

自助・共助・公助を踏まえた避難情報システムの提案とその有効性の検討

岐阜大学大学院 学生会員 ○廣住 菜摘
 岐阜大学 正会員 高木 朗義
 日建設シビル 正会員 澤田 基弘

1. はじめに

近年では想定以上の自然災害が相次いで発生しており、ハード対策では対応しきれない現状にある。そのため、多くの地方自治体は様々なソフト対策に取り組み、避難計画の見直しを行なっている。避難計画には避難者の特性や地域コミュニティに深く関わる問題が多く存在する。避難計画を事前に決定し、かつ災害発生前に有用な避難情報を住民に提供することは極めて重要である。そこで本研究では、住民の意思に基づいた避難行動を考慮した上で、GISを用いて地震・洪水災害時の避難情報を提供するシステムを構築する。

本システムは、地域住民へ個々に避難情報を提供できるとともに、行政と地域コミュニティの立場において避難計画の支援システムとしても活用可能である。

2. 避難情報提供システム

本システムの構成を図1に示す。本システムは、GISをベースシステムとしており、特徴としては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などが挙げられる。

本システムの利用手順について示す。まず、洪水災害に対しては洪水氾濫予想システムにより河川堤防の破堤を想定、浸水深を予想する。次に、データ抽出システムにより避難時の二次災害を防ぐための安全な道路の特定や、非浸水避難所候補地の選定、要避難者の抽出等を行なう。この抽出は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て行っている。その後、利用可能避難所・道路を決定し、地域と各世帯の避難計画を表示する。この時、各世帯は効用を最大化する避難計画を自ら選び、政府は社会厚生を最大とするように避難計画を決定する同時決定問題と仮定している。

3. 避難計画の総合評価指標の提案

本システムの最適避難所と避難路の決定に用いる総合評価指標の枠組みとその構成要素について示す。

(1) 総合評価指標の枠組み

総合評価指標とは、避難所・避難路の地域住民に対する適切さを評価する指標で、式(1)で表される。

$$U_c = \prod_h \sum_i \lambda_i(t, h_i, \dots, h_j, c_1, \dots, c_k) x_i \quad (1)$$

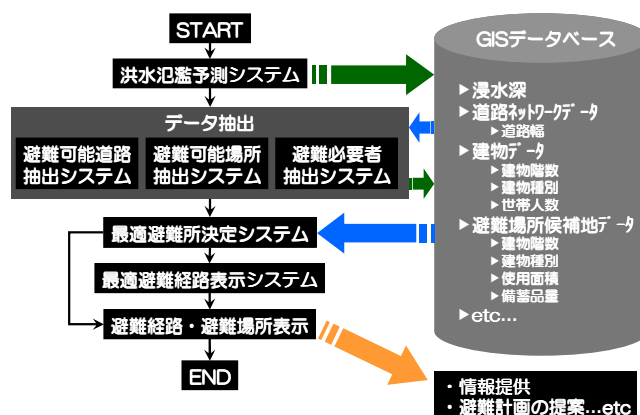


図1 避難情報システムの構成

表1 個別評価指標一覧

一次避難 (主として避難行動の指標)	二次避難 (主として避難所生活の指標)
①移動距離	⑨飲料水
②避難路の高低差	⑩非常食
③移動援助システム	⑪防寒具
④道路幅員	⑫要介護者対応施設
⑤道路の浸水深(洪水時)、 道路の耐久性(地震時)	⑬バリアフリー
⑥用水路の有無(洪水時)、 道路脇の危険(地震時)	⑭衛生状態
⑦倒壊物(地震時)	⑮1人当たり面積
⑧避難所までの誘導	⑯安否確認
	⑰医療設備

総合評価指標 U_c は、個別評価指標 x_i とその相対的重要度 λ_i の積算によって表現されるナッシュ型の社会厚生関数の形になっている ($i=1 \dots I$: 項目数)。 λ_i は世帯属性 h 、地域属性 c 、時刻 t によって変化する。避難計画の評価手順を以下に示す。

①対象地域の避難所・避難路データを収集。②世帯・地域属性データを収集。③意識調査を行い個別評価指標の相対的重要度の値を決定。④式(1)に①、③を代入し、地域の避難リスクに関する総合評価値を算出する。総合評価指標の効用最大化問題を解くことで地域における最適避難計画を提案することが可能である。

(2) 個別評価指標

個別評価指標とは、避難計画を評価するために必要な要因である。本研究では既往研究調査資料を整理して表1に示す個別評価指標を設定した。なお、地震と洪水では避難計画が異なるため、個別評価指標の一部を地震時と洪水時に区別している。

(3) 世帯・地域属性

災害弱者を含む世帯は、距離が長くとも他者の援助が得られることを望む場合がある。しかし自力での避

難が可能な世帯では、避難距離が短いことを重視する可能性がある。このように世帯・地域によって避難所・避難路の選択が異なり得ることがわかっている。これらを捉えるため、個別評価指標の相対的重要度に世帯・地域属性を反映させることとした(表2)。

(4) 一次避難と二次避難

時々刻々と変化する避難計画の時間変化を表現するために、時刻 t を避難路に関する「一次避難」、避難所に関する「二次避難」の二段階に区分し、個別評価指標に対する相対的重要度を推定することとする。

4. 鏡島地区における現況評価と改善案評価

総合評価指標の適用性を確認するため、岐阜市鏡島地区を対象として世帯単位での検討を行った。地域住民の意識調査結果と2. 避難情報提供システムでの避難所決定システムを適用した結果を以下に示す。

(1) 現状における最適避難計画

図2に避難所の指標のみ(表1①～⑧)を用いて総合評価指標により世帯の避難所を決定した結果を示す。このとき、相対的重要度は図3に示す値を用いた。これをみると地域全体に各世帯の避難所が分散していることがわかる。また、非常食や飲料水が用意されている避難所に多くの世帯が避難を選択した。これらの避難所へ避難した場合、一人当たり利用できる面積は他の避難所よりも少なくなっている。

(2) 改善案の評価

現状の避難計画を改善するために、次の2種の改善案について検討した。(A) ある避難所に住民1人あたり1食分の非常食を追加(公助の実施)、(B) 各世帯で1人1食分の非常食を用意(自助の促進)。なお、(A)(B)で追加された非常食数は等しい。

図4、図5を見るとシナリオの変化により避難人数に変化が起きていることがわかる。また、このときの社会厚生は(A)公助と比較し(B)自助を促進した場合の方が高くなっている。これは各避難所の人数が分散したことで、利用面積による評価が上昇したためである。自助の促進は公助を実施した場合よりも社会厚生が上昇し、有効な対策であるといえる。

5. おわりに

本研究では避難情報システムとその評価指標として地域住民の選好を考慮した総合評価指標の提案と適用性の確認を行なった。今後は改善案の検討とそのシステムの構築、データベースの拡張を行なっていく必要がある。

表2 世帯属性・地域属性

世帯属性 h	世帯人数, 居住年数, 外国人, 要介護者, 高齢者, 障害者, 12歳以下, 妊婦, ペット, 防災知識, 防災意識, 防災行動, 消防団員, 水防団員, 災害ボランティア
地域属性 C	防災意識, 防災訓練, 防災組織, ボランティア組織, 施設充足度, 地域コミュニティ

表3 アンケート調査票の一部

[以下の点に考慮しご回答下さい]			
水害時には、道路が水に浸かると足元が見えなくなる・ものが流される危険があります。また用水路に足を踏み入れて怪我をするといった問題があります。			
①	②	回答欄	
避難所までの 距離 750m	道路の浸水深 50cm	避難所までの 距離 1500m	道路の浸水深 0cm
非常食の配給 1人3日分	避難所の衛生 状態は普通	非常食の配給 1人1日分	避難所の衛生 状態はよい

一次避難

二次避難

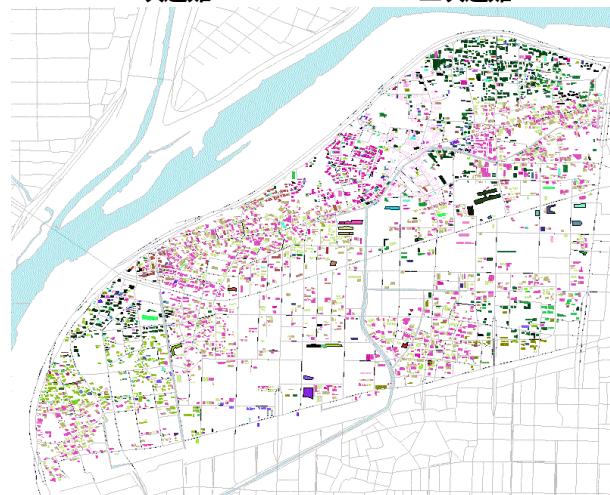


図2 現状における最適避難所

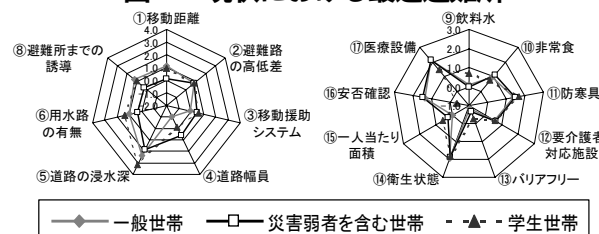


図3 個別評価指標の相対的重要度¹⁾

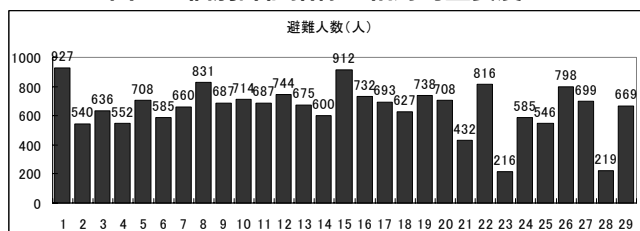


図4 公助を行った場合 (A)

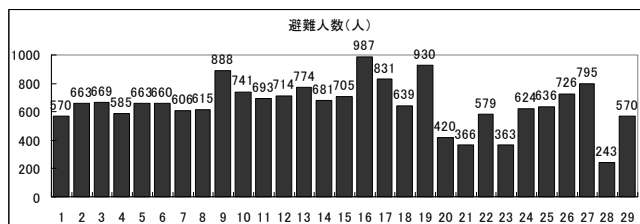


図5 自助を促進した場合 (B)

参考文献

1) 高木朗義, 廣住菜摘, 澤田基弘: 地域住民の特性を考慮した避難計画の総合評価, 環境システム論文集, vol34, pp.227-284, 2006.