

IV-156 災害の発生状況に応じた避難誘導の方法

岐阜大学工学部 正員 大野栄治

岐阜大学工学部 正員 加藤 晃

小牧市役所 正員 浅井誠治

1. はじめに

広域避難対策において、防災施設を有効に機能させるためには、行政指導として住区ごとに避難地・避難路を指定して住民の避難を誘導する必要がある。しかし、その方法について絶対的な評価基準がなく、また住民の同意を得られない事例もある。

このような問題に対し、住民の潜在的避難行動からみた計画の検討が有効であるとの観点から、その基礎分析のために住民の自由意志による避難行動を再現する避難シミュレーションシステムを開発した¹⁾。

本研究では、本システムによる避難シミュレーションの結果に基づいた避難誘導の方法を提案する。

2. 避難シミュレーション

従来の研究において開発した避難シミュレーションシステム¹⁾は、住民が自由意志で安全であると判断した避難路を選択して避難するという状況の再現に焦点が当てられている。したがって、当該地域外で災害が発生していて危険が差し迫っていないという状況においては、本システムで再現される住民の避難パターンは一定であるが、当該地域内で災害が発生している、あるいは地域外の災害による危険が差し迫っているという状況においては、住民が災害から受ける危険性が両者（住民と災害）の位置関係などによって異なるため、それに伴って住民の避難パターンは変わる。このとき、本システムによる避難シミュレーションの結果から災害の発生状況に応じて各避難地に集まる住民の居住範囲（以後、避難領域と呼ぶ）を分析することができる。ここで、住民の潜在的避難行動を知ることが目的であるならば、各避難地の収容人数に制限を設定しないで避難シミュレーションを実施するのが妥当である。その結果、どの避難地にも収容人数に余裕が残ればよいが、住民が特定の避難地に集中し、当該避難地およびその周辺の避難路が飽和状態となり、住民が危険な状態にさらされることになれば、行政指導として適切な避難誘導をする必要がある。そこで、避難シ

ミュレーションによって住民の集中が予測された場合には、その住民をどの避難地に誘導するとそのような危険が回避できるのかということで、避難領域の変更に関心を当てた避難誘導の方法を提案する。

3. 避難誘導（避難領域の変更）

まず避難シミュレーションによって住民の潜在的避難行動による避難領域を求め、次に避難誘導により適切な避難領域を設定するのであるが、その際、問題の簡単化のために次の仮定を置く。

仮定1：住民の避難行動は避難路ネットワークの形状により制限されない。

仮定2：対象地域内の人口密度は一様である。

そして、以下の手順により住民の避難誘導を行う。

手順1：住民の潜在的避難行動による各避難地の避難領域を求める。

手順2：災害地を含む避難領域について、図-1に示す方法により、災害地を横切るように境界線を移動し、それに伴ってはみ出した住民を隣接する避難地に誘導する。

手順3：収容人数 q_i が収容可能人数 Q_i を超えるような避難地 i を検出する。ここで、どの避難地においても超過人数 P_i がゼロである場合には、改めて避難誘導を行わない。

手順4：超過人数 P_i が大きい避難地から順に避難誘導の優先順位をつける。

手順5：優先順位1の避難地について、図-2に示す

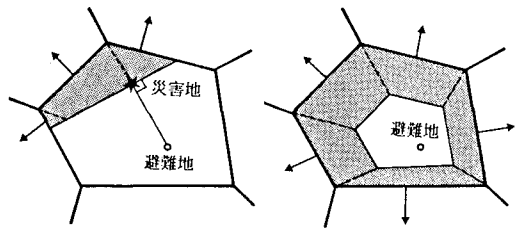


図-1 領域変更(1)

図-2 領域変更(2)

方法により、超過人数 P_1 分だけ避難領域を縮小し、それに伴ってはみ出した住民を隣接する避難地に誘導する(詳細は次節参照)。

手順6: 優先順位2以下の避難地について、手順5の作業を順次行う。

手順7: 手順2に戻る。

4. 避難領域縮小の方法

避難領域の縮小は収容人数の縮小を意味するが、仮定2より面積と人口は比例関係にあるため、この問題を面積の縮小として捉えて考える。その際、縮小作業の基準を次のように設定する。

基準1: 避難領域の境界線の近くに位置する住民から先に他の避難地に誘導する。

基準2: 当該避難領域を一様に縮小する。

このとき、避難領域縮小の問題は、図-3に示すように、避難地と避難領域の境界線までの距離を $g:1$ に内分する点の集合を求めることに変換できる。

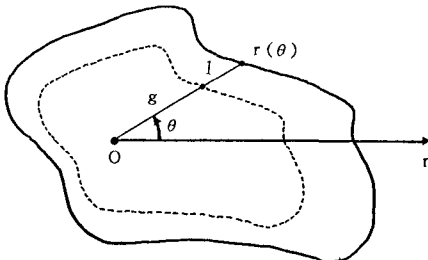


図-3 避難領域の縮小

ここで、避難領域を極座標系 (r, θ) で捉えたと、図-3における実線内の面積 S_1 および点線内の面積 S_2 は次式で与えられる。

$$S_1 = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} r(\theta)^2 d\theta \quad (1)$$

$$S_2 = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left\{ \frac{g}{g+1} r(\theta) \right\}^2 d\theta \quad (2)$$

このとき、面積 S_1 と S_2 の比は次式で与えられる。

$$S_1 : S_2 = (g+1)^2 : g^2 \quad (3)$$

ここで、(3)式ならびに仮定2より、過剰人数 P_1 と収容可能人数 Q_1 の比が次式で与えられる。

$$P_1 : Q_1 = 1 + 2g : g^2 \quad (4)$$

したがって、(4)式を解くことによって内分比 g が求まる。そして、ここではみ出した住民は隣接する避難領域に移し、当該避難地に誘導する。

5. 適用事例

岐阜市街地(面積667.9ha、夜間人口81,707人)を対象にして2種類の災害パターンに対する避難シミュレーションを実施し、その結果から求まる避難領域ならびに本手法から求まる避難誘導の方向を図-4・5に示す。なお、パターン1は災害が地域外で発生している場合、パターン2は★印で発生している場合である。また、全住民の90%が避難完了するまでの時間はそれぞれ30分と18分であった。

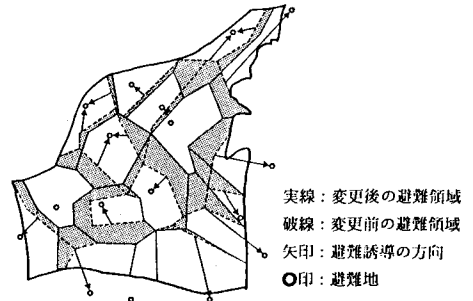


図-4 災害パターン1に対する避難誘導

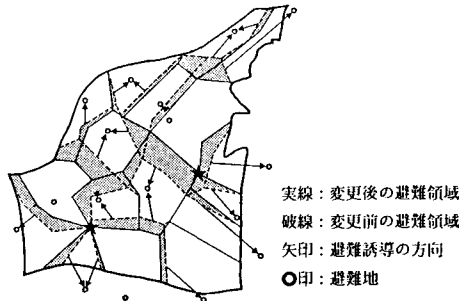


図-5 災害パターン2に対する避難誘導

6. おわりに

本手法による避難誘導の方向は、図-4・5の比較からわかるように、災害の発生状況に応じて異なる。しかし、この方向の妥当性は避難地の収容能力という側面のみからの判断であり、避難路の混雑状態ならびに全住民の避難完了時間に関する検討は避難シミュレーションの再実施に委ねられる。

【参考文献】

- 1) 大野、加藤、浅井(1987): 住民の避難行動を離散的に捉えた避難シミュレーションシステム、日本都市計画学会学術研究論文集、Vol. 22、pp. 571-576。