

令和元年山形県沖の地震による津波避難行動の 分析と避難時の課題に関する一考察 -山形県鶴岡市の事例から-

熊谷 誠¹・南 正昭²・村山 良之³

¹正会員 岩手大学 地域防災研究センター (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)
E-mail:mkumagai@iwate-u.ac.jp

²正会員 岩手大学 理工学部 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)
E-mail:minami@iwate-u.ac.jp

³非会員 山形大学大学院教育実践研究科

令和元年6月18日に発生した山形県沖の地震において、山形県鶴岡市の沿岸部では津波を警戒した住民の避難が発生した。避難率が9割と積極的な避難が行われていたものの、この地域では到達時間の早い津波が想定されており、避難時間の猶予がないのが実態である。本稿では、自治会が行った調査結果の分析を行うなかで津波避難の所要時間について検証した。その結果、現地での実測とGISを用いた試算によると、想定津波の避難時間より前に避難を完了できた避難者は、3割～6割程度となること、試算結果のもと避難先や避難方法の見直しを行うことで、一部のケースで想定津波の到達までに避難所へ到着できる可能性が生じることが明らかになった。

Key Words :Tsunami evacuation, questionnaire survey, field survey,GIS,

1. はじめに

平成26年9月、国は日本海を震源とする大規模地震と津波想定に関する報告書を公表し、その中で津波の到達時間が太平洋側よりも早く、地形によっては数メートルから十数メートルの波高の津波が到達するなどの危険性が示された¹⁾。こうしたなか、動きがあるなかで令和元年6月18日22時22分頃に山形県沖を震源とする地震が発生し、津波注意報が発表された。約10センチメートルと、ごく小規模ながら津波も到達し、山形県、新潟県を中心に道路などの公共施設や家屋の被害、住民の避難行動が生じた²⁾。

津波における避難行動の検証は牛山ほか³⁾や菊地・南⁴⁾、新家ほか⁵⁾など、2011年に発生した東日本大震災を対象としたものが数多くあり、また、それ以前からも多くの検証がなされてきた。さらに、こうした実際の避難行動の検証結果などをもとに秦ほか⁶⁾による避難場所の検討に関する研究や佐藤ほか⁷⁾による津波浸水域からの脱出に関する研究、戸川ほか⁸⁾⁹⁾による避難訓練の効果検証などの先行研究も行われてきた。

日本海側の津波避難に限ると、秦ほか¹⁰⁾や山内ほか¹¹⁾などによる強震動下の津波避難困難時間に関する研究などがある。今回の山形県沖の地震における津波避難行動を詳細に検証することで、今後の日本海側の津波避

難や事前の対策を検討するうえで有益な知見をもたらすことが期待される。

2. 研究の目的

本研究では山形県鶴岡市沿岸部豊浦地区において隣接しながらも地理・地形条件の異なる2つの地域の避難に関する質問紙調査の結果をもとに、避難行動の状況を整理・分析し、ごく短時間で津波の到達が想定される地域における避難の課題を明らかにする。また、これら避難の課題に関して、地域的な要因やこれまで継続的に実施されてきた地域の避難訓練について避難行動との関連について検証・考察する。

3. 調査・研究方法

筆者らは、地震発生から2日目の6月20日より地震被害や住民の避難行動の調査のため山形・新潟両県の被災現地を訪れた。調査の途中、筆者らの一人が防災アドバイザーを務める山形県鶴岡市において沿岸部の三瀬地区、由良地区の自治会が実施した住民避難に関するアンケート調査の取りまとめに協力する機会を得た。自治会との協議により、調査結果について調査研究への利用を承諾いただいた。以下が、自治会が行った調査の概要である。

表 1 アンケート調査の概要

実施主体	三瀬自治会および由良自治会
実施時期	令和元年. 6. 25~7. 18 (三瀬) 9. 1~9. 21 (由良)
対象範囲	三瀬地区: 444 世帯 (全世帯) 由良地区: 322 世帯 (全世帯)
回収数	: 388 世帯 (三瀬), 259 世帯 (由良)
回答率	: 87% (三瀬), 80% (由良)

表 2 質問項目

- ・住んでいる地区 (三瀬地区のみ)
- ・家族構成
- ・避難行動の有無
- ・避難の手段
- ・避難先の場所
- ・避難開始の時間
- ・避難時の所持品等
- ・避難中に必要になった物
- ・避難しなかった理由
- ・事前に決めていた避難場所 (由良地区のみ)
- ・自由記述 (気づいた事 等)
- ・家屋の被害状況

質問項目について、由良自治会では三瀬自治会が先行して実施した調査の質問項目をもとに質問紙を設計しており、「家族構成」や「避難開始の時間」では、選択肢の設定の仕方の一部に表現の異なる選択肢がみられたが、集計作業の段階で複数の回答項目にグルーピングすることで、同一の回答項目とみなして整理した。

4. 調査結果

以下に、三瀬地区、由良地区のアンケート調査結果を示すが、三瀬地区については、由良地区と同様、津波浸水範囲からの回答として取り扱うため、浸水範囲に所在する 3 地区、4 地区、183 件分の集計結果を示す。

(1) 津波避難の状況

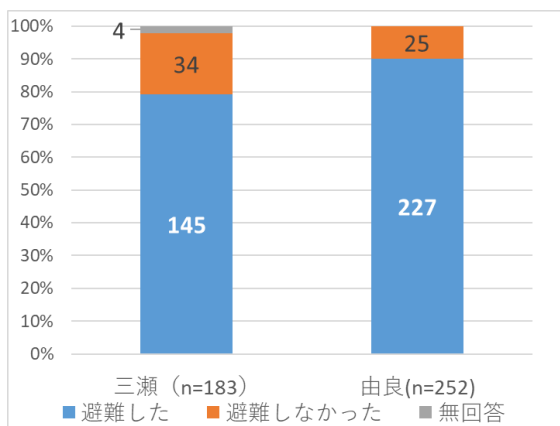


図 1 避難行動の有無

図 1 に、両地区の避難行動の有無についての質問結果

を示す。「避難した」との回答は三瀬地区で79%、由良地区では90%に上り、特に由良地区では避難率が高かった。

図 2 には、避難の方法について示す。三瀬地区では「徒歩」が58%と半数以上を占めており、次いで自家用車が37%となっている。一方、由良地区では「徒歩」との回答は39%と約4割にとどまり、「自家用車」が49%と約5割を占めている。三瀬、由良地区のいずれも「徒歩」と「自家用車」の合計が9割以上を占めている。

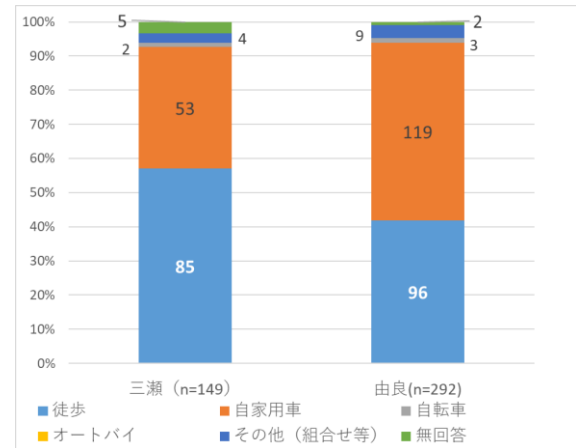


図 2 避難の方法

図 3 には、避難の開始時間を示す。三瀬地区では「3分以内」と「約5分」までの回答が38%となっており、「約10分」まで含めると回答率は71%に上った。一方、由良地区は「3分以内」と「約5分」までの回答で59%となっており、「約10分」まで含めると84%までに上り、三瀬地区と比較すると、「3分以内」、「約5分」と早い段階での避難開始の行動が目立つ。

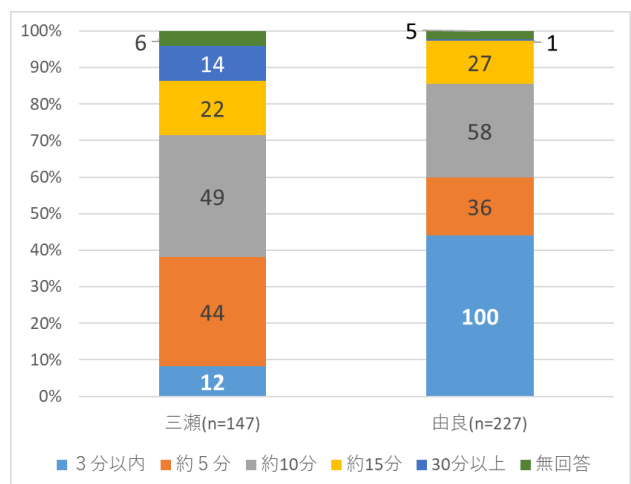


図 3 避難の開始時間

なお、由良地区の回答結果については、元々の避難開始時間の設問が2段階となっており、最初の設問において「揺れの最中」と「地震後すぐ」と回答したものに

いて、今回の地震動が約15秒ほどであったことなどから、これらの回答は「地震から3以内に避難行動を開始していたもの」とみなして整理した。また、選択肢「その他」で具体的な開始時間の回答があった56% (129件)のうち、「3分以内」の回答(6%)もこれに含めた。

図4に、避難場所の種類を示す。三瀬地区では指定避難所(中学校)とする回答が81%に上っている一方で、由良地区では指定避難所(小学校跡地)とする回答は22%にとどまっており、一時避難場所等への避難が75%に上っている。

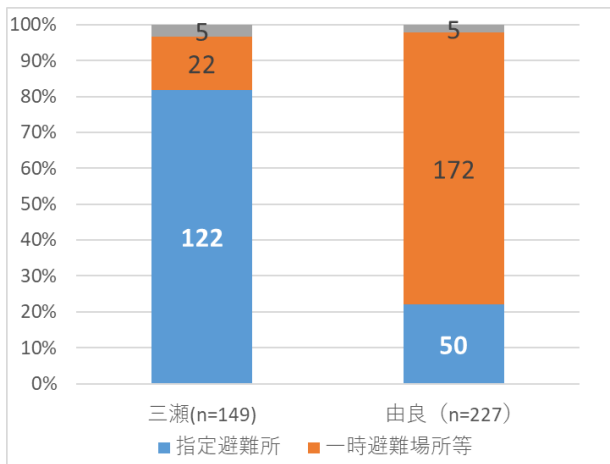


図4 避難場所の種類

5. 考察

(1) 津波注意報発表時間と避難開始時間

今回の津波注意報の発表は地震発生からおよ2分後の22時24分であり、発表とほぼ同時に報道各社から伝達された。一方、両地区の避難開始時間をみると、三瀬地区では地震発生後に最も早く避難行動を開始したとする選択肢「3分以内」は8%を占めた。由良地区では先に述べた通り、「揺れの最中」と「地震後すぐ」の回答、および具体的に「3分以内」と回答したものの整理すると44%にのぼった。言い換えると「3分以内」の回答の割合を除くと、三瀬地区では全避難者のうち約9割が、由良地区では少なくとも約5割が3分を経過した後、すなわち時間帯でみると「津波注意報」の発表後に避難行動を開始していたことがわかった。

今回発表された津波の情報は「津波注意報」であり、実際の津波も、大きなもので地震発生から12分後に鶴岡市鼠ヶ関の験潮場で観測された11cmのもので、津波による被害も発生しなかった。しかしながら、津波による第一波はわずか5分後の22時27分にすでに到達していたとの報告もある^{12) 13)}。仮に、「津波警報」が発表される場合には、地震の規模が大きく、津波が陸上へ到達することが予想され、住民の避難行動を阻害することも十分に考えられる。また、今回の地震よりも強い揺れ

の震度6強や震度7などが生じる場合には今回の地震以上に屋内での被害の発生が考えられ、避難行動の開始が遅れることへの懸念もある。

以上のように、津波の到達が数分から十数分ときわめて早い条件を考慮すると「津波注意報」や「津波警報」の発表を見極めてから避難の判断を下すことは、結果的に貴重な避難時間を失うことになる場合も想定されるため、津波情報を待たず地震後すぐに避難行動にうつるといった判断についても今後、一考の余地があると考えられる。

(2) 避難方法と避難開始時間、避難先までの距離

次に、避難方法と避難開始時間、避難先と避難所要時間についての考察を述べる。まず、避難方法と避難開始時間について図5に示す。これをみると、三瀬地区では避難開始時間「約5分」と「約10分」では徒歩の比率が約6ポイント高くなっているが、「約15分」では自動車の比率が徒歩よりも10.2ポイント高くなり、「30分以上あと」にはポイント差が1.2ポイントまで縮んでいる。一方、由良地区では徒歩、自動車の避難方法の違いにおいて避難開始時間の経過による大きな差はみられない。

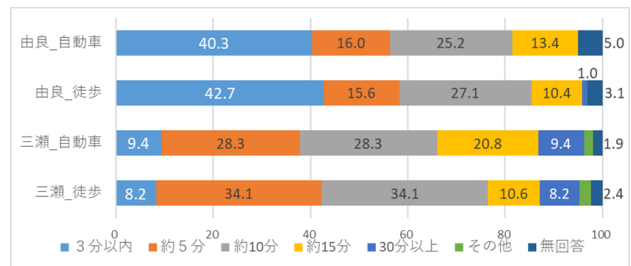


図5 避難方法と避難開始時間

次に、避難方法と避難先までの距離についてみていく。今回の調査では調査票を隣組ごとに回収したため、隣組単位での出発地の特定が可能であった。そこで、この隣組の中心部の位置から回答のあった一時避難場所までの道路距離を現地踏査、またはArcGIS上の計測によって求めた。この避難方法と避難先までの距離について整理したものが以下の図6である。

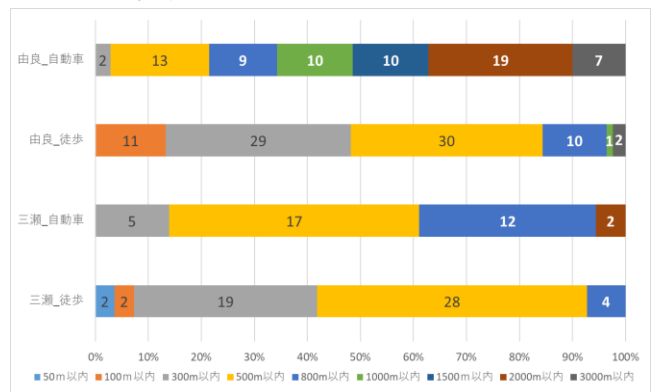


図6 避難方法と避難先までの距離

図6に避難方法と避難先までの距離について示す。三瀬において徒歩避難では「50m以内」から「800m以内」までの範囲で回答があり、「500m以内」までの回答が9割を占める。また、最も多い回答は「500m以内」である。自動車避難では「300m以内」から「3,000m以内」までの回答があり、「1,500m以内」までの回答が約9割以上を占めている。

由良地区では徒歩避難の分布が「100m以内」から「500m以内」の範囲で約8割を超えており、残りの約2割に「1000m以内」、「3000m以内」が含まれている。三瀬より避難距離が長い避難者がいたことが明らかになった。一方、自動車避難については「300m以内」から「3000m以内」の範囲に分布がみられ、「2000m以内」が約25%と最も多く、次いで「500m以内」が約20%を占めている。その他も5%未満である「300m以内」を除けば、全ての選択肢が10%以上の比率を占めており、全体的に避難距離の分布にバラつきがみられる。

これらの傾向については、両地区の地理的条件が影響していることが考えられる。

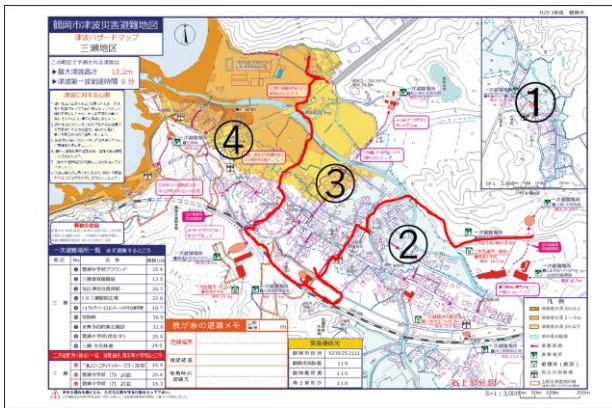


図7 三瀬地区津波ハザードマップ¹³⁾
(地区境界を筆者加筆)

三瀬地区は海岸線に対して東西に直行する三瀬川が生み出した河谷底地形、すなわち発達した低地部にあった宿場町が原型となっており、避難場所や避難所は地区北側の山腹斜面の中学校や寺院、三瀬川を挟んで南側に位置する神社の丘などが指定されている。主要な道路も東西に伸長しているため、浸水範囲から脱出するためには、主要な道路を西側に進むか、主要道を挟んで南北に位置する避難場所等へ向かう必要がある。また、後述する由良地区とは異なり、地区周辺の国道7号線は低標高で一部が浸水域に含まれるため、7号線よりも西側の避難場所や他地域に向かう場合も、さらに地区西側にある日本海東北道を目指した避難であったと考えられる。

一方、由良地区は海岸線に平行に住宅地が広がっており、地区の南北に向けて標高が高くなる緩いすり鉢型の地形となっている。

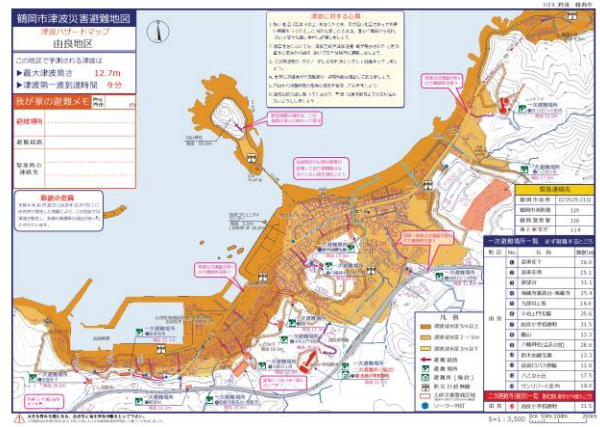


図8 由良地区津波ハザードマップ¹⁴⁾

一部、標高の高い部分を除いて全体が浸水予想範囲となる。鶴岡市が配布する津波ハザードマップでも、この一部標高の高い部分を目指す形で、避難経路が示されている。また、地区の南北の両端から浸水範囲外の国道7号線に接続できるため、この7号線やその周辺の避難場所、場合によっては駐車場を目標地とした場合には徒歩、自動車のいずれも相応の移動距離が生じることになる。

(3) 避難所要時間の試算と避難行動の見直し

次に、避難先と避難所要時間について述べる。今回の調査の質問項目には「避難先に着いた時間」の設問がなかったため、「避難開始時間」と「避難先」の回答、筆者らの現地踏査、あるいはArcGIS上の計測による「避難先までの移動時間」とを組合わせて、避難に要した「避難所要時間」を試算し、図8に示した。「避難所要時間」を試算できたのは三瀬で70件、由良で160件であった。さらに、図9にはそれぞれ「津波注意報発表時間」を2分30秒後の箇所に、鶴岡市配布の津波ハザードマップに示されている「津波第一波到達時間」を8分後(三瀬)と9分後(由良)の箇所に、今回の津波最大波の到達時間を11分の箇所に記入してある。

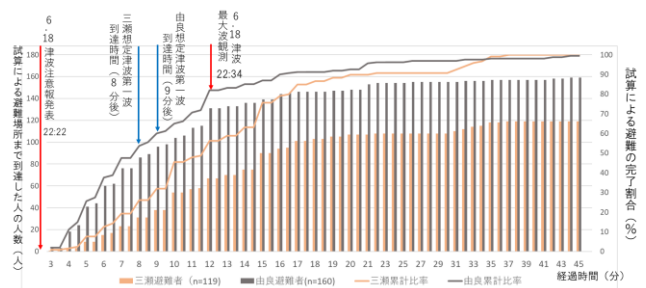


図9 避難者の避難所要時間の試算

図9の整理から、津波第一波到達時間までに避難場所に到着できないと推察されたケースは、三瀬で51件(73%)、由良で66件(41%)あった。

そこで、これらのケースについて第一波到達時間まで

に避難場所に到着するための、避難場所や避難方法等の見直しを試行した。試行に際して①移動方法はそのまままで移動時間が短縮できる一時避難場所（あるいは避難所）の検討、②避難場所までの移動時間が最短の場合には避難方法を変更、③避難場所と方法、両方の見直しにより到着可能か、の優先順位で見直しを行った。なお、「避難開始時間」については回答時の値のままとした。

以下、表 3 に①～③の条件下で見直しを行った結果を示す。

表 3 避難場所、方法の見直しの結果

見直しの内容	見直し前未到着	見直し後到着可
①避難場所のみ 見直し	5 1 (三瀬)	4 (三瀬) 4 (由良)
②避難方法のみ 見直し	6 6 (由良)	6 (三瀬)
③避難場所・方法の見直し	(合計 1 1 7)	1 (由良)

避難所要時間の見直しの試行結果から津波第一波到達時間までに避難場所に到着できないケースのうち、最寄りの避難場所への変更で到着可能となったのは三瀬・由良で各 4 件、合計 8 件あった。これらは、いずれも地区の指定避難所に避難しているケースから最寄りの避難場所への見直しを行った結果となっている。次に、避難方法の見直しにより到着可能となったのは三瀬の 6 件であったが、これらはすべて避難開始時間が比較的長く、避難方法を「徒歩」から「自動車」に変更したものである。最後に、避難場所・方法両方の見直しにより到着可能性が示されたのは由良の 1 件であり、これは避難先を最寄りの避難場所に変更することで避難方法を「自動車」から「徒歩」に変更することができ、避難所要時間が短縮されたケースである。このように、避難場所や方法の見直しの余地があり、ケースによっては避難時間の短縮が期待されることが明らかになった。

ただし、今回の見直しは、あくまでも移動距離や移動時間をもとにした検討であり、経路の交通可能量や一斉に避難者が発生した際の混雑量、標高差による身体的負担の移動時間への影響等については考慮していない。そのため、実際に避難場所の見直しを図る場合には、上記の点などにも配慮しながら検討を進める必要がある。

(4) 実避難先と訓練時避難先の設定について

鶴岡市の沿岸部ではこれまで、何年にもわたって避難訓練を継続して行っており、山形県沖の地震後には三瀬地区、由良地区で地震時の教訓を生かすべく、それぞれ津波避難訓練が行われた。以下表 4 に訓練内容を示す。

表 4 津波避難訓練の内容

実施主体：三瀬治会び由良自治会
実施時期：令和元年 10 月 1 日（由良） 10 月 14 日（三瀬）
対象範囲：三瀬地区：444 世帯（全世帯） 由良地区：322 世帯（全世帯）
・津波避難訓練（三瀬地区は地区ごとに避難場所の設定あり、両地区とも自動車利用の可否は説明なし）
・津波情報伝達訓練（無線操作訓練，避難呼びかけ）
・避難誘導訓練（三瀬地区のみ）
・避難者情報伝達訓練
・初期消火訓練
・救急救命訓練

筆者らは、山形県沖の地震後に両地区で行われた避難訓練を観察する機会を得ており、訓練内容について実際の避難行動と照らし合せた際に、異なる点が認められた点がいくつかあり、次の 3 点について考察してみた。

1 点目は防災無線の放送と避難開始のタイミングについてである。両地区とも訓練では地震発生と津波警報を知らせるサイレンの吹鳴で訓練が開始され、その後、無線操作訓練を伴った防災行政無線による避難の呼びかけがあつてから、住民の避難が開始される手順となっている。これに対して、調査票の回答からは実際の避難時には無線による避難の呼びかけよりも早く避難行動が発生していること、放送が聞こえづらかったり、あるいは聞こえなかったことで、結果的に避難行動のタイミングを遅らせてしまうなどのケースがみられた。以上のことから、訓練の避難の呼びかけについても、実際の避難行動のタイミングを考慮して行えるよう検討する必要があると考えられる。

2 点目は避難場所の設定や避難先の選択についてである。訓練時に住民が最寄りの避難場所ではなく、時間のかかる遠方の指定避難所へ直接避難してしまうなど、実際の避難行動とは異なる状況がいくつもみられた。また、前項でも取り上げたように、実際の避難行動でも一部で、最寄りの避難場所よりも遠くの指定避難所が選択されていたケースがあつた。これには、今まで行われてきた訓練での避難場所の設定が影響していることが考えられる。例えば、実施運営の都合から、最寄りの避難場所ではなく指定避難所が設定されている点や、避難場所の設定に第一波津波到達時間が考慮されていない点などである。津波避難においては、いかに早く津波の浸水範囲から脱出できるかが重要であり、いつも決まった避難場所へ避難する事が最適な行動とは言えない。こうした視点を訓練の実施者と参加者が共有ししながら、訓練を行うことが求められる。これについては、住民の避難場所の選択には、避難のタイミングや各世帯の状況が影響を与えることもあるため、一概には言えないが、事前から隣組単

位、あるいは各世帯ごとに最短時間での避難可能な避難場所を検討してもらい、訓練でもそれらを反映した避難場所を設定するなど、実際の避難時の状況に近づけていく工夫が必要と考えられる。

3点目は避難の方法についてである。実際の避難時には両地区で相当数の車両避難が発生していたが、訓練では、車両による避難はごくわずかにとどまっていた。今回の地震は深夜帯に起こったために、各世帯、家族でまとまった避難が多く、車両の利用も多かったと推察される。一方、避難訓練では、避難方法に関する指示はなく、各自の判断で行われているようだった。両地区とも休日午前の開催であり、高齢者層の参加は多くみられたが、現役世代や若年層、子どもの参加が著しく少なかった。これらのことから家族の在宅状況によっても避難の方法が変化することが予想され、休日や平日、家族がそろって夜間や、不在の多い日中など、いくつかのパターンでの避難方法の検討、訓練の必要性がうかがわれた。

以上のように、実際の避難行動と避難訓練内容を照らし合わせることで、訓練と実際の避難行動の間で避難開始のタイミングや避難先、避難方法についての設定が異なる点が浮かび上がってきた。これまで実際の災害や避難行動がなかった地域では、当然の状況ともいえるが、実際の避難行動を経験して、今後も実際の避難時と異なった訓練が続けられることは問題ともいえる。もちろん、避難訓練の実施において、実際の避難時と全く同じ状況を再現することは不可能ではあるが、避難開始のタイミングについての手順の見直し、避難先、避難方法の考え方や昼夜などのケース別訓練など、検討が可能なものから徐々にでも住民への周知と理解を得ながら、改善していくことが必要だと考える。

6. おわりに

本稿では、山形県沖の地震における鶴岡市三瀬地区、由良地区の住民避難行動について分析・考察を行い、次のことが明らかになった。

- 1) 避難率は三瀬、由良地区ともに8割から9割ときわめて高かった。
- 2) 津波情報の発表目安である2～3分以内に避難を開始していたのは、三瀬地区で1割未満、由良地区でも約4割と半数に満たなかった。
- 3) 避難先について、三瀬地区では指定避難所が8割を占めたのに対して、由良地区では約2割にとどまった。
- 4) 避難開始時間と避難方法の選択について「徒歩」と「自動車」を比較した際、三瀬地区、由良地区ともに時間経過による大きな差は見られなかった。
- 5) 三瀬地区、由良地区ともに「徒歩」での「避難距離」の分布は同様であったが、由良地区の「自動

車」利用による避難では三瀬地区以上に「避難距離」のバラつきがみられた。

- 6) 「避難所要時間」の試算を行ったところ、今回の避難で三瀬地区では7割、由良地区では4割の避難者が、想定される津波の到達時間までに避難場所に到着できない結果となった。
- 7) 「避難所要時間」の試算をもとに、避難先や避難方法の見直しを行ったところ、15件のケースについて津波の到達時間までに避難所へ到達できる可能性が示された。
- 8) 両地区が継続して行ってきた避難訓練について、実避難行動と照らし合わせることで、避難の開始タイミングや情報伝達、避難先の設定に関して改善の必要性がうかがわれた。

山形県沖の地震における今回の住民避難では、高い避難率が示されているが、津波の到達想定時間に避難が完了できていたケースは決して多くはない。また、地震の発生以前から行われてきた避難訓練についても、事前からハザードマップの整備などにより、事前から津波に関する知識を周知する工夫がなされてきたが、訓練実施やその振り返りを通じて、住民が避難時間や避難場所を意識して避難している状況とはいいたい。今後は、本稿での検証結果をさらに精査し、住民の避難訓練や実践的な津波避難対策の構築に必要な手法やその効果などについて検証していきたい。

謝辞：本研究の実施においては、山形県鶴岡市三瀬自治会、由良自治会、鶴岡市防災安全課の皆様にご多大なご協力をいただきました。ここに記して、深謝いたします。

参考文献：

- 1) 国土交通省・内閣府・文部科学省：日本海における大規模地震に関する調査検討会 最終報告, 2014
- 2) 総務省消防庁：山形県沖を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況（第8報），2020
- 3) 牛山素行，横幕早季：タイムスタンプデータによる津波到達直前の陸前高田市内の状況の推定、自然災害科学、31(1), 47-58, 2012
- 4) 菊池義浩，南正昭：東日本大震災における学校施設の津波避難行動に関する調査研究：岩手県沿岸小中学校を対象として、都市計画論文集 49(3), 333-338, 2014
- 5) 新家杏奈，佐藤翔輔，今村文彦：東日本大震災時の津波情報の受容状況と津波避難開始に関する分析、土木学会論文集 B 2 (海岸工学) 75(2), I_1393-I_1398, 2019
- 6) 秦 吉弥，湊 文博，小山 真紀，鍛田 泰子，中嶋 唯貴，常田 賢一：津波避難施設の新設場所の選定に関する一考察—南海トラフ巨大地震を対象とした和歌山県広川町を例

として一、土木学会論文集B3（海洋開発）72(2), I_503-I_508, 2016

7) 佐藤 史弥, 南 正昭, 谷本 真佑: 津波浸水域の脱出に着目した津波避難に関する研究、土木学会論文集D3（土木計画学）73(5), I_241-I_251, 2017

8) 戸川 直希, 佐藤 翔輔, 今村 文彦, 平間 雄: 津波避難訓練を繰り返すことによる効果の検証—宮城県亘理町の事例一、土木学会論文集B2(海岸工学) 72(2), I_1585-I_1590, 2016

9) 戸川 直希, 佐藤 翔輔, 今村 文彦, 岩崎 雅宏, 皆川 満洋, 佐藤 勝治, 相澤 和宏, 横山 健太: 津波避難訓練が実際の津波避難行動に及ぼす効果—宮城県石巻市2016年11月22日福島県沖地震津波時の事例一、土木学会論文集B2(海岸工学)73(2), I_1531-I_1536, 2017

10) 湊 文博, 秦 吉弥, 中嶋 唯貴, 小山 真紀, 楢田 泰子, 山田 雅行, 常田 賢一: 避難余裕時間に基づく津波避難困難区域の抽出手法に関する適用性の評価—1993年北海道南西沖地震による奥尻島青苗地区を例として一、土木学会論文集B3（海洋開発）72(2), I_509-I_514, 2016

11) 山内 政輝, 秦 吉弥, 楢田 泰子, 小山 真紀, 中嶋 唯貴: 津波避難困難時間の算定を目的とした強震動の評価—山形県酒田市飛島を例として一、土木学会論文集B3（海洋開発）73(2), I_222-I_227, 2017

12) 河北新報: 〈新潟・山形地震〉津波、わずか5分後に到達 素早い避難徹底を, 2019年7月8日

13) 国土地理院: 潮位データ提供 7. 鼠ヶ関験潮場 観測潮位 30秒潮位 2019年6月18日, (2019年7月5日取得)

14) 鶴岡市: 鶴岡市津波災害避難地図 津波ハザードマップ三瀬地区, 2016

15) 鶴岡市: 鶴岡市津波災害避難地図 津波ハザードマップ由良地区, 2016

(2020)

Evaluation of Tsunami Evacuation in Tsuruoka City Coastal Area Caused by Yamagata Prefecture Offshore Earthquake

Makoto KUMAGAI, Masaaki MINAMI and Yoshiyuki MURAYAMA

On June 18, 2019, an earthquake occurred off the coast of Yamagata Prefecture, and residents were evacuated along the coast of Tsuruoka City to avoid the tsunami. Residents were actively evacuated, and 90% of the residents were evacuated. However, tsunamis are expected to arrive early in this area, and there is no evacuation time.

In this paper, we analyzed the results of the survey conducted by the residents' association and examined the time required for tsunami evacuation. As a result of the verification, 30% to 60% of the evacuees were able to evacuate within the expected arrival time of the tsunami, based on actual measurements in the field and trial calculations using GIS. When evacuation destinations and evacuation methods were reviewed using the estimation results, it became clear that some evacuees could reach evacuation sites before the expected tsunami arrival.