

3. 被災リスクに基づく防災事業の合理化の支援方策の提案

3.1 地震・津波に対する被害軽減対策の検討

3.1.1 はじめに

前述（2.5 参照）したように、公共土木施設の被災を考慮した地震・津波被害の想定手法が確立された。しかし、被害想定結果に基づきどのような対策計画を立案し実行することが有効であるかについては具体的に示されていなかった。本節では、道路施設を対象とした地震・津波被害想定結果に基づく被害軽減対策手法を検討した結果を示す。

3.1.2 研究目的と研究方法

平成 16 年に発生したスマトラ島地震では、主に津波によって 30 万人を超える死者・行方不明者をだす大惨事となった。津波の被災を受けた方の多くが津波に対する知識がなく、また津波の危険を知らせる情報も提供されなかったことが被害を拡大したと言える。日本においては、幸いにも 1993 年の北海道南西沖地震を最後に大きな津波被害は発生していない。

しかし、発生が懸念されている東海地震、東南海地震、南海地震等の海底下で発生する大規模地震では大きな津波被害が発生することが想定されている。また、遠地地震による大規模津波災害の危険性も常にあると言っている。

このような状況の中、道路管理者としては想定される大規模地震・津波によって道路施設にどのような影響があるか、どの区間が津波によって冠水するかをある程度把握しておくことは、被害の軽減や早期の復旧あるいは道路利用者等の安全確保において非常に重要である。また、道路利用者の被害を軽減するための適切な情報提供についても確立しておく必要がある。

本研究では、道路管理における震後対応能力の向上を目的として、東南海・南海地震が発生した際に大きな津波災害が想定されている九州地方整備局をケーススタディとして、東南海・南海地震およびそれに伴う津波が発生した場合の影響評価等を基に地震発生後の道路管理の対応方策を検討するとともに、先進地の事例も調査しながら地震・津波に対する被害軽減対策手法について取りまとめた。

3.1.3 地震・津波による道路施設の被害想定

地震・津波に対する被害軽減対策を立案するには、まず被害想定を実施しなければならない。今回、ケーススタディとして選定した九州地方整備局の太平洋岸には、東南海・南海地震の他、日向灘を震源とする地震においても大きな被害及び津波が発生することが想定されており、本研究においてもこれら 2 つの地震について被害想定を実施しているが、本節ではこのうち、津波被害の大きい東南海・南海地震における地震・津波被害想定結果を示す。

地震・津波による被害想定は、九州地方整備局が管理する国道 10 号（対象は大分県日出町～宮崎市）及び国道 220 号（対象は宮崎市～宮崎県串間市）を検討範囲とし、地震及び津波による橋梁、盛土、橋梁取付盛土の被害想定を実施した。被害想定手法は、2.5 に記載した道路施設の地震・津波被害想定を使用した^{1) 2)}。なお、被害想定の評価は走行性で判定した。走行性の定義は以下のとおりである。

- ①走行性 a：構造的に問題があるため短期間での通行は不可能
- ②走行性 b：構造的に問題なく 1～2 日程度の段差修正等で通行可
- ③走行性 c：無修正あるいは軽微な段差補修で通行可

想定する地震は、東南海・南海地震で、地震・津波データについては、中央防災会議、大分県、宮崎県が検討したものを使用した。

また、津波による浸水区間の評価、津波による道路上への漂流物堆積評価を実施したほか、道路周辺の危険物保管施設の特定及び斜面の落石危険度についても整理した。

表 3.1-1 検討対象橋梁・盛土数

管理事務所名	路線番号	検討対象橋梁数	検討対象盛土数
大分河川国道事務所	国道 10 号	39 施設	72 施設
佐伯河川国道事務所	国道 10 号	111 施設	62 施設
延岡河川国道事務所	国道 10 号	62 施設	57 施設
宮崎河川国道事務所	国道 10 号	44 施設	87 施設
	国道 220 号	48 施設	88 施設
計		304 施設	366 施設

表 3.1-2 被害想定項目

外力 道路施設	地震	津波
橋梁	橋脚、支承、落橋防止、 橋台、基礎被災評価 ・被災度判定 (A, B, C) 注1 ・走行性判定 (a, b, c) 注2	津波による橋桁被災評価 ・支承破壊の有無 ・津波の流体力と支承部摩擦力の比較 ・橋桁流出評価
盛土	地震動による沈下評価 ・盛土沈下量の判定 (1m以下、1m以上)	越流による盛土道路流失評価 ・被害の有無を判定
橋梁取付 盛土	地震動による沈下評価 ・盛土沈下量の判定 (1m以下、1m以上)	越流による盛土流失評価 ・被害の有無を判定
道路	-	津波による浸水区間評価 ・浸水発生箇所を推定 ・漂流物堆積評価 (瓦礫量を推定、漂流船舶規模推定)
斜面	落石危険度の整理	-
道路施設以外	道路周辺の危険物保管施設特定	

注 1) 被災度の定義

A : 大被害...耐荷力の低下に著しい影響のある損傷を生じており、
落橋等致命的な損害の可能性がある場合

B : 中被害...耐荷力の低下に影響のある損傷であり、
余震や活荷重等による被害の進行がなければ、当面の利用が可能な場合

C : 小被害...短期間には耐荷力の低下に影響のない場合

注 2) 走行性の定義

a : 構造的に問題があるため短期間での通行は不可能

b : 構造的に問題なく 1 ~ 2 日程度の段差修正で通行可

c : 無補修あるいは軽微な段差補修で通行可

検討対象である国道 10 号、国道 220 号の橋梁及び盛土施設数を表 3.1-1 に示す。本検討では道路ネットワークの機能に関して被害を想定することから、側道や歩道部分については被害想定の対象から除外した。さらに、上下線で構造が分かれている橋梁については津波によって破壊される可能性の高い下流側の橋梁のみを検討対象とした。

本検討で対象とする被害想定項目を表 3.1-2 に示す。これらの被害想定は、前述したように 2.5 に記載した手法に基づき実施し³⁾ 4) 5) 6)、例えば橋梁の津波被災度評価及び道路橋の走行性の判定フローは、図 2.5-7 及び図 2.5-8 に示すフローに従い実施した。

被害想定を実施した結果、以下の被害が想定される結果となった。

- ・地震：橋梁、盛土、橋梁取付盛土は被害無し
- ・津波：橋梁及び盛土は被害無し

越流により国道 10 号尻無橋など 4 橋で橋梁取付盛土に被害が発生
道路の冠水は 15 区間で発生

東南海・南海地震の地震動に伴う被害はなかったことから、ここでは津波による被害想定結果について詳細に記載する。

東南海・南海地震による津波では、検討対象範囲の 14 橋梁に津波が到達し、そのうち宮崎県内の 5 橋梁で橋桁の路面上まで津波が到達し、橋桁が冠水することが確認された。ただし、いずれの橋梁も支承による摩擦抵抗力が波力を上回っており、津波によって桁が流失、移動することはない。路面上まで津波が到達する橋梁のうち下記に示す 4 橋梁においては盛土部の被害が発生することが想定された。

盛土部の被害が発生することが想定される橋梁

- ・無名橋 (国道 10 号 257.7kp：延岡市土々呂町 6 丁目)
- ・尻無橋 (国道 10 号 262.2kp：東臼杵郡門川町大字尾末字尻無川)
- ・野島小橋 (国道 220 号 23.7kp：宮崎市大字内海)
- ・鶯巣橋 (国道 220 号 27.3kp：日南市伊比井字鶯巣)

一方、東南海・南海地震による津波では検討対象範囲の 15 の区間において路面上まで津波が達し、冠水する結果となった。最も延長が長いのは延岡市内の約 2km であり、また最も浸水深の大きいのは日南市内の約 2m であった。また、津波発生時には船舶や倒壊家屋などの瓦礫が漂流物となり道路上にも堆積する。倒壊家屋による道路上の瓦礫堆積量は、図 2.5-10 に基づき算定した。また、道路上への船舶の打ち上がりについては、喫水深と浸水深の関係から評価し、喫水深よりも浸水深が大きければ漂流すると推定した。

その他には、落石・崩壊に関する安定性及び津波によって影響を受ける恐れのある危険物の分布についても整理した。落石・崩壊に関する安定性については、評価手法が確立されていないため、防災カルテを使用し対策の必要がありと判定されかつ地震による安定性が不安定と評価している箇所を要注意箇所として選定した。特に落石・崩壊により道路が寸断された場合、孤立する可能性がある、付近に迂回路等がない等影響の大きい箇所については、想定される震度と照らし合わせて震後対応上考慮すべき箇所と位置づけるほか、対策の優先度を上げるなどの方策が必要である。

これら被害想定の結果を基に被害想定結果の総合化マップを作成した。マップには被害想定結果の他に、役所、警察、消防署、病院などの災害時の拠点となる施設位置も記載した。さらに、前述した落石・崩壊に関する安定性の要注意箇所及び津波による影響を受ける恐れのある危険物保管施設についても記載した。総合化マップの一例を図 3.1-1 及び浸水区間の拡大版を図 3.1-2 にそれぞれ示す。

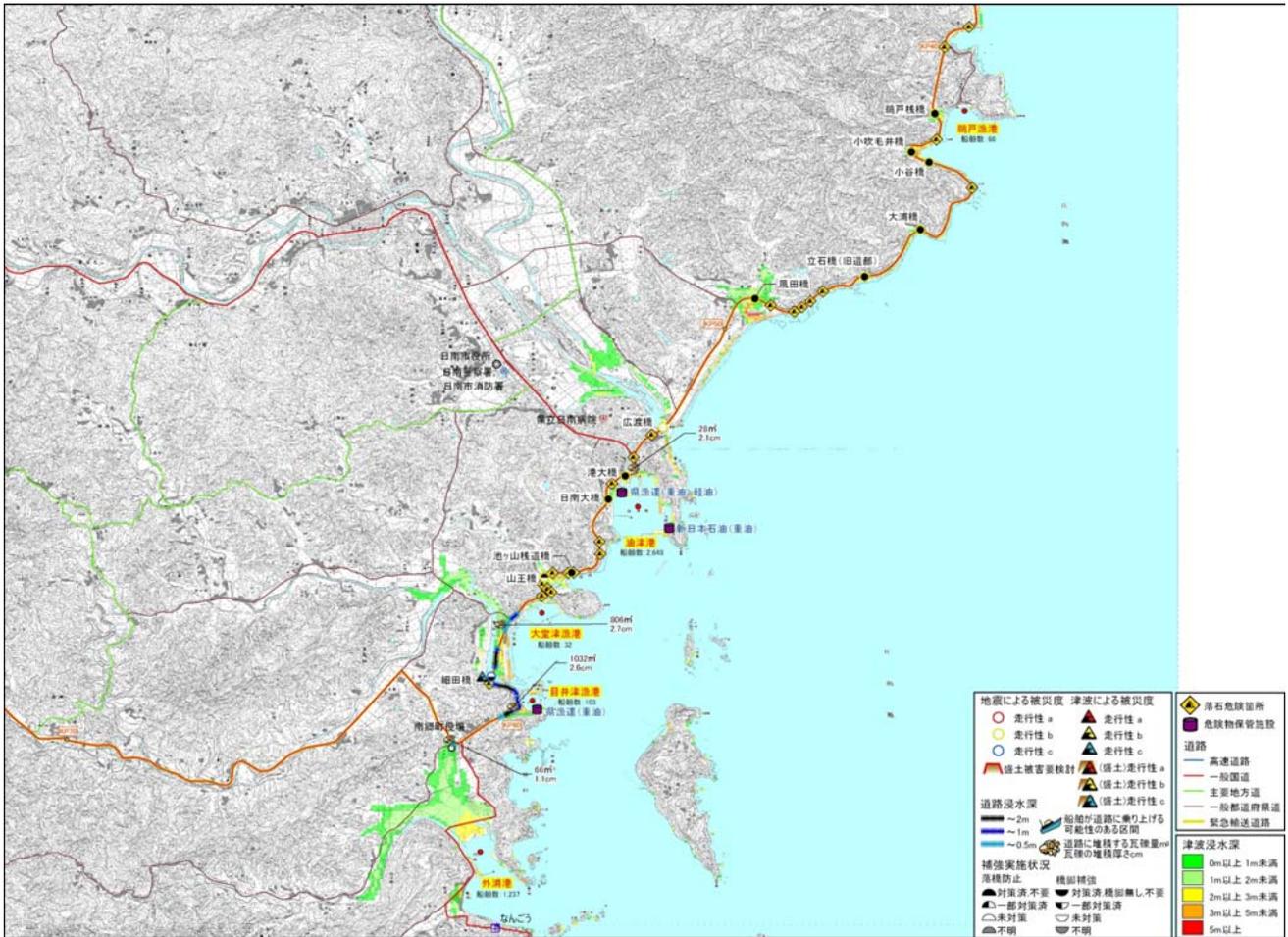


図 3.1-1 総合マップの一例（宮崎県内国道 220 号）



図 3.1-2 総合マップの一例（津波浸水区間拡大版）

3.1.4 被害想定結果に基づく軽減対策の検討

被害想定結果に基づき、被害を軽減するための対策あるいはあらかじめ把握、周知、決めておかなければいけない内容として、以下に示す7項目について検討した。なお、検討結果はケーススタディとして実施した九州地方整備局管内の内容を示しており、全体的な方針は次の3.1.5に示す。

○検討項目

1. 道路利用者への効率的かつ効果的な情報提供・広報手段の検討
2. 避難路と避難場所の確保に必要な技術的留意事項の検討
3. 補強計画立案のための応急復旧の障害となる施設の特定
4. 応急復旧に必要な機材の確保と配備計画の検討
5. 迂回路設定手法の検討及び迂回路案の設定
6. 孤立する可能性のある区域の特定及び対策案の検討
7. 道路利用者、住民等に対する認知度向上手段の検討

まず、道路利用者への効率的かつ効果的な情報提供・広報手段の検討について、はじめに検討する範囲について取り決めを行った。これは、道路の路面冠水においては道路高を考慮して冠水区間を想定しているが、自治体がシミュレーションを行っている浸水想定区域はメッシュ毎に浸水深・浸水エリアを決めているため、両者の浸水エリアに若干の違いがあること、自治体の結果はハザードマップ等においてすでに住民等へ公表していることが多く、違う結果を公表すると混乱する恐れがあること、近接する範囲で冠水する区間と冠水しない区間がある場合、それらを明確に区分すると対策が非常に煩雑になり、結果として道路利用者及び住民がわかりづらいという理由からである。

その結果、図3.1-3に示すように、道路が冠水する区間を路面冠水区間、路面が冠水していなくても周辺が浸水する区間を浸水想定区間(自治体がシミュレーション等を実施したもの)として定義し、情報提供手段を検討する際には浸水想定区間を基本とした。また、浸水想定区間が近接してある場合は隣り合う浸水想定区間を統合し、浸水想定区間群として定義した。

道路利用者への情報提供手段としては、浸水想定区間の出入り口を示す標識、浸水想定区間内を示す標識、道路情報板を、情報を提供するために道路管理者が状況を把握するための手段としてCCTVカメラの設置について検討した。その他、浸水想定区間内の路面最大浸水深を示す標識を設置する

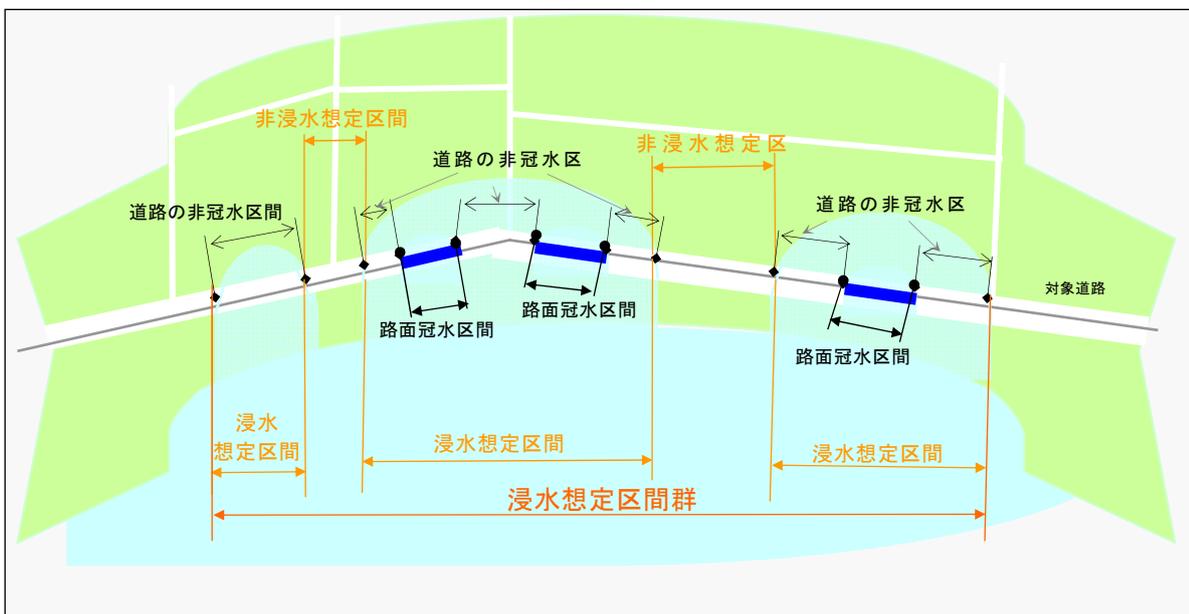


図 3.1-3 浸水想定区間群等の模式図

東南海地震 ハザードマップ（案） 延岡・門川

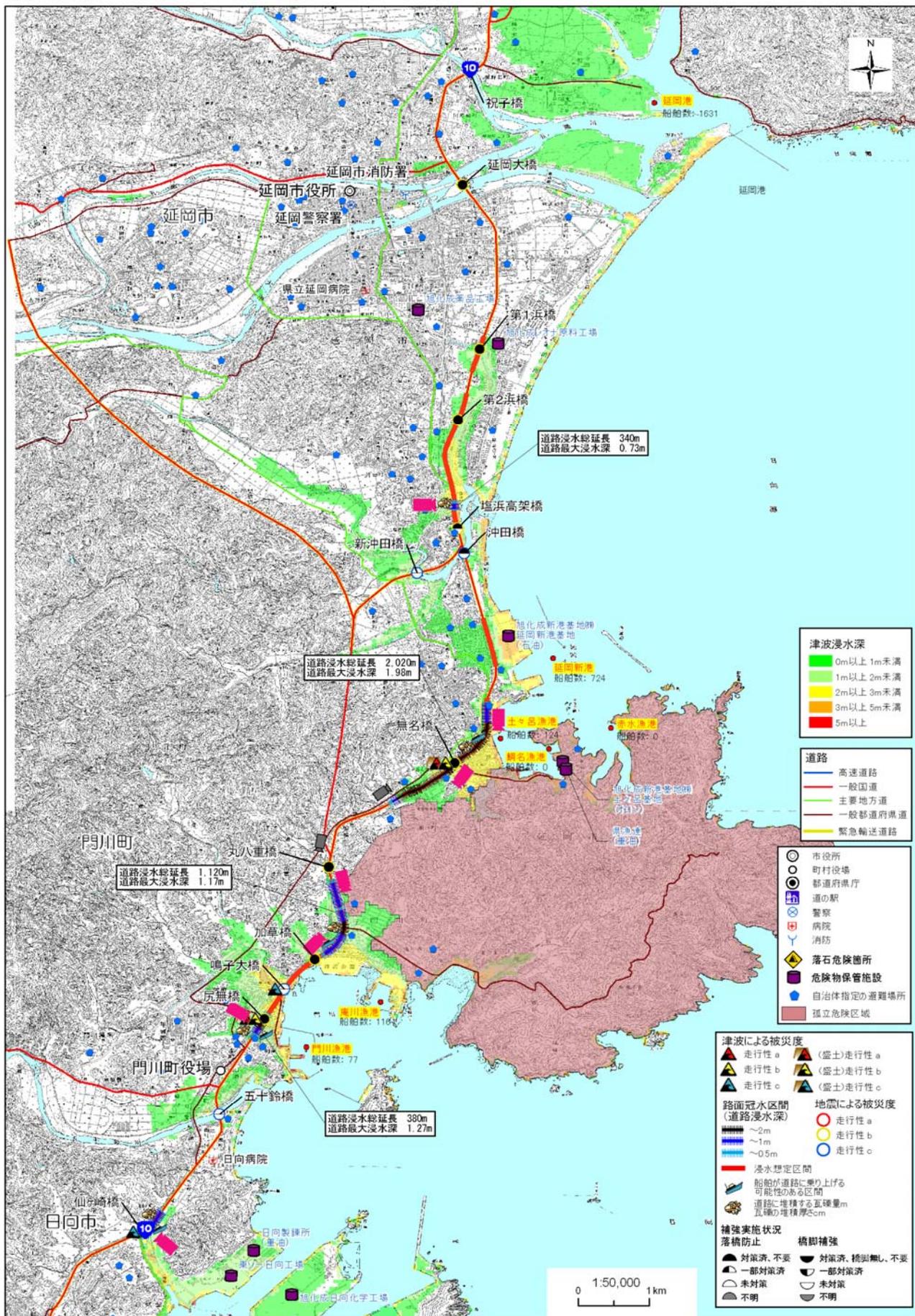


図 3.1-4 津波被害軽減対策配置図案の一例

ことで検討した。道路情報板及びＣＣＴＶカメラについてはなるべく既存のものを活用するよう配慮し、実際に設置する際には既存のものよりも簡易かつ安価で目的を達成できる機材を使用するようにコストを抑える努力が必要である。これらの設置位置図の一例を示したのが図 3.1-4 である。このうち、浸水想定区間内を示す標識は概ね 500m 間隔で、道路情報板は浸水想定区間を迂回可能なまたは避難が可能な交差点付近に、ＣＣＴＶカメラは概ね 1 基あたりの視認範囲である 500m を基本に浸水想定区間の状況がある程度把握できる範囲でそれぞれ設定した。

次に、避難路と避難場所の確保に必要な技術的留意事項の検討について、一般的に市町村が避難ビルを指定する際に用いる「津波避難ビル等に係るガイドライン、平成 17 年 6 月、津波避難ビル等に係るガイドライン検討会 内閣府政策統括官（防災担当）」では、避難路・避難経路の危険性に係る留意点として、以下の 9 項目を挙げており、これらを避難路・避難場所を設定する際に必要な技術的留意事項の基本として位置づけ、道路利用者の有効かつ効率的な避難のあり方について検討した。

○避難路と避難場所を確保する際の留意点

1. 道路施設は耐震性の確保や周辺の建物の倒壊、転倒・落下物等に夜危険性を確認
2. 土砂災害の危険性がないか確認
3. 避難者数等を考慮しながら十分な幅員が確保されているか確認
4. 防潮堤や胸壁等で、階段の設置等、円滑な避難が可能か確認
5. 海岸沿いや河川沿いの道路等を避難経路として原則指定しないこととするが、やむを得ず指定する場合は、その危険箇所について確認
6. 避難の方向が、津波から遠ざかる方向となっているか確認
7. 家屋の倒壊、火災の発生、橋梁等の落下等の事態にも対応できるか確認
8. 夜間照明等が設置されているか（災害時の活用が可能か）確認
9. 階段や急な坂道がある場合には、勾配の状況や手すり等が設置されているか確認

一方、ガイドラインでは、避難方法について、家屋の倒壊、落下物等により円滑な避難ができない恐れが高い、渋滞や交通事故等の恐れがある、徒歩による避難者の円滑な避難を妨げる恐れがある、自動車は浮力により津波に流されやすい危険性があること等の理由により、原則徒歩によるものとしているが、本検討では道路利用者の避難を重点的に考えているため、上記の原則を侵害しない範囲で道路利用者が車両等を使用しながら津波による被害を避けるため避難を実施する際の留意事項について検討した。その結果、車両の走行速度、津波の到達予想時間、道路歩行者等を考慮し、道の駅や「とるば」等の道路沿いにある駐車場で津波の危険性がない場所を第 1 に、以下市町村が指定する避難所で道路利用者が避難を受け入れる余裕のある津波の危険性がない場所、道路沿いにある津波の危険性がない民間の施設、広場も含めた一時避難場所の指定の順で避難場所を設定した。また、避難路・避難場所を示す標識等については自治体と連携を図りながら実施していく必要がある。さらに、「とるば」のような駐車場を一時的な津波避難場所として使用する際には表 3.1-3 に示すような設備があると有効である。

その他、応急復旧に必要な機材の確保と配備計画では、協定業者等の位置や保有資機材及び想定される道路被害に基づき、運搬可能なルートを検討し地図にプロットした。検討にあたっては、応急復旧すべき被害の概要について整理し、応急復旧に必要な資機材をリストアップした上で、供給可能な数量が確保されているか確認を行った。迂回路設定手法の検討においては、大型車も通行可能な広域的な迂回路、乗用車程度の車両が通行可能な迂回路、津波収束後の緊急点検時に使用可能な迂回路の 3 ルートを設定し検討した。孤立対策の検討にあたっては、道路施設が津波等により通行不能になる

表 3.1-3 「とるば」等の駐車場を一時避難場所とする場合に必要な施設

必要施設	理由
CCTV カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 避難状況の確認 ■ 救出作業のための情報収集 ■ 避難者が外部から監視されていることを認識できるため精神的に安定する(孤立していないことを認識)
公衆電話 (非常用電話)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 携帯電話のサービス範囲外の地点やラジオの受信が困難な地点もあり、外部との連絡手段を確保するため
防災無線	<ul style="list-style-type: none"> ■ 津波警報解除などの情報を避難者に伝達するため
照明	<ul style="list-style-type: none"> ■ 夜間発災時に避難場所を照らすことで避難者の精神的安定につながる ■ 夜間に CCTV カメラを有効利用するため
トイレ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 短期的な避難を想定した施設であるものの、津波警報解除にかかる時間は数時間以上におよぶことが想定されるため



ことで孤立する危険性がある地域を抽出するとともに、孤立危険地域から脱出する手段や一時的に孤立内の避難場所にて滞在するための方策について取りまとめた。

3.1.5 地震・津波に対する被害軽減対策手法の整理

地震・津波により道路施設に被害が発生した場合には、その後の人命救助や災害復旧において道路の持つ役割は非常に大きく、できるだけ早急に失われた交通機能を回復しなければならない。また、地震・津波から道路利用者を守るのも道路管理者の責務である。本項では、主に津波による道路及び道路利用者の被害を最小化し、早期に被害を復旧するために必要な事項を、道路管理に携わる実務者に参考になるように整理した。整理にあたっては、本検討の他、先進事例としてすでに被害軽減対策を実施している事例の内容を調査、ヒアリング等を実施した結果も踏まえ実施した。

また、整理項目としては 2.5 で作成した道路管理者を対象とした被害想定に基づく地震・津波対策検討フロー（案）に基づいている（図 3.1-5）。

津波被害対策において、道路管理者としての役割は道路利用者における人的被害軽減のための対策、道路の早期啓開・復旧のための対策、自治体における地域防災計画との連携及び役割分担の明確化の 3 点があげられる。

このうち、道路利用者における人的被害軽減のための対策においては、道路を管理する立場から「誰のため」に「何を」「どの程度」の対策を行うかを明確にすることが重要である。本研究では、道路管理者の立場から道路利用者に対する津波情報の入手と提供、避難誘導、啓発活動、整備計画などの計画策定手法について整理した。

まず、情報においては現状の早期把握のための収集手段、関係機関が収集した情報を共有するための手段、いち早く道路利用者等へ情報を提供する手段についてそれぞれ整理した。情報収集には CCTV カメラの整備が考えられる。津波浸水の恐れがある区間においては津波警報等が解除されるまで直接パトロールができないため、道路利用者の避難状況、道路施設の被災状況などがリアルタイムで把握でき、それらの情報から啓開・復旧行動における判断材料になるなど CCTV カメラは極めて重要な情報収集手段である。また、情報提供手段としては、日頃から津波による浸水の危険性がある場

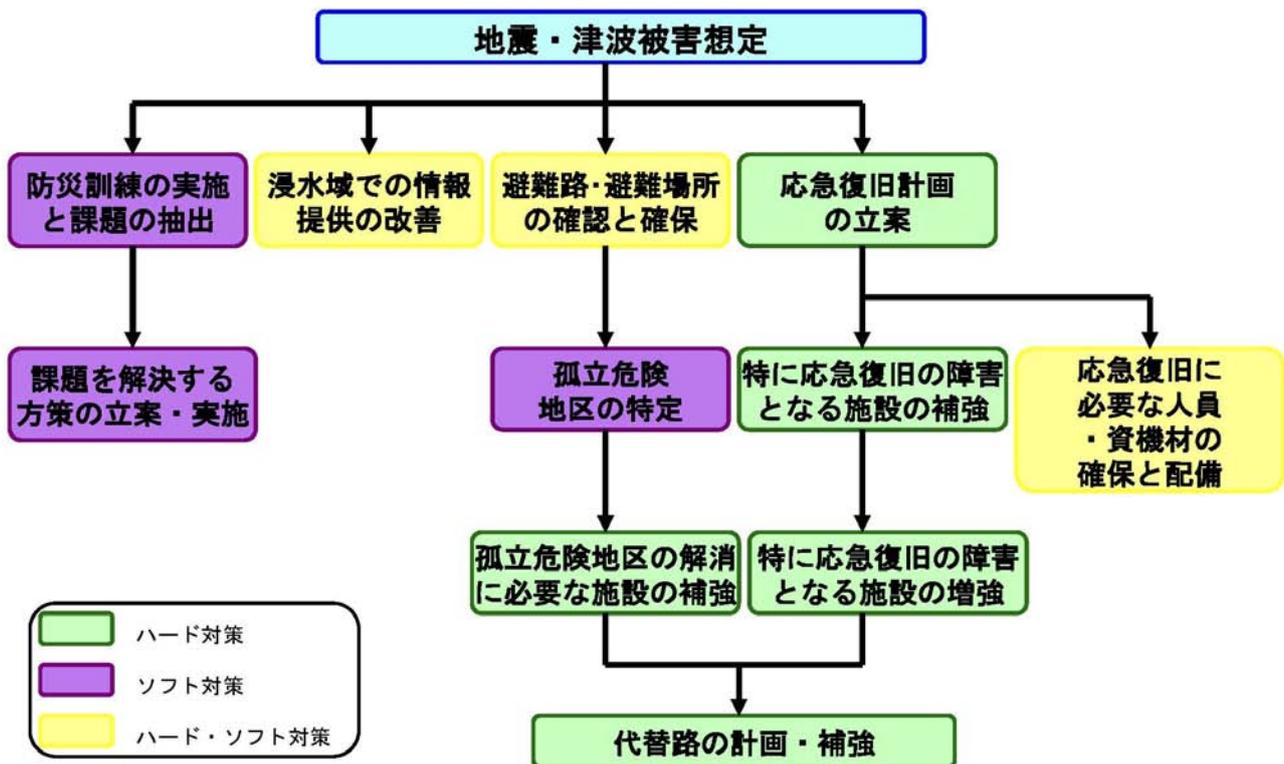


図 3.1-5 道路管理者を対象とした被害想定に基づく地震・津波対策検討フロー（案）

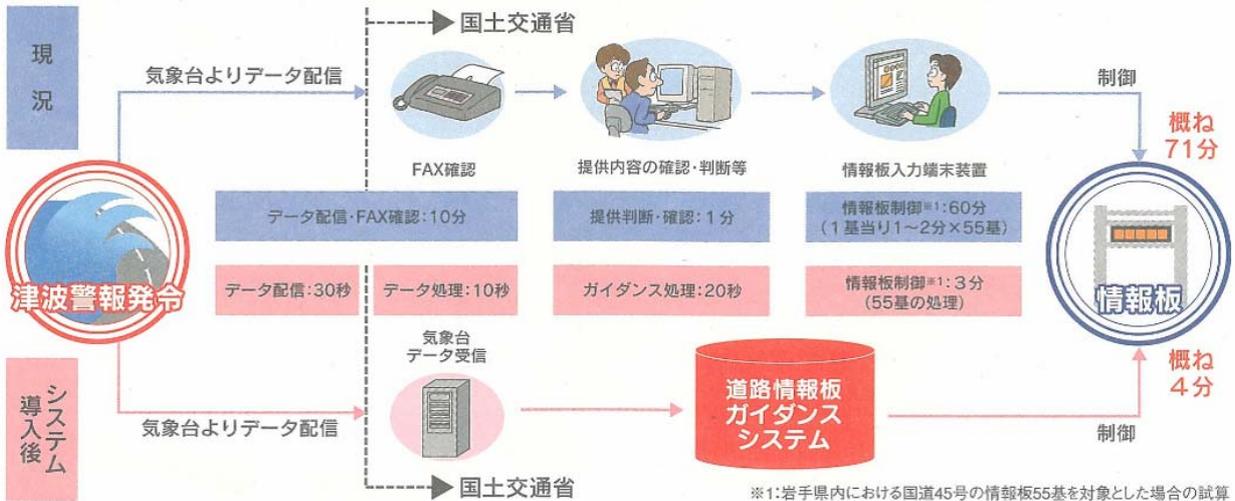
所を周知するための標識等の設置や地震発生後に津波の危険性を訴えるための道路情報板の設置等が考えられる。標識等は、どの区間が浸水する危険性があるのかがわかる標記とし日常から周知を図る役割と、津波が発生した際には道路利用者がどこへ避難すればいいかの目安となるものでなければならない。標識等の例を写真 3.1-1 に示す。道路情報板は、津波によって浸水する危険性がある区間に道路利用者が入っていかないように、また津波浸水想定区間を迂回して走行できるように活用されることが期待され、そのような目的を達成できる場所に設置する必要がある。また、津波は地震の発生する場所によって到達時間が違い、沿岸に近い場所で発生した際には地震発生後数分で津波が到達する可能性もあり、道路情報板において即時に情報が発信できる取り組みも必要である。その一例が図 3.1-6 に示す道路情報板ガイダンスシステムである。これらの取り組みをまとめて模式化した図が図 3.1-7 である。これらはただ整備されるだけでなく、それぞれがどのような意味を持つのかを道路利用者・住民等に理解されるように周知を図っていかなければならない。



写真 3.1-1 津波による浸水想定箇所を周知するための標識

道路情報板 ガイダンスシステム

道路情報板ガイダンスシステムは、津波情報、地震情報、通行規制等の各種情報をリアルタイムで正確に各道路情報板(国土交通省管理路線)に表示するシステムです。従来、人により行っていた道路情報板へのデータ入力作業が自動化され、道路利用者に対して迅速な情報提供が可能となります。



津波を例にとると、従来概ね71分かかっていた道路利用者への情報提供が概ね4分でできるようになります。津波到達前に道路利用者が津波情報を知ることにより、津波に備えて迅速な事前対応が可能となります。

図 3.1-6 道路情報板ガイダンスシステム (東北地方整備局三陸国道事務所)

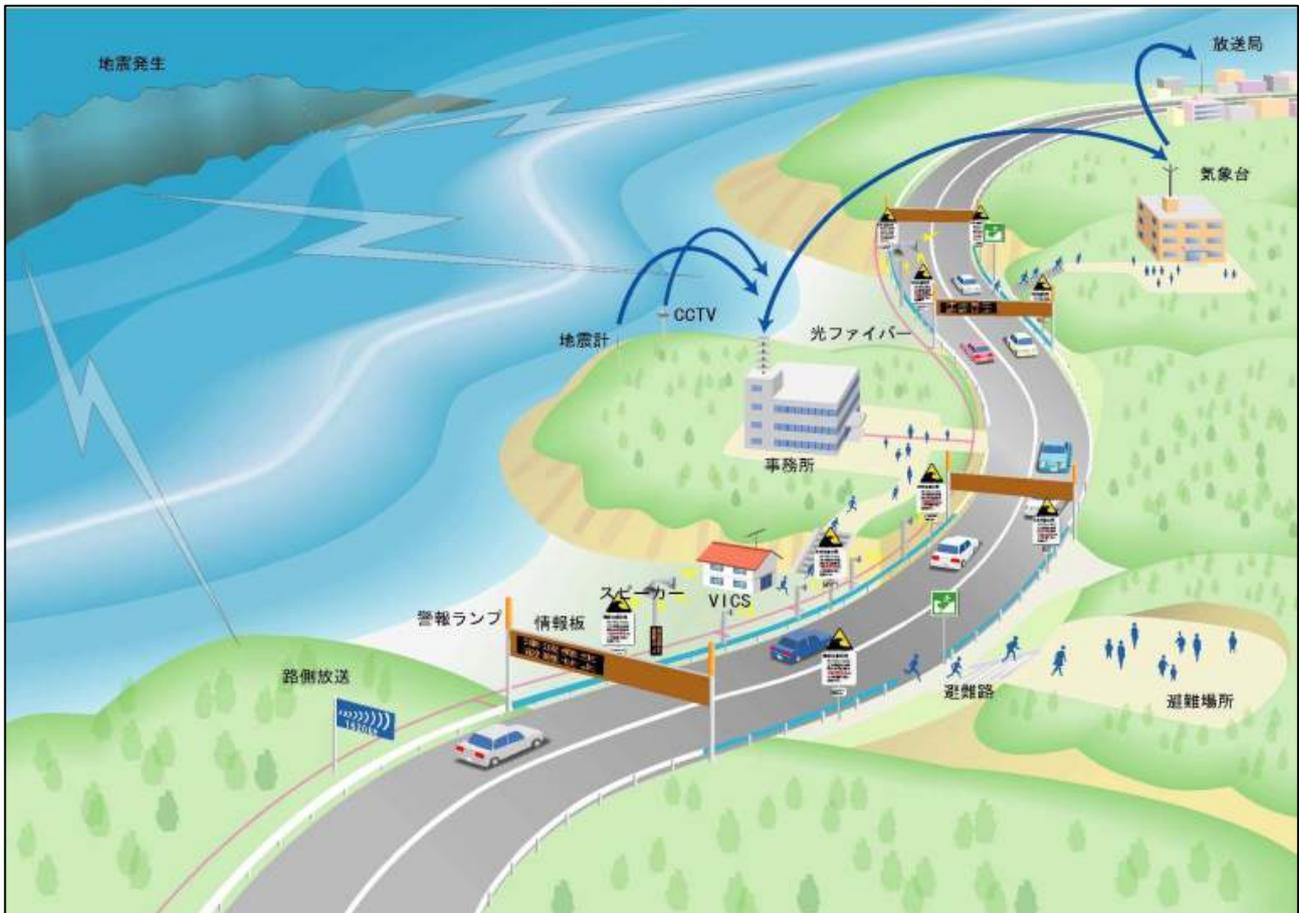


図 3.1-7 津波被害軽減対策イメージ図

次に、迂回路については対象道路の冠水区間、道路施設への被害が予測される箇所等において、道路利用者の迂回路、緊急輸送道路としての役割を果たすとともに、付近におけるパトロール車によるパトロールが可能となるよう、あらかじめ付近の道路状況を調査し、迂回路として設定しておく必要がある。迂回路としては、表 3.1-4 に迂回路の種類及び図 3.1-8 に迂回路の模式図を示すように3つに区分した。緊急輸送路としての迂回路は浸水想定区間群を迂回路として設定する。また、パトロール道路としての迂回路は国道の被災状況等を確認するためのものである。パトロール道路は津波警報発令中と警報解除後の2つのパターンを設定している。その他に、一般の道路利用者が津波警報発令中に利用できる広域的な迂回路も設定する必要がある。

この他、道路の早期啓開・復旧のための対策においては、津波被害を対象に早期道路啓開のために必要な復旧計画について、資機材の配置と量の把握、応急復旧想定位置、備蓄用地状況の把握、備蓄配置計画を関係機関と連携、協力を図りながら策定する必要性を示している。また、自治体における地域防災計画との連携及び役割分担の明確化においては、避難場所や避難経路の策定、孤立危険箇所対策、住民・道路利用者への啓発活動など道路管理者のみでなく自治体や警察等関係する機関と連携を図り、効率的で効果的な対応の必要性を示している。

整理した地震・津波に対する被害軽減対策手法は、津波により被害を受ける可能性のあるすべての道路管理者が、今後対応を考える際の参考となるよう取りまとめた。すでに津波被害軽減対策を策定

表 3.1-4 迂回路の種類

項目	道路幅員	浸水状況
1. 浸水想定区間群に対する迂回路 (緊急輸送・避難路兼パトロール道路)	概ね 4m 以上	浸水しない (浸水想定区間外)
2. 浸水想定区間に対する迂回路	津波警報中も パトロール可能	概ね 3m 以上
3. 緊急点検用迂回路	津波収束後に パトロール可能	

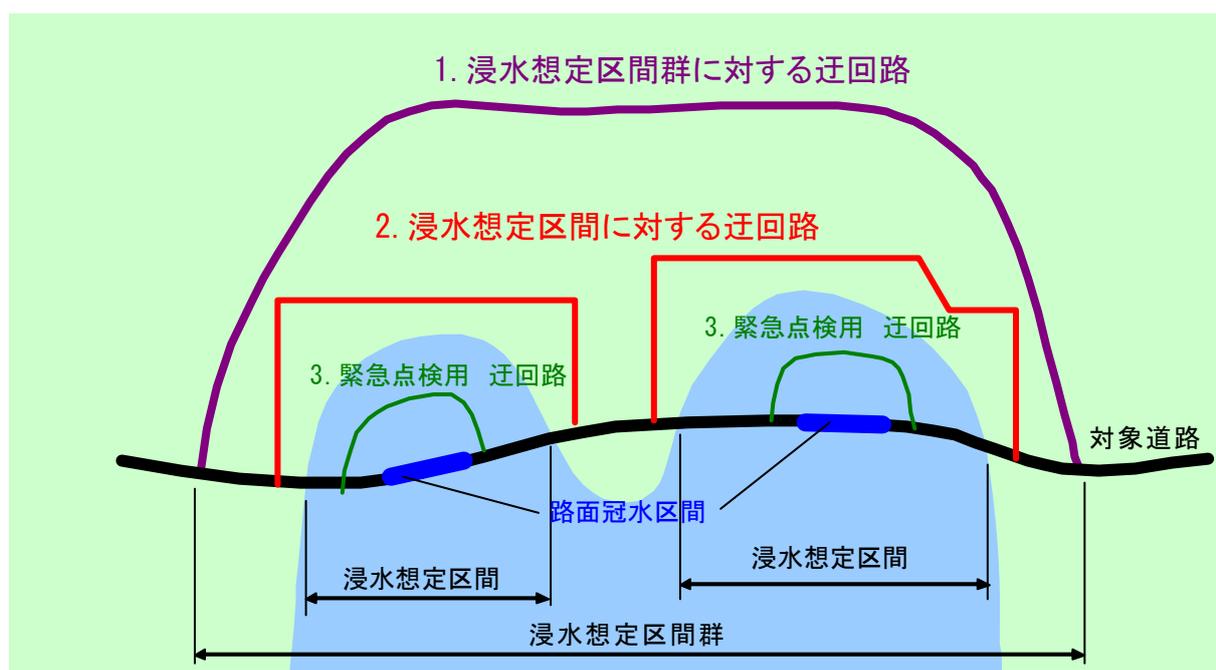


図 3.1-8 迂回路の模式図

している道路管理者においては、計画の見直しの際に、まだ検討を開始していない道路管理者においては、対策計画策定のきっかけになれば幸いである。

3.1.6 まとめと今後の課題

本研究では、道路施設及び道路利用者を対象に、地震・津波に対する被害想定結果に基づく被害軽減対策手法を提案した。研究成果は、九州地方整備局における東南海・南海地震津波対策計画の立案に活用されている。

今後は、提案手法の検証を進めるとともに、道路管理者単独では対策効果が向上されない対策について、関係機関との連携のあり方や対策計画の立案について研究し、地震・津波被害軽減対策手法のさらなる向上を図っていく必要がある。

謝辞

宮崎県総務部危機管理局危機管理室及び大分県生活環境部防災危機管理課には想定東南海・南海地震の地震動及び津波推定結果の数値データ等研究に必要な資料を、九州地方整備局、宮崎河川国道事務所、延岡河川国道事務所、大分河川国道事務所、佐伯河川国道事務所には所管施設に関するデータをご提供いただいた。あわせて深く謝意を表する次第である。

【参考文献】

- 1) 地震防災研究室，海岸研究室，沿岸防災研究室，水害研究室：公共土木施設の地震・津波被害想定マニュアル（案），国土技術政策総合研究所資料，第485号，2008
- 2) 片岡正次郎，鶴田舞，長屋和宏，日下部毅明，小路泰広：道路施設の地震・津波被害想定と対策検討への活用方針，土木学会地震工学論文集，Vol.29，pp.918-925，2007
- 3) 小林寛，運上茂樹：大地震時における道路橋の被災度推定手法，土木技術資料，Vol.47，No.12，pp.48-53，2005
- 4) 土木研究所：道路盛土の簡易耐震性評価法（案），2003
- 5) 首藤伸夫：津波による海岸堤防・護岸の被災－昭和8年三陸大津波から昭和35年チリ津波まで－，津波工学研究報告，Vol.16，pp.1-37，1999
- 6) 片岡正次郎，日下部毅明，長屋和宏：津波衝突時に橋桁に作用する波力，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.154-157，2006

3.2 実践的な地震防災訓練の実施手法の検討

3.2.1 はじめに

一般に、道路管理者が業務に従事する期間に大規模地震に遭遇する可能性はそれ程多くはない。しかし、大規模地震が発生した際には迅速かつ的確な対応が求められる。道路管理者における震後対応能力を向上させるためには経験に基づくことが理想であるが、それがなかなか実現できない中で震後対応能力を向上していくための手段として、訓練によるものがあげられる。本節では、地震災害発生時の救援、復旧等の緊急輸送対応を行う道路管理者を対象とした地震防災訓練実施のあり方について検討した結果を示す。なお、この結果は道路管理者における地震防災訓練実施の手引き（案）としてとりまとめ、関係する機関に配布している。

3.2.2 研究目的と研究方法

道路管理者の震後対応としては、いち早く緊急活動を開始するための道路啓開や、道路の通行可否についての情報提供が重要であるが、災害直後の混乱期に情報の空白や錯綜が生じる中で、的確かつ迅速に対応することは容易ではない。

近年の地震でも、今まで見られなかった被災や訓練等で想定していなかった事態により現場が混乱し、対応が遅れるといったケースが認められている。主要な地震後に実施したヒアリングでは、「災害対応の改善に役立つ訓練として、現実に体験したような大規模な被災を想定した訓練は実施しておらず、事前に被害イメージを持っておく、災害対応の実感もてる、意識を高める訓練が必要」等といった声が聞かれた。

また、東海地震、首都直下地震等大規模地震が逼迫している中、震後対応能力を高める必要がある。このような状況を踏まえ、本検討は大規模地震時に発生する道路管理者の対応への支障について体系化し、平常時から継続的に震後対応能力を向上させるための最適な訓練手法の検討を目的とする。

検討の手順としては、各地方整備局で実施されている訓練の実施要領、訓練を実施した際の課題、反省点等を収集し、現状訓練の実態を分析するとともに、実際に地震対応を行った際の課題等から地震災害時における場面毎の障害となる事項、いわゆる支障についてとりまとめた。

さらに、いくつかの事務所に協力を依頼し、訓練の実態を調査し、あわせて訓練に対する要望等を伺い、事務所等の要望に近い手引きを作成するための参考とした。

災害対応における支障を抽出した後は、それらを盛り込んだ訓練手法について検討し、こちらもいくつかの事務所に協力を依頼し、検証訓練を実施しながら訓練実施の手引きを作成した。

3.2.3 既往地震に基づく支障の体系化

災害対応においては、各種災害事象・事態により様々な支障が発生する。そのため、所掌事務だけを基本的な対応として設定する従前の災害対応では対応が大きく遅れたり、不十分となることが考えられる。そのため、本研究においては事前に各種支障を想定した実現象に近い防災訓練を実施することを目的として、災害対応における支障を明確にし、体系化を実施した。

災害対応における支障については過去の災害事例および防災訓練の実施内容から、災害対応における課題・教訓を整理し、支障を抽出した。このうち対象とした災害事例は、兵庫県南部地震^{1) 2)}、新潟県中越地震^{1) 3)}、三陸南地震¹⁾、宮城県沖地震^{1) 4)}、十勝沖地震¹⁾のものである。

抽出した災害対応の支障は、対応における「行動」部分に関連するため以下の6区分において整理した。

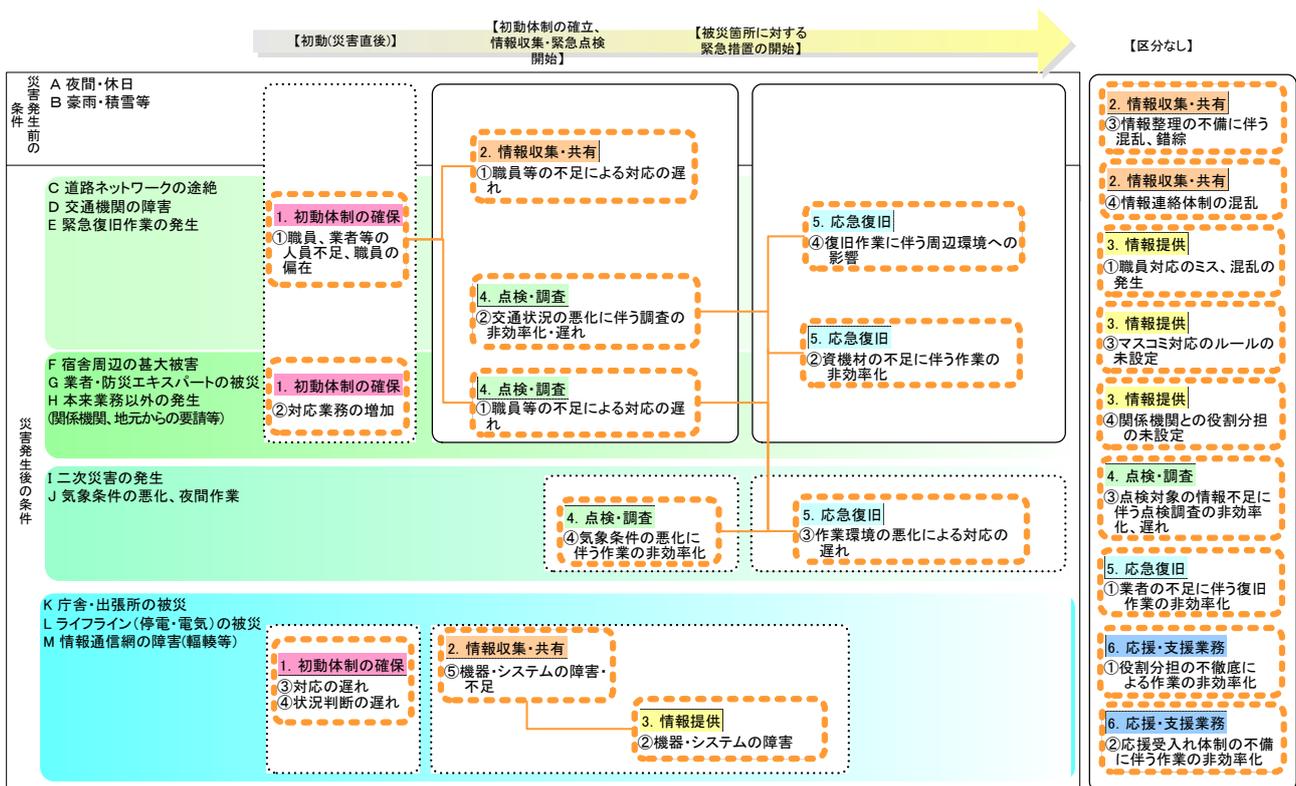


図 3.2-1 支障の体系化

- ①. 初動体制の確立
- ②. 情報収集・共有
- ③. 情報提供
- ④. 点検・調査
- ⑤. 応急復旧
- ⑥. 応援・支援業務

整理した支障を防災訓練の訓練シナリオに盛り込むために支障の特性を整理し、体系化を実施した。支障は地域特性や事務所の特性、災害の発生時期（フェーズ）といった発生要因によって発生に差が生じる。また、災害の発生後の時期（フェーズ）によっても発生する支障が異なる。そのため、体系化にあたっては、支障の発生に関連する発生要因について整理し、発生時期（フェーズ）との関係を明確にした。なお、災害対応の支障については、支障間についても関連性、影響が考えられる（例：「点検・調査」作業の遅れがその後の「応急復旧」作業への遅れとなる）。そのため、体系化にあたっては、支障間の関係も整理した。

これらの支障については、前述したように発生要因や時期等により様々に変化するが、大まかに体系化したものが図 3.2-1 である。本研究では、従来の訓練の中に支障を盛り込むことでより実践的な訓練が期待できると考え、さらに支障を細分化し整理した。

3.2.4 道路管理者における地震防災訓練実施の手引きの作成

(1) 訓練におけるPDCAサイクルの導入

道路管理者が震後の対応能力を向上させる仕組みづくりについて検討した。道路管理の担当者は概ね2~3年で異動することから、9月に実施する総合訓練が今後も引き続き実施されることを前提とし、9月の総合訓練および4月の異動時期を核とする1年以内のサイクルとした。これをもとに作成した

訓練スケジュールの一例を図 3.2-2 に示す。サイクルは、総合訓練前の上半期に実施する個別訓練の小サイクルを通じて対応能力向上を図ることとし、9月の総合訓練を実戦の場と考え、訓練の評価を踏まえて下半期の勉強会・講習会といった次のステップへつなげる大きなサイクルの2段階を提案した。また、訓練実施手法においてもPDCAサイクルを導入した。訓練におけるPDCAサイクルの仕組みを図 3.2-3 に示す。

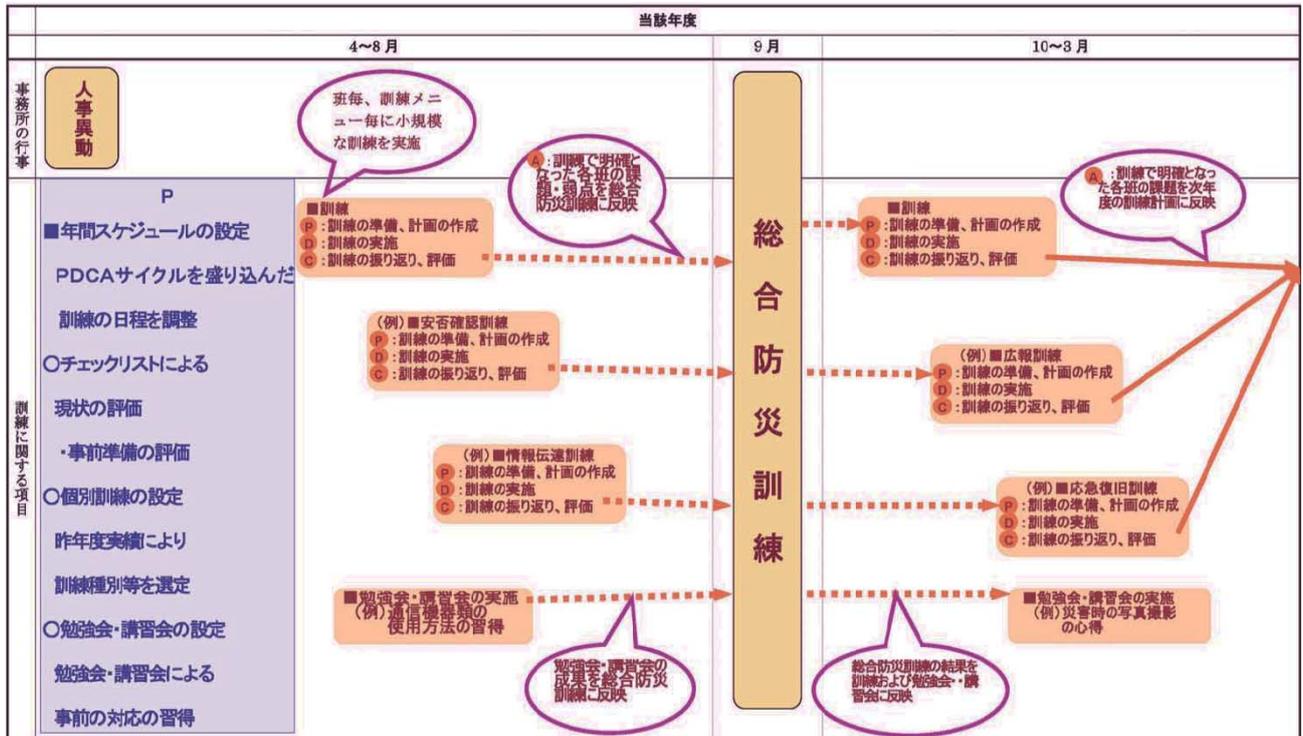


図 3.2-2 訓練スケジュールの作成例

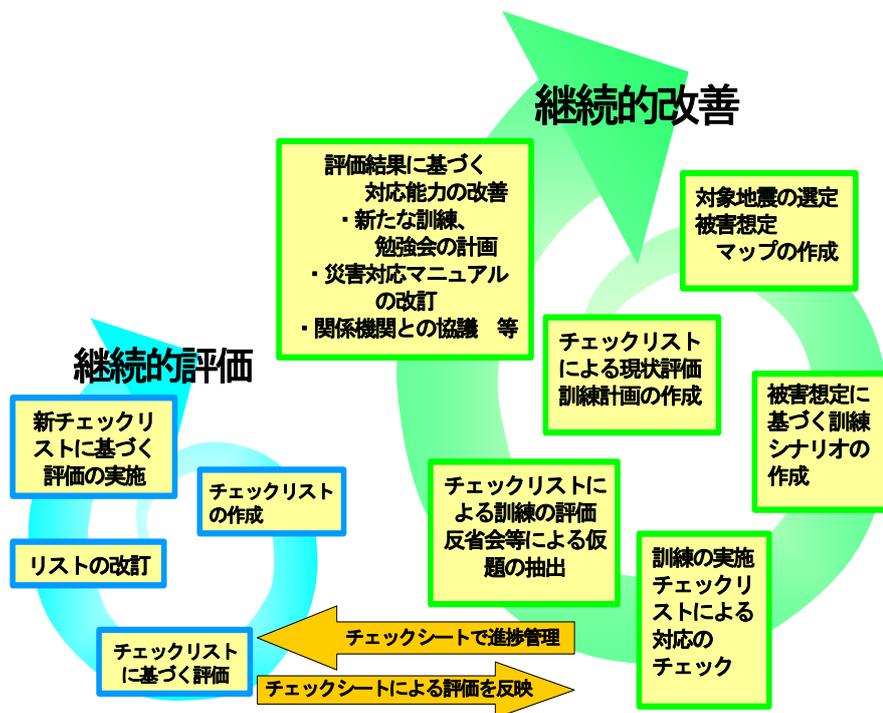


図 3.2-3 訓練におけるPDCAサイクルの仕組み

P D C Aサイクルのそれぞれについては以下のとおりである。

P：苦手とする部分を把握し，訓練計画を作成する．訓練計画に基づきシナリオ，参加者等を決める．

D：訓練を実施する．

C：チェックリストによる評価，反省会等により課題の抽出を行う．課題等は，苦手分野，防災計画・各種マニュアルに反映すべき事項，関係機関等と協議すべき事項等に分類して整理する．

A：次回の訓練計画，勉強会等の計画に取り入れる．速やかにマニュアル等の改訂を実施し，周知を図る．関係機関等と協議する場を設けて解決を図る．

(2)地震防災訓練実施の手引き（案）の作成

訓練におけるP D C Aサイクルの導入及び道路管理者に発生する支障の体系化をもとに，「道路管理者における地震防災訓練実施の手引き（案）」を作成した．

地震防災訓練実施の手引きは，

- ①手引きの目的及び利用手順
- ②P D C Aサイクルの導入方法
- ③訓練シナリオ作成にあたっての各メニュー
- ④チェックシートによる評価手法

の大きく4つから構成されている．本手引きの目次構成を図3.2-4に示す．本手引きは，防災担当者が訓練シナリオ作成にあたり迷ったとき，被災イメージや支障について考えるとき等に参考になるよう作成した．また，先進的な事例を記載しており，これを共有することで訓練を実施する際の参考にもなる．訓練シナリオについては，発災後から想定される対応について，時系列的に個々の訓練毎にとりまとめており，組み合わせて総合訓練のシナリオを作成することも，苦手な分野に限った個々の訓練シナリオを作成することも可能にしている．

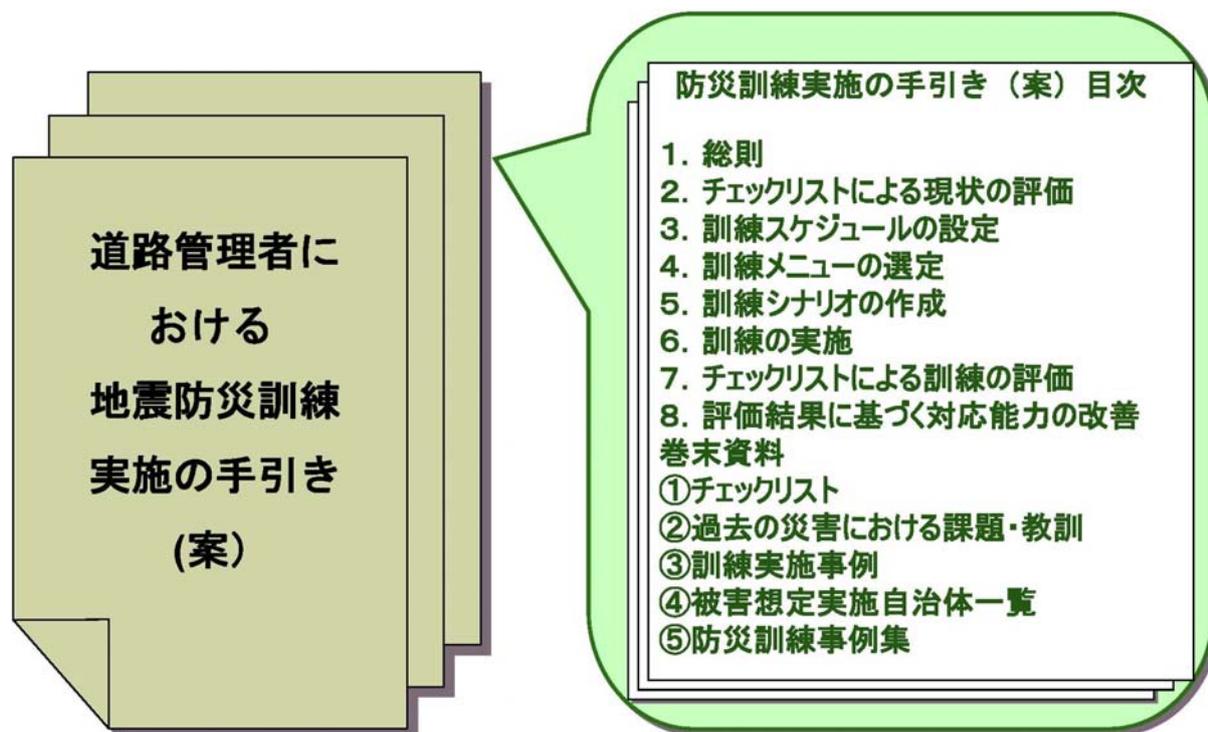


図 3.2-4 地震防災訓練実施の手引き（案）の目次構成

表 3.2-1 手引き素案に対する主要な意見

☆マニュアル素案に対する主要な意見

- ・本マニュアルの目的および利用方法についてさらに明確化してほしい
- ・災害対応の流れに沿ったフローを作成し、自分が現在どのフェーズにいるのかわかるように
- ・チェックリストが膨大すぎる、使用方法がわからない
- ・P D C Aサイクルの仕組みをもっと詳しく
- ・訓練計画を作成する際には、9月の総合訓練よりも職員の異動時期を核とすべき

作成した手引きの素案は、道路管理者が本手引きに対して何を望んでいるか、あるいは現状の訓練がどのように行われていて、どんな課題や限界を感じているかを把握する目的でヒアリング調査を実施した。調査機関は、東北地方整備局防災課及び道路管理課、東北地方整備局酒田河川国道事務所、東北地方整備局郡山国道事務所、近畿地方整備局防災課及び道路管理課、近畿地方整備局大阪国道事務所、近畿地方整備局奈良国道事務所、四国地方整備局防災課及び道路管理課、四国地方整備局松山河川国道事務所、四国地方整備局土佐国道事務所である。

ヒアリングの結果、手引きの素案に対しては表 3.2-1 に示すような意見が得られた。また、ヒアリング結果からは、総合防災訓練がマンネリ化しつつあること、事務所独自で訓練を実施したいと考えてはいるものの時間とノウハウがなくてできないこと、反省会は実施しているが課題に対して何らかのアクションは講じていない等、否定的な意見が比較的多く得られた。

一方、手引きに記載した内容の有効性及び効果を確認するために、前述の機関のうち、酒田河川国道事務所、郡山国道事務所、大阪国道事務所、土佐国道事務所の4事務所において、訓練を実際に実施し検証を行った。酒田河川国道事務所及び郡山国道事務所については9月に実施した総合防災訓練シナリオを活用してシミュレーション形式で実施した。また、大阪国道事務所はロールプレイング形式で、土佐国道事務所は実動及び図上の複合型でそれぞれ実施した。大阪国道事務所及び土佐国道事務所の訓練の様子を写真 3.2-1 に示す。

いずれの訓練においてもこれまで見られなかった多数の課題、対応すべき事項等が見出され、訓練の有効性は確認できた。その中で、訓練の実施の仕方、ルール化、訓練シナリオの作成等について手引き素案に記載の内容では不十分であることがわかった。



写真 3.2-1 検証訓練の様子（左：大阪国道事務所、右：土佐国道事務所）

そこで、現場の意見、ヒアリング結果及び検証訓練の結果から手引き素案のバージョンアップを図り、「道路管理者における地震防災訓練実施の手引き（案）」として取りまとめた。

主な修正点は、本手引きが防災担当者が訓練シナリオ作成にあたり迷ったとき、被災イメージや支障について考えるとき等に参考になるよう作成していることから、目的と利用方法について明確化したほか、シナリオ作成においても総合訓練を削除してある対応事象に特化した個別訓練に一本化して記載し直した。また、チェックシートは事前準備、訓練対応、訓練評価の3種類についてまとめた。さらに、訓練を実施する際の参考になるよう訓練事例を巻末資料に添付した。

本手引きの特徴の一つとして、チェックリストの作成があげられる。このチェックリストは前述したように、事前準備、訓練対応、訓練評価の3種類について作成している。いずれのチェックリストも利用者が必要な項目のみを抽出して、独自のチェックリストとして活用することができるよう網羅的に対応の可能性がある場面を記載している。また、このチェックリストは訓練のみならず実際の地震対応にも活用できるように作成しており、抽出・作成した独自のチェックリストを災害対応用に保存しておくことも可能である。

このうち、事前準備チェックリストによる評価の例を図 3.2-5 に示す。震後対応を効果的に行うために必要な事務所の事前準備について、対応状況をチェックする。チェック項目は施設・設備、備品、マニュアル、体制等について必要な準備項目を設定する。本手引きに記載しているチェックリストの項目は、考えられる項目を全般的に網羅しているため、各事務所において評価を行う際には各事務所の特性に基づいて該当するチェック項目を選択し、事務所用のチェックリストを作成する。さらに本手引きに記載していない項目で該当する事項あるいは訓練の実施、防災計画の見直しなどにより生じた新たな項目についても、随時追加することが望ましい。

関連する対応班	チェック項目	チェック欄			関連する訓練メニュー	災害対応の区分
		対応済	対応中	未対応		
	自組織の職員以外に事務所等に参集する人がいるか把握しているか。	レ			2) チェックリストの各チェック項目について、進捗状況を3段階（対応済・対応中・未対応）で評価 チェックリストに示す各チェック項目について、進捗状況を以下の3段階で評価する。 対応済：すでに対応もしくは対策を実施している 対応中：対応もしくは対策が現在実施中の段階である。 未対応：対応もしくは対策がまだ実施されていない。	
	参集した人が決められて職員は携帯電話か。	レ				
①指令・支部	次の項目について、リストアップしているか。 I 通信手段の種類 II 連絡すべき相手の名前、連絡先、内容	レ			・非常 ・非常食の備蓄 ・職員、家族等の安否と宿舍確認 ・災害対策支部の設置訓練	①初動体制の確保
	事務所を移設する場合の移設基準を定めているか。	レ				
	各課課長以上の職員宅に衛星通信設備は配置されているか。			レ	・災害対策支部の設置訓練 ・非常食の配給、試食訓練	
	支部長の代行者及び代行順位を定めているか。	レ				
	班編制及び各班の所掌業務を明確に定めているか。	レ				
	公衆回線⇒マイクロ回線、マイクロ回線⇒公衆回線の接続方法を知っているか。	レ			・被害状況の確認と報告の訓練	

1) チェックリストから事務所に該当する項目を選択して、事務所用のチェックリストを作成

 本マニュアルに記載するチェックリスト（素案）の項目は、考えられる項目を全般的に網羅している。そのため、各事務所で評価を行う際には、各事務所の実状に関連しない項目は削除（項目を選択しない）し、事務所版用のチェックリストを作成する。

3) 事前準備計画の立案などへ反映

 評価結果に基づき、対応を進める必要がある事項を把握し、事前準備計画を立案する際の参考とする。

図 3.2-5 チェックリストによる評価の例（事前準備）

評価は以下の3段階で実施する。評価結果に基づき、対応を進める必要がある事項、優先順位を把握し、事前準備計画を立案する際の参考や必要な訓練・勉強会・講習会等の計画に活用する。

○チェックリストの評価

- 対応済：すでに対応もしくは対策を実施している
- 対応中：対応もしくは対策が現在実施中の段階である
- 未対応：対応もしくは対策がまだ実施されていない

なお、このチェックリストは対応、対策が完了すればチェックリストから削除し、新たに必要な準備事項が発生した場合にはチェック項目に追加するような使用方法が可能である。

一方、訓練評価のチェックリストを整理した例を図 3.2-6 に示す。訓練対応及び訓練評価はいずれも訓練において実施すべき行動を的確に実施していたか評価するもので、以下の3段階で評価する。

○チェックリストの評価

- 良 好：自主的に工夫をしてスムーズに対応した
- 普 通：多少のミスは生じたがマニュアル等に従って行動した
- 不十分：行動しなかったもしくは他からの要求・指導等を受けて行動した

訓練対応及び訓練評価においても事前準備と同様、様々な状況を網羅する内容になっており、訓練項目等に従って必要な項目を抽出して活用する。なお、このチェックリストは実際の地震災害対応時にも活用できるように作成されており、事務所においては地震時の対応マニュアル等とこのチェックリストを参考にしながら、地震時に忘れてはいけない対応について時系列的にチェックリストを作成し誰もが共有できる場所に保管しておき、有事の際にすぐ使用できるようにしておくことも可能である。

評価結果は、次回の訓練計画を作成するための参考資料、課題解決のための基礎資料として活用する。

訓練メニュー	訓練形式	対応班	事務所の所掌事務	(2) 評価項目ごとに達成度を評価 訓練における達成度を以下の三段階で評価 良好：自主的に工夫をして対応 普通：マニュアル等に従って行動 不十分：行動しなかったもしくは他からの要求・指導等を受けて行動	評価		
					良好	普通	不十分
・非常参集訓練	・図上 ・実働	②総務班	○職員の参集に関すること	・職員はマニュアル等に基づき、適切に行動したか。	レ		
				・参集状況を指令・支部に適切に報告したか。		レ	
・災害対策支部設置訓練	・図上 ・RP ・実働	①指令・支部 ②総務班	○支部の各種指令の発令 ○職員の参集に関すること	・参集人員を正確に把握したか。			
				・対策支部の設置に必要書類の提出、各班への伝達、本所への報告等を行ったか。			
・現地対策支部設置訓練		①指令・	○支部の各種指令の発令	・現地対策支部設置が必要な箇所を適切に選定したか。			レ
				・人員体制は適切だったか。			レ
				(1) 災害対応の必要なチェック項目の抽出 訓練計画段階において、訓練中に行うべき災害対応に関するチェック項目を抽出する。			
				(3) 課題等の抽出 評価された達成度に基づき、事務所が抱える課題や強化すべき災害対応などを抽出する。			
				(4) 次年度訓練に向けた取りまとめ 災害対応の区分ごとの対応力評価に基づき、強化すべき区分を把握する。また、強化すべき区分における各訓練の総合評価を確認する事により具体的な訓練メニュー選定の参考とする。			レ

図 3.2-6 訓練評価結果の整理例（災害対応区分毎の取りまとめ）

3.2.5 まとめと今後の課題

作成した「道路管理者における地震防災訓練実施の手引き（案）」は、各地方整備局の道路関係事務所及び出張所に配布を行った。事務所・出張所においてこれまで以上に実践的でかつ効果的な訓練を実施するために活用されることが期待される。今後は、ただ配布しただけでなく、活用手法等について積極的に周知を図り、地震を経験することで震後対応能力を向上していくことがなかなか難しい中、訓練を通して震後対応能力を高め、大規模地震発生時に迅速かつ適切な対応がとれるようになるために活用していただきたい。

【参考文献】

- 1) 東北地方整備局道路部道路管理課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター地震防災研究室：災害対応教訓集～災害対応経験者からのメッセージ～
- 2) 国土交通省近畿地方整備局：阪神・淡路大震災から10年～復興への足どりをたどる～
- 3) 国土交通省北陸地方整備局：新潟県中越地震－北陸地方整備局のこの1年－
- 4) 国土交通省東北地方整備局：1978年宮城県沖地震災害報告書

3.3 高潮・津波に対する避難促進支援の検討

3.3.1 はじめに

近年、国内外において高潮災害が頻発するとともに、大規模津波災害の発生が予想されている。これらは海岸保全の計画規模を上回るものであり、被害が想定される地域では住民の避難が必要となる。しかしながら、台風接近時や津波警報発令時に、避難の必要性を感じながらも家で待ち続ける住民が多いのが現状である。たとえば、平成 11 年の八代海の高潮では、災害経験がなく、避難勧告が出されず避難しないうちに浸水して 12 名の犠牲者を出した町と、災害経験を活かして、事前に避難勧告を発令し、それを防災無線等により各戸に伝達し、住民のほとんどが事前に避難した町との間で明暗を分けた。このことから、高潮・津波により浸水する可能性を住民が認識するように防災意識の向上・持続を図り、避難勧告を早期に発令して確実に住民に伝達し、住民の避難を実現することが必要である。

台風接近時や津波警報発令時の住民避難行動に関しては、限られた事例研究があるのみで、住民の避難意思決定の機構は明らかにされていない。洪水災害の分野では平成 16 年の新潟豪雨災害時における住民の避難行動に関して調査が行われており、自主防災組織や防災訓練などを通じて醸成された危険認識の高さや町内会の情報伝達体制が住民避難に効果的だったことが明らかになっている。高潮はある程度事前に避難勧告発令が可能である一方、地震発生から海岸に到達するまでの時間が短い津波は、避難勧告ではなく住民個々の防災意識に依存した避難にならざるを得ない。このような海岸災害における住民の避難行動に係る要因を明らかにし、防災意識の向上・持続に繋がるように避難促進施策を進めなければならない。

住民の避難判断力の向上のためワークショップや防災教育などが個別に行われているが、避難意思決定の構図をふまえて各施策が実施されているわけではなく、各施策あるいは複数の施策の組み合わせが住民の避難行動にどの程度結びついているのか検証されていない。住民の避難意思決定に関わる要因(心理、経験、情報、知識、環境など)を明らかにした上で、災害時の心理や地域特性に応じて住民の避難行動に繋がるような施策の具体的な進め方を明らかにする必要がある。また、防災意識は災害時からの時間の経過とともに薄れていくものであることから、防災意識の現状をチェックしながら必要な施策を計画・実施していく必要がある。

以上のことをふまえ、本研究では、高潮・津波に関して、住民の避難意思決定における各要因の影響を定量的に評価し、その要因に対応するワークショップ等の避難促進施策の効果を、社会実験を通じて明らかにする。

3.3.2 研究目的と方法

本研究の目的は、高潮・津波からの避難の意思決定要因の解明と、その要因をふまえた避難促進施策の進め方の提案である。

避難意思決定要因については、避難勧告が発令された地域の住民を対象とした質問紙調査により明らかにする。また、避難促進施策の進め方については、避難促進を目的としたワークショップの試行と、その効果分析を通じて検討する。

3.3.3 避難意思決定要因の解明

近年、津波に対する避難勧告が発令された北海道釧路市と、高潮に対する避難勧告が発令された山口県宇部市および山陽小野田市を対象に、避難意思決定要因に関する質問紙調査を行った。

(1)津波からの避難¹⁾

1)調査方法

平成 18 年 11 月 15 日、千島列島沖で発生した地震に関して、津波警報が北海道オホーツク沿岸と太平洋沿岸東部を対象に発表され、対象沿岸の全市町村が避難指示・勧告を発令した(対象者数 130,804 人)。釧路市では、震度 1 と揺れは小さかったものの、津波警報の発令と同時刻(20 時 29 分)に、釧路市津波ハザードマップにおける高さ 3m 未満の津波の避難対象地区と音別地区(根室本線より海側)の 2,561 世帯(4,675 人)に避難勧告が発令された。津波の第一波は 21 時 43 分に 0.2m の高さで来襲したが、最大波の高さは 0.3m に過ぎず、津波による被害はなかった。津波警報が津波注意報に切り替えられた 23 時 30 分に、避難勧告は解除された。

この地震で避難した人と避難しなかった人を分ける要因が何か明らかにするため、北海道釧路市の避難勧告対象地域の住民を対象に、質問紙調査を実施した。

釧路市は太平洋に面しており、釧路川、新釧路川、阿寒川が海に注いでいる。大正 9 年に発生した釧路川の洪水により市街地が浸水したことを契機に、新釧路川の掘削が始められた(昭和 6 年通水)。浜中町などで大きな津波被害が発生した昭和 27 年 3 月 4 日の十勝沖地震では、津波高は約 0.9m で、地震による被害が大きかった。また、昭和 35 年 5 月 24 日のチリ地震でも被害がなかった。平成 5 年 1 月 15 日の釧路沖地震は震度 6 程度で、地震動による被害が大きかった。平成 15 年 9 月 26 日の十勝沖地震は揺れが大きく、193 人が自主避難している。

このように津波被害の経験がほとんどないものの、中央防災会議は千島海溝周辺における 500 年間隔の大地震の発生を予想している。このため、この地震を対象とした北海道の津波浸水想定に基づいた新しいハザードマップを、釧路市は平成 19 年度に配布している。このほか、釧路市連合防災推進協議会(自主防災組織の連合体)が津波避難に関する住民意識調査や災害図上訓練を独自に行うなど自主防災活動が活発な一方、町内会加入率の低下や中心市街地の空洞化による自主防災の担い手の減少という問題を抱えている。

質問紙調査では、同居人数、避難困難者および自動車運転者の有無、家屋形式と階数、地震動の恐さ、浸水および危険性の予想、警報・避難勧告の認知、避難の意思・準備・行動、避難呼びかけ合いの有無、災害および避難の経験、防災訓練への参加状況、当時配布されていたハザードマップ(くしろ安心マップ)、避難所、浸水想定区域の認知、既往災害および災害伝承の認知、永住希望、ソーシャルキャピタル(他人への信頼感、近所つき合い、地域の地縁活動、個人の活動)などについて回答を得た。ソーシャルキャピタルについては、内閣府による調査²⁾と比較できるように、同様の質問を含めた。なお、平成 19 年 1 月 13 日にも千島列島沖で地震が発生し、津波警報および避難勧告が発表・発令されたが、回答者がこの地震と混同しないように、平成 18 年 11 月の地震に関する調査であることを質問紙に明記した。

住宅の位置や形態の点で標本が偏らないようにするため、避難勧告対象地区の各町丁目について、標高帯(2m 未満, 2m 以上)、想定浸水深(1m 未満, 1m 以上)、住宅形態(戸建て, 集合住宅)の属性を組み合わせた単位で配布対象候補世帯数を配分し、その中で調査対象世帯を無作為に抽出した。

質問紙は、平成 19 年 12 月 15～17 日に、手渡しにより 557 戸、投函により 93 戸に配布した。また、回答された質問紙は、送料着払いの郵送で回収した。回収率は、46%(302 戸)であったが、白紙が 1 枚あった。

2)調査結果

世帯人員は、1人が31.2%、2人が34.9%、3人が18.6%などとなっており、比較的少ない。また、歩いて避難することが難しい同居者がいる世帯の割合は18.2%であった。住宅形態は、一戸建てが58.7%、集合住宅が42.2%であり、建物の階数は平屋5.0%、2階建て65.4%、3階建て4.3%、4階建て以上24.9%などとなっていた。また、一日の中で最も長く過ごす階については、1階が56.5%、2階が20.9%、3階が4.7%、4階が5.3%、5階が9.3%、6階以上が2.3%であった。

回答者の位置情報、広報車巡回ルート、防災情報無線施設の位置を地理情報システムに入力し、回答者住居の標高、想定浸水深(500年間隔地震)、海岸線からの距離、水際線(最も近い海岸線または河川)からの距離、避難所までの距離、広報車巡回ルートからの距離、防災情報無線施設(屋外拡声器)からの距離を測定した。その結果の概要は以下の通りである。

- ・回答者住居の標高は、1m未満が1.7%、1～2mが60.5%、2～3mが29.2%などであった。
- ・想定浸水深は、0.5m未満が37.2%、0.5～1.0mが42.9%、1.0～1.5mが11.0%となっているが、0mの世帯が5.6%存在する。
- ・海岸線からの距離は、1,000m以上が48.2%と多く、海岸線から離れている世帯が比較的多い。これは、釧路川等から津波が流入することが想定されているためである。
- ・水際線からの距離は、100m未満が19.9%、100～200mが33.6%、200～300mが28.2%などとなっており、1,000m以上離れた世帯はない。
- ・指定された避難場所までの距離については、400m未満が88.0%を占めている。
- ・広報車巡回ルートからの距離については、100m未満が91.0%を占めている。
- ・防災情報無線施設からの距離については、100m未満が27.6%、100～200mが37.5%、200～300mが17.3%などである。

図3.3-1のように、2/3以上の人にとって、地震の揺れは普通の地震より怖いものではなかった。

図3.3-2のように、この地震で自宅が「必ず水に浸かるといった」または「たぶん水に浸かるといった」人は、合わせても5%足らずである。また、自宅がどの深さまで水に浸かるかもしれないか質問したところ、「2階まで」が1.0%、「床上まで」が2.3%、「床下まで」が5.3%、「自宅の周り」が24.9%、「水に浸かるかもしれないと思うときはなかった」が61.1%であった。さらに、命の危険性については、図3.3-3のように、「避難しないと絶対助からないと思った」または「避難しないと助からないかもしれないと思った」人の割合は5%程度である。このように、地震発生後において、浸水の可能性や命の危険性を感じた人はごく少数であった。

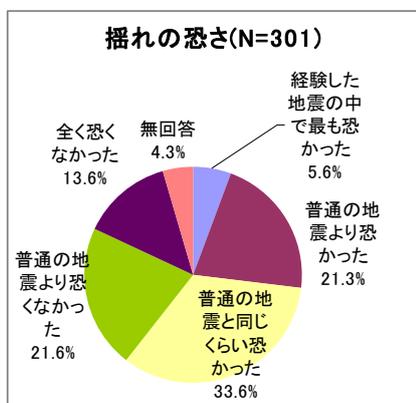


図 3.3-1 揺れの恐さ

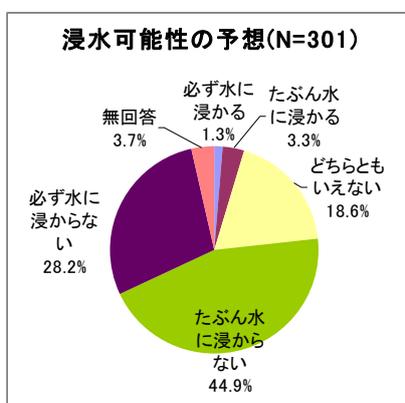


図 3.3-2 浸水可能性の予想

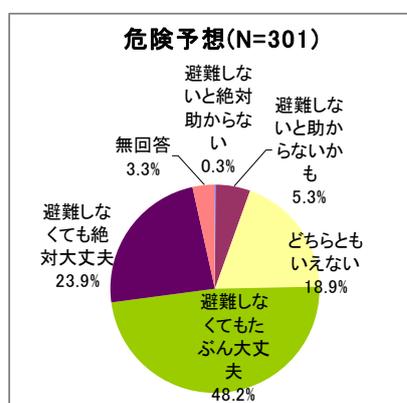


図 3.3-3 危険性の予想

津波警報が発表されたことを、知っていた人が 72.4%，知らなかった人が 23.9%であった。知っていた人に警報の認知手段を複数回答可として回答を得たところ、テレビが 85.3%，広報車・消防車が 46.8%，屋外拡声器が 14.2%，ラジオが 14.2%，近所の人が 4.6%などであった。広報車巡回ルートや防災情報無線施設に近い回答者が多かったことが、広報車・消防車や屋外拡声器という回答を多くした要因と考えられる。

避難勧告が発令されたことを、知っていた人が 65.8%，知らなかった人が 26.6%であった。その認知手段(複数回答可)は、テレビが 82.8%，広報車・消防車が 56.1%，屋外拡声器が 18.7%，ラジオが 9.6%，近所の人が 5.6%などであった。警報とほぼ同様の傾向であるが、警報と比べて、テレビの割合が少なく、広報車・消防車、屋外拡声器、近所の人などの割合が若干多くなっている。

避難勧告認知の有無を問わず、対象地震時に避難しようと思ったかどうか質問したところ、図 3.3-4 のように、「避難しなければいけないと思った」と「避難した方がいいと思った」を合わせて約 30%となった。また、避難の準備をしたかどうか質問したところ、「避難場所がどこか確認し、持ち出す荷物を整理した」が 16.6%，「避難場所がどこか確認したが持ち出す荷物の整理はしなかった」が 26.9%，「避難の準備をしなかった」が 50.8%であった。

避難した人は 28.6%，しなかった人は 67.8%，無回答 3.7%であった。避難した人の割合は、前述の避難に気持ちいが傾いた人の割合とほぼ一致している。

避難した 86 人にその開始時間を問うたところ、図 3.3-5 のように、避難した人の 3/4 以上が、避難勧告の発令直後までに避難している。

避難の交通手段については、自動車 67.4%，徒歩 24.4%，自転車 4.7%となっており、多くの人が自動車で避難している。

避難した 86 人に避難のきっかけを問うたところ、図 3.3-6 のように、津波警報や避難勧告の発表・発令を挙げる人が多かった。また、テレビ・ラジオや市役所・消防の呼びかけのほか、近所の人からの避難の呼びかけを挙げる人も比較的多かった。

一方、避難しなかった 204 人にその理由を問うたところ、図 3.3-7 のように、「大きな津波にならないと思った」、「テレビで様子を見ていた」、「近所の人が誰も避難していなかった」の順に多かった。また、「体が不自由な家族がいる」や「自力での避難が無理だった」という回答もあり、要援護者の避難支援の必要性が窺える。

近所の人から避難を呼びかけられた人は 9.6%，呼びかけられなかった人は 62.8%であった。逆に、近所の人に避難を呼びかけた人は 10.0%，呼びかけなかった人は 79.1%であった。

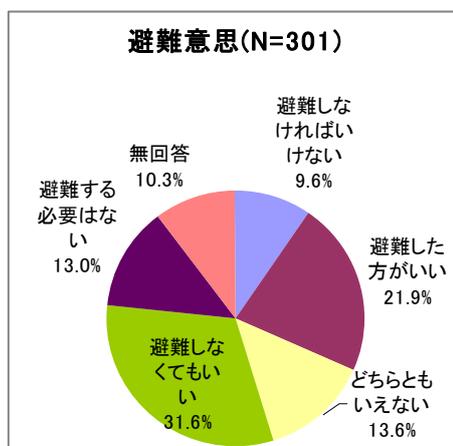


図 3.3-4 避難意思

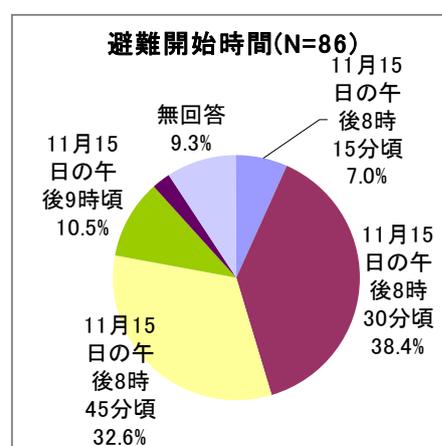


図 3.3-5 避難開始時間

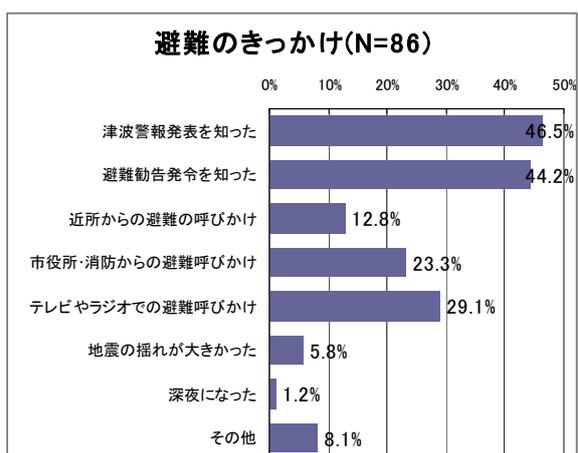


図 3.3-6 避難のきっかけ(複数回答)

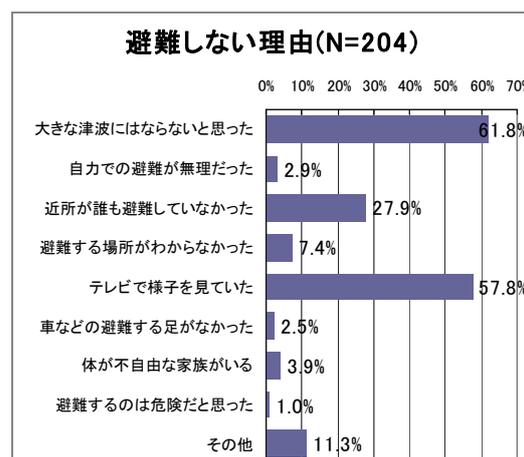


図 3.3-7 避難しなかった理由(複数回答)

津波の被災経験を質問したところ、「津波の被害を受けたことはない」が 74.1%、「昭和 27 年の十勝沖地震の津波で被害を受けた」が 5.3%、「昭和 35 年のチリ地震の津波で被害を受けた」が 5.0%などであった。また、津波以外の被災経験を尋ねたところ、「津波以外の被害を受けたことはない」が 40.9%、「地震の揺れで被害を受けた」が 27.6%などであった。津波被害の経験者は少ないものの、津波以外の地震被害の経験者は比較的多い。

津波からの避難の経験を質問したところ、「津波では避難したことがない」が 46.5%と最も多いが、11.0~17.9%の人が平成 6 年の北海道東方沖地震、平成 15 年の十勝沖地震、平成 5 年の釧路沖地震、昭和 27 年の十勝沖地震で避難している。

防災訓練については、参加したことがない人が 70.8%を占めるが、毎年参加している人が 8.6%いる。

「くしろ安心マップ」を見たことがある人の割合は 75.4%で、見たことがない人の割合(20.6%)を大きく上回った。

避難場所について尋ねたところ、「歩いて行ける距離にある」が 76.7%、「歩いて行けない距離にある」が 5.3%、「避難場所を知らない」が 12.6%であった。

また、浸水想定区域内に自宅があるか尋ねたところ、浸水想定区域内にあることを認識している人が 77.1%と多いが、わからない人が 13.6%いる。

過去に発生した甚大な災害として、大正9年の釧路川洪水で大きな被害が出たことを知っているかどうか質問したところ、「聞いたことがない」が 59.8%と多く、「よく知っている」、「聞いたことがある」はそれぞれ 3.3%、34.6%にとどまった。

他人への信頼感については、「ほとんどの人は信頼できる」が 9.6%、「信頼できる人のほうが多い」が 40.9%、「どちらともいえない」が 38.2%、「信頼できない人のほうが多い」が 6.3%、「ほとんどの人は信頼できない」が 1.7%であった。内閣府調査の全国平均と比べると、信頼感が高かった。

近所とのつきあいの程度については、「互いに相談、日用品の貸借をする等生活面で協力」が 13.6%、「日常的に立話程度のつきあい」が 36.2%、「あいさつ程度の最小限のつきあい」が 42.2%、「つきあいは全くしていない」が 5.6%であった。永住意向については、「永住したい」が 33.6%、「どちらかといえば永住したい」が 15.3%、「どちらともいえない」が 25.2%、「どちらかといえば永住したくない」が 8.0%、「永住したくない」が 15.9%であった。近所とのつきあいの程度、永住意向とも、内閣府調査の全国平均をやや下回っていた。

地縁活動への参加状況については、「活動していない」が 52.5%と多く、「年に数回程度」が 24.6%、「月に 1 日程度」が 7.0%などとなっていた。また、ボランティア・NPO・市民活動に参加している人の割合は、約 20%程度であった。

3)避難意思決定要因の分析

質問紙調査では、避難のきっかけや避難しない理由を尋ねているが、その回答には自分の行動を正当化するバイアスが含まれている可能性がある。避難勧告の認知などの各要因と避難行動との関係を明らかにするため、質問紙調査の回答と地理情報システムで整理された回答者の位置情報を観測変数として、共分散構造分析により避難行動の仮説を検証した。

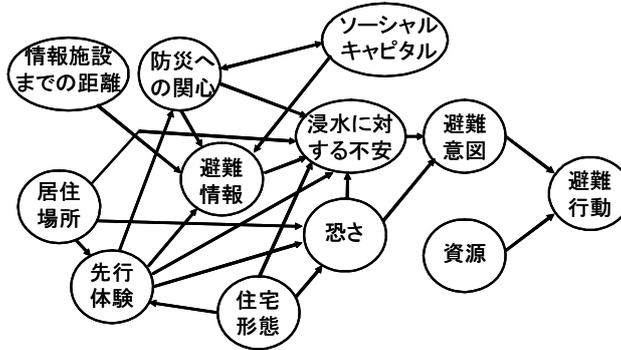


図 3.3-8 避難行動の仮説

図 3.3-8 のように、検証に用いる仮説は、先行研究^{3),4)}を参考にして避難行動と避難意図を分け、避難意図に関わる要因を潜在変数(楕円囲み)として設定した。モデルの適合度を向上させるため、因子分析の結果を参考に各潜在変数の観測変数(図 3.3-9 の四角囲み)を絞り込むとともに、不適解となるパスを削除することで、最終的なパス図として図 3.3-9 を得た。

図 3.3-9 において、パス係数(矢印の添字)は要因間の相関を、決定係数(従属している潜在変数または観測変数の添字)は潜在変数の説明力を示している。図 3.3-9 は標準化解であるため、パス係数が 1 に近いほど要因間の相関が大きい。また、○囲みの d や e は、矢印で結ばれた潜在変数または観測変数の誤差変数である。GFI と AGFI が 0.9 を下回っていることから、モデルの適合度は高いとはいえないが、要素間の関係は推察できると考える。

パス係数に着目すると、浸水に対する不安から避難意図へ、避難意図から避難行動へ至るパスが明瞭に現れているが、避難情報の認知は浸水に対する不安や避難意図にほとんど関係していない。浸水に対する不安が避難意図に関係している点は吉井らの調査⁵⁾と一致するものであるが、その不安には先行体験と揺れの恐さが影響していた。また、避難のきっかけに関する回答とは異なり、津波警報や避難勧告の認知が避難行動にあまり影響していない傾向を窺うことができる。このほか、ハザードマップや避難場所の認知、防災訓練への参加経験は防災上重要ではあるが、防災への関心がそれだけで避難に繋がるものではない可能性がある。

避難意図には、浸水に対する不安のほか、先行体験や避難に関わる資源が比較的強く関係している。この結果から、被災経験や避難経験の共有、要援護者対策、近隣への避難場所整備が、避難を促進する上で重要と考えられる。

ソーシャルキャピタルは、防災への関心に大きく関係している。全ての観測変数について因子分析を別途行ったところ、他人への信頼を除くソーシャルキャピタルに関わる観測変数(地縁活動への参加、近所とのつきあい、永住意向)が、防災訓練への参加など防災への関心に関わる観測変数と同じ因子の影響を大きく受けていた。このことから、ソーシャルキャピタルの中でも地域への関わりを表す部分が、防災への関心を高めることを通じて避難情報の認知や避難を促している可能性がある。なお、ソーシャルキャピタルから防災への関心への矢

印を逆にしても大きなパス係数が算出されたことから、この両者には双方向に密接な関係があるものと考えられる。

以上のように、避難勧告発令時において避難情報が浸水に対する不安や避難行動にあまり繋がっていなかった可能性が示唆され、津波警報や避難勧告の認知と浸水危険性の認識との間に乖離が生じていることが窺われた。

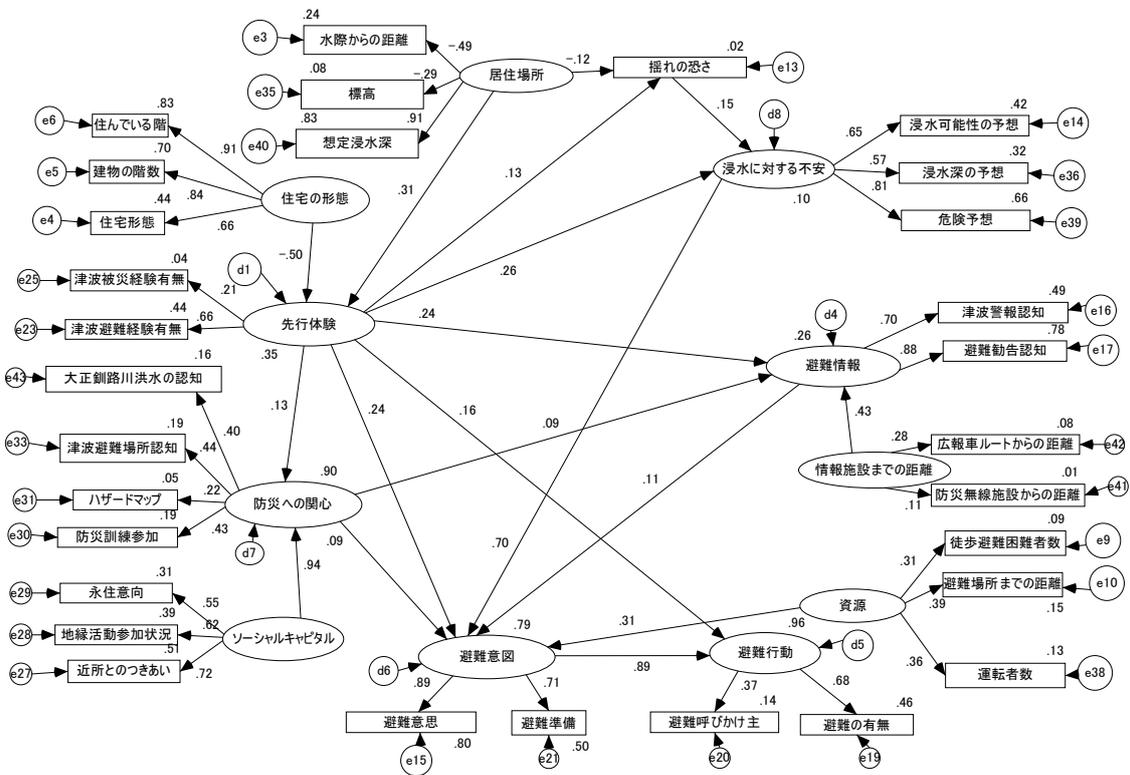


図 3.3-9 釧路市の最終モデル(標準解, GFI=0.797, AGFI=0.756, RMSEA=0.059)

(2)高潮からの避難⁶⁾

1) 調査方法

平成 19 年 8 月 2 日 18 時頃に、台風 5 号は宮崎市日向市付近に上陸した後に周防灘を北上し、3 日 1 時頃に山口県宇部市付近に再上陸した。このため、山口県の周防灘沿岸を対象に、2 日 15 時 28 分に高潮警報が発表された。この後、宇部市は同日 16 時 30 分に、平成 11 年の台風 18 号による高潮被害を受けた地域(2,100 世帯, 5,200 人)について避難勧告を発令し、広報車、防災メール(約 1,300 人が登録)、電話連絡などにより避難を呼びかけた。西隣の山陽小野田市も、同日 17 時 30 分に避難勧告を発令し(対象:1,053 世帯, 2,520 人)、広報車、有線放送(旧山陽町)、コミュニティ FM を通じて避難を呼びかけた。宇部では、19~24 時に風速が 10m/s 程度となり、21 時まで 10mm 未満だった降水量は 22~24 時に 15mm 以上となり、23 時 27 分に最高潮位 T.P.+2.44m を記録した(既往最高潮位:T.P.+3.51m)。この台風により、宇部市で床下浸水 8 棟の被害があった。3 日 2 時 23 分に高潮警報は高潮注意報に切り替えられ、同日 5 時 39 分に高潮注意報は解除された。これに伴い、両市の避難勧告は解除された。

この台風で避難した人と避難しなかった人を分ける要因が何か明らかにするため、宇部市と山陽小野田市の避難勧告対象地域(図 3.3-10)の住民を対象に、質問紙調査を実施した。質問紙は釧路市と同様であるが、揺

れの恐さを風・雨の恐さに替えた。

住宅の位置や形態の点で標本が偏らないようにするため、避難勧告対象地区の各町丁目について、標高帯(5段階)、住宅形態(戸建て、集合住宅)の属性を組み合わせた単位で配布対象候補世帯数を配分し、その中で調査対象世帯を無作為に抽出した。

質問紙は、平成19年12月15～19日に、両市とも650戸に、手渡し(宇部市551戸、山陽小野田市527戸)と投函により配布した。また、回答された質問紙は、送料着払いの郵送で回収した。回収率は、宇部市で61%(398戸)、山陽小野田市で46%(298戸)である。



図 3.3-10 調査対象地域

なお、両市とも周防灘に面しており、昭和17年の周防灘台風の高潮により宇部市で297人、旧小野田市で141人が亡くなり、平成11年の台風18号の高潮では死者がなかったものの、宇部市で840棟、旧山陽町植生地区で555棟の家屋被害があった。平成11年以降、設計潮位が見直され、海岸堤防・護岸の嵩上げが一部で行われている。

高潮に関する避難勧告は、両市とも、平成17年の台風14号や平成18年の台風13号でも発令されている。宇部市では、平成11年以降、自主防災組織の設立が進むとともに、過去の浸水区域や避難場所を示した「宇部市防災マップ」が作成されている。山陽小野田市では、想定浸水区域を示した「高潮避難地図」が順次整備され、対象地区の全戸に配布されている。

2) 調査結果

宇部市と山陽小野田市の世帯人員の傾向は似通っており、それぞれ、1人が12.3%と13.8%、2人が40.5%と43.3%、3人が23.1%と17.4%などとなっている。また、歩いて避難することが難しい同居者がいる世帯の割合は、宇部市で19.4%、山陽小野田市で23.8%であった。住宅形態も同様であり、一戸建てが宇部市で95.2%、山陽小野田市で94.6%であり、建物の階数は平屋が宇部市で29.4%、山陽小野田市で21.1%、2階建てが宇部市で69.6%、山陽小野田市で75.5%などとなっていた。また、一日の中で最も長く過ごすのが1階との回答は、宇部市で89.4%、山陽小野田市で89.3%であった。

回答者の位置情報を地理情報システムに入力し、回答者住居の標高、水際線(最も近い海岸線または河川)からの距離、避難所までの距離を測定した。その結果の概要は以下の通りである。

・回答者住居の標高は、2m未満が宇部市で22.1%、山陽小野田市で3.7%、2～3mが宇部市で14.6%、山陽小野田市で22.5%、3～4mが宇部市で23.9%、山陽小野田市で41.6%などであった。

・海岸線からの距離は宇部市の方が長く、100m未満が宇部市で14.8%、山陽小野田市で29.9%、100～200mが宇部市で7.5%、山陽小野田市で37.2%、200～300mが宇部市で11.3%、山陽小野田市で13.1%などとなっており、宇部市では1,000m以上が34.4%を占めている。また、水際からの距離については、宇部市において

1,000m以上の割合は10.8%であった。

・指定された避難場所までの距離は宇部市の方が長く、400m未満が宇部市で32.9%、山陽小野田市で68.8%などとなっている。

普通の台風より怖いと回答した人の割合は、風については宇部市で12.8%、山陽小野田市で19.1%、雨については宇部市で7.3%、山陽小野田市で15.5%に過ぎなかったが、山陽小野田市の方が風雨を恐く感じた人の割合が高かった。

自宅が「必ず水に浸かるといった」または「たぶん水に浸かるといった」人は、宇部市で9.3%、山陽小野田市で14.1%であった。また、自宅がどの深さまで水に浸かるかもしれないかと思ったか質問したところ、「水に浸かるかもしれないと思うときはなかった」が宇部市で49.5%、山陽小野田市で49.0%と最も多く、次いで「自宅の周り」が宇部市で31.2%、山陽小野田市で26.8%と多く、床下以上の浸水については宇部市で17.3%、山陽小野田市で21.5%に留まった。さらに、命の危険性については、「避難しないと絶対助からないと思った」または「避難しないと助からないかもしれないと思った」人の割合は宇部市で1.6%、山陽小野田市で5.3%である。このように、台風接近時において、浸水の可能性や命の危険性を感じた人はごく少数であったが、山陽小野田市の方が危険側の予想をしていた。

高潮警報が発表されたことを、知っていた人が宇部市で65.8%、山陽小野田市で71.1%であった。知っていた人に警報の認知手段を複数回答可として回答を得たところ、広報車・消防車が宇部市で57.6%、山陽小野田市で59.0%、テレビが宇部市で52.7%、山陽小野田市で60.8%、近所の人が宇部市で12.6%、山陽小野田市で16.5%、ラジオが宇部市で13.4%、山陽小野田市で9.4%などであり、山陽小野田市では有線放送が9.9%であった。

避難勧告が発令されたことを、知っていた人が宇部市で65.3%、山陽小野田市で66.1%であった。その認知手段(複数回答可)は、広報車・消防車が宇部市で64.2%、山陽小野田市で67.5%、テレビが宇部市で42.3%、山陽小野田市で47.2%、近所の人が宇部市で17.7%、山陽小野田市で21.8%、ラジオが宇部市で10.4%、山陽小野田市で9.6%などであり、山陽小野田市では有線放送が10.7%であった。警報と同様の傾向であるが、警報と比べて、テレビの割合が少なく、広報車・消防車、近所の人という地域の伝達手段の割合が若干多くなっている。

避難勧告認知の有無を問わず、台風接近時に避難しようと思ったかどうか質問したところ、「避難しなければいけないと思った」と「避難した方がいいと思った」を合わせた割合は、宇部市で12.6%、山陽小野田市で21.8%であった。

また、避難を準備したかどうか質問したところ、「避難場所がどこか確認し、持ち出す荷物を整理した」が宇部市で14.8%、山陽小野田市で29.9%、「避難場所がどこか確認したが持ち出す荷物の整理はしなかった」が宇部市で21.4%、山陽小野田市で21.8%、「避難の準備をしなかった」が宇部市で60.8%、山陽小野田市で46.0%であった。

避難した人は宇部市で9.0%、山陽小野田市で18.8%であり、その割合は自宅が水に浸かるかもしれないと思った人の割合とほぼ一致している。

避難した人(宇部市36人、山陽小野田市56人)にその開始時間を問うたところ、午後5時頃が宇部市で30.6%、山陽小野田市で35.7%、午後6時頃が宇部市で25.0%、山陽小野田市で25.0%、午後7時頃が宇部市で22.2%、山陽小野田市で17.9%などとなっている。両市とも、避難勧告の発令から2時間以内に、避難した人の半数以上が避難している。

同様に避難の交通手段については、自動車が宇部市で83.3%、山陽小野田市で66.1%、徒歩が宇部市で8.3%、山陽小野田市で21.4%などとなっており、山陽小野田市の方が徒歩の割合が高い。

避難した人に避難のきっかけを問うたところ、表 3.3-1 のように、避難勧告や高潮警報の発令、風が強くなってきたこと、市役所・消防の呼びかけを挙げる人が多かった。一方、避難しなかった人にその理由を問うたところ、表 3.3-2 のように、「高潮にはならないと思った」、「テレビで様子を見ていた」、「近所の人が誰も避難していなかった」、「風雨の中の避難は危険だと思った」の順に多かった。

表 3.3-1 避難のきっかけ(複数回答)

回答	宇部市(%)	山陽小野田市(%)
高潮警報の発表を知った	22.2	25.0
避難勧告の発令を知った	27.8	53.6
近所の人の避難の呼びかけ	5.6	10.7
市役所・消防の避難の呼びかけ	30.6	28.6
テレビ・ラジオの避難の呼びかけ	2.8	16.1
風が強くなってきた	27.8	35.7
雨が強くなってきた	11.1	21.4
外が暗くなってきた	0.0	3.6
その他	11.1	10.7
無回答	8.3	1.8

表 3.3-2 避難しなかった理由(複数回答)

回答	宇部市(%)	山陽小野田市(%)
高潮にはならないと思った	53.9	52.1
自力での避難が無理だった	3.1	2.1
近所の人が避難していなかった	29.4	28.2
避難する場所がわからなかった	3.1	1.3
テレビで様子を見ていた	42.5	37.0
車など避難する足がなかった	3.6	4.2
体が不自由な家族がいる	3.6	6.3
風雨の中の避難は危険だと思った	15.8	22.7
その他	13.9	17.6
無回答	2.8	2.1

近所の人から避難を呼びかけられた人は宇部市で 16.6%、山陽小野田市で 24.2%であった。逆に、近所の人に避難を呼びかけた人は宇部市で 12.8%、山陽小野田市で 20.5%であった。山陽小野田市の方が避難の呼びかけ合いが行われていた。

高潮の被災経験を質問したところ、「高潮の被害を受けたことはない」が宇部市で 39.2%、山陽小野田市で 30.9%、「平成 11 年の台風 18 号の高潮で被害を受けた」が宇部市で 41.2%、山陽小野田市で 58.1%、「昭和 17 年の周防灘台風の高潮で被害を受けた」が宇部市で 15.3%、山陽小野田市で 16.8%などであった。平成 11 年の台風 18 号による高潮被害の経験者が半数程度を占めている。また、高潮以外の被災経験を尋ねたところ、「高潮以外の被害を受けたことはない」が宇部市で 53.3%、山陽小野田市で 59.7%、「大雨で浸水被害を受け

た」が宇部市で 15.8%、山陽小野田市で 6.4%などであった。

高潮からの避難の経験については、「高潮では避難したことがない」が宇部市で 68.1%、山陽小野田市で 47.3%と多いが、5.5%～24.2%の人が昭和 17 年の周防灘台風、平成 11 年の台風 18 号、平成 17 年の台風 14 号、平成 18 年の台風 13 号で避難している。

防災訓練に参加したことがない人は宇部市で 76.9%、山陽小野田市で 71.8%を占めている。

宇部市において「宇部市防災マップ」を見たことがある人は 56.5%、山陽小野田市において「高潮避難地図」を見たことがある人は 61.4%であった。

避難場所については、「歩いて行ける距離にある」が宇部市で 71.1%、山陽小野田市で 73.8%、「歩いて行けない距離にある」が宇部市で 13.1%、山陽小野田市で 15.8%、「避難場所を知らない」が宇部市で 11.8%、山陽小野田市で 3.4%であった。

また、浸水想定区域内に自宅があることを認識している人が宇部市で 53.5%、山陽小野田市で 60.7%であるが、自宅が浸水想定区域内かどうかわからない人が宇部市で 33.9%、山陽小野田市で 23.5%いた。

過去の甚大な災害として、昭和 17 年の周防灘台風で大きな被害が出たことを知っているかどうか質問したところ、「よく知っている」と「聞いたことがある」を合わせた割合は、宇部市で 80.9%、山陽小野田市で 87.2%を占めた。

他人への信頼感については、「ほとんどの人は信頼できる」が宇部市 19.8%、山陽小野田市 21.1%、「信頼できる人の方が多い」が宇部市 37.7%、山陽小野田市 36.6%、「どちらともいえない」が宇部市 31.2%、山陽小野田市 27.2%、「信頼できない人の方が多い」が宇部市 4.5%、山陽小野田市 8.1%、「ほとんどの人は信頼できない」が宇部市 3.0%、山陽小野田市 1.7%であった。内閣府調査の全国平均と比べると、信頼感が高かった。

近所とのつきあいの程度については、「互いに相談、日用品の貸借をする等生活面で協力」が宇部市 16.1%、山陽小野田市 26.5%、「日常的に立話程度のつきあい」が宇部市 60.6%、山陽小野田市 51.7%、「あいさつ程度の最小限のつきあい」が宇部市 20.4%、山陽小野田市 17.4%、「つきあいは全くしていない」が宇部市 0.5%、山陽小野田市 0.7%であった。永住意向については、「永住したい」が宇部市 44.5%、山陽小野田市 52.7%、「どちらかといえば永住したい」が宇部市 20.4%、山陽小野田市 12.8%、「どちらともいえない」が宇部市 20.1%、山陽小野田市 15.4%、「どちらかといえば永住したくない」が宇部市 7.0%、山陽小野田市 7.0%、「永住したくない」が宇部市 5.5%、山陽小野田市 7.4%であった。近所とのつきあいの程度、永住意向とも、内閣府調査の全国平均を上回っていた。

地縁活動への参加状況については、「年に数回程度」が宇部市 41.5%、山陽小野田市 36.9%と最も多く、「活動していない」が宇部市 29.6%、山陽小野田市 29.2%、「月に 1 日程度」が宇部市 9.8%、山陽小野田市 9.1%などとなっていた。地縁活動への参加状況についても、全国平均より高かった。

3)避難意思決定要因の分析

釧路市での調査と同様に、避難行動に関わる要因間の関係について仮説を立て、質問紙調査の回答と地理情報システムで整理された回答者の位置情報を観測変数として、共分散構造分析で仮説を検証した。

検証に用いる仮説は、釧路市と同様に、避難行動と避難意図を分け、避難意図に関わる各要因を潜在変数(楕円囲み)として設定し、各潜在変数について観測変数を設定した。たとえば、避難意図には浸水に対する不安と風雨の恐さが関係するものとし、浸水に対する不安には風雨の恐さ、避難情報、防災への関心、住宅形態、先行体験、居住場所が関係しているものとした。また、各潜在変数について観測変数(図 3.3-11～12 の四角囲み)を設定した上で、因子分析の結果を参考に観測変数を絞り込むとともに、不適解となるパスを削除することで、最終的なパス図(図 3.3-11～12)を得た。GFI と AGFI が 0.9 を下回り、RMSEA が 0.05 を上回っていること

から、モデルの適合度は高いとはいえないが、要素間の関係は推察できると考える。

パス係数に着目すると、両市とも、「台風に対する恐さ→浸水に対する不安→避難意図→避難の有無(避難行動)」というパスが明瞭に現れているが、避難情報の認知は浸水に対する不安や避難意図にほとんど関係していない。表 3.3-1 とは異なり、高潮警報や避難勧告の認知が避難行動にあまり影響していない傾向を窺うことができる。また、ハザードマップや避難場所の認知、防災訓練への参加経験などの防災への関心は、両市とも、避難情報の認知に繋がっているが、避難意図には直接関係していない。

宇部市では、浸水に対する不安のほか、高潮の避難経験や避難に関わる資源が避難意図に比較的強く関係している。この結果から、避難訓練、要援護者対策、近隣への避難場所整備が、避難を促進する上で重要と考えられる。一方、山陽小野田市では、避難に関わる資源が避難意図と関係していないが、避難場所までの距離が比較的短いことによりその効果が現れにくかったためと推察される。

ソーシャルキャピタルは、防災への関心を高めることを通じて避難情報の認知を促しており、避難に繋がる防災活動の礎として機能している可能性が示唆された。また、ソーシャルキャピタルから防災への関心への矢印を逆にしても大きなパス係数が算出されたことから、この両者には双方向に密接な関係があるものと考えられる。

以上のように、釧路市と宇部市・山陽小野田市との間で、津波と高潮で事象は異なるものの、「浸水に対する不安→避難意図→避難行動」というパス、避難勧告等の避難情報が避難行動にあまり影響していないこと、ソーシャルキャピタルと防災への関心との間に双方向の関係があることが共通していた。

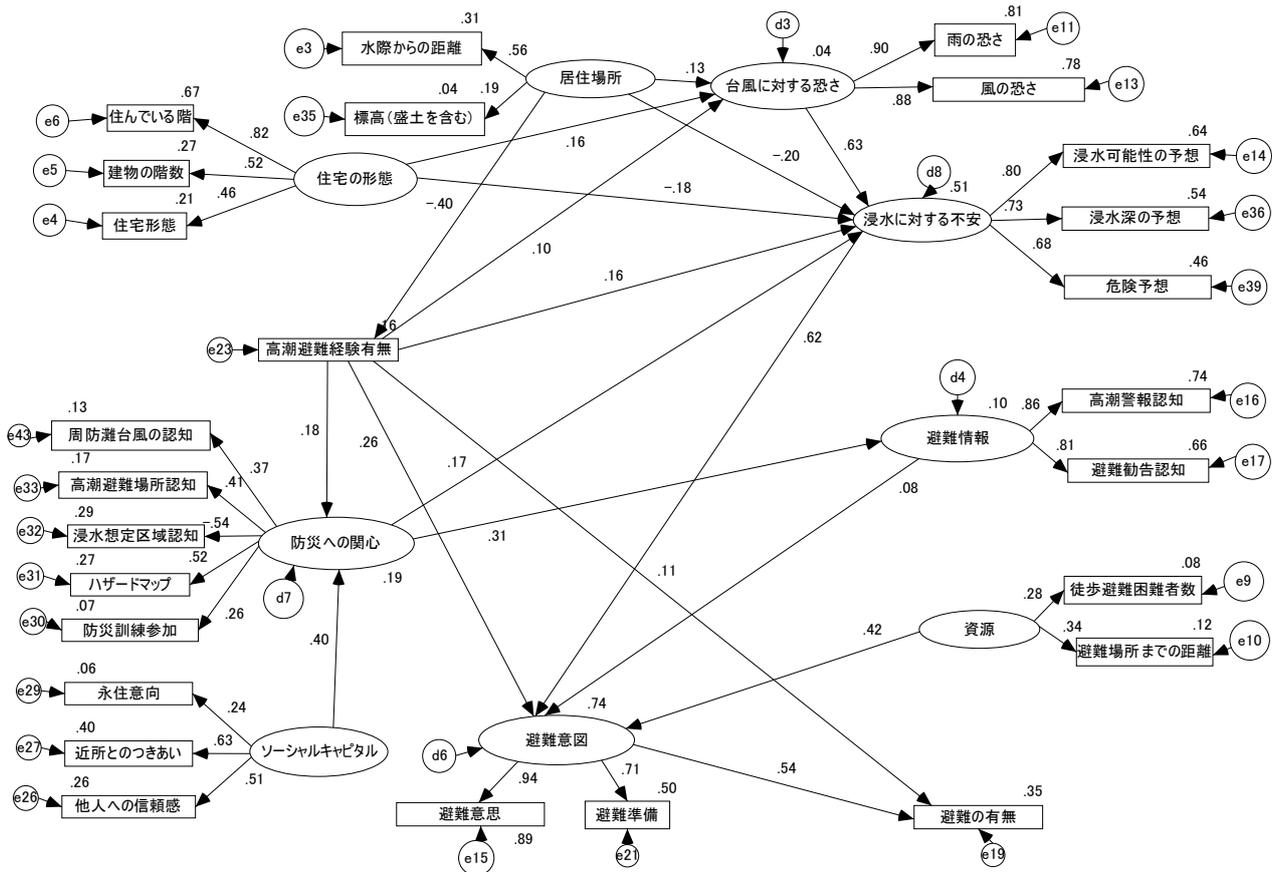


図 3.3-11 宇部市の最終モデル(標準解, GFI=0.797, AGFI=0.756, RMSEA=0.059)

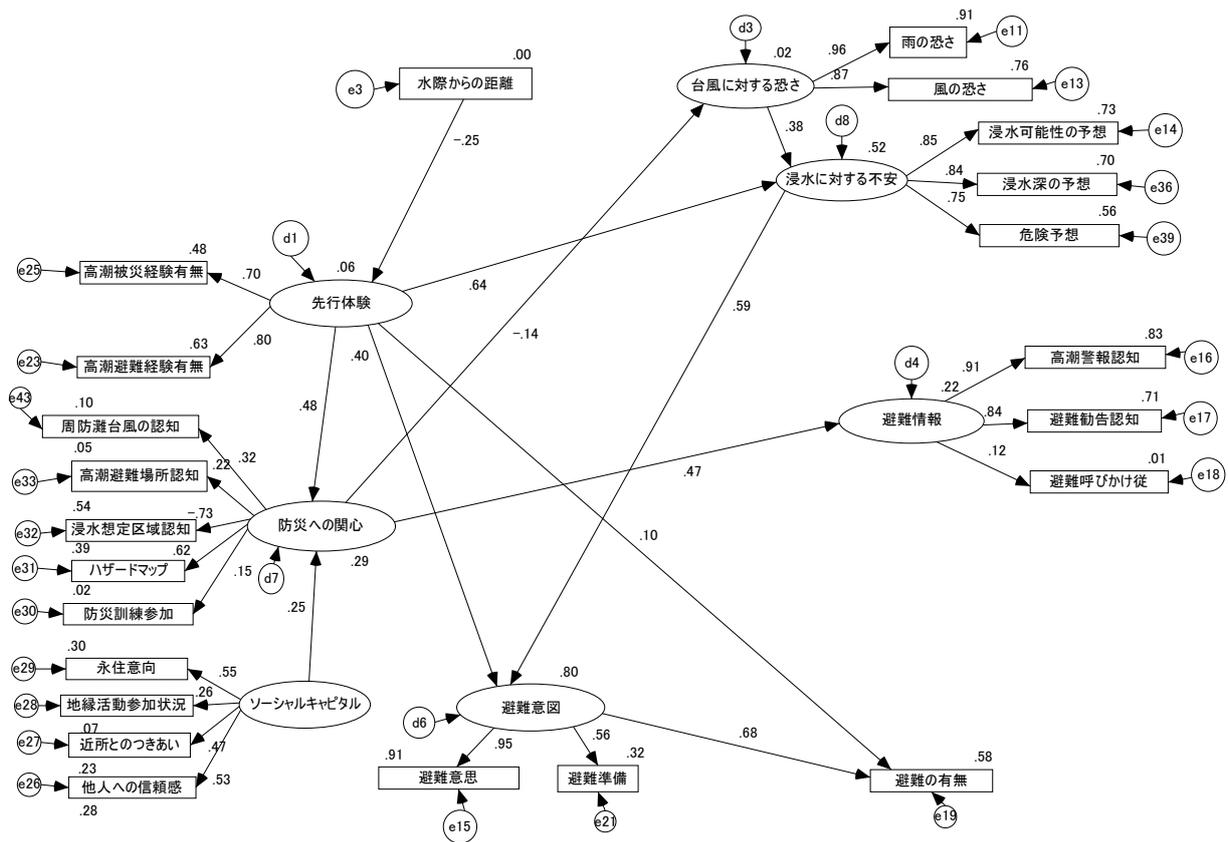


図 3.3-12 山陽小野田市の最終モデル(標準解, GFI:0.797, AGFI:0.747, RMSEA:0.077)

3.3.4 避難促進施策の試行と効果分析⁷⁾

1) ワークショップの概要

質問紙調査で解明された避難意思決定要因をふまえて、北海道釧路市において津波避難ワークショップを試行し、その効果を検証した。ワークショップとは、主体的に参加し、個人ではなくグループで、聴講だけでなく体験を通じて学習する形態であり、ハザードマップの単なる配布等と比べて避難促進の効果が高いと考えられる。

図 3.3-9 を踏まえて、図 3.3.13 のようにワークショップの重点事項を整理した。

- 避難意図・行動に関係している被災経験を擬似的に得るため、市内で撮影した写真に想定津波による浸水の様子を合成した動画を作成し、ワークショップで説明する。津波の遡上状況がわかる映像は、スマトラ沖地震後に何度も目にする機会があったが、釧路市でも津波による浸水が想定されていることが一目でわかるように、釧路市民に馴染み深い釧路川の幣舞橋周辺を対象とした(図 3.3-14)。また、釧路市に津波が来襲したことがあることを周知するため、多数の市民が避難した昭和 27 年の十勝沖地震などの体験談を参加者や地域で共有できるように絵としてまとめる。被災体験を絵にすることは木村・林⁸⁾によって行われているが、その作業をワークショップの中で行うことで、想定されている災害を自身や地域の問題として認識することに繋がると考えた。
- 避難行動に関係していなかった津波警報や避難勧告について、その発令時の危険性について説明することで、浸水に対する不安や避難意図を高める。
- 近所づきあいや地域活動が防災にも寄与することを理解し、その活動を促す。

なお、ワークショップの意味がわかりにくいとの指摘が自主防災会役員からあったことから、「津波からの避難に関する座談会」と称してワークショップを開催した。

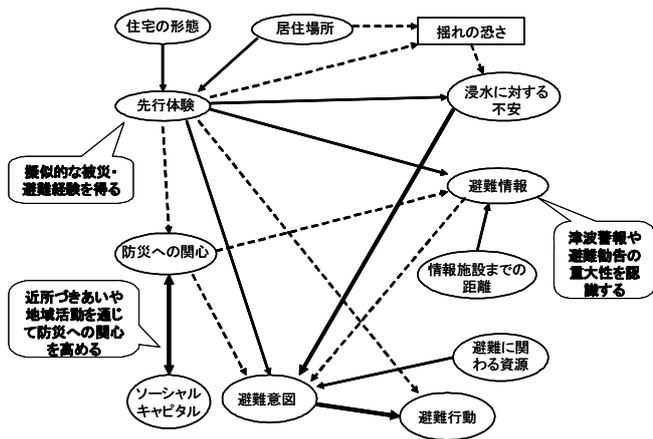


図 3.3-13 避難意思決定要因とワークショップの重点事項



図 3.3-14 津波遡上動画の一場面

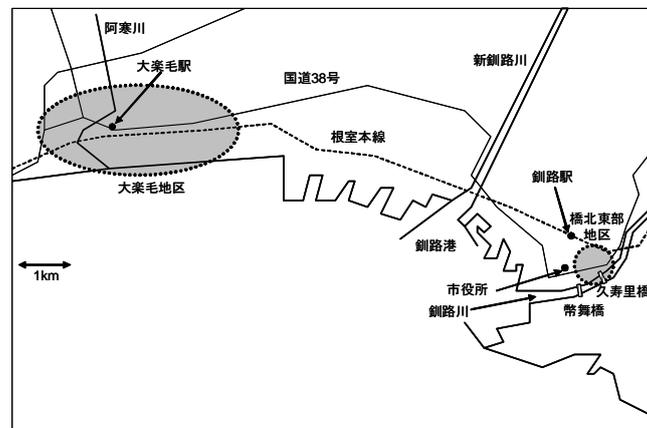


図 3.3-15 対象地区の位置

ワークショップは、釧路川右岸の橋北東部地区と阿寒川河口近くの大楽毛地区において(図 3.3-15)、自主防災組織の協力のもと、表 3.3-3 のように各3回実施した。参加人数を表 3.3-4 に示す。

表 3.3-3 ワークショップの内容

回	内容
第1回 (2008年11月)	ワークショップの目的・構成(説明) 浸水危険性の説明(過去の津波, 浸水想定, 津波遡上動画など) 避難情報の意味説明(津波警報, 避難勧告) 2006年11月千島列島沖地震における釧路市民の避難実態(説明) 浸水想定区域および津波避難体験の地図表示(白地図(図-3)を囲んで討議)
第2回 (2009年1月)	前回ワークショップの概要説明 津波避難体験の復元画案についての討議 正常化の偏見(説明)
第3回 (2009年2月)	前回ワークショップの概要説明 津波避難体験の復元画案についての討議 避難しない理由に対応した避難必要性説明

表 3.3-4 ワークショップの参加者

地区	第1回	第2回	第3回
大楽毛	18 人	15 人(うち 12 人が連続参加)	15 人(うち 12 人が連続参加)
橋北東部	27 人	33 人(うち 18 人が連続参加)	21 人(うち 9 人が連続参加)

第1回ワークショップでは、ワークショップの目的や構成を紹介した後、昭和27年の十勝沖地震などの過去の津波、想定されている津波(動画)、津波警報や避難勧告の意味、平成18年11月の千島列島沖地震における釧路市民の避難実態について説明した。その後、対象地区の白地図を参加者で囲み、ハザードマップに書かれている想定浸水区域を確認し、自由に発言された津波の体験談などを白地図に記入した。ワークショップの後、その体験談の場面を事務局で白黒のスケッチを作成した。

第2回ワークショップでは、第1回ワークショップでの議論を紹介した後、事務局で作成した体験談のスケッチを叩き台として、過去の津波の場面について話し合った。その後、正常化の偏見について説明し、それが避難を妨げる要因の一つになっていることを伝えた。その結果をふまえ、ワークショップの後、カラーの復元画を事務局で作成した。

第3回ワークショップでは、前回までの議論を紹介した後、カラーの復元画を紹介して、最終的な確認を行った。また、避難しない理由として「津波警報が出ていつも大したことがない」、「高さ1mの波ならいつも来ている」、「揺れが小さいから津波も小さい」、「テレビで様子を見ているから大丈夫」を取り上げ、それでも避難する必要があることを説明した。

郊外に位置する大楽毛地区では、昭和27年の十勝沖地震や昭和35年のチリ地震の体験談はなかったものの、平成6年の北海道東方沖地震などにおいて、停電によって根室本線の遮断機が降りたままになる一方、釧路空港方面に避難する車で国道38号が渋滞し、それらが避難の支障になったことが聞かれたので(図3.3-16)、その場面を絵にすることとした(図3.3-17)。第2回以降では、遮断機や渋滞により車での避難が難しいことをふまえ、近所の避難場所への避難について議論がなされた。

古くからの市街地で集合住宅が多い橋北東部地区では、昭和27年の十勝沖地震や昭和35年のチリ地震における避難体験や釧路川での津波の挙動について、多数の体験談が得られた(図3.3-18)。それをふまえて、市役所があった高台への避難の様子や、釧路川に架かる久寿里橋の被災状況(図3.3-19)を絵にした。議論の中では、津波がやって来る方向に避難場所がある、廃校となった小学校を避難場所として活用できないかななどの意見が出された。

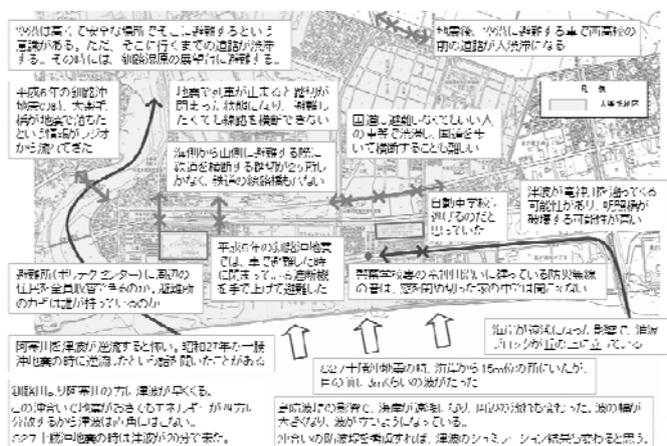


図 3.3-16 白地図に書き込まれた体験談(大楽毛地区)

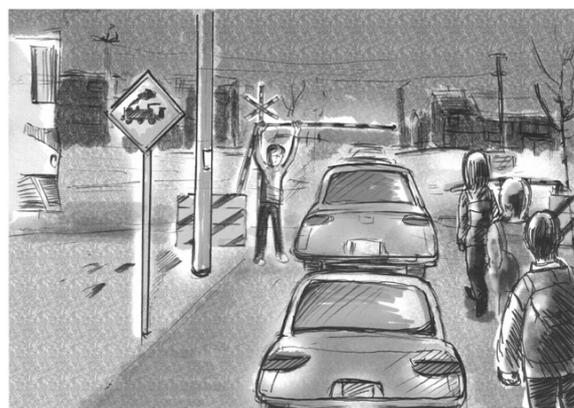


図 3.3-17 作成された復元画(遮断機が降りた踏切)



図 3.3-18 白地図に書き込まれた体験談(橋北東部地区) 図 3.3-19 作成された復元画(壊れた久寿里橋)

2)ワークショップの効果分析

避難勧告発令時の避難意向や浸水可能性の認識などを、各ワークショップ前後に質問紙を使って測定した。質問紙では、浸水可能性の認識(お住まいの地区で、津波により浸水する可能性があるか、あなたは思いますか?)、避難必要性の認識(お住まいの地区で、津波の来襲が予想される場合、避難する必要があるかあなたは思いますか?)、避難勧告発令時の避難意向(今後、津波の来襲が予想されるため避難勧告が発令されたら、あなたはどのように行動すると思いますか?)を尋ねた。

図 3.3-20~22 は、それぞれ浸水可能性の認識、避難必要性の認識、避難勧告発令時における避難意向について、大楽毛地区でのワークショップの前後における回答を集計したものである。第1回ワークショップの前では、浸水の可能性はかなり高い、あるいはやや高いと回答した人は約2割、避難の必要性はかなり高い、あるいはやや高いと回答した人は約半数、避難勧告発令時に必ず避難する、あるいは避難すると回答した人は約半数に止まっていた。各回のワークショップの前後で比較すると、ワークショップ後の方が、浸水可能性や避難必要性の認識が高くなり、避難意向も強くなっている。また、次回のワークショップまでに認識や意向はある程度元に戻るものの、ワークショップの回数を重ねるにつれて、認識や意向が向上する傾向が認められる。大楽毛地区は津波の経験者が少ない地区であり、津波遡上を現した動画や避難形態についての議論によって、必ずしも高いとは言えなかった浸水可能性の認識などが向上したものと考えられる。

図 3.3-23~25 は、それぞれ浸水可能性の認識、避難必要性の認識、避難勧告発令時における避難意向について、橋北東部地区でのワークショップの前後における回答を集計したものである。大楽毛地区と比べると、第1回ワークショップの前では、浸水の可能性や避難の必要性は高いと回答した人、避難勧告発令時に避難すると回答した人の割合は大きい。逆に浸水の可能性や避難の必要性はかなり低いと回答した人、避難勧告発令時に必ず避難しないと回答した人の割合も大きい。このことから、浸水可能性等の認識や避難意向がはっきりと二分化されていたと考えられる。

第1回ワークショップの前後で比較すると、ワークショップ後の方が、浸水可能性等の認識や避難意向が下がっている。白地図を囲んだ議論の中で、避難するかどうかは自分の勘で決めるなどの意見が出され、それが参加者に影響していたと考えられる。この結果をふまえて、第2回ワークショップ以降、復元画についての討議を通じてこの地区に津波が来る可能性があることを認識していただくとともに、正常化の偏見など避難の阻害要因について丁寧に説明することとした。これにより、第2回と第3回についてはワークショップ前後で避難意向が高めることができた。なお、ワークショップに3回とも参加した人の割合が小さいことから、ワークショップ全体を通じた認識や意向の変化は把握できなかった。

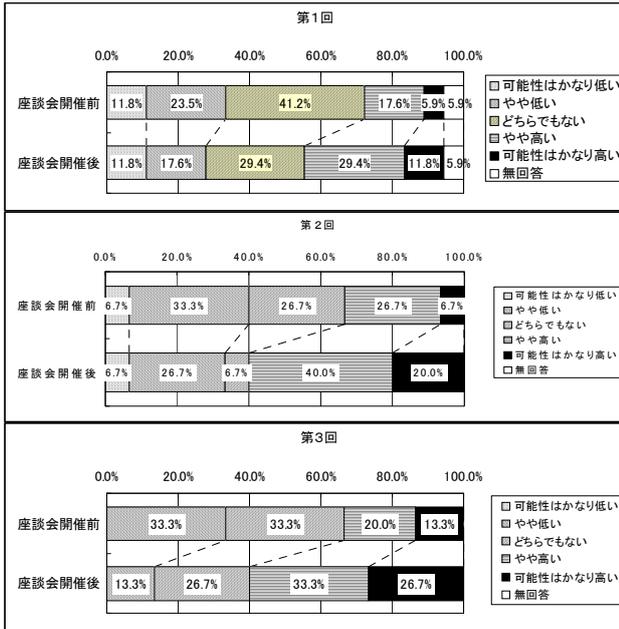


図 3.3-20 大楽毛地区における浸水可能性の認識

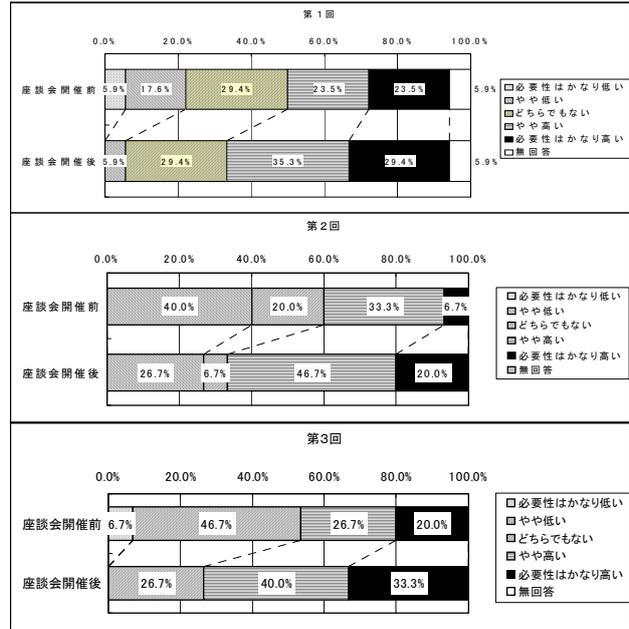


図 3.3-21 大楽毛地区における避難必要性の認識

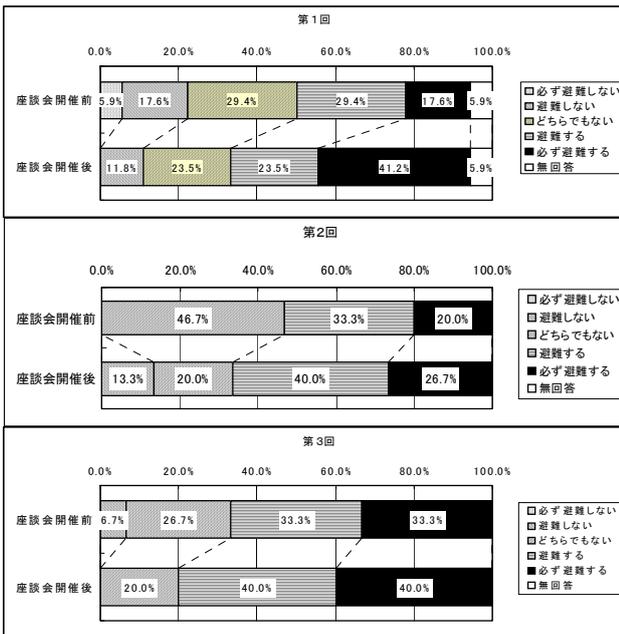


図 3.3-22 大楽毛地区における避難意向

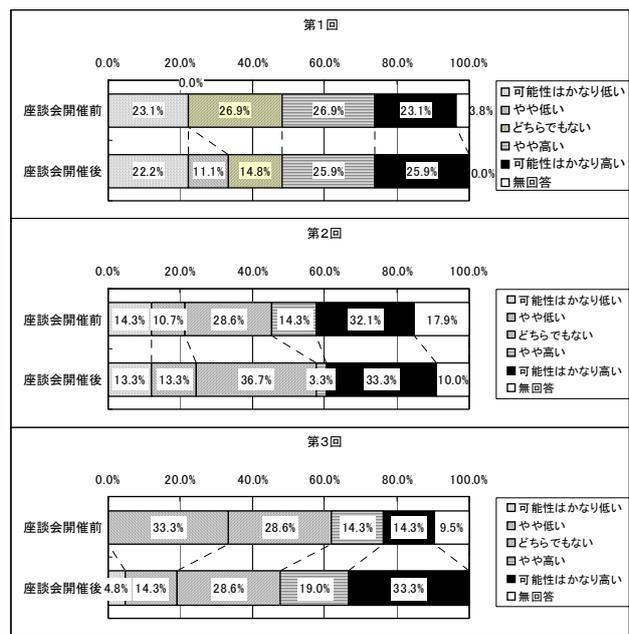


図 3.3-23 橋北東部地区における浸水可能性の認識

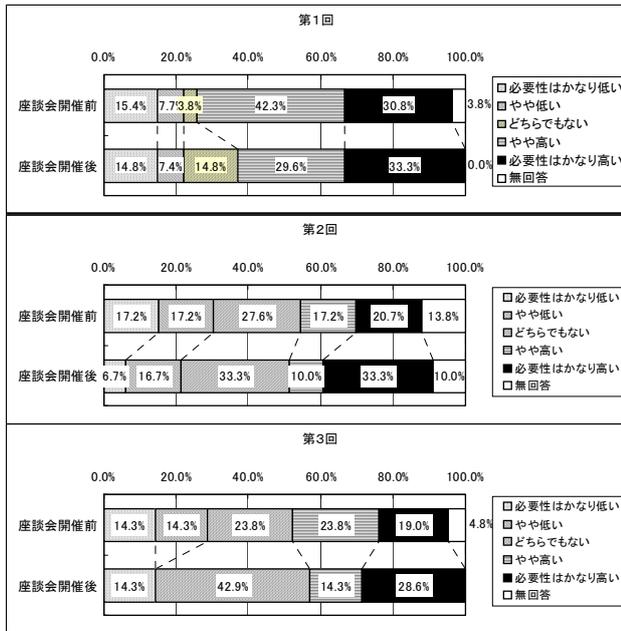


図 3.3-24 橋北東部地区における避難必要性の認識

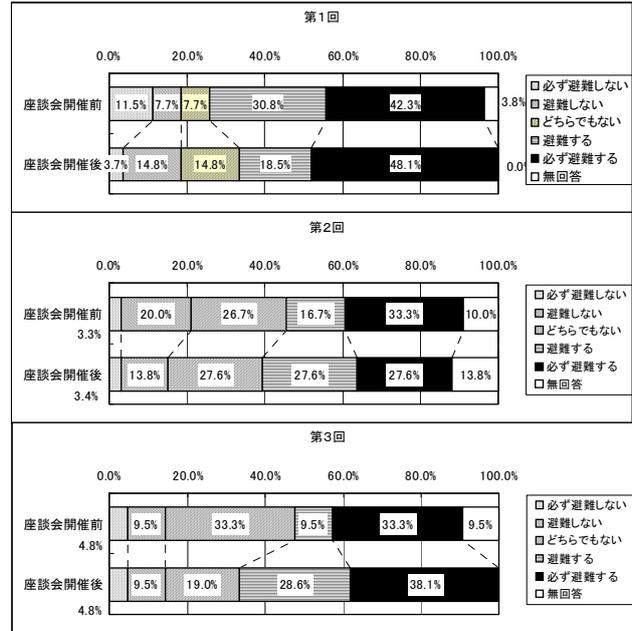


図 3.3-25 橋北東部地区における避難意向

3)まとめ

本調査で得られた主な結論は以下の通りである。

- ・対象地域での避難意思決定要因に基づいて津波からの避難に関するワークショップを企画することで、避難勧告発令時の避難意向を高めることができた。
- ・擬似的な被災・避難経験を得る方法の一つとして、想定されている津波の遡上状況を表す動画を作成するとともに、過去の津波来襲時における状況を復元画として表し、ワークショップに活用できることを確認した。
- ・ワークショップによっては参加者の避難意向を弱めてしまうが、効果分析を通じて次回の内容を改善することで所要の成果が得られることを確認した。

3.3.5 避難意思決定要因に基づく避難促進施策の進め方

本研究で対象とする避難促進施策は、高潮や津波からの住民の適切な避難を促すことを目的にして、市町村や自主防災会等が住民を対象に実施する施策と定義する。

避難促進施策の試行結果をふまえて、避難促進施策の進め方の要点を図 3.3-26 のように整理した。避難促進施策の形態は、ワークショップ、防災教育、避難訓練など様々であるが、各施策は目的達成の一手段として位置づけられる。

最初に、対象地域の特性を把握する必要がある。干拓や築堤等の地形的な変化や都市化等の社会的な変化など、現在の地域が成り立つまでの歴史的な経緯は、対象地域の災害と大きく関係している。また、高潮、津波、洪水等の災害履歴を近世にまで遡って把握するとともに、近年における高潮等からの避難実態を確認する。さらに、自主防災組織や自治会など地域防災に関わる住民組織等の活動状況を把握する。

次に、対象地域の自治会長へのヒアリング等により、避難行動に関する課題を抽出する。課題の例としては、下記のようなものが考えられる。

- ・避難勧告が発令されても避難しない住民が多い
- ・避難場所を知らない住民が多い
- ・避難に際し援護が必要な住民がいる

・防災に限らず地域への住民の関心が低い

抽出された課題について、対象地域の住民を対象とした質問紙調査やヒアリング等により、避難行動に関わる実態把握を行う。把握する項目については、3.3.3 で示した質問紙調査の項目のように、避難勧告発令時の避難意思とその決定要因、想定されている高潮・津波の危険性認識、避難勧告や津波警報等の重大性の認識、防災への関心に繋がる地域活動への関心等が考えられる。

把握された避難意思決定要因に基づいて避難促進施策を企画し、その効果検証を通じて避難促進施策を改善しながら課題の解決を図る。想定されている災害を自分の問題として住民が捉えられるように、ハザードマップのような地図表示だけでなく、想定されている災害のイメージを身近な景色に表示する方法が有効である。また、施策を継続する上でソーシャルキャピタルは大きな役割を果たすと考えられることから、防災以外の面においてもソーシャルキャピタルの蓄積が求められる。さらに、過去の災害経験を非経験者が想像できるように、経験談を掘り起こし、それらを図化することも効果的である。避難促進施策の後には、参加者に伝えたかったことが伝わったかどうかを確認し、伝わっていなければ伝え方を改善して繰り返し伝える必要がある。

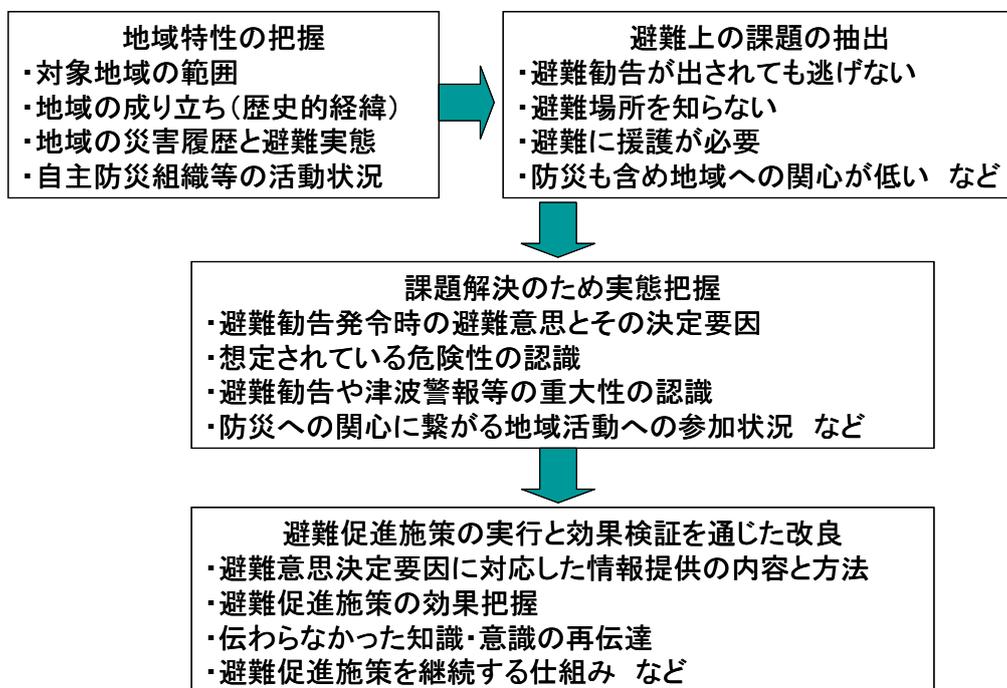


図 3.3-26 避難促進施策の進め方の要点

3.3.6 まとめと今後の課題

高潮・津波に関して、住民の避難意思決定における各要因の影響について質問紙調査を行い、浸水に対する不安や先行体験が避難行動に繋がっているものの、避難勧告等の避難情報が浸水に対する不安や避難行動にあまり繋がっていないことなどを明らかにした。その上で、このような要因をふまえた住民ワークショップを試行し、その避難促進効果を確認した。これらの検討成果をふまえて、避難意思決定要因に基づく避難促進施策の進め方を提案した。

ワークショップ等の避難促進施策は、実施直後の効果が確かめられたが、その効果がどの程度持続するのかが明らかになっていない。ワークショップを試行した地域での追跡調査により効果の持続性を測定し、効果持続性が高い避難促進施策の進め方について検討する予定である。

謝辞

質問紙調査については釧路市総務部総務課, 釧路市消防本部, 宇部市総務部防災課, 山陽小野田市総務部総務課に, ワークショップについては釧路市消防本部, 山陽小野田市総務部総務課に, ご協力をいただいた. 釧路市連合防災推進協議会からは, その独自の意識調査結果をご提供いただくとともに, ワークショップの開催にご協力いただいた. 宇部市西岐波校区自主防災会には, 地域での取り組みを教えていただいた. 山陽小野田市下村東自主防災会には, ワークショップの開催にご協力いただいた. 北海道総務部危機対策局防災消防課, 山口県土木建築部港湾課から地形データおよび津波想定データを提供していただいた. 釧路市の歴史については, 釧路短期大学生涯教育センターの佐藤宥紹教授からご指導をいただいた. 質問紙の設計では, 京都大学防災研究所巨大災害研究センターの林春男教授にご指導いただくとともに, 新潟大学災害復興科学センターの田村圭子教授にご助言をいただいた. さらに, 質問紙調査の回答者やワークショップの参加者には貴重な時間を割いていただいた. ここに記して謝意を表します.

【参考文献】

- 1) 加藤史訓, 諏訪義雄, 林春男:2006 年千島列島沖地震における津波からの避難の意思決定, 水工学論文集, 第 53 巻, pp.865-870, 2009 年
- 2) 内閣府国民生活局:平成 14 年度内閣府委託調査「ソーシャルキャピタル:豊かな人間関係と市民活動の好循環を求めて」, http://www.npo-homepage.go.jp/data/report9_1.html., 2003 年
- 3) Tatsuki, S., Hayashi, H., Zoleta-Nantes, D. B., Banba, M., Hasegawa, K., and Tamura K.: The Impact of risk perception, disaster schema, resources, intention, attitude, and norms upon risk aversive behavior among Marikina City residents: Structural equation modeling with latent variables, http://tatsuki-lab.doshisha.ac.jp/~statsuki/papers/ACEE2004/Tatsuki%20ACEE%20Paper_2003-12-15_.pdf, 2004 年
- 4) Fishbein, M. and Ajzen, I.: Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research, <http://people.umass.edu/aizen/f&a1975.html> , 1975 年
- 5) 吉井博明, 田中 淳, 中村 功, 中森広道, 三上俊治:住民に対する津波避難アンケート調査, 2003 年(平成 15 年)十勝沖地震に関する緊急調査研究報告書(平田直編), 21p., 2004 年
- 6) 加藤史訓, 諏訪義雄, 林春男:2007 年台風 5 号接近時における高潮からの避難の意思決定, 海洋開発論文集, Vol.25, pp.825-830, 2009 年
- 7) 加藤史訓, 諏訪義雄, 桜井 厚, 安藤 章, 川除隆広:避難意思決定要因に基づく津波避難ワークショップの効果分析, 海岸工学論文集, 第 56 巻, pp.1356-1360, 2009 年
- 8) 木村玲欧, 林 能成:地域の被災体験を収集し共有するための手法開発 — 東南海地震と三河地震を例とした愛知県三河地域での取り組み—, 東京大学地震研究所技術研究報告, No. 10, pp.12-20, 2004 年