

第II部門

人口流入と都市開発を踏まえた立地選択モデルによる京都盆地の洪水リスク評価

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 ○崎山 賢人
 京都大学防災研究所 正会員 田中 智大
 京都大学大学院経営管理研究部 正会員 市川 温

1. はじめに

近年、局地的な集中豪雨の頻発により、洪水リスクが深刻化している。これを受け、氾濫抑制・被害低減・早期復旧を一体的に進める「流域治水」への転換が進み、災害リスクの低い地域への居住誘導も対応策の一つとされている。

しかし、日本では強制的な土地利用規制の導入が難しく、交通利便性や生活利便性の向上を通じて住民の自発的移住を促し、人口を誘導する取り組みが主流となってきた。こうした状況の下、地域アメニティの向上や交通利便性の確保を通じた自発的な人口誘導は有効とされ、近年ではコンパクトシティ政策もその一環として位置づけられている。都市政策が持つ効果を定量的に把握するには、人口や都市構造の時間的変化を内包した動的モデルが必要となる。

本研究では、京都盆地を対象に、2000年から2015年にかけて進行した人口流入、新駅整備、ニュータウン開発といった都市構造を踏まえたエージェントベースの立地選択モデルを構築した。洪水リスクの空間的・時間的変化を定量的に捉える枠組みを整備し、人口流入と都市開発が洪水暴露に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 立地選択モデルの概要と高度化

図-1に本研究で構築したモデルの構造を示す。本モデルでは、世帯およびディベロッパーをエージェントとし、住宅市場における需要と供給の相互作用を再現するエージェントベースの立地選択モデル(ABM)を用いている。

世帯は、住宅価格、延床面積、交通利便性、所得・貯蓄などに基づいて効用最大化に基づいて移住先を選択する。一方で、ディベロッパーは、空き家率や主観的売却確率に応じて住宅価格を設定する。これにより、時間とともに変化する人口分布と住宅価格の空間構造を動的に再現可能としている。

本研究では、Tanaka *et al.*¹⁾が提案された既存モデルを基に、①国勢調査をもとにした人口流入の再現、②未開発地域への住宅供給(ニュータウン開発の再現)、③新駅敷設に伴う交通利便性の動的変化という3つの拡張を加えることで、人口流入と都市開発の時間的変化を反映した世帯の立地行動を、年次ベースの動的なプロセスとして再現可能としている。

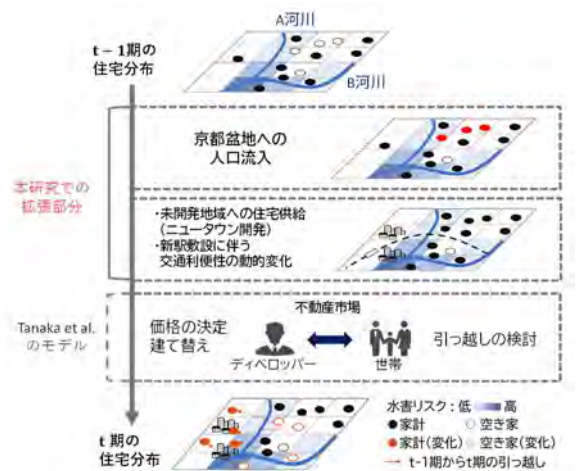


図-1 拡張した立地選択モデルの概要

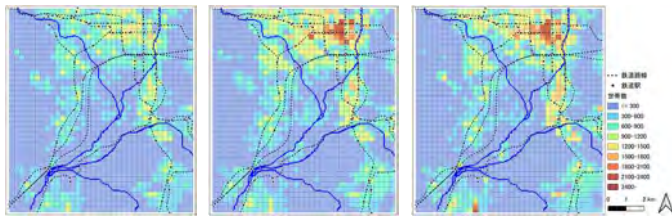
3. 京都盆地での再現性検証と拡張モデルの性能評価

本研究では、拡張モデルを用いて、京都盆地における2000~2015年の都市構造と人口分布の変化を再現し、その精度を検証した。比較には、国勢調査に基づく世帯数および地価公示に基づく住宅価格の実績値を用い、500mメッシュ単位での空間分布を評価対象とした。相関係数等より、モデル出力と実績値の空間的整合性を定量的に比較した結果、拡張モデルは全期間で従来モデル¹⁾を上回る指標値を示し、人口流入と都市開発の動態を取り込むことが再現性の向上に寄与していることが示された。たとえば、世帯数の空間分布に関する相関係数は、拡張モデルで2015年が0.947(同:0.929)であり、住宅価格も2015年で0.637(同:0.612)と、いずれも全体的な分布傾向を良好に捉えていた。

Kento SAKIYAMA, Tomohiro TANAKA and Yutaka ICHIKAWA

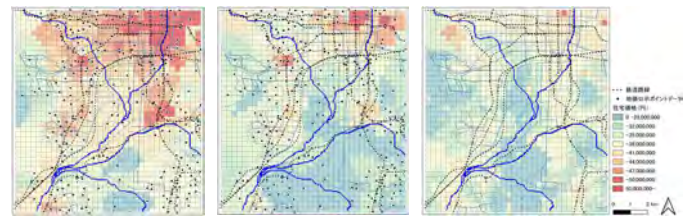
sakiyama_k@cfk.co.jp

また、図-2 および図-3 に示すように、新駅周辺や都市中心部では人口集中や価格上昇の傾向がシミュレーションにも適切に現れており、モデルの空間的妥当性が確認された。一方で、一部の地域では地価の急騰といった局所的な変動が十分に再現されておらず、短期的かつ局所的な価格動向の捉え方に課題が残る結果となった。



(a)2000年 実績値 (b)2015年 実績値 (c)2015年 シミュレーション値

図-2 世帯数の空間分布



(a)2000年 実績値 (b)2015年 実績値 (c)2015年 シミュレーション値

図-3 住宅価格の空間分布

4. 洪水リスク評価

モデルの出力に L2 降雨を前提とした浸水深データを重ね合わせ、2000 年から 2015 年の洪水曝露世帯数を推定した。人口流入と都市開発の反映状況に応じて、3 つのシナリオを設定して比較を行った。シナリオ No.1 は人口流入・都市開発をいずれも考慮しない従来モデル、No.2 は人口流入のみを導入したモデル、No.3 は新駅整備やニュータウン開発を含む両要素を反映したモデルである。図-4 に示す京都盆地全体における洪水曝露世帯数の推移では、シナリオ No.3 が実績値に最も近い結果を示した。特に、シナリオ No.1 とは、実績との乖離が大きく、人口の変化を無視することで洪水リスクを過小評価する可能性があることが示唆された。また、図-5 では、開発が進行した地域に限定した洪水曝露世帯数の変化を示している。ここでの「開発エリア」とは、2000 年代以降に新駅整備、ニュータウン開発が実施された 4 か所周辺を含むエリアである。これらの地域では、交通利便性の向上や住宅供給の拡大に伴って人口が集中し、洪水曝露の増加が見られた。こうした傾向はシミュレーション結果にも反映されており、モデルの妥当性を支持する結果となった。

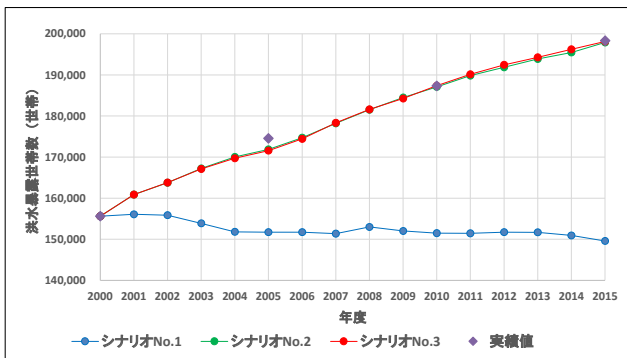


図-4 洪水曝露世帯数（京都盆地全体）

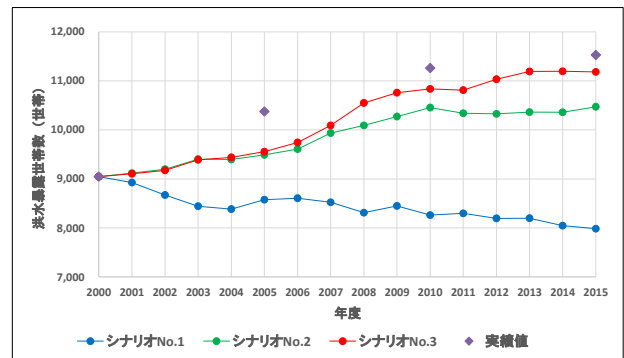


図-5 洪水曝露世帯数（開発エリアのみ）

5. まとめ

本研究では、京都盆地を対象に、人口流入と都市開発の時間的変化を取り込んだ ABM を構築し、洪水リスク評価に適用した。従来モデルと比べて、世帯数と住宅価格の空間再現性が向上し、動的な変化の影響を反映できていることが確認された。また、洪水リスク評価では、都市と人口の変化を考慮することで、洪水曝露の空間的・時間的変化を的確に捉え、開発に伴う局所的リスクの上昇を定量的に把握する手法として、本モデルの有効性が示された。

謝辞：本研究は、一般財団法人 防災研究協会若手研究者研究助成金、JST SICORP、JPMJSC2312 の支援、及び公益財団法人河川財団の河川基金の助成を受けたものである。記して感謝の意を表します。

参考文献：1) Tanaka, T., Asuka, K., & Muneta, Y.: Agent-based intra-regional relocation model considering spatial local amenity for urban planning-based flood risk management: Assessing the impact of urban development on flood exposure, Journal of Flood Risk Management, Vol. 16, No. 3, e13035, 2024.