

河川水位による避難判断基準獲得モデルを用いた過去水位が判断に与える影響の解析

京都大学大学院 学生会員 桐森 元規

京都大学 正会員 堀 智晴

1. 目的

洪水時の被害を軽減するには、自治体だけでなく住民自身の適切な判断も不可欠である。そのため、個人の被害における避難判断の特性を理解し、住民がどのような判断基準を持つか把握することが重要である。既往研究¹⁾では、強化学習を用いて繰り返し水害を経験することで、実際の人間のような避難判断基準を獲得する避難行動モデルが開発されている。モデル上では、避難者は最寄りの河川水位を参照して避難するか否かを判断する。今回はこのモデルを用い、現在（判断時）の河川水位のみを判断材料にするケースと、現在および60分前の河川水位を判断材料にするケースを比較する。そして、過去の水位を参照することが避難判断に与える影響について考察する。

2. 手法

本研究の対象地域は滋賀県彦根市の芦川流域のうち図1に示す領域である。川沿いに住む避難者が自宅から避難所へ移動する経路を想定する。

避難行動モデルによる水害経験は、「イベント」・「評価」・「学習」の3つの過程に分けられ、これらの過程を 10^6 回繰り返すことで、避難者独自の判断基準が獲得される。

「イベント」では、洪水シナリオ（対象地域における浸水分布や河川水位の経時変化）を一つ選択したあと、自宅にいる避難者が10分おきに状態（ここでは河川水位）を参照しながら避難するかどうかを判断する。避難を選択する確率（以後、避難確率）は状態の関数として与える。避難を選択するか洪水ピーク時刻になったらこの過程を終了する。洪水シナリオとしては、滋賀県が作成した確率年別の5種類の降雨（10年、30年、50年、100年、200年）²⁾をRRIモデルに入力した結果を用いる。各「イベント」において、洪水シナリオは5つの中から確率年に反比例する確率でランダムに選択される。

「評価」では、「イベント」で避難者がとった行動に対して報酬（点数）を与える。避難を選択したあと、経路の浸水に出くわさず避難所へ避難し、かつ自宅が浸水したとき（すなわち、空振りも見逃しもしなかった場合）には正の報酬を与える。避難を選択する前に自宅が床上浸水したとき、避難を選択したが避難経路の浸水に遭遇したとき、避難を選択したが自宅が床上浸水しないシナリオであった（空振り）ときには負の報酬を与える。今回は、10年、30年確率降雨において自宅が床上浸水することはないため、これらのシナリオが選ばれたときは最後まで避難しないことが正解となる。

「学習」では、「評価」の結果に応じて避難判断基準を変更する。ここでは、避難判断基準を「状態別に割り当てられた避難確率の配列」と定義する。今回は判断基準として過去の河川水位を用いるか否かによる違いを調べるが、解

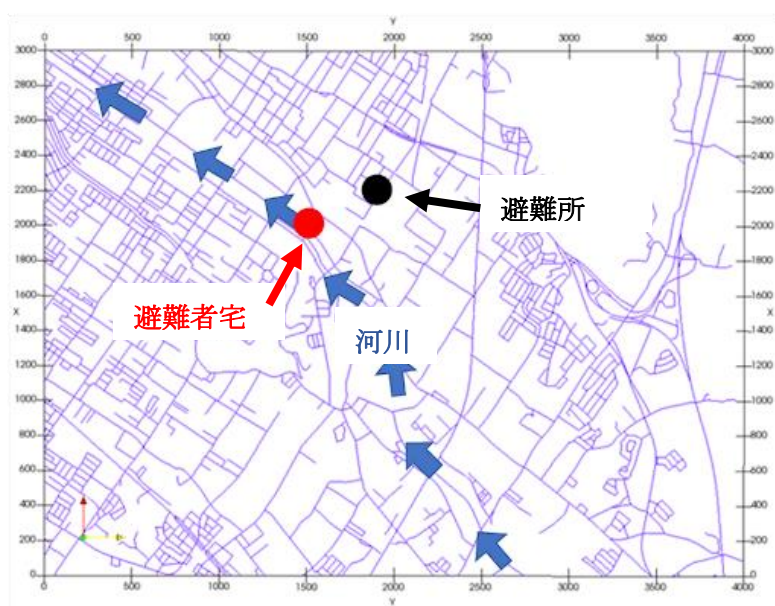


図1 対象地域の街路網

キーワード 水害、避難モデル、避難判断基準、強化学習

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学宇治キャンパス本館S棟320室

析上の違いは避難確率を現在水位のみの一次元配列とするか現在水位および過去水位の二次元配列とするかに現れている。水害経験を繰り返したあとの避難判断基準が、このモデルのアウトプットになる。

3. 結果・考察

現在の水位のみを判断に用いるケースと、現在および 60 分前の水位を判断に用いるケースにおける経験後の避難判断基準を図 2 に示す。横軸は現在水位、縦軸は避難確率である。現在水位のみでは、現在水位 40cm 以上での避難確率がいずれも初期値の 0.1 を下回った。一方、過去水位も参照するケースでは現在水位 100~150cm において過去水位が低い場合に避難確率が高くなる箇所が散見された。これは、過去水位の参照により、避難者が水位の上がり方を認識し、水位が急上昇した場合に避難しやすくなるという規範を獲得することを示している。

また、いずれのケースにおいても現在水位 20~30cm における避難確率が 1 近くなった。これは実際の人間行動と比較すると不自然な挙動であるといえる。限られた数のシナリオに過度に適応したことが主要な原因であると思われる。

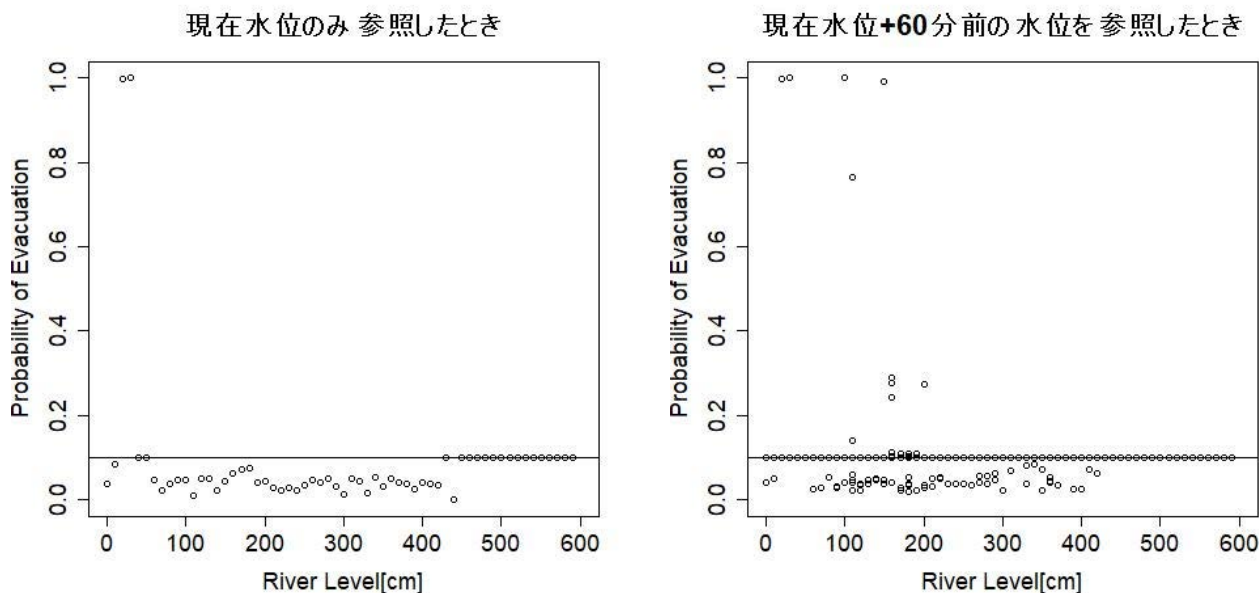


図 2 獲得された避難判断基準（どの水位で避難を選択するか）

4. 結論

水害を繰り返し学習する避難行動モデルを用いた結果、現在だけでなく過去の水位を判断材料に用いた場合、急激な水位上昇時に避難すべきという判断基準を獲得することがわかった。一方、モデルには実際の人間の水害経験を十分に再現できていない箇所も見られるため、多様な洪水シナリオを避難行動モデルに取り入れるなどの改善が必要である。

【参考文献】

- 1) 道頭理緒奈・堀智晴：水害経験が避難の意思決定に及ぼす影響に関する強化学習分析，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.77，No.2，I_1483-I_1488，2021.
- 2) 滋賀県：地先の安全度マップ 解析条件，<https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/5167848.pdf>，pp.4-5，2023/3/26 参照.