

地域住民のための洪水時避難情報システムの構築と避難計画見直し案の検討

岐阜大学 正会員 高木朗義 玉野総合コンサルタント(株) 正会員 山田知寛

1. はじめに

現在，多くの地方自治体が洪水ハザードマップ作成を中心に避難計画の見直しを行っている．避難計画において避難者の特性，特に高齢者などの災害弱者を考慮しつつ，避難所の位置や規模，避難経路，備蓄品量を事前に決定し，かつ洪水時に有用な情報を住民に提供することは重要である．本研究では，住民の意志決定行動を第一に考えた上，GISを用い洪水時の避難情報を提供するシステムを構築する．また避難計画を策定支援するシステムとしての活用も視野に入れている．

2. 洪水時避難情報システムの概要

システム構成を図1に示す．本システムの特徴は，GISをベースシステムとすることにより，詳細な空間分析が可能，入出力データの取り扱いが容易，わかりやすく表示できることなどである．特に可視化は住民への情報提供や避難計画策定支援への有用性が期待される．また，6つのサブシステムを位置付け，汎用性を高めることと拡張を容易にすることも考慮してシステムを構築している．

(1) 洪水氾濫予測システム

氾濫原因として河川堤防の破堤を想定し，予測された浸水深から被災状況を把握することができる．浸水深の表示により住民は被災状況を視覚的に捉え，リスクを認知することができる．

(2) データ抽出

GISデータベース内に蓄積された浸水深データと建物データ，道路ネットワークデータを重ね合わせることで，避難の必要性や避難所として利用可能な建物，道路ネットワークを特定し，避難必要者，避難可能場所，避難可能道路を抽出する．

(3) 最適避難所決定システム

最適利用避難所の決定手順¹⁾を図2に示す．まず各世帯は避難所情報を得ていない状態で，最寄りの避難所へ避難する．避難所が決定すると，各避難所の混雑度がわかる．各世帯はこの情報により効用がより高くなる避難所へ避難場所を変更する．これをパレート最適状態になるまで繰り返す．次に自治体が避難計画(避難所位置，使用面積，備蓄品量)を見直すことで避難

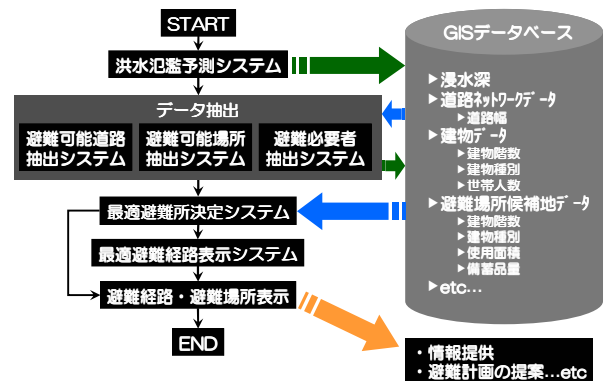
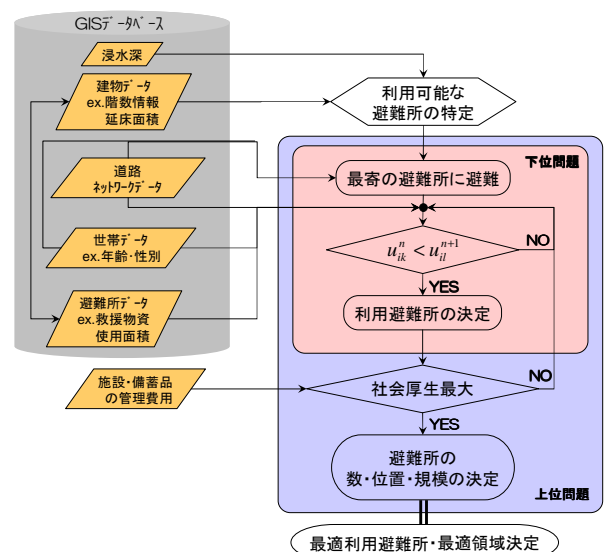


図1 洪水時避難情報システムの構成

図2 最適利用避難所の決定手順¹⁾

環境が変化する．世帯は再び効用がより高くなる避難所へ変更する．これを繰り返す，社会厚生が最大となる時を最適利用避難所の決定とする．

(4) 最適避難経路表示システム

最適避難所決定システムで決定された避難所までの最短避難経路を世帯毎に距離や避難環境などの情報と併せて表示する．

3. 実証分析によるシステムの有用性確認

(1) 従来手法との比較

ポロノイ図法²⁾との比較により，本システムの有用性を確認した．図3は本システムによる各世帯の利用避難所を示している．本システムは避難所の規模，世帯の分布状況，世帯属性(高齢者の有無等)の不均質さを考慮していることからポロノイ図法と比較してより現実的な避難所を選択できていることが確認できた．社会厚生はポロノイ図法と比較して43%増大しており，

効率性が高くなった．一人当たりの避難所利用可能面積を比較した図4を見ると，ポロノイ図法では避難生活を送れない環境の避難所が存在しているのに対し，本システムでは避難所間の一人当たり利用可能面積の格差が小さい（標準偏差は89%減少）ことから，公平性は高くなったといえる．図5は避難者の移動距離分布の比較を表しており，本システムでは分散して避難所を利用できていることがわかる．

現実的な利用避難所を決定するためには，距離だけではなく，施設や世帯の空間情報や属性情報などを考慮する必要がある．本システムにより避難所の混雑を避け，公平かつ効率的な利用避難所を決定することができたと言え，従来手法と比較して本システムの有用性を確認できた．

（2）避難計画見直し案の検討

図6は避難計画の見直し案（避難所を増加させた場合）に対する各世帯の利用避難所を示している．現避難計画で利用できなかった避難所 No.20, 22, 23, 24 が利用可能になることで，避難所 No.14, 19, 21 の範囲をカバーした影響を受けたこと，避難所 No.14 の施設の一部が利用可能となったことにより，避難所 No.14 がカバーする範囲が南西部へ大幅に拡大された．図7の避難所利用可能面積の比較を見ると，見直し案では各避難所における避難者数は分散され，一人当たり避難所利用可能面積は増大した．社会厚生も地域全体で30%増大したことから効率性は高くなった．しかし，一人当たり避難所利用可能面積の格差が大きくなった（標準偏差が80%増大した）ことから公平性は低くなった．したがって，規模が小さい避難所数を増加させることは避難者間の公平性に欠けるものの，地域全体において効率的な避難計画を策定できたと言える．

以上のことから，避難計画や見直し案の策定を支援できるシステムが構築できたと言えよう．

4．おわりに

本システムは，避難所や避難経路の選定，避難者数の変化など様々な状況に対応することが可能である．また，現状の避難計画よりも効率性や公平性を向上させる避難所の配置と規模が存在する可能性について示すことができた．今後は地域コミュニティや避難する方向等を考慮したより現実的な避難情報を提供できるシステムへの改良が必要である．また，リアルタイムでの運用ができるシステムを目指したい．

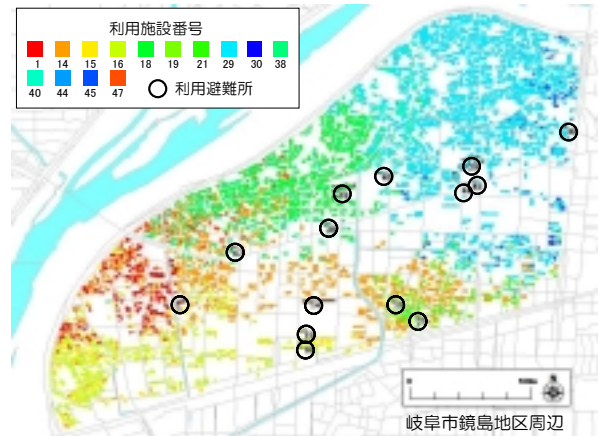


図5 各世帯の利用避難所(本システム)

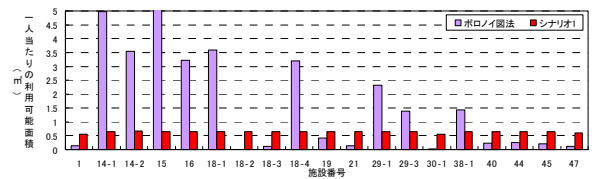


図4 一人当たり避難所利用可能面積の比較

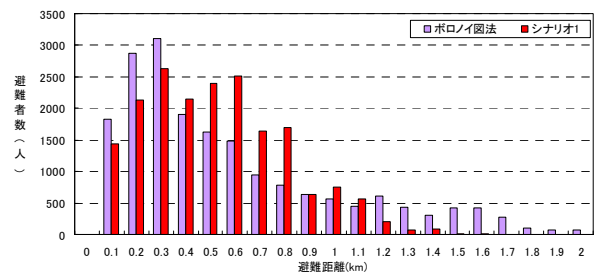


図5 避難距離分布の比較

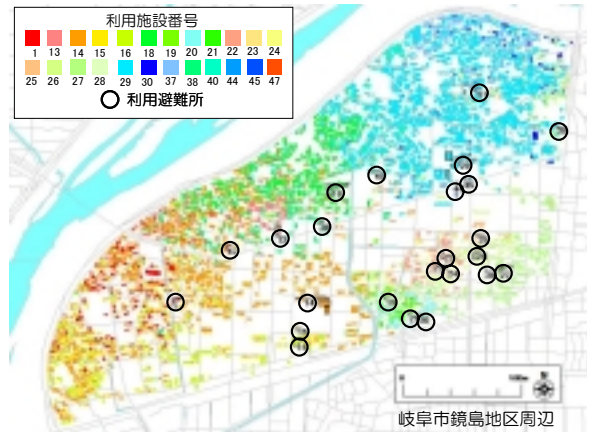


図6 各世帯の利用避難所(見直し案)

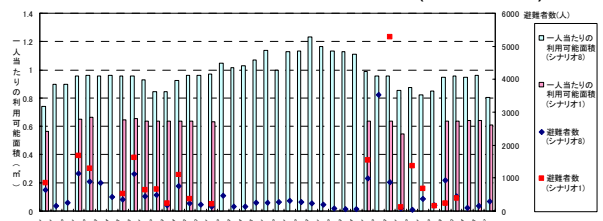


図7 一人当たり避難所利用可能面積の比較

【参考文献】

- 1) 山田知寛，高木朗義：住民の視点から見た避難所配置計画の策定支援システムの構築，土木計画学研究・論文集，Vol.21，325-334，2004．
- 2) 岡部篤行，鈴木敦夫：最適配置の数理，pp.9-51，朝倉書店，1992．