

電源開発(株) 正会員○栗原 哲

京都大学防災研究所 正会員 井上和也

京都大学防災研究所 正会員 戸田圭一

京都大学大学院 学生員 谷野知伸

1. はじめに 本研究は洪水避難体制に関して、シミュレーションを用いた分析、考察を行うものである。避難体制に関しては、現在整備が進められている洪水ハザードマップの理念に基づいて、その作成、検討を通じて分析を行った。また避難率、避難情報の伝達状況を組み入れた避難行動シミュレーションによって、避難状況の改善のための要因について分析した。本研究では、これらの一連の分析と流れを総合化して避難シミュレーションとして定義する。

2. 計算領域・方法 対象領域は、現在洪水ハザードマップの整備が進められているY川沿いのN市を採用した。避難シミュレーションは図-1に示す流れで行う。すなわちシミュレーションは大きく分けて洪水ハザードマップの作成および検討に関する分析と、避難行動の実状に即した洪水避難体制の分析の2つの段階に分けられる。

氾濫解析には従来より用いられている2次元浅水方程式によるモデルを用い、Y川上流部に想定ハイドログラフを境界条件として与え、3カ所の破堤を考慮して解析を行った。そこで得られた最大浸水深より要避難域および要避難者の数を設定した。

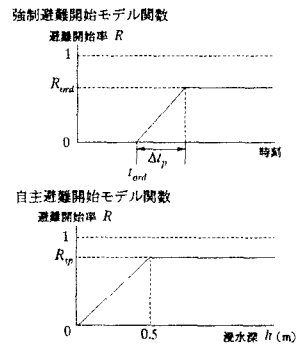


図-2

とした。

避難行動シミュレーションは、洪水時の避難行動を避難ネットワーク上の移動としてモデル化するもので、西原^[1]に従って行った。ここでは住民は避難開始を決定すれば、指定された避難先に向かって最短の経路上を速やかに移動することを前提としており、20世帯(約60人)を一つの単位として点的な移動としてモデル化している。避難開始は図-2に示す避難開始決定モデル関数を用いて表現する。またここでは移動能力の低下について浸水によるもの、避難経路の混雑によるものを考慮している。

3. 結果と考察 図-3に3パターンの氾濫解析より得られた最大浸水域(m単位)および避難ネットワークを示す。浸水域および内水氾濫の可能性のある区域の住民約18万人を要避難者とし、図-3に示す住区に配置

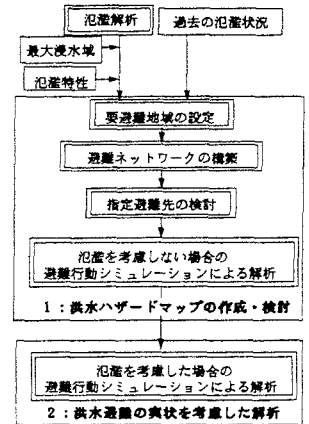


図-1

避難ネットワークは指定避難先の決定、避難行動シミュレーションにおいて用いるものであり、住民の位置(住区)、避難経路の交差点および避難場所をノード、避難経路をリンクとして形成する。住民は住区から避難場所に向かってネットワーク上で最短距離となる経路を選択すると仮定し、その算出に当たってはWarshall-Floyd法を用いた。この避難ネットワークを用いて住区から各々の避難場所までの移動距離を算出し、住民の避難場所指定について検討する。避難場所は収容能力を超えないこと、および避難距離が長い住民を優先的に配置するという原則のもとに地区ごとに指定することにし、平均避難距離、避難距離の標準偏差を検討の指標

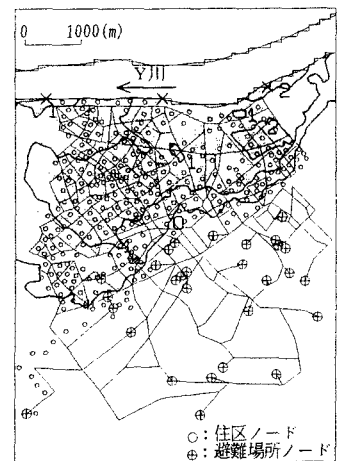


図-3

した。避難場所にはN市の洪水指定避難場所31カ所を採用した。

これらを用いて避難場所指定に関する検討を行った。まずある初期配分を設定し、2. で示したルールに従って配分案の設定を繰り返した。図-4 は、ほぼ収束したと思われる配分案の結果である。この場合の平均避難距離は、全住民が指定避難場所を認知しておらず、距離が最短となる避難場所へ避難するとした場合に比べ1,000 m以上長くなっている。しかしこの場合は収容能力を超えるだけでなく、避難経路の混雑度が高まり結果的に避難完了に要する時間が増加すると考えられ、これらのことより避難場所指定はハザードマップにおいても特に徹底して伝達することが必要と思われる。

続いてこれらのハザードマップ案を基に、洪水避難の実状を考慮した避難行動シミュレーションを実行し、避難

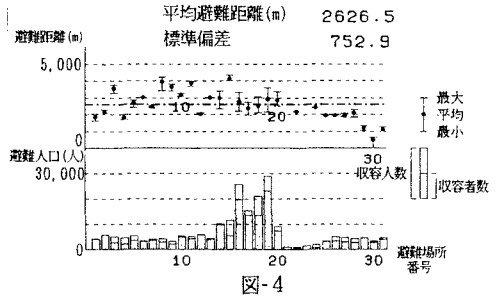


図-4

	発令時刻	準備時間	避難指数
(a)	23:30	10min	0.75 1.00
(b)	23:30	10min	0.25 1.00

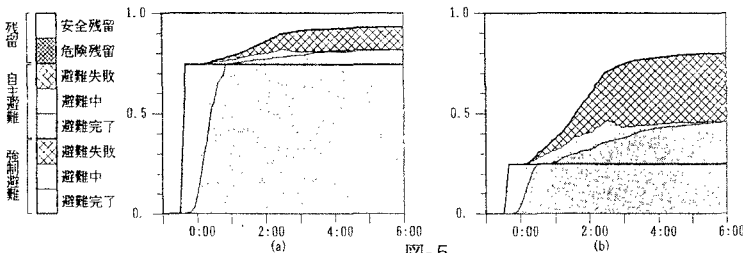


図-5

開始に関するパラメータを変化させた解析結果より、避難状況の改善のための要因について分析した。ここでは避難動機の違い(強制避難・自主避難)ごとの住民の避難状況についてまとめているが、ここで強制避難者は避難情報に従って避難した者、自主避難者は浸水深を認識することによって避難した者と定義している。避難状況の時間的変化

についての計算結果の一例を図-5に示す。強制避難指数が1以下であれば自主避難者が現われることになるが、この場合の自主避難者の避難成功率はきわめて低いことがわかった。さらにこのような解析を、パラメータを様々に変化させて行い、得られた最終の避難状況に関して多変量解析を行って、その改善のための要因を調べた。避難完了率を外的基準とした場合の結果について表1に、避難失敗率を外的基準とした場合の解析結果について表2にそれぞれ示す。強制避難率が大きくなることが避難完了率の増加、および避難失敗率の軽減に最も効果的であることがうかがえる。その他の基準値に関しても強制避難率の項目が避難状況改善のためには有効であるという結果を得た。

4. おわりに 以上のように避難状況の改善には、強制避難率を向上させることが効果的であるということがわかった。そのためには住民に対して、避難情報を受け取れば速やかに避難するよう、活発な啓蒙活動を通じて理解を得るとともに、確実に避難情報が伝達されるような避難情報の伝達体制を整えることが必要と考えられる。

今後、このような現実の避難体制に関する具体的な研究を進めることが、洪水避難体制のさらなる向上につながると思われる。

5. 参考文献 [1] 西原巧: 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

表-1

外的基準	避難完了率			
個体数	550			
相関係数	.9652			
属性	カテゴリー	スコア	レンジ	
避難情報 発令時刻	22:30			
	23:00			
	23:30			
	23:50			
	0:10			
	0:30			
	1:00			17.9
避難 準備時間	10min			
	30min			
	60min			
	90min			5.5
避難率	0-25%			
	25-50%			
	50-75%			
	75-100%			26.6
強制 避難率	0-25%			
	25-50%			
	50-75%			
	75-100%			45.2

-50 0 +50

表-2

外的基準	避難失敗率			
個体数	550			
相関係数	.9482			
属性	カテゴリー	スコア	レンジ	
避難情報 発令時刻	22:30			
	23:00			
	23:30			
	23:50			
	0:10			
	0:30			
	1:00			17.6
避難 準備時間	10min			
	30min			
	60min			
	90min			5.3
避難率	0-25%			
	25-50%			
	50-75%			
	75-100%			4.7
強制 避難率	0-25%			
	25-50%			
	50-75%			
	75-100%			27.0

-10 0 +10