

津波避難における自転車利用の活用条件と課題 整理—南海トラフ大津波への備え—

村上 ひとみ¹・高田 和幸²・阿部 郁男³・熊野 稔⁴・小山 真紀⁵

¹正会員 山口大学准教授 大学院創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台二丁目16-1)
E-mail:hitomim@yamaguchi-u.ac.jp

²正会員 東京電機大学教授 理工学部 (〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)
E-mail:takada@g.dendai.ac.jp

³正会員 常葉大学教授 社会環境学部 (〒422-8581 静岡市駿河区弥生町6-1)
E-mail:i-abe@sz.tokoha-u.ac.jp

⁴非会員 宮崎大学教授 地域資源創成学部 (〒889-2192 宮崎市学園気花台西1丁目1番)
E-mail:kumano@cc.miyazaki-u.ac.jp

⁵正会員 岐阜大学准教授 流域圏科学研究センター (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)
E-mail:maki_k@gifu-u.ac.jp

東日本大震災の津波避難では国交省復興支援アーカイブの調査により、自動車避難が半数近い一方、自転車避難の割合が1~2%と報告されている。筆者らが実施した名取市や石巻市での避難アンケート調査でも、自転車避難は2~4%と少数であるが成功事例が確認されている。南海トラフ大津波に備える地域において、平野部で避難先が遠い場合に、自転車は速度が速く、地震時の道路閉塞に強いこと、高齢者の日常交通手段として利用が多いことから避難訓練への活用事例がみられる。筆者らは、愛知県田原市において避難訓練調査を実施した。また、宮崎市において津波避難ビルの地理的偏りを調べるとともに、住民の避難意向アンケートを実施し、自転車利用の可能性と課題を検討してきた。ここでは、津波避難における自転車の活用事例と諸課題を整理し、報告する。

Key Words : tsunami evacuation, bicycle mobility, questionnaire survey, Nankai Trough earthquake, Great East Japan Tsunami, Miyazaki city

1. はじめに

東日本大震災の大津波避難では自動車避難が平野部では半数を超える事態となり、従来の徒歩避難原則から、高齢者や避難に支援を要する場合の自動車避難は必要とみなされている。一方で、マイカー社会が進み、一人一台の車で通勤、通学、買い物などを行う地方都市では、渋滞や道路閉塞を心配しながらも、車で避難した意向の住民が多い実態がある。

自転車利用避難者は少数であるが、数%が十数%になり、車の台数が少しでも減れば、真に車が必要な要配慮者の安全につながると期待される。表-1に移動手段の特徴を整理する。本稿では、避難の交通手段について、東日本大震災の石巻市や名取市での調査事例、愛知県田原市や宮崎市の避難訓練事例を整理し、津波避難で自転車を有効活用するために考慮すべき条件を検討したい。

表-1 避難の移動手段とその特徴

	徒歩	自転車	マイカー
確実さ	◎	△	△
速度	△	○ 小さな障害物を乗り越えて	△ 道路閉塞、渋滞に弱い
乗り捨ての影響	○ 無し	○ 小さい	× 大きい
家族とともに	○ 健常ならOK	△ 子ども乗せ自転車、日常使い	○ 高齢者や障害ある家族を乗せて
高齢者避難	△ 困難、時間がかかると、助けを待つ	△ 道路が無事なら、電動アシストも役立つ	△ 渋滞を避けられず、迎えに帰るリスク
日常移動の延長	○ 普段から歩く習慣を増す	△ 日常使っていないとメンテ無し	△ つい近くても遠くても車に頼りがち
避難時声掛け	○	◎ 率先避難向き	× 窓を開けても情報シェア無し

2. 東日本大震災にみる自転車避難の事例

(1) 国土交通省の復興支援調査から

2011年3月11日発生 of 東北地方太平洋沖地震では、国

土交通省の復興支援アンケート調査¹⁾より、リアス部で徒歩54%、車46%に対して自転車が1%、平野部で徒歩39%、車60%に対して自転車2%と報告されている。自転車避難は非常に少数派であるが、平均速度を見ると(図-1)平野部では自転車が6.6 km/hで、車の7.8 km/hとあまり変わらない一方、徒歩の2.9 km/hに比べて約2倍と優位にあることがわかる。

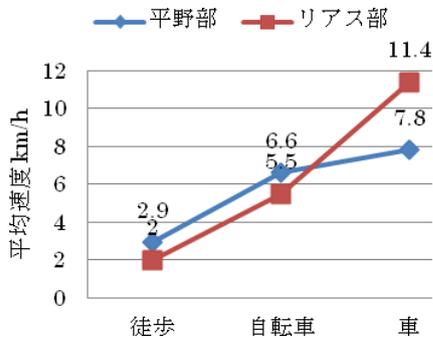


図-1 津波避難の交通手段と平均速度(文献¹⁾より作図、n=2731件)(出典、村上・他²⁾)

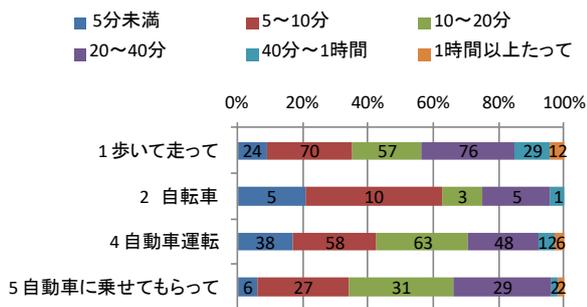


図-2 交通手段と避難開始時期(石巻、n=614件)(出典：村上・三上・柳原、2012、iss東日本大震災特別論文集より)

(2) 石巻の事例

柳原・村上³⁾による石巻市内での避難行動パターンの分析によれば、自動車避難で避難距離が延び、家族を心配して自宅へ戻るなどの帰宅行動も渋滞の原因になったことがうかがわれる。石巻市の仮設住宅での避難行動ヒアリング・ポスティング調査結果から、徒歩避難は44%、自転車が4%、自動車運転が37%、自動車同乗が15%を占めた。また、交通手段と避難開始の時間(図-2)によれば、自転車避難のスタートが早いことがわかる。自動車の場合は鍵を探す、車庫や門を開けるなど、地震の揺れで混乱する中、容易でないことがうかがわれる。

石巻のヒアリング事例より、避難に自転車が利用されたケースとして次が挙げられる。

・門脇町4丁目、30代男性：蛇田地区で地震に合っ、大街道、門脇と自転車で自宅まで来る間に、無線は一切聞こえなかった。ゴモゴモ音がしていただけ、-1.6m

の音が聞こえたのと、津波の音はほぼ同じだった。妹の最後の言葉「ゴォー」と音が聞こえてきて、「何この音。もしかして津波じゃない！」そこに防災無線でのんびりと津波の高さは1.6mと聞こえてきて、自分は玄関から飛び出して外を見ると、となりの家がカベとなって襲いかかってきて、目の前の自転車に飛び乗って1分間ぐらい日和山に向かって全力で逃げて、なんとか自分だけ助かった。振り返ってみると辺りは全部海になっていた。市の防災無線さえ、ちゃんと聞こえていたら、家族4人全員助かったのと思う。日和山まで歩いて2~3分だし。かえって、ブザーとか、サイレンの音のほうがわかりやすい。言葉はしゃべっている内容が聞こえない、わからない。避難場所の門脇小学校というのはダメだった。日和山にすべきだった。

・貞山3丁目、60代女性

たまたま、長女が有給休暇で自室にいました。たまたま、私の外出先5分くらいか2、3分の所で、地震にあった。すぐに帰宅し、近所に声かけし、ただ事でない感じがして、足も悪いので、自転車で、幸い、避難所も近かったので、水も出ないうち、長女と避難しました。



図-3 石巻市渡波地区の60代男性、自宅から自転車避難先方向(矢印)地図(国土地理院地形図に加筆)

・大街道南の60代男性：自宅から2km余り内陸側の店に友人と集まりの中、地震が発生、急ぎ自転車で自宅に戻り、自宅で妻と津波に遭って被災したが助かった。

・渡波地区幸町の60代男性：1960年のチリ津波を経験。普段から津波の危険に関心があり、報道に注意し、避難リュックも備えていた。自宅が津波危険と日頃考えていて、地震のたびに、自転車で3km余り内陸の際前方面に避難することにしていて、一人避難訓練も実施しており、朝身支度して家を出る時間も測っていた。空振りでも自転車避難は良い運動、気晴らしになり、面倒さがない。311の際も、自転車で道のり約3.5kmを避難して無事だった(図-3)。

(3) 名取市閑上地区の事例

村上・他⁴⁾による名取市閑上地区の避難行動アンケート調査より、自転車による避難が約2% (5名) と少数であるが確認された。なお避難の移動手段は歩いて・走ってが30%、バイク1%、自動車運転42%、自動車同乗が23%となっている。

避難開始時間に対する車避難者の渋滞経験の回答分布(図4)をみると、「渋滞に巻き込まれた」、「渋滞を見た」のカテゴリーは、避難の遅れとともに増加している。「避難の目的地まで、どのくらいの距離と時間でしたか。」の問に対する回答から、避難手段別の避難距離、避難時間平均値を図5に示す。徒歩で約0.6kmを9.7分費やし、時速約3.7kmとなる。自動車運転は3.9kmに16.6分費やし、時速約14kmとなる。自転車の場合、データ数が少なく距離は4件、時間は2件の平均であるが、時速10.5kmと推定される。

自転車避難の事例5件をみると、男性60代、同70代、女性40代、同50代となり、住所は閑上6丁目と4丁目と運河の港側、全ての家屋が流出したエリアに位置していた。また、いずれも津波が来るまでに、閑上公民館から閑上小学校や中学校へ、土手の上から市役所へなどの移動が見られた。

名取市閑上地区では、妻の実家にバスで向かっていた男性が、地震直後から近隣の被害状況を自転車で移動しながら写真に撮っていたところ、名取川河口の津波襲来を発見して、避難を呼びかけながら自転車で 2km余りの距離を走り、閑上小学校に避難した事例があり、写真集が出版されている(小斎⁵⁾)。この写真集より、閑上では液状化が起こっており、水や砂が噴出し、道路の亀裂も目立つ状況であるが、自転車の走行は可能であったことがわかる。

3. 愛知県田原市の避難訓練事例

田原市堀切地区は渥美半島に立地し、南海トラフ大津波では浸水深は2~5m、津波到達時間(沿岸潮位が1m上昇する時間)は20~30分と予測されている。堀切地区では自転車を利用した避難訓練が定期的に行われており、その調査・分析結果⁶⁾ から、自転車と徒歩の速度差(図6)により、避難所用時間の短縮と避難困難地域を狭める効果が示された。

堀切地区では2015年に電動アシスト自転車を活用した避難訓練も実施された。その際の住民への避難意向アンケートより、足腰が弱り速足で2km余りの避難が難しい高齢者が避難訓練に参加しやすいなどの利点が指摘さ

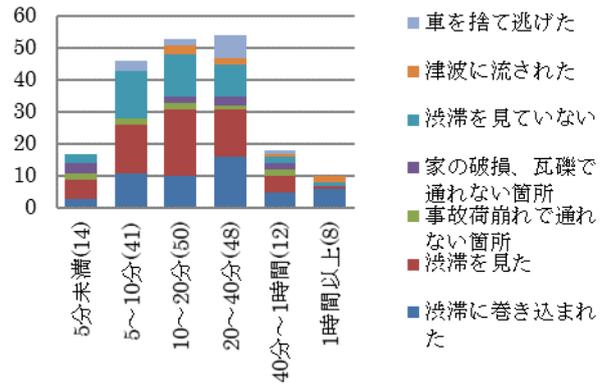


図4 名取アンケートより、避難開始時期と渋滞状況 (n=173, MR) (出典4)

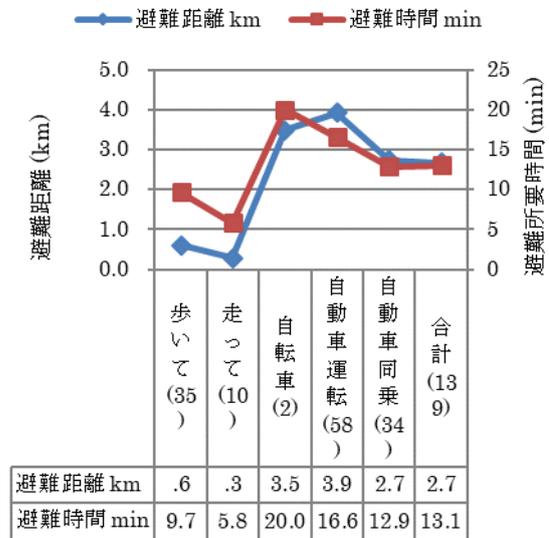


図5 名取アンケートより、避難の交通手段と避難距離、所要時間の平均値 (交通手段 () 内数字は時間の件数、距離 n=182, 時間 n=139) (出典4)

れた(図7)(竹本・他⁷⁾)。移動手段他について、自由意見の一部を示す。

- ・70代男性：車で避難したいが全員が使用すれば交通ルールを守らない。木や電柱・ブロック塀が倒れたりして通れなくなるので、出来るだけ車は使用しないほうが良いと思う
- ・50代女性：昼間は娘と孫だけで在宅。小さい子を連れての避難をより早くするためにはどうしても車がよいが、場合によっては使えない、その時どうするかが課題
- ・70代女性：自転車で避難が良いと思うが、これから年をとると徒歩でないと無理かと思う
- ・70代女性：徒歩で間に合わない場合、自転車でも全員が避難できない。近くに高い建物等があるといい
- ・40代男性：電動アシスト付き自転車も便利だが、原付が普及すればなお便利。高校生に原付どころか電動アシスト付き自転車を使わせないのはなぜか

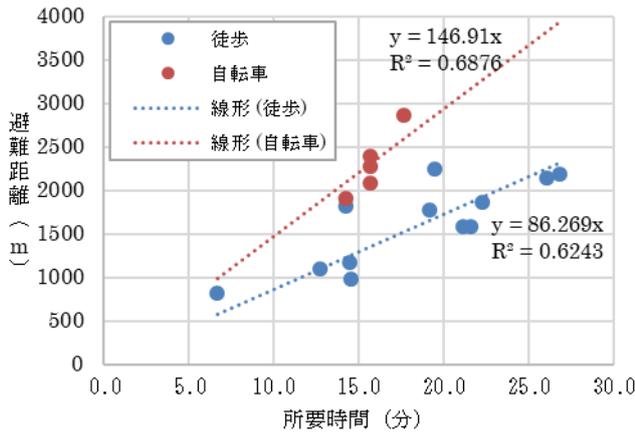


図-6 堀切地区の避難訓練ログ測定における避難距離・所要時間・速度の関係 (n=17) (出典6))

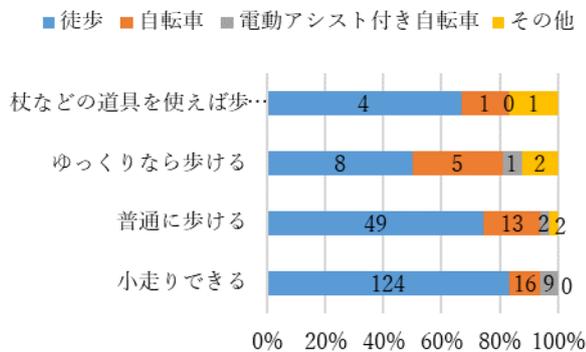


図-7 堀切地区アンケートより、健常度と訓練時の移動手段(n=237) (出典7))



図-8 津波浸水危険と自転車ネットワーク (宮崎市自転車安全利用促進計画、2015より引用)

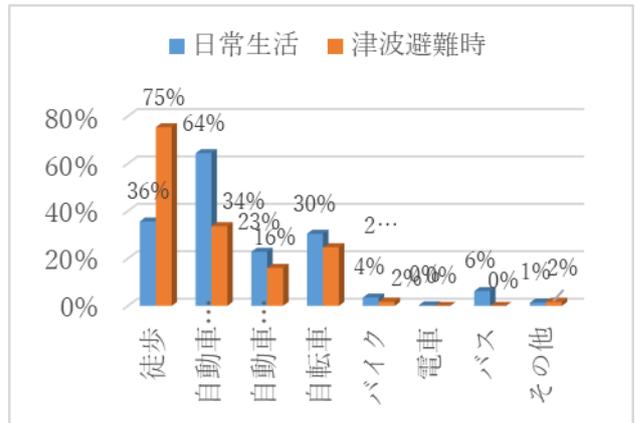


図-9 宮崎市檜地域アンケートより平常と津波避難時の移動手段(2つまで)(n=655) (出典：野崎・村上 (2019))

自転車による 津波避難社会実験

10月6日(日曜日) 9:15避難開始
(避難先:宮崎市中央公民館)



図-10 自転車津波避難の社会実験ちらし

4. 宮崎市の自転車利用環境と津波避難の条件

(1) 宮崎市の津波ハザードと自転車ネットワーク計画

宮崎市は南海トラフ地震・日向灘地震による津波被害が想定されており、最大津波高10m、最短津波到達時間が18分と予測されている。2017年8月現在、津波避難ビルとして262か所が指定されており、合計約118,600人の収容が可能とされている。一方で、避難ビルの偏りもあり、駅から東の低平な檜地域では人口4万人に対して収容6万人を超えるが、そのうち、イオンモールが38,500人とのことである。地盤が軟弱で液状化危険も高く、避難への影響が心配されている。

図-8に宮崎市の自転車安全利用促進計画に掲載の自転車ネットワーク計画と津波ハザードマップを示す。宮崎港・太平洋からの津波襲来と、大淀川からの遡上が広域の浸水を招く状況である。一方で自転車活用推進法施行以前に、防災面を考えた自転車ネットワークを定め、自転車専用レーンや矢羽根の自転車ナビマーク整備を進めていることは先進的な取り組みといえる。

(2) 津波避難先と移動手段に関する意向アンケート

宮崎市檜地域の5自治会住民に対するアンケート調査(回収667件)より、日常の交通手段では自動車(自分が運転)、徒歩について自転車(30%)が多く、津波避難時の移動手段では徒歩、自動車(自分が運転)に次いで自転車(24%)の回答がある(野崎・村上⁸⁾) (図-9)。

(3) 自転車を活用した津波避難の社会実験

津波避難ビルの収容人数に偏りがあり、込み合う地区が想定されることから、津波浸水が比較的浅い内陸側の地区では、自転車利用により安全地帯に脱出する作戦の可能性が考えられる。そこで、2019年10月に、檜地域の6つの自治会を得て、宮崎大学熊野研究室主催、山口大学村上研、東京電機大学高田研が共催し、宮崎市の協力を得て、自転車避難の社会実験を実施予定である（図-10）。避難ルートとして、自転車専用レーン、自転車ナビマークの矢羽根表示路線を含む路線を設定し、住民49名、学生約8名が被験者として自転車または徒歩で避難し、所用時間、ログデータ、動画等を取得し、アンケートを実施予定である。

5. おわりに

自転車避難の有効性確認には宮崎市での社会実験の結果を待つところであるが、想定されるのは自転車ネットワークとして自転車レーンや矢羽根ナビマークの整備を進め、自転車左側通行が遵守され、車と自転車が共存できる環境の重要性である。日頃から車に頼り過ぎず、自転車等を活用することで、脚力を保持し、近隣との声掛けコミュニケーションに資すると思われる。

謝辞： 石巻市や名取市など被災地での避難行動調査、田原市や宮崎市での調査研究に協力頂いた皆様に謝意を表します。本研究は学術振興会科研費補助金（基盤C・代表村上ひとみ・課題番号17K01295）の成果である。

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
- 2) 村上ひとみ・三上卓・柳原純夫：東日本大震災の津波避難における自家用車利用の危険と代替手段—名取市・石巻市におけるアンケート調査をもとに—、地域安全学会東日本大震災特別論文集、No.1,2012.
- 3) 柳原純夫・村上ひとみ：東日本大震災における石巻市内での避難行動-移動パターン・移動距離からの分析-、土木学会論文集A 1（構造・地震工学）、Vol. 69, No.4, I_1013_I_1020, 2013.
- 4) 村上ひとみ：2011年東日本大震災による名取市の人的被害と避難遅れ影響要因—被害統計と津波避難アンケートの分析—、地域安全学会論文集、No.24, 2014.
- 5) 小斎誠進：”その時、関上は”平成23年3月11日東日本大震災、2011、81pp.
- 6) 村上ひとみ・脇浜貴志・小山真紀・奥村与志弘：津波避難における移動手段と自転車活用に関する研究—南海トラフ地震に備える愛知県田原市の訓練事例—、地域安全学会論文集、No. 28, pp. , 2016.
- 7) 竹本麻祐・村上ひとみ・小山真紀・高田和幸：津波避難における移動手段意向に関する調査—南海トラフ地震に備える愛知県田原市の事例—、自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集、No.2, pp.17-20, 2016.
- 8) 野崎紘平・村上ひとみ：南海トラフ地震における指定避難所・津波避難ビルの立地分析と住民避難意向に関する研究—宮崎市檜地域を事例に—、日本建築学会中国支部研究報告集、No. 42, pp.959-962.

(2019. 10. 4 受付)

CONDITIONS OF BICYCLE USE FOR TSUNAMI EVACUATION — PREPAREDNESS FOR COMING NANKAI TROUGH TSUNAMI —

Hitomi MURAKAMI, Kazuyuki TAKADA, Ikuo ABE,
Minoru KUMANO and Maki KOYAMA

According to the Fukko Shien MLIT survey of tsunami evacuation in the Great East Japan earthquake, bicycle evacuation is 1 to 2 % minority, while automobile evacuation increased. In case of the survey in Ishinomaki and Natori city, we can find successful cases of bicycle evacuation, though they are minority. In many cities and coastal plain areas facing coming Nankai Trough earthquake and tsunami, higher and safe hill places are far away and tsunami evacuation buildings are not sufficient. In Tahara city, Aichi prefecture and Miyazaki city, tsunami evacuation drills are conducted using bicycles, so that benefits and conditions are examined. Benefits are that bicycles help elderly people to start moving, they can cope with small road cracks and bumps, in case of some trouble, bicycles can be thrown out and other people can move those away.