

マルチエージェントモデルを用いた河川氾濫時の避難行動シミュレーション

信州大学工学部 学生員 ○山本祐輔
 信州大学工学部 正会員 大上俊之
 信州大学工学部 正会員 小山 茂
 信州大学工学部 正会員 豊田政史

1. はじめに

近年，計画規模以上かつ局所的な集中豪雨によって，都市部において河川の疎通能力を上回る規模の洪水が発生し，破堤に至って人的・物的被害が発生した事例が報告されている。

一方，様々な要因から情報がボトムアップされて，1つの全体系の動きが決定される現象を解析する手法としてマルチエージェントシミュレーション (MAS) がある¹⁾。MAS はエージェントと呼ばれる独立性を持った行動体に個々のルールを持たせ，そのルールに従って行動させるシミュレーションである。

本研究では，長野市南部を対象として計画高水位を上回る水位が観測された1999年8月の洪水の千曲川水位を基に氾濫解析を行い，マルチエージェントモデルを用いて河川氾濫時の住民の避難行動についてシミュレーションを試み，避難行動に影響を及ぼす要因を数値的に検討する。

2. 氾濫解析

本研究で用いた解析手法は，基礎となる式にレイノルズの運動方程式と連続式を用い，有限要素法による非定常流解析を行う。時間進行法については，two-step Lax Wendoroff法を用いた。レイノルズの運動方程式より各節点の流速を求め，求めた流速を用いて連続式より，各節点の水深を決定した。

図1に示す長野市南部を氾濫対象地域とし，図1の破堤点において，1999年8月洪水時のデータを参考にして算出した破堤点水位および破堤氾濫流量を与えて，16時間分の非定常計算を行った^{2) 3)}。



図1 解析対象地域

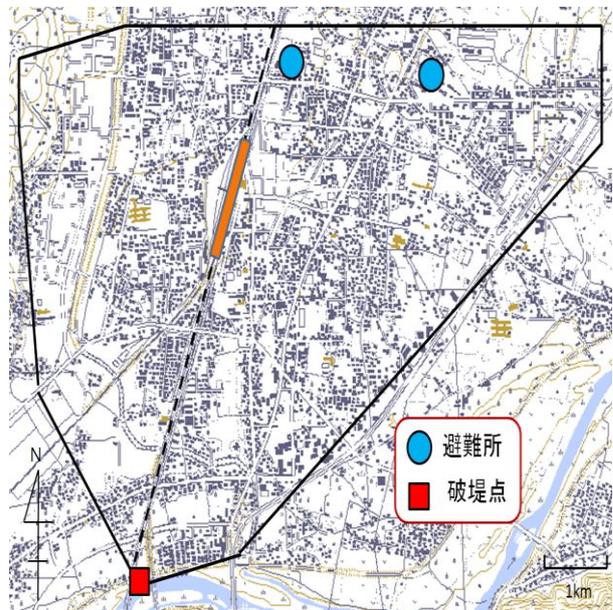


図2 避難シミュレーション対象地域 (長野市 篠ノ井地区)

3. 避難行動シミュレーション

図 2 に示す長野市篠ノ井地区 $3.8 \times 3.4 \text{km}^2$ を対象地区とし、破堤による河川氾濫時に市街地の住民が指定された避難施設へ向かう行動についてシミュレーションを行う。

情報伝達範囲および避難開始時をパラメータとして変化させてシミュレーションを行い、被災者数と避難完了者数に最も影響を及ぼす要因を検討する。

住民に与える情報を避難施設の場所と破堤発生を知らせる情報の 2 種類に分類し、住民を避難者エージェントとして、それぞれ情報を知っている人と知らない人に分けた。

避難者エージェントには、初期位置・避難開始時間・移動速度を変数として与え、破堤に関する情報を知った後、避難行動を開始する。避難場所の情報を持っている人には、避難施設に対して最短経路で移動するルールを、避難場所の情報知らない人には、山方向に移動するルールを与える。また、避難建物を一定間隔に設定して避難者が避難途中に避難建物に逃げ込むことを可能とするケースを想定し、避難建物の有無の効果についても検討を行う。

避難経路については、道路をリンク、道路網の交差点をノードで表現するネットワーク型を用いた。避難者は、年齢階層・性別、浸水状況から決定される移動速度でノードとリンクにより構成される道路網上を移動する。

避難者エージェントの他には広報車および防災行政無線スピーカーを情報伝達エージェント、道路網の交差点をノードエージェントとして定義する。避難者エージェントが、情報伝達エージェントの無線範囲内に移動すると、避難場所の情報と破堤に関する情報の両方を知ることができることにした。

シミュレーション上の 1 ステップを 10 秒としてモデル化し、避難施設へ避難が完了した人数と被災者数の合計が住民の人口と等しくなった場合、および氾濫後、浸水がピークとなる 2 時間経過時にシミュレーションを終了するとして

いる。避難者エージェントの行動アルゴリズムを図 3 に示す。

4. おわりに

このモデルに基づきシミュレーションを行う。避難所の認知度、避難開始時間、避難建物の有無などの構成要素のパラメータを変化させる事で、避難者の行動に及ぼす要因を考察する。解析結果については当日報告する予定である。

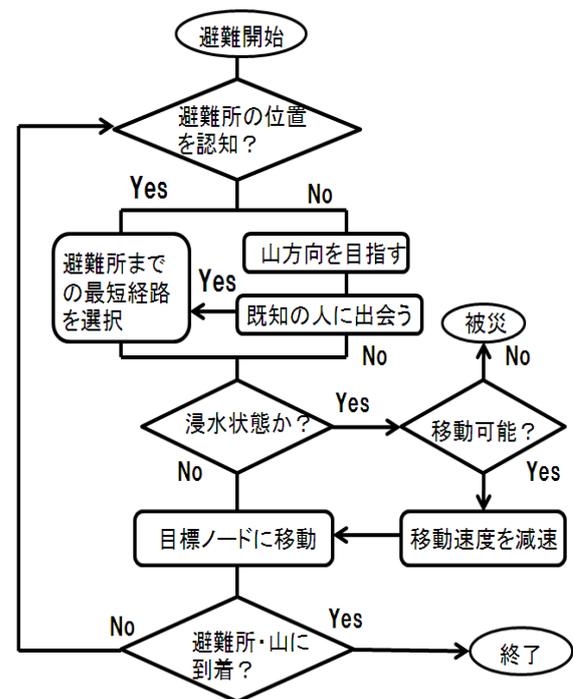


図 3 避難行動アルゴリズム

参考文献

- 1) 山影進, 服部正太編: コンピュータの中の人工社会, 共立出版, 2002.
- 2) 富所五郎, 谷川勝彦, 松本明人: 標高を解とした解適合格子を用いた有限要素氾濫解析, 水工学論文集第 46 巻, pp. 361-366, 2002.
- 3) 増本健佑, 柳沢孔亮, 豊田政史: 都市化による土地利用変化が氾濫水挙動に及ぼす影響の検討, 応用測量論文集, Vol. 20, 117-122, 2009.