

和歌山県の津波避難困難地域と 津波対策について

稲田 健二¹

¹和歌山県 有田振興局建設部 道路課 (〒643-0004 和歌山県有田郡湯浅町湯浅2355-1)

和歌山県では、約90～150年周期で発生し、今世紀前半にも発生する可能性が極めて高いとされている東海・東南海・南海地震の津波に加え、想定し得る最大クラスの地震である南海トラフの巨大地震による津波についても対策の実施が急務となっている。このため、「津波による死者をゼロとする」ことを目指して、一定の避難条件の下で津波到達時間までに高台や津波避難ビル等の安全な場所に避難することが困難な地域を、「津波避難困難地域」として各沿岸市町の地域単位で抽出した。今回の発表会では、学識経験者や沿岸市町と取り組んだ、住民一人一人の避難を支援し、津波避難困難地域の解消をするためのソフト・ハード対策について報告する。

キーワード 津波対策、避難困難地域、南海トラフ、巨大地震、3連動地震

1. はじめに

(1) 和歌山県の津波被害

和歌山県が位置する紀伊半島は、南海トラフに近く、南海トラフの地震により津波が発生した場合には、地震発生から津波が到達するまでの時間が非常に短いという地域特性がある。このため、和歌山県は昔から南海トラフの地震による津波被害を繰り返し受けてきており、近年では1944年の昭和東南海地震、1946年の昭和南海地震により甚大な被害が発生している。



写真-1 市街地に打ち上げられた船舶（昭和南海地震）

(2) 想定する津波

2013年3月に和歌山県が公表した、想定し得る最大クラスの地震（L2）である南海トラフの巨大地震（M9.1, 以下「巨大地震」という。）に加え、比較的発生頻度の高い地震（L1）である東海・東南海・南海地震（M8.7, 以下「3連動地震」という。）による津波についても対策の検討を行った。

2. 対策プログラムの策定

(1) 策定の経緯

和歌山県は津波到達時間が早く、津波から逃げ切れない地域があると考えられた。

このため、津波から県民の生命を守るためにはどの地域が避難困難であるか、それに対してどのような対策を行うかを明らかにして県民に正しく伝え、津波からの避難が困難な地域の解消対策を推進していくことが大切であると考えられた。

このため、2つの地震による津波から住民の命を救い、死者をゼロとするための対策プログラム（「津波から『逃げ切る！』支援対策プログラム」）を策定することとした。

なお、プログラムの策定にあたっては、防災、津波に係る専門家で構成される「津波から『逃げ切る！』支援対策プログラム策定専門家会議」を設置し、科学的知見に基づく検討を行った。（座長：河田恵昭関西大学社会安全研究センター長）

(2) 現状把握と評価

対策の策定に当たり、下記項目の資料収集・整理をおこなった。

①資料整理・現況調査

- ・沿岸部背後の土地利用状況（人口・重要施設等）
- ・河川・海岸堤防等の天端高や開口部の状況
- ・現況の海岸保全計画・海岸保全地区
- ・現況の情報伝達システム 等

②津波浸水シミュレーション等の整理

- ・第1波ピーク、最大津波高、浸水深・浸水範囲の時系列変化等
- ③市町の避難計画等の調査
- ④河川・海岸堤防等の対策必要箇所の整理
- ⑤津波浸水域の基礎データ作成

3. 津波避難困難地域の設定

(1) 津波避難困難地域

3 連動地震及び巨大地震の津波浸水想定において、避難開始時間、移動速度等の一定の条件や想定した津波到達時間に基づき、地域単位で避難先までの経路と距離を詳細に考慮して、津波到達時間までに浸水域外（津波の想定浸水深が30cm未満となる地域）の高台や津波避難ビル等の安全な場所に避難することが困難な地域を津波避難困難地域として抽出した。

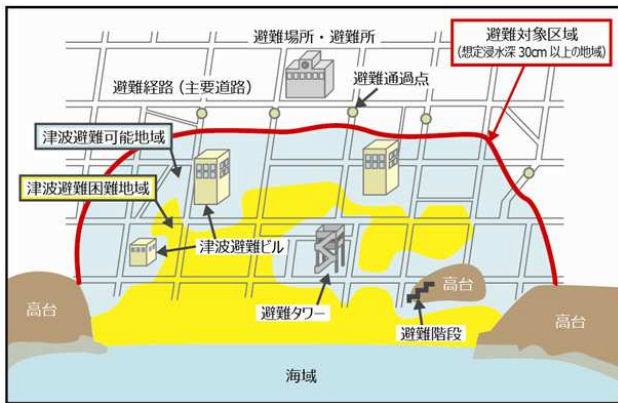


図-1 津波避難困難地域のイメージ

(2) 津波避難困難地域の検討条件

以下に、津波避難困難地域の検討条件を示す。

- ・2013年3月公表の3連動地震及び巨大地震の津波浸水想定に基づき想定
- ・避難対象地域は津波の想定浸水深が30cm以上の住居地域
- ・津波到達時間は津波の想定浸水深が1cmとなる時間
- ・避難開始時間は地震発生より5分後（揺れの時間3分＋避難準備時間2分）とする（図-2参照）
- ・避難方法は徒歩とする
- ・道路（幅員3m以上）に沿って移動し、移動速度は毎分30mとする
- ・避難場所は、市町が指定する避難先（浸水域外の避難施設若しくは広場、または想定津波浸水域内の津波避難タワー若しくは津波避難ビル等）



図-2 避難開始時間と移動速度の考え方

(3) 避難困難地域の検討の流れ

以下に、津波避難困難地域の検討の流れを記す。

- ・津波想定規模、津波到達予想時間の設定
- ・避難目標地点の設定
- ・避難路、避難経路の設定
- ・避難条件の設定
- ・避難可能範囲・避難困難地域（避難施設を考慮しない）の設定
- ・津波避難施設（既設）の設定
- ・避難可能範囲・避難困難地域（避難施設を考慮する）の設定
- ・市町協議、現地確認（3連動地震のみ）

設定に当たっては、幅員3m以上の道路では移動速度を毎分30mとして避難範囲を設定したが、幅員が3m未満の道路しかない地域も存在するため、避難通過点や市町指定の避難場所からの同心円距離によって補正を行った（図-3参照）。

この同心円による避難可能範囲については、曲がりながら移動することを考慮し、避難可能距離 $\times \sqrt{2}/2$ （移動距離と直線距離の比）として設定した。すなわち30mの場合、地図上の直線距離を約21mとした。

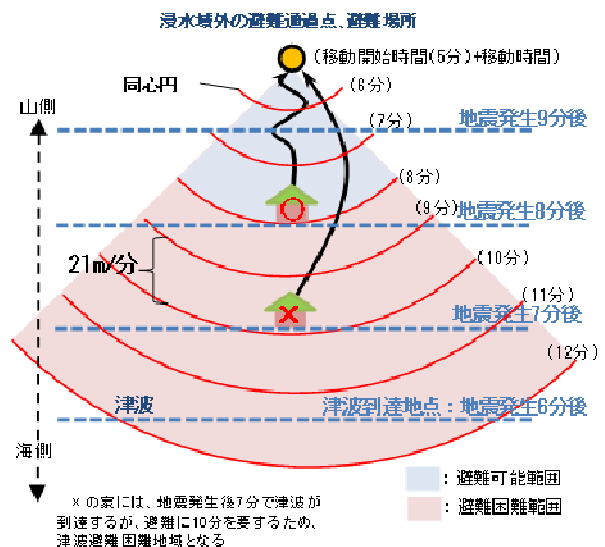


図-3 津波避難困難地域の設定（同心円補正）

津波が居住地まで来る間に避難者が浸水域外の避難通過点、避難場所に達していない場合に津波避難困難地域と判断した。

4. 3連動地震

(1) 津波避難困難地域（3連動地震）と対策方針

3連動地震の津波避難困難地域を抽出した結果、津波避難困難地域は、4町22地区、対象面積約85ha（浸水面積の約1.5%）、対象人口約4,000人となった。（表-1）

3連動地震は発生頻度が高いレベルの地震として想定されることから、住民の命と財産を守るため、この津波への対策を最優先で実施する必要がある。このため、津波の浸水が想定される地域において、防災教育・啓発、津波避難訓練、避難経路設定、津波避難ビル指定、避難路・避難階段整備、津波避難施設整備、堤防・護岸整備、公共施設等の移転などのソフト・ハード対策を最優先で実施することとした。

表-1 津波避難困難地域（3連動地震）

町名	地区数	対象面積	対象人口
すさみ町	1地区	0.2ha	10人
串本町	10地区	26.4ha	1,340人
那智勝浦町	9地区	52.4ha	2,351人
太地町	2地区	6.1ha	317人
計	22地区	85.1ha	4,018人

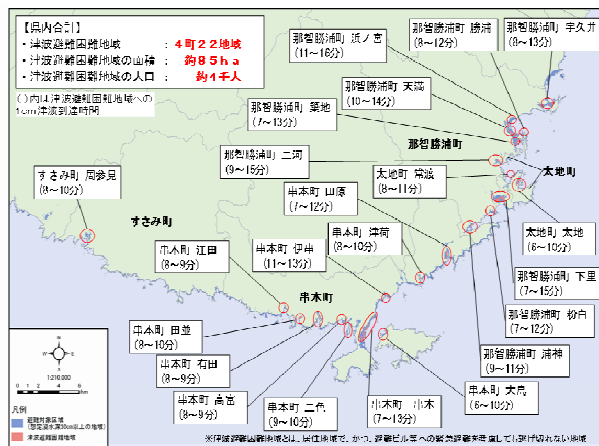


図-4 津波避難困難地域（3連動地震）

(2) 津波避難困難地域（3連動地震）の解消のための対策

a) 対策項目

3連動地震の津波避難困難地域においては、全ての住民が津波から避難できるよう、概ね10年で、津波避難ビルの指定や津波避難施設の整備、堤防・護岸の整備等の地域に応じた津波対策（表-2参照）を優先的、緊急的に推進し、津波避難困難地域を解消することとした。

表-2 津波避難困難地域（3連動地震）の津波対策

対策項目	対策概要
①避難経路の詳細な設定・周知及び早期避難の徹底（4町22地区）	具体的に避難可能な避難経路を設定したうえで、津波避難訓練や教育・啓発等により、適切な避難経路による早期避難を住民に周知・徹底することにより、津波到達までに避難を完了させる。
②津波避難ビルの指定（3町6地区）	新たな津波避難ビルの指定により、津波到達までに避難を完了させる。
③避難路・避難階段の整備（3町6地区）	避難路・避難階段を整備することにより、津波到達までに避難を完了させる。
④津波避難施設の整備（3町9地区）	津波避難タワー等を整備し、緊急の避難場所を確保することにより、津波到達までに避難を完了させる。
⑤堤防・護岸の整備（3町6地区）	堤防・護岸の嵩上げや耐震化等により津波第1波の浸水抑制を行うことで、避難時間を確保し、津波到達までに避難を完了させる。
⑥その他（1町2地区）	JR 陸橋の耐震化や県営住宅への外階段設置により、津波到達までに避難を完了させる。

b) 避難経路の設定

避難可能な避難経路の設定にあたっては、津波シミュレーションに基づく1cm津波の到達時間と避難時間を重ね合わせて検討した。（図-5参照）

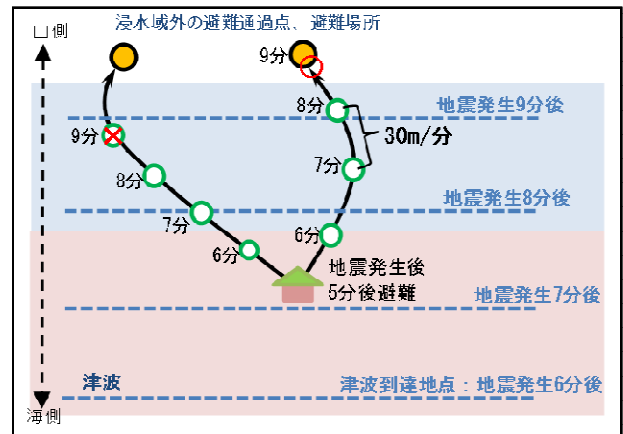


図-5 避難経路設置のイメージ

今回、和歌山県が行なった津波避難困難地域の抽出では、住居に津波が到達した時点で浸水域外の避難通過点や津波避難施設に到達できていない場合は、津波からの避難が困難な地域として分類している。しかし、図-5のように住居に約7分後に津波が到達するとした場合、住民はすでに2分間逃げ始めている。左側のルートで避難した場合は9分後に津波に追いつかれてしまうが、右側のルートで避難した場合は9分後に津波より早く浸水域外への避難が可能となる。

このように、複数の避難経路の検討や、検討した避難

経路を使った津波避難訓練の実施など地域における津波避難対策を通じて、より早期に避難することが可能となる。なお、今回想定した地震の震源域、津波等はいくまでも想定であり、想定した到達時間や高さの津波が来るとは限らないことに留意する必要がある。

c)津波避難ビルの指定等

次に、b)の避難経路の設定や早期避難の徹底だけでは、津波避難困難地域の解消が困難な地域については、町において、新たな津波避難ビルの指定、避難路・避難階段の整備、津波避難タワーなどの津波避難施設の整備等、地域の状況に応じた対策を実施することにより、津波到達までに避難を完了させることとした。

d)堤防等の整備

さらに、b)の避難経路の設定や早期避難の徹底及びc)の津波避難ビルの指定や避難施設の整備等の対策だけでは津波避難困難地域の解消が困難な地域に対しては、県において津波の第1波を防ぎ、避難時間を確保するための堤防の嵩上げや耐震化等の整備を行うこととした。

図-6に3連動地震津波の第1波対策による避難時間の確保のイメージ、表-3に堤防整備の対象地区を示す。

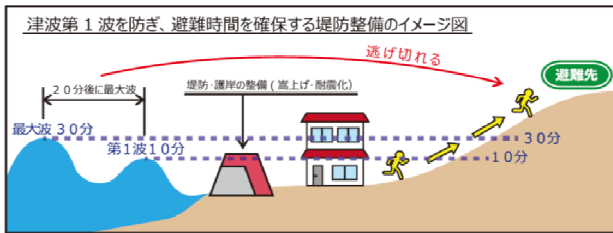


図-6 3連動地震津波の第1波対策による避難時間の確保のイメージ

表-3 堤防整備の対象地区（3町6地区）

町	地区	津波の状況	現況施設	整備内容
串本町	串本	第1波ピーク 3.9m、到達時間 16分 最大波8.5m 確保時間32分	堤防高 3.3～3.9m 漁港外郭 3.0～5.7m	海岸堤防嵩上 ・耐震化 漁港外郭嵩上 ・耐震化
那智勝浦町	築地	第1波ピーク 5.5m、到達時間 13分 最大波も同じ	岸壁高 2.0m	防波堤等整備 ※整備は、町 と協議して決 定する
	下里	第1波ピーク 6.3m、到達時間 8分 最大波9.1m 確保時間20分	堤防高 4.5～5.3m	海岸堤防嵩上 ・耐震化 河川堤防嵩上 ・耐震化
	天満	第1波ピーク 6.2m、到達時間 8分 最大波7.6m 確保時間26分	堤防高 3.4～6.0m	海岸堤防嵩上 ・耐震化 河川堤防嵩上

	宇久井	第1波ピーク 4.9m、到達時間 12分 最大波も同じ	堤防高 6.5m	（北側） 海岸堤防耐震 化
太地町	太地	第1波ピーク 4.3m、到達時間 8分 最大波も同じ	堤防高 5.5～5.9m 漁港外郭 6.7m	海岸堤防耐震 化 漁港外郭耐震 化

※確保時間：第1波の浸水を抑制することで確保できる避難時間

(3) 津波避難困難地域（3連動地震）の以外の津波対策

津波避難困難地域以外の地域でも、津波による被害が想定されることから、経済被害を抑え、早期の復旧・復興につなげるための津波対策を10年を目途に推進することとした。

市町においては、津波避難ビルの指定や避難路・避難施設の整備を行うとともに、公共施設等（庁舎、消防本部、幼稚園、学校、福祉施設、病院等）の高台移転等の対策を行うこととした。県としても、市町の避難計画に基づき急傾斜地等の擁壁への避難路について県事業で整備する他、県有の公共施設の高台移転等を進めていくこととした。

県においては、表-4のとおり港湾、漁港の堤防等の整備を進めることとした。堤防整備については、東日本大震災において、完全に倒壊しなかった港湾・漁港の防波堤や岸壁が、背後地域の被害軽減や災害後の地域の早期復興、施設利用の早期再開に寄与したことから、港湾・漁港の既存施設の嵩上げ、拡幅等による強化を優先的に進め、地域の経済被害を低減することとした。

表-4 堤防整備の対象市町（15市町〔6港湾、10漁港〕）

市町	施設名	市町	施設名
和歌山市、 海南市	わかやましもつ 和歌山下津港	印南町	いなみ 印南漁港
和歌山市	わかやまし 和歌浦漁港	みなべ町	さかい 堺漁港
有田市	みのしま 箕島漁港	田辺市	たなべ 田辺漁港
湯浅町、 広川町	ゆあさ 湯浅広港		もり 文里港
由良町	ゆら 由良港	すさみ町	すさみ 周参見漁港
日高町	あひ 阿尾漁港	串本町	ありた 有田漁港
御坊市、 美浜町	ひだか 日高港		くしもと 串本漁港
御坊市	しおる 塩屋漁港	新宮市	しんぐう 新宮港

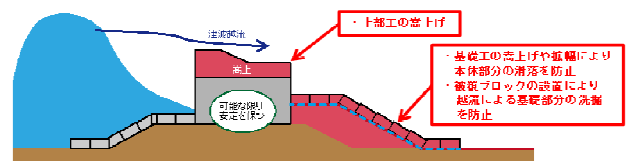


図-7 堤防の強化整備のイメージ

(4) 3連動地震の津波対策に要する事業費

3連動地震の津波対策に要する経費は概算で約680億円必要となった。

表-5 3連動地震の津波対策の事業費（概算）

	津波避難困難地域の解消対策	津波避難困難地域以外の津波対策	計
市町の対策	23億円	200億円	223億円
県の堤防等整備	100億円	360億円	460億円
計	123億円	560億円	683億円

※市町の対策は、施設整備等の費用。用地費等の関連費は含まず
※県の堤防等整備には、県が実施する事業の事業費のみを計上

5. 巨大地震

(1) 津波避難困難地域（巨大地震）

巨大地震の津波避難困難地域を抽出した結果、津波避難困難地域は、12市町61地区、対象面積約682ha（浸水面積の約5.5%）、対象人口約22,705人となった。（表-6）

表-6 津波避難困難地域（巨大地震）

町名	地区数	対象面積	対象人口
美浜町	1地区	20.8ha	932人
御坊市	1地区	35.5ha	1,209人
印南町	2地区	4.9ha	133人
みなべ町	1地区	24.7ha	548人
田辺市	5地区	13.7ha	801人
白浜町	11地区	83.2ha	1,800人
すさみ町	6地区	44.3ha	1,182人
串本町	18地区	185.0ha	5,915人
古座川町	1地区	1.6ha	33人
那智勝浦町	10地区	221.4ha	8,047人
太地町	3地区	30.2ha	1,320人
新宮市	2地区	16.5ha	785人
計	61地区	681.8ha	22,705人

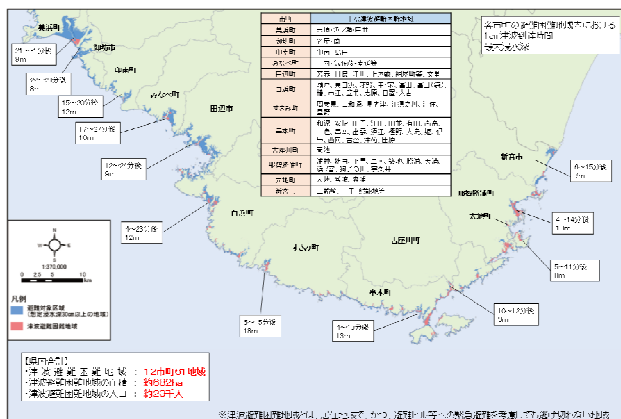


図-8 津波避難困難地域（巨大地震）

巨大地震は、実際に発生したことを示す記録が見つかっておらず、発生頻度は極めて低いものの、仮に発生すれば甚大な被害を及ぼすものであることから、津波から「なんとしても逃げ切る」ための対策を実施することとした。

(2) 津波避難困難地域（巨大地震）の対策方針

まずは前述の3連動地震の津波対策を実施することとするが、特に県南部地域では、津波の到達時間が早いいため、3連動地震の津波対策を行っても、巨大地震の津波避難困難地域すべてを解消することは困難である。このため、高台移転や複合避難ビル等構造物の整備などの地域改造も含め、市町において住民と相談して検討を行うこととした。

(3) 津波避難困難地域（巨大地震）の対策案

- ①高台移転や複合避難ビル等構造物の整備等による地域改造
 - ・津波避難困難地域を解消し、全員の命を救うために、市町において地域住民と十分相談を行い、高台移転や複合避難ビル等構造物の整備等による地域改造を検討
 - ・複合避難ビル等構造物の整備は、津波避難困難地域の解消対策に有効であるため、津波の到達時間が早いなど、特に条件が厳しい串本町、那智勝浦町、太地町等について、高層の県営住宅・市町営住宅等の整備を検討
- ②避難経路の詳細な設定・周知及び早期避難の徹底
- ③津波避難ビルの指定
- ④避難路・避難階段の整備
- ⑤津波避難施設の整備

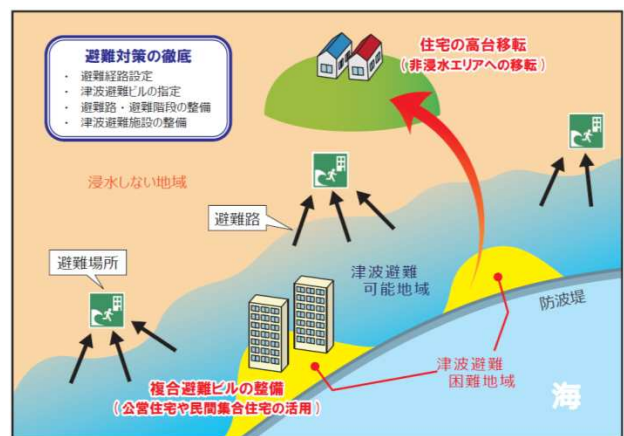


図-9 高台移転等による地域改造のイメージ

特に、巨大地震の津波避難困難地域の解消には、①の地域改造の検討を進めることが必要である。また、津波避難ビルの指定や避難路・避難階段の整備、津波避難施設の整備等、②～⑤の対策についても津波避難困難地域

の解消に有効であるため、引き続き対策を進めていくこととした。

なお、対策の検討の際は、南海トラフの地震の発生メカニズム等の調査研究の進捗状況を見極めながら、必要な投資を適切に行うよう検討を進めていく必要がある。

(4)津波避難困難地域（巨大地震）対策の具体化の検討

巨大地震による津波避難困難地域の解消に向けて、津波避難困難地域が存在する 12 市町にそれぞれ設置した「南海トラフ地震津波対策検討協議会」において、住民と協議を行い、本プログラムで津波から逃げ切るために策定した対策の具体化の検討を進めている。

この協議会には、県の職員も、市町の検討を支援するため、アドバイザーとして参加している。

協議会においては、南海トラフの地震の津波対策に関する①～③の協議を行っている。

- ①地震津波対策に関する住民への周知
- ②今後10年で行う3連動地震に関する津波対策の年次計画の検討
- ③巨大地震による津波避難困難地域の解消のための具体的な対策等の検討

6.おわりに

本プログラムでは、3 連動地震と巨大地震による想定津波に対して、津波から住民の命を救い、死者をゼロとするため、津波避難困難地域を抽出し、「津波から逃げ切る」ための対策を策定した。

まずは、3連動地震の津波対策の実施が急務であり、住民の理解を得て、概ね10年で対策の実施に取り組んで行くこととしている。

なお、津波避難困難地域の解消に向け、県と市町が連携してこのプログラムを実行していく上で、今後、以下の課題についても検討していくことが必要である。

(1)徒歩での避難の徹底

避難にあたっては自動車等を利用することは、沿道の建物や電柱の倒壊等による交通障害を引き起こすことや、渋滞が発生し津波に巻き込まれる可能性があるほか、避難支援活動に支障を及ぼすことなど種々の危険性があることが指摘されている。

特に和歌山県の沿岸部では狭い道も多く、家屋の倒壊、落下物等により円滑な避難ができないおそれが高いことや、多くの避難者が自動車等を利用した場合、渋滞や交通事故等が発生する可能性があり、徒歩での避難を徹底する必要がある。

(2)避難行動要支援者の避難支援体制の充実

市町は、災害が発生した場合に自ら避難することが困難な要介護高齢者や障がい者等の方を「避難行動要支援者」とし、その名簿の作成が義務とされている。

この名簿は、被掲載者の同意を得て、民生委員や消防機関等に提供され、個別の避難計画作成に活用していくこととなる。

整備された個別の避難計画が実効性のあるものとするため、避難行動要支援者を含めた津波避難訓練の実践を通じて、避難行動要支援者の支援体制を充実させていく必要がある。

(3)居住地域以外の津波避難困難地域の対策

居住地域を対象とした対策を検討したため、海水浴客等や港湾・漁港、工場・事業所等の昼間人口を対象とした津波避難対策については、施設管理者等と協力して、津波避難訓練や案内板の設置、施設内への避難施設の整備等の対策を進めていく必要がある。

なお、本論文は、著者の前所属である県土整備部河川・下水道局河川課での業務成果を取りまとめたものである。