

## 東日本大震災における津波避難実態に基づく避難困難者の把握 ～宮崎市津波浸水想定区域を対象として～

九州大学大学院 学生会員 ○新川登志朗 九州大学大学院 正会員 加知範康  
九州大学大学院 正会員 塚原健一 東京大学大学院 非会員 秋山祐樹

### 1. はじめに～津波避難実態を考慮した避難想定～

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災は死者行方不明者 18,524 人<sup>1)</sup>という未曾有の被害をもたらした。その後、国が発表した南海トラフ地震の想定<sup>2)</sup>によると死者数 32 万 3 千人という東日本大震災を上回る被害想定となっている。このような災害を前に東日本大震災で得られた知見を生かし住民をいかに守るかが重要となっている。東日本大震災で得られた知見<sup>3)</sup>として災害時の住民の歩行速度の平均は 0.62m/秒、乳幼児や高齢者の同伴者がいた場合は 0.46m/秒であることが分かっている。一方、南海トラフ地震で大きな津波被害が想定されている宮崎市の津波発生時の避難推計<sup>4)</sup>において、歩行速度は全員一律で 0.75m/秒、避難可能時間は 10 分、避難路を考慮せず避難場所への避難距離は直線距離であり津波避難実態に反映しているといい難い。そこで本研究では宮崎市津波浸水想定区域を対象として、秋山ら<sup>5)</sup>の「建物ポイントデータ(世帯・人口を含む)」を用いることにより避難者の詳細な居住場所・年齢を把握した上で、実際の避難路や東日本大震災の住民の年齢別の避難速度を用いて避難困難者を明らかにする。

### 2. 本研究における避難時間の定義と計算方法

本研究では、避難時間を「津波避難のために住宅を出てから安全な避難場所に移動する時間」と定義する。避難場所は宮崎市が津波浸水想定地域外に指定している津波避難ビルや指定避難所とする。避難時間の内訳とそれぞれの計算方法・使用データを表 1 に示す。

避難路において、DRM(日本デジタル道路地図協会)等では本研究で必要とする詳細なレベルでの道路網を網羅していなかったため、OpenStreetMap を使用した。また、住宅から避難所までの標高差を考慮した避難距離を計算した。避難所入口の混雑には、

待ち行列の M/M/1( $\infty$ )を用い平均到着率  $\lambda$  は避難者の全人数を避難が行われる時間で割った値、平均サービス率  $\mu$  は橋下ら<sup>6)</sup>より 0.97 人/秒として計算した。浸水深以上の高さになる時間は、階段では前の人を追い抜くことが出来ないとして階段の昇降速度の遅い高齢者の 0.21m/秒<sup>8)</sup>で統一して計算した。

表 1 避難時間の内訳と計算方法・使用データ

避難時間	計算方法	使用するデータ
住宅から避難所入口までの移動時間	道路距離と標高差より避難距離を求め、歩行速度で割る	OpenStreetMap、歩行速度 <sup>4)</sup> 、基盤地図情報標高データ
避難所入口の通過時間	待ち行列 M/M/1( $\infty$ )	平均サービス率 <sup>7)</sup>
避難所入口から安全階までの移動時間	津波浸水深/階段上り速度	津波浸水深、高齢者の階段上り速度 <sup>8)</sup>

### 3. 避難所の避難者数の計算例

避難所の計算結果の一例を図 1 に示す。この時の避難所入口混雑では一人当たり 1.48 秒であり、階段を上る時間は 7.0 秒であった。到着人数の合計値は避難者が全員同時刻に避難開始したという前提がある。この避難所の収容可能人数は 150 人であるため、避難開始からの経過時間が 15 分以内では避難者は収容可能で避難可能であるが、15 分以降の避難者は避難困難者となる。

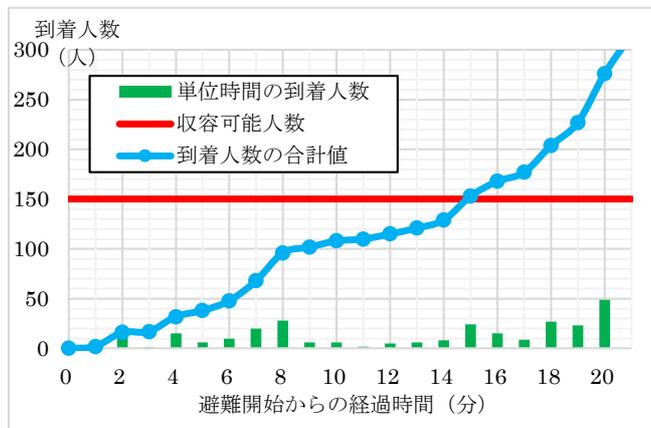


図 1 避難開始からの経過時間と避難所への到着人数

キーワード 東日本大震災、津波避難、避難困難者

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 九州大学大学院 TEL : 092-802-3408

#### 4. 避難困難者の推計値の比較（宮崎市と本研究）

表2に宮崎市各地区の避難所数と人口を示す。

表2 宮崎市各地区の避難所数と人口

地区	名称	避難所数 (収容人数)	人口
市街地 A1	大淀川河口周辺	51 (14,730)	22,027
市街地 A2	宮崎空港周辺	32 (816)	11,533
観光地 B1	阿波岐原	0	0
観光地 B2	青島	5 (60)	744
流域 C1	一ツ瀬河河口周辺	0 (0)	657
流域 C2	石崎川河口周辺	0 (0)	717
流域 C3	南バイパス周辺	1 (10)	639
流域 C4	清武川・加江田川河口周辺	8 (108)	3,079
漁港 D1	青島漁港・白浜周辺	2 (21)	1,880
漁港 D2	内海以南	0 (0)	1,207
合計		99 (15,745)	42,483

宮崎市（避難可能時間10分）と本研究（避難可能時間10分、4分）の避難困難者数の推計値を表3、4に示す。ここで避難可能時間4分は、宮崎市が想定している最短津波到達時間18分から東日本大震災で半数が避難開始した時間14分を引いた値である。

表3 避難困難者数の比較（単位：人）

地区	宮崎市推計値 (避難可能時間10分)	本研究推計値 (避難可能時間10分)		
	合計	合計	収容不可	時間外
A1	6,654	11,663	7,538	4,125
A2	3,522	6,724	3,528	3,196
B1	0	0	0	0
B2	0	243	0	243
C1	556	536	0	536
C2	6	63	0	63
C3	380	365	0	365
C4	328	1,351	531	820
D1	0	776	183	593
D2	0	493	0	493
合計	11,446	22,214	11,780	10,434

表4 避難困難者の推計値の比較（単位：人）

地区	宮崎市推計値 (避難可能時間10分)	本研究推計値 (避難可能時間4分)		
	合計	合計	収容不可	時間外
A1	6,654	17,185	1,692	15,493
A2	3,522	8,616	1,160	7,456
B1	0	0	0	0
B2	0	507	0	507
C1	556	590	0	590
C2	6	231	0	231
C3	380	484	0	484
C4	328	2,180	123	2,057
D1	0	1,381	0	1,381
D2	0	1,053	0	1,053
合計	11,446	32,227	2,975	29,252

#### 5. 結論

避難開始時間が10分の場合、宮崎市想定と比べて宮崎市全体では避難困難者が1万人ほど増えるが、避難困難者が減る地区もある。また、市街地である地区A1とA2において、避難所の収容不可となる避難者の割合が大きいことが分かる。また、東日本大震災の避難実態を活用した避難可能時間が4分の場合は、より多くの避難困難者が表れることが分かった。今後の課題として、今回の結果を活かし津波避難困難者をより少なく安全に生活できるような土地利用のあり方を検討していく予定である。

#### 謝辞

本研究は、文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス（GRENE）事業環境分野「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」の一環として実施したものである。また宮崎市職員の方々に多大なるご支援を頂きました。ここに深く感謝の意を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 警察庁：平成23年東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置，2014.
- 2) 内閣府：平成23年版防災白書
- 3) 中央防災会議：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告），2013.
- 4) 国交省：津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について(第3版)，2013.4
- 5) 宮崎市：「宮崎市地震津波対策インフラ構想」～(仮称)“緑と大地のスクラム事業”の構築に向けて～，2013.10
- 6) 秋山祐樹・小川芳樹・仙石裕明・柴崎亮介・加藤孝明：大規模地震における国土スケールの災害リスク・地方災害対応力評価のためのマイクロな空間データの基盤整備，第47回土木計画学研究発表会・講演集，2013.6
- 7) 橋本佳代子・大町達夫・井上修作・瓜井治郎：実避難訓練と避難シミュレーションの比較に基づく集団避難行動
- 8) 足立啓・小松和郎・荒木兵一郎：障害者を考慮した住宅団地の研究（その1）歩行行動からみた障害の分析，日本建築学会大会学術講演概要集，pp.1233-1234，1980.9