

避難猶予時間に着目した三陸海岸における東日本大震災津波犠牲者の特徴 —道路網データを用いた解析から—

静岡市役所上下水道局 杉村晃一
 静岡大学防災総合センター 牛山素行
 静岡大学 横幕早季
 京都大学防災研究所 本間基寛

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は北海道から神奈川県までの広い範囲に、死者・行方不明者をもたらした。本稿は、多くの犠牲の原因となった津波からの避難の可能性を論ずるため、特に被害が大きかった三陸海岸の5市町における犠牲者の居住地住所と地理条件から、犠牲者の地理的特徴や避難のために残された時間（避難猶予時間）を求めたものである。

2. 調査手法

(1) 調査資料

調査対象は、三陸地方沿岸部で津波による人的被害が特に多かった、岩手県宮古市、陸前高田市、上閉伊郡大槌町、下閉伊郡山田町、宮城県気仙沼市の5市町である。犠牲者数は、認定者を含む「死者・行方不明者（山田町のみ関連死者を含む）」である。

表1 調査対象

自治体名	犠牲者数	うち浸水域*内		備考
宮古市	517人	366人	70.8%	2012年7月9日現在
山田町	771人	651人	84.4%	2012年5月14日現在
大槌町	1,241人	1,175人	94.7%	2012年5月21日現在
陸前高田市	1,723人	1,520人	88.2%	2012年7月20日現在
気仙沼市	1,233人	1,068人	86.6%	2012年7月17日現在
総計	5,485人	4,780人	87.1%	

犠牲者情報には、個々の居住地住所をもとに Google Maps API により位置情報（緯度経度）を付加し、位置情報から国土地理院の国土地図情報（標高）10mメッシュによる標高を与えた。さらに、津波シミュレーション結果から居住地住所ごとの津波到達時間、浸水深及び浸水域を推定した。なお、津波の断層モデルは藤井・佐竹(2011)の Ver.4.2 を用い、計算メッシュは10m（一部20m, 40m, 50m）である。

(2) 避難猶予時間

犠牲者が避難行動を開始し、避難先に移動するまでに必要な時間と、地震発生後、犠牲者の居住地住所に津波が到達するまでの時間から、避難のために残された時間（避難猶予時間）を次式により求めた。

$$\text{避難猶予時間} = (\text{津波到達時間}) - \{ (\text{避難経路長}) / (\text{歩行速度}) + (\text{避難行動開始時間}) \}$$

犠牲者の避難経路長は、居住地住所から以下の3つについて検討した。

- ①最寄りの高台（標高 20m 以上となる最近隣の地点）まで、直線距離の 1.5 倍の距離を避難
 - ②津波被害を受けなかった避難先（又は避難先に至る標高 20m の道路上の地点）まで、道路を經由して避難
 - ③津波被害を受けなかった避難先（又は避難先に至る標高 20m の道路上の地点）まで、直線距離の 1.5 倍の距離を避難
- ②、③については、相対的に平野部が広く道路網データが整備されている表 2 のエリアとした。

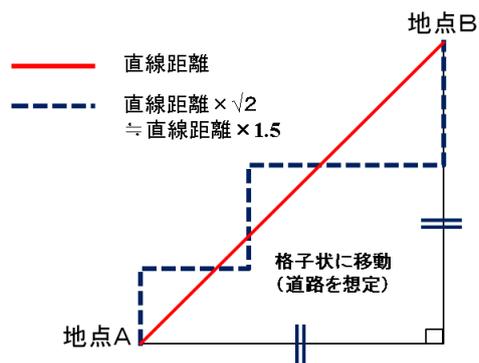


図 1 避難経路長の考え方

表 2 調査対象（役場等を含む中心地域）

自治体名	犠牲者数	うち浸水域 [*] 内		備考
宮古市(旧田老町)	162 人	151 人	93.2%	旧田老町(田老漁港周辺)
山田町	223 人	218 人	97.8%	関口川右岸から織笠川左岸の 10 地域
大槌町	662 人	662 人	100%	大槌川右岸から小槌川左岸の 7 地域
陸前高田市	1,385 人	1,342 人	96.9%	浜田川右岸から気仙川流域の 28 地域
気仙沼市	520 人	505 人	97.1%	大川流域及び鹿折川流域の 46 地域
総計	2,952 人	2,878 人	97.5%	

道路を使用しない場合の避難経路長は、南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループの被害想定手法¹⁾で使用された、直線距離の 1.5 倍を用いた（図 1）。歩行速度は津波対策推進マニュアル²⁾にある健常者（1m/s）及び歩行困難者（0.5m/s）とし、避難行動開始時間は、同手法及びマニュアルにある地震発生 2 分後及び 5 分後とした。なお、避難猶予時間には、津波が犠牲者の居住地住所から、上記①～③の避難先まで遡上する時間は含まれない。

3. 結果

(1) 犠牲者居住地と浸水域

犠牲者の居住地と浸水域の関係について、大槌町を例として図 2 に示す。塗りつぶしは浸水域、コンターは標高 20m（以下、高台とする。）を表す。

大槌町では犠牲者の居住地の 94.7% が浸水域内にあることから、犠牲者の多くは日常的に浸水域内で生活し被災したと考えられる。

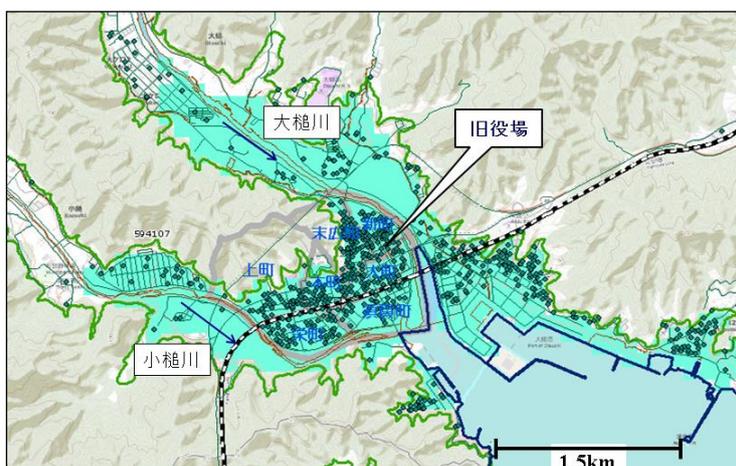


図 2 犠牲者居住地と浸水域（大槌町）

(2) 犠牲者居住地の地理条件

調査対象の5市町における、浸水域内の犠牲者住所と高台、海岸までの関係を図3、4に示す。大槌町は「高台まで300m未満」の犠牲者が88%、「海岸まで500m未満」の犠牲者が60%であり、5市町の中では平均的な値である。

気仙沼市は他の4市町に比べ、比較的平野部が広いことから、図3では犠牲者居住地から高台までの距離が300m以上となる割合が最も高い。図4で、陸前高田市は「海岸から1km以上離れた」犠牲者が65%を占めるが、同市は海岸付近に低湿地帯が広がり定住人口が少ないことから、「海岸近くの住民が積極的に避難して遭難を免れた」ことは意味していない。

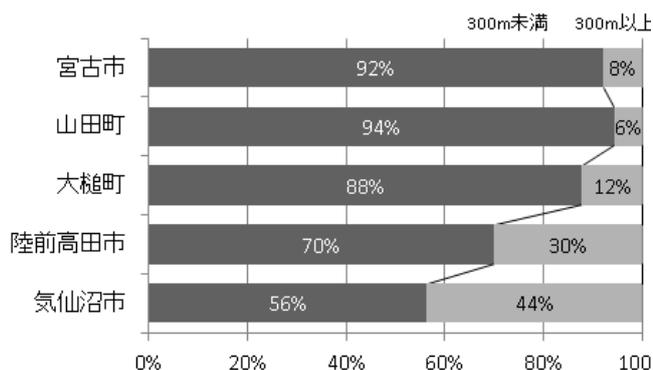


図3 高台までの距離 (300mで2階級)

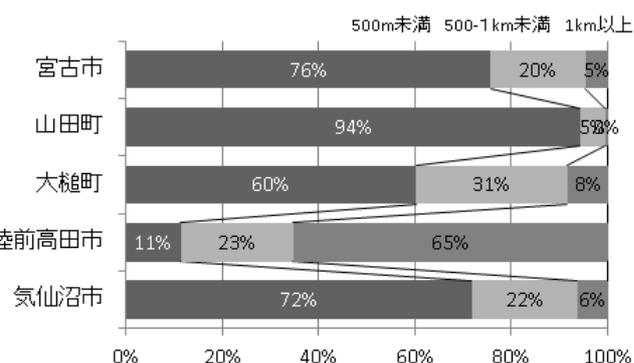


図4 海岸までの距離 (500mで3階級)

(3) 最寄り高台への避難猶予時間

表1の浸水区域内犠牲者を対象に、最寄りの高台まで避難した場合の避難猶予時間を図5に示す。避難経路長は、居住地住所から最寄り高台までの直線距離の1.5倍、歩行速度は歩行困難者(0.5m/s)、避難行動開始は地震発生2分後とした。

この結果からは、避難のための時間に猶予がなかったのは気仙沼市の12%のみであり、他の4市町では避難のために残された時間があったことがわかる。

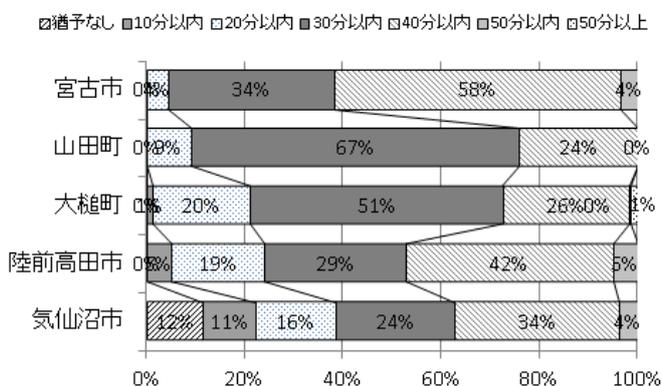


図5 最寄り高台への避難猶予時間 (10分ごと7階級)

(4) 道路網データを用いた避難猶予時間

より実態に近い避難猶予時間を求めるために、犠牲者住所から避難先まで道路を經由して避難した場合の避難経路長を、道路網データを用いて求めた。

道路網データは、国土地理院の数値地図 2,500（空間データ基盤）を用い、解析は ESRI 社の ArcGIS Network Analyst により行った。なお、道路網データは調査対象の全域をカバーしていないため、避難猶予時間の計算対象は表 2 のエリアとした。

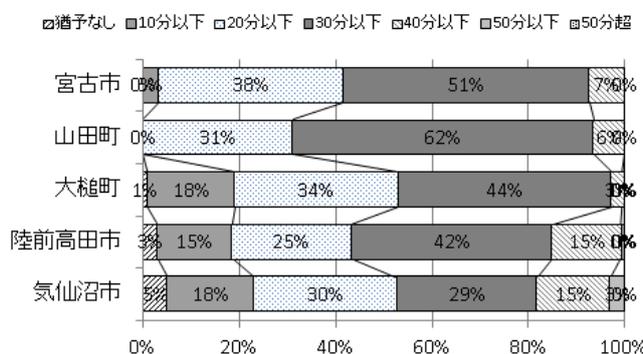


図6 道路網データを用いた避難猶予時間

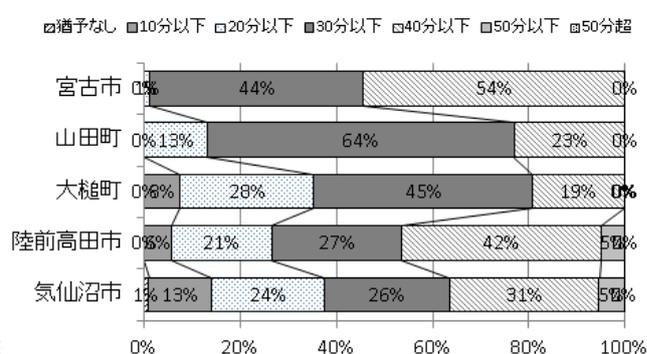


図7 最寄り高台への避難猶予時間

図6に、道路網データを用い、歩行速度を歩行困難者（0.5m/s）、避難行動開始を地震発生2分後とした結果を示す。また、比較のため、同条件による最寄り高台まで直線距離の1.5倍を避難した場合の避難猶予時間を図7に示す。

図6より、避難のための猶予時間がなかったのは、気仙沼市の5%、陸前高田市の3%、大槌町の1%であり、犠牲者の8割以上は10分超の時間が残されていたことがわかる。

道路網データを使用した避難では、鉄道や河川がボトルネックとなることから、避難経路が長くなると考えられるが、避難先を単純な最近隣の高台とした図7と比べても、猶予時間が少ない犠牲者に大きな違いはない。

4. まとめ

東日本大震災における津波犠牲者の特徴として、三陸海岸では津波からの避難のための猶予時間がない、つまり時間的に逃げ切れなかった犠牲者はかなり低く、ほとんどの犠牲者が地震発生直後に避難を開始していれば遭難に至らなかった可能性が示唆された。

謝辞：本研究の実施に当たっては、宮城県気仙沼市役所、岩手県陸前高田市役所、同大槌町役場、同山田町役場、同宮古市役所から多大なご協力をいただいた。また、岩手県県土整備部の岩館晋氏からは、現地調査に当たってのご協力をいただいた。なお、本研究の一部は、環境省環境研究総合推進費(S-8)、平成22年度科学技術振興調整費「災害科学的基礎を持った防災実務者の養成」の研究助成によるものである。

参考文献

- 1) 津波対策推進マニュアル検討報告書（2002年3月 総務省消防庁）
- 2) 南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）資料2-2 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要（2012年8月 内閣府）