水害危険地域における住宅への被害評価と防災移転の最適化手法の開発

齋藤　開[1]・武田　直弥[2]・秋山　祐樹[3]

[1]学生会員　東京都市大学　建築都市デザイン学部都市工学科（〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1）
E-mail:g2032037@tcu.ac.jp

[2]学生会員　東京都市大学　総合理工学研究科建築・都市専攻（〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1）
E-mail: g2281630@tcu.ac.jp.

[3]正会員　東京都市大学　建築都市デザイン学部都市工学科（〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1）
E-mail: akiyamay@tcu.ac.jp

近年，日本全国で豪雨災害が多発・激甚化してきているため，自治体規模での対策が求められている．予め発災時の被害額を詳細に評価することができれば，事前防災の取り組みの促進につながると期待される．そこで本研究では浸水被害が予測される岡山県総社市を対象に，まず想定浸水深を用いて水害発生時の建物ごとの損害額を推定した．次に，防災移転の実施を想定し，個々の住宅の移転に伴う費用を推定した．最後に，それらの情報から市区町村単位における防災移転に要する費用と，予想される損害額を比較することで，経済的有効性を発揮できる最適な防災移転の規模を検討する手法の開発を行った．その結果，総社市の場合，個々の住宅の防災移転のための費用の補助率が 20%以下の場合に約 1 億円以上の経済的有効性を発揮できることが明らかとなった．

Key Words: *flood, damage estimation , disaster relocation, economic effectiveness, optimization*

1. はじめに

日本はその急峻な地形故に，諸外国と比べて多くの河川が急勾配であり，水害が発生しやすい．特に我が国では洪水時の河川水位より標高が低くなる沖積平野に人口が集中し，また高度な土地利用が行われてきたため，住宅に甚大な被害をもたらす水害が数多く発生してきた [1)]．例えば，国土交通省水管理・国土保全局（2021）[2)]の試算によると，令和元年度の水害被害額は全国でおよそ 2 兆 1,800 億円であり，これは，新潟・福島豪雨が発生した平成 16 年の水害被害額を上回り，昭和 36 年の統計開始以来最大の水害被害額となっている．また，津波を除く単一の水害による水害被害額についても，約 1 兆 8,800 億円と，統計開始以来最大の被害額となっている．加えて，令和元年の水害被害額のおよそ 7 割は一般資産等の被害額が占めており，その中でも家屋被害額は6,400億円と，全体の 3 割程度を占めている．さらに，平成 30 年 7 月の西日本豪雨では，単一の豪雨による被害額が統計以来最大となり，5 万 5,148 棟の住宅が被害を受けている [3)]．

以上のように 2000 年以降に発生した水害だけでも，住宅に対して物理的および経済的に大きな被害を発生させた例が数多く見られる．そして，日本全国の自治体は財政調整基金を取り崩して応急・復旧のための財源に充てている．そのため，財政面で応急・復旧活動に支障が出ないよう，予め財政調整基金を一定程度積み立てておくことが重要であると指摘されている [4)]．

また，前述の被害の状況を踏まえ，国土交通省の社会資本整備審議会（2020）は「従来の治水施設の能力には限界があり，施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を改革し，社会全体で洪水氾濫に備える「水防災意識社会」を再構築する必要があると指摘している [5)]．また，同審議会によると，気候変動に伴う豪雨の頻発化・激甚化の影響で，従来の治水対策を上回る速度で水害による物理的・経済的被害が増大しているため，ハードとソフトで多層的に災害に備えるために，地域の浸水リスクを評価し事前防災としての防災移転促進の重要性を指摘している．すなわち，大規模水害に伴う住宅への経済的被害を広域に亘って詳細に評価するとともに，防災移転を行うために必要となる資金や，それに伴う影響などを評価する環境を整備することは，我が国の防災政策上，重要な取り組みであると言える．

(1) 関連する先行研究

事前防災として実施する防災移転の評価に関連する先行研究としては，まず鈴江ほか（2019）による津波浸水想定区域におけるアンケート調査 GIS の活用による住居移転の可能性を検討した取り組みがある [6]．住民の住居移転希望や，移転費用等の経済的支援が住居移転に与える影響等を調査したアンケート結果から，経済的支援による住居移転の可能性を推計する手法を提案している．他にも，東野ほか（2021）による東日本大震災復興事業データを用いた陸前高田市中心市街地の事前高台移転による有益性を検討した取り組みがある [7]．2011 年の東日本大震災で高台への大規模な住宅移転が行われた陸前高田市に着目し、同市における復興事業の実績から、住宅や公共施設の高度移転にかかるコストを推計している．ただし，これらの既存研究は移転費用を推計する上で重要な要素となる建物属性（構造・築年数など）を考慮していないことや，移転費用の評価が地域メッシュなどマクロな単位で評価していることから，詳細な移転費用を評価できていないことが課題として挙げられる．

他にも，武田ほか（2015）は津波の被害想定地域における都市機能の移転の可能性について，移転先のキャパシティとその費用を津波による経済損失額と比較し防災移転の実現性を評価した取り組みがある [8]．同研究では，移転費用の算出において高知県から提供された建物利用現況の各 GIS データを利用していることから，全国分のデータを取得し，この手法を全国に適用することは困難である．

(2) 本研究の目的

そこで，本研究では以上の既存研究における課題を鑑み，従来の治水事業では防ぎきれない水害は必ず発生するということを前提に，まず住宅の取得価値と想定される最大の浸水深を個々の住宅に与えることで，住宅 1 棟 1 棟の損害額を算出する．また，町丁字や地域メッシュなどの市区町村単位の中で，無作為に選択された住宅に対して移転費用の経済的支援を行った場合の防災移転の費用を評価する手法を開発する．最後に防災移転を行った際の費用と，水害の発生により予想される損害額を比較することで，防災移転の経済的有効性を評価し，最適な防災移転の規模を検討する手法の開発を行うことを目的とする．

2. 研究手法

本研究では防災移転の対象となる住宅の中でも最も件数が多くなる戸建て住宅を対象に，水害被害額を推定する．水害による被害推定には浸水想定区域データ（国土数値情報）を使用する．また，住宅地図と既存統計より推計される住宅ごとの構造と築年代に基づき，住宅毎の損害額を推計する．さらに，防災移転の経済的支援の設定は，鈴江ほか（2019）[6]の防災移転を促進する支援の影響度のアンケートを参考に，無作為に選択した住宅に対して支援額の総額を推計する．最後に，防災移転に要する費用の総額を算出し，防災移転を行わなかった場合の損失額と比較することで，最適な防災移転の規模を検討する．

(1) 使用したデータ

a) デジタル住宅地図

本研究では，デジタル住宅地図（Zmap TOWN Ⅱ：2020 年）の建物ポリゴンデータを使用した．デジタル住宅地図の建物ポリゴンデータには建物毎の用途が格納されているが，本研究では建物用途が「個人家屋等」となっているものを抽出し，これらを戸建て住宅とした．また，本研究では建物レイヤ内の各建物の重心座標をポイントデータに変換したデータ（以下「建物ポイントデータ」）を作成し，これらに対して，後述する方法で損害額推計に必要な情報を推定・付与した結果に基づき，損害額を推計した．

b) 浸水想定区域データ

本研究では国土数値情報の浸水想定区域データ（2012）より得られる想定浸水区域の浸水深 [9]を使用した．

(2) 建物単位の損害額の推計

a) 機械学習を用いた建物構造の推定

水害による被害額は建物の構造によって異なる．そこで本研究では Takeda et al. (2022) [10]や Furuya and Akiyama (2021)[11]などの手法を用いて，住宅ごとの構造を機械学習により推定した．ただし，公開されている統計情報のみから詳細な建物構造（木造，防火木造，軽量鉄骨造，RC 造等）を推定することは困難であるため，本研究では建物構造を木造および非木造の 2 区分で推定した．

機械学習モデルを学習するための特徴量には，住宅地図から得られる建物の階数や面積等の建物に関する情報と，国勢調査等の統計資料を集計することで得られる様々な地理空間情報を建物データに空間結合することで作成した．**表−1** に個々の建物に付与した特徴量の一覧を示す．これらの特徴量を用いて建物ごとの構造推定を行った．推定には勾配ブースティングアルゴリズムを用いる LightGBM を採用した（Ke et al. 2017）[12]．また，機械学習を行うための教師データは足立区，渋谷区，世田谷区において公開されている建物構造現状図を用いて作成した．具体的には上記の対象地域から 4,500 棟をランダムに抽出し，建物構造現状図を目視で確認することで正解となる建物構造を各建物に付与した．

表-1 建物データに付与した特徴量

作成した特徴量	特徴量の取得に使用した情報
年齢階級別 人口割合（3 区分）	国勢調査（小地域集計）（2020 年）
居住期間別 世帯割合（6 区分）	国勢調査（小地域集計）（2020 年）
年収階級別 世帯割合（9 区分）	国勢調査（小地域集計）（2020 年） 住宅・土地統計調査（2018 年）
建て方別構造 割合（3 区分）	国勢調査（小地域集計）（2020 年） 住宅・土地統計調査（2018 年）
建て方・構造別 建築年割合（7 区分）	住宅・土地統計調査（2020 年）
用途地域 （13 区分）	用途地域ポリゴン （国土数値情報）

b) 建物ごとの建築年代の推定

水害による被害額を推計する際には，建物構造に加えて建築年代が大きな影響を与える．しかし，築年代に関する情報は住宅・土地統計調査等において市区町村単位で公開されているのみであり，建物単位の築年代データはほとんど公開されていない．

そこで本研究では，前項 a）で推定した建物単位の構造と市区町村単位の築年代に関する統計情報を組み合わせることで，確率的に建物1棟1棟の築年代を推定した．なお本研究では，築年代を 7 区分（～1970 年，1971～1980 年，1981～1990 年，1991～2000 年，2001～2010 年，2010～2015 年，2016 年～現在）に分けて推定した．まず，住宅・土地統計調査の第 10-2 表「住宅の構造（2 区分），建築の時期（7 区分，建て方（4 区分），階数（3 区分）別住宅数」から，戸建て住宅における木造および非木造の築年代別の建物数を市区町村ごとに取得した．次に，構造別・築年代別の建物数を各構造別戸建て住宅の総数で割ることで，市区町村単位の構造別・築年代別の建物棟数割合を算出した．最後に前項 a）で推定した建物構造が付与された建物データに対して，以上の方法により算出した構造別・築年代別の建物棟数割合に基づき確率的に建物 1 棟 1 棟の築年代を推定した．

c) 建物ごとの水害による損害額推定

戸建て住宅の水害被害額の推計は，浸水想定区域データ（2012）[9]より，浸水が想定される住宅を推計対象とし，戸建て住宅に対して 1 棟 1 棟の損害額の推計を行った．国税庁の被災した住宅，家財等の損失額の計算書（2022）[13]の計算式を参考に，以下の式（1）および式（2）により推計を行った．

$$M_i = (C_i \times A_i) \times 0.9 \times D_i \times Y_i \quad (1)$$

$$L_i = M_i \times P_i \quad (2)$$

M_i，C_i，A_i，D_i，Y_iはそれぞれ建物 $_i$の被災直前の時価総額（円），1 m² あたりの工事費用（円），総床面積（m²），償却率，築年数を示す．また，L_i と P_i はそれぞれ建物 $_i$の損害額（円）と損害率を示す．

C_i と D_i は国税庁の損失計算書（2022）の値を用いた．これらの値は，対象となる住居の構造および築年代に基づいて決定される．なお，C_i について損失計算書に掲載されている非木造の工事費用は，鉄骨鉄筋コンクリート造，鉄筋コンクリート造，鉄骨造の 3 種類の工事費用が掲載されているが，本研究では，建物の構造は木造と非木造の推定のみ行われている．そのため非木造については，鉄骨造の工事費用を用いて計算を行った． 損害率 P_i も同計算書の値をもとに，建築構造と想定される浸水深により決定した．この時，提供元の河川管理者により 5 段階で浸水深が評価されるものと 7 段階で評価されるものに分かれているため，想定浸水深が被害区分を跨ぐ場合は想定浸水深の中央値を使用した．また，豪雨による河川の氾濫を想定するため，土砂による被害を伴う被害額を想定した．さらに，同計算書 [13]では，建物 $_i$の被災直前の時価総額（円）の算出する際，耐用年数を超えて被災直前の時価総額が 0 円と評価された場合には，被災資産の取得価格の 5%に相当する金額が残ることが示されている．そこで，被災直前の時価総額が 0 円と評価された場合には被災資産の取得価格の 5%を被災直前の時価総額として扱う．

(3) 防災移転費用の試算

a) 本研究における防災移転の考え方

防災移転を考える上では，予想される防災移転の費用の総額（以下「移転費用」）や，必要となる期間を予測することが重要となる．すなわち，防災移転を定量的に検討する上では費用という「量の問題」と，所要期間や実施速度という「時間の問題」を同時に考慮しながら検討を進める必要がある．特に，防災移転があるタイミングで一括的に行われるか，それとも，ある期間を通して段階的に進められるか，は重要な検討事項である．本研究においてもこれらを同時に考慮できる手法の開発が望ましいが，それを満足できる手法の開発は容易ではない．そこで，本研究では理想的な手法の開発の第一歩として，まずはあるタイミングで一挙に防災移転を遂行した場合の評価を行う手法を開発するものとする．

また，本研究で想定する防災移転は移転を行う住民の生活への影響を少なくするために，既存の居住地からできるだけ近い距離に分布する安全地域への移転を想定するものとする．中島ほか（2018）も防災移転の際の地域コミュニティの維持が不十分であると，住民の生活の満足度が大きく低下する可能性があることを指摘していることからも [14]，地域コミュニティが大きく変化しない地

域に移住させることが重要であるといえる．そこで，本研究では住民の生活の変化を最小化するために，移転先は同一市区町村内から選択するものとする．

また，鈴江ほか（2019）は住民移転の可能性についてアンケート調査を行っており，移転のきっかけとなる出来事が「住宅の建て替え」，移転しない主な理由として「経済負担が大きいこと」という意見の割合が多数を占めていることを報告している [6]．そこで，本研究では移転先での住宅の建て替えに必要となる各住宅の建物の建設費と，土地取得費を移転費用として補助するものとした．さらに，同研究によれば，住居移転には引っ越し費用や通学・通勤の交通費など多岐にわたる経済的要因が影響するとされている．しかし，これらの費用を住宅の建て替えに要する費用と比較すると，その規模は限定的であると考えられる．そのため，本研究では計算の単純化を図る観点から，これらの要因は考慮の対象から除外するものとする．

b) 建物ごとの移転費用の推計

建物ごとの移転費用の推計は，前節と同様に建物ポイントデータと国税庁の被災した住宅，家財等の損失額の計算書（2022）の計算式を参考に，以下の式（3）式（4），および式（5）で推計を行った．

$$B_i = C_i \times A_i \tag{3}$$

$$S_i = F_i \times T_i \tag{4}$$

$$r_i = (B_i + S_i) \times E_i \tag{5}$$

B_i, C_i, A_i, はそれぞれ建物 i の取得価格（円），1m² あたりの工事費用（円），総床面積（m²）を示す．また，S_i, F_i, T_i, はそれぞれ建物 i の土地取得価格（円），市区町単位での 1m² あたりの平均土地価格（円），延べ床面積（m²）を示す．さらに，r_i, E_i, はそれぞれ建物の移転費用（円），補助率を示す．

C_i は前節（2）の損害額の推計と同じ値を用いた．F_i は移転先を同一の市区町村内として計算した．なお，推計に用いる土地の平均価格として土地情報センター（2022）が提供する「都道府県市区町村別・用途別」 平均価格・対前年平均変動率表 [15]から，用途区分として住宅地を選択し，その市区町村ごとの平均土地価格を参照した．

c) 補助率と移転率

移転費用を試算する上で，それぞれの住宅に対する移転費用の補助率（E_i）を設定する必要がある．鈴江ほか（2020）は防災移転における移転先での建設費と土地取得費用について，補助の割合に応じた移転影響度のアンケート調査を行い，その結果を質的被説明変数（移転希望の有無）として扱える非集計型の二項ロジスティック回帰分析を用いることで，住居移転希望率を推計するモデル構築を行っている [16]．本研究では最大の想定水深を想定したときの移転費用の補助率（E_i）に応じた移転率が明らかにされているため．その結果を基に**表-2** に示す補助率（E_i）に応じた移転率を用いるものとする．

(4) 防災移転費用の評価

前節までの水害危険区域における建物ごとの損害額の推計と，建物ごとの移転費用の推計から市区町村単位における移転費用の評価を行った．本研究では，市区町村単位内で任意の割合の住宅が防災移転を実施する場面を設定し，その中から住宅を無作為に選択した．この選択された住宅群における移転費用の総計 R と，選択された住宅群が移転を行わないとき被るとされる損害額の総計 L を比較することにより，防災移転の有効性を評価した．式(6)にその評価方法を示す．

$$X = R - L \tag{6}$$

表-2 補助率（E_i）に応じた移転率と移転費用の算出結果

補助率（E_i）（%）	移転率（%）	移転費用（億円）	移転無しの損害額（億円）	経済的有効性評価*（億円）
10	5	1.57	4.07	- 2.5
20	7	4.61	5.81	- 1.2
30	8	8.09	6.81	1.28
40	10	13.1	8.58	4.52
50	12	19.5	9.36	10.14
60	14	27.8	12.1	15.7
70	17	39.1	14.2	24.9
80	18	47.7	15.1	32.6
90	19	56.8	16.2	40.6
100	21	69.2	17.7	51.5

* （経済的有効性評価）＝（移転費用）－（移転無しの損害額）。

X は，防災移転事業を実施した場合の移転費用合計と，防災移転事業を実施しない場合の被害額との差額を示す．この値 X が負の場合，防災移転事業の経済的有効性が確保できることになる．

3. 推定結果および移転費用の評価

本研究では以上の流れで開発した手法を，平成 30 年 7 月豪雨で甚大な被害を被っており，また防災移転先となる土地を充分に有する岡山県総社市全域に適用することで，移転費用の評価を行った．

(1) 水害による損害額の推計結果

水害による建物に対する損害額を推計した結果を**図-1** に示す．損害額が大きい住宅は浸水想定区域の階級に関係なく，分散して分布していることが分かった．このことから，住宅の被害額は浸水リスクと共に住宅の延床面積が大きく影響することが分かった．

(2) 移転費用の推計結果

補助率（E_i）の違いによる防災移転実施時の移転費用の推計結果を**表-2** に示す．また，**図-1** と同じ地域における防災移転を行う住宅の分布を**図-2** に示す．この結果から移転費用の補助率（E_i）が 20%以下の場合に経済的有効性が示されることが分かった．また，補助率（E_i）が 20%の場合に約 1.2 億円，10%の場合に約 2.5 億円の経済的有効性を発揮できることが明らかとなった．

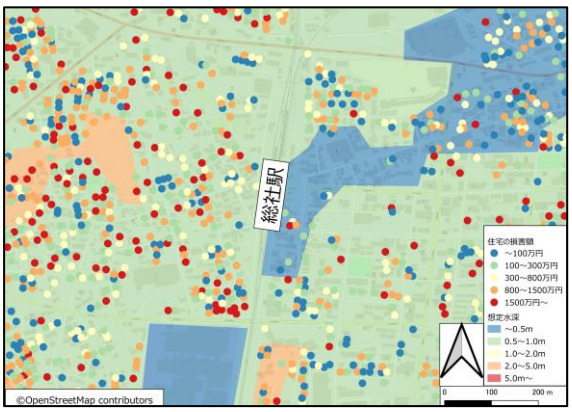


図-1 住宅ごとの推定損害額
（岡山県総社市の例）

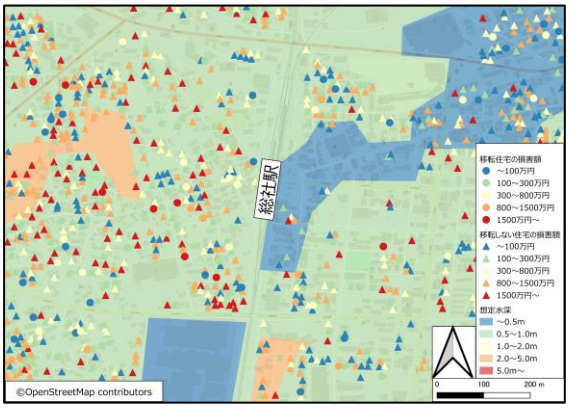


図-2 防災移転を行う住宅の分布
（岡山県総社市の例）

4. まとめ

本研究では，既存統計や地理空間情報を活用し，大規模水害時における住宅の損害額を建物ごとに推計するとともに，防災移転の費用を推計する手法を開発した．また，それらの情報から防災移転の費用と，非移転時の損害額を比較し防災移転の経済的な有効性を評価する手法を開発した．その結果，移転時の補助の割合を変えることで，防災移転の経済的な有効性を評価し，これを基に新たな評価手法を開発することができた．

(1) 本研究の課題

今後検討するべき課題として，以下の点が挙げられる．

- 損害額および防災移転の費用の信頼性検証を行う必要がある．
- 防災移転の移転先を考慮する必要がある．
- 本研究では防災移転に伴う移転費用として，住宅建て替えの費用のみを考慮しているものの，実際の防災移転では移転者に引っ越し費用など本研究で想定した以上の費用負担が発生する場合がある．これらの費用を移転者が自己負担で捻出可能かどうかを考慮する必要がある．
- 本研究では防災移転を一括で行うという前提のもと検討を進めたが，段階的な移転など時間的な概念を本研究の手法にどのように導入するか検討する必要がある．

なお，過去に発生した大規模水害に関する経済的被害を取りまとめた資料は，国や自治体から数多く公開されている．そのため，これらの資料を用いれば，損害額と防災移転の費用についての推計結果の信頼性検証を行うことができる可能性がある．しかし，これらの資料で公表されている損害額は，住宅や事業所など全ての建物における被害を合算した損害額になっている．そのため，本研究で推計した住宅に限定した損害額を得ることが難しい状況となっている．したがって，今後は住宅の損害額の信頼性検証を行う手法を模索していきたいと考えている．

(2) 今後の展望

まず，想定浸水深の大小と移転可能性との関係性を詳細に検討する予定である．本研究では，最大規模の水害を想定しており，浸水深の大小による移転可能性の変化は想定していない．鈴江ほか（2020）では，想定浸水深が大きい地域ほど移転率が高いことが報告されている[16]．この想定を推定結果に導入することで，防災移転の推進に資する現実的な情報の提供が実現するものと考えられる．また，防災移転と人命救助の関連性も検討する予定である．特に，防災移転の規模に応じた救助可能な人命の数の関係を検討することで，防災移転を経済的有効性と人命の視点から評価することができ，防災移転の最適化に向けた新たな評価要因明らかにすることを目指している．

謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1049 による成果 の一部です(利用データ:Zmap TOWN II(2020 年))．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 内閣府（2006）：1 災害を受けやすい日本の国土，<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h18/bousai2006/html/honmon/hm01010101.htm>，（最終閲覧日 2023 年 9 月 29 日）
2) 国土交通省（2021）：令和元年東日本台風の発生した令和元年の水害被害額が統計開始以来最大に令和元年の水害被害額（確定値）を公表．<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001396912.pdf>，（最終閲覧日 2023 年 10 月 13 日）
3) 国土交通省（2019）：平成 30 年 7 月豪雨が統計開始以来最大の被害額に，<https://www.mlit.go.p/report/press/mizukokudo03_hh_000985.html>，（最終閲覧日 2023 年 10 月 4 日）
4) 財務省（2020）：自然災害と地方財政，<https://www.mof.go.jp/pri/publication/financial_review/fr_list8/r149/r149_03.pdf>，（最終閲覧日 2023 年 9 月 29 日）
5) 社会資本整備審議会（2020）：気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について<https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kikouhendou_suigai/pdf/03_honbun.pdf>，（最終閲覧日 2023 年 10 月 4 日）
6) 鈴江和好，中野晋，青江有佳：津波浸水想定区域におけるアンケート調査と GIS の活用による住居移転の可能性についての研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol. 59，2019.
7) 東野幹久，村尾修：東日本大震災復興事業データを用いた陸前高田市中心市街地の事前高台移転による有益性に関する研究，地域安全学会論文集，No.39，pp. 81-91，2021
8) 武田裕之，津田泰介：南海トラフ地震による津波被害地域における震災前都市移転の可能性の検討，土木計画論文集，Vol.50，No.3，pp.594-601，2015.
9) 国土数値情報（2012）：洪水浸水想定区域データ，<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31.html>，（最終閲覧日 2023 年 10 月 9 日）
10) Takeda, N., Furuya, T. and Akiyama, Y. :Development of Estimation Method for Building Structure Using Open Data and Statistics, *IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, #3937, 2022.
11) Furuya, T. and Akiyama, Y. :Damage Assessment of Floods for Broad Urban Areas Based on Insurance Payment Information Using Geo Big Data, *CUPUM2021 Conference Proceedings*, #15-1, 2021.
12) Ke,G., Meng,Q., Finley,T., Chen,T., Ma,W., Ye,Q. and Tie,Y. :LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree, *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 2017.
13) 国税庁（2020）：被災した住宅，家財等の損失額の計算書．<https://www.nta.go.jp/taxes/shiraberu/saigai/h30/0018008-045/pdf/10_03.pdf>，（最終閲覧日 2023 年 10 月 9 日）
14) 中島美登子，河村祐希：大船渡市の防災集団移転地における高齢者の孤立化防止に関する研究，研究論文集・実践研究報告集，住総研，No.45，pp.107-116，2018.
15) 土地情報センター（2022）：「都道府県市区町村別・用途別」 平均価格・対前年平均変動率表，<https://www.lic.or.jp/landinfo/pdf/kouji/K2023.pdf>，（最終閲覧日 2023 年 9 月 30 日）．
16) 鈴江和好，中野晋：津波被災想定地域における事前住居移転の推進方策の検討，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.76，No.2，pp.I_1297-I_1302，2020.

(2023.?.? 受付)

Development of Method that Damage assessment of housing and Optimization of Disaster Prevention Relocation for Flood Hazard Areas.

Kai SAITO, Naoya TAKEDA and Yuki AKIYAMA

In recent years, heavy rain disasters have been occurring frequently throughout Japan, and the scale of them is becoming increasingly severe. In 2019, the annual amount of damage caused by floods, excluding tsunamis, was the largest since statistics began, and comprehensive measures for floods on a municipal scale are required. If the amount of damage at the time of a disaster can be assessed in detail before the disaster strikes, it is expected to promote disaster prevention efforts in advance and reduce the outflow of population after the disaster. Therefore, this study first estimated the amount of damage to each house in Soja City, Okayama prefecture, where is expected to be inundated by flood damage, using the estimated inundation depths that are publicly available. Next, assuming the implementation of disaster relocation, we estimated the costs associated with the relocation of each house. Finally, we developed a method to evaluate whether the cost of disaster relocation can be economically effective, i.e., whether the cost of disaster relocation is less than the amount of damage that would have occurred without disaster relocation, by comparing the cost of disaster relocation and the expected amount of damage, and to determine the optimum scale of disaster relocation. As a result, in the case of Soja City, it was found that a 20% subsidy rate for the cost of relocating individual houses would result in an economic benefit of approximately 2,200 million yen, and a 10% subsidy rate would result in an economic benefit of approximately 6,500 million yen.