

# 消防職員を対象とした津波警報発表時の 撤退時間を考慮した救命・救助活動計画 策定に向けた訓練手法の開発

笠井 武志<sup>1</sup>・野々村 敦子<sup>2</sup>・足立 夏海<sup>3</sup>・磯打 千雅子<sup>4</sup>・金田 義行<sup>4</sup>・今井 健太郎<sup>5</sup>

## Development of a training method for firefighters to formulate a lifesaving and rescue plan during evacuation at the time of tsunami warning announcement

Takeshi KASAI<sup>1</sup>, Atsuko NONOMURA<sup>2</sup>, Natsumi ADACHI<sup>3</sup>,  
Chikako ISOUCHI<sup>4</sup>, Yoshiyuki KANEDA<sup>4</sup> and Kentaro IMAI<sup>5</sup>

### Abstract

In the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011, the numbers of firefighters were killed in the life saving activities due to tsunami. In order not to repeat this damage in the coming Nankai trough earthquakes, Japanese government formulated retreat plan in saving activities. However, specific criteria have not been indicated for retreat. In this study, the exercise of the lifesaving activities due to tsunami for firefighters was proposed by using the estimated tsunami arriving time and the tsunami damaged area which are estimated by using Dense Oceanfloor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET). Therefore, we proposed a method for evaluating the priority of various incidents such as judgment of withdrawal from tsunami and rescue emergency request based on the content of remarks during training divided into categories according to time courses.

キーワード：DONET, 南海トラフ地震, 津波, 撤退時間, 消防職員

Key words: DONET, Nankai Trough earthquake, tsunami, retreat time, fire fighter

<sup>1</sup> 坂出市職員課危機監理室, 香川大学大学院工学研究科  
Sakaide City Hall Crisis Supervision Office of Crisis  
Management, Kagawa University, Graduate School of  
Engineering

<sup>2</sup> 香川大学創造工学部  
Kagawa University Faculty of Engineering and design

<sup>3</sup> 四国旅客鉄道株式会社  
Shikoku Railway Company

<sup>4</sup> 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構  
地域強化研究センター

Kagawa University Institute of education research and  
regional cooperation for crisis management Shikoku

<sup>5</sup> 国立研究開発法人 海洋研究開発機構  
JAMSTEC

本論文に対する討議は2020年11月末日まで受け付ける。

## 1. はじめに

近年、日本全国では、地震、台風などによる風水害など多くの自然災害により大きな被害が発生している。これに伴い、消防の活動も過酷で危険を伴うことが多くなってきており、2011年3月に発生した東日本大震災では、津波の浸水エリア内において任務として活動をしていた消防職員26名、消防団員254名が殉職（死亡または行方不明）となった<sup>1)</sup>。その消防職員・消防団員の殉職前の行動は避難誘導が最も多く、次いで水門閉鎖などとなっており、消防の任務としての活動中に津波で命を奪われている<sup>1)</sup>。この被害により今後の消防活動の在り方が総務省消防庁において検討され、事前に津波に対する退避計画を策定し、計画に基づく退避を行うよう「東日本大震災における津波災害に対する消防活動のあり方研究会報告書」<sup>2)</sup>にまとめられ方向性が示されている。しかしながら、具体的な指標となる退避基準が示されていないのが実情である。今後、南海トラフ地震が30年以内に70%～80%の確率で発生する<sup>3)</sup>といわれており、四国地方が大きく被災するケースでは東海地方から九州地方までの広範囲が被災し、津波による犠牲者が最大で約126,000人と想定されている<sup>4)</sup>。その被害想定を考慮した上で、津波到達までの時間に猶予がない太平洋側と猶予がある瀬戸内側では救命および救助に関する対応が異なってくる。津波到達までに時間的猶予がない太平洋側では消防職員および消防団員は、住民と同じく自分の身を守るために避難が最優先になる。一方、瀬戸内側では太平洋側に比べて津波到達まで時間に猶予があることから、119番通報などで火災や建物倒壊に伴う救助・救急に関する要請などが消防に殺到すると考えられる。そして、要請があれば限られた人員・車両・資機材を用いて住民の命を守るために消防職員は消防活動を行うことが求められる。それを、日頃からイメージするためには訓練が必要である。

今まで消防でも災害をイメージするために図上シミュレーション訓練<sup>5)</sup>という手法を用いた訓練は実施されてきた。胡ら(2007)は、市町村職員向けの図上シミュレーション訓練の企画・実施の

条件として①図上訓練の実施方法を理解していること、②災害対策本部の業務を熟知していること、③訓練のための被害想定ができること、④想定災害における社会状況を想定できることの4項目を挙げている<sup>6)</sup>。また、シナリオ作成に必要なこととして、①災害名、参加者及び対象地区などの特定、②状況付与の目的の特定、③経過状況を含めた被害想定地図の作成、④関係機関・各部署の活動予想の作成、⑤状況付与スケジュールの作成、⑥プレーヤーからの問い合わせなどの予想、⑦評価検証のためのチェックリストの作成の7つの項目を挙げ、シナリオ作成を試みている<sup>7)</sup>。また、元谷ら(2009)<sup>8)</sup>は、対象別訓練レベルの考えに基づき、訓練を個人の基礎訓練、最小単位組織の機能別訓練、総合組織の全体訓練に分類している。

坂出市では、これまでに平成22年度、平成26年度に地震想定、平成28年度に台風による風水害想定で消防を含めた全庁を対象に災害対策本部運営の図上シミュレーション訓練を実施してきた。特に平成26年度の地震想定図上シミュレーション訓練では、訓練後の検証結果から本部事務局に情報が集中し、人員不足による情報の収集・精査・対応の検討など本部の重要な機能に支障が出ることが確認できた。これをきっかけに、平成27年度以降、各部から課長補佐級以上の連絡調整員を本部事務局に派遣する体制を構築した。この時の図上シミュレーション訓練は、津波浸水想定エリア内で活動中の職員などが、どの段階でどこまで撤退すればよいかなどの判断が難しく、津波が来てからのことをシナリオに入れ込むことができなかつたため実時間90分間で実施し、津波到達前で訓練が終了していた。そこで、南海トラフ地震・津波観測監視システム(以下、DONETという。)<sup>9)</sup>の観測点のリアルタイムのデータを基に予測した津波の到達と浸水エリアを視覚的に確認することが出来れば津波浸水想定エリア内で活動する職員などが撤退するひとつの指標となり、問題解決のひとつの方策となりうると考えられる。また、訓練に限らず実際に地震による津波が発生した時の対策の重要な指標にもなりうる。そこで、訓練をとおして消防による南海トラフ地震発生時の救

命・救助活動における DONET の有効性を検討する。

本研究では、消防本部を対象とした最小単位組織の機能別訓練手法として、国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) から移管され国立研究開発法人防災科学技術研究所 (NIED) が所管している DONET で観測される水圧変動データに基づいて津波到達時間および津波浸水域の予測を行う津波予測システムを活用し、撤退時間を考慮して救命・救助活動を計画することを目的とした消防職員対象の図上シミュレーション訓練手法を開発した。

訓練を通して災害対応計画を改善するためには訓練を評価し、振り返ることが大切である。評価については、目的に応じて適切な評価方法が異なる。坂本・高梨 (2006)<sup>10)</sup> は、消防広域応援に関する訓練として、複数の機関での対応に関する図上シミュレーション訓練を実施し、対応記録・連絡票を基に連携が出来たかどうかなどの「情報伝達の成果」を評価している。また、加藤ら (2014)<sup>11)</sup> は主観性および客観性の観点から評価した上で、市町村の対応訓練を「時間」を用いて客観的に評価する手法を提案している。

津波到達までの間に救命・救助活動を行うためには、限られた人員・資機材で対応をしなければならない。地震発生直後から消防には複数の情報が入ってくることが予想されることから、すべての情報に対応することは困難である。入ってくる情報には消防本部が対応する情報、消防団が対応する情報、消防本部、消防団が対応しない情報などがある。また、消防本部や消防団が対応する情報の中でも人員や資機材の保有状況から重要性および緊急性による優先順位を付け対応する必要がある。このような情報に優先順位をつけて選別することを「情報のトリアージ」<sup>12)</sup> という。

本研究では、地震発生時に限られた消防力で効果的に活動するために入電した情報に対して優先順位を付ける情報のトリアージが出来ているかという観点ならびに津波警報発表時に DONET の情報を用いて津波の状況を把握して撤退時間を考慮し、限られた時間内での消防活動時間を決定で

きているかという観点から訓練内容から振り返り、改善に向けて講じるべき対策を検討することを目的とする。そこで、訓練中の発言の内容に着目し、「津波」や「救助要請」など津波の到達前に撤退することを考慮して、複数の情報に優先順位をつけて対応しているかなどを時間経過ごとにカテゴリーに分けて分析し、評価する手法を提案した。

## 2. 研究方法

### 2.1 訓練の目的

南海トラフ地震の発生後、津波到達までにある程度の時間の猶予がある地域においては、消防では火災、救急・救助要請、避難広報、避難誘導などの対応が求められる。そのためには、津波浸水想定エリアで活動する消防職員や消防団員などの命を守らなければならないという大前提のもと、対応を計画しなければならない。そこで、DONET による観測情報に基づいた津波予測システムから得られる諸情報を活用、津波の到達時間および浸水エリアを考慮することにより撤退時間を予測して活動時間を決定し、消防職員が安全に効果的な活動ができる能力を養うことが必要である。

今回の訓練では、消防活動を適切に行うために必要な事項をもとに、2つの目標を設定した。1つ目の目標は、災害時の判断能力を養うことである。災害発生時の消防活動の始まりの多くは119番通報や駆け込み通報などの救急・救助要請情報である。複数の情報を受けて限られた人員・車両・資機材等で対応しなければいけないため、消防本部が直ちに対応する情報、消防団が対応する情報、消防本部、消防団ともに対応しない情報など情報のトリアージを行い対応することとした。

2つ目の目標は、津波警報発表時に津波到達のことを考えた消防活動をすることとした。これは津波浸水想定エリア内で活動する消防職員や消防団員などの命を守る観点から津波浸水想定エリア内からの要請に対応する場合の撤退時間の決定や、津波到達想定時間以降に津波浸水想定エリアから要請があった場合に出動しないという判断が

できるかということに対応している。

本研究では、訓練の目標である「災害時の判断能力を養うための情報のトリアージ」と「津波警報発表時に津波到達のことを考えた活動」を評価するために、訓練のどの時間帯に、どのような内容が検討されているのか訓練状況をビデオで撮影し、合わせてボイスレコーダーで録音、訓練中に発せられた言葉の中から検討事項および対応のポイントとなる事柄に関する言葉を抽出した。抽出した言葉を「指示」・「報告」・「協議」・「要請」・「避難」・「津波」というカテゴリーに分類した。訓練後には訓練を振り返るために意見交換を行い、アンケート調査も実施した。また、訓練後に坂出市消防本部の訓練に参加していない職員を含む全職員を対象に津波警報発表中の津波浸水想定エリア内の消防活動についてアンケート調査を行った。

## 2.2 DONET と津波予測システム

DONETは南海トラフの地震・津波の常時観測監視を目的とした海底ケーブル式の地震・津波観測監視システムであり、熊野灘沖(DONET1)および紀伊半島沖(DONET2)の51観測点網から構成されている。

本研究で対象としている香川県坂出市において、和歌山システム<sup>9)</sup>と同様に、津波予測システムを構築した。システム構築の詳細はTakahashi et al. (2018)<sup>13)</sup>を参照されたいが、概要のみ以下に記す。津波の運動は水深50 m以深では線形長波理論で記述することができ、沖合から沿岸に向かう進行波の波高は水深によって規定される性質がある(Greenの法則)。この性質を利用し、津波数値解析に基づいて、南海トラフ沿いに設定した1506パターンの波源シナリオに対し沖合で得られる水圧変動値と沿岸における津波高の関係をあらかじめ計算しデータベースに格納しておく。実際に地震が発生した際には、実際の子測時に観測される水圧変動値と計算水圧変動値の比較を行いながら、対象とする沿岸津波高と最大浸水深分布を可視化する<sup>14,15)</sup>。

これまでの消防の地震を想定した訓練ではシナ

リオで設定した時間に津波が到達するという想定で訓練を実施しており、何時にどこまで浸水するかなど具体的な対応が検討できなかった。坂出市では平成29年にDONETを活用した消防を対象の実働訓練を実施した。その訓練では、現場指揮本部がタブレットを使用してDONET情報を確認し、現場で状況を確認しながら活動中の隊員に情報を伝え、撤退の指示を与えるというものであった。本研究で提案する消防を対象とした図上シミュレーション訓練では、現場ではなく対策本部においてDONET情報を活用して判断・意思決定し、現場に指示を与えるというものである。このようにDONET情報を基に津波の到達時間と浸水エリアを具体的に想定した救命・救助計画の立案には、このシステムの導入が有効であると考え、今後、南海トラフ地震に備えて坂出市では市役所や消防本部に導入を検討している。

## 2.3 研究対象 地域の概要

本研究は、瀬戸内海に面する香川県坂出市において実施した。坂出市における南海トラフ地震の最大クラス(L2)の被害想定では、最高津波水位2.8 m<sup>16)</sup>であり、坂出市の中心部では、広い範囲で浸水被害が起きると予測されており<sup>17)</sup>、津波の第1波到達は地震発生から約120分後であると推定されている。

揺れによる被害として、建物倒壊による負傷者790名、揺れによる自力脱出困難者、津波による要救助者合わせて280名と予想されており<sup>18)</sup>、地震直後から消防へ多くの救急・救助要請があると予想される。また、想定されている被害には屋外での転倒や交通事故などによる負傷者等は考慮されていないことから、この想定より負傷者が増える可能性があり、更なる消防への救急・救助要請があると考えられる。

## 3. 図上シミュレーション訓練の実施

### 3.1 訓練シナリオ

訓練のシナリオは、坂出市危機監理室、香川大学、高松地方気象台が協力して作成した(表1)。津波浸水の状況はDONETによる情報と整合す

表1 シナリオ内容(一部)

付与時刻	想定時刻	発信元	付与方法	区分	状況付与シナリオ
14:02	14:03	気象庁	スクリーン	気象情報	香川県に大津波警報発表 ※坂出市は全域に避難指示を発令
14:03	14:05	市対策本部	電話	周知	第1回本部会議を14時30分に開催します。
14:03	14:05	住民	無線	要請	四手池の近くの者だが脚が悪くて避難できない。助けに来て欲しい。
14:03	14:05	NIED	モニター	気象情報	DONET 情報(すでに活用していたら発出ししない)
14:06	14:15	住民	電話	要請	入船町1丁目の横井石油前交差点で多重事故が発生して横転している車もある。
14:08	14:20	保育所	無線	要請	松山保育所ですが小さい子供がいる、避難に時間がかかるので来てほしい
14:10	14:25	救急隊	無線	要請	ガソリン流出、引火の恐れあり、また多数傷病者あり、閉じ込めもあり、救助隊・救急隊・消防隊の応援頼む

ることとした。過去に実施してきた訓練シナリオでは、津波到達前までで終了していたが、今回の訓練は津波到達前から津波到達後までを想定した内容を検討した。

図上シミュレーション訓練を実施するにあたり、付与された状況に対応する意思決定を担当する対策本部の人員をプレーヤーとした。その内訳は、坂出市消防本部職員の消防司令1名、消防司令補2名、消防士長7名の合計10名である。また、状況付与を担当するコントローラーに坂出市危機監理室職員4名、消防職員3名、香川大学教員3名、学生4名、JAMSTECから1名が参加した。コントローラーに対して、約1か月前に、訓練目的と訓練方法を説明した。訓練の全45シナリオについてはプレーヤーに非公開で実施した。

### 3.2 訓練概要

地震発生時の消防活動は、人命最優先で取り組むことが求められる。そのため、家屋倒壊などによる生き埋め者の人命救助や人命救助に向かうための幹線道路などの被害調査を最優先で行う必要がある。坂出市において地震発生から津波第1波到達が約120分後であることから、まず津波浸水想定エリア内での救助活動等を優先する必要がある、また浸水想定エリア内での活動中の隊員の安全確保が重要である。そこで、対策本部は、地震発生から津波第1波到達前の現場での活動時間と撤退時間の判断、津波到達後の現場へ出動をさせるか否かの判断を行わなければならない。訓練は、コントローラーとプレーヤーに分かれて行う図上

表2 タイムテーブル

内 容	時 間
挨拶(市長)	13:30~13:35
訓練方法の説明	13:35~14:00
状況付与と対応(訓練)	14:00~15:00
休憩	15:00~15:15
意見交換	15:15~15:55
閉 会	15:55~16:00

シミュレーション形式で実施した。実施概要をタイムテーブル(表2)に示す。レイアウトについては、対策本部を担当するプレーヤーの人数および活動しているテーブル、ホワイトボードやモニターが配置してある範囲は実際の災害対応と概ね同じレイアウトである(図1および図2)。

開催日時:平成30年10月25日(木)

13:30~16:00

会 場:坂出市消防本部

対 象:坂出市消防本部 消防職員

訓練想定:南海トラフ地震(L2)

状況付与方法:無線・電話・状況付与票・スクリーン・マイク等

訓練は、地震発生を想定したシナリオに基づき実施した。状況や対策本部に入った情報はコントローラーが電話・無線・状況付与票(図3)でプレーヤーに伝えた。また、スクリーンを使って気象に関する情報を付与した。プレーヤーが各事案に対応した対応記録票は複写してコントローラーに提出した。プレーヤーからの問い合わせは、問い合わせ票に記載してコントローラーに提出し、コントローラーが回答する手法をとった。DONETに

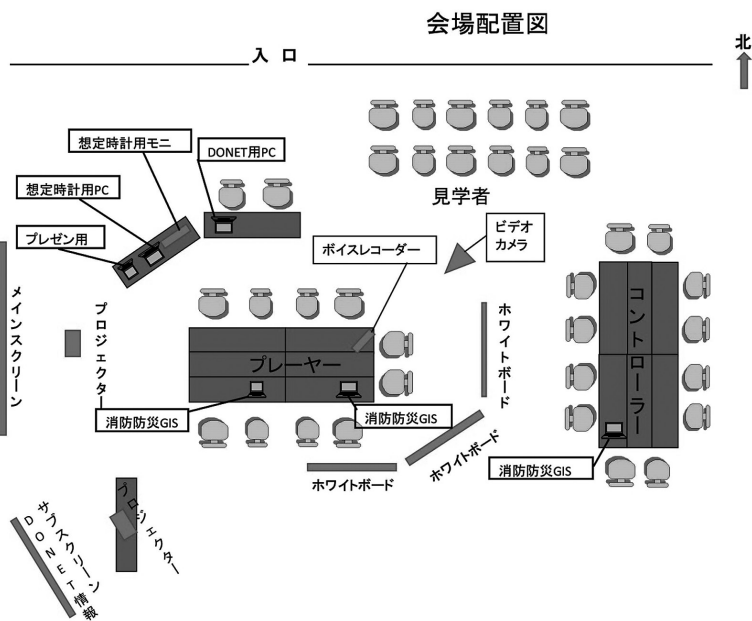


図1 会場配置図



図2 訓練風景

よる津波予測情報は、スクリーンに津波到達予測時刻(図4)と津波浸水予測エリア(図5)を表示した。訓練は、内容に応じて、14時から17時までの3時間の状況を想定し、これを1時間に短縮して実施した。

#### 4. 検証

##### 4.1 検証方法

今回の訓練では、消防職員がどの段階でどのよ

状況付与票

No.	13		
付与先	消防		
付与時刻	14:12	想定時刻	14:30
発信元	住民	付与方法	電話
種別	要請		
愛媛銀行坂出支店西側の駅前通りを挟んだ向かいの一角で家が潰れて生き埋めが発生している。			

図3 状況付与票図

うな判断をして対応をしているか検証するためにビデオ撮影とボイスレコーダーで録音したプレイヤーの発言を聞き取った。まず、聞き取った内容から津波に関する発言を抽出し、書き出した(表3)。地震発生から津波到達前と津波到達後にどのような内容の発言があったか分析した。

次に、地震発生から訓練終了までに想定した3時間を45分ごと4つのパートに分け、発言内容を「指示」・「報告」・「協議」・「要請」・「避難」・「津波」とカテゴリー分けして、どのような発言があったか分析した。この方法で訓練の際の行動を分析することにより、津波への対応、情報のトリアージができていかなどを評価することを試みた。

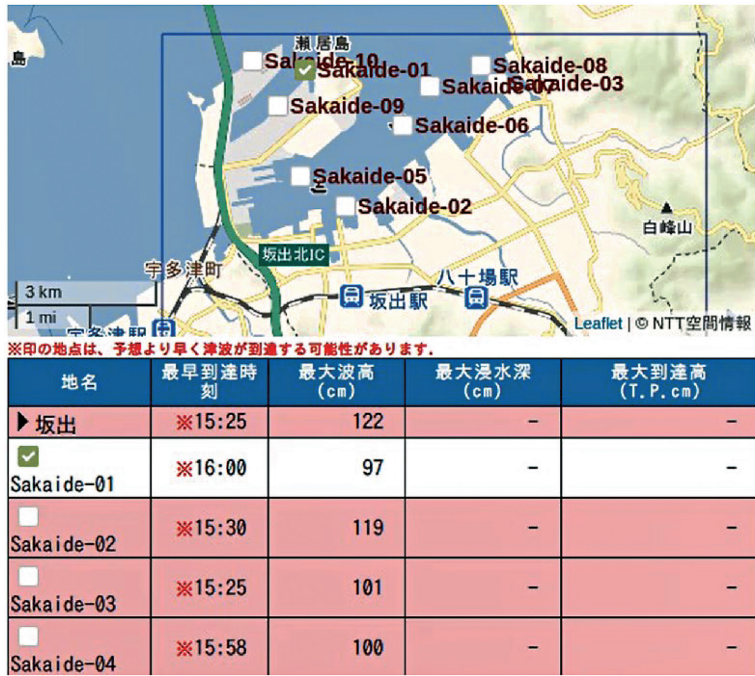


図4 モニターに表示のDONETの津波到達予測時刻

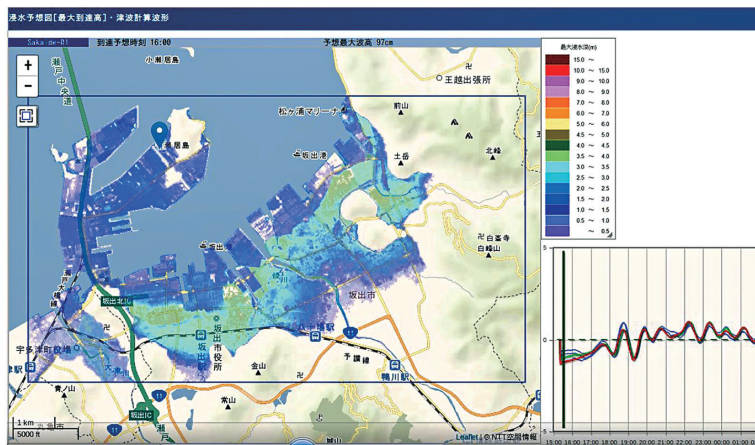


図5 モニターに表示のDONETの津波浸水予測エリア

#### 4.2 検証結果

訓練中の津波に関する発言は、地震発生から津波到達前と津波到達が確認された後に分けることができる。まず、津波到達前の地震発生から津波到達までには、DONET情報を使った津波の大き

さ、到達時間などの情報収集および伝達、撤退時間の決定、各隊への指示を行っている。津波到達時間の10分前に撤退を終えていることなどから、DONET情報の有効な活用がうかがえる。また、津波到達後の地震発生後135分から180分の間は、

表3 時間別津波に関する発言（一部抜粋）

発災からの時間 (3倍速)	内 容
津波到達前	大津波警報発表を周知 DONET 情報確認
	津波到達予想16時11分 津波到達予想16時11分 撤退時間は到達予想時間の30分前 DONET 情報津波到達時間16時17分に変更
	45分～90分 DONET 情報津波到達時間16時15分に変更。撤退時間15時40分各隊に連絡 津波対策
	90分～135分 津波到達まであと10分 撤退完了 津波の状況は？
	135分～180分 津波は王越から市内に向かっている 津波市内に侵入 津波の監視 津波調査 DONET 情報で京町、室町、久米町浸水

到達した津波の被害調査や状況確認などの指示が行われている。DONET 情報に関しても、津波第1波到達後は、浸水が予測されている場所での状況を確認するように指示を出すなど引き続き活用されている。津波は何度も押し寄せてくるので情報を継続して監視する必要があることを認識していると考えられる。

次に、発言のカテゴリーごとの分析であるが、「指示」について、地震発生から45分の間が多く、内容については、コントローラーからの状況付与など通報による指示でなく独自の判断で庁舎や職員の人的被害の有無、幹線道路、コンビナート等の被災状況の調査・確認の指示であった。この時間帯に住民からの救助要請などが入りだし、消防本部の出場を制限するという方針を決定し、宣言している。これは、消防本部が保有する車両、資機材、技術でしか対応できない事案なのか消防団等で対応することが可能な事案なのか情報のトリアージを実施していることがうかがえる。

「報告」についても地震発生から45分の間が最も多く、内容については指示があった内容に対応した確認後の報告が多く挙がっていた。

「協議」については、津波到達前から到達の90分から135分の間が最も多く、内容は、避難が完

了していない保育園の避難対応や津波浸水想定エリアの住民からの救急要請について、既に津波浸水しているので出勤させないという決定などであった。

「要請」については、地震発生後45分から90分の間に3件で、内訳は出勤現場からの応援要請、市災害対策本部へ重機の派遣要請、災害規模が大きいため、県へ緊急消防援助隊の要請であった。

「避難」については、津波到達前から到達時にかけての90分から135分の間が最も多い。津波の到達時間が近づく時間帯である。津波浸水想定エリア内で活動中の消防職員や消防団員への撤退についての指示や住民からの問い合わせなどに対して、高いところに避難するよう促す対応であった。

「津波」については、どの時間帯においても同数程度に発言されている。地震発生直後は、DONET 情報を活用して津波の到達時間から逆算して撤退時間を決定し、消防職員に周知、DONET 情報に変更があれば再度周知されていた。また、津波到達前には撤退の指示も再度行われ、津波到達後には、浸水や被災状況の確認の指示や DONET 情報から約1時間ごとに押し寄せる津波第2波、第3波の到達時間と浸水エリアの情報収集が行われていた(図6)。

今回の訓練で初めて DONET 情報を見たプレーヤーもおり、情報の確認に戸惑いも見られた。今後、日常的に DONET 情報が見られる環境の整備と訓練が必要だと思われた。

#### 4.3 訓練の振り返り

初めて実施した DONET 情報を使った津波を想定した図上訓練において、DONET を使った感想や何について考え対応したかを知るため、訓練終了後に意見交換を実施した。プレーヤーから大量に入ってくる情報の集約の難しさや DONET 情報の津波の可視化できることの有効性と使用に慣れることが必要だという意見が出た。コントローラーからは、消防での DONET の有効な利用については、もっと詳細な地図情報が必要など、今後の DONET の改良について意見が挙がっていた。



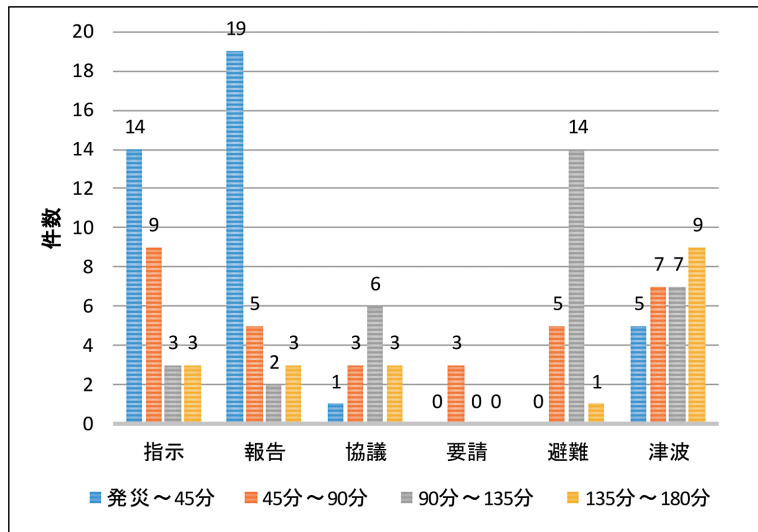


図6 カテゴリー分類した発言件数

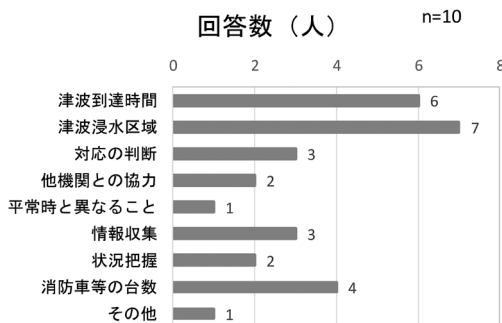


図7 訓練中、注意していたこと(複数回答)

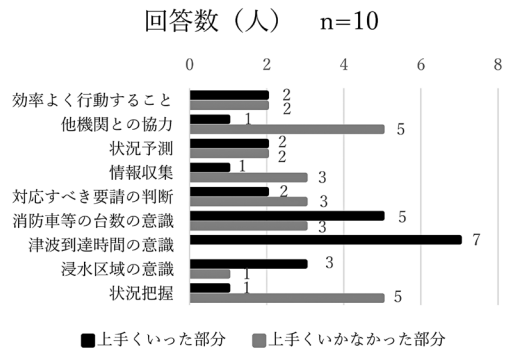


図8 プレーヤーの訓練を振り返った対応状況(複数回答)

また、プレーヤーに対してアンケート調査を実施した。アンケート結果から「注意していたこと」(図7)は、津波浸水想定エリアと津波到達時間を多く挙げている。「上手くいったこと」(図8)は、津波到達時間の意識、消防車等の台数の意識が高い。これは、訓練前にポイントとして「限られた資源での対応」と「津波警報発表時における浸水エリアの安全な活動」とを挙げて説明をしていたこと関連していると考えられる。また、「訓練中注意したこと」、「上手くいったこと」として上位に挙がっていたと考えられる。「上手くいかなかったこと」(図8)は、状況把握と他機関との協力

が多く挙がっている。消防団との協力は見られたものの、他の機関は発言に挙がっていなかったことから、他機関との連携が反省点に挙げられたと考えられる。今後、情報収集方法の検討、連携が必要な関係機関の洗い出しや事前に連携や意思の疎通に努めることが重要である。

#### 4.4 DONETによる津波予測情報の必要性

津波は何度も押し寄せてくる。現在得られる津波情報は気象庁から発表される津波の高さが高いところで3mを超える場合の大津波警報、予想さ

れる津波の高さが高いところで1 mを超え、3 m以下の場合の津波警報、予想される津波の高さが高いところで0.2 m以上、1 m以下の場合の津波注意報などの情報や主な地点の津波到達予想時刻などの発表内容をテレビやホームページなどの文字情報やテレビ、ラジオを通じた音声で伝えられる情報である<sup>19)</sup>。しかしながら、各市町村の津波の到達時刻、津波の高さ、浸水想定エリアなどの詳細な情報は入って来ない。一方、DONETは市町村ごとの津波の到達時刻と浸水想定エリアを視覚的に確認できる。また、津波第1波だけでなく、第2波以降の到達時間も予測することができる。その情報から、津波と津波の到達する間の時間に救命・救助活動を行うことができる可能性があるとともに消防職員、消防団員等の命を津波から守ることができる重要なシステムのひとつと考えられる。

東日本大震災では、多くの消防職員が津波の不安と闘いながら消防活動に従事していた<sup>20)</sup>。私自身、消防士として34年間勤務し、阪神淡路大震災の応援を含め多くの災害現場に出勤してきた経験から、現場活動に取り掛かると全体の状況が見えなくなることを経験しており、危険が迫っても活動している隊員自身には分かりづらいのが現状である。今回、南海トラフ地震を想定した訓練の実施に合わせて坂出市消防本部の職員71名に津波警報発表時の消防活動についてアンケート調査を行った。回答者に訓練参加者の10名も含まれるが、61名は今回の訓練を体験していない。アンケート結果から不安に思う理由は、「津波の到達時間がわからない」37%、次いで「どれくらいの高さの津波が来るかわからない」30%となっており、いつどれくらいの津波が来るかわからないという見えない敵と戦うという不安が原因と考えられる(図9)。消防職員の多くは津波警報発表時の津波浸水想定エリア内における消防活動に不安を抱えていることから、今後も今回実施した訓練を消防本部内で実施していくとともに南海トラフ地震に備えてDONETによる津波予測システムを導入し、消防本部、現場指揮本部などが撤退時間を決定する指標にすることができれば大きな消防力に

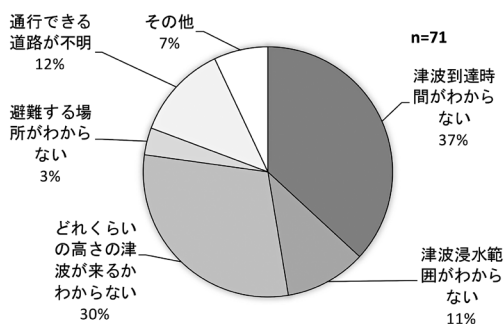


図9 津波警報発表時の消防活動において一番不安に思うこと

なると期待できる。

## 5. まとめ

本研究では、全国でも初めてDONETによる津波予測システムの情報をもとに消防の現場活動の撤退時間を決定するという訓練を実施した。津波は何度も押し寄せることから津波の到達時間と浸水想定エリアをリアルタイムのデータに基づいて視覚的に確認できるシステムは、今まで漠然と考えていた撤退時間を科学的根拠に基づいて決められることができるため、消防職員は安全管理体制を整えた上で救命・救助活動に従事することを可能とする有効なシステムである。

訓練の対応を分析するために、訓練中に発された「言葉」から時間ごとの消防職員の災害対応の傾向を見ることができることから、消防職員の訓練中に意識していた内容の指標となると言える。今回、対応の正否・シナリオの正当性については評価していないが、今回の評価結果をもとに、対応内容の正否、シナリオの正当性の検証を行うことにより、災害対応計画やマニュアル検証ができると考える。

今後、DONETによる津波予測システムを活用するには、ひとつの市町村が考えるのではなく、県単位または瀬戸内海沿岸の自治体が合同で検討する必要があり、太平洋沿岸の市町村についてもどのように使用できるか検討すべき課題であると考えられる。必ず来るといわれている南海トラフ地震に備え、住民のみならず、最前線の現場で任務遂

行に当たる人たちの命を守るために現場の声を反映できるように今後も訓練と検証を重ねてシステム導入に結び付けたい。

## 引用文献

- 1) 総務省消防庁：東日本大震災記録集 2013.3  
[http://www.fdma.go.jp/concern/publication/higashinihondaishinsai\\_kirokushu/index.html](http://www.fdma.go.jp/concern/publication/higashinihondaishinsai_kirokushu/index.html)
- 2) 総務省消防庁：東日本大震災における津波災害に対する消防活動のあり方について 2013.1月  
[http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi2502/pdf/250219\\_houkokusho.pdf](http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi2502/pdf/250219_houkokusho.pdf)
- 3) 地震調査推進本部 地震調査委員会：長期評価による地震発生確率値の更新について 2018.2  
[https://www.static.jishin.go.jp/resource/evaluation/long\\_term\\_evaluation/updates/prob2018.pdf](https://www.static.jishin.go.jp/resource/evaluation/long_term_evaluation/updates/prob2018.pdf)
- 4) 中央防災会議防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）2012.8  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/2\\_1.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/2_1.pdf)
- 5) 坂本朗一・高梨成子：図上演習による研修効果と課題－図上シミュレーション訓練の実施検証を基に－（地域安全学会 2005.11）P15  
[http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_10502468\\_po\\_ART0009026001.pdf](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10502468_po_ART0009026001.pdf)
- 6) 胡 哲新・伊藤豊治・秦 康範・齋藤 泰：市町村の防災担当職員による図上シミュレン訓練の企画・実施に関する考察 図上訓練の促進に向けて（地域安全学会2007.05） P54
- 7) 胡 哲新・秦 康範・伊藤豊治・齋藤 泰：市町村職員による災害対策本部の図上シミュレーション訓練のシナリオ作成手法に関する考察（地域安全学会 2007.11）P273-275
- 8) 元谷 豊・林 春男・牧 紀男・田村圭子・木村玲欧・竹本加良子：人材育成のプロセスを重視した危機対応従事者向け研修・訓練システムおよびそのマネジメントシステムの提案－内閣府防災担当トレーニングシステムの開発とその運用に関する検討を踏まえて－（地域安全学会 2009.11）P207
- 9) 石橋正信・馬場俊孝・高橋成実・今井健太郎：DONET 観測情報を活用した津波予測システムの社会実装－和歌山県の事例－（自然災害科学 J. JSNDS 37-1）125-142（2018）
- 10) 坂本朗一・高橋成子：消防広域応援に関する図上シミュレーション訓練の適用及び評価手法の考察（地域安全学会 2006.11）P7
- 11) 加藤尊秋・麻生英輝・松元健悟・木本朋秀・白石明彦・梅木久夫・田中耕平・松本裕二・稲田耕司・日南顕次：図上シミュレーション訓練を用いた市町村における部局間連携能力の定量的評価（地域安全学会 2014.11）P49～ P51
- 12) 地方公共団体における総合的な危機管理体制の整備に関する検討会：平成19年度報告書（都道府県における総合的な危機管理体制の整備）2008.2  
[http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_3481792\\_po\\_200228-1houdou-r2.pdf?contentNo=1&alternativeNo=](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_3481792_po_200228-1houdou-r2.pdf?contentNo=1&alternativeNo=)
- 13) Takahashi, N., K. Imai, K. Sueki, R. Obayashi, M. Ishibashi, T. Tanabe, T. Baba, Y. Kaneda: Real-Time Tsunami Prediction System Based on Seafloor Observatory Data Applied to the Inland Sea, Japan Marine Technology Society Journal 2018 Volume 52 Number 3 P120-127
- 14) Kaneda, Y., K. Kawaguchi, E., Araki, H. Matsumoto, T. Nakamura, S. Kamiya, K. Ariyoshi, T. Hori, T. Baba and N. Takahashi: Development and application of an advanced ocean floor network system for megathrust earthquakes and tsunamis, Seafloor observatories, In: Favali, P. et al. (eds.), Springer Praxis Books, pp. 643-663  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-11374-1\\_25](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-11374-1_25), 2015.
- 15) Kawaguchi, K., S. Kaneko, T. Nishida and T. Komine: Construction of the DONET real-time seafloor observatory for earthquakes and tsunami monitoring, Seafloor Observatories, P. Favali et al., Springer Praxis Books, doi 10.1007/978-3-642-11374-1\_10, pp. 211-228, 2015.
- 16) 香川県地震・津波被害想定（第一次公表）2013.3 最高津波水位予想図（南海トラフの最大クラスの津波）  
[https://www.pref.kagawa.lg.jp/bosai/tunami/1jkkouhyou/1-3tsunamisui\\_max.pdf](https://www.pref.kagawa.lg.jp/bosai/tunami/1jkkouhyou/1-3tsunamisui_max.pdf)
- 17) 坂出市津波ハザードマップ 2014.4  
<http://www.city.sakaide.lg.jp/uploaded/attachment/6639.pdf>
- 18) 香川県地震・津波被害想定（第二次公表）2013.3 南海トラフ（最大クラス）の地震・津波による被害一覧（市町別）  
<https://www.pref.kagawa.lg.jp/bosai/tunami/2jkkouhyou/pdf/2-2.pdf>
- 19) 気象庁ホームページ  
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/tsunamiinfo.html>

- 20) 川合龍介：津波と瓦礫のなかで 東日本大震  
消防職員死闘の記 (旬報社)

(投稿受理：平成31年4月2日  
訂正稿受理：令和元年12月24日)

## 要 旨

2011年3月11日の東日本大震災では、津波により救命活動で多数の消防士が死亡した。来るべき南海トラフ地震でこの被害を繰り返さないために、日本政府は救援活動の撤退計画を策定した。ただし、撤退の具体的な基準は示されていない。本研究では、地震・津波観測監視システム (DONET) の情報を用いて、消防士の津波による救命活動の実施を提案した。そこで、訓練中の発言の内容に基づいて、津波からの離脱の判断や救助・救急要請など、さまざまな事件の優先度を時間経過ごとにカテゴリー分けした方法も提案した。