

<b>Title</b>	津波と避難体力に関する研究
<b>Author</b>	渡辺 一志, 生田 英輔
<b>Citation</b>	都市防災研究論文集. 1 巻, p.95-98.
<b>Issue Date</b>	2014-11
<b>ISSN</b>	2189-0536
<b>Type</b>	Departmental Bulletin Paper
<b>Textversion</b>	Publisher
<b>Publisher</b>	大阪市立大学都市防災研究プロジェクト
<b>Description</b>	
<b>DOI</b>	10.24544/ocu.20191218-001

Placed on: Osaka City University

# 津波と避難体力に関する研究

渡辺一志<sup>1)</sup>・生田英輔<sup>2)</sup>

1) 大阪市立大学 都市健康・スポーツ研究センター e-mail: watanabe@sports.osaka-cu.ac.jp

2) 大阪市立大学 生活科学研究科 e-mail: ikuta@life.osaka-cu.ac.jp

南海トラフ巨大地震によって発生することが予想されている津波を想定し、都市に住まう高齢者の体力や要援護者の避難を実現させるために必要とされる体力について、避難行動をシミュレーションした実験により検討した。自力避難に要した所要時間は、肥満度(体脂肪率)の高かった高齢女性が最も時間を要した。垂直避難における身体的負担度は、水平避難と比較して大きかった。また、下肢の筋力が高い人が避難の所要時間が短いことが認められ、自力歩行を可能とする下肢筋力の維持・増進が重要と考えられた。

Key words: 津波, 自力避難, 避難体力, 下肢筋力

## 1. 緒言

2011年3月11日14時46分、宮城県沖牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震は、わが国における観測史上最大のマグニチュード9.0を記録した。震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約500km、東西約200kmの広範囲に及んだ。この地震により場所によっては波高10m以上、最大潮上高40.5mにもものぼる大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。死者の9割は水死が死因とされ、そのほとんどが津波に巻き込まれ命を落とした。

一方で、迅速かつ適切な避難行動により助かった被災者も存在している。強い震動を感じ、あるいは警報を受けた場合、一刻も早く高所へ移動するという避難行動が、いのちを守る唯一の対応であり、津波が押し寄せるまでに適切な避難行動を行うことが肝要となる。この避難行動において、避難する場所には、公共施設、神社、高台などがあり、日常より自治体により指定されていたが、想定を上回る波高により一部の避難場所では浸水被害が生じている。しかしながら、大半の避難場所は安全に被災者が一次避難することができ、その役割を果たせた。一方で、高齢者や要援護者にとってこの避難行動は容易ではないことも明らかとなった。

本研究では、南海トラフ巨大地震によって発生することが予想されている津波を想定し、都市に住まう高齢者の体力や要援護者を避難させるために必要とされる体力について、避難行動をシミュレーションし検討した。

## 2. 方法

### (1) 対象

対象は、自立歩行が可能である健常な高齢者8名(男性4名、女性4名)および健常な学生8

名（男性4名、女性4名）とした。高齢者（男性・女性）および学生（男性・女性）の年齢，身長，体重，体脂肪率はそれぞれ，高齢者（72.3±3.5歳・71.5±3.4歳），学生（21.5±1.0歳・21.0±0.8歳），高齢者（169.0±6.0cm・150.0±1.3cm），学生（176.7±6.8cm・155.6±2.1cm），高齢者（76.4±11.4kg・54.6±0.6kg），学生（69.6±10.1kg・42.5±3.0kg），高齢者（26.5±6.1%・35.9±1.2%），学生（15.4±5.7%・14.9±2.6%）であった，

## (2) 避難行動のシュミレーション

避難場所の調査結果及び大阪市の状況を鑑み，水平避難を150m，垂直避難を8.5mとし，できるだけ早く歩き（逃げ），3階まで昇る避難行動とした。それぞれが一人で避難する場合と学生が要援護者1名を助ける場合を想定し，車いすおよびリヤカーを使用して水平避難し，背負って3階まで昇る避難行動。さらに，学生1名について，背負って水平避難し3階まで昇る避難行動とした。

## (3) 測定項目

### a) 身体的特性

a-1 身長，体重

a-2 体脂肪量，筋肉量（四肢8部位）：

Physion MD（フィジオン）を用いてインピーダンス法により測定。

### b) 生理学的パラメータ等

b-1 心拍数（POLAR RS300X）

b-2 酸素摂取量（呼吸代謝測定装置VO<sub>2</sub>2000；S&ME）

b-3 血中乳酸濃度（ラクテート・プロ；アークレイ）

b-4 自覚的運動強度

ボルグスケールを用いて，6～20（「非常に楽である」～「非常にきつい」）の15段階で評価。

### c) 身体機能評価：

c-1 椅子の座り立ち時間（10回）

c-2 柔軟性（長座体前屈）

### d) 水平避難および垂直避難の経過時間

### e) 水平避難時の歩数

## 3. 結果

### (1) 身体機能評価

高齢者（男性・女性）および学生（男性・女性）の筋力の指標となる椅子の座り立ち（10回）および柔軟性は，それぞれ高齢者（12.7±3.1秒・18.6±4.4秒），学生（10.6±1.4秒・10.2±1.3秒），高齢者（26.3±9.9cm・35.6±6.4cm），学生（51.5±12.9cm・31.5±10.1cm）であった。

### (2) 避難行動の所要時間，移動速度および歩幅

自力避難に要した所要時間を比較すると，平均で学生男性が最も速く避難した（97秒）。高齢

男性と学生女性がほぼ同じ時間を要し(約110秒), 高齢女性が最も時間を要した(127秒)。(図1) 水平避難時の平均移動速度は, 高齢者の男性が1.96m/秒, 女性が1.76m/秒, 学生の男性が2.19m/秒, 女性が1.91m/秒であった(図2)。また, 水平避難時の歩幅は, 高齢者の男性が $0.87 \pm 0.08m$ , 女性が $0.71 \pm 0.1m$ , 学生の男性が $0.96 \pm 0.07m$ , 女性が $0.82 \pm 0.03m$ であった。

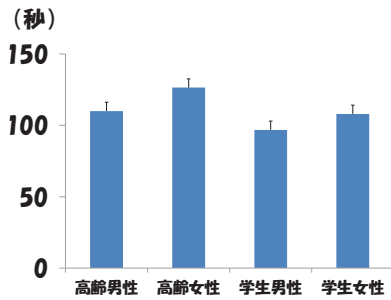


図1 避難所要時間(全体)

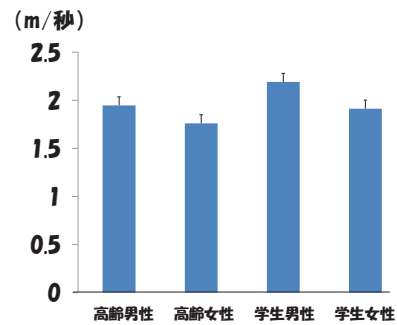


図2 水平移動速度

### (3) 避難行動時の生体応答

水平避難時および垂直避難時の平均心拍数を図3, 図4に示した。水平避難時の心拍数は, 80~100拍程度であった。垂直避難時の心拍数は, 平均で125拍/分~145拍/分であり, 個人差が大きかった。3階到達時の主観的運動強度は, 高齢者および学生の女性が14~15の「きつい」であり, 学生の男性は「楽である」を示した(図5)。血中乳酸濃度は, 4~6.5mmol/l程度であった(図6)。

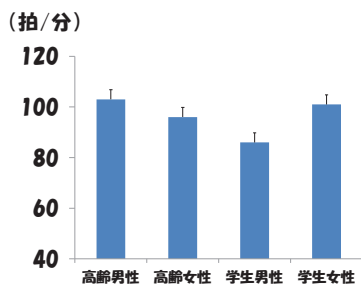


図3 水平移動時心拍数

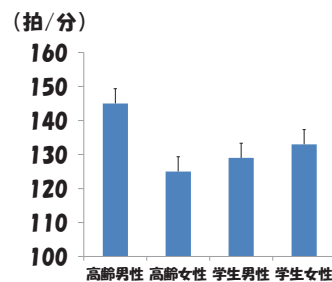


図4 垂直移動(階段昇)時心拍数

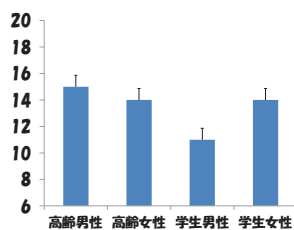


図5 到達時主観的運動強度(RPE)

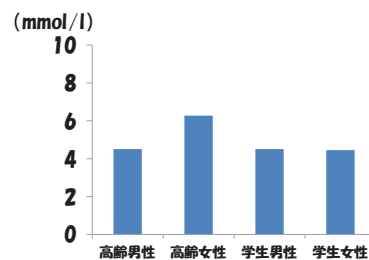


図6 到達時血中乳酸濃度

要援護者を車いすおよびリヤカーに乗せて水平移動し，3階まで背負って避難した場合の所要時間は110秒～125秒であった（図7）．水平移動し，3階まで垂直移動した時の心拍数は，車いすおよびリヤカー共に156拍/分まで上昇した（図8）．また，この時の血中乳酸濃度は，約8.5mmol/lであった（図9）．水平避難および垂直避難における，換気量は，25～27ℓ/分，酸素摂取量は，概ね15ml/kg/minであった．さらに，背負って500m水平移動し3階まで避難した場合，心拍数は191拍/分，血中乳酸濃度は14mmol/lまで上昇した．

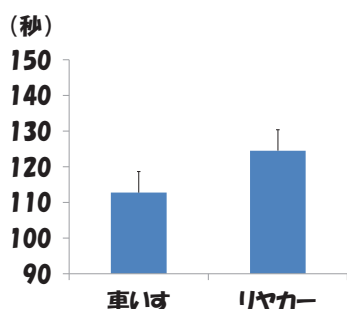


図7 要援護者避難所要時間

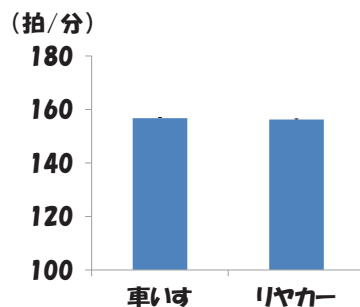


図8 到達時心拍数(要援護者を背負って)

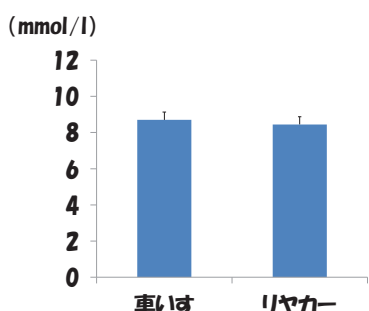


図9 到達時血中乳酸濃度(要援護者)

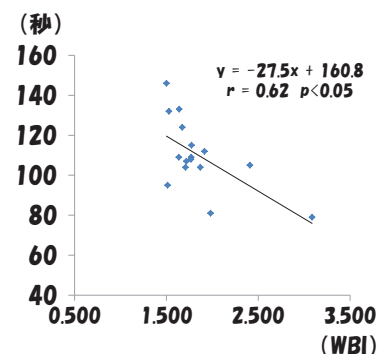


図10 WBI(両下肢)と避難所要時間

下肢の筋量（大腿筋量）が体重を支える指数（WBI）と避難の所要時間との関係は有意な負の相関関係が認められた（図10）．

#### 4. 考察

避難行動では，垂直避難における身体的負担度は，無酸素代謝が加わり水平避難と比較して大きいことが明らかとなった．今回の被験者は比較的体力のある高齢者に偏ったが，肥満度の高い高齢女性が最も長い所要時間であった．今後は，さまざまな年齢や体力レベルを対象とした避難行動や，災害時要援護者の避難行動を実現するために必要な手段や体力指標を明らかにし，状況に対応した避難行動に必要な体力と避難時間を考慮して，避難計画を策定する必要がある．また，自立歩行が可能な人において，下肢筋力の高い人が避難の所要時間が短いことが認められたことから，加齢に伴う下肢筋力の低下や肥満を予防するために必要な運動やトレーニングの啓発や，自立歩行可能な高齢者の割合を高めることが重要であると考えられた．