

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18747

研究課題名（和文）水工学と都市計画学の融合による総合的治水対策の評価システムの構築

研究課題名（英文）Developing assessment system of integrated flood risk management by integrating hydraulic engineering and urban planning approaches

研究代表者

田中 智大（Tanaka, Tomohiro）

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号：20793798

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：「総合的な治水対策」を目的としてエージェントモデルに基づき河川・都市計画的対策を評価できる洪水発生・立地選択モデルを開発した。平時の立地誘導策が住民の立地選択行動に与える影響を評価するため、公共交通利便性に基づくアメニティ指標を提案し、街ごとの魅力の違いが立地選択行動に与える影響を加味したうえで住民の移住行動を時系列でシミュレーションするモデルを構築した。洪水氾濫シミュレーションに基づく洪水リスクの空間分布を加味した複数の立地誘導シナリオ分析を行い、水害リスクが低くかつ交通利便性の低いエリアの開発が低所得層を含めた住民の長期の洪水リスク低減に効果的であることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、水工学と都市計画学の融合によって気候・河川・社会の長期的な変化を陽的に考慮して洪水リスクの時間変化を推定する枠組みを初めて構築することに成功した。特に、社会や人口分布が固定であることを前提とした従来の治水事業評価手法の枠組みを脱却し、水工学分野で経済モデルを用いた洪水リスク評価という新しい潮流を生む可能性がある。さらに、国土交通省が社会資本整備審議会の答申「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方」で掲げる「総合的治水対策」を定量的に評価できる可能性がある点で大きな社会的波及効果が期待できる。

研究成果の概要（英文）：We developed a model of flood occurrence and site selection that can evaluate river and urban planning measures based on an agent model for the purpose of comprehensive flood control measures. In order to evaluate the impact of location guidance measures on residents' location selection behavior during normal times, we proposed an amenity index based on the public transportation amenity, and constructed an agent model to simulate residents' migration behavior over time, taking into account the impact of differences in attractiveness of each town on their location selection behavior. Multiple location inducement scenario analyses were conducted, taking into account the spatial distribution of flood risk based on flood inundation simulations, indicating that developing low flood risk and low transportation accessibility areas is effective in reducing long-term flood risk for residents, including those in low-income areas.

研究分野：水文学

キーワード：流域治水 立地適正化 立地選択 マルチエージェントモデル 洪水リスク

## 1. 研究開始当初の背景

近年、洪水災害は激甚化の一途をたどり、さらに気候変動に伴う豪雨の極端化・強大化によってそのリスクは増加することが予測されている。増加するリスクをダム建設や堤防のかさ上げですべて対応することは非現実的であり、リスクの高い地域を避けるような街づくりを組み合わせ合わせた総合的な対策の重要性が従来から叫ばれてきた。

しかしながら、土木工学における研究分野は細分化しており、洪水リスクに関して、水工学分野における河川整備による洪水リスク低減効果の評価と都市計画学分野での都市の住まい方の変化による洪水リスク変化の評価は独立して行われてきた。その結果、河川・都市計画を組み合わせ合わせた総合的な治水対策の一体的な評価ができていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、水工学と都市計画学の融合による「総合的な治水対策」の実現を目標として、目的1) エージェントモデルに基づき河川・都市計画的対策を評価できる洪水発生・立地選択モデルを開発する。河川の合流部に都市が広がる典型的な地域として一級水系淀川流域の京都市とその周辺域を対象地域とし、河川・都市・気候すべてが変化する2020年～世紀末までの80年間を対象に洪水発生・立地選択モデルを適用して目的2) 河川・都市・気候が変化する中で安定して資産形成できる河川・都市シナリオパスを分析する。

## 3. 研究の方法

上記の目的を達成するため、以下の課題に取り組んだ。

課題1) 近年、気候変動の洪水への影響評価で利用が盛んな大規模アンサンブル気候予測データベース d4PDF の現在気候および将来気候下での降水量データを入力し、現在から将来にかけての豪雨データを整備した。さらに、対象流域である淀川水系を管轄する近畿地方整備局淀川河川事務所から対象河川の整備完了後の河道横断面測量データを入手し、複数の河川整備シナリオに応じた河道の状態を氾濫解析モデルに反映した。

課題2) 住宅購入行動を中心とした各世帯の経済活動をモデル化するエージェントベースモデルを構築した。本研究では、洪水の影響に特化するため、世帯の住宅購入行動に水災保険加入と洪水被災後の意思決定行動を新たに導入した。さらに、平時の立地選択行動を表現しかつ立地誘導施策をシミュレーション上で取り扱うことができるようにするため、立地選択の主要因を表現するアメニティ指標を検討した。構築したモデルを京都市とその周辺域の国勢調査データおよび住宅価格データに基づく人口分布と住宅価格分布に対して検証した。

課題3) 課題1) と課題2) で開発した洪水発生・立地選択モデルを、淀川水系の主要支川合流部(桂川、鴨川、宇治川、木津川)である京都市およびその周辺域へ適用した。洪水氾濫シミュレーションに基づいて対象地域を洪水リスクに応じて分類し、各洪水リスクの高さに応じて異なるエリアを開発する立地誘導シナリオを設定して住民の立地選択行動をシミュレーションするシナリオ分析を実施した。

## 4. 研究成果

まず、淀川流域の洪水氾濫シミュレーションモデルによって現在気候および気候変動条件下での多数回の洪水氾濫シミュレーションを行い、対象地域の洪水リスクを明らかにした。そのうえで、世帯の住宅購入行動を反映したエージェントベースモデルを構築するとともに、その立地選択行動の信頼性を高めるため、公共交通利便性に基づくアメニティ指標を複数検討した(図1)。その結果、特急駅が止まる主要駅へのアクセスだけでなくそのオフピーク時の本数を加味した交通利便性指標を用いることで現状の住宅価格の空間分布をある程度良好に表現できることを確認した(図2)。提案した交通アメニティ指標を立地選択モデルに導入し、アメニティの高さに応じて住民が効用関数に基づいて立地選択を行うモデルを構築した。その結果、現況の住宅価格の空間分布をある程度再現できるエージェントベースモデルを構築することができた(図3)。次に、居住誘導エリアの異なるシナリオを用意し、構築した立地選択モデルを用いて各シナリオの水害リスク低減効果を比較した。その結果、水害リスクの低いエリアにおける施策は、水害リ

リスクが高くアメニティが低いエリアからの居住を促進する効果があり、対象地域全体の水害リスク低減に寄与する可能性が高いこと、低所得者のリスクを減少させるには、アメニティ量が低い地域での施策を行うことが効果的である可能性があること、災害に脆弱な低所得者の水害リスクに関しては、低リスクエリアでの誘導施策によって必ずしも減少するとは限らないことがわかった(図4)。立地誘導施策後の立地変化については、高所得世帯が移住したエリアに中低所得世帯が徐々に移住する Chain Migration がシミュレーション上も発現することを見出し、洪水リスク低減に向けたシナリオパスを示すことが出来た。

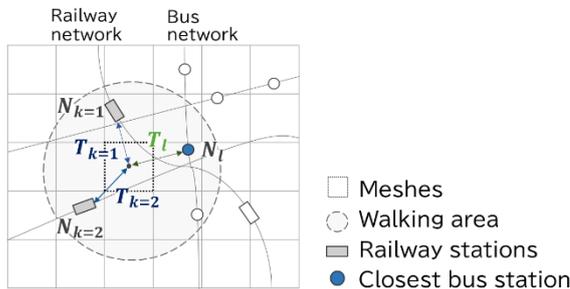


図1. 鉄道およびバス路線データによる各メッシュの交通利便性の計算方法の概念図

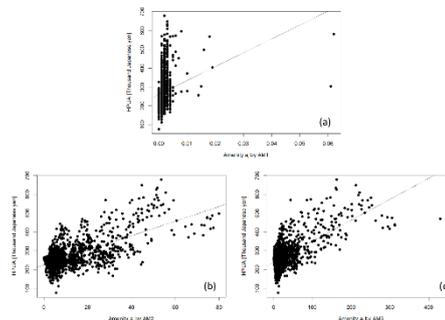


図2. 各提案指標ごとの交通利便性と住宅価格の関係

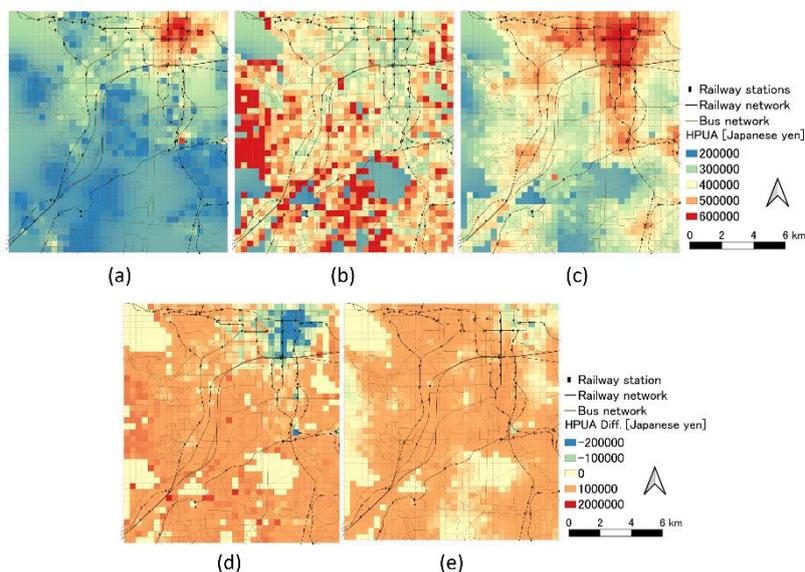


図3. 2015年時点の住宅価格分布(a)に対するエージェントベースモデルの再現計算結果. 交通利便性アメニティ導入前の住宅価格の計算値(b)および(a)との差, アメニティ導入後の住宅価格の計算値(c)および(a)との差,

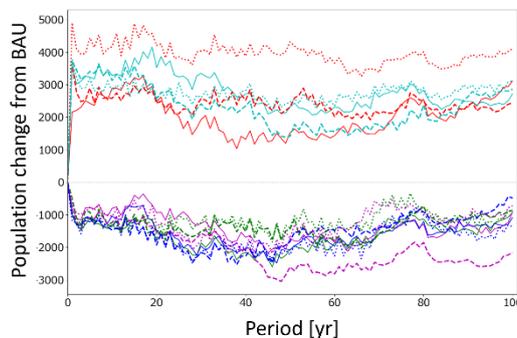


図4. エージェントベースモデルによる浸水リスクの高い地域に居住する世帯数の変化量の時系列計算結果. 青色および緑色はリスクの低い地域に, その他の色はリスクが中程度~高程度の地域を立地誘導地域に指定して開発を進めた場合の結果.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 1件）

1. 著者名 Tanaka T., Yokomatsu M., Ashino M., Ichikawa Y.	4. 巻 1
2. 論文標題 Novel framework for assessing long term flood risk management pathways focusing on river channel improvement and amenity policies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Flood Risk Management	6. 最初と最後の頁 e12804
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jfr3.12804	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Asuka Koga, Tomohiro Tanaka, Muneta Yokomatsu, Yutaka Ichikawa, Yasuto Tachikawa and Kazuaki Yorozu
2. 発表標題 Impact of Urban Planning on Future Flood Risk: Agent-Based Approach to Real Estate Economics
3. 学会等名 AGU 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中 智大、古閑 あすか、横松 宗太、市川 温
2. 発表標題 京都盆地における流域治水に向けた立地誘導施策評価のための立地選択モデルの高度化 IV-87
3. 学会等名 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古閑 あすか、田中 智大、横松 宗太、市川 温、立川 康人、萬 和明
2. 発表標題 京都盆地における交通利便性を考慮した立地選択モデルの高度化
3. 学会等名 水文・水資源学会/日本水文科学会2022年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohiro Tanaka, Asuka Koga, Muneta Yokomatsu, Yasuto Tachikawa
2. 発表標題 Agent-based modelling for impact assessment of urban planning measures on flood risk reduction: A case study in Kyoto, Japan
3. 学会等名 The 28th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2023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	市川 温  (Ichikawa Yutaka)  (30293963)	京都大学・経営管理研究部・教授   (14301)	
研究分担者	横松 宗太  (Yokomatsu Muneta)  (60335502)	京都大学・防災研究所・准教授   (14301)	

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		
オーストリア	国際応用システム分析研究所		