

津波避難誘導計画及び避難訓練の効果に関する MAS シミュレーター分析

高知高専専攻科 学生員○久保田恭平

大林道路(株) 非会員 田所良太

高知高専専攻科 学生員 長崎友紀

高知高専 正会員 竹内光生

1. はじめに

2030 年までにマグニチュード 8 を超える規模の南海地震が発生する確率は約 50%とされ、関係する地域の推定震度や津波の遡上水深や到達予測時間等が高知県庁 HP で公開されている。震災後に津波の来襲する恐れのある地域では、自主防災組織を主とした避難誘導計画の作成や避難訓練が実施されている。本研究では、南海地震に備えた減災計画として、「逃げる」を前提とした避難誘導計画を 2005 年に策定した高知県上ノ加江の漁村地区を対象に、避難誘導計画及び避難訓練の両輪が必要であるとして、避難誘導計画及び避難訓練の効果を検証するために、住民の避難行動をマルチエージェントシステム (MAS) を用いてモデル化する。

2. 研究対象地域の避難誘導計画の概要および MAS モデル化

上ノ加江の地域概況を図 1 に示す。震災後、上ノ加江漁港方向から侵入してくる津波から上ノ加江小学校に逃げる状況を想定している。南北約 1km、東西約 250m の市街地に夜間人口 892 人、65 歳以上人口の高齢化率約 4 割、道路総延長 9278.4m のうち幅員 2.0m 未満道路は約 38.5%を占める。昭和 56 年以前の旧耐震基準による木造住宅の割合は 80.3%である。また、図 2 は、旧耐震基準による木造住宅の倒壊を想定した最短所要時間の避難経路網の現況解析結果である「現況」を示す。図 3 は、避難経路網に特に影響を与えると思われる道路区間を整備した場合の避難経路網の解析結果である「避難路改善」を示す。図 4 は、更に北部に避難所を追加した「避難場所追加」の場合である。図 5 の MAS のモデル化では、地域的な比較のために図 5 に示す北部と中央部と南部の 3 カ所から各 30 人が避難行動を開始するとした。

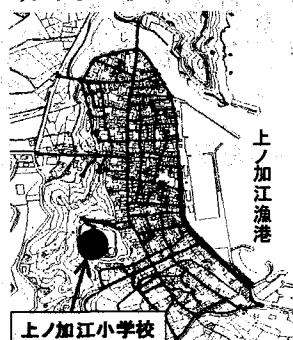


図 1. 地域概況

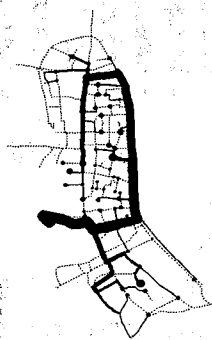


図 2. 現況解析

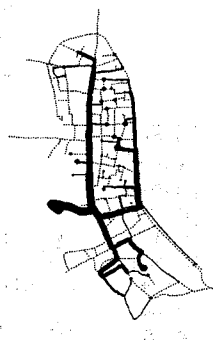


図 3. 避難路改善

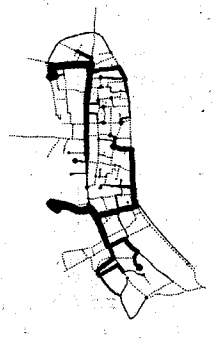


図 4. 避難場所追加

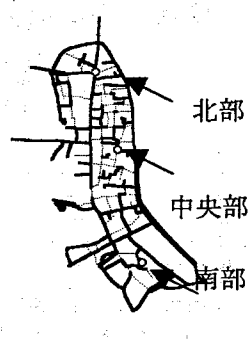


図 5. 通行可能リンク

3. 避難誘導計画と避難訓練の有無

従って、避難誘導計画は、上記の図 2、図 3、図 4 に示す最短所要時間の避難経路網に沿って、小学校あるいは追加避難場所まで避難誘導する 3 通りの計画であり、出発地点を、図 5 に示す北部、中央部、南部の 3 地点に集約している。また、避難訓練の有無のうち、有の場合は上記の図 2、図 3、図 4 のいずれかに示す最短所要時間の避難経路網に沿って、小学校あるいは追加避難場所まで避難移動しようとする行動である。避難訓練の無の場合は、上記の最短所要時間の避難経路網に関する情報がなく、個々に判断しながら、図 5 に示す通行可能リンクあるいは改善避難路に沿って、できるだけ早く小学校あるいは追加避難場所まで避難移動しようとする行動である。ここでは、個々の判断は 2 つのパターンとした。1 つ目は、被災後の道路網は一変し、平常時の記憶や情報は役に立たないと仮定して、交差点での経路選

択をランダムとした。ただし、通過経路を記憶して、最悪でも全ての経路を探索すれば避難所に到達できるとした。2つ目は、平常時の情報として、出発地点を基準に避難所の方向を与え、避難所に近い交差点から順次、避難所方向の選択行動を優先する標識を約20基設置した。平常時の標識に従って行動し、袋小路であれば戻り、同じ標識に従わず、新たな経路を探索するとした。

4. シミュレーション

4.1 MASの基本的な考え方

本モデルは、(株)構造計画研究所のKK-MASを利用してモデル構築を進める。避難者は、現在位置のセルおよび進行方向を基準に、前、右、左のセルのいずれかを選択して移動する。進行方向に他の避難者が居る場合や道でない場合は、その方向に移動できない。3方向のいずれにも移動できない場合は、反転し新たな経路を探す。

4.2 シミュレーション解析結果

図6のシミュレーション解析結果は、縦方向に北部、中央部、南部、横方向に避難計画の現状解析、避難路改善、避難場所追加の場合として合計9個のグラフを示す。グラフの縦軸は避難完了者数、横軸は時間の経過を示すステップ数である。9個全てのグラフの、3本の曲線は、ステップ数の経過と共に早く避難完了者数の増加する順に、「避難訓練有」、「避難訓練無の事前情報有」、「避難訓練無のランダム」の場合である。また、津波到達が想定される避難開始後20分の142ステップに縦線を示す。

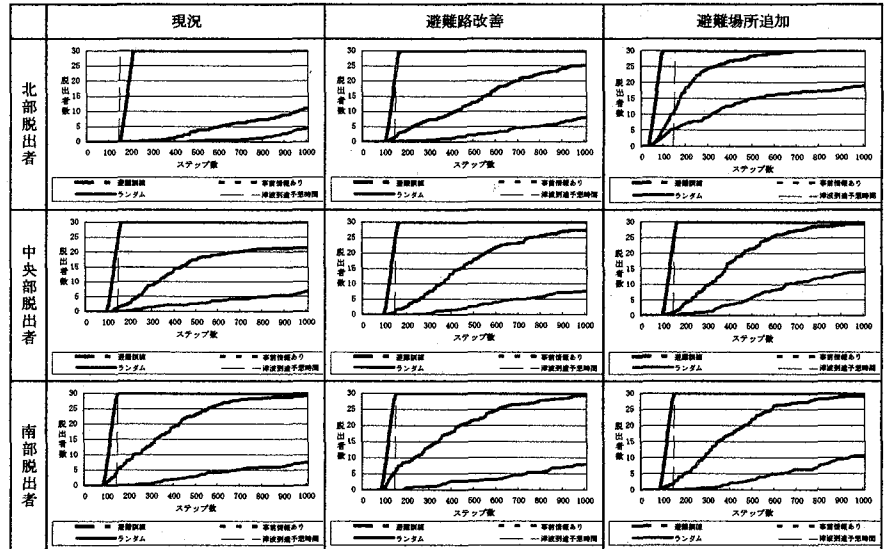


図6. 避難シミュレーション(計画及び訓練の有無)解析結果

本報告は、出発地点を北部、中央部、南部の3地点に集約した場合であるが、例えば、図6の北部の横方向に「現況」、「避難路改善」、「避難場所追加」による効果をみると、「避難訓練有」、「避難訓練無の事前情報有」、「避難訓練無のランダム」のいずれの曲線も改善されていることがわかる。特に、「避難訓練有」の場合、「現況」では津波到達の142ステップでは誰も避難できていないが、「避難路改善」により約6割強が、また、「避難場所追加」により全員が避難完了している事がわかる。しかし、「避難訓練無の事前情報有」、「避難訓練無のランダム」の場合は、「避難場所追加」の場合でも「避難訓練有」の場合と同じステップ数で避難完了する避難者がいるものの、大多数は被災市街地に取り残された状態であることを示している。中央部、南部では、「避難訓練有」の場合に、「現況」において津波到達の142ステップ付近でほぼ避難が完了している。「避難訓練無」の場合は、やはり避難完了が困難となっている。

5. 考察

南海地震に備えた減災計画として、避難誘導計画及び避難訓練の両輪が必要であるとして、MASの避難者行動ルールに避難誘導計画及び避難訓練の有無を与え、その効果を検討した。今後の課題とする事後情報有の場合は、「避難訓練有」と「避難訓練無の事前情報有」の間に位置すると推定する。

6. 参考文献

- 1) 町田雄基, 竹内光生: 土木学会四国支部第12回技術研究発表会講演概要集, pp. 308-309, 2006.