

令和 5 年 5 月 23 日現在

機関番号：33801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04955

研究課題名(和文) 低未利用地の暫定利用による津波避難安全性向上手法のモデル構築に関する研究

研究課題名(英文) Research on constructing a model to improve the safety of tsunami evacuation in a district by provisional utilizing underused land

研究代表者

池田 浩敬 (Ikeda, Hirotaka)

常葉大学・社会環境学部・教授

研究者番号：80340131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)： ケーススタディ対象地区の沼津市戸田地区において、現地調査とGISを活用した分析により現状での津波避難安全性と低未利用地の分布を明らかにした。低未利用地の暫定利用による避難安全性向上方策の提案を行った。提案した方策について、避難可能率の向上、避難時間短縮、避難困難人口減少等の効果を定量的に明らかにした。行政等への聞き取り調査及び費用対効果の検討に基づき、低未利用地の避難への暫定利用の仕組みの実現可能性に関し明らかにした。低未利用地の暫定利用による避難安全性向上のためのまちづくり手法の一般化と他地区への適用可能性の検討のため、沼津市内浦重須地区を対象として、その適用可能性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、過疎化・人口減少が進み市街地内の低未利用地が増加傾向にある中、津波災害が想定される沿岸部市街地においても現に存在する低未利用地の活用を前提とし、1)低未利用地を買い取るのではなく津波避難路としての公益的暫定利用を前提とし迅速かつ低コストでの避難安全性向上を目指し、2)その効果を定量的に明らかにした上で、低未利用地の空間実態把握等に基づき、避難安全性向上のためのまちづくり手法を一般化し、他地区への適用可能性を明らかにしたことに意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)： We evaluated the current safety of Tsunami evacuation and grasped the distribution of underused land by field survey and analysis using GIS in Heda area of Numazu City, which is the target area of the case study. Next, we proposed concrete measures to improve Tsunami evacuation safety through provisional utilizing of underused land. We have quantitatively clarified the effects of our proposed measures, such as improving the evacuation possibility rate, shortening the evacuation time, and reducing the population difficult to evacuate. We clarified the feasibility of a temporary use system for evacuation of underused land based on interviews with government officials and analysis of cost-effectiveness. We generalized the method to improve evacuation safety from tsunami by temporarily using underused land. In addition, we clarified that this method can be applied to other districts based on a case study in Uchiura district of Numazu City.

研究分野：都市計画

キーワード：津波 避難 低未利用地 暫定利用

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、過疎化・人口減少が進み市街地内の低未利用地が増加傾向にある中、津波災害が想定される沿岸部市街地において実在する低未利用地の暫定利用を前提として迅速かつ低コストでの避難安全性向上方策についてケーススタディ対象地区において検討を行い、当該結果を基に、低未利用地の暫定利用による避難安全性向上のためのまちづくり手法のモデル化(一般化)を行おうとするものである。一方で、これまで市街地に散在する低未利用地の活用により避難路ネットワーク自体の改善に関する研究は未だ少なかった。

2. 研究の目的

本研究は、津波災害が想定される沿岸部市街地において実在する低未利用地の活用を前提とし、まずはケーススタディ対象地区において、1)低未利用地の実態把握に基づくその暫定利用による避難安全性向上方策の立案、2)同方策による避難安全性向上効果の検証、3)低未利用地の避難路としての暫定利用の仕組みの構築とその実現可能性に関する検証を行い、当該結果を基に4)低未利用地の暫定利用による避難安全性向上のためのまちづくり手法のモデル化(一般化)を行うことにより、我が国の沿岸部市街地の津波避難安全性の向上に資することを目的としている。

3. 研究の方法

本研究は、まず南海トラフの地震による津波災害が想定されている静岡県沼津市戸田地区をケーススタディ対象地区として、現状での地区実態に即した避難安全性の分析を行った。次に対象地区内での低未利用地の分布について、住宅地図等の電子データと現地での聞き取り調査等に基づき低未利用地の分布の把握を行った。低未利用地における空き家の除去による地震時の避難路の道路閉塞防止や暫定利用による行き止まりの解消やバイパス路の整備など低未利用地への状況に応じた避難安全性向上方策の検討を行った。対象地区における低未利用地での対策や暫定利用による避難路整備による避難安全性向上効果の評価を行った。低未利用地の避難路としての暫定利用の仕組みの構築と、その実現可能性について行政等への聞き取り調査と他の津波避難対策との費用対効果の比較により検討を行った。低未利用地の暫定利用による避難安全性向上のためのまちづくり手法の一般化と他地区への適用可能性の検討のため、沼津市内浦重須地区を対象として、その適用可能性を明らかにした。

4. 研究成果¹⁾²⁾

(1)ケーススタディ対象地区における現状での地区実態に即した避難安全性の分析結果

本研究では津波規模の差による避難安全性向上効果への影響を評価するため、複数の規模の津波を想定した。津波の規模を変化させる要因は様々なものがあるが、ここでは阿部³⁾の沼津市戸田地区における津波遡上シミュレーションの結果を踏まえ、すべり量を変化させることにより「大・中・小」の3ケースを想定した。国が想定している南海トラフ地震のケース¹⁾と戸田地区における津波の影響が同程度となるものを「中」とし、これに対して初期水位の変化量を0.6倍としたケースを「小」、1.6倍としたケースを「大」とした。津波の規模別の「大・中・小」の3ケースと、比較対象として道路閉塞のみを発生させた「(津波)無」ケースの計4ケース間で比較を行う。なお、津波規模による影響を評価するため、倒壊判定に使用する乱数は4ケース共通とし、建物の倒壊状況を500パターン生成して比較した。

具体的には、各ケースで津波到達または道路閉塞により避難先に到達できなかった避難不可者数の最小値、最大値、平均値を推計した。無ケースでは平均で71人が避難不可となっており、津波と関係なく、道路閉塞のみにより避難不可となる避難者が一定数存在することが分かった。平均値を基準に小ケースと大ケースを比較すると、津波の規模により避難不可者数に約260人の差が生じており、小~大ケースを比較すると津波の規模が大きくなるにつれて避難不可者数も多くなることが確認できた。

(2)対象地区内での低未利用地の分布の把握結果

戸田地区中心部の建物について、2020年2月に現地調査を実施し、目視及び住民に対する聞き取りを実施した。結果を図1に示す。調査対象とした建物1,262棟のうち、730棟(58%)を居住中、54棟(4%)を学校や店舗などの住居以外に利用中、190棟(15%)を空き家と判定された。残る288棟については居住実態及び用途について判断がつかないため不明扱いとした。

(3)低未利用地を活用した避難安全性向上方策の検討結果

既存の避難先への避難安全性の向上を目標とした対応案として、空き家の除却のみを実施し、地震時の建物倒壊による道路閉塞リスクを低減させる案(以下、「除却案」と呼称)と、空き家の除却と、除却後の敷地を含めた低未利用地が連担する箇所を避難路として活用する案(以下、「活用案」と呼称)を検討した。「活用案」では、空き家除却による道路閉塞リスクの低減とネットワークの追加による所要時間の短縮、ネットワークの冗長化による閉塞リスクの低減が期待される。

(4) 対象地区における低未利用地活用による避難安全性向上効果の評価結果

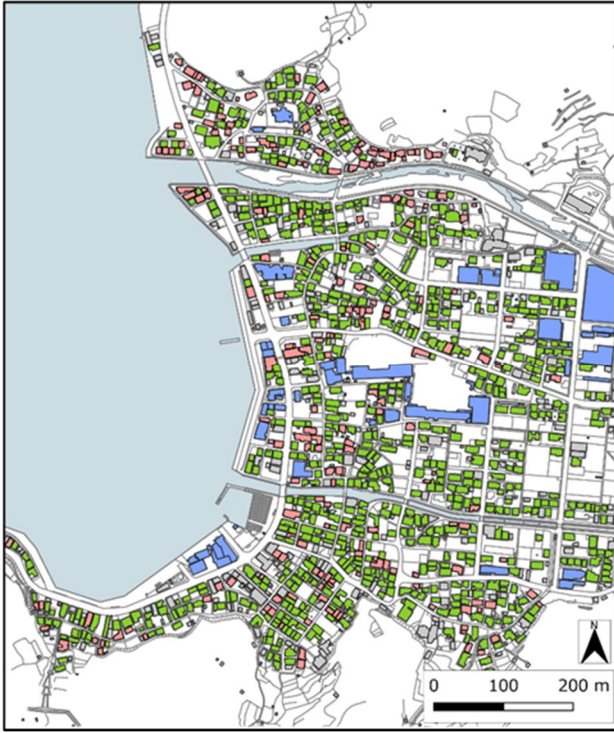


図1 戸田地区中心部の建物の利用状況

図2は活用案のケース毎の避難可能率の変化(向上効果)を示したものである。黒色で示した地点は、避難可能率の変化(向上)が1%未満の地点であり、赤色で示す地点は50ポイント以上と特に大きな改善があったことを示しているが、いずれも経路の追加により避難経路が短絡化され、避難可能となった地点である。

ここで図中に赤枠で囲った ~ のエリアに着目すると、津波の大小により効果の発現する範囲、効果量が異なることが分かる。

のエリアは中・大ケースでは津波の到達時間の関係上、対策の有無に拠らず避難不可となるため効果は見られないが、小ケースであれば、避難安全性を向上させる効果が認められる。逆に、のエリアについては小・中ケースでは対策の効果は薄い、避難時間の猶予が厳しくなる大ケースでは多くの地点で改善効果が見られる。これらの結果からは、津波の規模によって道路閉塞に対する改善効果の発生する範囲に変動があることが分かる。

また、のエリアでは小ケースよりも中・大ケースにおいて大きな効果が見ら

れる。これは中・大ケースでは津波の到達時間の関係上、対策の有無に拠らず避難不可となっていた地点が経路の短絡により避難可能となったものであり、のエリアも同様のパターンである。これらのように、避難経路を短絡する対策においては、津波の規模によりその効果の程度は大きく変動すると考えられる。

以上の複数の規模の津波を考慮した分析の結果、津波の規模により対策の効果度、効果範囲が変動する可能性があることが示された。

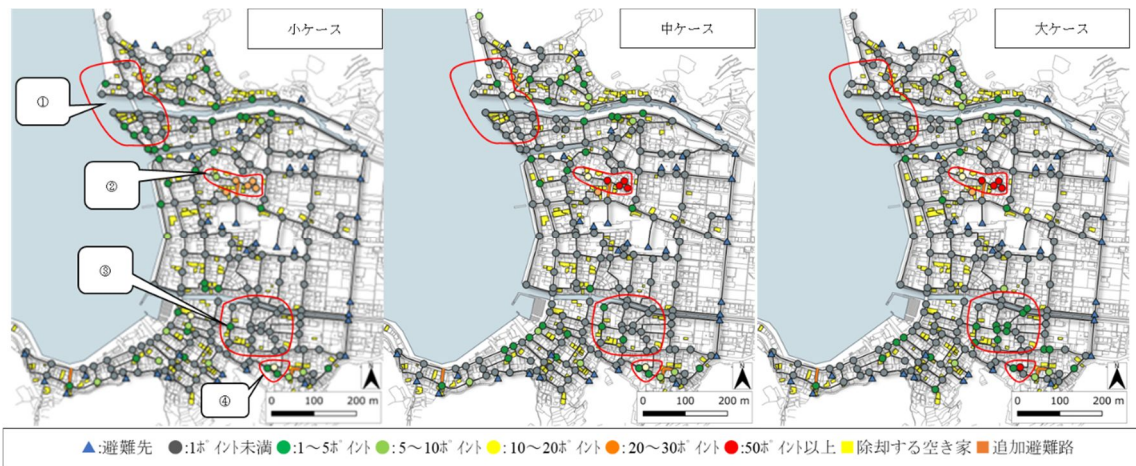


図2 現状と活用案の各ケースの避難可能率の差分

活用案による避難不可能者数の低減効果を表1に示した。活用案は現状と比較して低減効果が明確に見られ、避難路の短絡化により一部の地点で避難先への到達可能性が確保された結果と考えられる。また、平均値・最大値ともに除却案よりも大きく改善されており、除却に加えて避難路の整備を実施することで、避難安全性をより向上させることが可能であることが示された。

表1 活用案・各ケースの避難不可者数(単位:人)

	無ケース	小ケース	中ケース	大ケース
平均	52 (-19)	95 (-23)	202 (-31)	349 (-29)
最小	0 (-2)	33 (-4)	114 (-24)	254 (-15)
最大	214 (-24)	251 (-35)	445 (-10)	570 (-47)

括弧内は現状との差分

(5) 低未利用地の避難路としての暫定利用の仕組みの構築と実現可能性の検討結果

低未利用地のうち、所有者が希望する土地については一定の条件を満たせば、市が固定資産税を免除する代わりに一定期間無償で借り上げ、避難路として活用できるような制度を構築し、避難路ネットワークの整備に繋げる具体的な仕組みについて、行政への聞き取り調査も踏まえ検討した結果、以下のことが明らかとなった。

実際に、静岡県沼津市では使用していない空き地を公園として活用するために、「沼津市あき地の環境保全に関する条例」(当該条例では、市は、所有者等と協議してあき地を公共の福祉のために活用するよう努める、とある。その用途として「いこいの広場、子供の遊び場、苗ほ、その他の緑地・花園、その他、市長が適当と認める用途」となっている。)に基づき、市のHP上で「使用していないあき地を公園に利用しませんか」という形で市民に未利用地の活用を募っており、現在、14件の事例があり、原則、地権者・自治会・市の3者による契約を締結しており、自治会管理のもと、近隣住民の憩いの場として活用されている。契約期間は5年以上、その後の更新間隔は、事例では1~10年間の幅がある。契約期間終了後は原状回復し、地権者に返却されるが、3者の合意の上、契約の延長も可能となっている。この制度を避難路確保へ応用することにより低未利用地の避難路への暫定利用が可能との結論に達した。

また、沼津市戸田地区における低未利用地を活用した津波避難対策とその他の津波対策とのコスト比較を行った。想定される南海トラフの地震による津波が、避難者が避難先まで到達する前に追いついてしまう「避難不可者数」が現状に比べどれだけ減少するか、という避難不可者数減少分1人当たり、いくらのコストがかかるのか、といった指標での比較を行った。

結果としては、もし避難タワーを建設することにより、その避難容量の人数分だけ「避難不可者数」が減少するような、適切な場所にピンポイントで建てることのできるのであれば、それが最もコストが安いことが分かったが、実際には用地買収等の問題があり、ピンポイントで最適な場所に建設できる保証はない。一方で、低未利用地を活用した津波避難対策は、現状で既に存在している空家等の分布を前提としており、「もし適切な場所に低未利用地があった場合」といった仮定のケースとは異なる。

また、本研究で提案している空き家の除去+低未利用地を活用した避難路整備案は、避難路を用地買収により整備したケースや津波の浸水を防ぐ防潮堤を整備するケースに比べて、避難不可者減少数1人当たりのコストは安くなると考えられる。したがって、コスト比較の点からも低未利用地を活用した津波避難安全性の向上策の実現可能性は高いと判断される。

(6) 低未利用地の暫定利用による避難安全性向上手法の一般化と他地区への適用可能性の検討

(1)~(5)において、ケーススタディ地区である静岡県沼津市戸田地区を対象に検討を行った低未利用地の活用による津波避難安全性の向上方策について、その方法論を一般化し、その汎用性を検証するために、新たに沼津市の内浦重須地区を対象として、当該手法の適用可能性についての検討を行った。

まずは、当該地区における建物の分布とその中での空き家を中心にした低未利用地の分布について現地調査を行い把握した。ここでは津波に対して避難を要する津波浸水想定区域を対象とした。結果を表2に示した。

表2 沼津市内浦重須地区における建物数と空家数の現状

	居住中	空き家	物置等 (非住居)	工場・倉庫・店舗等 (非住居)	合計
全体	217	14	138	178	547
集計対象	205	14	112	134	465
集計対象外	12	0	26	44	82

各建物について、面積、現地調査結果、航空写真等を踏まえ居住の有無を設定し、その上で各リンクの端点からの距離に基づいて避難開始箇所を設定した。この際、浸水域外の建物は集計から除外している。重須地区の人口は394人(R4.4時点)とし、居住中と判定した建物に戸数ベースで人口を按分した。避難対象人口は372人であった。

静岡県第4次地震被害想定結果⁵⁾に基づき、避難猶予時間を10分と設定し、建物倒壊及びルートの追加を考慮しないケース1を基準とした。建物倒壊による道路閉塞のみを考慮したケース2では、約80人、地区人口の2割程度が新たに避難不可能者となる試算結果となった。空き家除却後敷地を避難路として活用した追加ルートを反映したケース3では、空き家の位置関係上、大幅な短絡ルートの設定が出来なかったため、効果は見られないが、倒壊を合わせて考慮したケース4では、ケース2で閉塞していた箇所のう回路として追加ルートが機能したため、避難不可者数を約60人減少させることに繋がった。(表3参照)

ケース2の避難猶予時間を図3に、ケース3の避難猶予時間を図4に示した。図4の下の方の空き家を除去して新たな避難路を整備した場所の周辺に於いて避難猶予時間が長くなってい

るのが分かる。

このように、低未利用地を暫定活用し、空き家などの建物を除去しさらに新たな避難路を確保することにより、低コストで地区の津波避難安全性を向上可能な手法について、初めにケーススタディを行った地区以外でも適用可能性があることが検証された。

表3 各ケースの避難不可者数の結果

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
避難不可者数	158.0人	237.9人	158.0人	177.9人
ケース1を基準とした差分	—	79.9人	0.0人	20.0人
避難対象人口に対する避難不可者数の比率	40.5%	60.9%	40.5%	45.6%
建物倒壊による閉塞	なし	あり	なし	あり
ルートの追加	なし	なし	あり	あり

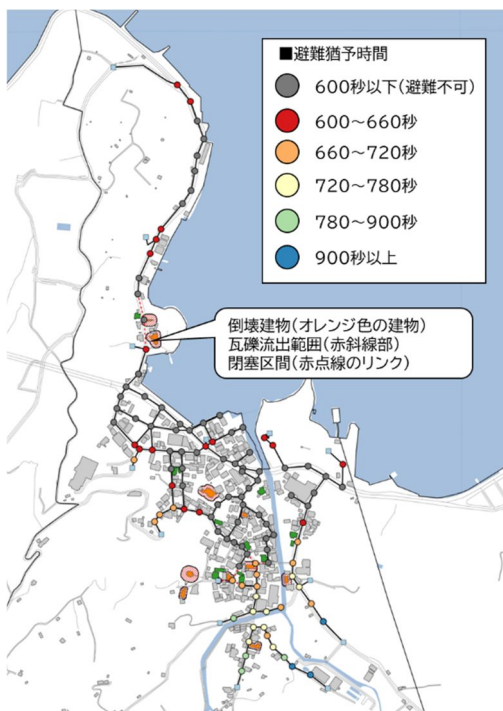


図3 ケース2の避難猶予時間

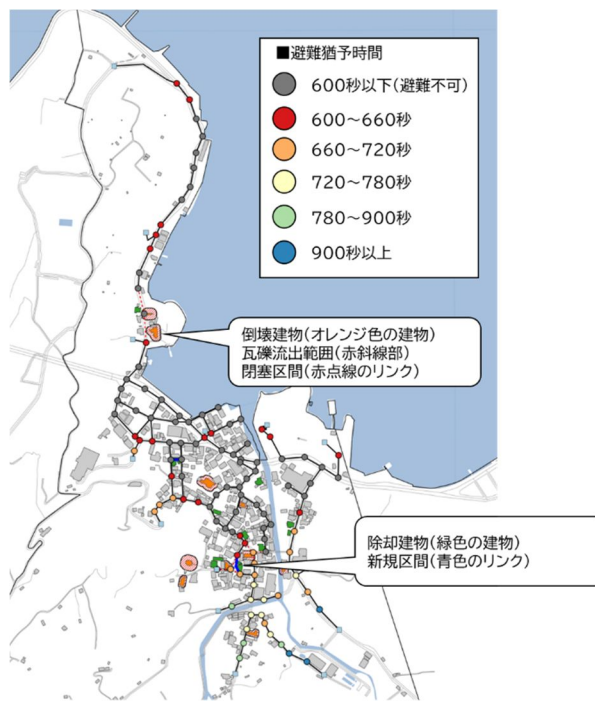


図4 ケース4の避難猶予時間

<参考文献>

- 1) 安藤 裕, 池田 浩敬, 阿部 郁男: 沼津市戸田地区における低未利用地活用による津波避難安全性向上策の津波規模を考慮した効果分析, 地域安全学会論文集, No.41, pp.369-376, 2022.
- 2) 池田浩敬, 阿部郁男「沼津市戸田地区における低未利用地を活用した津波避難対策とその他の津波避難対策とのコスト比較」, 常葉大学 社会環境学部研究紀要, 第9号, pp.1-11, 2023.
- 3) 阿部郁男: 沼津市戸田地区における津波避難計画の検討に影響を与える津波発生条件の不確定性の分析, 常葉大学社会環境学部研究紀要, vol.7, pp.1-7, 2021.
- 4) 内閣府: 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告), 2012.
- 5) 静岡県: 静岡県第4次地震被害想定, 2013.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 阿部郁男	4. 巻 第7号
2. 論文標題 沼津市戸田地区における津波避難計画の検討に影響を与える津波発生条件の不確定性の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 常葉大学社会環境学部研究紀要	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 安藤裕，池田浩敬，阿部郁男	4. 巻 No.41
2. 論文標題 沼津市戸田地区における低未利用地活用による津波避難安全性向上策の津波規模を考慮した効果分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 369-376
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 池田浩敬，阿部郁男	4. 巻 第9号
2. 論文標題 沼津市戸田地区における低未利用地を活用した津波避難対策とその他の津波避難対策とのコスト比較	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 常葉大学社会環境学部研究紀要	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 池田浩敬
2. 発表標題 沼津市における事前段階での高台移転の取り組み
3. 学会等名 地域安全学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部郁男
2. 発表標題 駿河湾における詳細な海底地形データに基づく地形判読の試行
3. 学会等名 地域安全学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日高圭一郎, 池田浩敬
2. 発表標題 低未利用地の避難路としての暫定利用に関する調査研究-沼津市あき地の環境保全に関する条例の適用可能性について-
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	阿部 郁男 (Abe Ikuo) (30564059)	常葉大学・大学院・環境防災研究科・教授 (33801)	
研究分担者	日高 圭一郎 (Hitaka keiichiro) (80320141)	九州産業大学・建築都市工学部・教授 (37102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------