.
- 8) 片田敏孝、及川康、清水義彦：河川洪水時における住民の避難行動の意思決定プロセスに関する研究、河川技術に関する論文集、No. 4, pp. 291-296, 1998.
- 9) 森崎裕磨、藤生慎、高山純一、柳原清子、西野辰哉、寒河江雅彦、平子紘平：外水氾濫時を想定した避難行動要支援者の被災人口に関する推計—高齢者及び乳幼児に着目して—、第58回土木計画学研究発表会・秋大会 概要集、2018.
- 10) 小松市ホームページ 統計情報 町字別人口及び世帯数一覧 平成30年町字別人口及び世帯数一覧、<https://www.city.komatsu.lg.jp/material/files/group/7/tyoubetuh3001.pdf> (2020年3月5日閲覧)
- 11) 小松市ホームページ 市の情報 平成29年度小松市統計書、<https://www.city.komatsu.lg.jp/material/files/group/7/toukei02.pdf> (2020年3月5日閲覧)
- 12) 国土交通省水管理・国土保全局 水害の歴史、https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/0415_kakehashi/0415_kakehashi_02.html (2020年3月5日閲覧)
- 13) 小松市ホームページ、小松市全体ハザードマップ、https://www.city.komatsu.lg.jp/material/files/group/8/j_all_komatsu_A.pdf (2020年3月5日閲覧)

(2009.7.1受