

II-70

水害避難マイクロモデルの開発に関する基礎的検討

京都大学工学部 正 員 高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴
京都大学大学院 学生員○高木 悟・玉置雅章

1. はじめに 水害時の避難行動は、洪水災害軽減のためのソフトな対策として特に人命保護の立場から重要なものである。この様な認識のもとに、水害や避難行動に関する意識調査が行われる一方、避難行動に影響を及ぼす洪水氾濫の状況や浸水位と避難行動の関係を分析するシミュレーションが行われている。ところで、より現実的な水害避難シミュレーションを行うためには、住民の水害に対する意識、避難場所や経路に関する知識、避難情報に関する反応の仕方を、シミュレーションに直接反映できるモデルが必要である。

水害に対する意識や避難に関する知識、避難勧告等を受けた場合の行動は個々の住民の被災経験や生活形態によって大きく異なっている。そこで本研究では水害時の避難あるいは被災のプロセスを図-1のようにとらえ、住民の避難行動を住民個々の生活様式や水害意識、経験等と結び付けてシミュレーションできるよう、AI手法を用いた個人レベルの避難行動モデル（マイクロモデル）を開発すべく基礎的検討を行った。

2. 水害避難マイクロモデルの設計 避難行動において個々人が実際に行動を決定するまでには、多段階の情報処理過程が存在する。そこで本研究では、図-2に示すように被災時に各世帯がとる行動決定の過程を避難情報の入手過程、避難を行うかどうかの決定過程、避難場所の選定過程、避難経路の選定過程、避難時の移動速度の決定過程といった5つの過程に分類し、各々の過程における情報の処理を担当する独立した知識システムを作成した。これらの知識システムが協調することによって具体的な一世帯の避難行動を決定する（なお、知識システムの構造と通信方法は高棹ら²⁾によった）。また、各知識システムの推論方法として、確定的なプロダクションシステムとファジイ推論システムの2種類を用意し、水害避難のシミュレーションに取り込むべき要因のレベルに応じて、両者を選択できる環境を提供している。さらに、水害避難マイクロモデルの記述には、オブジェクト指向プログラミングを用い、上述の構造を持つ独立した各世帯のモデルを計算機上に多数発生させ、集団としての避難行動を再現できる環境を実現した。シミュレーションの進行状況はディスプレイ上にアニメーション表示される。

今回のシミュレーションでは、図-3に示すモデル地域を設定し、各知識システムには次のルールを用いた。

①避難命令の入手状況を決定する知識システム 避難命令の入手状況は、避難命令の発令状況と各世帯の生活パターンによって決まるものと考えられる。そこで生活パターンをファジイ集合で表し、時刻による避難命令の入手状況をファジイ推論規則で表現した。

②避難を行うかどうかを決定する知識システム 避難行動

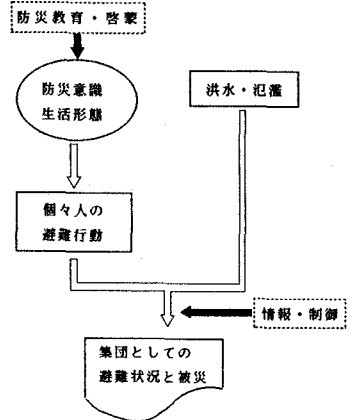
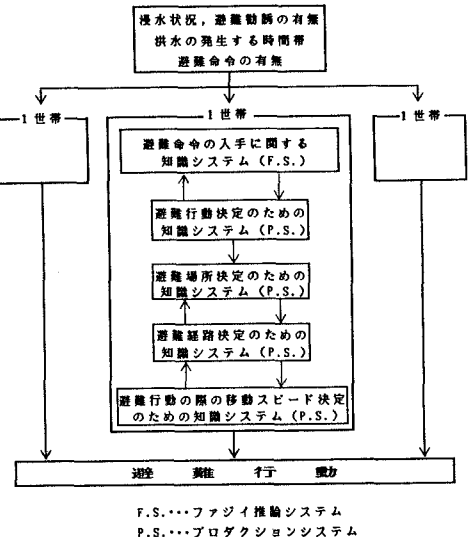


図-1 水害時の避難あるいは被災のプロセス



F.S.・・・ファジイ推論システム
P.S.・・・プロダクションシステム

図-2 システムの全体構成

開始の動機を避難命令の入手に絞り、避難命令を受け取ると必ず避難するルールと、被災経験があると80%の確率で、ないと50%の確率で避難を行うルールとを用いた。

③避難場所を決定する知識システム 避難命令によって指示された避難場所に避難するルールを用いた。すなわち、適用地区にただ一ヶ所ある避難場所に避難することにした。

④避難経路を決定する知識システム 避難の経験者は最短経路を選択するルール、未経験者は避難場所の方角に最も近い経路を逐次選びながら移動するルールを用いた。

⑤移動速度を決定する知識システム 世帯の大きさで移動速度を変えたうえで、平常時の歩行速度 v (m/min)、浸水位 h (m)の時の歩行速度 v' を、 $v'/v=1/(1-h/0.7)$ とした³⁾。

3. 適用結果 モデルの適用結果を図-4に示す。case1, case2, case3はそれぞれ経験者のみからなる住民、経験者と未経験者が半々の割合で存在する住民、未経験者のみからなる住民を想定した場合であり、避難命令は、浸水の発生と同時に発令される。この結果から経験者は未経験者とは比べ避難行動を開始する時期や避難を完了する時間も早いことがわかる。特に経験者の数の違いが早期に避難を完了する世帯数に大きな影響を与えることがわかる。適用の結果は、いずれも常識的な予想を裏付けるものであったことから、本方法により、水害避難行動における定性的な要因を表現できる可能性が確認できたと考えられる。

またcase4は、case2の設定に未経験者が避難中に経験者と出会った場合に経験者に誘導されるという条件を加えたものである。case4とcase2でそれほど差が生じなかったが、それは、本モデル地域が簡単であることや、未経験者も全員避難場所を知っているという設定にしたことに起因しており、今後モデルが複雑になるにつれ、もっと大きな差が生じることが予想される。

4. おわりに 本研究では、水害避難マイクロモデルを構築する上での全体的な枠組みの設計と基本環境の開発が中心であった。今後実河川流域での適用を行う必要があるが、それにはまず実際に水害避難が行われた地域での調査等を通じて、避難行動に影響を与える要因の抽出とその知識ベース化を進め、本モデルの現実性を高め行かなければならない。また、氾濫状況を正確に再現するために、本研究で提案する環境に更に氾濫シミュレーションのモデルを付加する必要がある。今後、本研究を基礎として、さらにより実証的な水害避難マイクロモデルおよび避難シミュレーション手法の開発を進めて行きたい。

参考文献 1)高橋・中川・東山：洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究，京大防災研年報第32号B-2，1989。

2)高棹・椎葉・堀・佐々木：分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計，京大防災研年報第32号B-2，1989。3)西原：氾濫解析に基づく避難システムの河川工学的研究，京都大学学位論文，1983。

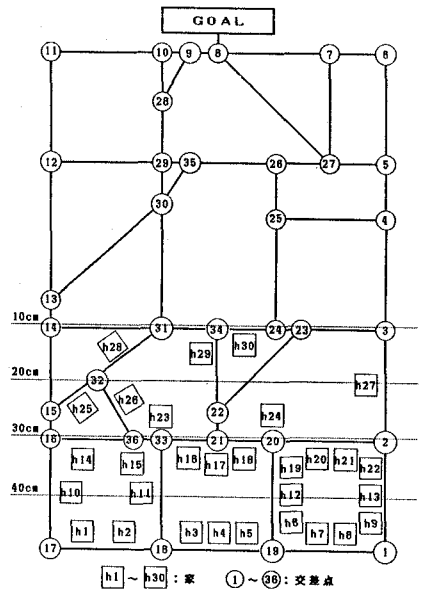
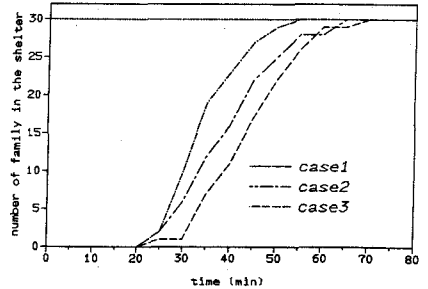
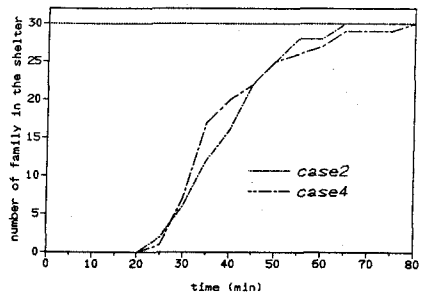


図-3 適用したモデル地域



適用結果 1



適用結果 2

図-4 避難を完了した世帯数