

市境界周辺に居住する住民を想定した大規模水害時の避難行動シミュレーション

日本大学 学生会員 ○丸山 純矢
日本大学 正会員 仲村 成貴

1. はじめに

水害時の避難計画は市町村が主体となって計画され、住民は居住する自治体内で避難することが前提とされる。近年では大規模水害を想定した広域避難対策として、市町村界を越えた越境避難も検討されつつある(例えば1)。避難計画は地域の状況に応じて策定されるが、越境避難の検討事例はまだ多くはないこともあり、避難行動シミュレーションの活用が考えられる。そこで本研究では、市境界に立地する複数の地区を対象として避難行動シミュレーションを実施することで、市境界を越えた越境避難を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

2. 対象地区の概要

図1に示すA市とB市の市境に立地する10地区を対象とする。地区a~fはA市、地区g~jはB市に属し、これらの地区のほとんどが洪水浸水想定区域に含まれる。A市の避難所3か所(図中●印)のうち、洪水時は浸水想定区域外に立地する避難所①のみが開設されることになっている。表1に各地区の人口、表2に避難所3箇所の収容定員を示す。避難所3か所の収容定員の総数は4484名でA市6地区の住民3569人全員を収容できるが、B市の4地区2884人を加えた計6453人を収容するまでのキャパシティはない。

3. 避難行動シミュレーションの条件

本研究ではB市の避難所は考慮せず、A市の地区a~fおよびB市の地区g~jの住民全員が避難先としてA市の避難所を選択するとして、洪水発生を想定した避難行動シミュレーションを実施した。表3に解析ケース、表4にエージェントの設定値を示す。図2に避難開始地点を示す。解析対象地区内の全住民が徒歩で一斉に避難開始するものとした。避難開始地点は50m幅に分割したメッシュの中心点とした。各避難開始地点には、地区人口を地区内のメッシュ数で除した避難者数を各メッシュ中心点に割り振っ

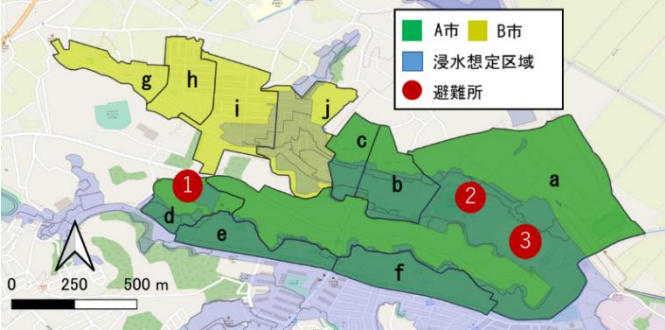


図1 対象地区

表1 各地区の人口

市	地区	65歳未満 (人)	65歳以上 (人)	地区合計 (人)	市合計 (人)
A市	a	396	209	605	3569
	b	529	393	922	
	c	237	218	455	
	d	9	52	61	
	e	336	331	667	
	f	437	422	859	
B市	g	184	184	368	2884
	h	306	327	633	
	i	503	513	1016	
	j	428	439	867	

表2 避難所の定員

	収容定員 (人)
避難所①	1110
避難所②	1440
避難所③	1934
計	4484

表3 解析ケース

解析ケース	収容人数 (人)			避難対象住民 (人)
	避難所① 定員1110	避難所② 定員1440	避難所③ 定員1934	
case1	無制限			A市 3569
case2	無制限			A市+B市 6453
case3	1110	1440	1934	A市+B市 6453

表4 エージェントの設定値

項目	設定値、条件
避難速度	65歳未満 60m/min 65歳以上 30m/min
避難開始地点	50mメッシュの中心点
避難先	最寄りの避難所
経路探索	最短経路 (A*アルゴリズム)

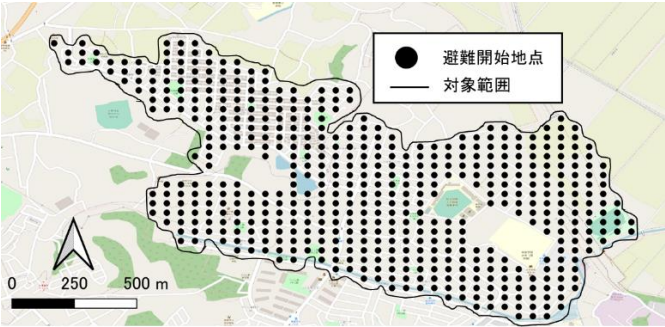


図2 避難開始地点

キーワード 避難シミュレーション, 市境界, 避難所の収容人数, 越境避難, エージェント

た. なお, 解析に用いたデータについては, 背景地図と道路網を openstreetmap²⁾, 河川と浸水想定区域地域を国土数値情報³⁾, 行政区域と人口を 2015 年度国勢調査 (地区 d のみ 2010 年度)⁴⁾, 避難所を自治体のホームページからそれぞれ入手した. 解析には artisoc4⁵⁾を用いた.

4. 避難行動シミュレーションの結果

図 3 に各 case での避難所①の避難者数の時間変化を示す. まず収容定員に達したときの避難時間に着目すると, case1 の 1150s に対して, case2 では 957s, case3 では 979s であり, A 市の住民だけを対象とした case1 より, A 市と B 市の両住民を対象とした case2 や 3 の方が早く定員に達した. これは, A 市の住民よりも早く避難所①に到達する B 市の住民が一定数存在することを示している. 次に収容定員を無制限とした case1 と 2 にて避難者全員の避難完了時間に着目すると, いずれも 5003s であった. この結果より, 避難所①に最も遅く到達するのは A 市の住民であることが明らかとなった.

図 4 に各 case で避難所①の収容定員に達した時点における避難者の居住地区の内訳を示す. 図中の赤枠で示す A 市の住民の割合は, 収容定員に対して case2 で約 59%, case3 で約 52%に留まり, 両 case とも B 市の住民が収容定員の 4 割超を占めた. case1 で避難所①に避難できた A 市の住民のうち, case2 では 2 地区 (b, c) の 92 人, case3 では 3 地区 (b, c, f) の 345 人が避難所①に入ることができなかった. また, 地区 a の住民は case1 で避難できた 89 人のうち, case2 で 23 人, case3 で 47 人が避難できない.

図 5 に case3 にて避難所②と③の避難者の居住地区を示す. 避難所②の避難者は全員が A 市の住民であったが, 避難所③では収容定員の約 69%に留まった. case3 の結果より, 洪水時には開設しない予定の避難所②と③を考慮したとしても, B 市の住民が A 市の避難所を選択すると, 避難所①～③のいずれかに避難できる A 市の住民は 3358 人に留まり, 211 人がどの避難所にも入れない結果となった.

5. おわりに

越境避難について基礎資料を得るため, ある地区を対象として, 市境界を越えた越境避難行動シミュレーションを実施した. 隣接市からの避難者の混入により, 自市の住民が避難できなくなる事例が得ら

れた. 市町村境界周辺については, 隣接自治体と連携して避難計画を策定する必要があると考えられる. 今後は隣接市の避難計画も考慮するなど対象地区の条件をより実情に近づけて検討する予定である.

参考文献

- 1) 畑山満則, 湯川誠太郎, 枝廣篤, 多々納裕一: エージェントベース広域避難シミュレーションシステムの開発—滋賀県姉川・高時川下流域を対象とした事例研究—, 土木計画学研究・論文集, Vo.27, No.2, pp.323-330, 2010.
- 2) OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org> (最終閲覧日 2021 年 12 月 24 日)
- 3) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終閲覧日 2021 年 12 月 3 日)
- 4) 政府統計の総合窓口 e-stat, <https://www.e-stat.go.jp/> (最終閲覧日 2021 年 12 月 3 日)
- 5) 構造計画研究所: artisoc4, <https://mas.kke.co.jp/artisoc4/> (最終閲覧日 2021 年 12 月 3 日)

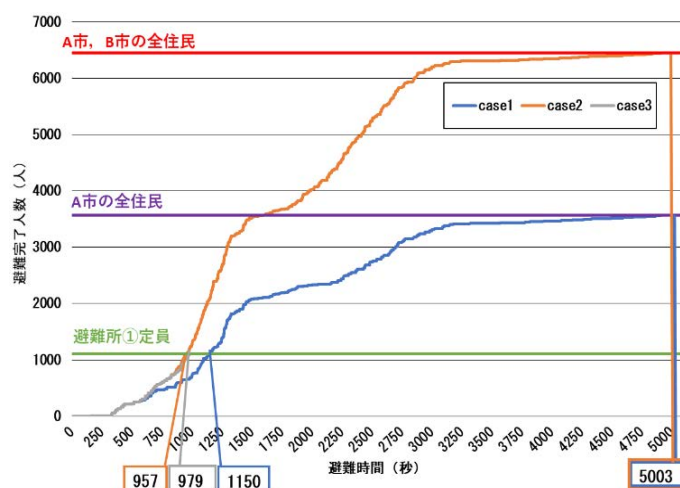


図 3 避難所①の避難者数の時間変化

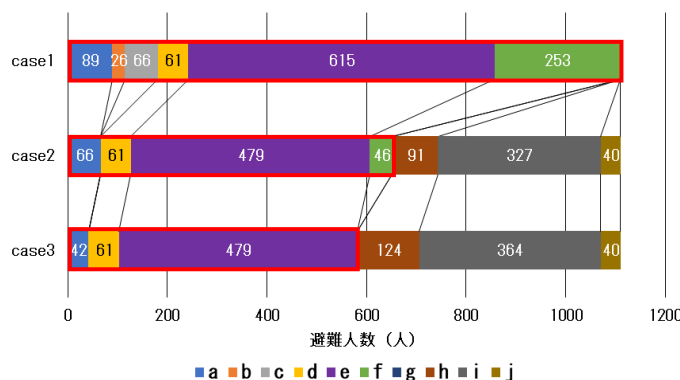


図 4 避難所①の避難者の居住地区

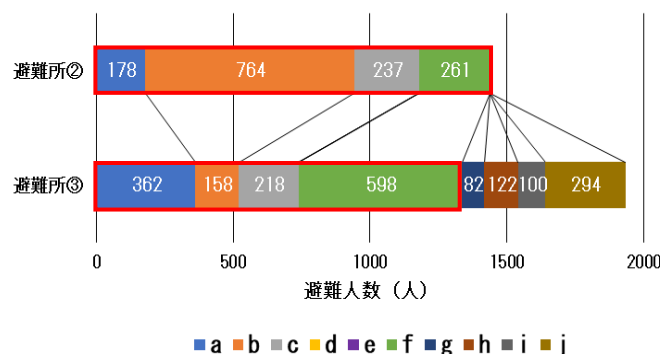


図 5 避難所②・③の避難者の居住地区(case3)