

鎌倉市沿岸部における津波災害時の避難経路探索に関する一検討

関東学院大学 学生会員 ○白石宗之助 関東学院大学 佐藤 太一
 関東学院大学大学院 学生会員 久保 幸奨 関東学院大学 正会員 岸 祐介
 関東学院大学 正会員 北原 武嗣

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震では、岩手県や宮城県をはじめとする太平洋側の広い範囲に津波が押し寄せ、甚大な被害が生じ、この地震により津波対策の重要性が改めて認識された。

海溝型巨大地震に関して、政府の専門調査会では東海・東南海・南海地震の発生が予想されており、沿岸部における津波対策が喫緊の課題となっている。神奈川県においても海溝型巨大地震による沿岸部への被害が予想されており、過去の地震データをもとにその被害範囲から津波浸水予想図を作成し公表している¹⁾。

東日本大震災の影響を受けて津波による被害予測などがより厳しいものへと改訂が進められている状況のもと、沿岸部における津波対策として避難計画の策定といったソフト面からの対策も求められている。

そこで本研究では、鎌倉市沿岸部を対象とした群衆避難行動について、マルチエージェントシミュレーションによる検討を行った。

2. 避難シミュレーション概要

本研究では、汎用マルチエージェントシミュレータ artisoc3.0 を用いてシミュレーションを行った。ここでは、ネットワーク型モデルを用い、対象地域の交差点・分岐点と道路をノードとエッジによってモデル化した。経路探索方法にはダイクストラ法を採用し、各ノードにおけるコストに関して、避難者となるエージェントはコストの低いノードを目指すことで目的地へ移動するものとした。ここで考慮したコストとは避難場所までの距離を表すものである。

また、ダイクストラ法における各ノードのコスト演算に関して、本研究では高低差を考慮するために次式のようにコストを求めた。

$$C_{i,j} = \alpha \cdot h_{i,j} + \beta \frac{v_{\max} - v_{i,j}}{v_{\max}} h_{i,j} \quad (1)$$

$$\alpha + \beta = 1.0 \quad (2)$$

ここで、 $C_{i,j}$: 各ノード間のコスト、

$h_{i,j}$: 各ノード間の水平距離、

$v_{i,j}$: 各ノード間の高低差、

$v_{\max}$: 最終目的地の標高、

α : 各ノード間の水平距離に対する係数、

β : 各ノード間の高低差に対する係数。

本研究では、避難者の移動手段を徒歩に限定し、歩行速度に関しては、性別および年代別に関して変動するパラメータとして扱った。図-1 に示す阿久津の調査結果²⁾に基づき各年代、性別で避難者の歩行速度の設定を行っている。

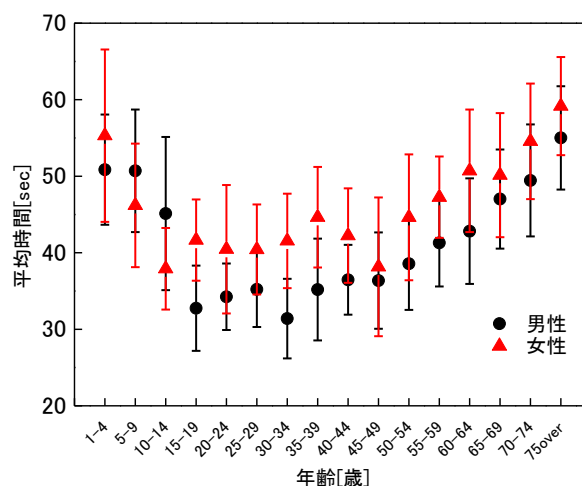


図-1 50m 歩行するのに必要な時間²⁾

シミュレーションでは、鎌倉市が指定している避難場所および避難ビル 29 箇所と標高が 10m 以上の津波浸水予測範囲外 19 箇所、合計 48 箇所を避難場所と設定し、避難者は全員が避難場所を目指すものとした。

経路選択方法は避難場所までの最短水平距離を通る避難者と経路の高低差を考慮する避難者とに分類し、水平距離優先する人数 (H) と高低差を考慮する人数 (V) を変化させ、それぞれの人数比が $H : V = 0 : 10 \sim 10 : 0$

キーワード 津波災害, 群集行動, 避難シミュレーション, マルチエージェントモデル

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学 TEL 045-786-7807 E-mail : kishi@kanto-gakuin.ac.jp

となる 11 ケースについてシミュレーションを行った。ただし、避難者の初期配置に関してはランダムであるため、年齢や性別の偏りがシミュレーションの結果に影響する可能性がある。各ケースで 10 回ずつシミュレーションを実施し、平均を求めた。

また対象地域に関しては、神奈川県が公表している津波浸水予測図のうち、明応地震発生を想定した場合における、鎌倉市沿岸部の浸水予測をもとにシミュレーション範囲を決定した。

3. 解析結果

図-2 には、各避難場所に関して経路探索方法の違いによって差が生じた場所のうち、避難完了人数の差が大きかった 8 箇所の位置を示す。また図-3 には、各避難場所の避難完了人数を示す。

全体的な傾向としては、沿岸部や内陸側に位置する避難場所への避難完了人数は水平距離優先の経路選択を行う人数が多くなるとともに避難完了人数も多くなっている。一方、標高が高い場所に位置する避難場所は高低差を考慮した人数が多い場合に増加しており高低差考慮による影響が結果となって表れていると考えられる。

避難場所の中で各ケースの最も避難完了人数の差が大きかった避難場所 E について、図-4 に示す。図-4 を見ると、避難者全員が避難場所までの水平距離を優先した場合に比べて高低差を考慮した場合は避難完了人数が 100 人以上増える結果になった。これは、周辺に位置する避難場所 C および避難場所 D においての高低差を考慮したケースの時に避難完了人数が減ったことが大きく影響していると考えられる。

4. まとめ

本研究では、鎌倉市沿岸部を対象として津波災害時の避難シミュレーションを行った。以下に、本研究で明らかになったことをまとめる。

- (1) 各避難場所への避難完了人数に着目すると、高低差を考慮した場合に標高の高い位置への避難完了人数が増加する傾向が認められる。
- (2) ダイクストラ法に第 2 項を設けて高低差を考慮することは可能であり、地形的な特性を反映したシミュレーションを行うことが可能である。

高低差の考慮には地形的な特性などの物理的要因だけではなく、避難者の主観などの心理的要因も影響すると考えられ、今後はこれらについても検討を進めていく必要がある。

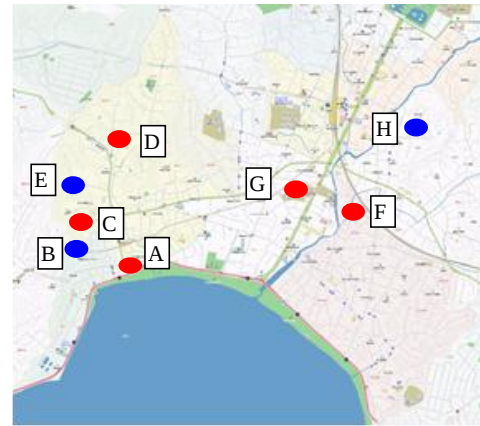


図-2 避難場所の位置

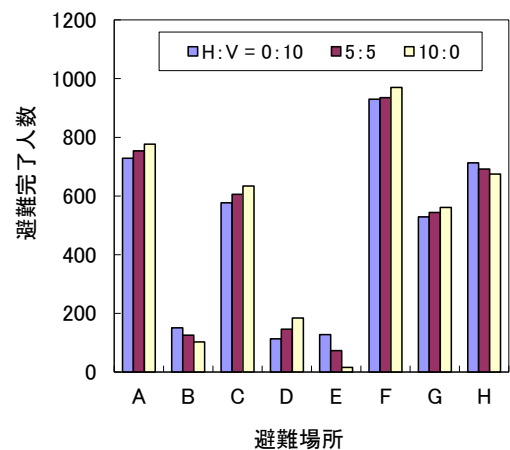


図-3 各避難場所での避難人数

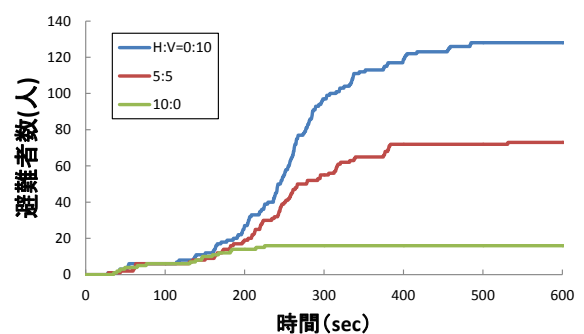


図-4 避難場所 E における避難完了人数の時刻歴

参考文献

- 1) 神奈川県：津波浸水予測図，URL：http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f360944/.
- 2) 阿久津邦夫，“歩行の科学”，岩波新書，1975.