

# 市街地における津波避難行動に関する基礎的調査 Primary Survey on Behavioral Characteristics for Tsunami Evacuation in Urban Areas Likely to be Inundated

○白井くるみ<sup>1</sup>, 池田浩敬<sup>2</sup>, 河原圭佑<sup>1</sup>, 中村友紀<sup>1</sup>, 佐野睦実<sup>1</sup>

Kurumi SHIRAI<sup>1</sup>, Hirotaka IKEDA<sup>2</sup>, Keisuke KAWAHARA<sup>1</sup>,  
Yuki NAKAMURA<sup>1</sup> and Mutsumi SANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>常葉大学社会環境学部

Faculty of Social and Environmental Studies, Tokoha University

<sup>2</sup>常葉大学大学院環境防災研究科

Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University

This study evaluates the spatiotemporal evacuation behavior of residents from home to sites for evacuation at Tsunami evacuation drills in urban areas likely to be inundated. The data of their behavior were tracked using mobile GPS devices to monitor their route of evacuation and walking speed. Questionnaire surveys were also conducted to grasp the subjects' decision-making process in choosing destination and route of evacuation. We conducted GPS-based movement surveys at evacuation drills in the daytime and at night. We clarified the relation between environmental factors, personal characteristics and behavioral characteristics for Tsunami evacuation to improve a simulation model for Tsunami evacuation.

**Keywords :** tsunami evacuation, behavioral characteristic, gps-based movement survey, tsunami evacuation drill

## 1. はじめに

徒歩避難が原則となっている津波避難において、避難を迅速に完了させるためには、避難者の年齢などの属性や昼・夜間といった周辺の明るさなどの避難環境と、避難時の経路選択や歩行速度との関係を把握しておく必要があると考える。特に、地震発生から短時間で津波襲来の想定がされる地域の中でも、平地が広がる市街地では高台へ避難するまでの時間が十分に確保できないことから、有効な津波避難計画の整備が急がれる。この課題に対する対応策として、内閣府が策定している「津波避難ビル等に係るガイドライン」では、堅固な中・高層建物を一時的な避難のための施設として利用する、津波避難ビル等の指定、あるいは人工構造物による高台の整備等といったことが示されている。さらに、津波襲来までに避難を完了させる有効な避難計画立案のためには、あらかじめ、地域内に居住する避難者の属性や避難環境によって避難にどのように影響するのかを把握しておく必要があるとしている。<sup>1)</sup>

そこで、本調査では南海トラフ巨大地震で津波被害が想定される沿岸部に位置するA市のある自治会を対象に、昼間の時間帯に実施された避難訓練や夜間の時間帯については、夜間パトロール時に模擬避難を行ってもらい、その際に、歩行経路・歩行速度の計測を行った。さらに、個人属性、避難先・経路の選択の理由等についてもアンケート調査にて把握した。得られた結果から、避難者の属性や避難環境と歩行速度等との関係について考察した。

## 2. 調査の概要

### (1) 計測方法

GPS を用いて、昼間と夜間の二つの時間帯で、津波浸水が想定される地域住民と障害者施設の入所者・グルー

プホームの入居者の人たちに自宅または施設から避難ビル入り口まで模擬的に避難してもらい、避難経路、歩行速度を計測した。

計測後には、避難経路や避難ビルの選択の理由についてのアンケートに回答してもらった。

### (2) 計測実施日

昼間の時間帯の計測は、2015 年 8 月 30 日に実施された地区の津波避難訓練時に行った。この訓練は、訓練開始の放送後、自宅から、避難することになっている避難ビルまで避難した後に、自治会館へ集合し、災害や防災についての講話を聴くといったものである。

歩行経路、歩行速度の計測に使用する GPS は 13 人の住民とグループホームと障害者施設の 2 団体の人たちに持って歩いてもらった。当日は朝から非常に強い雨が降っていた。

夜間の時間帯における計測は、2015 年 9 月 15 日の 19 時から行った。この日の天候は晴れ、日没は 17 時 49 分であった。夜間計測日当日の避難者は、夜間パトロール隊の方 15 人である。夜間パトロールは、月に 3 回、19 時から 20 時までの間地区内を巡回するもので、地区内の住民がパトロール隊員として活動している。

## 3. 対象地区の概要

対象自治会内における平成 27 年 4 月 1 日現在の世帯数・人口は、545 世帯・1167 人である。<sup>2)</sup>

当該自治会では、津波避難の際には、自治会内または隣接する地区の 11 の避難ビルを利用するとしており、住民はそれぞれ自治会によって指定された避難ビルへ向かうことになっている。

県によって公表された被害想定結果では、沿岸部での想定津波高は最大で 7.4m、最大浸水深は 5~10m と推定

されている。さらに、沿岸部には地震発生後、数分で津波が到達すると想定されている。<sup>3)</sup>

#### 4. 計測結果

##### (1) 避難経路

今回の避難者はすべて地元住民で地理認知度も高いことから、歩行経路については昼・夜間ともにすべてのケースで最短経路を辿っていた。避難経路の例を図1に示す。また、図2に示した避難経路では道路から外れ、公園の中を通過することによって、より短い距離での移動となっている。



図1 避難経路の例①



図2 避難経路の例②



図3 津波が来る方向への避難したケース

自宅から避難ビルまでの歩行距離は、昼間の計測では最短が34m、最長が410mでおよそ30秒から8分で避難が完了している。

最長距離を移動しているケースの避難の方向については、近くに避難ビルがないことに加え、最も近い避難ビルが海側にあるため、津波が来る方向への避難となっていた(図3)。また、次いで長い距離(388m)を移動しているケースでの避難者は障害者施設の方であった。このケースについても、同様の理由で距離が長くなっている。

夜間計測では、最短が32m、最長が448mで避難時間はおよそ30秒から7分であった。

##### (2) 歩行速度

昼間の避難者の年齢と歩行速度の分布を図4に示す。昼間の単独避難者の平均歩行速度は1.06m/s、夜間では1.19m/sとわずかに、夜間が昼間の歩行速度を上回った。幼児と避難したケースの歩行速度は0.21m/s、施設の入所者が複数人で避難したケースでは、0.82m/sであった。幼児と避難した人はそれ以外の単独で避難した人の平均歩行速度、1.06m/sを下回っていた。

75歳以下の避難者の平均歩行速度に着目すると、個人差はあるものの、年齢が高くなるほど歩行速度が落ちるといった傾向は特に見られなかった。

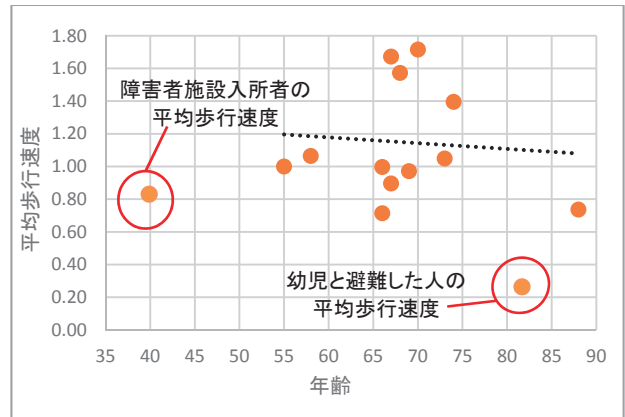


図4 年齢と平均歩行速度(昼間)

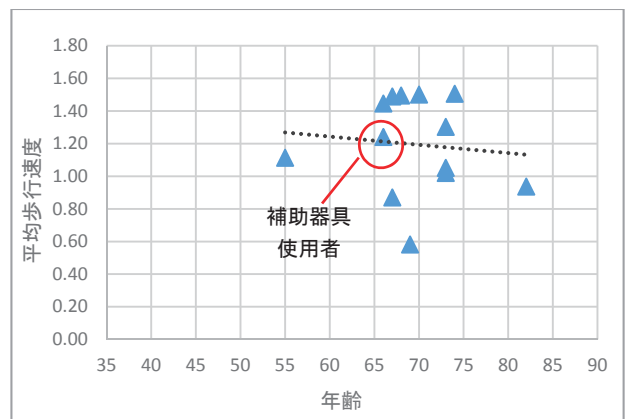


図5 年齢と平均歩行速度(夜間)

図5では、夜間の避難者の年齢と平均歩行速度の関係を示す。夜間の避難者のうち一人が歩行時に補助器具を使用していた。

平均歩行速度が最も遅い人については、避難先が自宅の真横に隣接する建物で、避難距離も約30mと短距離であることが影響していると考えられる。

また、避難者のうち昼・夜間、両方で実測に参加した

人の歩行速度を比較すると、昼と夜それぞれの平均歩行速度はほぼ同じような値となったが、避難者 B, C, I は夜間計測時の平均歩行速度が昼間の値を上回っていた（表 2）。その中から避難者 C の避難経路からいくつかの地点を取り、夜間の照度を計測した。また、昼間の平均歩行速度が夜間の平均歩行速度よりも早かった避難者と周辺の環境の違いを比較するために、避難者 E の避難経路についても夜間の照度計測を行った。

街灯の真下では、約 70～130 lux、避難者 C の避難経路の途中に建っていた工場の前では 11 lux、幹線道路を走る車のヘッドライトでは 4 lux、周辺に光源のない地点では、0 lux（計測不能）であった（表 1）。

避難者 C の避難経路は、車の通りの多い幹線道路から外れた場所で街灯や光源のない区間がある一方で、街灯や工場によって照らされている区間もあり、このように周辺の明るさの変化に歩行速度が影響を受け、やや遅くなっているものと考えられる。

避難者 E が避難した経路は、車の通りの多い、メインストリートになっており、街灯も一定の間隔で設置されていた。街灯がない区間でも車の通行によって、ヘッドライトで照らされることで、当該経路のすべてを通して一定の明るさがある環境であった。避難者 E の歩行速度が夜間が昼間の値を上回ったことについて、昼間の計測日に強い降雨の中で傘をさしての歩行であったことも影響していると考えられる。

表 1 照度計測結果（単位：lux）

街灯下	工場	車の ヘッドライト	曇りの日
70～130	11	4	80

表2 昼夜間平均歩行速度の比較

避難者	昼間平均 歩行速度	夜間平均 歩行速度	昼-夜
A	1.72	1.50	0.22
B	0.71	1.24	-0.53
C	1.00	1.45	-0.45
D	1.05	1.02	0.03
E	1.67	1.49	0.18
F	0.90	0.87	0.03
H	0.97	0.58	0.39
I	1.00	1.11	-0.11
J	1.57	1.49	0.08
K	1.40	1.15	0.25
平均	1.20	1.19	0.01

## 5. 避難者に対するアンケート調査結果

### （1）調査内容

避難経路、歩行速度の計測をした避難者を対象に、経路選択、避難ビル選択の理由についてアンケート調査を行った。

昼間のアンケート調査後、質問に対する回答の選択肢について、さらに考えられる項目があると判断し、内容を一部変更した。

アンケート調査での質問項目を以下に示す。

### ①回答者属性

・年齢・性別・歩行での杖等の補助器具の有無

### ②避難先を選択した理由

### ③避難ルートを選んだ理由

### ④昼間と夜間の歩行速度の変化の有無（夜間時のみの質問項目）

### （2）実測者の属性

昼間と夜間を合わせた避難者 30 名のうち、女性は 1 名、他 29 名が男性であった。また、年齢は昼・夜間共に 60 代の方の割合が最も多く、最高年齢は 88 歳であった。

### （3）避難経路の選択理由

経路選択の理由として、昼間ではいつも使う道・よく知っている道だからという回答を最も多く挙げ、次いで、最短ルートだからとの回答が多かった。

GPS を用いた避難経路の計測結果では、最短距離を辿ることが明らかになったが、アンケート調査では、よく使う道であるということが理由として挙げられていることから、避難の際は、認知している道の中でも最短距離で避難していることがわかった。



図 6 避難経路の選択理由（昼間）

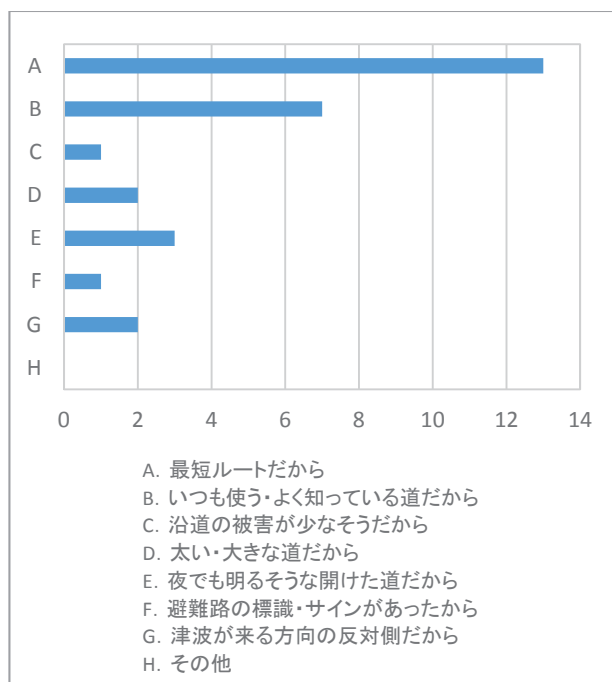


図 7 避難経路の選択理由（夜間）

#### (4) 避難先の選択理由

避難先の避難ビルを選択した理由として、昼間の実測では、自治会で決められている避難ビルに避難したという回答が最も多く、次いで自宅から最も近い避難ビルという回答が多い結果となった。

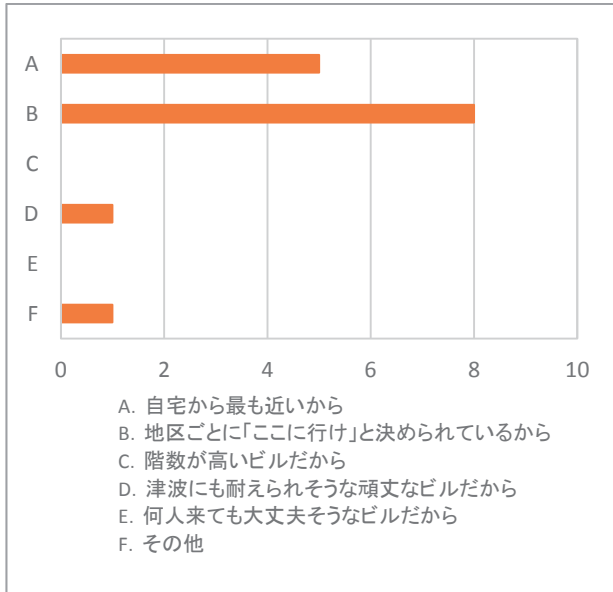


図8 避難先の選択理由（昼間）

夜間では、自宅から近い避難ビルを選択したという回答が最も多く、ついで、自治会で決められた避難先という回答が多かった。また、昼間のケースと異なり複数回答可としたこともあり、階数が高い、津波や多くの人が避難してきた場合でも耐えられそうといった避難ビルへ安心感を求める回答もみられた。

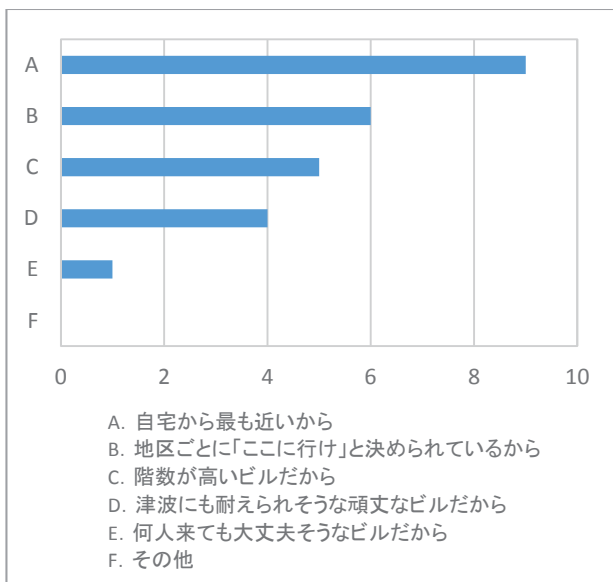


図9 避難先の選択理由（夜間）

#### (5) 昼間と夜間の歩行速度の自己評価について

夜間計測時のみ、昼間と夜で歩く速さに変化はあるかという質問をしたところ、同じくらいだと思う人が最も多かった。経路選択の際の理由としても多く挙げられていた、よく使う道を利用していること、周辺に街灯等の明かりがある程度確保されたいることなどから、速度にはあまり影響がないと判断したものと考えられる。

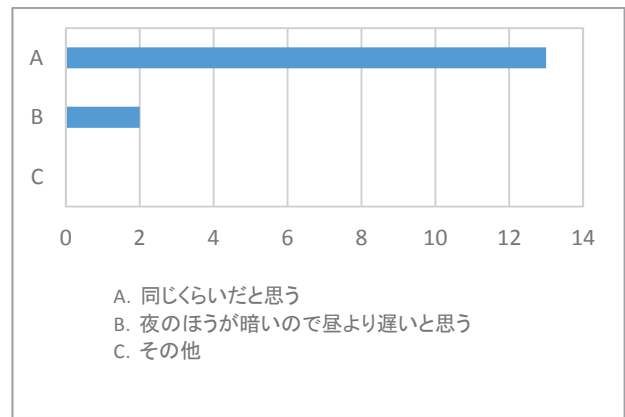


図10 昼間と夜間の歩行速度の自己評価

#### 6. まとめ

- ・今回対象とした、55歳以上75歳未満の範囲では、年齢と歩行速度の関連性は特にみられなかった。
- ・施設の入所者が複数で避難したケースや大人が幼児と一緒に避難したケースでは、単独歩行の避難に比べ、歩行速度が遅いことがわかった。
- ・避難経路については、地理をよく知っている住民は最短経路を選択している。
- ・最も近い避難施設であれば、津波が来る方向であっても当該避難先を選択するケースがある。
- ・歩行速度について、街灯等の明るさがある程度確保され、地理を良く知っている場合には、昼間と夜間の有意な差はみられなかった。

#### 参考文献

- 1) 内閣府・津波避難ビル等に係るガイドライン検討会：津波避難ビル等に係るガイドライン，2005.6
- 2) 沼津市：平成27年度 町別世帯・人口一覧，2015.4
- 3) 沼津市：県第4次被害想定津波ハザードマップ，2015.3

#### 謝辞

本調査を行うに際し、沼津市常磐町自治会の皆さんに御協力を頂きましたことを心より御礼申し上げます。

本調査は、平成27年度科学研究費助成事業（基盤研究C）「安全目標レベルの住民合意に基づく地区実態に即した津波避難計画策定手法に関する研究（課題番号：15K01264）」（研究代表者：池田浩敬 常葉大学）によるものである。