佐賀県武雄市を対象とした 水害危険地域からの 住宅移転の可能性の検討

北島　瑛介 [1]

[1] 学生会員　九州大学大学院　工学府土木工学専攻（〒819-0395 福岡市西区元岡 744）
E-mail: kitajima.eisuke.333@s.kyushu-u.ac.jp

佐賀県を流れる六角川水系の流域では令和元年，令和三年と直近で 2 度にわたり大規模な水害が発生した．周辺自治体や国，県などの機関による六角川水系流域治水協議会が設置され，流域治水の取り組みが進められている．本研究では特に被害が大きかった佐賀県武雄市を対象地域として，水害危険地域からの住宅移転の費用面での可能性について検討を行い，防災集団移転促進事業による住宅移転が実現可能な建物や地域を抽出することを試みた．多くの地域では人口が減少しており，河道整備やダム建設といった従来からの治水策とのバランスを取りながら，防災移転についても検討を行っていく必要があると考える．

Key Words: *river basin disaster resilience and sustainability by all, relocation, financial feasibility*

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年，各地で毎年のように豪雨による災害が発生している．佐賀県武雄市の六角川流域においても，直近で令和元年と三年の 2 度，大規模な洪水被害が発生した．六角川流域では流域自治体と国土交通省，佐賀県等の関連機関による六角川水系流域治水協議会が設置され，被害を減少させていくための流域治水の取り組みが進められている．また，武雄市は今年 3 月に特定都市河川流域に指定されるなど，流域治水の取り組みの加速化が期待されている．

洪水等の自然災害のリスクは「ハザード」「暴露」「脆弱性」のかけ合わせにより決定される．気候変動の影響により，雨の強度や頻度は今後も高まることが想定される．洪水被害防止のために河道整備や遊水地の整備といったハード対策がなされているが，これらの対策のみでリスクを回避していくことは困難な状況になってくるものと思われる．

「暴露」について，日本では人口減少段階にさしかかっているにもかかわらず洪水浸水想定区域で人口が増加していることが指摘されており，洪水による被害を深刻化させる要因の一つとなっている [1]．このことに対して，土地利用規制などまちづくりの面での対策が想定される．また，特に大きな被害が予測される地区においては，安全な地域へ移転することも検討を進めていく必要があると考える．災害リスクのある地域から安全な地域への移転については，移転元地の買取りや移転先の住宅団地の整備等に要する費用を国が補助する防災集団移転促進事業という制度がある．危険な地域から移転してもらうという政策は実現のハードルが高いものであると思われるが，人口減少段階にある都市においてコンパクトで持続可能な都市としていくうえでも今後より一層必要になってくると考える．

本研究は，洪水被害がこれまで多く発生してきた武雄市の六角川流域を対象として，建物ごとに防災集団移転における費用と移転した場合の水害被害軽減額を推計し，費用便益分析を行うことで，防災集団移転事業による水害危険地域からの移転が社会的費用の面で実現可能であるかを検証することを目的とする．

(2) 先行研究のレビューと本研究の特徴

災害リスクを有する地域からの移転に関する研究として武田ら [2]の研究がある．この研究では，南海トラフ地震による甚大な津波被害が想定される高知県高知市を対象として，被災前の都市移転の可能性を検討している．津波浸水想定区域における浸水深2m以上と浸水深2m以下で木造が多い戸建て住宅について移転の対象とし，既

成市街地や新規市街地に移転する場合，移転の費用は南海トラフ地震の被害想定を大きく下回るという結果を示した．また，水野ら [3]の研究では，神奈川県の洪水浸水想定区域から安全な地域への住宅移転を住宅のライフサイクルに合わせて行った場合，2050 年に浸水が発生した場合神奈川県で最大 6 兆 8323 億円の被害を軽減できるとしている．

これらの研究には見られない本研究の特徴としては，建物単位というミクロな視点で住宅移転の費用面での評価を行うこと，1 段階の浸水想定にとどまらず流量規模に応じた多段階の浸水想定を考慮し被害額を推定すること等があると考えている．

表-1 家屋の浸水深別被害率

浸水深	床下	床上				
	~44cm	45~49	50~99	100~199	200~299	300~
A	0.047	0.189	0.253	0.406	0.592	0.800
B	0.058	0.219	0.301	0.468	0.657	0.843
C	0.064	0.235	0.325	0.499	0.690	0.865

A：地盤勾配 1/1000 未満，B：1/1000~1/500，C：1/500 以上

表-2 自動車以外の家庭用品の浸水深別被害率

浸水深	床下	床上				
	~44cm	45~49	50~99	100~199	200~299	300~
被害率	0.037	0.308	0.533	0.701	0.948	0.977

2. 研究手法

(1) 移転の費用面での評価の考え方

本研究では，建物ポイントデータ（株式会社ゼンリン，2020 年版）を用いて個人家屋を対象として建物単位で移転の社会的費用の面での可能性を判定する．具体的には，防災集団移転促進事業における補助金を費用，建物が移転した場合の家屋と家庭用品の被害軽減期待額を便益として費用便益分析を行う．

建物ポイントデータは，株式会社ゼンリンが公開しているデータであり，建物の位置（緯度・経度）や建物分類，階数，面積といった情報を得ることができる．この建物ポイントデータを用いて，建物単位で移転した場合の家屋・家庭用品被害軽減額（便益）と移転に要する費用を算出し，費用便益比を明らかにすることで社会的費用面での移転の可能性を分析する．

なお，防災集団移転では移転先となる住宅団地の規模が 5 戸以上となる集団での移転が条件であるが，移転費用については戸数単位で条件が設定されており，建物単位での費用便益分析を行うこととする．

(2) 被害軽減額の推定

水害のハザード情報として，六角川水系の多段階の浸水想定図を用いる．多段階の浸水想定は 2019 年台風第 19 号を受けて土木学会の災害総合調査団が作成，公表，周知徹底を提言しており[注 1)]，現在では全国各地で整備が進んでいる[注 2)]．本研究では，国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所よりデータを提供していただき，年超過確率 1/10, 1/30, 1/50, 1/100 規模降雨の短期河道（令和 7 年度時点における短期整備後河道）の浸水情報をもとに家屋と家庭用品の被害額算定を行う．分析は ArcGIS で行った．武雄河川事務所に提供いただいた浸水深データは 5m メッシュのポイントで整備されており，個人家屋建物ポイントの周囲 5m にある最も近接した浸水深情報を与えその建物の浸水深とした．また，家屋の浸水深別被害率を算出する際に地盤勾配情報が必要のため，各建物に国土数値情報の標高・傾斜度 5 次メッシュの平均傾斜角度の情報を与えた．

被害軽減額の算定にあたっては治水経済調査マニュアル（案）[注 3)]を参照した．家屋被害額は，「床面積×都道府県別家屋 1 ㎡当たり評価額（令和 3 年評価額（佐賀）：192.6 千円/㎡）[注 4)]×被害率」により算出される．家屋の浸水深別被害率は**表-1** のとおりである．なお治水経済調査マニュアル（案）に倣い，建築基準法等との整合から水深が 45cm 以上を床上浸水とする．

また，家庭用品被害額は，「家庭用品資産額（自動車を除く家庭用品）＝家庭用品資産額（自動車を除く家庭用品，令和 3 年評価額 9,368 円/世帯）[注 4)]×被害率（自動車を除く家庭用品）」により算出される．家庭用品の浸水深別被害率は**表-2** のとおりである．なお，自動車については，事前に高台避難するなどの対策がとれるとし，武雄市においては車両避難場所の指定が進んでいることも踏まえて考慮しないこととする[注 5)]．

年平均の被害軽減期待額については，これも治水経済調査マニュアル（案）を参照し，超過確率別に求めた被害軽減額に流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じて求めた流量規模別年平均被害軽減額を累計し年平均被害軽減期待額を算定する．

建物の移転における総便益は，評価対象期間を 30 年として，以下の通り便益を算定する．

$$B = \sum_{t=1}^{30} \frac{b_t}{(1+r)^t}$$

なお，b_t は t 年における年便益，r は割引率（r=0.04 とする）である．

(3) 移転費用の算出

移転費用については，防災集団移転促進事業の補助額[注6)]とする．補助額として考慮する項目は**表-3** のとおりである．公共施設整備費用や生産基盤整備費用についても 1 戸あたりの補助限度額として表に示した額が設定されている。なお，防災集団移転については，移転先となる住宅団地の規模が 5 戸以上であること，移転する住居の半数以上が住宅団地に入居することが必要といった条件がある．しかしながら，本研究では集団で移転するという要素を考慮せず，1 戸あたりで必要な費用を算出することとする．

また，防災集団移転においては，既存集落の空き地を利用したり，周辺に土地を確保して移転を行う差し込み型の移転といった形態もある．差し込み型の移転では大規模な造成を必要とせず，また既存のインフラを活用できるため安くつく[注7)]．武雄市も例外なく人口減少段階にあり，コンパクトで持続可能な都市機能を維持していくためにも，今後は新規の開発を抑制し居住誘導区域に誘導するなどの対策が必要だと考える．差し込み型の移転を実施する場合，公共施設や生産基盤の整備は必要ないものとし，これらの補助額を除いた費用についても算出し期待被害額との比較を行うこととする．

表-3 住宅移転に必要な費用として考慮する防災集団移転事業の項目別費用

項目	補助額（上限）
用地取得・造成費用	19,000 円/㎡
住宅建設・用地購入費用	4,210,000 円
住宅移転補助費用	975,000 円
公共施設整備費用	4,080,000 円
生産基盤整備費用	616,000 円

3. 結果

短期河道における浸水想定をもとに，評価対象期間を 30 年とした場合の費用便益分析の結果を**図-1** に示す．武雄市の六角川流域においては，65 戸で費用便益比が 1 を上回る結果となった．特に武雄市橘地区の六角川右岸や六角川と武雄川の合流点付近で費用便益比が 1 を上回る建物が多く見られた．これらの地域では防災集団移転事業を実施した場合でも費用便益比が 1 を上回る建物が多く，今後の人口の動向も踏まえつつ，防災集団移転事業も視野に入れて治水対策を実施していくことが求められると考える．

また，既存の集落への移転を想定し移転費用から公共施設と生産基盤の整備費用を除いた場合，費用便益比が 1 を上回る戸数は 90 戸となった．こちらのケースについても，武雄市橘地区の六角川流域や六角川と武雄川の合流点付近で費用便益比が 1 を上回る建物が増加する結果となった．橘地区の六角川左岸においても費用便益比が 1 を上回る建物が見られた．

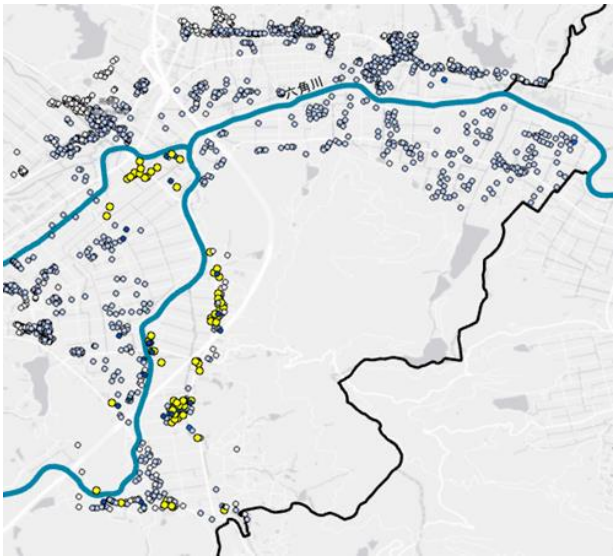


図-1 建物単位の防災移転の費用便益比の結果（黄色のポイントが費用便益比 1 以上）

4. おわりに

本研究では，佐賀県武雄市の六角川流域を対象として，建物単位で防災集団移転事業の費用面での実施可能性を検証し，費用対効果の面で実施の可能性がある建物や地域を抽出できたと考えている．なお，本研究では治水対策として住宅の移転しか考慮しておらず，実際にはまず河道掘削やダム，堤防整備などの従来から実施されてきた治水対策を検討するケースが多いのではないかと思う．人口減少化にあることも踏まえ，持続的なまちにしていくためにも，今後は住宅の移転も治水対策の一つとして検討することが必要となってくるのではないかと考える．また，被災前の移転にあたっては，居住誘導区域などの既成市街地への移転を促進する仕組みにすることで，費用を抑え，コンパクトなまちづくりにも寄与するものと考える．

今後の課題としては以下のようなものが挙げられる．

・今回用いた浸水想定は外水氾濫しか想定しておらず，

内水氾濫も考慮したリスク評価を行う必要がある.
・今回の検討では費用として防災集団移転事業の補助金のみとしており，実際に移転する場合，移転者は補助以外の費用を捻出可能なのか考慮する.
・今回はあくまで費用面での住宅移転の実現可能性を評価しようとしたことにとどまる．実際に移転策をとる場合，住民の理解を得ることや，住民の合意形成を図ることが必要不可欠である.
・移転先としてどの地域を設定するか，移転先の容量は確保できるか，また，移転による住民の QOL の変化等についても検討する必要があると考えている.

謝辞：国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所に六角川の多段階の浸水想定図のデータを提供していただいた.ここに記して厚く御礼申し上げます.

NOTES

注1) 土木学会台風第 19 号災害総合調査団：台風第 19 号災害を踏まえた今後の防災・減災に関する提言～河川，水防，地域・都市が一体となった流域治水への転換～，2020.1，https://www.jsce.or.jp/strategy/files/hagibis_20200123.pdf
注2) 国土交通省水管理・国土保全局：水害リスクマップ及び多段階の浸水想定図，https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_pro/risk_map.html
注3) 国土交通省水管理・国土保全局：治水経済調査マニュアル（案），2020.4.
注4) 国土交通省水管理・国土保全局河川計画課：治水経済調査マニュアル（案）各種資産評価単価及びデフレーター，2023.6.
注5) 武雄市，たけおポータル，車両避難場所について，https://www.city.takeo.lg.jp/benri/anzen/bosai/011181.html
注6) 国土交通省都市局都市安全課：防災移転まちづくりガイダンス～防災集団移転促進事業及び防災移転支援事業（居住誘導区域等権利設定等促進事業）について～，2023.4.
注7) 日経クロステック，1戸に1億円超も投じた団地の苦境 「差し込み型」防災集団移転に学べ，2021.3，https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/na/18/00131/03030000 7/

REFERENCES

1) 秦康範，前田真孝：全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移，日本災害情報学会誌，災害情報，No.18-1，pp. 107-114，2020. [Hada, Y. and Maeda, M.: Change in Population within Estimated Flood Inundation Areas in Japan and its Prefectures, *Journal of disaster information studies*, No. 18-1, pp. 107-114, 2020.]
2) 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―高知県高知市をケーススタディとして―，都市計画論文集，Vol.50，No.3，pp. 594-601, 2015.10. [Takeda, H. and Tsuda, T.: Feasibility Study of Predisaster Relocation Planning of Urban Functions in Nankai Trough Earthquake Area -Case Study in Kochi City-, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol. 50, No. 3, pp. 594-601, 2015.10.]
3) 水野伶那，佐尾博志，大西暁生：神奈川県における浸水発生に適応した住宅の再配置による被害額の軽減効果，水文・水資源学会誌，第 28 巻，第 5 号，pp.245-260，2015. [Mizuno, R. and Sao, H. and Onishi, A.: Reducing fold damage in Kanagawa prefecture: housing relocation effects, *J. Japan Soc. Hydrol. and Water Resour.* Vol. 28, No. 5, pp. 245-260, 2015.]

(Received July 21, 2023)
(Accepted August 30, 2023)