

公益社団法人 日本地震工学会

津波等の突発大災害からの避難における諸課題に対する  
工学的検討手法およびその活用に関する研究委員会

報 告 書

平成 30 年 3 月

津波等の突発大災害からの避難における諸課題に対する工学的  
検討手法およびその活用に関する研究委員会

公益社団法人 日本地震工学会  
津波等の突発大災害からの避難における諸課題に対する工学的  
検討手法およびその活用に関する研究委員会  
報告書 目次

1. 研究委員会の概要	
1.1 研究委員会設置の趣旨と研究項目	1
1.2 研究体制	1
1.3 活動の概要	2
2. 津波避難部会	
2.1 目的と成果概要	3
2.2 中土佐町における活動	3
2.3 宮城県七ヶ浜町、多賀城市の調査	9
2.4 津波避難の課題と対策	28
3. シミュレーション普及部会	
3.1 目的と成果概要	32
3.2 文献整理	32
3.3 今後の課題	42

## 1. 研究委員会の概要

### 1.1 研究委員会設置の趣旨と研究項目

2012年に設けられた「津波などの突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会」の成果として、自治体や防災組織にとって有益な多くのデータの公開や対応策の提案を行うことができた。しかしながら、データ収集のアプローチには社会的な側面が多く含まれ、収集データを工学的なデータとして避難シミュレーションに活用したり、避難シミュレーション結果を工学的なデータとして避難における課題の対応策の検討に活用したりするなどの連携はまだ不十分であった。

そこで、先の委員会と同様に、津波避難の実態調査、避難シミュレーション、避難対策などの専門分野にかかわる研究者を総合し、これらを横断する形で避難に対する工学的で合理的な検討を行い、その検討結果の実社会での活用を促すことを目的とする。

本研究委員会は次の2項目を研究課題として取り上げた。

- (1) 津波避難に関する調査、津波避難対策の普及（津波避難部会）
- (2) 津波避難シミュレーションの普及に関する調査（シミュレーション普及部会）

先の委員会では、多くの津波避難シミュレーションのプログラムで使われるシミュレーションモデルの基本的な要因に絞って、検証と妥当性確認の方法を示す「避難シミュレーションマニュアル」を作成し、現在も公開している。このマニュアルに基づき、津波避難シミュレーションの妥当性確認を行うために必要となるシミュレーション対象地域の Shapefile や、結果の評価に用いる時間経過と避難完了者の推移など数値実験の諸元、並びに評価に必要な参照解のデータをシミュレーション普及部会では提供している。

### 1.2 研究体制

避難の研究委員会は2016年4月に発足し、2018年3月末をもって活動を終了した。その間に公募などを通じて24名が委員として参加した。そして委員会内に上述の研究項目に対応した2つの部会が設けられ、委員はいずれかの部会に属して研究活動を行った。

委員長 甲斐芳郎（高知工科大学）  
副委員長 仲村成貴（日本大学）  
幹事長 山本一敏（パシフィックコンサルタンツ）  
津波避難部会長 佐藤誠一（日本工営）  
シミュレーション普及部会長 堀 宗朗（東京大学地震研究所）  
委員 荒木秀朗（構造計画研究所）  
有川太郎（中央大学）  
生田英輔（大阪市立大学）  
磯打千雅子（香川大学）  
奥村与志弘（京都大学）  
北浦 勝（金沢職人大学校）  
久保智弘（防災科学技術研究所）  
後藤洋三（開発虎ノ門コンサルタント）  
小山真紀（京都大学）

高田和幸（東京電機大学）、  
谷下雅義（中央大学）  
照本清峰（関西学院大学）  
廣井 悠（名古屋大学）  
三上 卓（徳島大学）  
三上貴仁（早稲田大学）  
村上ひとみ（山口大学）  
森伸一郎（愛媛大学）  
柳原純夫（奥村組）  
山本正直（放送大学）

### 1.3 活動の概要

#### (1) 南海トラフ地震津波の被災が予測される地域における避難対策ケーススタディ

南海トラフ地震による津波で被害を受けることが懸念されている高知県の自治体に赴き、津浪避難対策の現状を把握するとともに、防災担当者との意見交換、避難訓練への参加、津波防災における課題抽出を行った。また、自主防災会の勉強会において意見交換し、今後の協力関係構築の一助とした。

#### (2) 東日本大震災における津波避難の実態調査

東日本大震災による津波で被害を受けた東北地方太平洋沿岸市町村の中で、宮城県七ヶ浜町は、流失家屋数に比して死者数が少なく、逆に宮城県多賀城市は流失家屋数に比して死者数が多い特徴を有している。避難の脆弱性にこのような違いが生じた要因を考察するため、七ヶ浜町役場と多賀城市役所に協力をお願いし、現地調査を行った。

#### (3) 文献調査

既往の研究成果を有効活用して避難研究の体系化を目指すこととし、まずは津波避難に関する既往の成果に基づいて避難特性や課題などを抽出するための基礎資料を得ることを目的として、津波避難に関する既往文献から研究動向を整理した。

#### (4) 研究委員会報告書の作成

津波避難および避難シミュレーションに関する課題を整理し、本報告書を作成した。

#### (5) 委員会の開催

委員全員を対象とした委員会を7回開催した。各回、運営に関する協議を行うと共に情報交換により各部の活動状況を共有した。委員会開催の際は、Web 会議システム（Google Hangouts）を使用して遠隔地委員の会議参加をはかったが、セキュリティに制約されずにブロードバンドでインターネットに接続できる会議室が必要となった。そのため、副委員長の日本大学工学部の仲村成貴教授にご協力いただき、同大学の駿河台キャンパス内の会議室を提供いただくことが多くなった。ご協力に深謝する次第である。

## 2. 津波避難部会

### 2.1 目的と成果概要

津波避難部会では、津波避難に関するデータやシミュレーション結果を工学的見地から自治体や防災組織が検討する防災対策に活用することを目的として、津波避難対策を進める地方自治体及び津波被害を受けた地方自治体の避難実態・対策の特徴を分析するための調査・分析を行った。成果概要を以下に示す。

南海トラフ地震による津波で被害を受けることが懸念されている高知県中土佐町の津波避難対策の現状を把握するとともに、防災担当者との意見交換、避難訓練への参加、津波防災における課題抽出を行った。また、自主防災会の勉強会において意見交換し、今後の協力関係構築の一助とした。

東日本大震災による津波で被害を受けた東北地方太平洋沿岸市町村の中で、宮城県七ヶ浜町は、流失家屋数に比して死者数が少なく、逆に宮城県多賀城市は流失家屋数に比して死者数が多い特徴を有している。避難の脆弱性にこのような違いが生じた要因を考察するため、七ヶ浜町役場と多賀城市役所に協力をお願いし、現地調査を行った。

### 2.2 中土佐町における活動

#### 2.2.1 経緯と活動概要

本研究委員会の前身である「津波などの突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会」における津波避難部会のメンバーの多数は、東日本大震災津波避難合同調査団の活動の一環として、津波による大きな被害を受けた岩手県山田町、宮城県石巻市を中心に、被災者の津波来襲時の避難行動について詳細な聞き取り調査を行い、その特徴と課題を整理してきた（例えば1）。

メンバーは、甚大な被害を引き起こすと言われている南海トラフ地震津波の来襲が想定されている西日本の太平洋沿岸地域の住民にこそ、この成果を還元し、少しでも津波被害の軽減に寄与すべきであると考えている。そこで、このような地域の住民に聞き取り調査結果の概要や東日本大震災における津波からの避難行動の課題・問題点を説明するとともに、地域の現状と住民の立場で普段感じている津波防災に関する課題や問題点、今後の対応策について高知県中土佐町およびその住民等と意見交換を行ってきた。

本研究委員会の津波避難部会においては、中土佐町における津波防災・減災対策のより一層の推進に資するよう工学的な立場からの助言、意見交換を行った。以下に中土佐町に係る活動の概要を示す。

表 2.2.1 活動概要

実施時期	活動内容	参加者	備考
H28. 7. 6 (水)	避難訓練打合せ	有川委員、佐藤委員 中央大学学生	
H28. 9. 17 (土)	自主防災会議連絡協議会設立 記念講演会 参加	有川委員（講演者） 甲斐委員長、佐藤委員	
H28. 12. 18 (日)	避難訓練視察・意見交換	甲斐委員長、有川委員、 佐藤委員、中央大学生	
H29. 9. 20 (水)	避難訓練打合せ	甲斐委員長、有川委員、 佐藤委員	
H29. 11. 5 (日)	避難訓練視察・意見交換	甲斐委員長、有川委員、 佐藤委員、中央大学生	詳細 2.2.2
H30. 3. 11 (土)	自主防災会への活動報告・意 見交換	甲斐委員長、有川委員	詳細 2.2.3

## 2.2.2 中土佐町の津波避難対策

中土佐町はリアス状の海岸地形と中小河川により形成された狭い平地に町中心部が形成されている。人口7千人弱、平均年齢50歳以上と過疎化が進んでいる。また古くから漁業が盛んで観光地もあるため、海岸に近い町中心部のエリアに住宅が集中している。これらは合同調査団で聞き取り調査を行った岩手県山田町の地形形状、人口構成、主要産業とよく類似しており、中土佐町を検討対象地域とした一つの決め手となった。

中土佐町は古い街並みであり、全体的に道幅が狭く車での避難は実質困難であるとともに、地震による家屋倒壊等も想定され（写真 2.2.1(a)）、さらに中心部から高台への避難路はその高低差が大きく、高齢者の避難が困難であろうことも推測される（写真 2.2.1(b)）。また観光にも力を入れていることから大型連休等は観光客が多数訪問し、渋滞等も発生するようである。

内閣府中央防災会議や高知県の津波シミュレーション結果によると、南海トラフ巨大地震発生時、中土佐町中心部には20～30分後に津波が到達し、最大浸水深は5～10m程度と想定されている。

これを踏まえ中土佐町では地震・津波防災対策を推進してきており、特に公共施設の高台移転や津波避難タワー（写真 2.2.2）の建設（2基；1号「純平タワー」、2号「八千代タワー」）、各地区に存在する高台への避難路と夜間照明の整備等のハード整備が強力に進められるとともに津波避難計画の見直しも行われている。あわせて町内各地区の自主防災組織の構築と、各組織の連携組織（自主防災会議連絡協議会）及びその担当者（役場職員）が割り当てられ、自主防災組織毎に有事への備えが進められるとともにその連携を構築する仕組みづくりがなされている。

現時点で公開された津波避難マップは図 2.2.1 に示す暫定版のものである。また、整備された津波避難タワーは、避難困難地域の縮小の観点から海岸沿いの市街地中心付近に建設されているが、津波襲来時において海に向かう避難の実行、地震発生後どの時点までは安全な高台（小学校や住宅団地等）に逃げるかなど、町民それぞれの判断が求められる状況にある。



写真2.2.1 中土佐町の街並み(a：左)と整備された津波避難階段(b：右)



写真2.2.2 中土佐町に整備された津波避難タワー（八千代タワー）



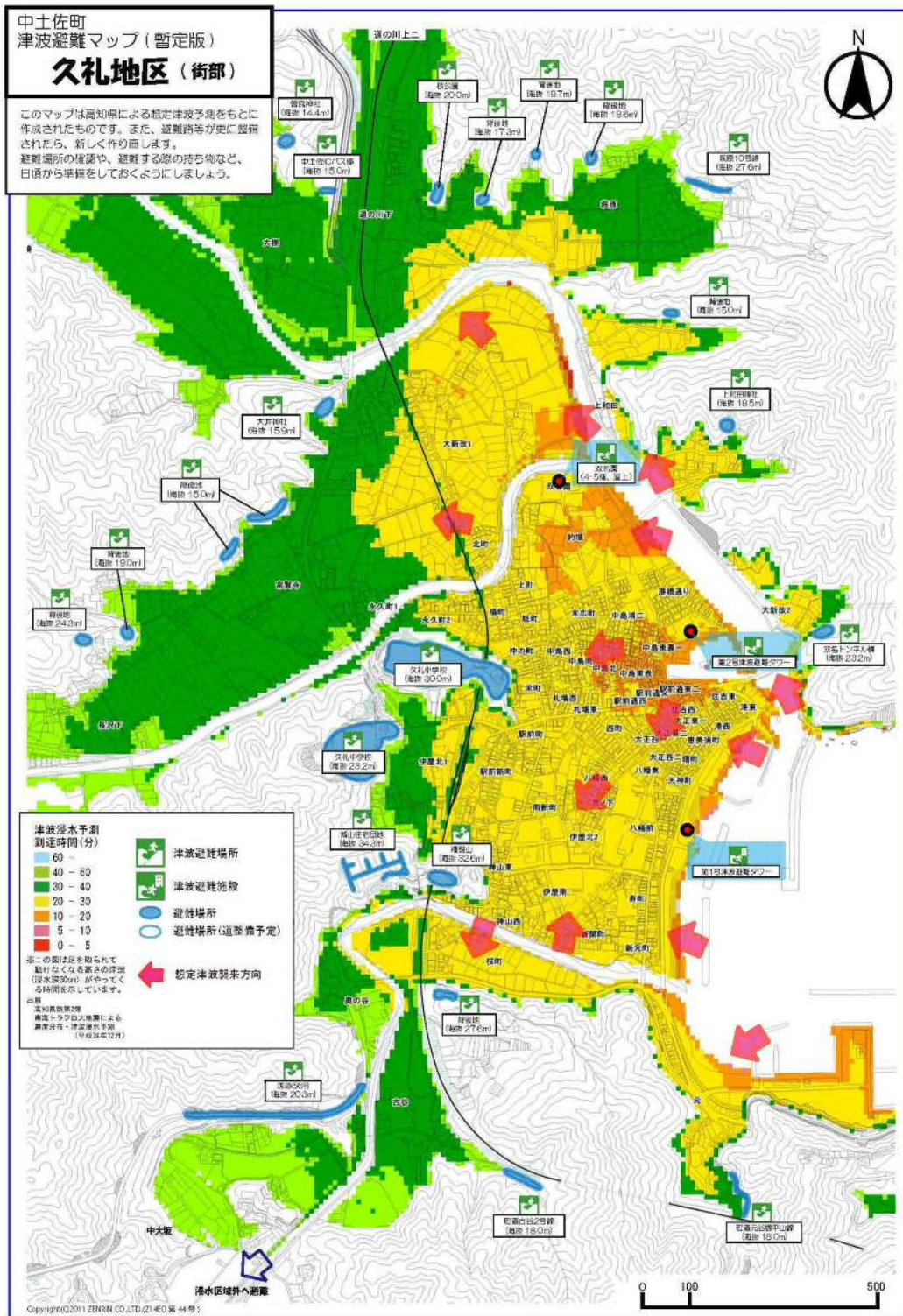


図 2.2.1 中土佐町久礼地区の津波避難マップ（暫定版）  
 (<http://www.town.nakatosato.lg.jp/download/?t=LD&id=114&fid=3879>)

### 2.2.3 避難訓練への参加と意見交換

#### (1) 日時

平成29年11月5日 9時～10時

#### (2) 参加者の人数

避難訓練の参加者は1,841人（スタッフ含む、大野見地区除く）であった。沿岸部の人口5,800人程度<sup>2)</sup>であることを考えると、参加率は30%程度である。なお、中土佐町の高齢化率は約40%である。

表2.2.2は、避難場所で受付した人数の差である。平成28年度は避難場所を指定せずに実施し、平成29年度は避難場所を指定して実施した。これをみると、参加人数の増減が影響するため一概には言えないが、平成28年度は指定せず、平成29年度指定したわけであるので、本地域では、海岸に近い避難タワーよりも高台に位置する小学校や住宅団地、山等、海から離れた遠くの高台にある避難場所に避難する傾向にある可能性が高いと考えられる。これは、町内においては、10分以内に高台へ逃げようと呼びかけていることが一つの要因として考えられる。

写真2.2.3、2.2.4は、小学校に向かう訓練者の様子を撮影したものである。大正市場の近くからスタートしているため、1号タワー(図2.2.2 5番)にむかうほうが近いが、今回は指定場所のため、小学校に向かっている。最後の傾斜がかなり厳しく登るのが大変そうであった。

表 2.2.2 避難場所で受付した人数の推移

場所	番号*	平成29年	平成28年	増減
久礼小学校	6	194	165	+29
1号タワー	5	134	91	+43
2号タワー	2	135	111	+24
住宅団地	9	52	73	△21
合計		515	440	+75

\* 番号は図2.2.1中の場所を示す番号



図 2.2.2 避難場所と避難経路





写真 2.2.3 避難訓練の様子（大正市場付近から小学校に向かう）

### (3) 訓練後の町役場との意見交換

参加者は以下のとおりである。

中土佐町：山崎氏

神戸大学：北後先生， 大津先生， 他学生 5 名程度

中央大学：有川委員， 他学生 10 名程度

日本地震工学会：甲斐委員長、佐藤委員

各参加者の感想や意見が以下のとおりでた。

- ・高齢者や車椅子はどうしても勾配で速度が激減する（滞留の問題も含めて）。歩車分離の対策が重要では。
  - ・タワー等の避難所（の下）まで行けば、あとは共助でどうにかなる。各住民がいかにタワーまで行くか、という観点が重要と感じた。
  - ・特に 2 号タワーにおいて、スロープと階段の色分けがなく分かり難いと感じた。また、少しの段差で動きが取れない事例や、入り口が狭いことなど、実際の津波発生時にボトルネックになると感じた。
  - ・歩行避難者は車道を横断するので、その際に危険ではないか
  - ・建物の倒壊だけでなく、木も倒れる心配があるのではないかと（避難者の声）。⇒城山団地
  - ・大正市場付近から 10 名程度の避難者がいたが、いずれも距離がある小学校に逃げていた。明らかにタワーが近いと思われるので、津波到達時間を見据えて避難場所を選択する必要があるのではないかと。
  - ・避難開始合図前に避難準備、避難そのものを始める人が散見された。（よく言えば）意識が高い人と考えることができる。この意識の高い人が、一度避難した後に戻ってきて、高齢者等が階段を登る手伝いをしていた。
  - ・高齢者は一段ずつ登るので、階段の幅が少し狭いのでは
  - ・城山への避難路は、夜間照明が不足している??
  - ・今までの経験から、手厚いフォローを自主防にすると、自主防が育たないと考えている。その意味で、避難先の選択や避難方法（一緒に逃げるのか、てんでんこなのか）を含めて自主性に任せている町の取組みは非常に良いと考える。  
⇒自主防の単位構成自体も自主防に任せている実態がある
- ・液状化等で段差が生じた場合も、車輪がついたものは通れなくなる。



写真 2.2.4 意見交換会の様子

## 2.2.4 自主防災会の勉強会への参加

### (1) 開催日時および対象者

2018年3月11日

自主防災組織を対象として、災害の勉強会を実施し、そこに参加した。

### (2) 内容

中土佐町の自主防災会連絡協議会が主催で、平成29年の広島市豪雨災害視察研修の報告と、有川委員による津波の避難に関する講演が開催され、意見交換がなされた。質問の場では、「気象庁の津波が来ないという警報はどこまで信用できるのか？」というような質問など、いろいろな質問が出された。

### (3) 建築物の耐震化の問題

協議会のなかでも、家屋等建築物の耐震化の問題がとりざたされた。甲斐委員長から、耐震化の必要性、重要性などが紹介され、今後、その問題を含めて、どのように検討していくかを議論した。



写真 2.2.4 自主防災会連絡協議会の様子

## 参考資料

1) 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・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.

2) 中土佐町人口ビジョン

<http://www.town.nakatosa.lg.jp/download/?t=LD&id=447&fid=2989>

## 2.3 宮城県七ヶ浜町、多賀城市の調査

東日本大震災による津波で被害を受けた東北地方太平洋沿岸市町村の中で、宮城県七ヶ浜町は、流失家屋数に比して死者数が少なく、逆に宮城県多賀城市は流失家屋数に比して死者数が多い特徴を有している。後藤・中須が提案している津波避難脆弱性指数 HVI<sup>1)</sup>を適用してみると、岩手宮城福島沿岸主要 20 自治体の HVI 平均値 18.6 に対し、七ヶ浜町は 3.4、多賀城市は 588.5 である。避難の脆弱性にこのような違いが生じた要因を考察するため、七ヶ浜町役場と多賀城市役所に協力をお願いし、現地調査を行った。

### 2.3.1 七ヶ浜町

#### (1) 調査日程等

日時：2017年5月16日13時30分～17時

調査担当：後藤洋三

行程等：13時30分に七ヶ浜町役場を訪問、

同町総務課防災対策室交通防災係長 佐々木祐一氏

同町総務課総務係上席係長 佐藤浩明氏（震災当時の防災係長）

七ヶ浜町花瀨浜区長 鈴木幹夫氏

から震災時の状況の説明を受け、質疑応答。15時頃より佐々木氏と鈴木氏の案内で、町内の被災地や避難場所、高台移転地区などを視察した。

#### (2) 七ヶ浜町の位置



図 2.3.1 七ヶ浜町の位置 (Google Map に加筆)

#### (3) 七ヶ浜町の概況

2011年3月1日時点の町勢は以下の通りである。

- ・人口：20,855人、世帯数：6,568世帯
- ・面積：13.27km<sup>2</sup> 東北・北海道で一番小さな町
- ・2017年5月1日の人口は19,093人で1,762人の減、世帯数は6,603世帯で35世帯の増である。微増ではあるが世帯数が増えたのに人口が減っている。高齢化の影響と思われる。
- ・町の南西はJXTG エネルギー(株) 仙台製油所の一部となっている。

- ・北部海岸には塩竈港に隣接した港と物流施設がある。
- ・松島湾に面する東部海岸には漁港とヨットハーバーがある。
- ・南東部海岸は海水浴客で賑あうビーチが広がる。
- ・町の中央部は丘陵地帯で、綺麗に区画された住宅街が広がっている。
- ・鉄道の駅は無く、JR 仙石線の多賀城駅か塩釜駅まで車かバスで出なければならない（町の中心部からはバスで 20 分くらいかかる）。漁業以外の就業者の多くは、仙台市や多賀城市までマイカー通勤している。

#### (4) 東日本大震災による被害状況

##### a) 気象情報

- ・七ヶ浜町の震度：5 強（揺れは約 3 分継続）
- ・津波：第 1 波到達 15 時 51 分（本震発生から 65 分後）、最大浸水高 12.1m（菖蒲田浜）、最大浸水距離約 2km
- ・津波警報：第 1 報 6m、第 2 報（15 時 14 分）10m

##### b) 人的被害

- ・七ヶ浜町 HP（2018 年 4 月閲覧）によると
  - 町民の死者 94 名、行方不明者（死亡届提出のあった方）2 名
    - 町民で町内で亡くなった方 60 名
    - 町民で町外で亡くなった方 34 名
  - 町内で発見されたご遺体数 73 名
    - そのうち町民の方 60 名
    - そのうち町民以外の方 11 名
    - そのうち身元不明の方 2 名
- ・一方、宮城県の集計データによると
  - 町内で亡くなった方（町外の方を含む）76 名
  - 町民で行方不明の方 2 名
- ・七ヶ浜では町外に出かけていて亡くなった人の割合が高い。

表 2.3.1 市町内で発見された犠牲者と住民の犠牲者の比較

	多賀城	石巻	七ヶ浜
当該の市町内で発見された死者＋行方不明	188	3,703	74
当該の市町に住民登録していた死者＋行方不明	123	3,600	96

##### c) 建物被害

- ・七ヶ浜町 HP による住家被害（罹災証明申請件数、揺れによる被害も含まれていると思われる）
 

全壊	674 件
大規模半壊	237 件
半壊	413 件
一部損壊	2,603 件
合計	3,927 件
- ・復興支援調査アーカイブから、建物ポリゴン面積 30m<sup>2</sup>以上の居住用建物で抽出
 

流失	829 棟	} 1,047 棟
全壊（全壊、一階天井以上浸水）	218 棟	
大規模半壊	196 棟	
半壊	222 棟	
一部損壊	233 棟	
合計	1,698 棟	



d) ライフライン被害

- ・町内全域で停電、停ガス、断水。役場庁舎内の一部は自家発電装置で電力確保。
- ・電話、携帯電話、FAX、インターネット、メールも NTT の基地局が浸水被害を受けたため、町内全域で不通。連絡方法は、宮城県災害対策本部への地域衛星ネットワークの電話(防災電話)とその FAX(防災 FAX)のみとなった。

e) コンビナート被害

- ・JXTG エネルギー(株) 仙台製油所で火災が発生。消火不能になった。3月14日には球形ガスホルダーへの延焼爆燃が懸念され、危険とされた 2km 以内、6,143 名が避難(避難所からの再避難を含む)する事態となった(翌日には解除された)。
- ・翌年、この 2km は計算の誤りによる誤報で、再計算された危険予測域は 200m であったことが明らかになった。

(5) セツ浜町の地形と浸水域、津波後に残存した建物、ならびに地区名

図 2.3.2 は国土地理院の基盤地図情報に基づいて作成した標高図と建物位置図である。ただし、建物位置図は 2011 年 3 月以降に作成されており、津波により流失した建物の位置図は無い。

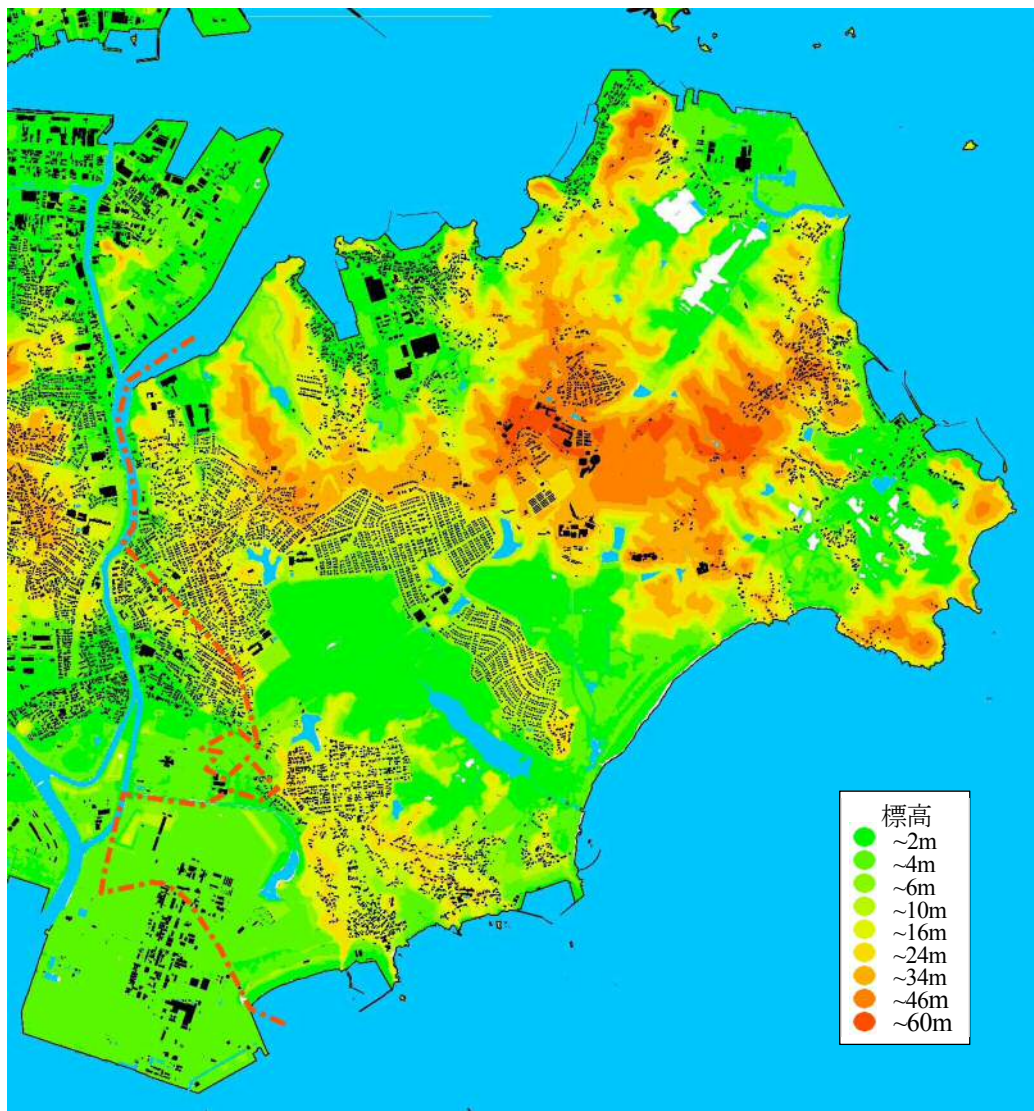


図 2.3.2 セツ浜町国土地理院の標高図と建物データ (津波被災後に残存した建物)



図2.3.3は復興支援調査アーカイブの5mメッシュデータより作成した浸水深図と国土地理院のデータより作成した津波被災後の残存建物位置図である。同図には地区名も記入した。

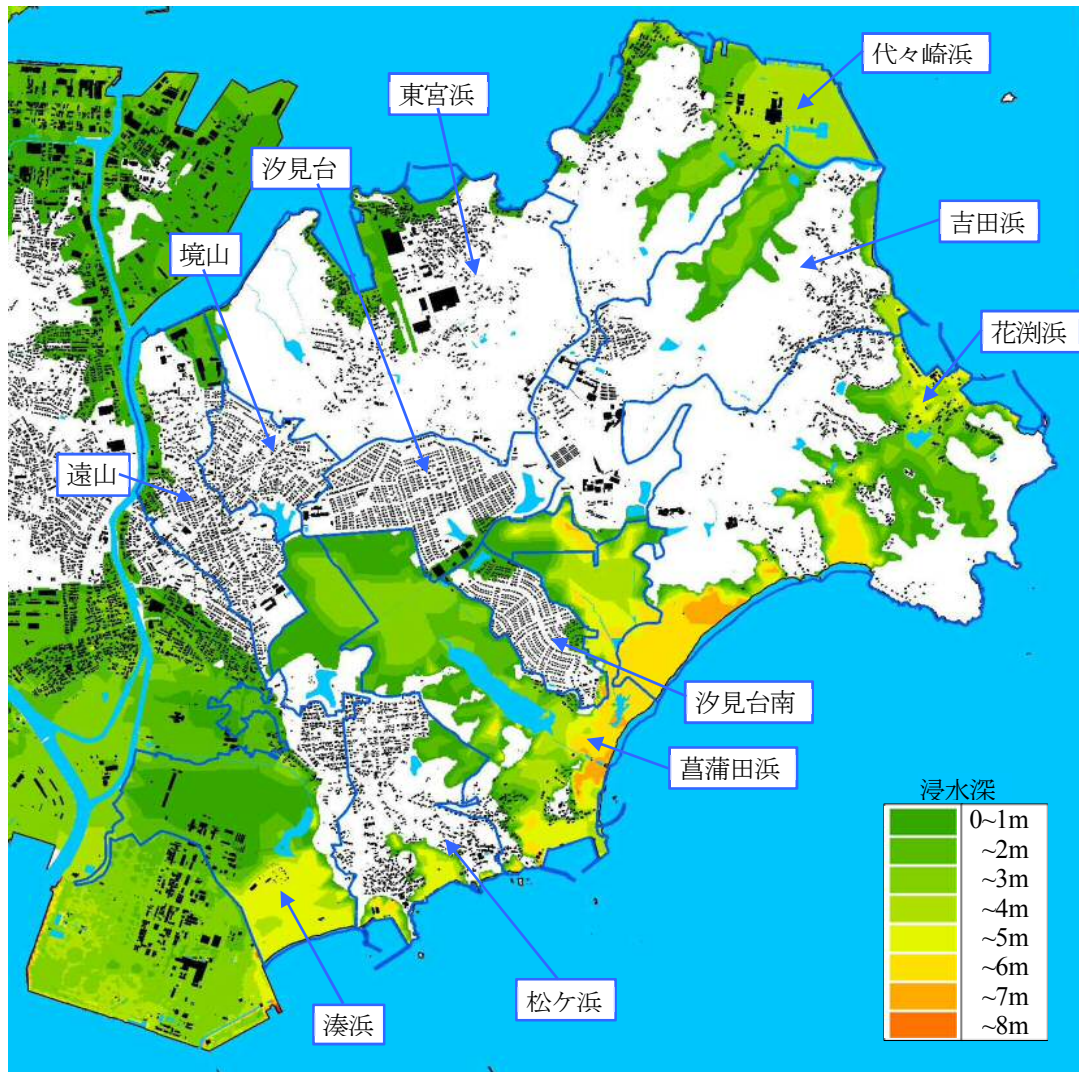


図 2. 3. 3 七ヶ浜町浸水深と津波被災後に残存した建物、ならびに地区名

(6) 七ヶ浜町の地区ごとの犠牲者率

表 2.3.2 は復興支援調査アーカイブのデータによる町丁目ごとの犠牲者数と犠牲者率である（復興支援アーカイブは住民登録されている町民の犠牲者数（死者＋行方不明）を震災後4ヶ月の時点で集計した値であるため、七ヶ浜町の集計値96人よりやや少ない）。

地区別に見ると、菖蒲田浜、代々崎浜、花渕浜、松ヶ浜の犠牲者率が高い。

表 2. 3. 2 七ヶ浜町の地区ごとの犠牲者率

町丁目名	人口	世帯数	犠牲者	犠牲者率
代々崎浜	955	271	8	0.84%
東宮浜	1,877	574	4	0.21%
汐見台	3,059	1,016	8	0.26%
菖蒲田浜	1,330	380	27	2.03%
花渕浜	1,727	494	14	0.81%
松ヶ浜	1,872	625	14	0.75%
湊浜	737	227	0	0.00%
吉田浜	1,371	402	3	0.22%
境山	1,842	638	3	0.16%
遠山	3,355	1,117	5	0.15%
汐見台南	2,294	671	5	0.22%
合計	20,419	6,415	91	0.45%

(7) 主な被災地区の復興支援調査アーカイブデータによる浸水深と建物被災状況

図 2.3.4 と図 2.3.5 は被害の大きかった花洲浜地区と菖蒲田浜地区について、復興支援調査アーカイブデータに基づく浸水域の居住用建物の被災状況と浸水深を重ね書きしたものである。図 2.3.2 あるいは図 2.3.3 で示した国土地理院の建物データは被災後のデータで、流失したり被災後取り壊されたりした建物は記載されていない。両図を比較することにより、被災による居住地域への影響が分かる。

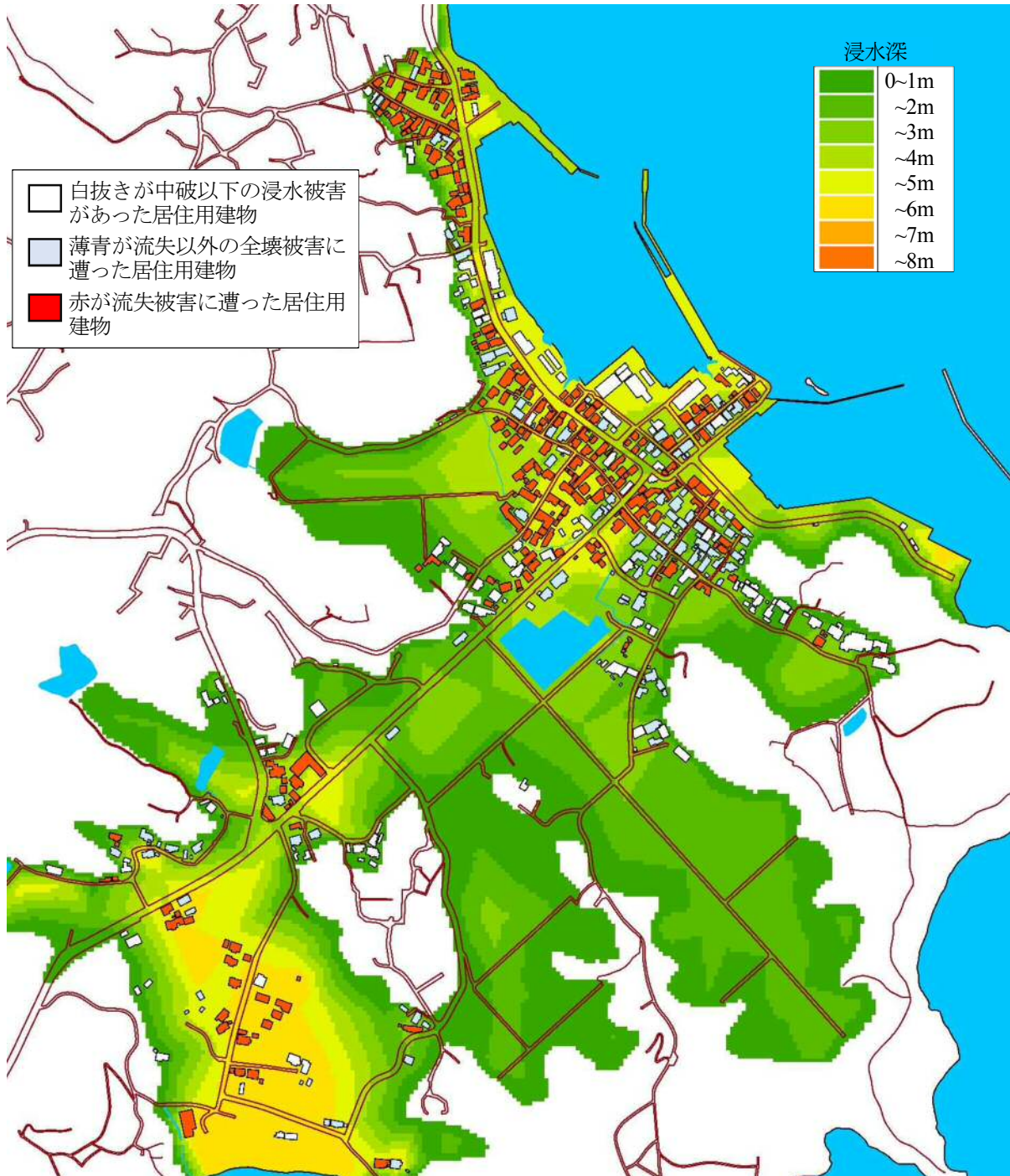


図 2.3.4 花洲浜地区の被災建物と浸水深



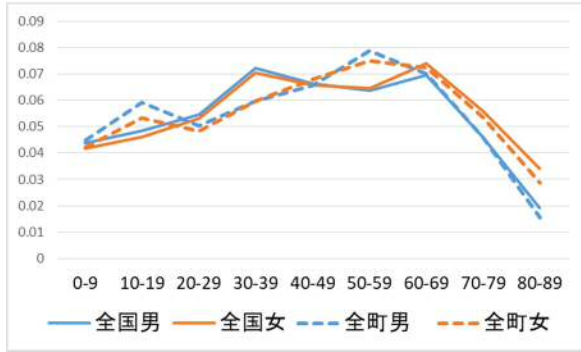


図 2.3.5 菖蒲田浜地区の被災建物と浸水深

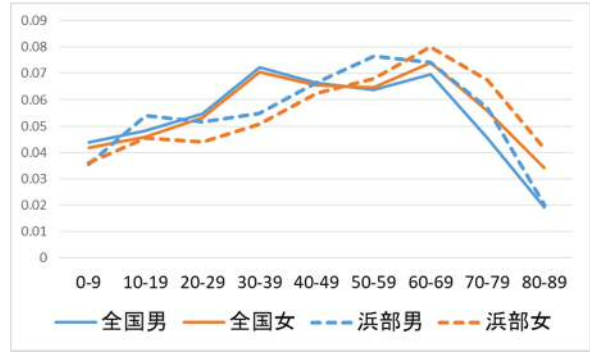
(8) 七ヶ浜町民の年齢構成と犠牲者の年齢構成

年齢構成が犠牲者発生率に影響する可能性があるので、2010年国勢調査データを基に年齢構成を作図した。図 2.3.6 から、七ヶ浜町全体を全国平均と比較すると、高齢化が進んでおり、30 歳代が少なく 50 歳代が多い傾向にあることが分かる。図 2.3.7 から、浜部（湊浜+松ヶ浜+菖蒲田浜+花刈浜+吉田浜+代々崎浜+東宮浜）の年齢構成を全国平均と比較すると、30 歳代が特に少なくなり、60 歳代以上でさらに高齢化が進んでいる様子が見られる。

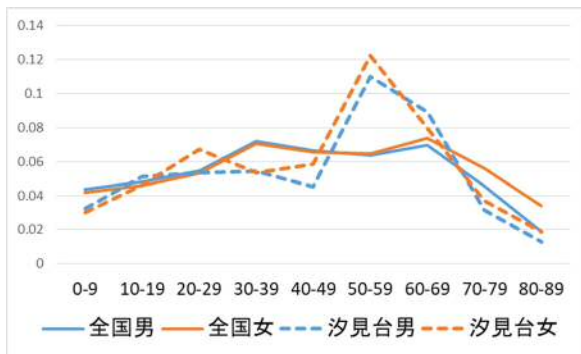
図 2.3.8 と図 2.3.9 は、汐見台ならびに汐見台南と全国平均の年齢構成の比較である。団塊の世代が見られるのは大規模に造成された宅地が一時に提供され、ほぼ同じ年齢層の人たちが入居したためと思われる。汐見台より汐見台南の方が最近入居したようで、比較的若い世代の街となっている。20歳代が少ないのは、子供世代の主な年齢がそこまで達していないことと、年長の子供の一部は就学や就職で町を出ているのではないかとと思われる。



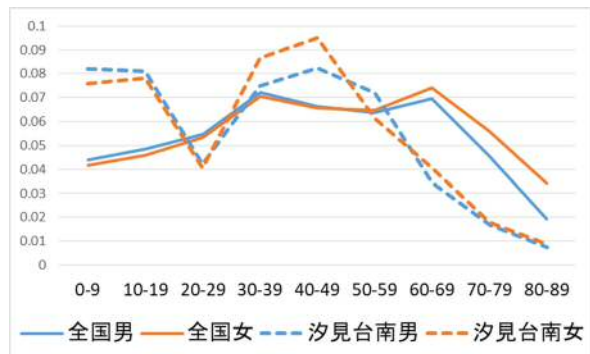
七ヶ浜町の全人口：20,416 人  
 図 2.3.6 全国と七ヶ浜町全体の比較



浜部の人口：9,866 人  
 図 2.3.7 全国と浜部の比較



汐見台の人口：3,059 人  
 図 2.3.8 全国と汐見台の比較



汐見台南の人口：2,294 人  
 図 2.3.9 全国と汐見台南の比較

図 2.3.10 は七ヶ浜町が発表<sup>2)</sup>している年齢別犠牲者数である。この数値と図 2.3.6 の七ヶ浜町の年齢構成を使って、年齢別の犠牲者発生比率を作成したものが図 2.3.11 である。同図から、70代以上は50~60代の約3倍、40代以下は約1/3の犠牲者発生率になることが分かる。

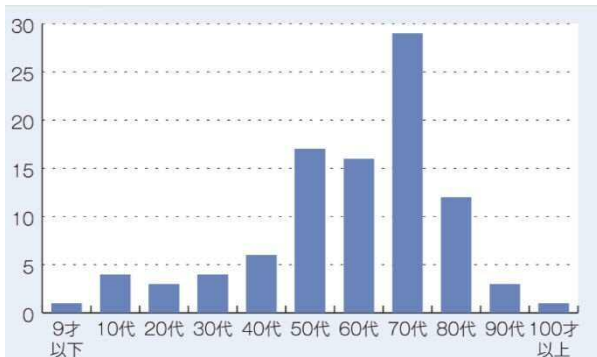


図 2.3.10 年齢別死亡者数(平成 26 年 3 月 1 日現在)  
 ※行方不明者の方も含む

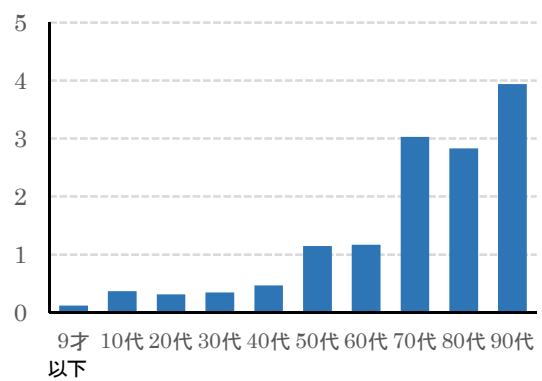


図 2.3.11 年齢別犠牲者率の比

(9) 地区別の防災計画・防災訓練の状況、一時避難場所の被災状況、被災の特徴

七ヶ浜町が編纂した東日本大震災七ヶ浜町震災記録集「次代への伝承」<sup>2)</sup>の記載から地区別の避難状況を抜粋し、浸水被害があった地区のみを以下の表 2.3.3 に記す。地区名とその位置は次ページの図 2.3.12 を参照されたい。

表 2.3.3 地区ごとの避難状況

表 2.3.3 地区ごとの避難状況			浸水深と地区居住者で町内で犠牲になった人
	防災計画・防災訓練	避難状況	
湊浜	毎年 11 月に 14 組ある自主防災組織の内、海拔 1~2m の 3 組で高台に避難する訓練が行われていた。	消防団が呼びかけ 3 組の住民は高台に避難。	10m、 0 人
松ヶ浜	防災計画・防災訓練の記述はない。チリ地震津波で防波堤が機能、その後 1m かさ上げし堤高は 5m を越えていたので、避難しなかった住民がいた。	自主防災会が津波警報の引き上げを受けて、住民を更に高い所へ避難させていた。	?m、 7 人
菖蒲田浜	防災訓練を年 1 回開催、各自が最寄りの避難場所を把握していた。海辺の住民の多くは 8 カ所の避難場所に避難。	避難場所の一つ菖蒲田浜公民分館は 1 階天井付近まで浸水	12.1m 30 人
花淵浜	防災訓練を年 1 回開催、各自が最寄りの避難場所を把握していた。「行動マニュアル」、「防災マップ」が作成され、手作りの誘導看板も設置。避難について住民の意識は高かった。	12 カ所の避難場所の内、3 カ所は浸水したが、津波警報の引上げ情報を得て、高い所へ再避難。	10m、 10 人
吉田浜	防災訓練を年 1 回開催、一時避難場所は 6 カ所設定。2010 年には大規模な訓練が実施されていた。「自主防災組織のしおり」という冊子が作られ、全世帯に配布されていた。	浸水した一時避難場所はなかった。炊き出し等で防災訓練が役立った。	?m 4 人
代々先浜	地区内に一時避難場所が 6 カ所設定されていた。「おらいの防災マップよがさき」が作成され住民に配布されていた。避難訓練は行われていたようであるが、時期、回数は不明。「おらい」は仙台弁の方言で自宅のこと。	住民の多くは直ぐに避難した。6 カ所の一時避難場所で浸水したところはなかった。	4~5m 4 人
東宮浜	避難訓練は不定期だった。町内会に 16 組設けられていたが、組長の任期が 1 ヶ月で、連絡網の混乱が生じたという反省があった。	自主防災会の防災活動はなかった。	約 2m 1
要害	自治会組織下に 15 の隣組が有り、隣組毎に避難場所が設定されていた。	近隣の高台に避難	約 2m 0 人
遠山	防災訓練を年 1 回開催、貞山堀からの浸水を想定、一時避難場所が 6 カ所設定されていた。	自主防災会は炊き出し等を実施。	?m 1 人



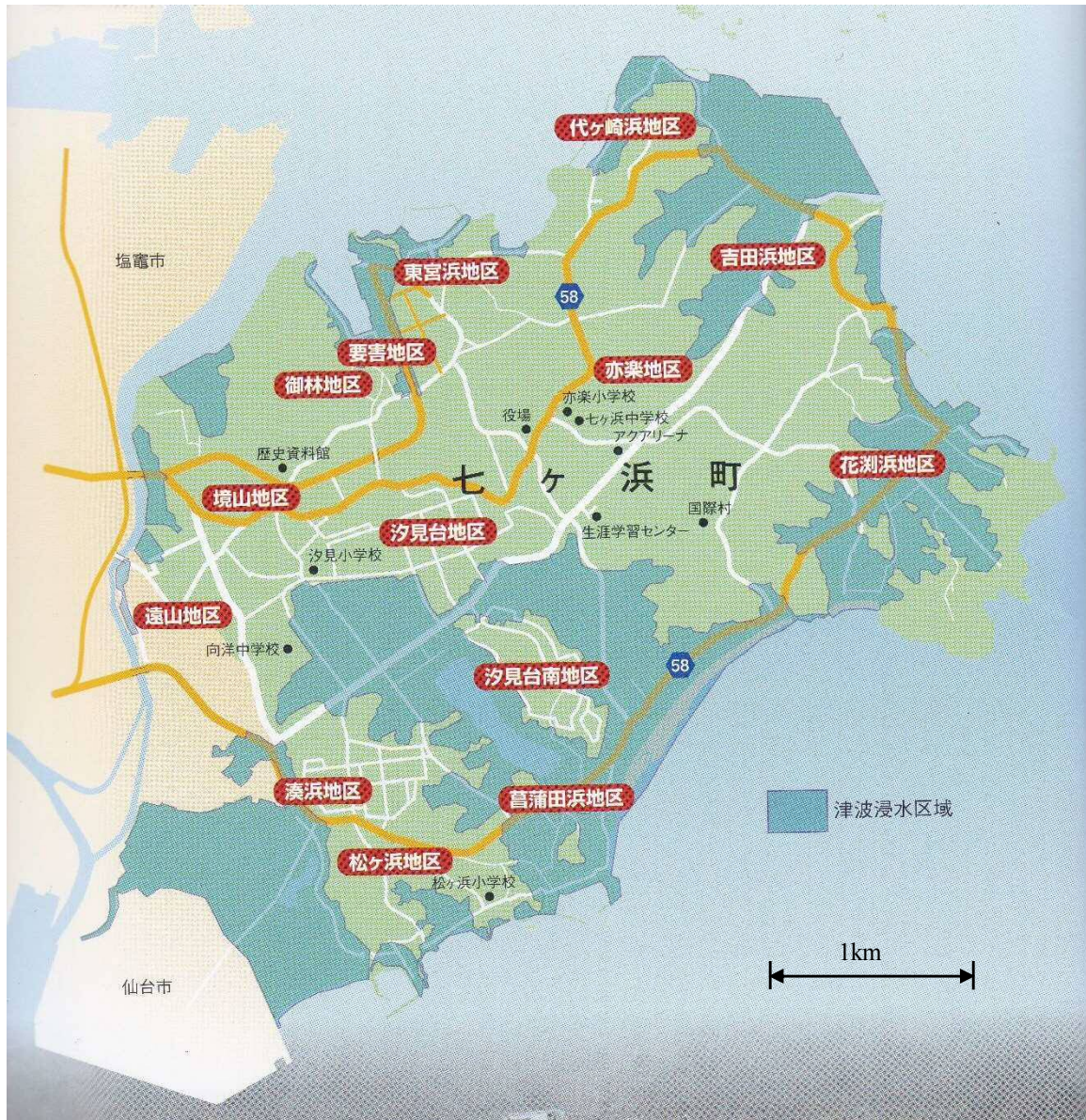


図 2.3.12 七ヶ浜町地区名と浸水域

(東日本大震災七ヶ浜町震災記録集「次代への伝承」よりコピー)

(10) 七ヶ浜町において人的被害が少なかった理由の考察

- a) 丘陵が海岸に迫っており、避難距離が短かった。平均必要避難距離（津波で全壊した各家屋から浸水域を脱するまでの距離の平均値）が岩手宮城福島沿岸主要 20 自治体の平均 284m に対し七ヶ浜町は 166m であった。避難裕度（津波到達時間／平均必要避難距離）では、20 自治体平均 0.196(分/m) に対し、七ヶ浜町は 0.392(分/m) である。
- b) 太平洋岸に面する地区（菖蒲田浜、花洲浜、吉田浜、代々先浜では自主防災活動による津波避難訓練が年一回行われ、地区内を集落単位の組みに分け、それぞれ最適な一時避難場所が設定されていた。花洲浜地区では 2003 年より自主防災組織が作られ東北学院大学宮城豊彦教授（地域構想学科）の指導のもと、集落毎に「組み」が作られ、集落の実情に合わせた避難計画が作られ、防災訓練が行われていた。この避難計画は実際に機能した。これらの対応により人的被害は相当数削減されたと思われるが、やや高い所の居住者の中には逃げなかった人や、一旦避難後に物を取りに自宅に戻り被災した人が被災した。



- c) 各区の消防団が、水門閉鎖と共に住民に避難を呼びかけた。消防団員2名が死亡している。
- d) 1960年のチリ地震津波で5-6mの津波を受け、死者1名、全壊8戸（流失5戸）床上浸水105戸の被害を経験していた。住民の津波防災意識は高かった。
- e) 気象庁の津波予想高さの10mへの引き上げ（15時14分）が住民に伝わって、その引き上げ情報を受けて、危険な一時避難場所からより高い避難場所へ2次避難した集落が多かった。町役場が防災行政無線で放送したかどうかははっきりしなかったが、各区の消防団が住民に避難を呼びかけた。住民は、ラジオやワンセグなどで、津波警報の予想津波高さ引き上げや、早く津波が到達した地域の情報を得ていた。

### 2.3.2 多賀城市

#### (1) 調査日程等

日時：2017年3月24日12時00分～17時

調査担当：後藤洋三、仲村成貴

行程等：

12時頃、約600名が避難したとされるイオン多賀城店を視察

13時分に多賀城市役所を訪問、同市総務部交通防災課消防防災係 田中勲氏と面談

14時15分に東北学院大学吉田望教授を訪問、16時頃まで吉田先生が避難した横断歩道橋、浸水被害を被ったご自宅、仮設住宅、沿岸に近いソニー工場付近、市内で最も被災が激しかった宮内地区などを案内いただいた。

#### (2) 多賀城市の位置と概況

図1.2に多賀城市の位置を示す。

2011年3月1日震災直前の市勢は以下の通りである。

- ・人口：62,979人 世帯数：24,047世帯（復興支援調査アーカイブによる）

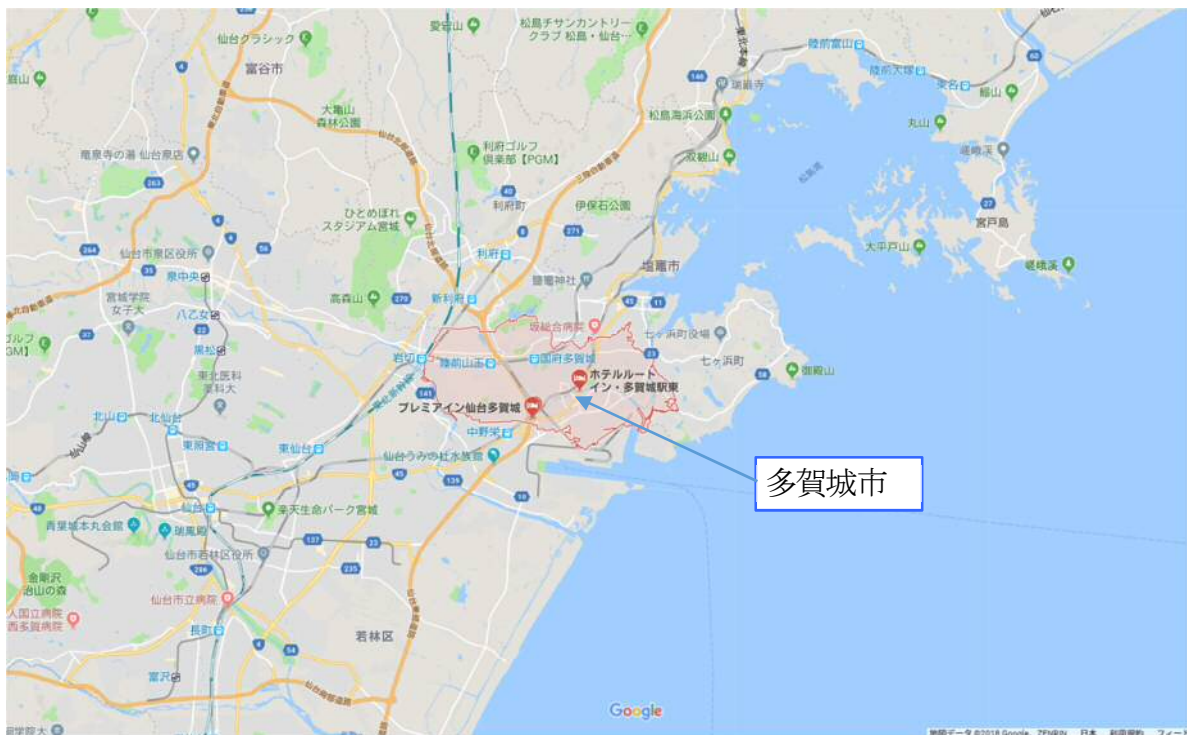


図 2.3.13 多賀城市の位置（Google Map に加筆）

- ・面積：19.69km<sup>2</sup>
- ・2017年12月1日の推定人口は62,165人で、震災以降814人の減である。
- ・市の北東部は住宅地で、仙台に通勤する人のベッドタウンである。南東部は仙台港に接する商工業地、西部は田園地帯である。海に面しているところは砂押川の河口付近の約200mに限られる。
- ・鉄道の駅は JR 仙石線の多賀城駅と下馬駅、東北本線の陸前山王駅、国府多賀城駅が有る。
- ・三陸自動車道が西部を貫通していて、市内に多賀城 IC が有る。幹線道路は、国道45号線と県道23号線で、市の南西部を東北―西南に横断している。
- ・これらの幹線道路沿いに大規模な店舗が並んでおり、その一つがおおよそ600名が避難したイオン多賀城店である。県道23号線から南側は、実質、仙台港のバックヤードで、多数の工場、倉庫、配送センターがある。



写真 2.3.1 イオン多賀城店

3m以上の津波が襲来、600人もの住民が一時避難した。  
宮城県多賀城市「東日本大震災の記録」よりコピー

### (3) 津波の被災歴

多賀城市は昭和40年代に現在の仙台港が開港されるまでは直接海に面しておらず、津波は塩釜湾から貞山堀を遡上してくる場合で、昭和三陸津波と1960年チリ地震津波等で多少の被害が発生したのみであった。ただし、869年の貞観地震津波によりこの地域で溺死者が1,000人に及ぶような壊滅的被害があったとされている。

### (4) 東日本大震災による被害状況

以下は多賀城市の Web 公開記録<sup>2)</sup>に基づいてとりまとめている。

#### a) 気象情報

- ・多賀城市の震度：5強
- ・津波：15時50分貞山運河に津波到達との報告、15時57分八潮ポンプ場付近浸水被害との報告、16時7分砂押川に津波遡上決壊寸前との報告。
- ・津波警報：第1報6m、第2報（15時14分）10m

#### b) 人的被害

- ・市民の死者 156\*－31\*\*=125名（\*：多賀城市発表の関連死と市外で亡くなった方を含む犠牲者数、\*\*：宮城県発表の多賀城市の関連死31名、なお、行方不明者は0名とのこと）
- ・市内で発見されたご遺体数 188名
- ・多賀城市内では市民以外の犠牲者が多い。多賀城市民で多賀城市外で亡くなられた方が上述の125名に含まれているので、市内で発見された犠牲者の1/3ないしは1/2は多賀城市民でなかった。

表 2.3.4 市町内で発見された犠牲者と住民の犠牲者の比較

	多賀城	石巻	七ヶ浜
当該の市町内で発見された死者＋行方不明者	188	3,703	74
当該の市町に住民登録していた死者＋行方不明者	125	3,600	96

c) 建物被害

- 多賀城市における東日本大震災の被害状況概要（平成30年3月1日更新）<sup>3)</sup>では、住家被害を津波地区と地震地区に分けて集計している。一方、復興支援調査は浸水域の建物のみを調査しており、流失と全壊を分けて集計している。また、多賀城市のデータは世帯単位であるが、復興支援調査は棟単位である。

表 2.3.5 多賀城市の住家被害（多賀城市発表データ）

	津波地区	地震地区	計
全壊	1,670 世帯	76 世帯	1,746 世帯
大規模半壊	1,507 世帯	127 世帯	1,634 世帯
半壊	888 世帯	1,208 世帯	2,096 世帯
一部損壊	1,075 世帯	5,091 世帯	6,166 世帯
未確定	217 世帯	0 世帯	217 世帯
合計	5,357 世帯	6,502 世帯	11,859 世帯

表 2.3.6 復興支援調査アーカイブからの居住用建物被害データ

	居住用建物で抽出	面積 30m <sup>2</sup> 以上の居住用建物で抽出
流失	14 棟	7 棟
全壊（全壊、一階天井以上浸水）	284 棟	251 棟
大規模半壊	1,798 棟	1,661 棟
半壊	1,168 棟	1,104 棟
一部損壊	101 棟	95 棟
被災なし*	450 棟	438 棟
合計	3,815 棟	3,556 棟
*：浸水域内であるが敷地が高いなどにより浸水被害を免れたケース		

- 多賀城市の発表データを復興支援調査アーカイブのデータと比較した場合、全壊が5倍以上多いことが特筆される。行政的視点からの被災度判定（多賀城市）と構造的視点からの被災度判定（復興支援調査）に違いがあることが一つの理由である。加えて、多賀城市の場合は3階以上の階数を持つ共同住宅の戸数が5,490戸、全戸数の22%あり（七ヶ浜町では5.4%）、そのような共同住宅の1,2階が浸水被害を被った場合、その共同住宅内の全戸数が多賀城市のデータでは全壊と分類されている可能性がある。

d) ライフライン被害と復旧

市内全域で停電、停ガス、断水。また、下水処理場（宮城県が管理する仙塩浄化センター）が水没し機能停止

- ライフラインの復旧状況（被災は3月11日）

電気：3月13日から徐々に復旧、津波被害の大きかった地域については3月21日以降個別対応

上水道：3月18日一部地域通水、29日津波被災域を除いて復旧。ただし、震度5強の余震で4月13日から約3日間断水

下水道：汚水ポンプは5月末に復旧、6月から簡易処理開始、水処理を行う4系統の内2系統が1年半後に復旧。震災前の状態に復旧するのに2年掛かっている。

ガス：4月6日から一部復旧、津波被害の大きかった地域については4月20日以降個別対応

e) コンビナート被害

JXTG エネルギー(株)仙台製油所は多賀城市域に掛かっていないが隣地であるため、その火災の延焼爆燃の恐れから二次避難を余儀なくされた地域があった。



(5) 多賀城市の地形と浸水域、津波後に残存した建物、ならびに地区名

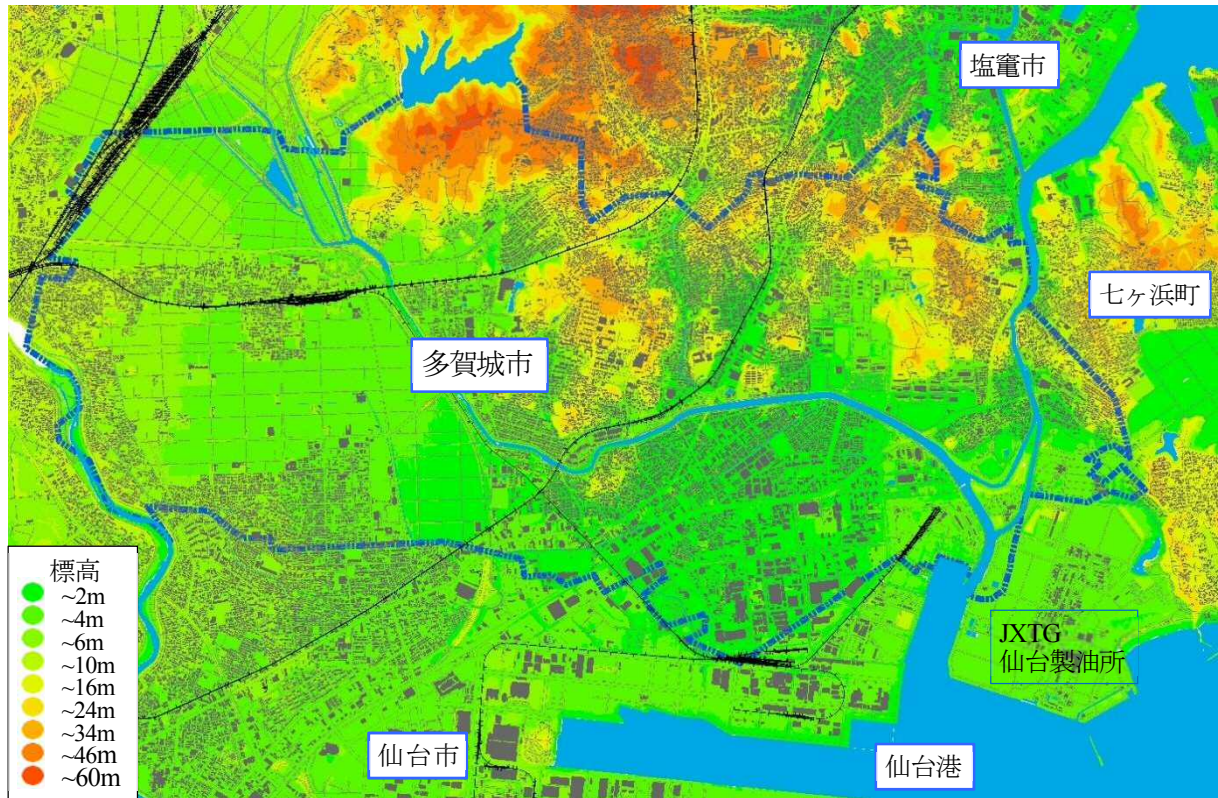


図 2. 3. 14 多賀城市国土地理院の標高図と建物データ（津波被災後に残存した建物）

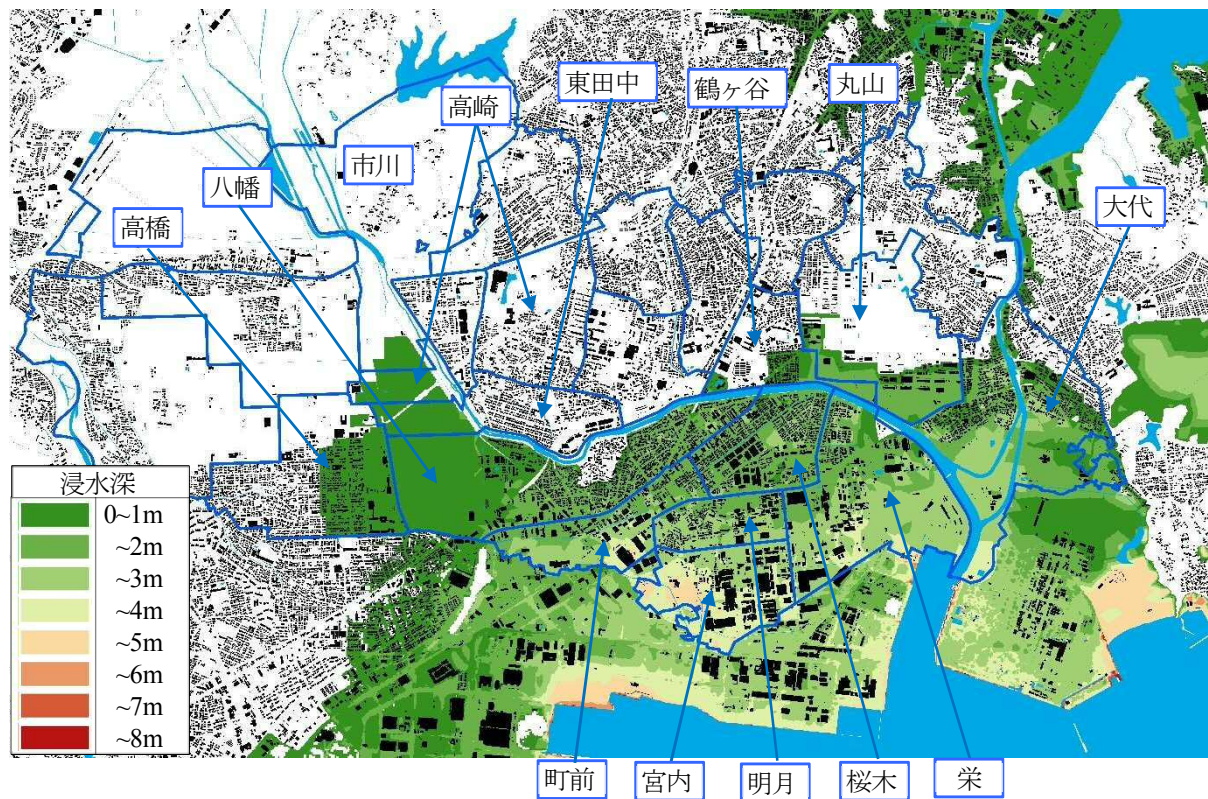


図 2. 3. 15 多賀城市浸水深と津波被災後に残存した建物、ならびに地区名



(6) 多賀城市の地区ごとの犠牲者率

表 2.3.7 は復興支援調査アーカイブのデータによる町丁目ごとの犠牲者数と犠牲者率である（震災後 4 ヶ月の時点で集計した値であるため、多賀城市の集計値 125 人より少ない）。

表 2.3.7 町丁目ごとの犠牲者数と犠牲者率

町丁目名	人口	世帯数	犠牲者	犠牲者率	町丁目名	人口	世帯数	犠牲者	犠牲者率
宮内	374	155	21	5.61%	高橋	5,058	1,862	3	0.06%
栄	706	278	12	1.7%	東田中	4,041	1,668	2	0.05%
明月	1,050	464	16	1.52%	笠神	4,627	1,686	2	0.04%
桜木	2,938	1,233	12	0.41%	中央	2,663	1,109	1	0.04%
八幡	4,307	1,839	14	0.33%	山王	2,816	995	1	0.04%
大代	4,691	1,677	9	0.19%	新田	4,321	1,564	1	0.02%
町前	1,113	436	2	0.18%	市川	301	91	0	0%
鶴ヶ谷	1,474	571	2	0.14%	高崎	4,863	1,862	0	0%
下馬	3,110	1,250	3	0.1%	南宮	733	264	0	0%
伝上山	3,810	1,499	3	0.08%	丸山	1,737	531	0	0%
留ヶ谷	2,988	1,228	2	0.07%	城南	2,078	692	0	0%
浮島	3,180	1,093	2	0.06%	合計	62,979	24,047	108	0.17%

(7) 主な被災地区の復興支援調査アーカイブデータによる浸水深と建物被災状況

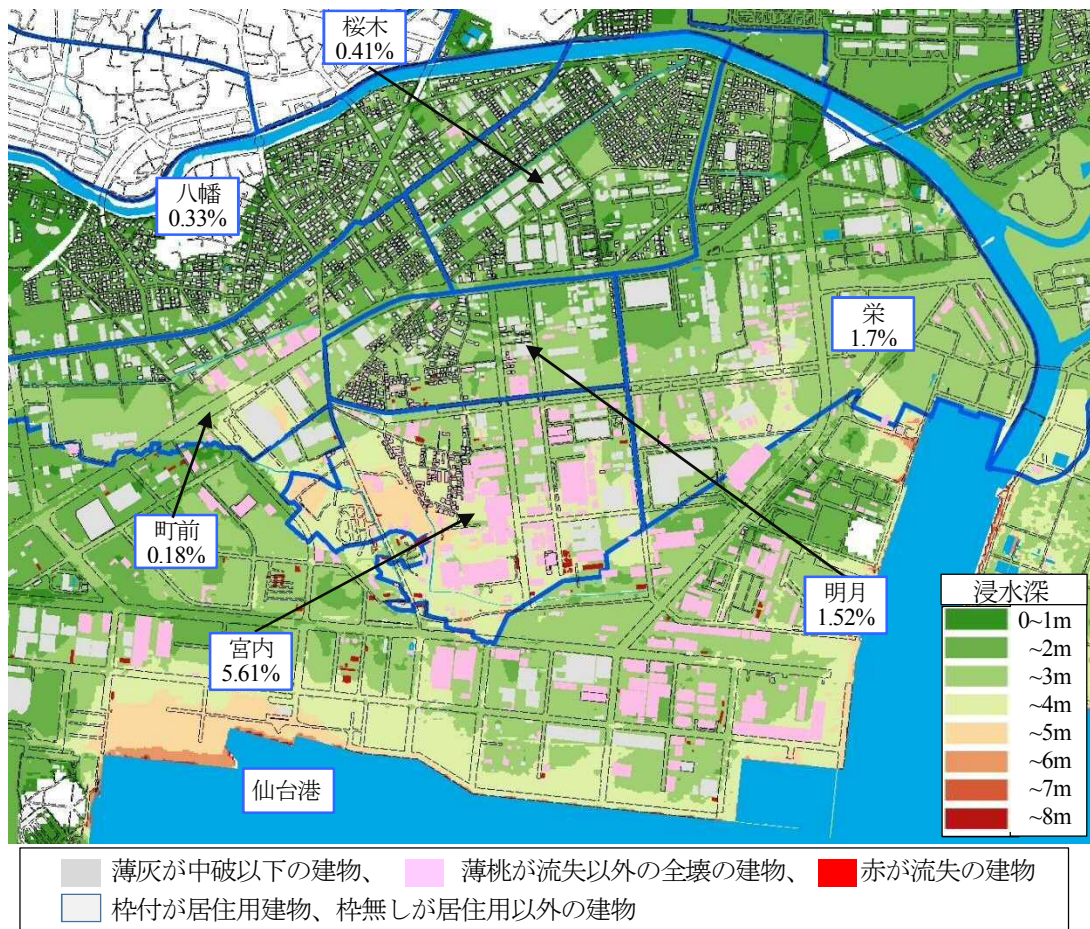


図 2.3.16 多賀城市で被害が大きかった地区の犠牲者率と建物被害状況



宮内地区の住宅は、ほとんどが全壊であるが流失はしていない。大型の倉庫や工場により津波の流れが減勢されていた可能性がある。

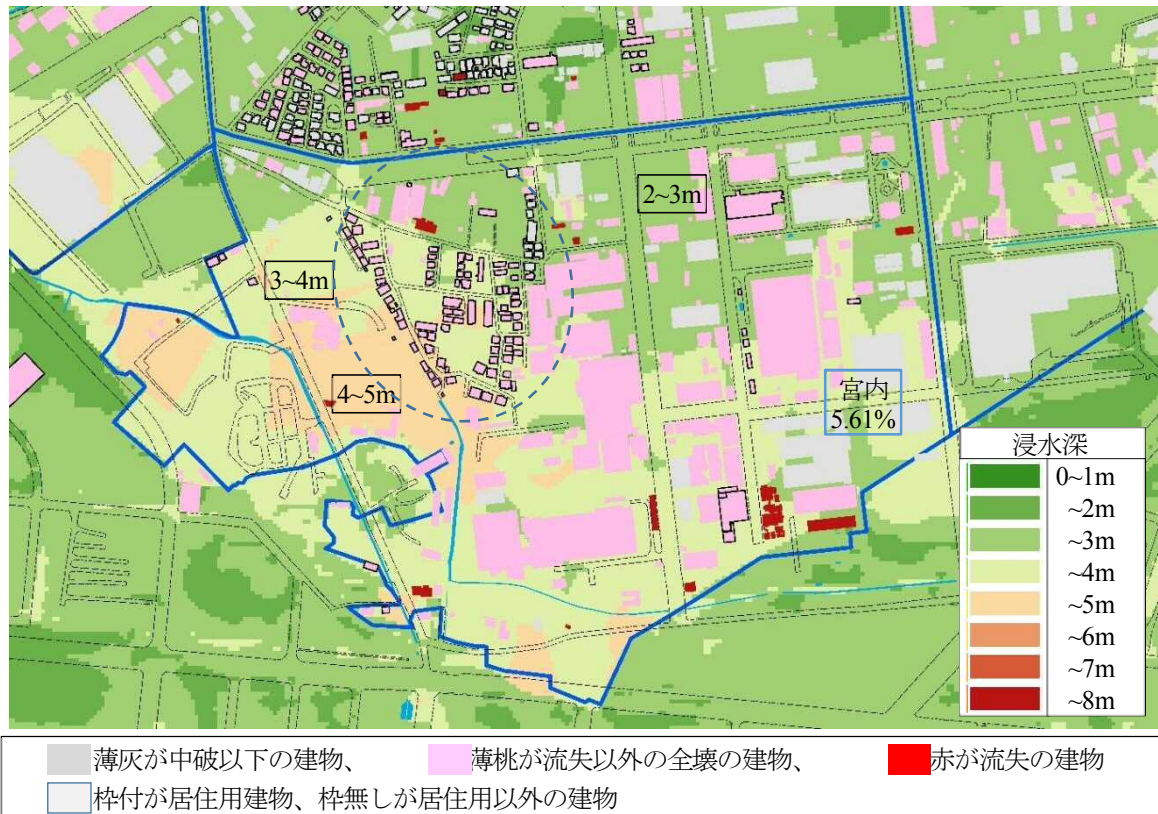


図 2.3.17 多賀城市宮内地区の居住用建物の被害と浸水深

明月地区では海に近い南半分で一部流失見られるが、大部分は全壊、北半分では中破である。

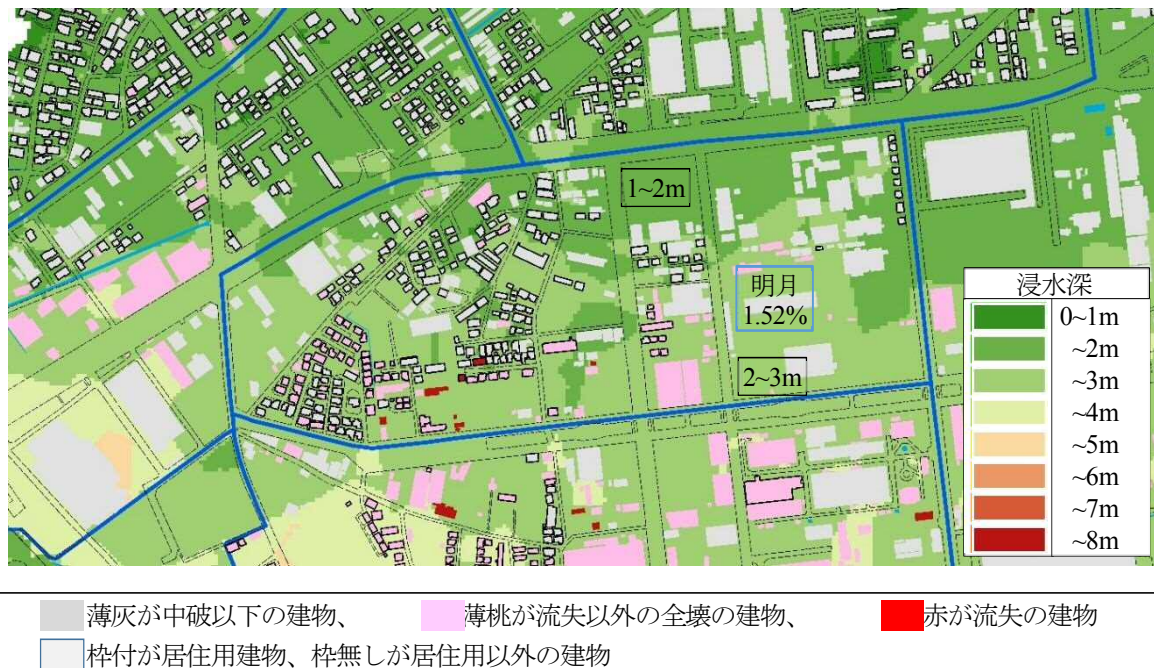


図 2.3.18 多賀城市明月地区の居住用建物の被害と浸水深



桜木地区、栄地区（南部には戸建て住宅は無い）ともに大部分の家屋の被害は中破以下であった。

遡上した津波が越流した箇所、家屋の流失は起きていない。

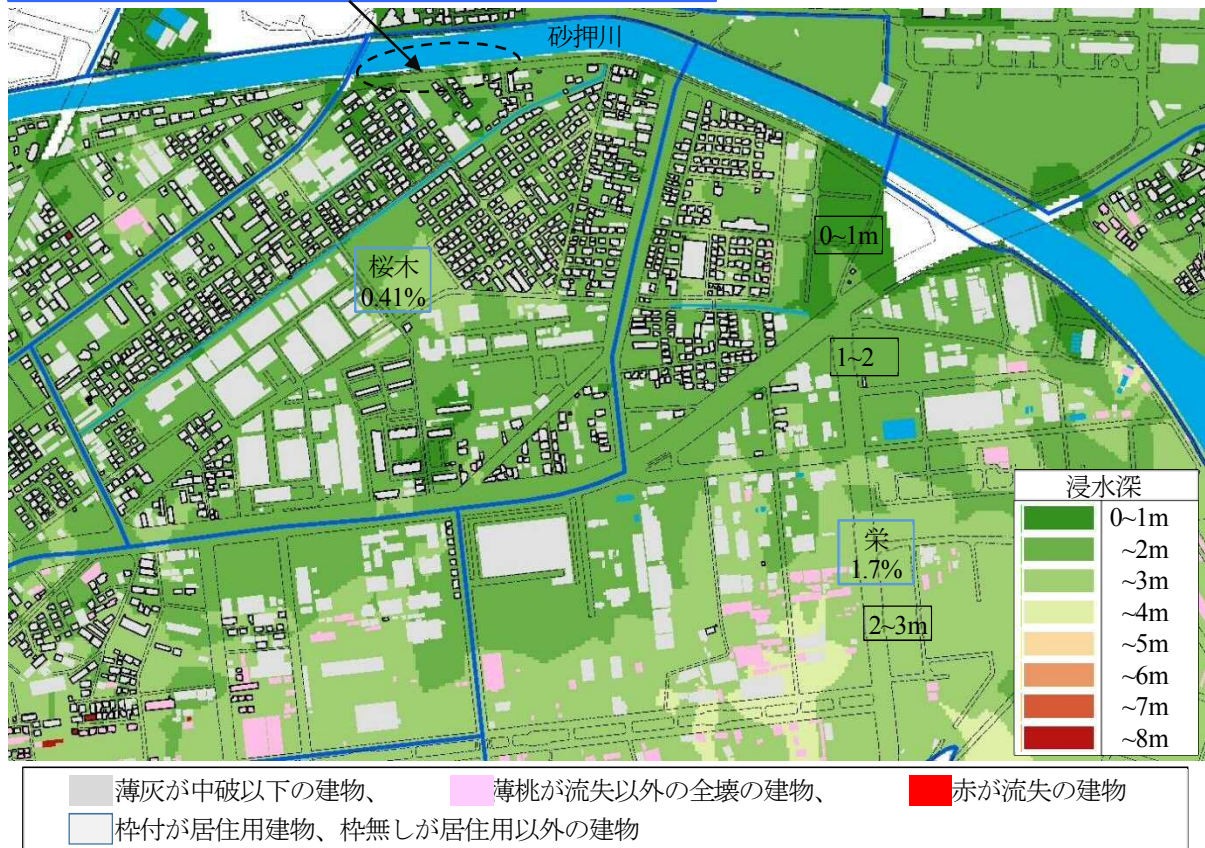
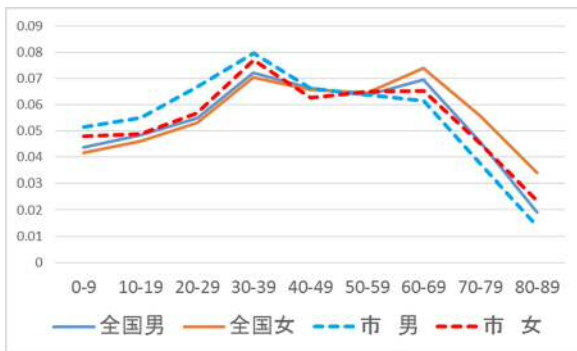


図 2.3.19 多賀城市桜木地区、栄地区の居住用建物の被害と浸水深

### (8) 多賀城市民の年齢構成

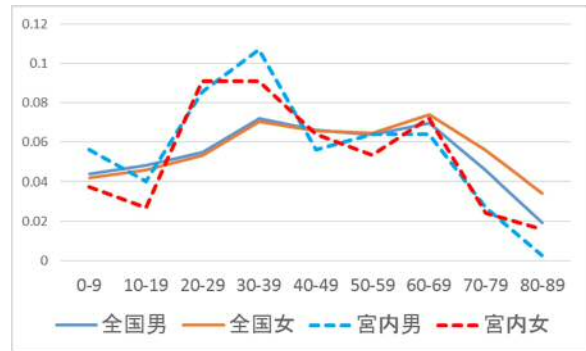
2010年国勢調査データに基づく多賀城市民の年齢分布を全国平均と比較して図 2.3.20 に示す。全国平均より高齢者が少なく、若齢者が多い。約 2,000 名の学生を擁する私立大学が市の中心部にあることも影響していると思われる。図 2.3.21 に示す宮内地区では 20-40 代の人口が多い。宅地が新しく開発され、周辺の商業施設で働く若い世代が移り住んでいた、と推定される。

なお、犠牲者の年齢分布のデータは入手出来なかった。



多賀城市人口 62,979 人

図 2.3.20 全国と七ヶ浜町全体の比較



宮内地区人口 374 人

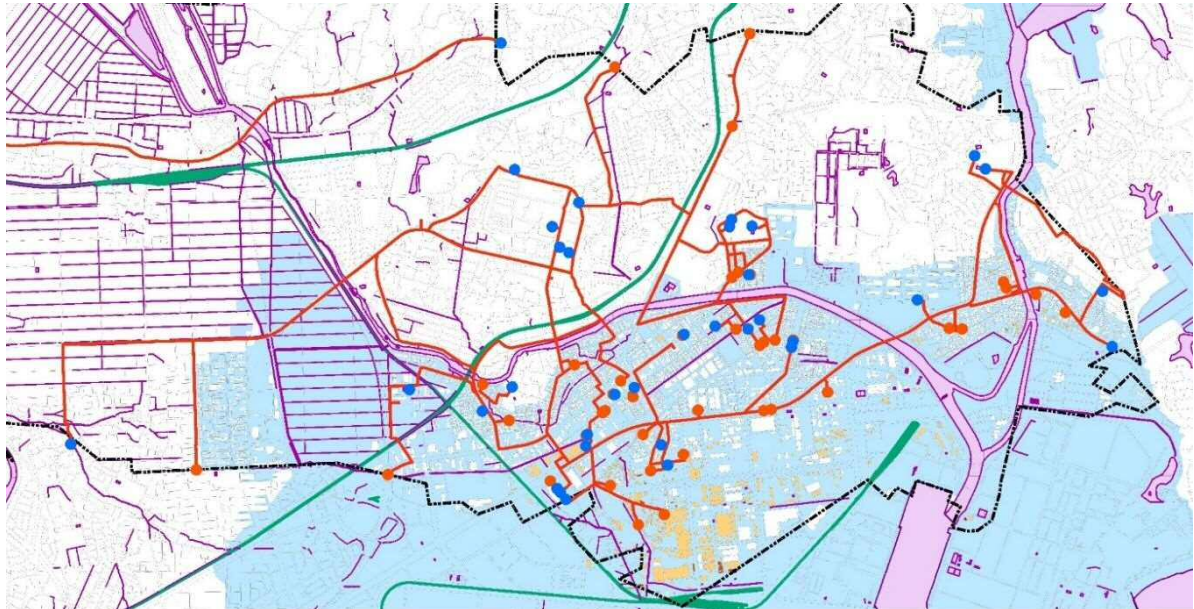
図 2.3.21 全国と浜部の比較



### (9) 多賀城市民の避難経路

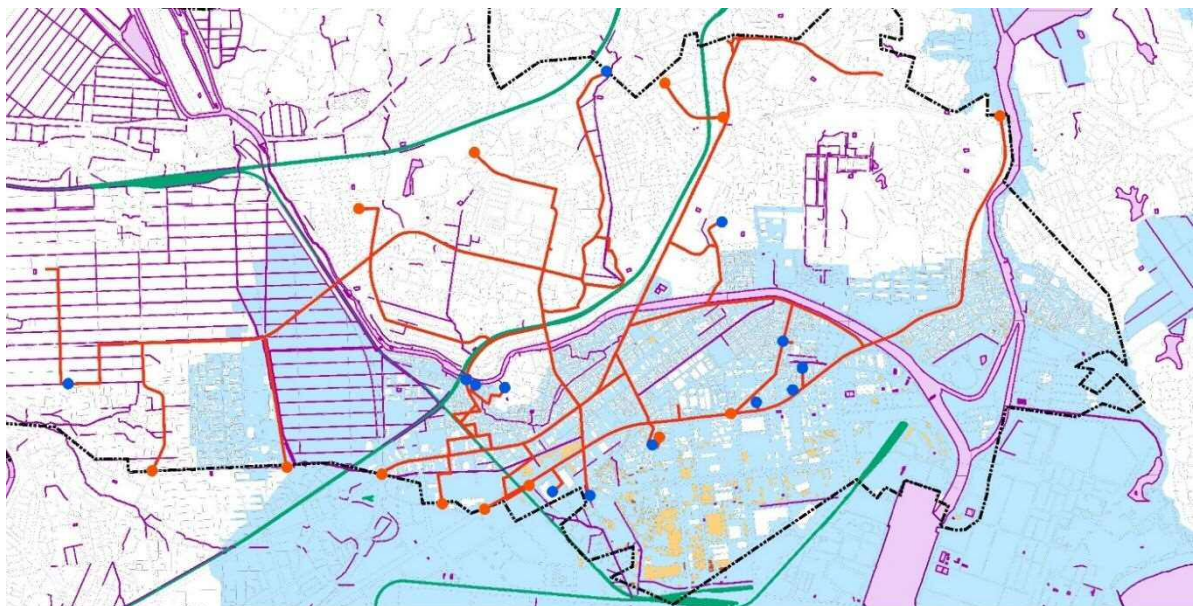
復興支援調査アーカイブの個人行動調査データより作成した避難経路図を図 2.3.22 と図 2.3.23 示す。地震発生時に自宅にいたか外出先から避難した人の避難経路が図 2.3.22 で非浸水域の北部に逃げた人より浸水域内で鉛直避難したと推定される人がやや多い。外出先から津波が来るまでに一旦帰宅した人の避難経路が図 2.3.23 で、帰宅後そのまま自宅に戻ったか、自宅の近くで鉛直避難したと推定される人が多い。

なお、多くの外来者が被災しているが、その人達の行動は復興支援調査では調査されておらず、記録に基づく分析は出来ない。



赤丸：出発点、青丸：避難場所（一時避難の終着点）

図 2.3.22 地震発生時に自宅にいたか自宅に帰らず直接避難した人の避難経路



赤丸：出発点、青丸：避難場所（一時避難の終着点）

図 2.3.23 一旦帰宅した人の避難経路

## (10) 多賀城市の防災計画・防災訓練の状況と東日本大震災における避難の状況

以下は、多賀城市の Web 公開記録<sup>4)</sup>から読み取った情報と多賀城市防災担当者から聞き取った情報の要約である。

### a) 防災計画と広報施設

東日本大震災以前に多賀城市が力を入れてきたのは、市内を横断する砂押川の氾濫対策であった。そのため、東日本大震災以前に設置されていた 13 カ所の防災行政無線放送の屋外拡声器は砂押川沿いに設置されていた（現在は 53 基に増設）。市の記録によれば東日本大震災の際は 5 回避難指示の放送（津波到達前は 3 回）を行なったとのことであるが、そのような拡声器の配置から、放送の効果は限定的であったと思われる。

### b) 防災訓練と避難への準備

市が主催する総合防災訓練は 5 年に一度で、各地区の防災訓練は毎年行われていたが、津波避難は中心課題では無かった、とのことである。それでも、浸水被害に対処するための避難場所や避難ビルの指定は行われていて、東日本大震災の津波避難においても、イオン多賀城店（約 600 人）、ソニー仙台テクノロジーセンター（社員 1,200 名と周辺住民）、フクダ電子ファインテック仙台（社員と周辺住民 130 名）、小野屋ホテル（120 人）、ホテルキャッスルプラザ多賀城（170 人）などが鉛直避難場所として活用された。多賀城市の南部には大規模な事業所が多いが、責任者の決断で鉛直避難（理研食品、東邦アセチレン）や最寄りの避難場所に集団避難（東洋刃物、東北電機製造）し、これらの事業所では犠牲者を出さなかった。

### c) 避難の呼びかけ

住民への避難の呼びかけについては、上述の防災行政無線放送によるほか、多賀城消防署と県警による避難広報活動、市役所が立ち上げた災害対策本部からの無線による要請を受けた市内各地区の消防団（8 分団あり、第 5、第 6 分団が沿岸に近い地域）による、ポンプ車等を使った呼びかけが行われた。

## (11) 犠牲者発生の要因

上述の多賀城市の東日本大震災の記録<sup>4)</sup>の東日本大震災ふりかえり「語り継ぎたい、震災の記憶」のページには以下のような記述がある。

### a) 市民の回想

- ・地震発生後、車で避難する人が多く、地域内の道路は大渋滞であった。
- ・市民プールで地震に遭い、帰宅して自宅に居たときに津波が来て 2 階に避難し外を見たら生き地獄だった。
- ・マンションの 6 階に住んでいたが、揺れが大きすぎて外に出てしまった。結果、家の方が安全だった。
- ・自宅の 2 階でじっとしていれば助かったのに「逃げろ」という声を聞き続けた結果、津波が来る直前に逃げ始めて亡くなった方がいた。
- ・大津波警報が発令されたのは知っていたが、近所の人たちは避難せずに立ち話や付近の片付けをしている人が多かった。
- ・防災広報は、危機感のある広報で実施する。時には、強い命令で実施するなどしないと伝わらない。
- ・自主防災組織を作る時、阪神淡路大震災を参考にしたが、津波が来るという想定はなかった。
- ・イオン多賀城付近にいた時に地震が起きた。歴史のボランティアをやっていたこともあり、貞観地震の様な津波が来ることを直感し直ぐ帰宅した。
- ・仙台港から八幡まで 1.5km 程度しかないことを意識していなかった。
- ・津波が来ると言われても、前年のチリ地震の津波がたいしたことなかったこともあり、ちょっと冠水するかどうかというイメージだった。
- ・震災当日夜中の 2 時になっても道に多くの人が歩いていた。どこに行ったらいいかわからない人ばかりだった。

### b) 集団避難した事業所の責任者の回想

- ・作業服姿のわれわれ一行が列をなして歩いている姿に、擦れ違う人たちの目には「何事なのか」、「大袈裟な」と映ったと思いますが・・・（東北電機製造 椎井一意氏）。



・工場長の指示のもと全員が着の身着のまま指定されている避難所へ歩き始めました。・・・雪の降る中（渋滞している）車の間を縫いながら移動しましたが途中住民の方から何をしていますのですか？と訪ねられ、大津波警報が出ているので避難をしていることを伝えると驚いた様子で家に戻られていました（東洋刃物菅原宏一氏）。

c) 回想録から推測される被災要因

相当数の市民が、津波の危険性を我がことと捉えられず、避難広報を防災行政無線のスピーカや巡回するポンプ車のスピーカから聞いても意味をよく理解出来ず、適切な避難行動をとらなかったと推測される。

浸水深が比較的高かった宮内地区以外は2階に上がれば助かった程度の浸水深であるので、津波を警戒せずに路上に出ていた人や車で避難して渋滞に巻き込まれた人に犠牲者が出たと思われる。砂押川から越流した津波が避難経路を遮断した影響もあると思われるが、それについての回想が無い。越流箇所近辺の住宅は流失しておらず、越流の影響は限定的であったと思われる。

d) 宮内地区の被災要因

宮内地区で流失した住宅は無いが、浸水深が4~5mに達している。逃げずに自宅の2階に上がっても厳しい状況であったと推定され、同地区の犠牲者率が高くなった要因と思われる。また、浸水深の割に流失家屋が少なかった理由として、市の防災担当者は、「海岸部から県道23号線に掛けて大きな建物が多く、津波は道路に沿って進入した。そのため、浸水深の割に住居の流失が少なかったのではないかと述べていた。

e) 市民以外の来訪者の被災要因

市民以外の来訪者の多くは車で帰宅しようとしていたと思われる。車載ラジオで津波来襲のニュースは聞いていたはずであるが、多賀城市内の国道45号線や県道23号線を走っていても、海は見えない。地理をよく知る人でないと津波来襲を我がことと捉えられなかったと思われる。また、これら幹線道路を離れて山側に逃げようとしても、渋滞で動けなかったであろう。

## (12) 多賀城市で人的被害が比較的多かった理由のまとめ

- a) 多賀城市の防災訓練では津波避難は中心課題とされていなかった。同市が直接海に接する部分のごく一部で、多賀城市市民には津波に対する警戒心が比較的希薄だった。
- b) 防災行政無線や巡回広報車による避難の呼びかけは行われたが、多くの市民は我がことと捉えられず、効果的な避難行動に結びつかなかった。
- c) 高台への避難路は渋滞した。
- d) 買い物などに車で来た来訪者や仙台方面から車で帰宅しよう通過者は車載ラジオで大津波警報の発令を聞きながら国道45号線と県道23号線を走行したと推定されるが、海に近い低地という地理的知識がないと津波危険地域を走行中という感覚は持てなかったと思われる。

## 参考文献

- 1) 後藤洋三、中須正：地域の津波避難脆弱性を評価する指数の提案と検証、日本地震工学会論文集、Vol17、No. 2 p. 2\_158-2\_173、2017.
- 2) 七ヶ浜町：「東日本大震災七ヶ浜町記録集「次代への伝承」第5章資料編」  
[https://www.shichigahama.com/benricho/joho/documents/d89-010\\_6.pdf](https://www.shichigahama.com/benricho/joho/documents/d89-010_6.pdf) (2018年4月閲覧)
- 3) 多賀城市：「多賀城市における東日本大震災の被害状況概要」  
[https://www.city.tagajo.miyagi.jp/bosai/kurashi/daishinsai/documents/higasinihondaisinsai\\_higaigaiyou.pdf](https://www.city.tagajo.miyagi.jp/bosai/kurashi/daishinsai/documents/higasinihondaisinsai_higaigaiyou.pdf) (2018年4月閲覧)
- 4) 多賀城市：「平成23年3月11日あの日を忘れない・東日本大震災の記録」  
[http://tagajo.irides.tohoku.ac.jp/staticfiles/contents/book/\\_SWF\\_Window.html](http://tagajo.irides.tohoku.ac.jp/staticfiles/contents/book/_SWF_Window.html) (2018年4月閲覧)

## 2.4 津波避難の課題と対策

### 2.4.1 中土佐町の避難訓練から

中土佐町は、地震発生から10分以内に避難を開始し、可能な限り高台に逃げるということになっており、避難訓練の様子からも、その考え方は浸透していると思われる。図2.4.1に避難シミュレーションを用いて計算した事例を示す。中央防災会議より示されている南海トラフ地震津波のケース4のシナリオに基づき、津波を発生させ、避難開始時間を地震発生から20分として計算したものである。緑が避難経路を示している。この場合、避難場所9（団地）に向かうための道路は川沿いにあり、川からの遡上は早いため、そこで、避難を失敗したものと考えられる。このように、避難する時間によっては、選択できない道も出てくることから、そのような時間や津波の来襲状況による避難経路の示し方をどうするかということが課題になると考えられる。

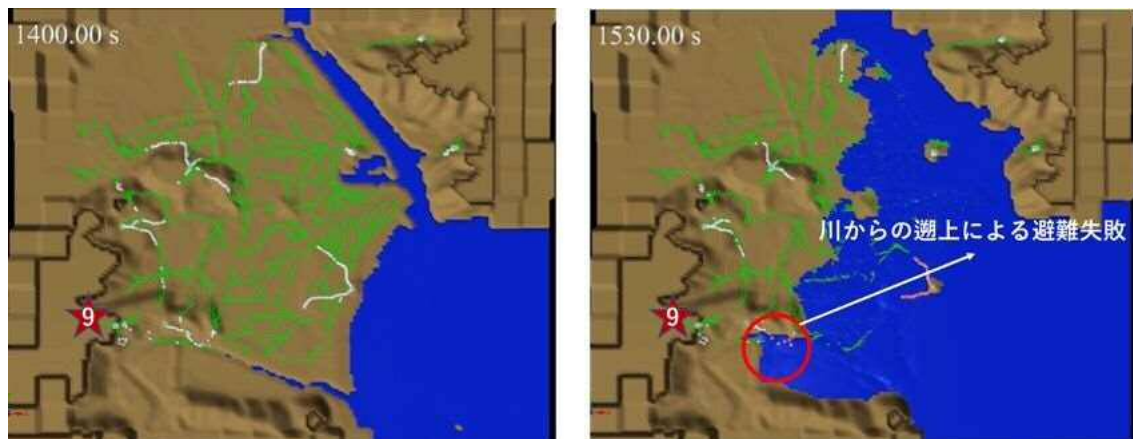


図 2.4.1 避難シミュレーションを用いた検討

現状、地震後10分以内の避難を目指すことで、津波からの避難に失敗する人はいないことが想定される。ただし、これはあくまでも、10分以内に逃げることができた場合には、という仮定であるので、それを実現するためには、単なる避難訓練ではなく、実際に地震が生じた際に、どの程度の時間で家を出ることができるのか？というような訓練も行うことで、より現実に即した避難計画になると考えられる。また、耐震化されていない家屋なども多く、特に図2.4.2に示す旧漁港に近接する海岸沿いの古い住宅街等に密集しており、街路も狭いことから道路が閉塞される恐れもあるため、そういった点を考慮することも重要と考えられる。

なお、中土佐町では上記のような避難に関する課題に対応すべく、住宅の耐震診断・設計及び改修工事やブロック塀の除去、老朽住宅の除去、家屋転倒防止等に対する補助制度により、耐震対策事業を推し進めているところである。



Copyright(c) NTT 空間情報 ALL Rights Reserved

図 2.4.2 中土佐町市街地



## 2.4.2 宮城県七ヶ浜町と多賀城市の津波避難実態調査から

七ヶ浜町と多賀城市ならびに宮城県平野部沿岸主要自治体における避難成績の比較を表 2.4.2 に、避難成績に関わる事項の比較を表 2.4.3 に示した。

既に 2.3 節で述べたように、七ヶ浜町の避難成績は宮城県平野部沿岸の主要自治体の中で最良であったが、多賀城市のそれは不良であったことが、表 2.4.2 の HVI の比較で明らかである。

表 2.4.3 で、七ヶ浜町に比べ多賀城市の方が避難成績に悪影響している項目を黄色く着色した。多賀城市の方が大津波警報と避難指示の認知率が低く、避難率が低い。また、地震後津波が来襲するまでの間に結果的には津波で全壊してしまう自宅に一旦戻った人の割合が高く、避難遅れの割合が高かったと思われる。また、多賀城市で避難しようとした自動車の速度が歩行速度と同等で、渋滞した事が分かる。避難距離も七ヶ浜町より長い。一方、非常時持ち出し品準備率は多賀城市の方が優れているが、津波を想定した準備ではなく市中を流れる砂押川の氾濫を警戒した準備であった可能性がある。また、車で逃げる心積りの人は非常時持ち出し品を準備しない傾向にあり、道路環境から車で避難が容易であった七ヶ浜町では、非常時持ち出し品を準備する人が少なかったと推測出来る。

表 2.4.2 七ヶ浜町と多賀城市ならびに宮城県平野部沿岸自治体の避難成績の比較

	七ヶ浜町	多賀城市	宮城県平野部沿岸自治体
1) 犠牲者数 (当該市町内で発見された犠牲者+行方不明者)	74	188	6,212*
2) 市町民犠牲者数 (当該市町内で亡くなった市町民)	60	Max125	
3) 流失家屋数 (敷地面積 30㎡ 以上をカウント)	829	7	14,306*
4) 全壊家屋数 (流失含む)	1,047	258	36,832*
5) HVI	3.4	589	24.7
6) 流失家屋数の代わりに全壊家屋数を用いた HVI	2.1	24.8	9.6

\* : 石巻市本庁、東松島市、七ヶ浜町、多賀城市、仙台市若林区、名取市、亶理町、山元町の合計

表 2.4.3 七ヶ浜町と多賀城市ならびに宮城県平野部沿岸自治体の避難成績に関わる事項の比較

	七ヶ浜町	多賀城市	宮城県平野部沿岸自治体平均*
1) 自宅全壊被害を受けた回答者数	64	35	
2) 上記 1) の内地震時自宅に居たか津波到来までに帰宅した人の割合 (人数)	89% (57)	97% (34)	79%
3) 上記 2) の内帰宅した人の割合 (人数)	23% (13)	35% (12)	31%
4) 上記 2) の内避難した人の割合 (人数)	86% (49)	65% (22)	74%
5) 上記 2) の内大津波警報認知率	68%	46%	53.2%
6) 上記 2) の内避難指示認知率	10%	5.2%	5.4%
7) 上記 2) の内非常時持ち出し品準備率	41%	46%	38%
8) 上記 4) の内自動車使用率 (人数)	69% (34)	45% (10)	67%
9) 避難自動車の平均速度 (自宅から浸水域を脱するまでの速度)	9.5km/h	4.1km/h	10.8km/h
10) 等価避難距離 (自宅から浸水域を脱するまでの距離)	166m	295m	420m

\* : 石巻市本庁、東松島市、七ヶ浜町、多賀城市、仙台市若林区、名取市、亶理町、山元町の単純平均

以上のような七ヶ浜町と多賀城市の比較、並びに 2.3 節で示した分析から、津波避難の課題と対策について、以下が上げられる。

### (1) 津波に対する警戒心の育成

津波に対する警戒心が育成されていなければ、住民は大津波警報や避難指示を聞いても我がことと理解出来ない。特に、多賀城市のように海が見えない環境では、防災訓練や防災教育で津波の脅威を訴え続ける必要がある。

## (2) 避難道路の充実

多賀城市では市内の低地と高台の間を2本の幹線道路と河川が横断している。これが避難する車の流れを阻害した。我が国の沿岸部では海岸から少し離れた所(かつての海岸線に沿った街道筋)に幹線道路が走り、その道路と現在の海岸線の間に住宅密集地が作られたり、商工業施設が発達したりしている所が多い。そのような所から高台に避難するためには幹線道路を横切ることになり、そこが避難のボトルネックとなる。避難道路の拡幅と増設、そして幹線道路との立体交差化が必要である。

## (3) 避難誘導施設の充実

多賀城市のように昼間の外来者が多い所あるいは通過交通量が多い所では、大きなデジタルサイネージや点滅ランプと大音響拡声器で、津波の危険が差し迫っていることを知らせ、幹線道路を離れて高台に避難するよう指示したり、避難路がない場所では最寄りの高所避難場所に誘導したりする施設を設ける必要がある。

### 3. シミュレーション普及部会

#### 3.1 目的と成果概要

シミュレーション普及部会では、既往の研究成果を有効活用して避難研究の体系化を目指すこととし、津波避難に関する既往文献から研究動向を整理した。

その上で、避難シミュレーションに関する今後の課題について整理した。

#### 3.2 文献整理

##### 3.2.1 概要

発災時における避難に関する研究は以前より多数報告されているが、それらは個別事例を対象としたものが多い。そこで既往の研究成果を有効活用して避難研究の体系化を目指すこととし、まずは津波避難に関する既往の成果に基づいて避難特性や課題などを抽出するための基礎資料を得ることを目的として、津波避難に関する既往文献から研究動向を整理した。

##### 3.2.2 対象とした既往文献

災害発生時の住民避難に関する主に国内の査読付き論文 115 編を対象とした。115 編を掲載論文集ごとに分類した結果を図 3.2.1 に示す。土木学会論文集に掲載された論文が最も多く、全体の 46% を占める 53 編であった。その内訳は、A1 (構造・地震工学) 14 編、B1 (水工学) 2 編、B2 (海岸工学) 24 編、B3 (海洋開発) 2 編、D3 (土木計画学) 6 編、F5 (土木技術者実践) 1 編、F6 (安全問題) 2 編、無記名 2 編であり、海岸工学分野と構造・地震工学分野での論文数が特に多い。一方で都市計画学会や地域安全学会論文集などの論文数は相対的にやや少ない。なお、図 3.2.1 のその他の項目には水工学論文集 1 編、都市計画論文集 1 編、国土技術政策総合研究所資料 1 編、生産研究 (研究速報) 1 編、地震研究所彙報 1 編、地震工学研究発表会論文集 1 編を含んでいる。各論文の論文集への掲載年を 5 年単位で分類した結果を図 3.2.2 に示す。2011 年～2015 年に掲載された論文が 78 編で全体の 68% を占め、突出して多い。そのうち、東北太平洋沖地震に関する論文が 50 編、他の地震に関する論文は 28 編であった。また、今回対象とした論文で一番古いものは 1982 年に掲載された浦河地震を対象とした論文であった。

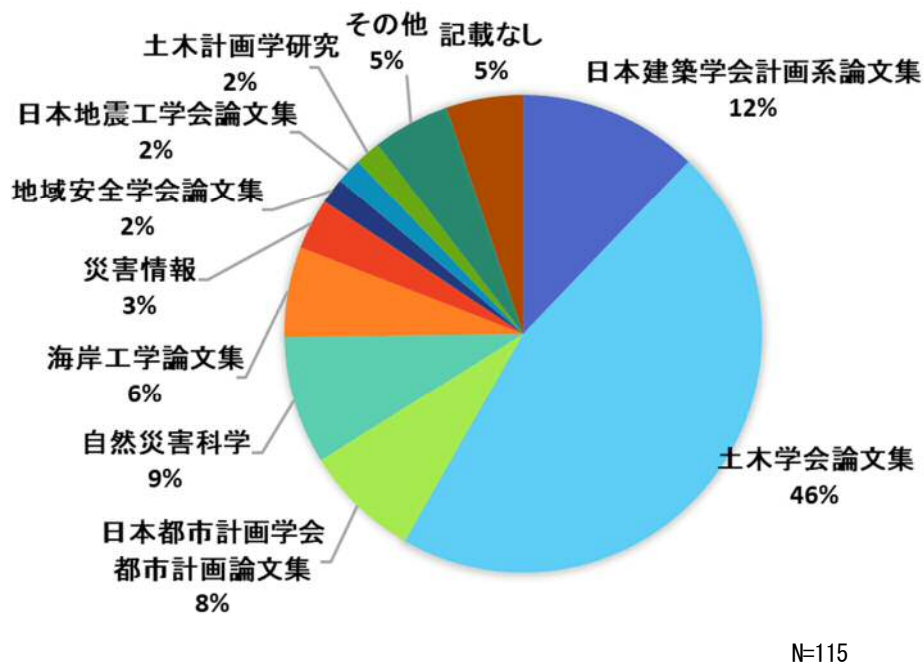


図 3.2.1 掲載論文集



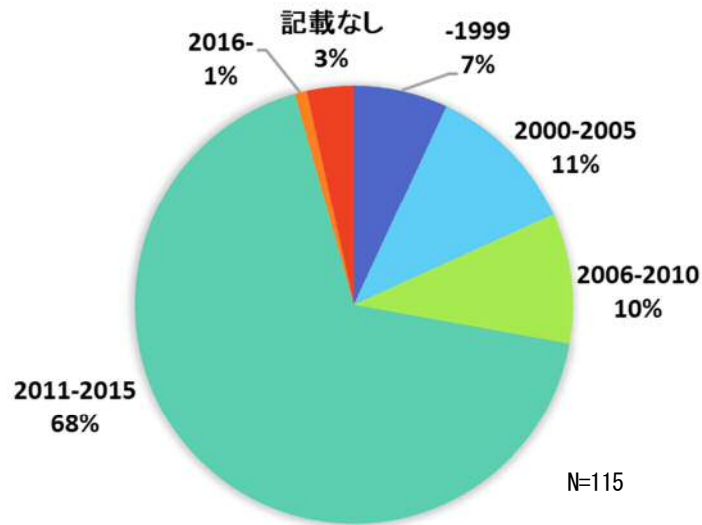


図 3.2.2 論文集発行年

### 3.2.3 分類

収集した 115 編の論文を精読し、項目別に分類して整理した。項目ごとに整理して以下に記す。

#### (1) 調査対象地

図 3.2.3 に各論文の調査対象地を地方別に分類した結果を示す。東北地方が 36%を占めており、その中でも岩手県を対象とした論文が 21 編、宮城県が 27 編あった。

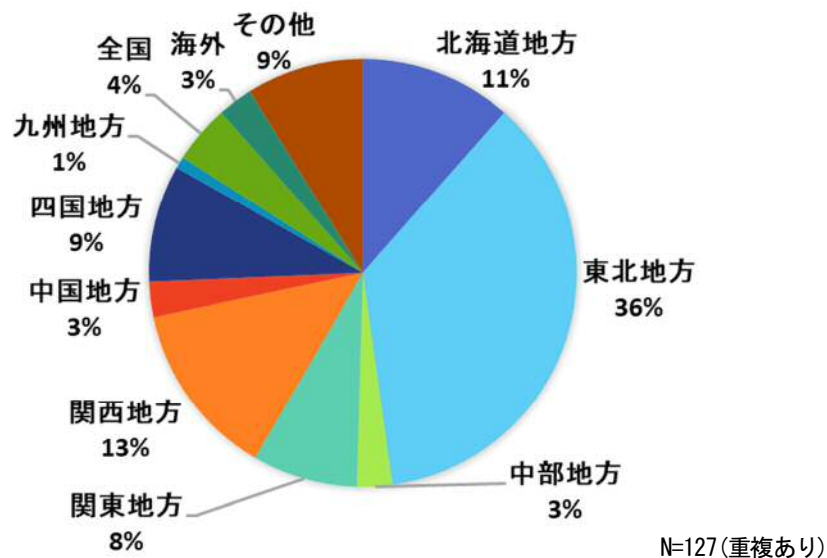


図 3.2.3 調査対象地

#### (2) 対象地震

図 3.2.4 に津波発生の原因となった地震で分類した結果を示す。東北地方太平洋沖地震に関する論文が最も多く、40%を占めた。なお、その他には論文数としては比較的少なかった千島列島沖地震、北海道東方沖地

震、十勝沖地震、慶長三陸地震、南関東地震、延宝房総沖地震、浦賀沖地震、伊豆半島沖地震、東海道沖地震、伊勢半島沖地震、兵庫県南部地震、安政南海道地震、能登半島沖地震を含み、多岐にわたる。東北地方を対象地とした論文の中では、東北地方太平洋沖地震発生後の研究例が50編と多く、そのうち被害そのものに関する論文が29編、今後の対策に関する論文が21編あった。また、慶長三陸地震、宮城県沖地震、明治三陸沖地震、日本海中部地震、延宝房総沖地震、チリ地震を対象としたものもあった。これは津波襲来が繰り返されてきた東北地方を対象として、多くの知見が残されていると思われる。

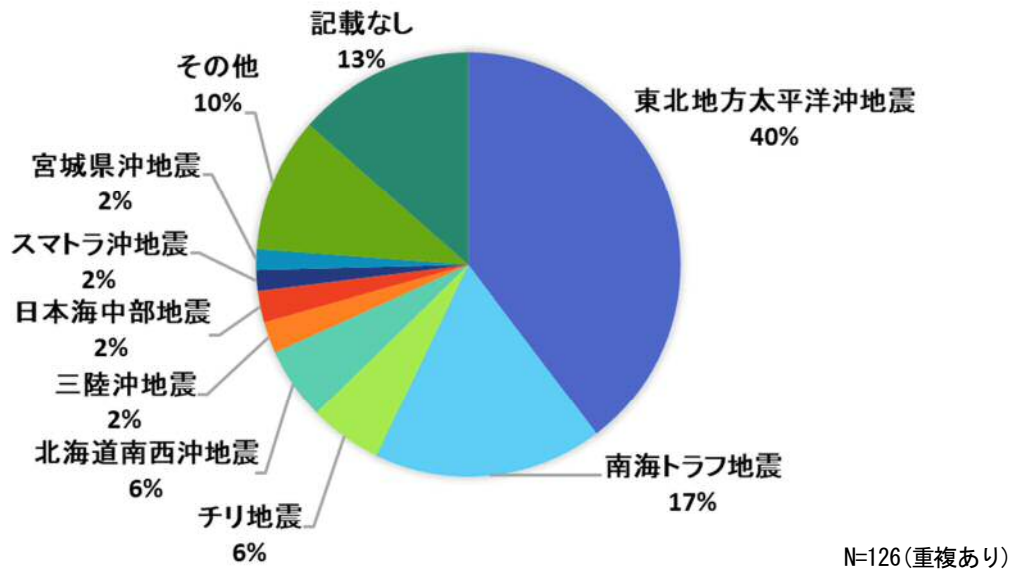


図 3.2.4 対象地震

### (3) 調査方法

図 3.2.5~3.2.7 に調査方法別の分類結果を示す。実態調査、アンケート調査、ヒアリング調査、ポスティング調査を合わせた現地調査の割合は60%に上り、避難シミュレーション等の解析をベースとした論文も39%を占める。一方、文献調査は1%であった。さらに、各調査方法別に調査対象地を抽出したところ、東北地方に関して解析調査では25編、現地調査では48編と他の地方に比べて突出して多かった。これは、東北地方での被災状況に関する研究例が多いことを示している。

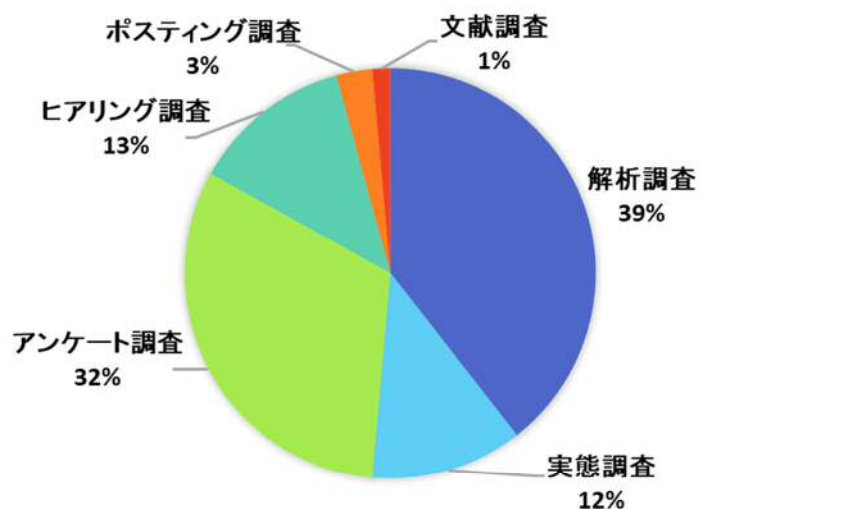


図 3.2.5 調査方法

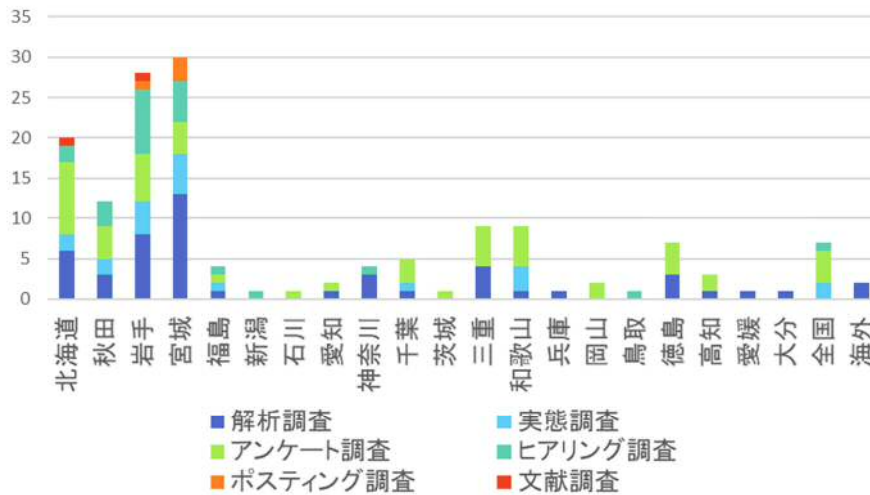


図 3.2.6 調査方法の地域別内訳

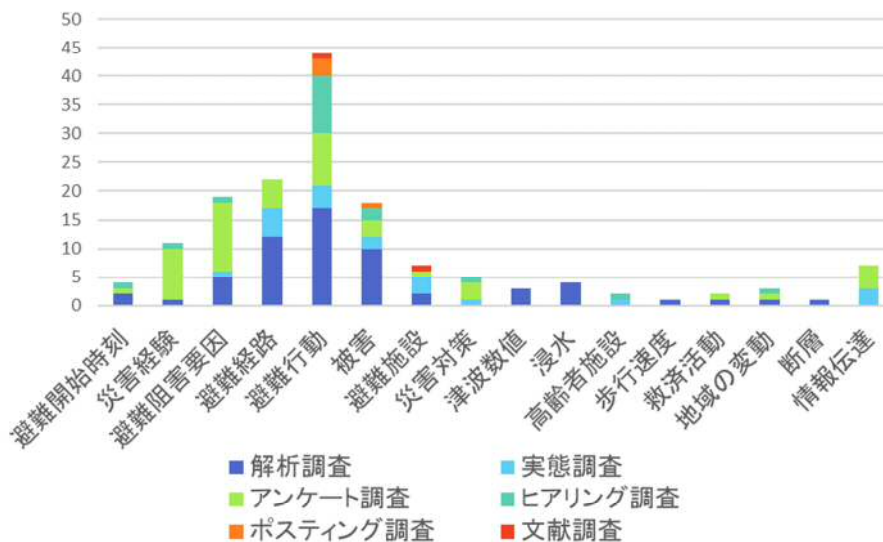


図 3.2.7 調査方法のテーマ別内訳

#### (4) 調査内容

図 3.2.7 に調査内容で分類した結果を示す。大別して、津波発生メカニズムや津波防御などに関する論文が 41%、人に関わる論文が 59% となった。避難行動に関する論文が 33 編と最も多く、そのうち岩手県を対象とした論文が 8 編、宮城県が 12 編に上るなど、やはり東北地方を対象とした研究例が多い。中央防災会議の津波避難対策検討ワーキンググループは、津波避難対策の基本的な考え方の一つとして、素早い避難が最も有効で重要な津波対策であるとまとめているが、本研究で対象とした論文では、避難行動に着目したものは 28% に上るものの、避難開始時刻に着目した論文は 2% に留まった。



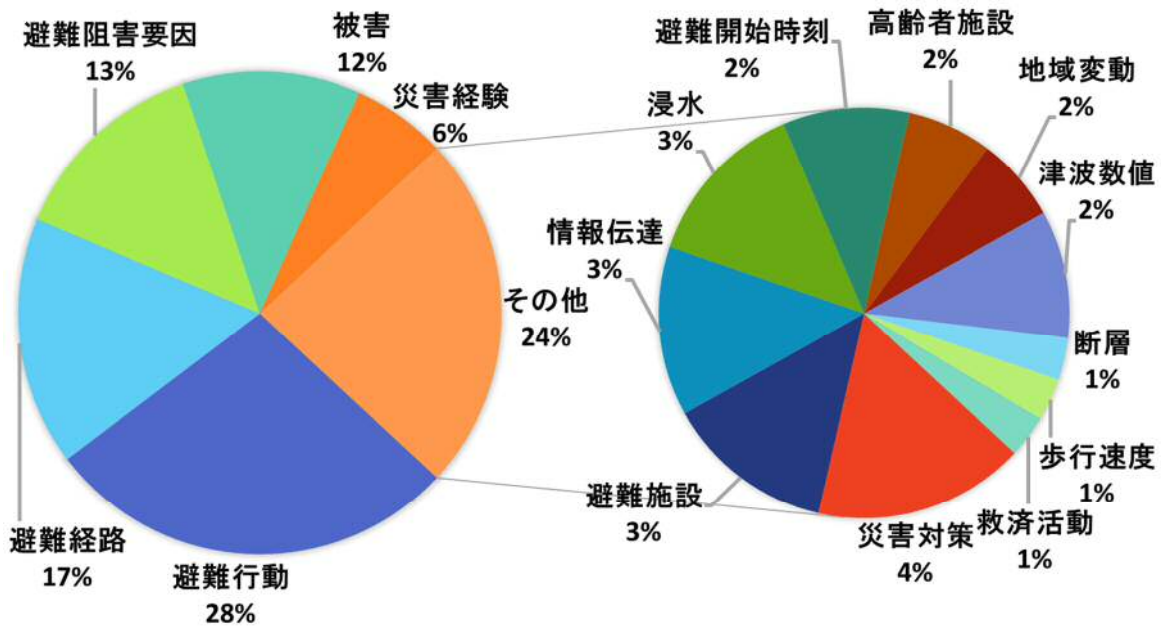


図 3.2.7 調査内容

N=126(重複あり)

### 3.2.4 対象文献リスト

- ・ ピニエイロアバウタイチコンノ：市街地避難訓練時の歩道及び歩道橋階段における引率下の保育園児年齢別歩行速度，日本建築学会計画系論文集，第 79 巻，第 697 号，pp. 583-588，2014
- ・ 井原毅：東北地方太平洋沖地震における三陸地方の高地移転地域の調査報告，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol. 68, No. 4(地震工学論文集第 31-b 巻)，pp. 1239-1249，2012
- ・ 羽鳥徳太郎：津波による家具の破壊率，地震研究所業報，Vol. 59，pp. 433-439，1984
- ・ 臼井真人：防災力向上を目的とした地域間の住民連携に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 79 巻，第 696 号，pp. 571-578，2014
- ・ 浦田淳司，津波避難時の避難開始時刻に与える事前行動の影響分析，公益社団法人日本都市計画学会，都市計画論文集，Vol. 48, No. 3，pp. 807-812，2013
- ・ 越村俊一，津波による人的被害軽減のための避難戦略の評価手法に関する研究，海岸工学論文集，第 50 巻，pp. 1336-1340，2003
- ・ 越村俊一，津波被害関数の構築，土木学会論文集 B，Vol. 65, No. 4，pp. 320-331，2009
- ・ 越村俊一，2011 年東北地方太平洋沖地震津波災害における建物脆弱性と津波被害関連，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 68, No. 2，pp. 336-340，2012
- ・ 奥村与志弘，想定を超える津波からの避難の特徴と対策-宮城県志津川地区の事例分析-，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 69, No. 2，pp. 1366-1370，2013
- ・ 岡部慶三，秋田県における津波警報の伝達と住民の対応，pp. 355-364
- ・ 加藤史訓，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
- ・ 河田恵昭，津波常襲地域における住民の防災意識に関するアンケート調査，海岸工学論文集，第 46 巻，pp. 1291-1295，1999
- ・ 関谷直也，東日本大震災における「避難」の諸問題にみる日本の防災対策の陥穽，土木学会論文集 F6(安全問題)，Vol. 68, No. 2，pp. 1-11，2012

- ・ 関谷直也, 避難の意思決定構造-日本海沿岸住民に対する津波意識調査より-, 自然災害科学 J. JSNDS, 35 特別号, pp.91-103, 2016
- ・ 宮森保紀, 釧路市における既存構造物への津波非難に関する基礎的検討, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.69, No.4(地震工学論文集第32巻), pp.919-931, 2013
- ・ 宮野道雄, 1993年北海道南西沖地震による奥尻島の被害に関する検討, pp.13-21
- ・ 牛山素行, 防災情報による津波災害の人的被害軽減に関する実証的研究, 自然災害科学 J. JSNDS, 2004, pp.433-442
- ・ 牛山素行, 津波避難場所の観察にもとづく地域防災ワークショップ効果検証の試み, 自然災害科学 J. JSNDS, 2009, pp.241-248
- ・ 近藤誠司, 東日本大震災の津波襲来時における社会的なリアリティの構築家庭に関する一考察~NHKの緊急報道を題材とした内容分析~, 災害情報, No.10, 2012, pp.77-89
- ・ 金井昌信, 津波常襲地域における災害文化の世代間伝承の実態とその再生への提案, 土木計画学研究, Vol.24, No.2, 2007, pp.251-261
- ・ 金井昌信, 2011年東北地方太平洋沖地震津波襲来時における津波避難意思決定構造の把握, 災害情報, No.10, 2012, pp.91-102
- ・ 金井昌信, “津波から命を守るための教訓”の検証~岩手県釜石市を対象とした東日本大震災における津波被害実態調査から~, 災害情報, No.11, 2013, pp.114-124
- ・ 金井純子, 徳島県内の社会福祉施設の立地特性と津波防災対策の現状, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, 2013, pp.1336-1340
- ・ 熊谷兼太郎, 2011年東北地方太平洋沖地震津波の避難行動への津波避難シミュレーションの適応性, 国土技術政策総合研究所資料, No.742, 2013
- ・ 熊谷兼太郎, 2011年東北地方太平洋沖地震津波の避難行動への津波避難シミュレーションによる再現性の検証, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.70, No.5(土木計画学研究・論文集第31巻), 2014, pp.187-196
- ・ 桑沢敬行, 津波避難の意思決定構造を考慮した防災教育効果の検討, 土木計画学研究, No.23, no.2, 2006, pp.345-354
- ・ 源貴志, 津波避難シミュレーションシステムの開発と地区の避難安全性評価への適応, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集
- ・ 後藤仁志, 津波氾濫時の市街地内群衆非難の個体ベースシミュレーション, 海岸工学論文集, 第52巻, 2005, pp.1251-1255
- ・ 後藤洋三, スマトラ北部西方沖地震で生じたバンダアチェ住民の大規模避難行動の調査と分析, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.69, No.4(地震工学論文集第32巻), 2013, pp.182-194
- ・ 後藤洋三, 東日本大震災津波避難合同調査団の形成と山田町・石巻担当チームによる調査結果-データ特性分析-, 日本地震工学会論文集, 第15巻, 第5号(特別号), 2015, pp.118-143
- ・ 後藤洋三, 東日本大震災津波避難合同調査団の形成と山田町・石巻担当チームによる調査結果-調査概要-, 日本地震工学会論文集, 第15巻, 第5号(特別号), 2015, pp.97-117
- ・ 高田和幸, 東北地方太平洋沖地震時の自転車による津波避難の状況再現手段に関する研究-宮城県気仙沼市街地を対象として-, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.69, No.4(地震工学論文集第32巻), 2013, pp.973-979
- ・ 今村文彦, 津波避難数値シミュレーション法の開発と北海道奥尻島青苗地区への適用, 自然災害科学 J. JSNDS, 2-20, 2001, pp.183-195
- ・ 佐々木麻衣, 南海トラフ巨大地震を想定した津波避難における自動車利用意向とその動機及び抑制可能性, 都市計画論文集, Vol.49, No.3, 2014, pp.861-866

- ・ 佐藤太一, 心理的作用を考慮した津波避難回避開始における意思決定モデルの開発, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 69, No. 2, pp. 64-80, 2013
- ・ 佐藤翔輔, 避難先を指定しない新しい津波避難訓練手法の提案-宮城県石巻市における実践と検証-, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 69, No. 2, pp. 1361-1365, 2013
- ・ 佐藤翔輔, 徒歩と自動車を組み合わせた津波避難計画の策定-宮城県亶理町における実践-, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1371-1375, 2014
- ・ 佐藤翔輔, 学校・地域・行政の連携による全町一斉学校避難訓練手法の設計・実践-宮城県亶理町における試み-, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. 1633-1638, 2015
- ・ 佐藤翔輔, 来街者の津波避難誘導をねらいにした避難行動・誘導実験とその分析-石巻市中心市街地における事例-, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. 1639-1644, 2015
- ・ 佐藤太一, 認知的不協和を考慮した津波避難行動モデルの開発-避難シミュレーションへの心理的要素の導入-, 地域安全学会論文集, No. 10, pp. 393-400, 2008
- ・ 笹圭樹, 道路容量制約下での避難場所割当の変更による津波避難時間短縮効果, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 49, No. 3, pp. 543-548, 2014
- ・ 三上卓, 東日本大震災の津波犠牲者に関する調査分析～山田町・石巻市～, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 70, No. 4(地震工学論文集第 33 卷), pp. 908-915, 2014
- ・ 山口健太郎, 東日本大震災における高齢者施設の被災と事業継続の実態に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第 78 巻, 第 690 号, pp. 1733-1742, 2013
- ・ 山田崇史, 海水浴場における津波避難施設の選択行動モデル化-神奈川県藤沢市をケーススタディとして-, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 49, No. 3, pp. 549-554, 2014
- ・ 氏原岳人, 津波に対する“備え”特性の類型化と避難行動への影響-津波日常襲地域の住居者を対象として-, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 49, No. 1, pp. 120-127, 2014
- ・ 首藤伸夫, 津波と防災, 土木学会論文集, 第 369 号, II-5, pp. 1-11, 1986
- ・ 小笠原敏記, 2011 年東北地方太平洋沖地震における住民避難行動に関する現地調査-和歌山県串本町を対象として-, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 69, No. 2, pp. 37-42, 2013
- ・ 小山真紀, 東北太平洋沖地震における浸水状況を考慮した市町村別・年齢階級別死者発生状況, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 69, No. 4(地震工学論文集第 32 卷), pp. 161-170, 2013
- ・ 小川雅人, 津波避難ビルの建築的特徴と地域的傾向に関する研究-南海トラフ巨大地震に伴う被害想定地域を対象として-, 日本建築学会計画系論文集, 第 80 巻, 第 707 号, pp. 221-230, 2015
- ・ 松林由里子, 2011 年東北地方太平洋沖地震にともなう岩手県における小・中学校の津波避難行動, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 1321-1325, 2012
- ・ 松林由里子, 岩手県沿岸における漁船の津波避難について, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1376-1380, 2014
- ・ 松林由里子, 東北地方太平洋沖地震津波時とその後の岩手県の小中学校での津波避難行動, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1341-1345, 2014
- ・ 松林由里子, 東日本大震災における岩手県野田村での徒歩と自動車による避難行動について, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. 1627-1632, 2015
- ・ 照本清峰, 実践的津波避難訓練の計画と試行, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 68, No. 5, pp. 63-74, 2012
- ・ 照本清峰, 防災まちづくりと防災教育の連携による実践的津波避難訓練の効果と課題, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 47, No. 3, pp. 871-876, 2012



- ・ 照本清峰, 観光地における津波避難体制の課題とあり方に関する一考察-白浜町・白良浜地域における津波避難訓練をもとにした検討-, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 48, No. 3, pp. 795-800, 2013
- ・ 照本清峰, 津波避難行動と親水危険性に関する地域住民の認識と津波避難対策の課題-和歌山県海南市を事例に-, 自然災害科学 J. JSNDS, P261-278, 2013
- ・ 照本清峰, 自動車利用を含めた津波避難ルール(案)に関する地域モデルの形成-和歌山県みなべ町を事例とした実践に基づく検討-, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol. 50, No. 3, pp. 423-430, 2015
- ・ 森伸一郎, 新聞記事分析による東北地方太平洋沖地震時の住民の津波避難行動, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), 地震工学論文集第 32 巻), pp. 942-957, 2013
- ・ 神吉優美, 悉皆アンケート調査からみた東日本大震災における高齢者施設の被災実態および復旧状況に関する考察, 日本建築学会計画系論文集, 第 78 巻, 第 691 号, pp. 1891-1900, 2013
- ・ 神原康介, 東日本大震災時における高齢者の緊急避難行動の実態と集落環境による影響-リアス式海岸沿い集落・赤浜のケーススタディ-, 日本建築学会計画系論文集, 第 79 巻, 第 701 号, pp. 1593-1602, 2014
- ・ 杉本晃洋, 避難意思決定に及ぼす東日本大震災の影響, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 68, No. 2, pp. 132-137, 2012
- ・ 西畑剛, 気仙沼地点における津波シミュレーション, 海岸工学論文集, 第 21 巻, pp. 163-168, 2005
- ・ 西畑剛, 沿岸防災施設による津波時の人的被害軽減効果について, 海岸工学論文集, 第 22 巻, pp. 565-570, 2006
- ・ 西畑剛, 津波からの避難車両のモデル化と渋滞等の評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 1316-1320, 2012
- ・ 石原凌河, 津波常襲地域における生活防災意識の構造に関する研究-徳島県阿南市を事例として-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol. 47, No.3, pp. 1069-1074, 2012
- ・ 石原凌河, 津波常襲地域における災害伝承の実態とその効果に関する研究-生活防災に着目して-, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 69, No. 5(土木計画学研究・論文集第 30 巻), pp. 101-114, 2013
- ・ 早川哲史, 津波発生時における避難行動開始モデルの提案とその適応, 自然災害科学 J. JSNDS, pp. 51-66, 2002
- ・ 増本憲司, 観光地海岸利用医者の津波に対する避難行動と避難意思決定に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 66, No. 1, pp. 1316-1320, 2010
- ・ 孫英英, 南海トラフの巨大地震・津波を想定した防災意識と避難行動に関する住民意識調査, 災害情報, No. 11, pp. 68-79, 2013
- ・ 村尾修, 岩手県沿岸部津波常襲地域における住宅立地の変遷-明治および昭和の三陸大津波被災地を対象として-, 日本建築学会計画系論文集, 第 77 巻, 第 671 号, pp. 57-65, 2012
- ・ 大原美保, 南海トラフ沿岸域における将来的な人口変動を考慮した津波減災戦略に関する検討, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 70, No. 4(地震工学論文集第 33 巻), pp. 710-717, 2014
- ・ 大塚久哲, 立地条件を考慮した東北地方太平洋沿岸地域の津波避難支援, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 68, No. 4(地震工学論文集第 31-b 巻), pp. 1081-1090, 2012
- ・ 大野沙知子, 新聞記事を用いた東日本大震災における津波避難行動に関する考察, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 69, No. 5(土木計画学研究・論文集第 30 巻), pp. 75-89, 2013

- ・ 谷下雅義, 東北地方太平洋沖地震津波による南三陸町行政区別犠牲者率の影響要因, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 70, No. 4(地震工学論文集第 33 巻), pp. 66-70, 2014
- ・ 中野晋, 災害時アクションガードを活用した学校の津波防災管理の高度化, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 69, No. 2, pp. 1331-1335, 2013
- ・ 田村保, 街路閉塞を考慮した津波浸水時の避難シミュレーション手法の適用, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 1286-1290, 2005
- ・ 田中重好, 津波からの避難行動の問題点と警報伝達システムの限界, 自然災害科学 J. JSNDS, pp. 183-195, 2006
- ・ 田中岳, 2011 年東北地方太平洋沖地震津波に対する北海道沿岸域住民の避難行動調査, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 69, No. 1, pp. 48-63, 2013
- ・ 渡辺公次郎, 津波防災まちづくり計画支援のための津波避難シミュレーションモデルの開発, 日本建築学会計画系論文集, 第 74 巻, 第 637 号, pp. 627-634, 2009
- ・ 土肥裕史, コミュニティにおける津波避難初期過程のシミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1356-1360, 2014
- ・ 島田富美男, 津波による人的被害予測に関する一考察, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp. 361-365, 1999
- ・ 島田広昭, 避難訓練データを援用したマルチエージェントモデルによる海水浴場利用者の安全避難に関する検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1346-1350, 2014
- ・ 東京大学社会情報研究所「災害と情報」研究会, 1993 年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達-巨大津波と避難行動-, 1994
- ・ 東京大学新聞研究所「災害と情報」研究班, 1983 年 5 月日本海中部地震における災害情報の伝達と住民の対応-秋田県の場合-, 1985
- ・ 東京大学新聞研究所「災害と情報」研究班, 1982 年 浦河沖地震と住民の対応, 1982
- ・ 東野誠, ヘドニック・アプローチを用いた津波災害リスクに対する住民意識の評価, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 70, No. 4, pp. 1381-1386, 2015
- ・ 藤岡正樹, 津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価, 日本建築学会計画系論文集, 第 562 号, pp. 231-236, 2002
- ・ 藤生慎, 言語解析を用いた東北地方太平洋沖地震による津波からの避難実態分析-宮城県気仙沼市の被災者を対象として-, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 69, No. 4(地震工学論文集第 32 巻), pp. 798-806, 2013
- ・ 藤本一雄, 千葉県北東部沿岸地域の津波避難に関する考察-主に 2011 年東北地方太平洋沖地震と 2010 年チリ地震における千葉県銚子沿岸住民の津波避難行動の比較から-, 自然災害科学 J. JSNDS, pp. 23-33, 2012
- ・ 二神透, 津波避難地域を対象とした要援護者支援システムの開発, 土木学会論文集 F6(安全問題), Vol. 69, No. 2, pp. 1-6, 2013
- ・ 梅本通孝, 住民アンケートに基づく避難行動特性を考慮した津波避難リスク評価の試み-茨城県神栖市における L2 津波想定を対象として-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol. 49, No. 3, pp. 327-332, 2014
- ・ 富田孝史, 東北地方太平洋沖地震時における防波堤による浸水低減効果検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 156-160, 2012
- ・ 福田崇紀, 地方都市における津波避難計画策定のための自動車利用避難シミュレーションの適応, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 70, No. 5(土木計画学研究・論文集第 31 巻), pp. 85-92, 2014
- ・ 米山望, 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の釜石湾における挙動の数値解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 161-165, 2012

- ・ 片田敏孝, 住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題-2003年宮城県沖の地震・気仙沼市民意識調査から-, 土木学会論文集, No. 789, II-71, pp. 93-104, 2005
- ・ 片田敏孝, 希望者参加型の防災実践の限界-津波避難個別相談会の実施を通じて-, 土木学会論文集 F5(土木技術者実践), Vol. 67, No. 1, pp. 1-13, 2011
- ・ 北原武嗣, 高低差を考慮した津波災害時の群衆非難における経路選択に関する一検討, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 69, No. 4(地震工学論文集第 32 卷), pp. 1067-1075, 2013
- ・ 牧野秀成, 船舶ビッグデータを用いた津波の動向把握に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. 1421-1425, 2014
- ・ 牧野嶋文泰, 歩者混在を考慮した津波避難シミュレーションの開発-2011年東日本大震災での気仙沼市での検証-, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. 1645-1650, 2015
- ・ 本内洋平, 津波被害を想定した自動車避難シミュレーションについて, pp. 1-5
- ・ 木村圭佑, マルチエージェントシミュレーションによる西宮広域津波避難訓練の再現と考察, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 71, No. 4, pp. 1375-1380, 2015
- ・ 目黒公郎, 津波災害時の避難行動シミュレーションモデルの開発, 生産研究, 研究速報, 54 巻 4 号, pp. 155-159, 2005
- ・ 野村尚樹, 輪島市臨港地域における地震津波災害に対する住民意識と地域防災力向上に関するアンケート調査, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 69, No. 4(地震工学論文集第 32 卷), pp. 1002-1012, 2013
- ・ 矢代晴実, 地域ごとの津波避難計画策定に関する事例紹介, 日本建築学会技術報告集, 第 19 号, P359-364, 2004
- ・ 柳原純夫, 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 A1(構造・地震工学), Vol. 69, No. 4(地震工学論文集第 32 卷), pp. 1013-1020, 2013
- ・ 柳澤英明, 東北地方太平洋沖地震津波による家屋被害路 fragility 関数, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 1401-1405, 2012
- ・ 鈴木介, 住民意識・行動を考慮した津波避難シミュレーションモデル, 自然災害科学 J. JSNDS, pp. 521-538, 2005
- ・ 鈴木進吾, 東北地方太平洋沖地震津波の人的被害に関する地域間比較による主要原因分析, 地域安全学会論文集, No. 15, pp. 179-188, 2011
- ・ 鷲見浩一, 千葉県旭市における 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波被害調査, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 1411-1415, 2012
- ・ 斎藤徳美, 1989 年三陸沖地震の津波に関する住民の意識・行動解析, 自然災害科学, pp. 49-63, 1990
- ・ 斎藤崇, マルチエージェントシミュレーションの津波避難問題への適応-奥尻島青苗地区をモデルとして-, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No. 77, pp. 119-122, 2004
- ・ 諫川輝之, 津波避難に対する住民の意識および避難行動の移行についての空間的考察-千葉県御宿町を対象として-, 日本建築学会計画系論文集, 第 75 巻, 第 648 号, pp. 395-402, 2010
- ・ 諫川輝之, 津波発生時における沿岸地域住民の行動-千葉県御宿町における東北地方太平洋沖地震前後のアンケート調査から-, 日本建築学会計画系論文集, 第 77 巻, 第 681 号, pp. 2525-2532, 2012
- ・ 諫川輝之, 住民の地域環境に対する認知が津波避難行動に及ぼす影響-千葉県御宿町の事例から-, 日本建築学会計画系論文集, 第 79 巻, 第 705 号, pp. 2405-2413, 2014



### 3.3 今後の課題

#### 3.3.1 津波避難評価方法の確立

津波の避難に関しては、地震発生から津波の到達までの時間が数分から数十分ということで、避難をすらかしないかについて悩んでいる時間がない。そのため、「てんでんこ」という考え方や、鉛直（垂直）避難という考え方など、様々な方法により、即時避難完了を目指すことになる。しかし、避難を開始する時間が遅れる場合や、地震の揺れが小さく避難をするかどうか悩む場合には、避難経路や避難場所を的確にしなければ、避難に失敗する（浸水した場所に居る）恐れがある。それに加えて、建物の倒壊や高齢化による歩行速度の減少、避難経路の選択ミスなど、避難を遅延する要因は、いくつか考えられる。そこで、そのような避難の成功率を下げる要因を洗い出し、的確な避難を促すような計画が立案できるための仕組みを構築する試みが多数なされている。

それらの検討の具体的な中身としては、

- ・過去の津波避難の実態の整理
- ・各自治体の現状の津波避難計画の整理
- ・避難を遅延させる項目の洗い出し
- ・避難行動を評価するための数理モデルの体系化
- ・シミュレーション等を活用した津波避難評価方法の確立

などが含まれている。

本委員会活動の成果として、実際の避難行動の調査の継続、体系化された避難行動を評価するための数理モデルを用いた避難予測の実施と地域の防災活動との連携、数理モデルへの入力データに含まれる人間の行動特性に関わる項目の既往文献における取り扱いに関する予備調査を行った。

避難行動の客観的な評価を行うためには、人間行動に関わる入力データの取り扱いに関してこれまで行ってきた予備的な調査をさらに前進させ、前述の検討項目を網羅する形で、評価結果の活用方法に対応する入力データの設定方法について合理的な考え方をまとめていく必要がある。

#### 3.3.2 津波避難訓練方法の体系化

現在、各自治体で様々な工夫を施しながら津波避難訓練を行っている。それらの情報を収集し、体系化することが必要と考える。同時に、どのような訓練が、どのような効果を有するのかを整理する。そのためには、津波避難を成功に導くための要素を整理し、それぞれの訓練がどこまで有機的に結びつくのかを検討する必要があると考えられる。

#### 3.3.3 避難学の確立

災害からの避難は、津波だけでなく、土砂災害、高潮、洪水と、様々ある。それらについて、それぞれの特徴を考えた避難計画のあり方が必要となるが、横断的に考えられた学問は、存在しないと思われる。そのため、まずは、津波避難から考え、それを避難学として発展させることが重要であると考えている。