

マルチエージェントモデルを用いた洪水・避難シミュレータに関する研究

熊本大学大学院 学生員 ○椎葉航 熊本大学工学部 正会員 小林一郎
 (株)構造計画研究所 正会員 上野幹夫 八代工業高等専門学校 正会員 橋本淳也

1. はじめに

近年多発する大規模な災害に対し、国や地方自治体はハザードマップの整備や防災対策関連の施策を盛んに進めている。震災や火災、水害など大規模な災害における防災の分野では、現実実験を行うことが困難であり、シミュレーションによってこれらを評価・検討することが重要となっている。

これに対し、筆者らは航空レーザー測量のデータから河川に対して高精度の洪水氾濫解析を容易に行う研究を進めてきた¹⁾²⁾。

本研究では、この洪水氾濫解析に、新たに災害時の住民の避難行動をシミュレートするマルチエージェントモデルを重ね合わせる、洪水・避難シミュレータを提案する。

2. 洪水・避難シミュレータの提案

2-1. 避難シミュレータについて

本研究では、株式会社構造計画研究所で開発したVBAに準じた言語で記述されるマルチエージェントシミュレータ「KK-MAS」を用いて、住民の避難シミュレーションを開発した。特徴として、個々の要素をエージェントとしてとらえ、エージェント間の相互作用を考慮するマルチエージェントシミュレーションを行う。エージェントとは、自立的に環境に適応させていく行動主体と定義する。以下のように避難シミュレーションモデルを構築した。

2-2. 避難シミュレータモデル

- 1) 要素は、避難者、避難場所、経路分岐点の3つ。
- 2) 1つの世帯を1エージェントとして、歩行速度は $V_j(\text{m/s})$ とし場合に依り任意に設定可。
- 3) 避難開始時間 $t(\text{min})$ 、避難所認知率 $\alpha(\%)$ を任意に設定可。
- 4) 避難過程で、水深 $x(\text{m})$ 以上の浸水域に入ったエージェントは、被害者としてカウントする。
- 5) 全てのエージェントは、図-1に示す最寄りの一時避難場所を目的地として進んでいく。

エージェントが図-1に示すような避難経路の分岐点に着いた際には、各避難経路に対して、以下の①～⑤のチェックを行う。

- | | |
|-----------------------------|------|
| ① 目的地に近づくか | (+a) |
| ② 川から遠ざかるか | (+b) |
| ③ 標高が高くなるか | (+c) |
| ④ 前方 $y(\text{m})$ に避難者がいるか | (+d) |
| ⑤ 浸水域で道を塞がれているか | (+e) |

条件を満たせば()内のポイントを、以下の式を用いて加算する。

$$S_i = a + b + c + d + e \dots (1)$$

$i = 2, 3, \dots$ (iの値は経路分岐点の進行方向の数で変化)
 全ての避難経路の中で総合判断を行い、(1)式 S_i の値が最も高かった避難経路を、次に進む避難経路として選択していく。

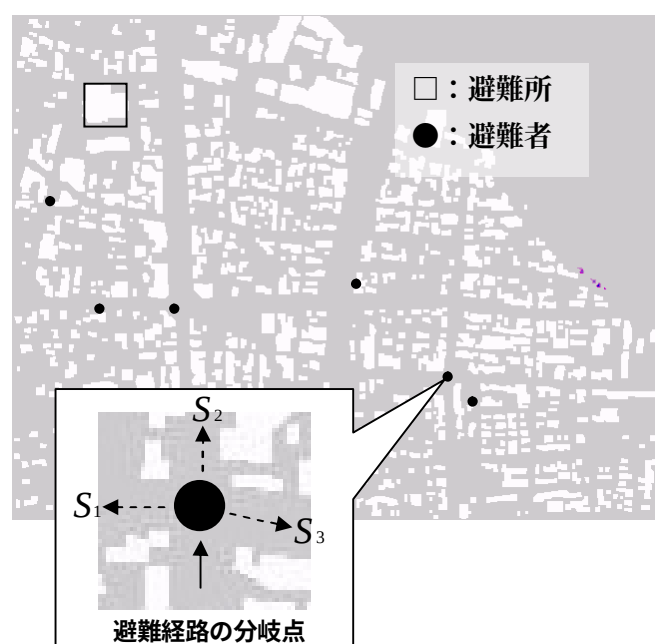


図-1 避難シミュレータモデルの概要

2-3. 氾濫解析との重ね合わせ

筆者らはこれまでに、レーザー計測によって得られる3次元座標データを用い、氾濫解析で使用するモデル(地形・地物データ)を自動作成することで、有限要素法による高精度の氾濫解析を可能としてきた。この研究により、氾濫解析モデル作成の大幅な

省力化が確認できた。

本研究では、避難シミュレーションと前述した氾濫解析を重ね合わせる。これにより、以下のような効果が期待される。図-2に概要図を示す。

- ・ シミュレーション結果を視覚的に表現することで地域住民の災害に対する理解が深まり、いざというときの避難行動に結びつけることができる。
- ・ 浸水域と避難者の分布状況から、洪水発生時に発生が予想される人的被害の規模が推定できる。
- ・ 時間経過とともに結果を視覚的に確認することで、より詳細に新たな避難路の確保と避難所の設置の必要性が確認される。

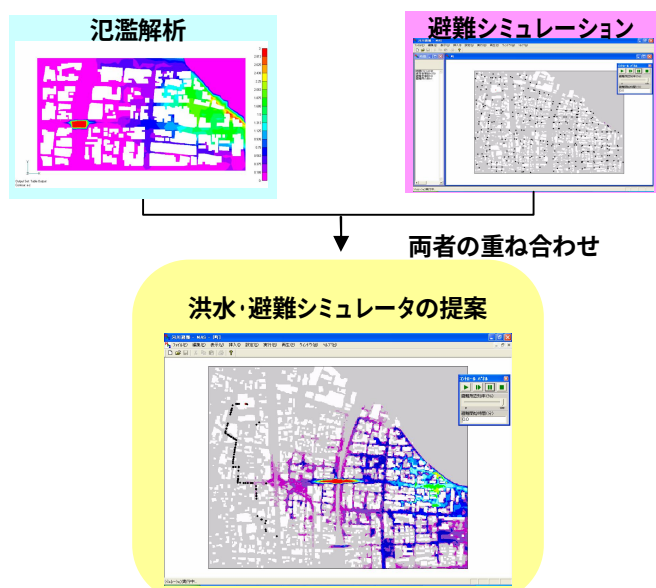


図-2 洪水・避難シミュレータの概要

3. 対象地の概要

本研究は、2004年7月の福井県足羽川の氾濫事例を解析対象とし、シミュレーションを行った。解析対象領域は破堤地点含む横1150m×縦950mとした。

氾濫解析に用いた洪水条件は、破堤範囲50m、洪水流量100(m³/s)とした。解析対象時間は破堤直後から25分間とした。図-3に解析対象領域を示す。



図-3 解析対象領域

4. 洪水・避難シミュレーション

住宅の位置に基づき、対象地域の388世帯のエージェントを図-4に示す位置に割り振った。エージェントの歩行速度は1.0~1.5(m/s)、避難開始時間を破堤直後、避難所認知率は100(%)とし、水深0.5(m)以上の浸水域に入ると被害者としてカウントした。また、分岐点の判断基準は、目的地に近づくか、川から遠ざかるか、標高が高くなるかの3つとした。

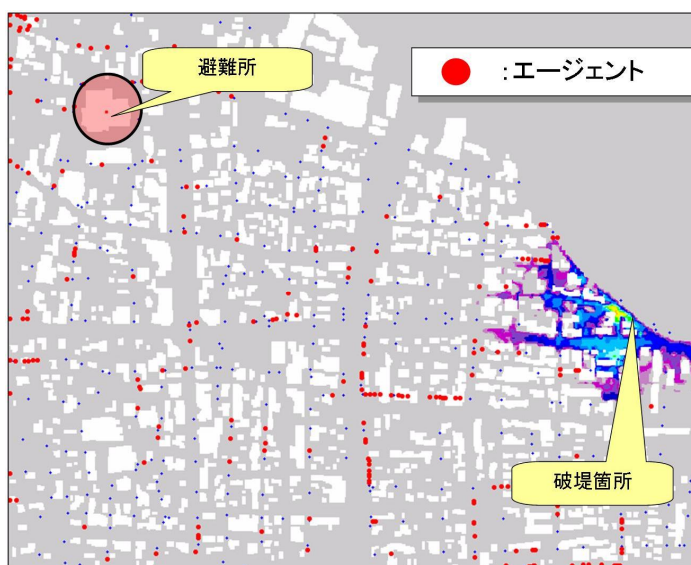


図-4 洪水・避難シミュレータの画面

5. 結果および考察

避難シミュレーションと氾濫解析を重ねた結果、住民は、避難開始時間が破堤の8分以上前に避難すれば、氾濫の被害を受ける確率が極端に現象することが分かった。また、避難場所は1箇所、住民はその場所も避難経路も知っているとの想定だったが、決壊箇所と避難場所の間にある鉄道下を通るアンダーパスがネックであることがわかった。実際の浸水で人的被害が少なかったのは、住民が独自の判断で避難場所には向かわず自宅の2階へ逃げるなどした結果だった。

今回は、追従行動や浸水による歩行速度の変化などを考慮していない。しかし、これらの点は正確な避難シミュレーションのためには極めて重要であるため、今後の課題としたい。

【参考文献】

- 1) 上野幹夫ほか：レーザー計測データを用いた有限要素法による洪水氾濫解析，平成17年度土木情報利用技術論文集 Vol.14, pp.1-6
- 2) 山本一浩ほか：自動属性判別法によるレーザー計測データの有効活用について，平成17年度土木情報利用技術論文集 Vol.14, pp.79-86