

水害避難行動のマイクロモデルシミュレーションと制御に関する研究

京都大学工学部 正員 高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴

熊谷組 正員 高木 悟 京都大学大学院 学生員 玉置雅章・○上野山智也

1. 目的 本研究では、住民の水害に対する意識、避難に関する知識、水害・避難情報に対する反応の仕方を直接シミュレーションに反映できるような個人レベルの水害避難行動モデルを設計し、これを用いたシミュレーションを通じて避難制御の方法について考察する。

2. 水害避難行動を規定する要因とそのモデル化 水害時の避難行動を規定する要因には、住民の水害意識、気象情報・避難に関する情報、避難時の雨量・浸水位などがある。本研究では、水害避難行動を規定する要因を、1.水害避難行動に対する初期条件となる要因、2.外的要因、3.内的要因に分類してモデル化する。

2. 1 水害避難行動に対する初期条件 水害避難行動に対する初期条件とは、住民が過去の経験などに応じて日常的に持っている水害意識など水害時の情報に対する反応の仕方の背景となる要因を言い、水害に対する意識のほか、水害経験や危険に対する態度、生活形態なども含まれる。ここでは、過去の水害経験や危険に対する態度といった内的な条件が水害時の行動決定に及ぼす影響をすべて水害意識の型を通じて表現することにする。すなわち、水害意識の型として、安全視型・やや安全視型・中立型・やや危険視型・危険視型の5つのタイプを用意し、住民各世帯を、水害経験者については過去の経験に応じて、水害未経験者については過去現地で起こった水害に対する知識に応じて、上記5つの型に分類する。なお、各世帯の水害意識の型は、後述する各世帯の危険認識度の変化の仕方を左右するものとする。また、生活形態として朝型・昼型・夜型の3種を考え、各型に応じて1日を6つの時間帯（早朝・朝・昼・夕方・夜・深夜）に分割して時刻を台集合とするファジィ集合で表現した。そして、時間帯と情報入手率の関係をファジィ推論ルールで記述した。また、避難場所や避難経路に関する知識も初期条件に含め、避難経路をよく知っている者は最短経路をとり、よく知らない者は避難場所の方角に最も近い道路を逐次選択するという形でモデル化した。

2. 2 水害避難行動の外的要因 水害避難行動の外的要因には、マスメディアからの洪水や気象に関する情報、行政サイドからの避難命令、雨量や浸水位などがある。ただし、外的要因が避難行動に与える影響は、その種類・内容によって異なる。避難命令は、避難行動に与える効果は直接的であり、これに対し、水害・気象情報は住民の洪水に対する認識に影響を与え、避難決意にいたる意志決定過程に間接的に影響すると考えられる。そこで、避難を決意するまでの段階では、気象・水害情報などは住民の洪水の危険性に対する認識（危険認識度）を変化させる効果を持ち、危険に対する認識と避難命令等の「きっかけ情報」の相互作用で避難行動の決意にいたるという形で住民の情報に対する反応をモデル化した。また、避難開始後の行動に影響を与える外的要因として、避難経路上の浸水位と他の世帯の行動を取り上げ、浸水位は移動速度を左右し、他の世帯の行動は避難経路の知識が明確でない世帯の経路選択を左右するという形でモデル化した。

2. 3 水害避難行動の内的要因 ここでは、住民の水害に対する心理的な態度を表す指標として危険認識度と関心度を導入する。危険認識度は、0～1までの実数とし、この数値が高いほど世帯は危険を感じているものとする。各世帯の危険認識度は、降雨状況や浸水状況、さらに、水害に関する情報によって時々刻々変化するが、変化の程度は

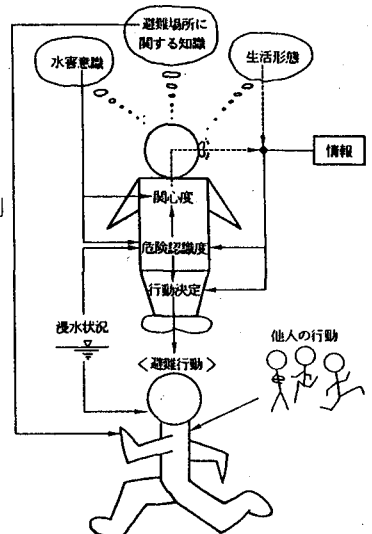


図1 避難行動要因の相互関係

Takuma TAKASAO, Michiharu SHIIBA, Tomoharu HORI, Satoru TAKAGI, Toshiya UENOYAMA

各世帯の持つ意識の型によって異なるものとする。実際には、危険認識度の大きさをいくつかのファジィ集合で表現し、これと降雨・浸水状況や水害意識の型をファジィ推論ルールで記述するとともに、気象情報や水害情報が危険認識度に与える影響をプロダクションルールで記述し、これらのルールベースをもとに各時刻の危険認識度を算定することになる。さらに、各時刻の危険認識度を算出した後、危険認識度の大きさと上述の「きっかけ情報」とを条件部に組み合わせたルールを用いることで、住民各世帯の危険に対する判断と避難情報との相互作用を表現する。

一方、情報の入手率は既に述べた生活パターンと時刻の関係だけでなく、その時点での水害情報に対する関心の高さとの関係で論じる必要がある。そこで、危険認識度に基づく水害情報への関心の高さを0～10の実数で表し、関心度と呼ぶこととする(10に近いほど関心が高いものとする)。そして、関心度が時々刻々の危険認識度と初期条件である水害意識の型に応じて変化する様子をファジィ推論ルールで記述することにした。

2.1 から 2.3 までの各種要因の相互関係を図1に示す。

3. 適用と考察 避難行動シミュレーションを通じて避難制御方法を分析するためには、1つの洪水での情報の提供の仕方や避難経験がその後の水害時の避難行動にどのような影響を与えるかということを把握することが重要である。したがって、水害避難行動のシミュレーションにおいても連続した洪水に対するシミュレーションを行い過去の水害経験が次の洪水時の避難行動に影響を与えるといったモデルを考える必要がある。ここでは、昭和57年7月23日の長崎水害を対象にし、中島川流域万屋町周辺を適用地域として、全住民の水害意識を安全視型に設定してシミュレーションを行い、その水害経験をもとにもう1度シミュレーションを行い住民の水害避難行動の変化を観察した。図2は、1回目のシミュレーションでの各時刻において避難中の世帯数と避難を完了した世帯である。この図から、危険認識度が高くなったことによる自主避難は見られず、すべて避難命令を受け取ったことにより避難を決意していることが分かる。1回目のシミュレーション結果を用いて、各世帯の水害意識の型を再設定した結果、地理的に図3のようになった。これをもとに、もう一度避難シミュレーションを行った結果を図4に示す。危険視型・やや危険視型の水害意識の住民は避難命令発令以前に避難し、やや安全視型の住民は避難命令後避難している。しかし安全視型の住民は全く避難していない。この結果より、本研究では提案した手法で避難命令を受け取っても避難しないというケースは再現できることが確認できた。

4. 結論 本研究では、住民の水害時の避難行動を規定する条件を初期条件、外的要因、内的要因の3つに分類・整理した。初期条件については、特に水害意識の型を定義し、過去の水害経験を水害意識の型の変化を通じて表現することにより水害経験シミュレーションの可能性を示した。

【参考文献】西原：氾濫解析に基づく避難システムの河川工学的研究、京大博士論文、1983。

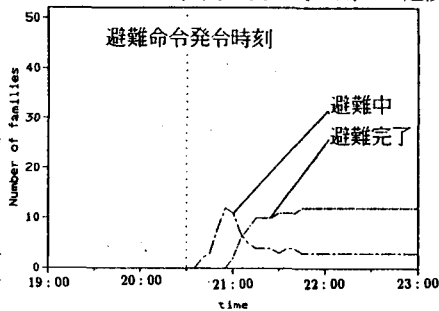


図2 避難中及び避難完了世帯数
(1回目のシミュレーション)

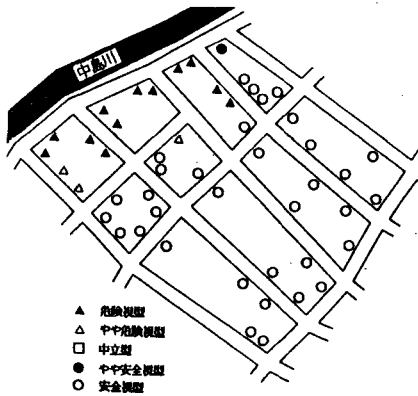


図3 各世帯の水害意識の型

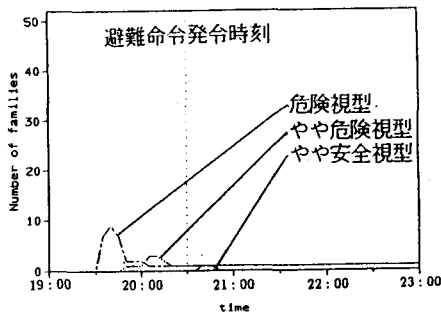


図4 避難中の世帯数
(2回目のシミュレーション)