

沿岸域の浸水被害を対象とする避難シミュレーション手法を用いた地域の社会基盤の脆弱性評価

公共システム研究室 雁津佳英

1. はじめに

現在国や地方自治体の財政逼迫、過疎地域の財政縮小化により、防災を対象とする沿岸域の護岸や防波堤といったハード防災施設を充実させるための莫大な投資は困難となっており、如何にして浸水災害からの被害を防ぐかが課題となっている。そこで本研究では避難シミュレーションを用いることにより、浸水災害時の住民の避難行動を再現し、重要となる避難経路を見つけだし、その脆弱性について分析する。

2. 避難シミュレーション

避難シミュレーションを用いるメリットはふたつあると考えられ、ひとつはシミュレーションを見てもらうことでバーチャルな防災訓練となり、地域住民の防災意識を高める事ができる。もうひとつは、実際の避難行動を再現することにより、ソフト・ハード両面で地域の防災上の弱点を見つけ出し、改善方法の検討に利用できることである。本研究ではシミュレーション内で個人が自律的に行動し、また外部環境や周囲の人からの情報による影響で行動を変化させるなどの表現を可能にする、マルチエージェントシミュレーション *artiso* を使用する。

3. 避難行動モデル

避難経路選択モデルにおいて、危険度ポテンシャルを導入する。まず、対象地域の道路をリンク、道路の湾曲しているところと交差点をノードで表しており、各リンクを道路幅で補正した値をリンクコストとしており、式 (1) のように表す。

$$\begin{aligned} c &= d(1 + \alpha_1(\beta - w_r)/\beta), \quad w_r < \beta \\ c &= d, \quad w_r > \beta \end{aligned} \quad (1)$$

c はリンクコスト、 d は道路長、 α_1 は各エージェントの道路幅に対する重みパラメータ、 β は道路幅によるリンクコストの補正を行うかどうかを決定する基準値 (例えば 4(m)) である。次に、危険度ポテンシャルとして避難所から各ノードまでを総リンクコストで表し、海から遠ざかるようとする選好を表す数値を足し合わせたもので与える。これにより避難者は現在の

ノードから避難場所ノードに向かって、一番危険度ポテンシャルが低くなるノードへ進む選択をする。これを式 (2) で表す。

$$P_i = C_i + \alpha_2 / s_i \quad (2)$$

C_i は避難者が避難場所ノードに到達するのに要する最小リンクコスト、 s_i はノード i の海からの距離(m)、 α_2 は各エージェントの海からの距離に対する重みパラメータである。

避難時の歩行については、エージェント 1 つを 1 家族とし、1~5 人を 20% ずつ割当て、グループ単位の避難行動を基本とする。エージェントの歩行速度を V (m/s) で表すと、式 (3) のようになる。

$$\begin{aligned} V &= \min(V_0, V_0(4 - \rho_c)/3), \quad \rho_c < 4 \\ V &= 0, \quad \rho_c > 4 \end{aligned} \quad (3)$$

V_0 はエージェントの自由歩行速度(m/s)、 ρ_c は群集密度(m/s²)を表す。

4. 分析結果

対象地域は鳥取県境港市渡町の全区と森岡町。避難場所は渡公民館、渡保育所、渡小学校、第三中学校、竜ヶ山公園の 5 か所とする。シミュレーションの結果、渡公民館と渡保育所の 2 か所で収容可能世帯数を大きく超える世帯の住民が避難する結果となった。

次にどの避難場所に避難するかを指定し、先の問題を解決して再びシミュレーションを実行したところ、渡公民館へ向かう途中の細い道 2 か所で大きな混雑が発生し、通行が不可能な状態となった。両道路の道幅を 1m ずつ広げたところ、混雑は解消された。

5. 今後の課題

高潮による浸水シミュレーションを加え、現在の住民の避難開始時間による被災状況を明らかにすることと、道路幅を広げるなどの避難経路を確保するにあたっての問題点とその解決策、さらには避難場所を指定することによる避難完了時間の遅延などについて、今後検討する必要があると考えられる。