

東日本大震災における津波避難の交通手段と危険度—石巻市のアンケート調査をもとに—

村上 ひとみ¹・三上 卓²・柳原 純夫³

¹正会員 山口大学准教授 理工学研究科環境共生系専攻 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: hitomim@yamaguchi-u.ac.jp

²正会員 (株)エイト日本技術開発 東京支社 保全・耐震・防災部 (〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11) E-mail: mikami.taku@gmail.com

³正会員 奥村組東日本支社 土木技術部 (〒108-8381 東京都港区芝5-6-1)

E-mail: sumio.yanagihara@okumuragumi.jp

東日本大震災で最大の津波犠牲者が発生した石巻市において実施した仮設住宅ポスティング・アンケート結果797件を用いて、徒歩と自動車、自転車の危険度に関わる要因を比較、検討した。その結果、次のことが示された。交通手段として自動車運転と同乗を併せて半数を超えた。自動車より自転車、徒歩の方が危険率が高い傾向がみられる。渋滞は時間とともに悪化し、自動車避難では渋滞に巻き込まれた割合も40%、車で流されたケースも6%ある。自転車利用者は3~4%と少数であるが、避難開始が早い傾向がみられ、道路の段差や障害物に強いなど、避難での活用可能性がある。自宅等にいた・徒歩避難・車避難の条件による死亡率の概算推定では、逃げなかった・逃げられなかった人の死亡率が高く、シナリオによっては車避難の危険度が徒歩のそれに近づく様子が伺える。

Key Words : tsunami evacuation, travel means, life threat, questionnaire survey

1. はじめに

2011年3月11日(金)の東日本大震災大津波により、死者・行方不明併せて、名取市では981名、石巻市では3892名に達する(2011.10.11付)。浸水地域内の人口(名取市で10,430人、石巻市で92,210人)に対する死亡・行方不明率は、名取市で9.4%、石巻市で4.2%にも及び、人命の損失は極めて重大である。

従来、津波避難は徒歩を大前提とし、渋滞等の危険性が高い車の利用はほぼ禁止と定められてきた。しかし、国土交通省の津波避難行動調査¹⁾によれば、車の割合はリアス部で46%、平野部で60%を占める。交通手段と地形による移動速度(図-1)はリアス部で徒歩から自転車、車と明らかに速くなるのに対して、平野部は自転車(6.6km/h)と車(7.8km/h)の差が殆どみられず、渋滞の影響と推察される。

東日本大震災津波避難合同調査団(山田町・石巻市担当チーム)は2011年10月~12月に石巻市の仮設住宅でヒアリング調査を実施し、さらに2011年12月に仮設住宅へのポスティングアンケート調査(3300戸に配布、797票回収、回収率24%)²⁾を実施した。このデータをもとに、

徒歩と自動車、自転車の危険度を比較検討したので報告する³⁾。なお、柳原・村上⁴⁾では、同調査に基づき、避難距離と経路、交通手段の関係を分析している。

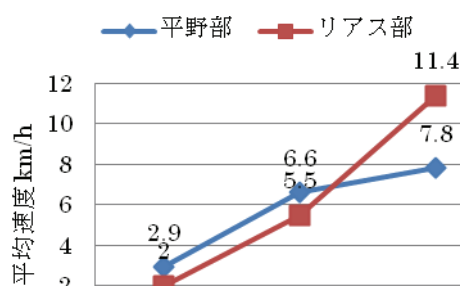


図-1 津波避難の交通手段と平均速度(国土交通省¹⁾より作図, n=2731件)

2. 石巻市における避難行動と交通手段

(1) 地理的条件

石巻市の津波浸水域は面積73km²と、被災市町村の中で最大である。本庁地区(図-2)は、市街地の主要部が

津波により浸水し、三陸海岸の旧市町、雄勝や河北、北上等では浸水高が3階、4階へと達した。主な避難場所は、旧北上川右岸の日和山、同川左岸の牧山（館山公園）等があるが、浸水した近隣の小中学校など市指定避難場所の2階、3階に逃れて助かった人が多い。

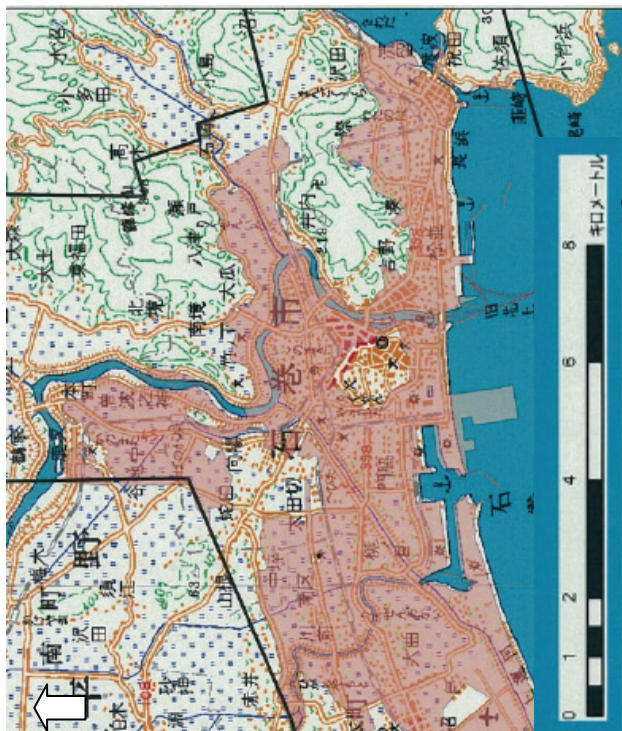


図-2 石巻市本庁地区の津波浸水（国土地理院資料より引用）

(2) 避難の交通手段

石巻市は震度6弱、石巻港の浸水高は3.3～5.0mであった⁵⁾。石巻市鮎川の津波第1波は15時26分であるが、本庁地区はそれより遅い。避難の交通手段（図-3）より、「車を運転」と「車に乗せてもらって」を足すと過半数となり、自転車は4%（24件）と少ない。

避難交通手段と最初に大津波警報を知ったメディア（図-4）から、徒歩は防災行政無線の割合が高く、家族近隣の人が目立つ。一方、自動車運転はラジオ、自動車同乗は家族近隣、自転車は防災行政無線（街灯拡声器）が目立つ。

(3) 身の危険度と影響要因

避難開始時間と身の安全の関係（図-5）より、時間が遅れるほど安全が60%から45%ほどに減少し、危険は増すことがわかる。避難した先の学校等、指定避難場所の1～2階が浸水したケースも多く、変化はにぶい。

交通手段と避難開始時期の関係（図-6）より、石巻では、10分以内避難率が自転車63%に対して、「自動車を運転して」41%、「歩いて走って」34%、「自動車同乗」33%と減少している。

交通手段時間と身の危険（図-7）より、石巻では、自動車運転の場合、安全の割合が多く、自動車に乗せてもらって、自転車、歩いて走っての順になっている。

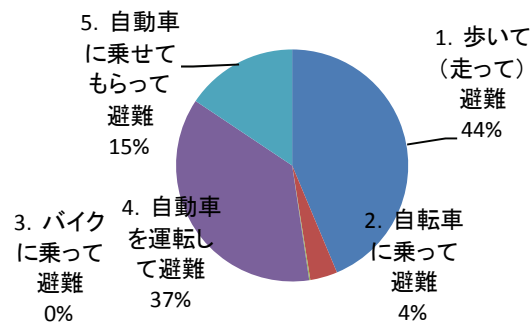


図-3 避難の交通手段（n=634）

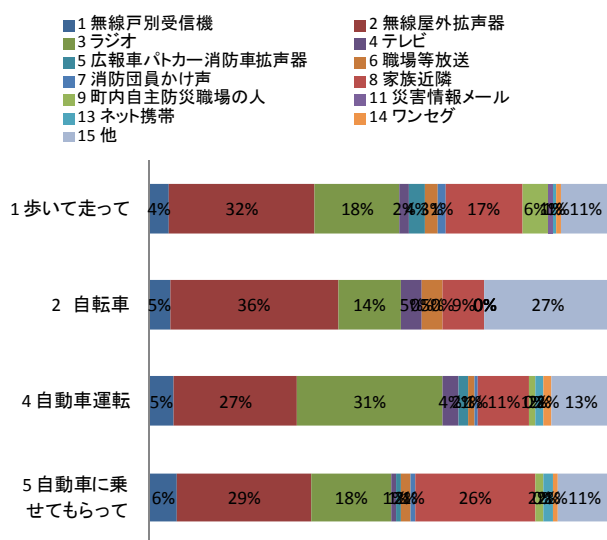


図-4 避難交通手段と最初に津波警報を知ったメディア

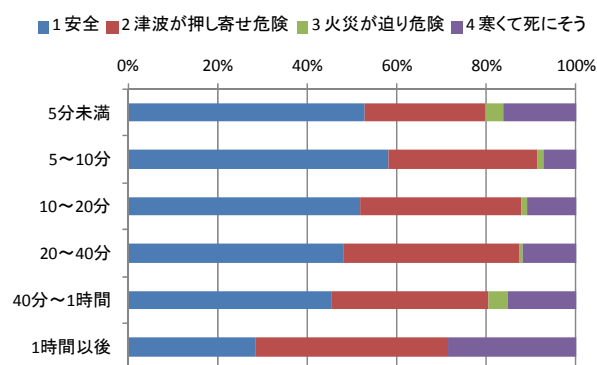


図-5 避難開始時間と身の安全

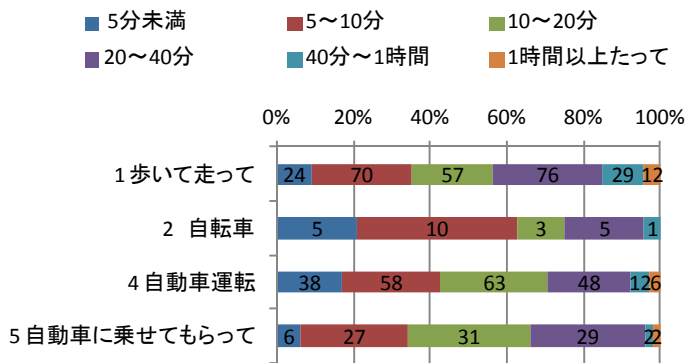


図-6 交通手段と避難開始時間の関係 (n=614)

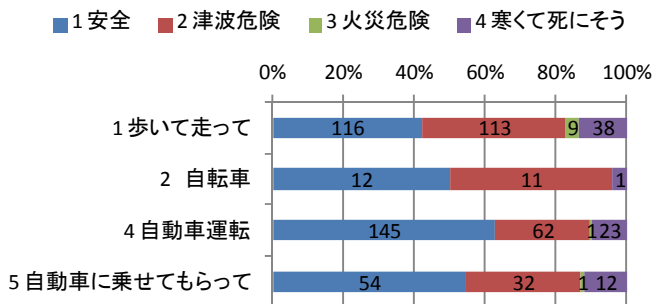


図-7 交通手段と身の危険の関係 (n=630)

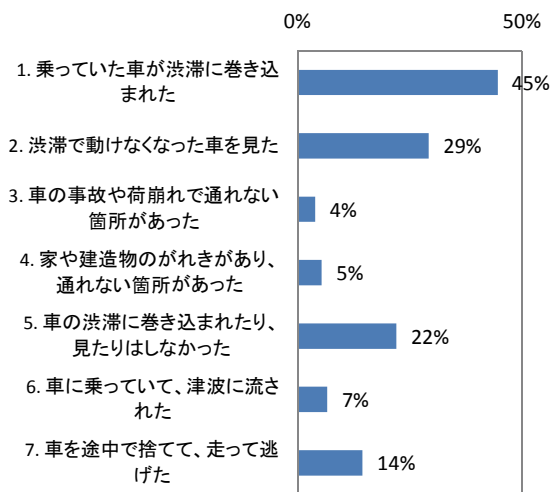


図-8 車で避難の場合、渋滞や津波の危険 (n=332)

(4) 道路の渋滞と危険性

渋滞の状況を図-8に示す。渋滞に巻き込まれたケースが45%と非常に多く、車を捨てて逃げたケースが14%あり、津波に流されたケースも7%である。名取に比べて、石巻の方が渋滞に巻き込まれた割合が1.5倍多く、車を捨てて逃げたケース約2倍、津波に流されたものもやや多い。

避難開始時間と渋滞等の関係を図-9に示す。渋滞に巻き込まれた」は5分未満から約35%あり、時間と共に徐々に増加している。津波に流されたは40分以降に目立ってくる。事故荷崩れで通れない箇所、家の破損・瓦礫で通れない箇所は、5分未満の早期と、40分以降の後期に目立つ。

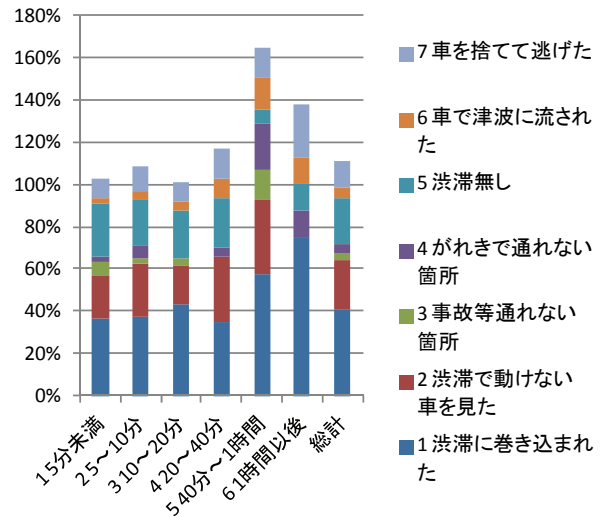


図-9 車の渋滞状況 (n=332, 車運転・同乗で避難のケース, MR)

3. 自動車避難と徒歩避難の死亡率推測

(1) 自動車内から発見された遺体割合

警察庁のとりまとめ⁶⁾によると、車内から発見された遺体収容数は、宮城県(8月7日現在)で9,384体中575体(6.1%), 岩手県(7月30日現在)で4,616体中102体(2.2%)である。なお注記として、「死体取扱いの際の書類において、発見時に車内に遺体があったとされているものの数を計上しており、車両で避難中であつたかどうかは不明である。他方、津波により車外放出されたものなど、このほかに自動車で避難中、被災された方も入ると見込まれる。」とある。なお、岩手県より宮城県において、車内発見の遺体割合が高いことは、高台の近いリアス式海岸地形の岩手県と、海岸平野が広がり避難場所の遠い宮城県での車利用率の差異に対応している。

名取市における死亡者リストから自動車内で発見された遺体 910体中71体(7.8%)である(H. Murakami, et al.⁷⁾)。

(2) 亡くなった方の地震時の居場所

三上・他⁸⁾は、石巻市本庁地区でのヒアリング及びポストインアンケートを元に、亡くなった方の地震時の居場所を推定した。これをもとに下記のように大別する。

- ・避難途中： 小計 23.1%
- ・自宅にいた（体が不自由，介護），自宅に立ち寄った，自宅にいた（逃げなかった） 小計 65.1%
- ・その他 11%

(3) 仮定条件と死亡率の概略推定

車内から発見の遺体と実際の差異をシナリオに仮定して、表-1に死亡率を概略推定してみる。石巻市の浸水エリア人口から、死者・行方不明の3735人を引き、浸水深さ50cm未満の建物割合12%を除き、命に危険ある被災人口として、77,410人を用いる。生存人口については、石巻市でのポスティングアンケートから、避難した77%（内、徒歩44%，自転車4%，自動車運転・同乗52%），避難しなかった23%に配分する。

死者（行方不明を含む）3,735名については、自宅等にいた分を65%として、2,428名とする。車内で発見遺体6.1%（宮城県警）のみが、自動車避難中の死者と仮定したのがシナリオ1である。死亡シナリオ2は渋滞にあり、あるいは津波が迫って車外に出て流された人も多いと考え、自動車での死者をシナリオ1の2倍と想定したケース、死亡シナリオ3はシナリオ1の3倍と仮定したケースである。逃げなかった人の死亡率が12%と甚だしく高い。シナリオ2の死亡率は徒歩避難の1.5%に対して、車が1.4%とほぼ同等になるが、シナリオ3では徒歩の死亡率0.7%に対して車の死亡率が2.2%と逆転してくる。

表-1 シナリオ仮定による徒歩避難と車で避難の死亡率推定（石巻の場合）

	生存	死亡シナリオ1	死亡シナリオ2	死亡シナリオ3	死亡率1	死亡率2	死亡率3
逃げなかった	17804	2428	2428	2428	12.0%	12.0%	12.0%
徒歩避難（自転車含む）	28610	668	440	212	2.3%	1.5%	0.7%
車で避難	30995	228	456	684	0.7%	1.4%	2.2%
合計	77410	3735	3735	3735	4.6%	4.6%	4.6%

4. まとめ

石巻市での避難ポスティングアンケート結果について、避難の交通手段と危険度について検討し、以下のことが明らかになった。

- 1) 避難の交通手段比較から、自動車より自転車、徒歩の方が危険となる傾向がみられる。
- 2) 自動車避難では渋滞に巻き込まれた割合も多く、車で流されたケースがある。
- 3) 自転車は避難開始が早い傾向がある。段差を乗り越え、電動アシスト自転車なら坂道を上れるなど避難活用

の可能性がある。海岸平野部では自転車専用通行帯も検討すべきであろう。

4) 自宅等にいた、車で避難、徒歩で避難の死亡率を概略推定したところ、避難しない・できなかった人の危険が甚だしく高い一方、シナリオによっては徒歩より車の避難で死亡率が高くなる。家族や職場で避難場所・避難先を事前に調べ、相談しておくことで、避難を一刻も早く開始し、徒歩や自転車で到達できる場所は車を避けることが大切といえよう。

謝辞 調査に協力いただいた石巻市住民の皆様、自治体職員の皆様に心から謝意を表します。この調査は科学技術振興機構のJ-RAPIDプログラム、東日本大震災津波避難合同調査団（山田町・石巻市担当チーム）の協力により実施されました。調査団メンバーの協力に感謝します。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局街路交通施設課・都市計画課：東日本大震災の津波被災現況調査結果（第3次報告）～津波からの避難実態調査結果(速報)～，2011.12.26, 14pp, <http://www.mlit.go.jp/common/000186474.pdf> (2012.04.02閲覧)
- 2) 後藤洋三，中林一樹：東日本大震災津波避難合同調査団（山田町・石巻市担当チーム）の調査，土木学会第67回年次学術講演会，2012.9.
- 3) 村上ひとみ・柳原純夫・三上卓：東日本大震災における津波避難の交通手段と危険度の関係―名取市・石巻市におけるアンケート調査をもとに―，土木学会第67回年次学術講演会，2012.9.
- 4) 柳原純夫，村上ひとみ：石巻市本庁地区における避難行動の移動距離からの分析，土木学会第67回年次学術講演会，2012.9.
- 5) 港湾空港技術研究所資料No.1231 「2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査資料」
- 6) 岩手・宮城両県警が警察官や避難者から聞き取りした状況，資料1，車内から発見された遺体収容数（調査時分）警察庁提供資料，2011
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinihon/9/1.pdf>
- 7) Murakami, H., Takimoto, K., Pomonis, A.: Tsunami evacuation process and human loss distribution in the 2011 Great East Japan Earthquake – A case study of Natori city, Miyagi prefecture-, Proc. 15th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 1587, 2012.
- 8) 三上卓，後藤洋三，佐藤誠一：東日本大震災津波襲来時の石巻市における住民の行動調査，土木学会第67回年次学術講演会，2012.9.

(2012.09.? 受付)

TRAVEL MEANS OF TSUNAMI EVACUATION AND RISK IN THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE DISASTER – QUESTIONNAIRE SURVEY IN ISHINOMAKI CITY-

Hitomi MURAKAMI, Taku MIKAMI and Sumio YANAGIHARA

This study examined factors affecting risk of life among users of different travel means for tsunami evacuation in the Great East Japan Earthquake Disaster, based on the questionnaire survey in Ishinomaki city. Those who drove a car and those who got a car ride share more than half. The percentage of those almost hit by tsunami waves tends to be higher for pedestrians and bicycle users rather than car users. Forty % of car users were in traffic jam, which became worse as time passed and 6% of those were hit by tsunami water. Bicycle users were minorities and share 3-4%, however, they tend to evacuate quickly after shaking. Human loss probability roughly estimated suggest that it was very high for those who could not evacuate and that of car users were comparable to that of pedestrians according to the scenario.