

目 次

査読原稿

災害対応サイクルと長期継続ラジオの関係性に関する考察 —「ネットワーク 1・17」の分析に基づいて— 大牟田智佐子・澤田雅浩・室崎益輝.....	85
平成 28 年熊本地震による公共土木施設被害の災害査定業務に おける情報システムの活用に関する考察 佐野浩彬・伊勢正・半田信之・磯野猛・花島誠人・田口仁・臼田裕一郎.....	97
広域大規模災害への連携対応を目的とした社会基盤情報整理 —重層的管理を伴う上水の早期復旧を対象とした試み— 千葉啓広・新井伸夫・倉田和己・荒木裕子・福和伸夫.....	109
緊急救命避難支援システムにおける複数箇所の災害発生を考慮した避難誘導方式 和田友孝・前川華奈・大月一弘.....	121
人流データを用いた警戒期における大規模避難状況の推計 ～令和 2 年台風第 10 号襲来時の事例からの試み～ 宇田川真之.....	133
2019 年台風第 15 号・第 19 号に対する避難行動の比較分析と 地域特性を反映した災害情報資料の提供の提案 加治屋秋実・赤石 一英・横田 崇・鶴崎浩人.....	145
日本災害情報学会 2019 年 4 月～2020 年 3 月までの主な活動.....	学会事務局..... 157
投稿規定	学会誌編集委員会..... 159
編集後記	学会誌編集委員会..... 162

災害対応サイクルと 長期継続ラジオの関係性に関する考察 —「ネットワーク 1・17」の分析に基づいて—

大牟田智佐子¹・澤田雅浩²・室崎益輝³

¹毎日放送 報道局クロスメディア部 (chisako@mbs.co.jp)

²兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科 (sawada@drg.u-hyogo.ac.jp)

³兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科 (yoshiteru_murosaki@drg.u-hyogo.ac.jp)

和文要約

災害対応では発生から応急対応、復旧・復興を経て被害抑止・軽減に至るサイクルを循環させることが望ましいとされる。防災機関としての放送においてもこのサイクルに則した報道を行い、被害抑止・軽減に貢献することが求められる。そこで、災害対応サイクルに則した報道のあるべき姿や課題を明らかにするため、阪神・淡路大震災以来 24 年以上継続するラジオ番組を対象に、放送内容の特徴とその変化を分析した。その結果、一つの災害に絞って長期的に災害報道を継続すると災害対応のサイクルに沿うように報道内容も変遷していたことがわかった。また一つの番組を続けるなかで、学識経験者や支援者らが「おなじみ」となる程度まで繰り返し出演することにより放送内容を深めることが可能となり、長期災害報道のためには重要であることが明らかとなった。

キーワード：ラジオ、長期災害報道、災害対応サイクル、ネットワーク 1・17

1. はじめに

廣井 (1996:7) は災害時における放送の役割について、「自然災害が多発するわが国では放送局は被害状況を報道するという報道機関本来の役割のほか、地域住民の生命と財産を保護する『防災機関』としての役割を期待されている」と述べている。

放送法第 108 条では「災害の場合の放送」を次のように規定している。「基幹放送事業者は、国内基幹放送等を行うに当たり、(中略) 災害が発生し、又は発生するおそれがある場合には、その発生を予防し、又はその被害を軽減するために役立つ放送をするようにしなければならない」。放送メディアは災害の予防と被害の軽減のための放送を法律によって義務付けられているが、放送期間に関する特段の定めはなく、目前に迫った災害に対する防災・減災報道¹⁾ を定めた法律とも解釈可能である。しかしながら近年頻発する災害を見ると、直前の啓発放送のみが求められているわけではない。

災害時の放送に求められるものが被害報道のみでも直前の啓発のみでもないとするれば、何が求められるだろう

か。米国緊急事態管理庁 FEMA は災害対応を preparedness (被害軽減)、response (対応)、recovery (復旧)、mitigation (被害抑止) の 4 つのフェーズに分け、訓練を実施している (たとえば FEMA, 2015 : Drabek, 1996)。この考え方は広く取り入れられており、放送もこれに則した形で災害直後の緊急報道から復旧・復興報道、そして防災・減災報道に至るまで報道を続けることにより、フェーズに応じた適切な内容を提供し、災害の予防と被害軽減に貢献できる可能性がある。そこで本研究では一つの災害に着目して、長期の災害報道²⁾ が災害対応サイクルに則した放送となるのかについて、これまでの放送履歴を元に検証する。その結果をふまえ、災害対応サイクルに則した放送とするために必要な要素についても検討する。

2. 先行研究

災害時の放送におけるテレビとラジオの役割の違いは 1964 年新潟地震で確立したとされる (廣井, 1996:12-13)。ラジオは被災地向け、テレビは被災地外へという基本的立場はその後の災害放送を一貫して貫く基本的立場とな

った。放送の影響力においてはテレビがラジオを上回るかもしれないが、被災地向けという立場をとるラジオは、災害報道において重要な役割があると考えられる。一方でラジオの聴取者は減少傾向にある。ただし、世論調査では「聞く番組は習慣でいたい決まっている」(56%) 「いつも決まったラジオ局を聞いている」(45%) と、ラジオの習慣性を示す結果も出ている(増田ら, 2006: 21,33)。また、ラジオは災害が起きると見直される傾向にもあり、大規模停電(ブラックアウト)が起きた2018年北海道胆振東部地震では「発生日最も役に立ったメディア」は48%が「ラジオ」(NHK・民放・コミュニティラジオの合計)と答えた(入江ら, 2019: 46)。

廣井(1987: 236)は災害情報の伝達において、災害直後に市民に対して二次災害の防止を訴える「防災報道」、被災者の安否を放送する「安否放送」、ライフラインの復旧状況などを放送する「生活情報放送」が重要であるとしている。これらは災害対応サイクルにおける response の時期にあたるが、その点について川端ら(1996)が阪神・淡路大震災の災害発生から2時間に限り、時系列に沿って各ラジオ局の放送内容を分析し、被災地の状況把握や住民への安全行動の指針となる有益な情報を提供することの重要性について述べている。また「安否放送」については三上(2002)が、被災した神戸市の地元局・ラジオ関西などが行った安否放送を分析し、評価すべき点と反省点を指摘している。一方、阪神・淡路大震災後はより詳細なコミュニティの情報を伝えるメディアとしてコミュニティFMラジオの役割が評価されるようになり、研究者や当事者による研究が行われている。2004年に起きた新潟・福島豪雨におけるコミュニティFM「燕三条エフエム」(中村, 2005)や2004年台風23号における「FM ジャングル」(中森, 2005)の研究では、緊急時に地域密着メディアが果たした役割と課題について、放送記録と関係者へのヒアリングから明らかになっている。さらに当事者自身の検証として、2007年新潟県中越沖地震の被災地にある「FM ピッカラ」の発生から3日間の放送内容を分析した研究があり、地域の被害を軽減し早期復旧を促す「リスクガバナンス」を担うメディアとしての評価と課題を考察している(船崎ら, 2008)。ただし、いずれも災害対応サイクル全体を俯瞰した長期分析とはなっていない。また1995年2月には臨時災害放送局(臨時災害FM)が制度化され、新潟県中越地震や東日本大震災、熊本地震などで設立されている。それらの放送内容を分析し、機能を考察した研究の中には、東日本大震災後に開局した宮城県亘理郡山元町の「りんごラジオ」を対象とした研究(大内, 2016; 松本, 2019)があり、臨時災害FMが担う特徴的な機能を整理し、地域コミュニティの復興過程における役割について考察している。これらは recovery の時期を対象にした研究といえるが、臨時災害FMは災害時のみに設置され、東日本大震災と熊本地震の臨時災害FMは全て閉局していることか

ら、やはり災害対応サイクル全体にわたる放送の検証とはなっていない。

災害対応サイクルが何年で循環するのかについては一概に言えないが、被害軽減のための事前準備から、災害発生、復興・復旧を経て次の災害の被害抑止に至るまで、長期に及ぶことは想像できる。したがってこのサイクルに則した放送も長期継続を求められることになる。そこで本研究では、一つの災害を長期間、定期的・継続的に報道し続けるラジオ番組に着目する。1995年阪神・淡路大震災発生後、被災地を中心に、被災者の声や防災・減災に関する話題のみを扱うラジオの「災害番組」³⁾が誕生したが、神戸市のラジオ関西では現在同種の災害番組はなく、東日本大震災後、新たに災害番組ではない情報番組の一部として災害コーナーを開始した(月2回程度)。またNHKと民放の共同制作で放送されてきた災害番組「関西発いのちのラジオ」(年1回)もすでに終了している。唯一、大阪に本社を置く毎日放送(以下MBSと記載)のラジオ番組「ネットワーク1・17」が1995年から週1回放送されている(現在は日曜午前5:30~6:00)。阪神・淡路大震災の被災地域で放送されたラジオの災害番組のうち、現在も継続しているのはこの番組のみとなっていることから、本研究の研究対象とすることにする。

3. 研究方法

MBSラジオ「ネットワーク1・17」の放送記録に基づき「放送内容」と「ゲスト出演者」を中心に分析を試みる。放送記録とは、放送進行表(別名Qシート。メインテーマ・出演者名・トークの項目・中継などの放送形態・使用楽曲などを記載)をもとに作成されたリストを指し、放送日・メインテーマ(以下、テーマと記載)・ゲスト名が一覧表になっている。放送記録の一例を表-1に示す。

表-1 「放送記録」の一例

放送日	メインテーマ	放送日	ゲスト出演	ゲスト
99	「伝説ネットワークの1年」	1997.03.22	神戸放送住宅科科代表者世話人	安田 敬康
100	「番組開始から2年、被災地の現状は」	1997.03.29	なし	
101	「文通で被災者の自衛と減災」	1997.04.05	ぶっぴんガールズ神戸専科科 代表	赤松 敦子
102	「加古川、姫路、森本の伝説住宅印刷は今」	1997.04.12	加古川YMCAカサパー	永戸昌和
103	「神戸港、復興完了、しかし〜」	1997.04.19	関西大学教授	安部 誠治
104	「ユーラシアを越えて〜世界の被災地は」	1997.04.26	「FMわいわい」DJ藤川ルネサ	日比野真一 ・吉志志津代
105	「公的援助の実現をめぐる」	1997.05.03	升添士	伊賀 興一
106	「水害被害、災害時の対応と役割」	1997.05.10	神戸市立須磨南浜水災園	房安 昌志
107	「日本赤十字の災害救助大規模活動から」	1997.05.17	日本赤十字 協会本部長	大山 昌高
108	「コレクティブ・ハウジングを考える」	1997.05.24	まちづくりアソシ	石塚 直子
109	「被災者の定住外国人は今」	1997.05.31	神戸定住外国人支援わか	金 吉吉
110	「実現はるか、被災者への公的支援」	1997.06.07	升添士	伊賀 興一
111	「被災者のお年寄りに手紙を」	1997.06.14	万寿万寿の誓会 代表代理	山崎 裕子
112	「共同再建を考える」	1997.06.21	まちづくりアソシ	野崎 隆一
113	「被災地に贈る」	1997.06.28	ソドガア復興支援会議	中島 豊
114	「阪外避難者とボランティアの声」	1997.07.05	阪外避難者支援全国がっつ	中西 光子
115	「公的支援を兵庫報知手に聞く」	1997.07.12	兵庫報知手/升添士	貝原泉民 ・伊賀興一

本研究では分析対象となる「放送内容」を表すものとしてテーマを用いることとする。テーマはその日の放送内容を短い言葉で表したもので、新聞の見出しのような役割をする。テーマを決めるのはその日の放送を担当するディレクターで、前週には放送やHP、ツイッター上

などで予告するほか、放送当日には番組の冒頭で「きょうのテーマは避難所の感染予防対策です」などと読み上げる。「ネットワーク 1・17」は対話によって話を深めるトーク番組であり、詳細な「台本」は存在しないため、音声記録を除いてはテーマが唯一の放送内容の手掛かりとなる。ただし番組開始当時は必ずしもテーマを読み上げてはいない。このため文字数は短いもので「観光」の2文字、長いもので「震災10年ネットワーク1・17スペシャル〜未来へ伝えたいこと、繰り返したくはないこと」の42文字となる。

放送記録は、現時点でリスト化が完了している初回放送（1995年4月15日）から2019年4月28日時点までのものを用いた。対象期間の放送は1,246回であるが、番組編成上の理由で休止となった回もあり、分析対象は1,183回となる。

過去記事の閲覧が印刷物によって可能な新聞と違い、ラジオの放送は多くが1度きりで、閲覧可能なデータが蓄積されることは少ない。ただこの番組では、2002年5月4日以降についてはHP上で放送日・テーマ・ゲスト名と放送内容の抜粋が公開されており、それ以前についても「放送によってすでに公開された」との認識に基づき、問い合わせがあれば情報公開を行っている。

「テーマ」が分析対象になりえるかについては、先行研究を参考にした。災害報道の新聞記事を分析した研究として中林ら（1998）が阪神・淡路大震災発生後半年間の被災地と非被災地の記事の推移を分析したのがあり、震災に関する関心の温度差や震災報道の風化の実態を考察している。こうした研究では新聞記事の属性（掲載日、規模、紙面の種類、記事の種類、写真や図表の有無、ページ、字数）などにより記事の分類が行われることが多い。しかし解析結果が分析者や評価者の経験や能力に大小の影響を受けることも指摘されている。一方で、テキストマイニングは機械的な処理によって行われるため再現性が高い手法だとされている（佐藤ら、2011：305）。テキストマイニングを用いたものとして、学会誌の論文タイトルから研究領域における情報の動向を分析した研究があり、「論文の構造化されたデータのなかで最も端的に論文の内容を顕しているのが論文タイトルである」とされている（佐久嶋ら、2012：316）。ラジオ番組に当てはめると、テーマは番組データの中で最も端的にその日の放送内容を表しているといえることをふまえ、テーマをもとに放送内容を推定する手法を採用することにした。

一方、分析対象にゲストを含めた理由は、ラジオは映像を伴わないこともあり、番組が主にパーソナリティーとゲストとの対話によって構成されているため、ゲストがその日の放送内容の特徴を表しうると考えたからである。

なお筆者は番組発足3年後の1998年から2010年までの12年間、この番組のプロデューサー⁴⁾を務めたが、今回提供された放送記録はその後スタッフの手によってま

とめられたもので、学術目的として提供を受けている。放送内容やゲストは、被災地のニーズを反映した災害対応サイクルに則してというよりは歴代プロデューサーの意図したとおりに変遷した可能性は否定できないが、番組開始当初は長期にわたり継続する保証はなく、短期的な番組制作の意図の積み重ねがどのような変遷を生んだのか、というプロセスの再整理を当事者の1人が客観的な分析結果から行うことに意味があると考ええる。なお、本研究では当事者しか知り得ない情報をもとに番組制作の経緯を記述している部分があるが、同時に客観的データを可能な限り多く用いて分析を加えている。

本研究ではまず4. で当事者の立場から番組の経緯を説明する。続いて5. で計量テキスト分析ソフト KH Coder（樋口、2004）⁵⁾を用い、各回のテーマに用いられた語の傾向を分析する。また6. では番組の時期を3つに区分し、放送内容とゲストの変遷を分析する。そして7. でこれらの結果を振り返り、ラジオの災害報道のあり方を考察する。

4. 「ネットワーク1・17」の経緯

「ネットワーク1・17」は1995年1月17日の阪神・淡路大震災で生まれたつながり（＝ネットワーク）を大切にするというコンセプトのもと「被災者に向けた、被災者のための、被災者の支えとなる番組」として（ネットワーク1・17ホームページ）同年4月15日、放送を開始した。地震直後、MBS ラジオは即座に3つの方針を決定した。「被災地に向けた放送に徹すること」「行政に対しては批判よりも提言を重視すること」「可能な限り震災報道を続けること」である（毎日放送、1995：238）。この方針のもと249時間40分、12日間に及ぶ特別編成を続け、救援物資や給水、銭湯、ライフライン情報などの生活情報をきめ細かく伝えた。このうち最初の48時間はCMなしの放送であった（毎日放送、1995：106）。レギュラー番組が復活した1月29日以降も震災の放送を続け、1月30日から3月30日まで「がんばれ！被災地の皆さん」（月～木曜、午後7～10時）を編成した（毎日放送報道局、1995：349-352）。4月の番組改編に伴いこの番組が終了、これを引き継ぐ形で「ネットワーク1・17」が誕生した（土曜、午後5時10分～5時45分）。初代パーソナリティーは安部誠治（関西大学教授）と魚住由紀（フリーアナウンサー）で、制作者も含め全員が被災者であった。

番組立ち上げのコンセプトについて、初代プロデューサーは「仮設住宅が解消されるまではこの番組はやり続ける、伊勢湾台風の経験から、数十年は続ける覚悟で会社を説得した」と話している（渡辺、2000：41）。その後、パーソナリティーや制作者の交代、放送枠の変更を経て継続している。聴取率は最大で2.4%、平均0.9%で、放送エリア人口2,170万人に当てはめると最大52万人、平均19万5,000人が聴取してきたことになる。

5. テーマに使用された頻出語

ここでは放送が実施された 1,183 回について、テーマに使用された頻出語を KH Coder によって解析するとともに共起ネットワーク図を描き、語の連関を調べる。まず自動的に切り出された頻出語の上位 150 語は表-2 のようになる。

表-2 「テーマ」に使用された頻出語 (上位 150 語)

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
地震	232	初対面	28	中越	15	声	10	調査	8
被災	170	人々	28	ナター	14	大学生	10	日	8
震災	137	南海	27	見る	14	地域	10	日本	8
防災	125	大阪	26	交流	14	特別	10	半年	8
大震災	122	現状	25	障害	14	聞く	10	備え	8
災害	94	豪雨	24	台風	14	カト	9	亡くす	8
東日本	72	報告	24	被害	14	157	9	未来	8
避難	71	学ぶ	23	近畿	13	ラジオ	9	和歌山	8
休止	70	備える	22	公的	13	家	9	NPO	7
阪神	60	命	20	記憶	13	強い	9	たより	7
中継	60	取り組み	19	知る	13	宮城	9	火災	7
復興	59	問題	19	いま	12	強い	9	関西	7
住宅	53	教訓	18	紹介	12	高校生	9	起きる	7
津波	53	新潟	18	長田	12	人	9	教う	7
番組	51	年	18	都市	12	台湾	9	巨大	7
野球	50	放送	18	福島	12	変わる	9	研究	7
シズ	46	パティ	17	デーゲーム	11	北部	9	困難	7
淡路	43	生活	17	遭厄	11	キャンプ	8	四川	7
支援	41	沖	16	河本	11	77	8	女性	7
ボランティア	40	県外	16	語り継ぐ	11	マップ	8	消防	7
神戸	38	原発	16	取材	11	マンション	8	降る	7
レポート	36	語る	16	住民	11	遺族	8	振り返る	7
仮設	36	事故	16	相談	11	岩手	8	世界	7
今	34	熊本	15	土砂	11	教育	8	断層	7
考える	32	訓練	15	噴火	11	迎える	8	役立つ	7
活動	31	現地	15	夏休み	10	見える	8	予知	7
守る	30	思い	15	外国	10	最新	8	コミュニティ	6
対策	30	情報	15	緊急	10	生かす	8	医療	6
子ども	29	支える	15	支える	10	生まれる	8	医療	6
伝える	29	水害	15	生放送	10	町	8	課題	6

災害時における放送の役割は、1. で述べたように廣井 (1996: 7) によって「被害状況を報道する役割」「地域住民の生命と財産を保護する役割」とされている。これに照らし合わせ、頻出語では「災害」「支援」「被災地」に関連する語に着目した。

頻出語の 1 位が「地震」、3 位から 6 位までが「震災」「防災」「大震災」「災害」で、災害に関する語が上位を占めている。また 2 位の「被災」をはじめ、「避難」「復興」「住宅」「支援」「ボランティア」「仮設」「活動」「守る」といった、支援に関連する語が 30 回以上出現している。さらに「東日本」「阪神」「淡路」「神戸」など被災地の地名が同じく 30 回以上出現している。30 回以上の頻出語 28 語のうち 20 語はこれら「災害」「支援」「被災地」に関する語で、それ以外の 8 語は「休止」「中継」「番組」「野球」「シリーズ」「レポート」「今」「考える」であった。このうち、「考える」は実際のテーマでは「被災者の心と体の健康を考える」などその日の議題を表す言葉とともに用いられていた。その他の 7 語については、次に示す共起ネットワーク図で使われ方を見ることとする。

続いてこれらの頻出語による共起ネットワーク図を図-1 に示す。共起ネットワークは関連の強い語どうしを線で結んだもので、図に示された円の大きさが語の出現回数の多さに比例する。ここでは、抽出語から動詞を取り除いたうえで、関連性の強さを示す共起関係の算出には Jaccard 係数を使用し、係数 0.1 以上となった 35 語を用いて図を描く。語の関連性が強いほど円をつなぐ線が太く

なるように設定している。

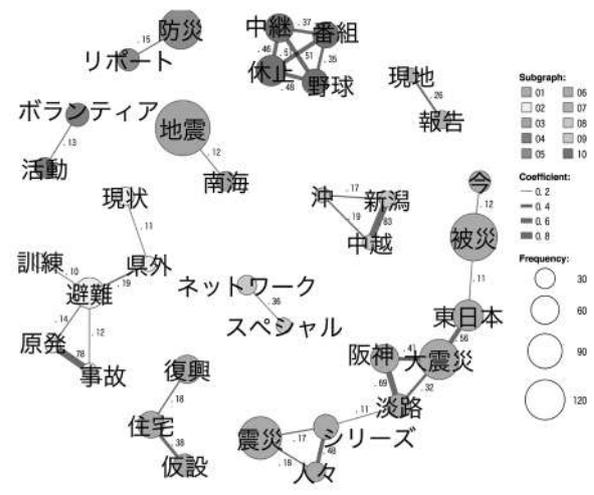


図-1 全期間の「テーマ」共起ネットワーク図

図には互いに結びつきが強い 10 のサブグループが検出された。最も出現の頻度が高い「地震」は「南海」と共起しグループを形成していた。次に頻度が高い「被災」を含むグループは、頻出語の 30 位以内にあった「今」とも共起し、実際のテーマでは「2 年経った被災地で、今」などとして用いられていた。また「被災」は「東日本」「大震災」「阪神」「淡路」と共起関係で結ばれ、「地震」とは区別され使用されていることがわかった。同じグループには頻出語の 30 位以内にあった「シリーズ」と「人々」「震災」があるが、実際のテーマでは当事者が体験を語る「シリーズ人々の震災」として用いられている。また「県外」「避難」「訓練」「原発」「事故」から構成されるグループも形成された。このうち「県外避難」は他県で避難生活を余儀なくされた被災者の問題を指す言葉である。その他に「防災」と「レポート」から成るグループ、「ボランティア」「活動」から成るグループ、「仮設」「住宅」「復興」から成るグループ、「現地」「報告」から成るグループがある。「ネットワーク」「スペシャル」から構成されるグループも形成されているが、実際のテーマでは「ネットワーク 1・17 スペシャル 阪神・淡路大震災 22 年ここから始める」などとして用いられていた。他のグループとして「休止」「野球」「中継」「番組」から構成されたものがあるが、実際のテーマでは「野球中継のため番組休止」など放送がなかったことを示す語として用いられていた。

6. 放送内容の変遷

次に、放送内容の変遷を分析する。まず扱うテーマやパーソナリティーの変化などから、放送時期を 3 つに区分する。そしてそれぞれの時期の特徴を整理したうえで、テーマに使用された語をもとに共起ネットワーク図を描き語の連関を比較する。最後に、3 つの時期におけるゲ

スト出演者の属性を比較する。なお図-2、図-3、図-5に示す共起ネットワーク図はすべて作図に使用する語から動詞を取り除き、関連性の強さを示す共起関係の算出には Jaccard 係数を使用、係数 0.1 以上となった語のみを示し、関連性が強いほど円をつなぐ線が太くなるように設定している。

(1) 時期の設定

まず、扱うテーマの特徴をもとに 24 年間を振り返り、3 つの時期に区分する。1995 年の番組開始から 1998 年までの担当者は被災者の問題を伝えることに注力し、筆者が引き継いだ 1998 年から「防災」⁶⁾のテーマを積極的に取り入れた。これらをふまえ、1998 年までのこの時期を第 1 期とする。阪神・淡路大震災の被災者に向けた番組が「防災」に舵を切ったのは大きな出来事であったと考えるためである。具体的に第 1 期は 1995 年 4 月 15 日から 1998 年 3 月 28 日とする。番組の区切りは 4 月と 10 月の番組改編期に合わせることで制作上、一般的であるため、年末年始を区切りとはしていない。

第 2 期と第 3 期の区切りは 2008 年、12 年間務めたメインパーソナリティーの交代⁷⁾が行われた時期とした。パーソナリティーの個性が強く表れるラジオ番組において、長期にわたり出演したメインパーソナリティーが変われば番組のカラーを大きく変えることになる。このことから第 2 期は 1998 年 4 月 4 日から 2008 年 3 月 31 日、第 3 期は 2008 年 4 月 7 日から 2019 年 4 月 28 日までとした。

(2) 第 1 期の特徴

番組開始の 1995 年から 3 年間は、被災者が直面する問題、例えば住宅問題、被災自治体の問題、高齢者・障害者を含む被災者の健康問題などについて取り上げた時期である。

第 1 期のテーマについて Jaccard 係数が 0.1 以上となった 61 語を用い、抽出語が出現する頻度と抽出語どうしのつながりを共起ネットワーク図として図-2 に示す。

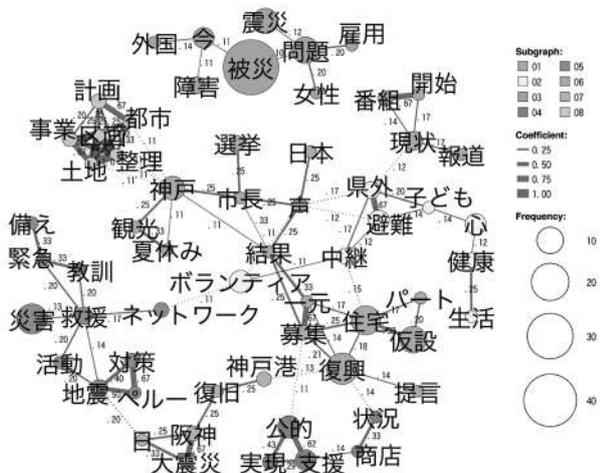


図-2 第 1 期の共起ネットワーク図

結果としてサブグループが 8 つ検出された。出現頻度が高い「被災」を含むグループは「今」「外国」「障害」や「問題」「雇用」「女性」「震災」と共起関係で結ばれた。また次に頻度が高い「復興」を含むグループでは「提言」のほか「住宅」「仮設」「一元」「募集」「結果」や「市長」「神戸」「選挙」「声」「日本」「観光」「夏休み」と共起関係があった。他に「公的」「支援」「実現」「商店」「状況」から成るグループが形成されている。一方「災害」を含むグループは「救援」「活動」「ネットワーク」や「教訓」「緊急」「備え」「地震」「対策」「ペルー」が共起関係で結ばれていた。他には「県外」「避難」が 1 つのグループを構成している。このグループではほかに「ボランティア」「中継」や「子ども」「心」「健康」「生活」の語が共起している。また「大震災」を含むグループでは「阪神」「復旧」「神戸港」などが共起関係で結ばれた。他には「土地」「区画」「整理」「事業」「都市」「計画」から成るグループが出現した。第 1 期では「被災」や「県外避難」「公的支援」など災害対応サイクルの response に関する語と「仮設住宅」「復興住宅」や「区画整理事業」「都市計画」など recovery に関する語が多く出現していた。

(3) 第 2 期の特徴

第 2 期は番組が予防報道を開始した時期である。南海地震に向かって地震が増えていく「活動期」に入ったと研究者が言い始めていた（たとえば尾池，1995：75-83）ことに制作者らが着目したことがそういった内容の放送が始まった背景にある。その一方で、震災 5 年を過ぎた 2000 年頃から「いつまでも震災にこだわらなくてもよいのではないか」という声がラジオ局内で上がり、番組の存在意義が問われ始めた。しかしこの時期に 1999 年台湾集集地震、2004 年新潟県中越地震などの大地震が起き、関係者や聴取者らに番組の存在意義を再認識させる契機となっている。

第 2 期のテーマについて、Jaccard 係数が 0.1 以上となった 61 語を用い、抽出語が出現する頻度と抽出語どうしのつながりを共起ネットワーク図として図-3 に示す。14 のサブグループが示されたが、このうち、出現頻度が大きい「地震」を含むグループは「南海」「新潟」「中越」「沖」と「現状」から構成される。実際のテーマでは「南海地震にどう備えるのか」「新潟県中越地震取材報告」などとして用いられ、阪神・淡路大震災以外の災害がテーマとして扱われていた。同じく出現頻度が大きい「震災」のグループは「シリーズ」「人々」と共起し、「シリーズ人々の震災」がこの時期に放送されたことが反映されている。「被災」は「今」「公的」「支援」「成立」とともにグループを形成している。他には「阪神」「大震災」「教訓」や「台湾」「現地」「取材」「報告」「電話」「リポート」、「県外」「避難」「生活」「調査」、「取り組み」「記憶」から構成される 1 グループがある。「復興」は「住宅」「仮設」「生放送」とともに 1 つのグループ、「ボランティア」は「活動」とともに 1 つのグループを形成していた。第

とに起因していると考えられる。

(4) 第3期の特徴

第3期は2008年、メインパーソナリティーが交代し、局の若手アナウンサーが起用された時期から現在までである。被災地でも「震災の風化」が課題となった時期で、このアナウンサーが震災を学んでいくことは次世代への語り継ぎの象徴ともなった。国の内外ではさらに災害が相次ぎ、四川大地震、岩手・宮城内陸地震などのテーマが繰り返し現れるが、最も影響した災害は2011年の東日本大震災である。MBSでは期間限定で「ネットワーク3・11」という別番組を放送し、それまでの経験から被災生活に必要な知恵などを「ネットワーク1・17」のパーソナリティーが東北に向けて伝えている。

第3期のテーマについて、Jaccard係数が0.1以上となった36語を用い、抽出語が出現する頻度と抽出語どうしのつながりを共起ネットワーク図として図-5に示す。ここでは8つのサブグループが示された。出現頻度の高い「大震災」が含まれるグループは「東日本」「阪神」「淡路」などと共起し、同じく頻度の高い「地震」が「南海」「熊本」「今」と結ばれ、「被災」「現状」とともに1つのグループを形成していた。別のグループでは「避難」「原発」「事故」「福島」「子ども」そして「訓練」「生活」「津波」が1つのグループを構成していた。「災害」と「土砂」、「台風」と「被害」もそれぞれグループを形成していた。また「仮設」「住宅」「復興」から成るグループ、「防災」「リポート」「河本」（当時のパーソナリティーの名）から成るグループが出現した。ここでも「休止」「野球」など番組休止を示すグループと「ネットワーク」「スペシャル」から成り特別番組を示すグループが形成されている。第3期では、阪神・淡路大震災だけでなく東日本大震災、熊本地震など他の地域の地震災害を取り上げたことが示された。また原発事故による避難、土砂災害など地震以外のハザードも取り上げたことが明らかとなった。そして「仮設」「復興」「住宅」などで recovery を扱いつつも「防災」「リポート」「南海」「地震」など mitigation に関する語や、初めて「訓練」など preparedness に関連する語が出現していた。

以上のことから、第1期から第3期にかけて放送内容が response から recovery、mitigation、そして preparedness へと災害対応に則して重なり合いながらもゆるやかに変化していることがわかった。なお、兵庫県の震災記録誌「伝える」（兵庫県、2016：246-247）では、1995年1月から8月が「緊急・応急対応期」、9月から1998年3月が「復興期」と規定されており、合わせると番組の第1期と対応している。また第2期と第3期の節目に当たる2008年3月末だが、兵庫県はこの日付をもって「復興局」を廃止することを決めた（神戸新聞NEXT）。背景には「復興が一区切りした」との判断があったと考えられ、本稿で決めた番組の時期区分が行政の災害対応サイクルとも対応していたことがわかった。

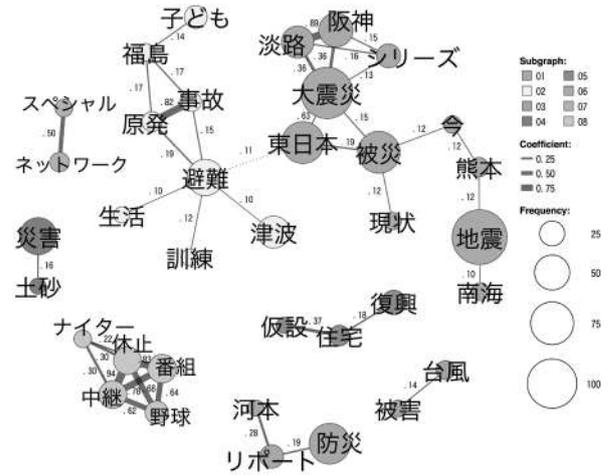


図-5 第3期の共起ネットワーク図

(5) ゲスト出演者

次に、出演したゲストの属性から3つの時期の特徴を分析する。3.でも述べたように、パーソナリティーとゲストとの対話が放送の柱となる「ネットワーク1・17」においてゲストは放送内容の特徴を表しうると考えるためである。属性は「学識経験者（ハード系）」（＝建築、まちづくり、自然科学、経済政策、交通インフラなど）、「学識経験者（ソフト系）」（＝被災者支援、被災地復興、医療、福祉、情報伝達、教育など）のほか、ボランティアなどの「支援者」、制作スタッフやパーソナリティー、他メディア関係者を表す「記者など」、被災者、遺族などの「当事者」、行政などの「その他」の6つに分類した。「学識経験者」は大学などに所属する研究者とともに、国や自治体の「専門委員会」などに「有識者」として招かれる水準の専門知識を持ち合わせている人も含めた。ハード系の例はまちづくりプランナーの野崎隆一など、ソフト系の例は大規模仮設住宅で24時間見守りボランティアを続けた阪神高齢者・障害者ネットワークの黒田裕子（故人・看護師）のほか、被災地NGO協働センターの村井雅清、県外避難者を支援した街づくり支援協会の中西光子、危機管理対策アドバイザーの国崎信江らである。税理士でも「被災中小企業の復興」を解説する人はハード系、「家庭の財産管理」を解説する人はソフト系とした。そのうえで「被災した支援者」「ボランティアをしている学識経験者」など属性の重複を許し、各時期のゲストのべ人数に占める割合を比較した。その結果を図-6に示す。

ゲストに占める割合が最も多かったのは第1期と第2期では「支援者」で、それぞれ24%と27%であった。理由のひとつは、余裕のない当事者に代わり、支援者らが声を上げたからだと推測される。第3期になると「支援者」は15%にまで減り、代わって「記者など」が28%と最も多くなった。これは、東日本大震災や各地の豪雨災害など新たな災害が起りはじめ、支援者や学識経験者

らが被災地に入るよりも早く、記者らが被災地取材することが増えたことが反映されている。記者らの出演は「東日本大震災」や「原発事故」のテーマだけでも21回に上っていた。

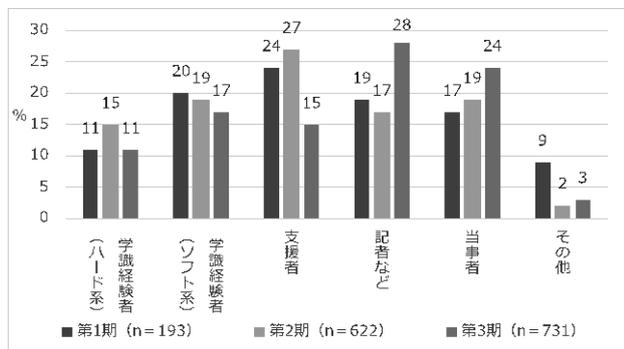


図-6 第1～3期のゲスト出演者（属性重複あり）

一方で、学識経験者については、全体を通して「ハード系」よりも「ソフト系」が多い傾向がみられる。ただし「ハード系」は第2期で15%と微増しており、これは番組が「防災」に舵を切り始めた時期と重なる。ハード系の中で多かったのは「地震」（のべ56人）、「建築」（のべ16人）であったが、これら2つの分野の学識経験者は第1期ではゼロであった。また第3期では「地震」（のべ39人）、「土木・河川」（のべ20人）に加え、第1期で2人、第2期でゼロだった「気象」がのべ12人に上った。これは台風や豪雨災害が頻繁に起きたことが反映されている。一方、ソフト系では第1期が「被災者支援」（のべ13人）、「医療」（のべ8人）の順に多かったが、第2期では「備え・防災」（のべ25人）が「被災者支援」（のべ21人）を上回っていた。また、第3期で初めて「震災の伝承」「文化財や文化」を専門にする学識経験者が出演した。

また「当事者」の占める割合は第1期から第3期にかけて増える傾向にある。「当事者」は当初、被災者と震災遺族であったが、第2期からは「災害をまだ経験していない当事者」が出演するようになった。地域で防災や防災啓発に取り組む人たちである。ボランティアのように「支援」を目的とするのではなく、災害をわがこととしてとらえ、備えようとしていることから「当事者」に分類した。被災者や遺族といった「災害を経験した当事者」と合わせ、こうした「第3の当事者」が語り始めていることが明らかとなった。

一方、ゲストの中には繰り返し出演し「おなじみ」と呼ばれた人々も少なからず存在する。これは、出演回数が3回目程度になると、パーソナリティーが「きょうのゲストはもうおなじみと言ってもいいでしょう、〇〇さんです」などと放送で紹介し始めたことによる。それらの中には専門知識を持ちながら被災者に深く寄り添い、早くから問題を指摘する「学識経験者」と呼ぶべき人々

も多かった。こうした人々が「おなじみ」となったのは、かれらが取り組む問題が解決されない限り出演が続いたためである。そして「おなじみ」が継続出演することによって前回との違いを伝えたり、聴取者の反響に応えたりすることが可能となり、放送内容や聴取者の信頼感を深めることにつながった。例えば「県外避難者」は（5）の冒頭で触れた中西光子（第1期・第2期で各6回、第3期で1回）によって、また「公的支援」は弁護士の伊賀興一（第1期・第2期各5回）らによってそれぞれ提起された問題であり、ともに第1期・第2期の共起ネットワーク図に出現している。また第2期の共起ネットワーク図で出現回数が多かった「地震」は、地震学者の梅田康弘（第2期21回、第3期4回）の出演が反映されている。「おなじみ」を出演回数3回以上と仮定すれば30人以上に上るが、中でも出演回数が多いのは、（5）の冒頭で触れた黒田裕子（22回）や、民間の防災研究者・木村拓郎（18回）、建築・防災などの研究者・室崎益輝（11回）、震災障害者問題などに取り組むボランティア・牧秀一（9回）などである。いずれも被災者の声を直接聞く立場や最新の研究を知る立場にあり、時期に応じて番組にテーマを提起してきた。しかし、そもそも「おなじみ」は放送回数が多くなければ存在しえない。番組が長期継続することによって「おなじみ」を生み出し、その「おなじみ」が取り上げるべきテーマを提起することで放送内容を深めることにもつながるといった相互作用が働いたと考えられる。「おなじみ」の存在は災害対応サイクルに則した放送や長期継続のため、重要な役割を果たしたといえる。

7. まとめと考察

本研究では、災害における放送もFEMAの災害対応サイクルのように発生から復旧・復興を経て被害抑止・軽減に至るサイクルを循環させることで、その都度適切な放送内容を提供でき、次の災害の被害抑止・軽減にもつながるという考えのもと、阪神・淡路大震災の被災地域で24年以上継続するラジオ番組「ネットワーク1・17」の放送内容の変遷を3つの時期に分けて分析した。放送の経緯については筆者が当事者の1人として知り得た事実をもとに記述し、放送内容については見出しである「テーマ」の頻出語と共起ネットワーク図をもとに考察し、さらに、番組がパーソナリティーとゲストとの対話で構成され、ゲストがその日の放送内容の特徴を表しうると考えられることから、ゲストについても分析した。

まず頻出語と共起ネットワーク図の分析結果から、第1期（1995年～1998年）では阪神・淡路大震災の被災者の問題や復興事業、県外避難者問題などを示すグループが出現し災害対応サイクルのresponseやrecoveryにあたる内容が頻繁に扱われていたことがわかった。これに対して第2期（1998年～2008年）は台湾や新潟など他地域の地震や、第1期の共起ネットワーク図には現れなかつ

た防災、震災体験の語り継ぎなどを示すグループが出現し mitigation の要素が初めて現れていた。第3期(2008年以降)では阪神・淡路大震災だけでなく東日本大震災、熊本地震など他の地域の地震災害を示す語や原発事故による避難、土砂災害など地震以外のハザードを示すグループが出現し災害対応サイクルの recovery や mitigation が引き続き扱われたほか、「訓練」など次の災害への preparedness を表す内容も現れていた。番組は歴代プロデューサーの意図したとおりに変遷した可能性は否定できないが、災害のみをテーマに扱う番組で被災地のニーズを無視した番組制作の可能性は低く、被災地の状況やニーズに応じて放送は災害対応サイクルに則した変化をみせたのではないかと考えられる。

一方ゲストについては、第1期では声を上げられない当事者に代わり、被災者に寄り添う支援者や学識経験者が問題を語った。そして繰り返し出演する「おなじみ」となり、長期的に重要な役割を果たした。続く第2期では予防報道を開始し、「おなじみ」の科学者をつくった。第3期は記者らが災害を直接取材したほか、わがこととして防災に取り組む「第3の当事者」が増えていた。「おなじみ」ゲストの存在は、ある問題を取り巻く被災地の変化を伝え内容を深めることや、聴取者の信頼を得ること、また状況に応じたテーマを提起し番組の長期継続を支え、長期継続がまた次の「おなじみ」を生むといった役割があると考えられる。

これらの結果をもとに考察すると、ラジオの災害報道において、災害対応モデルに対応した時期の変化をとらえ番組内容を変化させることや、「おなじみ」となったゲストが拾い上げる課題や視点を大切に作る番組編成を行い、それが長期的な番組として継続すれば、結果的にFEMAの災害対応サイクルにも則した災害報道のサイクルが描かれる可能性がある。

なお本研究は「ネットワーク1・17」という一つの番組を通して阪神・淡路大震災の災害対応サイクルに着目するものであり、複数の災害や複数の番組を対象にしたものではない。また、聴取者の反応については、個人情報保護の観点からメールなどの定期的な廃棄が放送局に義務付けられており、客観的な資料が存在しなかった。今後、放送が聴取者にどのように受け止められたかについては、ヒアリング調査などにより検討していく必要があると考える。

補注

- 1) 河田(2006:129-130)によれば防災は被害を出さない工夫であり、ハードによる防災が一般的である。それに対し減災は「被害の出るのは避けられないができるだけ被害を少なくしようという試み」である。放送においては防災・減災のどちらか一方を排除することはないため、本稿では災害が起きる前に被害を未然に防ぐ、あるいは被害を少しでも減らそうとする報道に「防災・減災報道」という用語を

用いることにする。

- 2) 二宮(2016)は、災害報道は関東大震災当時、新聞による被害報道がほとんど唯一であったが、伊勢湾台風などの被害の反省から防災報道が役割を果たし始め、阪神・淡路大震災が災害報道のあり方を大きく問い直すものとなったことを挙げ「災害報道がかつての被害報道中心から防災・減災報道へ重点を移しているのは当然の流れである」としている。これにならない本稿では、災害発生から復旧・復興、防災・減災に至るまでの一連の報道を包括的に表す用語として「災害報道」という語を用いることにする。
- 3) 本稿では、扱う話題を災害に限定した番組のことを「災害番組」とする。
- 4) ラジオ番組のプロデューサーの役割は番組の方向性を打ち出し放送内容に対する責任を負うことである。パーソナリティーの人はプロデューサーが行うがラジオ局内(編集部やラジオ局長など)の承認が必要で、パーソナリティー交代をラジオ局内から命じられることもある。各回の放送内容・テーマの決定、出演交渉、打ち合わせは担当ディレクターが行い、プロデューサーが監督・承認する。ただし「ネットワーク1・17」の場合、通常はディレクターとプロデューサーが各1名で、専属ディレクターがいない時期もあった。このためプロデューサーも「ディレクター」として少なからず番組制作に関わっている。また放送番組は原則、毎年2回の改編時期に編成によって継続・終了の判断を受け、プロデューサーに番組継続の決定権はない。
- 5) KHCoder はテキスト型データを統計的に分析するためのフリーソフトウェアで、アンケートの自由記述・インタビュー記録・新聞記事など様々な社会調査データを分析するために使用されている。先行研究では、東日本大震災を経験した福祉施設職員の体験分析(新美ら, 2018)などに用いられている。文章形式のデータに含まれている語を自動的に切り出すほか、元のテキストでどのような文脈で使用されているかを確認することができる。
- 6) 阪神・淡路大震災直後は「減災」という言葉はまだ一般的ではなく、放送では「防災」という言葉が使用された。
- 7) メインパーソナリティーの交代はラジオ局上層部が決定し、プロデューサーがその方針に従った。
- 8) 理由は神戸市長田区にあったペーパードームがそのまま台湾の被災地に移設されエコ・ツーリズムの拠点として活用されていることや、神戸で使用された仮設住宅が台湾で再利用されたことにある。また新潟では阪神・淡路大震災のLSA(生活援助員)の発展形として「地域復興支援員」が活動し、人を中心とした復興に寄与した。

参考文献

- Drabek, T.E.(1996), Social Dimension of Disaster Instructor Guide, FEMA, Page5-3-Page5-5.
- FEMA(2015), Independent Study Program(IS)IS-111.A:Livestock in Disasters, Livestock in Disasters/Unit 4 Emergency Management in the United States, Page4-2. (参照年月日:2020.10.23)

- https://training.fema.gov/emiweb/downloads/is111_unit%204.pdf
樋口耕一 (2004), テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—, 理論と方法, 数理社会学会, Vol.19, No.1, pp.101-115.
- 廣井脩 (1987), 災害報道と社会心理, 中央経済社.
- 廣井脩 (1996), 災害放送の歴史的展開, 放送学研究 No.46, NHK 放送文化研究所, pp.7-32.
- 兵庫県 (2016), 伝える 改訂版 1.17 は忘れない—阪神・淡路大震災 20 年の教訓—, ぎょうせい.
- 船崎幸子・長坂俊哉・臼田裕一郎・高橋明子・安倍祥・天野竹之 (2008), リスクガバナンスからみた柏崎市 FM ピッカラ 災害放送の検証—発生後 3 日間を中心として—, 日本災害情報学会第 10 回研究発表大会予稿集, pp.359-364.
- 入江さやか・西久美子 (2019), 北海道ブラックアウト—どのメディアが機能したのか:「北海道胆振東部地震」メディア利用動向インターネット調査から, 放送研究と調査 2019 年 2 月号, pp.38-47.
- 川端信正・廣井脩 (1996), 阪神・淡路大震災とラジオ放送, 東京大学社会情報研究所調査研究紀要 No.7, pp.83-95.
- 河田恵昭 (2006), 巨大な自然災害と防災工学, リスク学事典増補改訂版, 日本リスク研究学会, 阪急コミュニケーションズ, pp.129-131.
- 神戸新聞 NEXT 年表でたどる阪神・淡路大震災 (参照年月日: 2020.6.21),
<https://www.kobe-np.co.jp/rentoku/sinsai/chronicle/>
- 毎日放送 (1995), 阪神大震災の被災者にラジオ報道は何かできたか—被災していない人への情報はいらない!—と続けた報道者たち, 同朋舎出版.
- 毎日放送報道局 (1995), 阪神大震災 MBS 報道の記録, 毎日放送 (私家版).
- 増田智子・照井大輔 (2006), いま, ラジオが果たしている役割とは—「ラジオに関する世論調査」から—, 放送研究と調査 2006 年 9 月号, pp.20-41.
- 松本早野香 (2019), 臨時災害放送局に求められるコンテンツと地域メディアとしての役割:—「りんごラジオ」放送記録分析から—, 人間生活文化研究 No.29, pp.682-694.
- 三上俊治 (2002), 阪神・淡路大震災における安否放送の分析, 東洋大学社会学部紀要 Vol.39, No.1, pp.119-133.
- 中林一樹・村上大和 (1998), 阪神・淡路大震災に関する新聞報道の比較分析: 阪神版と東京版の情報の相違について, 地域安全学会論文報告集 No.8, pp.226-231.
- 中森広道 (2005), 平成 16 (2004) 年台風 23 号とコミュニティー FM 放送, 災害情報 No.3, pp.7-11.
- 中村功 (2005), 新潟・福島水害におけるコミュニティーエフエムの役割—燕三条エフエムの例—, 災害情報 No.3, pp.5-6.
- ネットワーク 1・17 番組ホームページ (参照年月日: 2020.10.31),
<https://www.mbs1179.com/117/>
- 日本民間放送連盟ホームページ (放送法第 108 条) (参照年月日: 2020.6.21),
<https://www.j-ba.or.jp/category/references/jba101959>
- 新美綾子・山本克彦・佐藤大介・横山由香里・上山崎悦代・野尻紀恵・原田正樹 (2018), 東日本大震災を経験した福祉施設職員の震災前から現在までの体験: テキストマイニングによる分析から, 日本福祉大学全学教育センター紀要 No.6, pp.47-58.
- 二宮徹 (2016), 被害報道, 災害情報学事典, 朝倉書店, pp.102-103.
- 尾池和夫 (1995), 活動期に入った地震列島, 岩波書店.
- 大内斎之 (2016), 臨時災害放送局における災害報道の機能に関する考察: 宮城・山元町臨時災害放送局を事例として, 現代社会文化研究 No.62, pp.91-108.
- 佐久嶋研・佐々木秀直・田代邦雄 (2012), テキストマイニングを用いた学会誌論文タイトルの時系列分析—日本神経学会誌「臨床神経学」の分析—, 医療情報学 Vol.32, No.6, pp.315-321.
- 佐藤 翔輔・今村 文彦・林 春男 (2011), 東日本大震災について報じられたウェブニュースコーパスの基礎的解析, 地域安全学会論文集 Vol.15, pp.303-311.
- 渡辺実 (2000), 阪神・淡路大震災から 5 年—ラジオが築いた被災者との絆, GALAC2000 年 3 月号, pp.40-43.

(原稿受付 2020.6.30)

(登載決定 2021.3.31)

A Study on the Relationship between the Disaster Management Cycle and Long-Term Continuous Radio Program —Based on the analysis of "Network 1.17"—

Chisako OMUTA¹ · Masahiro SAWADA² · Yoshiteru MUROSAKI³

¹News Division, Mainichi Broadcasting System, Inc. (chisako@mbs.co.jp)

²Graduate School of Disaster Resilience and Governance, Univ. of Hyogo (sawada@drg.u-hyogo.ac.jp)

³Graduate School of Disaster Resilience and Governance, Univ. of Hyogo (yoshiteru_murosaki@drg.u-hyogo.ac.jp)

ABSTRACT

In disaster response, it is said to be ideal establishing the disaster management cycle. Broadcasters are also expected to contribute to the prevention and mitigation of damage by reporting in accordance with this cycle. Therefore, in order to clarify the ideal form of broadcasting and the issues, we analyzed a radio program that have continued since the Great Hanshin-Awaji Earthquake. As a result, it was found that when disaster coverage was focused on a single disaster and continued over a long period of time, the content of the coverage changed in line with the disaster management cycle. In addition, it became clear that it is important for long-term disaster reporting to have academic experts and supporters appear repeatedly in the program to the extent that they become "familiar" to listeners.

Keywords: *radio, long-term disaster reporting, disaster management cycle, emergency management cycle, Network 1.17*

平成28年熊本地震による公共土木施設被害の災害査定業務における情報システムの活用に関する考察

佐野浩彬¹・伊勢正²・半田信之³・磯野猛⁴・花島誠人⁵・田口仁⁶・
臼田裕一郎⁷

¹国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (sano@bosai.go.jp)

²国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (t-ise@bosai.go.jp)

³国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (handa@bosai.go.jp)

⁴国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (takeshi-isono@bosai.go.jp)

⁵国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (mhana@bosai.go.jp)

⁶国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (tagchan@bosai.go.jp)

⁷国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (usuyu@bosai.go.jp)

和文要約

本研究では平成28年熊本地震における公共土木被害の災害査定業務を事例に、被害情報の収集・集約・管理における情報システムの活用について考察した。熊本地震発生後から行われた公共土木被害の情報収集・集約・管理については、パトロールメンバーが収集した情報を熊本県各振興局が集約し、各振興局が集約した情報を県庁に報告する業務フローが行われていた。この際、当初は紙や写真等による報告が行われており、上位組織が取りまとめる際に再度情報の入力・整理を行う必要が生じていた。そこで、Web-GISを基盤とした情報システムを用いた情報収集・集約・管理を行うことで、パトロールメンバーが収集した情報を一元的に集約・管理することを可能にし、振興局や県庁では集約された情報の利活用が容易になるようにした。県職員へのインタビューからは、情報システムを利用することで被害情報の入力・整理等にかかる負荷が軽減されたことや、情報管理を適切に行うことで外部組織への対応などを効率的に行うことができる可能性が指摘された。一方で、利用者に応じた閲覧・編集等の利用権限設定の問題や、実際の災害査定業務との関わりを意識した活用イメージ、業務に必要な情報の属性、その他システムとの連動、外部からの情報支援体制が課題として明らかになり、これらは情報システム導入・活用の必要条件になると考えられる。

キーワード：災害査定業務，Web-GIS，情報収集・集約・管理，熊本県，パトロールメンバー

1. はじめに

2016年4月14日21時26分に発生した前震(Mj6.5)、16日1時25分に発生した本震(Mj7.3)に代表される平成28年熊本地震は、熊本県を中心に甚大な被害をもたらした。この地震による死者数は267人、全壊家屋8,673棟などと甚大な被害が報告されている(内閣府非常災害対策本部, 2018)。地震による被害やその影響は単に人的被害や建物被害だけでなく、例えば、電力、ガス、通信、水道、道路などのライフラインにも生じている。被災者

のその後の生活を支えるには、こうしたライフライン等の早期復旧が大きな影響を与えるため、自治体は被災者への支援と同時並行で公共土木施設の復旧に向けた対応を進めることが求められる。ここでいう公共土木施設とは河川、海岸、砂防設備、林地荒廃防止施設、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設、道路、港湾、漁港、下水道、公園が該当する。そして、自然災害により被災したこうした公共土木施設を迅速・確実に復旧することを目的とした災害復旧制度がある(国土交通省, 2017a)。

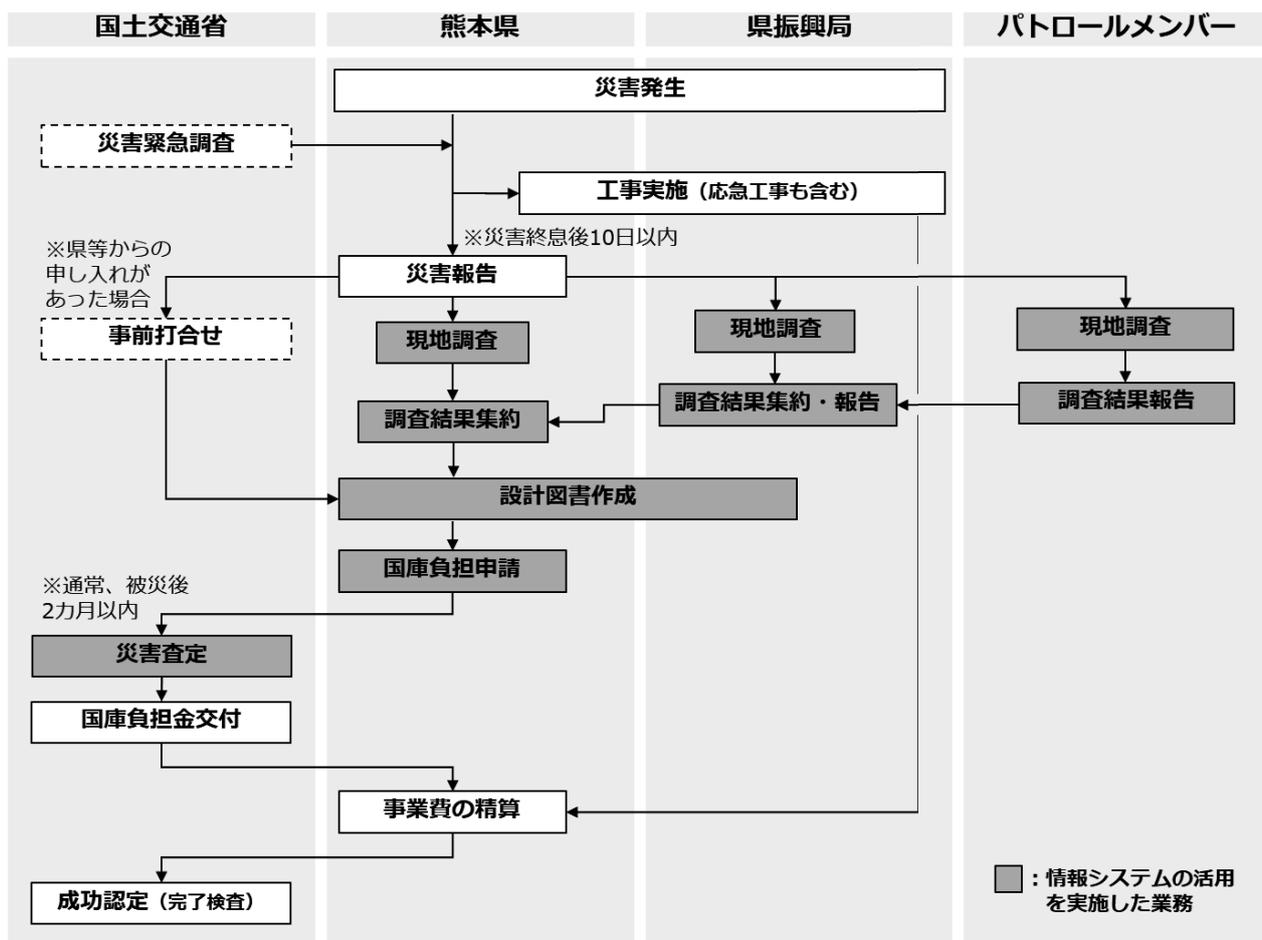


図-1 災害復旧事業の主な流れ
(国土交通省, 2017b とインタビュー結果をもとに作成)

図-1 は災害復旧事業の主な流れを示したものである(国土交通省, 2017b). 公共土木施設の復旧にあたっては、自治体が被害発生箇所を把握し、優先的に復旧すべき箇所を検討した上で、早急に復旧工事を施行し、公共土木施設の機能を復旧させる必要がある。しかしながら、復旧工事を施行するにあたり、被災自治体が自らの財政で公共土木施設の復旧費用をすべて賄うことは難しい。そこで、国は都道府県などからの申請を受けて、被災状況や復旧方法、工費などを確認する災害査定を行い、国庫負担の精算を行う。公共土木施設被害においては「公共施設災害復旧事業費国庫負担法」に基づいて、「地方公共団体の財政力に適応するように国の負担を定めて、災害の速やかな復旧を図り、もって公共の福祉を確保すること(第1条)」とされている。ただし、国庫負担の割合を決めるには、復旧すべき公共土木施設の復旧費用が見積もれなければ、負担額を申請することができない。

そのため、公共土木被害の復旧に向けては早急に被害状況を把握するとともに、公共土木施設の復旧にかかる費用を査定する必要がある。もちろん、国の災害査定を待たずに、被災直後からの復旧工事を進めることは可能であるが、査定前に復旧工事を着工する箇所に関しては、当時の被災状況を示す証拠を残すことが査定するための

唯一の手段であるため、写真等による記録を正確に残しておくことが重要である。

本研究は、平成28年熊本地震における公共土木被害の災害査定を事例に、災害査定に必要な被害情報の収集・集約・管理における情報システムの活用について考察する。なお、本稿における「情報システム」とはWeb-GISを基盤とした被害情報等を一元的に集約できる地図機能を

表-1 非構造化インタビュー調査の概要

項目	第1回	第2回
日時	2016/5/15	2016/9/20
場所	熊本県庁	熊本県庁
対象者	河川課職員	河川課職員
質問概要	<ul style="list-style-type: none"> 情報システムおよび地図利用に関するヒアリング 担当している災害査定業務内容について 	<ul style="list-style-type: none"> 台風接近に伴い準備を行ったスマートフォン登録環境の利用状況の確認 スマートフォン登録を利用した業務およびに後続業務に関するヒアリング 情報システムを利用した業務体制に関する意見交換

と、複数の地図の一覧が表示できるポータルサイトのことを示す。災害時に公共土木施設の被害を迅速かつ正確に把握するためには、被害発生地点の位置情報と写真を取得することで、①初期問い合わせ対応情報として利用する、②庁内向けの被害報告資料の作成を行う、③復旧期における災害査定基礎情報として活用することができるといったメリットが考えられる。なお、本研究における内容については、平成28年熊本地震において主に公共土木施設被害の災害査定業務を担った河川課(熊本県, 2016)の担当者へ実施した非構造化インタビュー調査に基づいている(表-1)。第1回目のインタビューは情報システムを「災害査定業務に利活用できないか」という相談を受けてシステム構築を検討した筆者らの1人が、機能要件を確認するために訪問した際に実施した。第2回目のインタビューは、実際に情報システムを利用した状況について対話形式で聞き取りを行い、録音データの書き起こしを行った。

2. 災害時の情報収集・集約・管理に関する既往研究

災害時の被害状況の迅速な把握や情報共有、災害対応業務に関する研究は数多く行われてきた。被害状況の把握の観点では、浦川ら(2005)が新潟県中越地震における緊急被害調査業務の支援活動を通じて得た知見をもとに、地理情報システム(Geographic Information System: GIS)を基盤とした緊急被害調査業務支援システムを構築し、被災地業務における被害状況把握の効率化について検証している。また、浦川ら(2006)は災害時だけでなく、平常時の国道調査を事例とした支援システムの構築も行っている。これらは現場で収集した情報をいかに効率的に集約し被災状況を把握するかといったアプローチである。一方で、近年はスーパーコンピューターを活用し、沿岸部10mメッシュ分解能でのリアルタイム津波浸水予測などを実現し情報発信を行う「G空間防災システム」(越村, 2017)や、地震発生直後に得られた観測記録に基づいて地震動分布、建物被害、人的被害の推定情報を算出する「リアルタイム被害推定システム」の開発など、あくまでも推定情報であるが、被害状況を迅速に把握するための研究も行われている(Fujiwara et al., 2019)。

情報集約または情報共有の観点では、災害対応では複数の組織が同時並行的に活動することから、状況認識の統一(COP: Common Operational Picture)が重要であることが指摘されている(Walsh et al., 2005)。澤田ら(2005)および澤田(2009)では新潟県中越地震において、情報を一元的に共有・提供するサイト「新潟県中越地震復旧・復興GISプロジェクト」を公開し、その有効性を検証している。鈴木ら(2008)は減災情報共有プラットフォームを開発し、災害時の情報共有に関する実証実験を行い、情報共有環境の実現が災害対応の円滑化、高度化に寄与することを示した。公共土木施設被害の情報共有では、

走行車のプローブデータを活用し、災害時の道路通行可否情報を共有する取り組みや社会実装の事例がある(秦ら, 2009; 須藤ら, 2012)。また、伊藤ら(2009)は調査者の安全確保、速やかな被災調査・記録および被災情報の共有を目的として、野外での活動を重視した被災調査支援システムを開発し、2006年10月大雨災害における北海道での地盤災害調査に適用している。

田口ら(2015)は災害対応者自らがGISを利用した災害対応を行うための要件として、地理情報の共有および流通のための標準インターフェースを有することと、GISをインターネットを介して操作できるようにしたWeb-GISを用いることの2つを提案している。ただし、多くの自治体で構築されてきた災害情報システムが災害対応業務で利活用されないことも指摘されている(伊勢ら, 2017)。伊勢ら(2018)はこの課題について、都道府県と基礎自治体の災害対応業務の違いが、求める情報システムの機能要件の相違につながっており、災害対応における情報システムの利活用を阻害する要因になっていることを指摘した。具体的には、都道府県が求めるシステムは市町村からの情報を集約する“収集系システム”である一方、市町村が求めるシステムは災害対応業務を効率的に遂行するための“業務系システム”であるとして、その違いを考慮した情報システムの構築が災害対応業務に適するシステムに必要な要素であるとしている。

Usuda et al., (2017)では、災害対応における役割が異なる組織間での情報共有の仲介を担う「府省庁連携防災情報共有システム(SIP4D)」の開発および適用を通じて、仲介型情報共有システムが情報共有における全体効率化を実現し、代替情報共有による有効性や情報統合基盤としての可能性を有していることを示した。さらに、府省庁を対象としたSIP4Dを活用して、保健・医療分野や農業分野、自治体への社会実装が進んでいることも述べている(Usuda et al., 2019)。また、伊勢ら(2017)が指摘した問題を解消する方策として、被災地の災害対応を情報面で支援する内閣府主導の「ISUT」(アイサット: Information Support Team)の活動も行われている(内閣府政策統括官(防災担当)付参事官(防災計画担当), 2019)。

災害時の情報と対応業務の関係からは、災害対応や被災者の生活再建に関する業務分析の研究が挙げられる。例えば、災害対応業務の観点で、井ノ口ら(2005)では2004年新潟県中越地震における小千谷市災害対策本部の記録資料から情報処理を業務単位で分析している。近藤ら(2007)は新潟県中越地震時の新潟県災害対策本部を対象組織として、当時の災害対応記録に関する業務記録から組織構造、業務分析、業務量評価、情報マネジメント、相互関連の5つの視点で分析している。生活再建に関する研究では、井ノ口ら(2010)が2007年中越沖地震の際に被災者台帳に残された対応記録をもとに被災者生活再建支援業務の実態分析を行っている。この研究

では、災害の応急期だけでなく復旧・復興期に発生する業務についての分析を行っていることが特徴的である。また、村上ら(2014)は罹災証明発給業務について、2012年京都府南部豪雨を事例に、実際の業務記録から業務の迅速化・効率化を妨げる課題およびボトルネックの抽出に関する研究を行っている。

以上のように、災害時の被害状況の迅速な把握や情報共有、災害対応業務に関する研究は数多く実施されている。しかし、本研究で取り上げる公共土木施設の災害査定に関しては、応急工事に着手するための迅速な被害状況の把握、現場から振興局、県庁という階層的な組織間での情報共有、長期にわたる財政的調整への対応など、いずれの視点にも関わる複合的な要素がある。本研究では、そうした視点も意識しながら、災害査定に必要な情報の収集・集約・管理における情報システムの活用に関する考察を行う。

3. 平成 28 年熊本地震における公共土木被害の情報収集・集約・管理における業務フロー

災害に伴う公共土木被害を復旧するためには、被害が発生している箇所を迅速に把握し、優先的に復旧が必要な被害箇所を選定して災害査定を行い、早期の復旧工事を実施する必要がある。本章では平成28年熊本地震における公共土木被害対応の中でも、県庁河川課を中心に行われた業務フローについて、2016年5月15日に実施した河川課担当者への非構造化インタビューをもとに述べる。

図-2は熊本県庁河川課を中心とした、公共土木被害の情報収集および利活用について整理したものである。情報収集・集約面では、熊本県内の11振興局が現地での公共土木被害を調査するパトロールメンバーを配備して、パトロールメンバーが写真や地図を用いて被害状況を収

集する¹⁾。パトロールメンバーが収集した情報をもとに、11振興局が被害状況を集約し、情報内容を精査した上で県庁河川課へ報告を行う。県庁河川課では、各振興局から寄せられた公共土木被害の被害状況の報告を一括で集約する。これが情報収集・集約面の一連の流れである。

一方、情報利活用面では、第1に県庁の知事公室や災害対策本部、国土交通省の地方整備局に対する状況報告が挙げられる。実際に、公共土木被害がどの程度発生しているのかなどを報告している。第2は、県庁内における他の部・課に対する情報共有である。公共土木被害は直接的もしくは間接的に様々な他の業務に影響を与える。他課がスムーズに業務を進めるためには、集約された公共土木被害の情報共有が重要になる。第3は、災害査定に関する資料作成および報告である。前述の通り、公共土木被害にかかる費用に対しては法律に基づいて、一定割合が国費から負担される。また、迅速な復旧工事を実施するためには、早急な災害査定を実施することが求められる。実際に、平成28年熊本地震における公共土木施設の災害査定は2016年5月26日～12月27日にわたって行われ、査定決定箇所は4,830箇所、査定決定額は約900億円となった(熊本県, 2016)。

なお、筆者らが河川課と最初のコンタクトをとったのは地震発生後の2016年4月26日であり、その際に、情報システムを「災害査定業務に利活用できないか」という相談を受けた。まずは河川課内に集約されている情報を情報システム上に取りまとめる作業を実施し、同年5月15日には河川課へ災害査定業務の流れと情報システムの利活用に関する非構造化インタビュー調査を実施した。その後、同年5月25日には振興局からの情報入力を行うなどの展開を図りたいという要望を受けて、振興局等も含めた情報集約・管理のシステム運用を開始した。

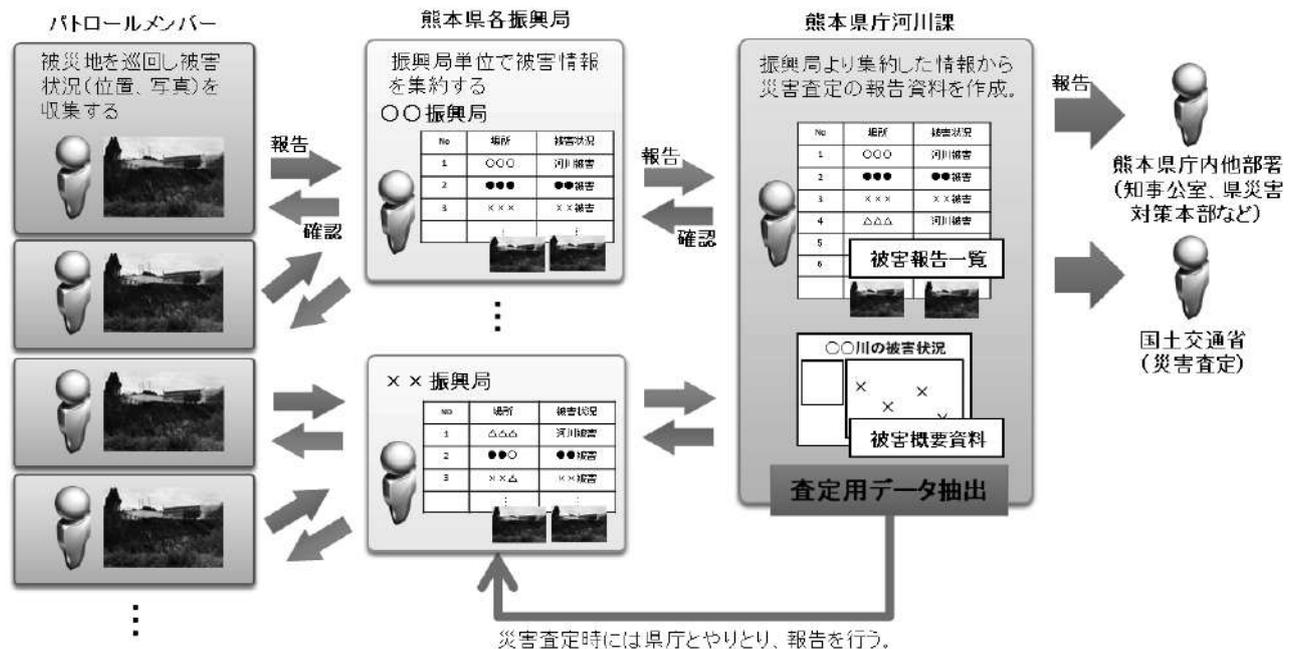


図-2 熊本県庁における公共土木被害の情報収集・集約・管理に関する流れ

4. 公共土木施設被害の情報収集・集約・管理の実態

本章では3章で示した公共土木被害の情報収集・集約・管理の業務フローに基づいて、情報システムを活用する前までの段階における、(1)パトロールメンバーによる被害情報収集、(2)振興局における情報集約と県担当課への報告、(3)県担当課における公共土木被害情報の集約・管理の実態について詳述する。

(1) パトロールメンバーによる被害情報収集

地震等の災害に伴う公共土木被害が発生した場合、発生個所の特定と現場状況の把握が必要である。公共土木被害の状況把握にあたっては、パトロールメンバーと呼ばれる被害調査を実施する人員が県内の11振興局から配備される。パトロールメンバーの基本構成は、治水班として県職員が4名程度、道路維持班として県職員4名程度、その他パトロールメンバーとして民間企業への委託も含めて多数の作業員が、被害調査人員として配備される。それらのパトロールメンバーが、実際に被害が発生している公共土木施設を確認して回り、現地での写真撮影を行って振興局に情報を集めていく。被害調査の実施にあたって、県職員のみでは現場での情報収集および振興局での情報とりまとめを実施することが難しい。そ

のため、災害時において現場を回って被害状況を収集するための人員を外部委託している。ただし、ここで委託される人員については、公共土木被害に関する被害状況を目視で認知でき、その規模感や施設の壊れ具合等、公共土木施設の災害規模の判定ができる知識を有する者が求められる。

(2) 振興局における情報集約と県担当課への報告

熊本県内にある11振興局では、公共土木施設の被害の現地調査を行ったパトロールメンバーの情報を集約し、県庁河川課へ報告する災害対応業務を行っている。パトロールメンバーはデジタルカメラ等を持参し、公共土木施設の被害が発生している箇所を巡回しながら情報収集を行っている。振興局はパトロールメンバーが撮影した被害写真を受け取り、撮影した写真をパトロールメンバー本人に確認しながら撮影地点等を把握し、情報の集約を行った。公共土木被害情報の集約方法としては、被害箇所の情報を表形式で整理してとりまとめ、その場所に対応する写真等との関係が分かるように、写真の保存先ファイルディレクトリなどと突き合わせて整理している。そのように集まった情報をもとに、被害発生個所を表形式の一覧で示すほか、代表的な被害箇所については被害報告資料にして県庁河川課に報告している。

別紙様式1

被害報告表

都道府県名 熊本県	県庁コード 43	第3報	報告者 []	平成28年5月 日
異常気象名 地震		災害発生月日 自 H28年4月14日 至 H28年4月16日		
市町村名 (観測所名)	震度最大: 益城町、西原村(震度7)	被災中心地: 益城町、南阿蘇村、西原村 (観測所)		
連続雨量				
最大日雨量				
最大時間雨量				
最大平均風速				
その他 (震度)	H28.4.14 21:26 震度7(益城町)、震度6弱(熊本市、宇城市、玉名市、西原村) H28.4.15 00:33 震度9強(宇城市)、震度6弱(熊本市) H28.4.16 01:25 震度7(益城町、西原村)、震度6強(南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、藤島町、宇城市、熊本市)、震度6弱(阿蘇市、八代市、玉名市、南阿蘇村、御船町、美里町、山形町、水町、合志市、和水町、上天草市、天草市)			
工種	都道府県工事		市町村工事	
	箇所数	金額(千円)	箇所数	金額(千円)
河川				
海岸 (港湾に係るもの)				
海岸(その他)				
砂防設備				
地すべり防止施設				
急傾斜地崩壊 防止施設				
道路				
橋梁				
港湾				
下水道				
公園				
計				

H28.5.18

箇所別災害報告表 第3報 【市町村工事】
〔4月14日～4月16日 平成28年熊本地震〕

NO.	振興局	災害発生 月日	工種	路線名	位置	延長	幅	高さ	被害額	被害種類	工法	工区 数	備考 (安全等工事 等の有無)	査定次
				河川名	市町村地名	延長	幅	高さ	被害額	被害種類	工法			査定次
1	宇城	宇土市	4月16日	道路										査定次
2	宇城	宇土市	4月16日	道路										
3	宇城	宇土市	4月16日	道路										
4	宇城	宇土市	4月16日	道路										
5	宇城	宇土市	4月16日	道路										
6	宇城	宇土市	4月16日	道路										
7	宇城	宇土市	4月16日	道路										
8	宇城	宇土市	4月16日	道路										
9	宇城	宇土市	4月16日	道路										
10	宇城	宇土市	4月16日	河川										
11	宇城	宇土市	4月16日	道路										
12	宇城	宇土市	4月16日	河川										
13	宇城	宇土市	4月16日	道路										
14	宇城	宇土市	4月16日	道路										
15	宇城	宇土市	4月16日	道路										
16	宇城	宇土市	4月16日	道路										
17	宇城	宇土市	4月16日	道路										
18	宇城	宇土市	4月16日	河川										
19	宇城	宇土市	4月16日	道路										
20	宇城	宇土市	4月16日	河川										
21	宇城	宇土市	4月16日	道路										
22	宇城	宇土市	4月16日	道路										
23	宇城	宇土市	4月16日	道路										
24	宇城	宇土市	4月16日	道路										
25	宇城	宇土市	4月16日	道路										
26	宇城	宇土市	4月16日	河川										
27	宇城	宇土市	4月16日	河川										
28	宇城	宇土市	4月16日	道路										
29	宇城	宇土市	4月16日	道路										
30	宇城	宇土市	4月16日	道路										
31	宇城	宇土市	4月16日	道路										
32	宇城	宇土市	4月16日	道路										

図-3 公共土木被害の報告様式(一覧表)
(被害詳細についてはボカシ処理を施している)



図-4 公共土木被害の報告様式(代表地点被害報告)
(熊本県提供資料より)

(3) 県担当課における公共土木被害の情報収集・集約・管理

県庁河川課では、各振興局が集約した公共土木施設の被害状況をまとめて、県庁内での報告や情報共有、災害査定における資料作成等を行っている。その際に、資料としては2種類の報告様式で作成が行われている。

1つは被害報告表である(図-3)。被害報告表には、表頭には河川・海岸・砂防設備・道路等の工種別に、都道府県および市町村工事の箇所数と金額が記されたものが付き、箇所別災害報告表が付与されている。箇所別災害報告表には工種や位置(市町村地先名)、被害額、被害概要、工法等が属性情報として整理されている。被害箇所の情報集約においては、各振興局が収集したものを振興局単位でとりまとめ、県庁に報告する仕組みができており、県庁では各振興局から上がってきた報告を県全体として取りまとめている。振興局から上がってくる被害箇所の報告に関しては、第1報の形で被害箇所に関する文字情報が中心に集約され、その後の調査を受けた第2報以降で、現地の写真等が揃い始める場合が多い傾向がある。

もう1つは公共土木施設被害の代表地点の詳細をまとめた資料(図-4)である。この様式では、公共土木被害の中でも特徴的な代表点を県庁職員が決めて、その被害状況をパワーポイント形式の資料として作成している。この様式に含まれる情報としては、代表地点の位置情報や複数の現場写真、被害等にかかわるその他のデータ(雨量情報、断層情報など)が挙げられる。代表地点と明記しているように、すべての被害箇所に対して資料を作成しているわけではなく、いくつかの箇所を選定して資料を作成していることは県庁職員へのインタビューから把握した。これらの資料の目的は、当該災害に関する被害規模を大まかに把握できるものを示すためである。

5. 公共土木施設被害の情報収集・集約・管理の課題

本章では公共土木施設被害の情報収集・集約・管理におい

て実態から見えてきた課題について詳述する。

(1) パトロールメンバーから各振興局への集約

パトロールメンバーが現場で巡回して収集した被害状況の写真を振興局で集約しているが、そもそも被害箇所の情報はパトロールメンバー一人一人の集め方に則っているため、振興局で集約される際に現場を回ったパトロールメンバーに逐次確認しないと、撮影地点と写真の関係が整理できないなどの課題が発生している。また、撮影当日などであれば、パトロールメンバーの記憶をたどることで場所と写真の関係を整理することもできるが、時間が経つにつれて被害箇所と写真の関係性があいまいになってしまい、振興局に集約された情報を整理することが難しくなる。

災害の規模が大きくなると、振興局のみで対応することができなくなるため、県庁から直接職員を派遣して情報収集をサポートすることもある。しかしながら、結局は県庁職員が収集した情報が振興局を介して、県庁に報告されることになり、情報収集の面で二度手間が発生している。また、情報管理の面からも公共土木施設の被害が増えると、情報を正確に扱うことがより難しくなる。このように、情報を集約し管理する際に、担当者間のコミュニケーションが逐次発生するため、業務の停滞を招く結果となる。

(2) 振興局・県庁間の情報管理と課題

公共土木施設の被害に関する情報収集、被害状況に関する資料(図-3、図-4)の作成は振興局が担当するが、災害査定業務に関する手続きは県庁が担当する。そのため、災害査定の段階で集めた情報に対する確認が生じた場合は、その都度振興局に対して問い合わせが行くことになる。このときに、情報管理がうまく実施できていない場合、振興局は県庁からの問い合わせに伴い、改めて現地調査を行う必要に迫られ、被害状況に関する情報収集に後れを生じる可能性がある。

また、災害査定は応急期に始まり長期に及ぶ災害対応であり、集まってきた被害情報から順次査定を開始するものの、優先度の低い被害箇所は査定が後回しになることがある。その場合、早い段階で情報を収集したとしても、振興局担当者の記憶が薄れてしまった後に県庁から確認の問い合わせが来ることになり、結局のところ、再調査が必要になるムダが発生している。県庁としても、複数の振興局と同様のやり取りをすることになり、情報管理がうまくいかなかった場合は業務負担が増していることがインタビューで言及された。

6. 公共土木施設被害の情報収集・集約・管理の実践に向けた情報システムの構築と導入

筆者らは、2016年5月15日に河川課職員の担当者へ実施した非構造化インタビューに合わせて、災害査定に向けた情報収集・集約・管理のための情報システム²⁾の利用に関する協議を行い、Web-GISを基盤とした情報シ

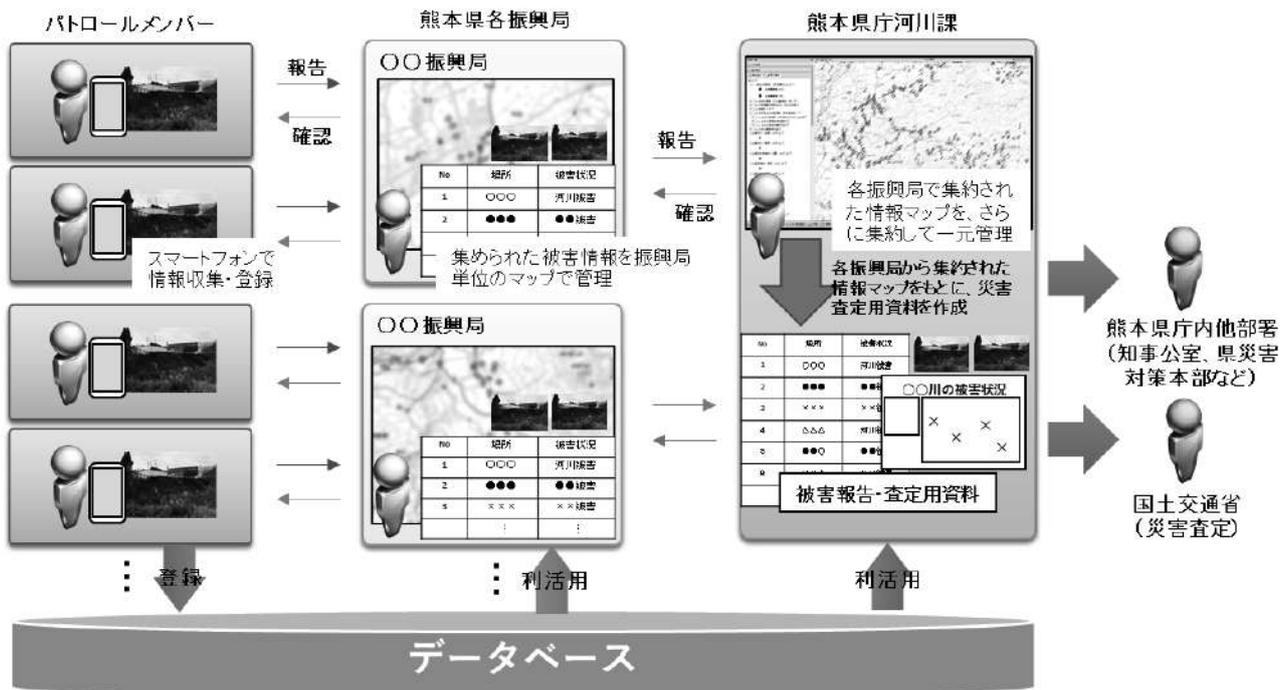
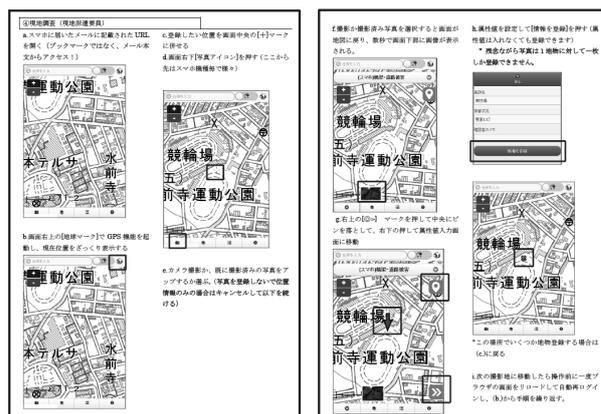


図-5 熊本県庁河川課や各振興局における情報システムを用いた情報収集・集約・管理の仕組み

システムの利用環境の構築および提供を行った。今回構築した情報システムの仕組みを示したものが図-5である。

情報システムを導入するメリットとして、データベースによる情報管理が容易になることが挙げられる。5章でも述べたように、公共土木被害に関する情報の収集・集約においては、パトロールメンバーが現地で収集した情報を振興局が再度 Excel 等へ入力・整理しなおし、さらに県庁の報告の際にも、振興局ごとに送られてきた Excel を県庁職員が一元化するために、再度整理するなどの手間が発生している。その理由としては、同じ情報であったとしても、それぞれの組織に応じてどのようにその情報を利活用するかといった目的が異なるからである。そのため、集められた情報を再度、自らの組織に適した形式へ変換する作業が生じていた。こうしたインタビューを通じて発見した課題をもとに、どのように情報システムを導入すべきか検討を行った。

まず、パトロールメンバーはスマートフォンを用いて被災現場を訪問し、現地で被害状況に関する位置情報や写真を収集し、振興局が管理するマップに対してレイヤ単位での登録を行う役割を担う。図-6 はパトロールメンバー向けに作成・配布したスマートフォンでの情報登録マニュアルである。次に、振興局はパトロールメンバーが収集した情報を1つのマップ上で管理するとともに、管理しているマップを県庁河川課へ共有する。県庁河川課では、各振興局から共有されたマップを集約することにより、県内全体の情報を集約することが可能となる。このように情報集約に関しては情報システムを用いることで、入力された情報をデータベースで一元的に管理できるだけでなく、自由に情報を出力して利活用すること



が可能となる。

今回は収集した情報や写真に対して、被害地点（撮影地点）の位置情報に紐づけることで、災害査定対象となる公共土木施設被害情報の管理や活用を容易にすることを狙った。その一方で、単純に写真と位置情報を紐づけるだけではなく、管轄振興局名、管理者、撮影日、撮影者名、被害概要、工種、位置（地名・地先）、被害額、工法、査定次、査定班、査定番号等の情報に付与する属性についても適切に入力することが望ましい。それらがうまく実現されることで、図4のような災害査定時に活用する資料作成を行うことが容易になる。

また、情報システムを用いる場合、原則としては1つの画面を多数の組織や人員が閲覧し、情報共有を行うことが望ましい。しかし、公共土木被害の場合、情報収集にあたっては県庁職員だけでなく民間企業への委託も行

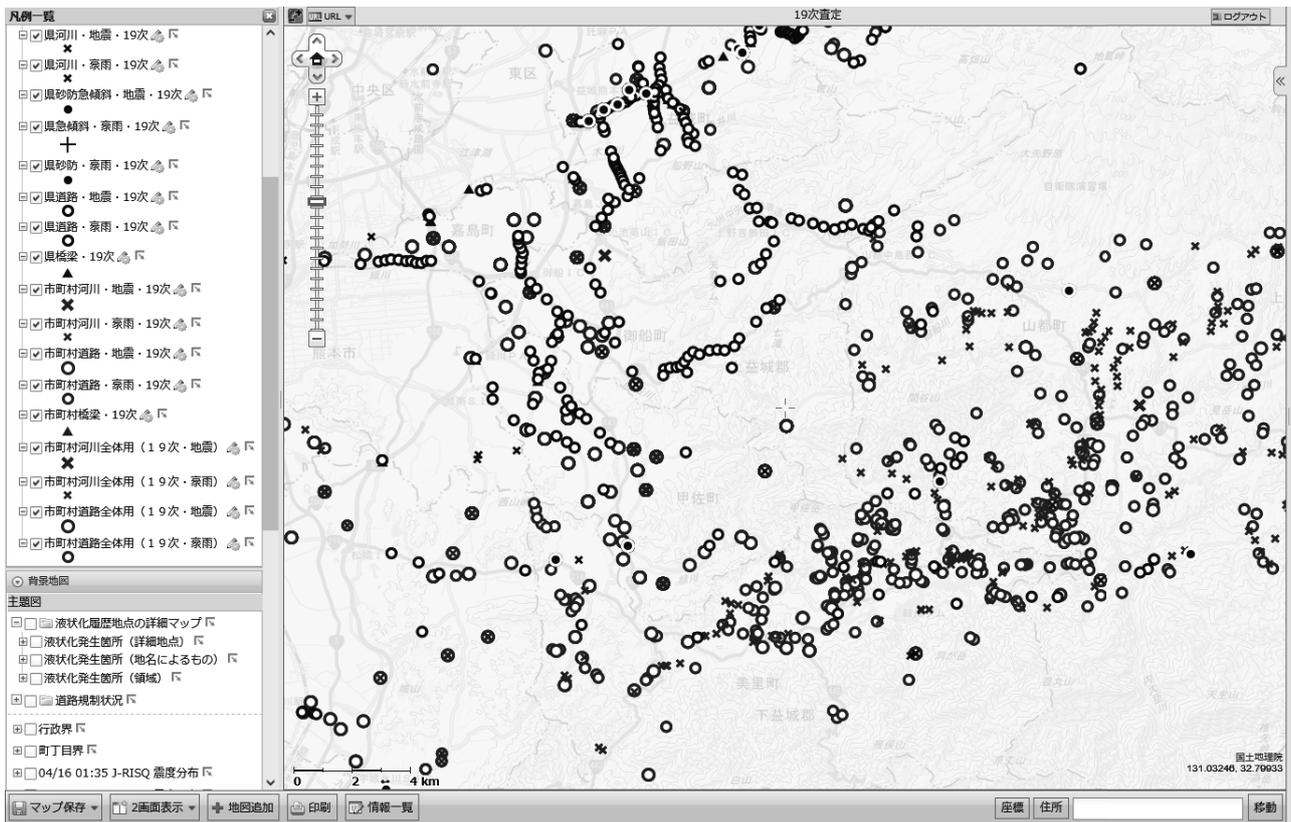


図-7 災害査定向けの情報管理を行う情報システム画面
(背景の地理院地図を透過表示している)

っているため、県として集約している公的情報の閲覧や編集などに一定の制限を設ける必要がある。また、情報収集においては被害情報をデータとして網羅的に収集することが求められるが、情報管理においては、収集された情報をきちんと精査したもののみを利活用できる状態になっていることが望ましい。このように、情報収集と情報管理では情報（データ）そのものの取り扱いに明確な違いがある。

そこで大きく、情報収集と情報管理については、それぞれ地図を分けて管理することを検討した。地図を分けることにより、情報収集の段階ではパトロールメンバーは所属する振興局に限定した範囲での操作のみが許容され、登録情報の編集も自らが入力した被害情報に対してのみ可能とした。また、情報収集にあたっては、振興局単位で地図および被害情報のレイヤを作成し、情報入力専用で利用することを検討した。これにより、情報管理においても振興局ごとに収集された情報を管理することができるようになっていく。そして、各振興局単位で集約・管理されたレイヤを1つの地図上で重畳表示することにより、公共土木被害の全容を把握できるようにした。その際、公共土木被害の全容を把握できるだけでなく、都度行われる災害査定に向けて振興局およびパトロールメンバーが収集した情報を抽出し、査定ごとに名称を変えた地図に情報を登録することで、どの被害情報が何回査定で報告されたものかについて把握することを可能とした(図-7)。また、査定ごとに分けた地図はポータルサ



図-8 各種地図を管理するポータルサイト
(一部ボカシ処理を施している)

イト上で管理できるようにした(図-8)。

さらに、情報システムを導入したことによって、他機関が保有する情報も重畳表示することが可能になった。平成28年熊本地震においては研究機関により中央省庁や熊本県等の災害情報を集約し支援する取り組みが行われており(Ise et al.,2017; Usuda et al.,2017),ここで集められた情報も活用された。活用された情報には、国土地理院の土砂崩壊地、防災科研の液化化現象発生地点調査

結果や土砂移動分布、熊本県の土砂災害情報（土石流危険渓流、急傾斜地危険箇所、地すべり危険箇所）といった組織内外のものが挙げられる。

7. 情報システム導入による公共土木被害の情報収集・集約・管理への影響に関する考察

本章では、公共土木被害に関する情報収集・集約・管理について、情報システム導入の前後を比較することで、その影響を考察する。ここでの内容は主に熊本地震での対応が落ち着いた2016年9月20日に河川課担当者へ実施した第2回の非構造化インタビューに基づいている（表-2）。

従来の情報集約・管理では、パトロールメンバーが収集した情報を振興局が再入力・整理し、さらに振興局が整理した情報を県庁自らが再入力することで整理するフローが行われていた（図-2）。この方法では、振興局と県庁にそれぞれ情報を集約・管理したデータシートのようなものが存在することになり、そこに情報を追加していく作業が随時発生するため、担当者の作業負担が増大する。前述したように、パトロールメンバーの基本構成としては、治水班として県職員が4名程度、道路維持班として県職員4名程度、その他パトロールメンバーとして民間企業への委託も含めて多数の作業員が、被害調査人員として配備されている。この人数が11振興局ごとに割り当てられているため、パトロールメンバーだけでも100名以上の人員で活動していることになる。

そのため、振興局や県庁での情報入力・整理に人手がかかってしまい、実際に求められる災害査定や復旧工事のための情報整理に注力することが困難である。また、現場から収集される情報が随時増えていくことに伴って情報管理も難しくなる。さらに、振興局や県庁はそれぞれの管理表を正として扱っているが、情報の連携が途切れる可能性もあり、認識の齟齬が生じる危険性も存在している。こうした問題を解決するためには、どの組織・個人でも参照できるデータベースを準備し、それぞれの組織に応じたユーザインターフェースを提供する仕組み

が望ましい。そこで、情報システムを用いることで入力された情報をデータベース化し、振興局での情報管理や県庁での情報管理にかかる負担を大幅に低減することを目指した（図-5）。それにより、県庁職員による被害情報の統合や、被害距離や被害額等の査定積算などが行われ、職員の負担軽減につながり、公共土木被害に関する災害査定が効率的に行われることとなった。

また、情報システムを用いることで災害査定の実務だけでなく、そのほかにも業務遂行を円滑にする効果が生じていたことが、県職員へのインタビューにより明らかとなった。災害査定業務は応急期から対応が求められるが、その後長期間にわたる業務のため、逐次報告を求められる機会が多い。また、公共土木被害に関しては住民やマスコミ、県庁内の他部署などからの問い合わせも多数発生する。こうした際に、報告用の資料をその度に作成することは負担が大きく、情報管理が適切でない場合は間違った情報が広がる危険性がある。

近年はICT（Information and Communication Technology）の進展に伴い、災害情報をインターネットやSNS（Social Networking Service）等で迅速に入手することが容易となっている（山本，2015）。例えば、マスコミによる取材では、担当部署に対して「〇〇地区の△△が崩れているがどうか」といった取材が入ることも多い。その場合、現地の被害情報に関する写真があれば、ある程度の状況を把握して対応することが可能であるが、個別に整理している情報の中から該当するものを抽出することは負担が大きい。その際に情報システムを用いることで、地名などから場所を推定し、さらに地図上に掲載された情報を確認することで、現地の被害状況を把握することが可能となる。災害査定業務を円滑に遂行するためにも、隣接する業務の効率化が行われることは望ましいことと考えられる。

ただし、公共土木被害の情報収集・集約・管理に情報システムを導入するにあたって、4つの課題が明確になった。1つは情報を取り扱う際の利用者権限をシステム上で適切に付与することである。本稿でも述べたように、

表-2 第2回目の非構造化インタビュー調査で得られたコメントの抜粋

項目	コメント
当初の災害査定業務における情報収集・管理	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の情報集約・管理では、パトロールメンバーが収集した情報を振興局が再入力・整理し、さらに振興局が整理した情報を県庁自らが再入力することで整理していた ・パトロールメンバーの基本構成としては、治水班として県職員が4名程度、道路維持班として県職員4名程度、その他パトロールメンバーとして民間企業への委託も含めて多数の作業員が、被害調査人員として配備されている。 ・上記メンバー構成が11振興局ごとに割り当てられているため、パトロールメンバーだけでも100名以上の人員で活動
情報収集・管理上の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・振興局と県庁にそれぞれ情報を集約・管理したデータシートのようなものが存在することになり、そこに情報を追加していく作業が随時発生するため、担当者の作業負担が増大
情報システム導入時における要望	<ul style="list-style-type: none"> ・パトロールメンバーには委託先業者も含まれ、それらは復旧工事の委託先にもなる可能性があることから、他のパトロールメンバーが収集した情報は見えないようにしたい
災害査定業務外の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・災害査定業務は応急期から対応が求められるが、その後長期間にわたる業務のため、逐次報告を求められる機会が多い ・公共土木被害に関しては住民やマスコミ、県庁内の他部署などからの問い合わせも多数発生

パトロールメンバーには委託先業者も含まれ、それらは復旧工事の委託先にもなる可能性があることから、他のパトロールメンバーが収集した情報は見えないようにする運用が求められた。本来であれば、業務を統括する部署がこれらの権限設定も踏まえて、情報システムの運用を行うことが望ましいが、そこは今回筆者らによるサポートの下で行われた。

2 つ目は担当者が災害査定業務を行うにあたって、Web-GIS を基盤とした情報システムを導入する意義や効果を理解していることである。Web-GIS のような情報を収集し管理するシステムは、その利用状況をイメージできる場合に効果を発揮する。熊本地震では担当者が災害査定業務を行うにあたって、情報システムを活用する意図を十分に把握していたが、担当者が異なる場合でも支障なく業務が遂行されることが望ましい。そのためには、Web-GIS のみの情報システムではなく、業務工程の把握や進捗管理も可能な情報システムとの連動により、担当者の業務を支援する仕組みが求められる。

3 つ目は、情報システムが保有するデータの属性として、管轄振興局名、管理者、撮影日、撮影者名、被害概要、工種、位置（地名・地先）、被害額、工法、査定次、査定班、査定番号等、災害査定業務を遂行するにあたって入力・管理すべき属性をあらかじめ設定しておき、実際にパトロールメンバーや振興局がこれらを適切に入力し、県庁では国土交通省との折衝に関する情報を紐づけて一元的に管理できることが望ましい。

そして、4 つ目は情報入力および情報管理における支援体制である。今回の事例では、筆者らによる情報システムの運用サポートのほか、熊本県庁河川課の担当者が情報システムを技術的にも運用的にも理解した上で活用していたが、こうした情報システムは前述した伊勢ら（2017）の指摘にもあるように利活用されない場合がある。現在こうした課題に対しては、ISUT といった情報支援を行うチームが解決に向けて活動している。もちろん被災自治体が情報システムを有効に活用して、自律的に災害対応を行うことが望ましいが、外部からの支援体制やそのための制度を持続的かつ機動的に整備することも重要である。

8. おわりに

本研究では、平成 28 年熊本地震における公共土木被害の災害査定業務を事例に、災害査定に必要な被害情報の収集・集約・管理における情報システムの活用について考察した。熊本地震発生後から行われる公共土木被害の情報収集・集約・管理については、パトロールメンバーが収集した情報を熊本県の各振興局が集約し、各振興局が集約した情報を県庁河川課に報告するという業務フローが行われていた。その際、当初は紙や写真等による報告が行われており、上位組織が取りまとめる際に再度情報の入力・整理を行う必要が生じていた。

そこで、情報システムを用いた情報収集・集約・管理を行うことで、パトロールメンバーが収集した情報を一元的に集約・管理することを可能にし、振興局や県庁では集約された情報の利活用が容易になるよう、情報システムを導入して活用した。県職員への非構造化インタビューからは、情報システムを利用することで被害情報の入力・整理等にかかる負荷が軽減されたことや、情報管理を適切に行うことで外部組織への対応などを効率的に行うことができる可能性が指摘された。一方で、Web-GIS を基盤とした情報システムを導入する際に、利用者に応じた閲覧・編集等の利用権限設定の問題や、実際の災害査定業務との関わりを意識した活用イメージやその他システムとの連動が、解決が図れない課題として明確となり、こうした情報システムの導入・活用の必要条件になると考えられる。

謝辞：本研究を実施するにあたっては、熊本県庁河川課および各振興局の職員の皆様にご協力頂いた。なお、本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：科学技術振興機構）（当時）の予算の一部を活用した。

補注

- 1) 平成 28 年熊本地震が発生した当時は、従来型携帯電話（フィーチャーフォン）を保有している職員やパトロールメンバーもおり、携帯電話のカメラ機能を用いて撮影した写真を被害報告に活用していた（第 2 回インタビューによる）。情報システムの利用にあたっては、情報システムそのものだけでなく周辺機器の調達なども検討することが重要である。
- 2) 本研究における情報システムには防災科学技術研究所が開発を行っている「e コミマップ」、地図を管理するポータルサイトには「e コミグループウェア」を使用した。これらはオープンソースソフトウェアとして公開・配布されているものである（防災科学技術研究所，2009）。

参考文献

- 伊勢正・磯野猛・白田裕一郎・藤原広行・矢守克也（2017），自治体の多様性を踏まえた災害情報システムのあり方に関する考察，地域安全学会論文集，30 巻，pp.25-34
- 伊勢正・白田裕一郎・矢守克也（2018），基礎自治体の求める機能に着目した災害情報システムの課題—都道府県と基礎自治体のシステム・ギャップに関する考察—，災害情報 No. 16-2，pp.305-313.
- 伊藤陽司・豊田守・中村大・山下聡・鈴木輝之（2009），被災調査支援システムの開発と利用，地盤工学ジャーナル，Vol.4，No.2，pp.197-204，<https://doi.org/10.3208/jgs.4.197>
- 井ノ口宗成・林春男・浦川豪・佐藤翔輔（2015），Incident Command System に照らしたわが国の災害対応における情報処

- 理過程の分析評価—2004年新潟県中越地震災害の小千谷市災害対策本部の活動を事例として—, 地域安全学会論文集, No.7, pp.103-112.
- 井ノ口宗成・田村圭子・林春男 (2010), 被災者台帳に基づく包括的な被災者生活再建支援業務の実態分析—2007年新潟県中越沖地震における柏崎市を事例として—, 地域安全学会論文集, No.13, pp.453-462.
- 浦川豪・吉富望・林春男・堀江啓・石本常・大村径 (2005), モバイルデバイスを利用した緊急被害調査業務支援システムの構築—ArcPadを利用したAuthoring Systemの開発—, 地域安全学会論文集 No.7, pp.53-62.
- 浦川豪・吉富望・林春男 (2006), 担当者と協働して構築するPOS型現場調査支援システムの開発—平常時の国道調査支援システムの構築とその緊急時への応用事例—, 地域安全学会論文集 No.8, pp.253-258.
- 熊本県 (2016), 平成28年熊本地震等により被災した公共土木施設の災害査定が完了しました (参照年月日: 2020年12月11日), <https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/53700.pdf>
- 国土交通省 (2017a), 災害復旧事業 (補助) の概要 (参照年月日: 2020年12月6日), <https://www.mlit.go.jp/river/bousai/hukkyu/pdf/00-index-saigaihukkyu-gaiyo.pdf>
- 国土交通省 (2017b), 災害復旧事業の主な流れ (参照年月日: 2020年12月6日), <https://www.mlit.go.jp/river/bousai/hukkyu/pdf/00-index-nagare.pdf>
- 越村俊一 (2017), リアルタイム津波浸水・被害予測と災害情報の配信: G空間防災システムとLアラートの連携による減災力強化, 情報管理, 59巻12号, pp.822-828, <https://doi.org/10.1241/johokanri.59.822>
- 近藤伸也・目黒公郎・蛭間芳樹 (2007), 新潟県中越地震における新潟県の災害対応記録の分析, 地震工学論文集, 29巻, pp.78-87
- 澤田雅浩・八木英夫・林春男 (2005), 震災発生時における関連情報集約とその提供手法に関する研究, 地域安全学会論文集, 7巻, pp.97-102
- 澤田雅浩 (2009), 地理情報システム等地図を活用した災害対応や復旧・復興における状況認識の共有化の試み, 自然災害科学, 28巻3号, pp.231-239.
- 鈴木猛康・秦康範・天見正和 (2008), 災害時情報共有に関する実証実験の実施と評価, 災害情報 No.6, pp.107-118.
- 須藤三十三・浦川豪・福重新一郎・濱本両太・林春男 (2012), 広域的な災害発生後のプローブ情報の活用—東日本大震災での事例を通して—, 情報システム学会誌, Vol.8, No.1, pp.30-41, https://doi.org/10.19014/jissj.8.1_30
- 田口仁・李泰榮・白田裕一郎・長坂俊成 (2015), 効果的な災害対応を支援する地理情報システムの一提案: 東北地方太平洋沖地震の被災地情報支援を事例として, 日本地震工学会論文集 15-1, pp.101-115.
- 内閣府政策統括官 (防災担当) 付参事官 (防災計画担当) (2019), 地方公共団体による災害対応の情報面での支援—ISUT
- による情報の集約・地図化による状況認識の統一—, 2019年4月『地域防災』, No.25, pp.8-11 (参照年月日: 2021年4月22日), https://www.n-bouka.or.jp/local/pdf/2019_04_08.pdf
- 内閣府非常災害対策本部 (2018), 平成28年(2016年)熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について (平成30年4月13日18時00分現在 (参照年月日: 2020年12月11日), http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_39.pdf
- 秦康範・鈴木猛康・下羅弘樹・目黒公郎・小玉乃理子 (2009), 新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望, 日本地震工学会論文集, Vol.9, No.2, pp.148-159, https://doi.org/10.5610/jace.9.2_148
- 防災科学技術研究所 (2009), eコミュニティ・プラットフォーム (参照年月日: 2020年12月11日), <https://ecom-plat.jp/>
- 村上滋希・林春男・牧紀男・堀江啓・濱本両太・東田光裕・田村圭子・小松瑠実 (2014), 罹災証明発給業務の効率化手法に関する分析—2012年京都府南部豪雨を事例として—, 地域安全学会論文集 No.23, pp.1-10.
- 山本佳世子 (2015), 環境防災分野における情報システムの開発と今後の展望, 環境科学会誌, 28巻, 1号, pp.73-84.
- H. Fujiwara, H. Nakamura, S. Senna, H. Otani, N. Tomii, K. Ohtake, T. Mori, and S. Kataoka (2019), “Development of a Real-Time Damage Estimation System,” J. Disaster Res., Vol.14, No.2, pp. 315-332, <https://doi.org/10.20965/jdr.2019.p0315>.
- T. Ise, T. Takahashi, R. Sato, H. Sano, T. Isono, M. Hanashima, and Y. Usuda (2017), “Consideration on Utilization of Information in Disaster Response Site – Based on Information Support for 2016 Kumamoto Earthquakes –,” J. Disaster Res., Vol.12, No.5, pp.1028-1038. <https://doi.org/10.20965/jdr.2017.p1028>
- Walsh, D.W., Christen, H.T., Miller, G.T., Callsen, C., Cilluffo, F.J., and Maniscalco, P., (2005), National Incident Management System: Principles and Practice, Jones and Bartlett Publishers.
- Y. Usuda, M. Hanashima, R. Sato, and H. Sano (2017), “Effects and Issues of Information Sharing System for Disaster Response,” J. Disaster Res., Vol.12, No.5, pp. 1002-1014, <https://doi.org/10.20965/jdr.2017.p1002>
- Y. Usuda, T. Matsui, H. Deguchi, T. Hori, and S. Suzuki (2019), “The Shared Information Platform for Disaster Management –The Research and Development Regarding Technologies for Utilization of Disaster Information–,” J. Disaster Res., Vol.14, No.2, pp.279-291, <https://doi.org/10.20965/jdr.2019.p0279>

(原稿受付 2020.12.15)

(登載決定 2021.3.31)

Consideration on Utilization of Information System in Disaster Damage Assessment of Public Civil Engineering Facilities Caused by the 2016 Kumamoto Earthquake

Hiroaki SANO¹ · Tadashi ISE² · Nobuyuki HANDA³ · Takeshi ISONO⁴ ·
Makoto HANASHIMA⁵ · Hitoshi TAGUCHI⁶ · Yuichiro USUDA⁷

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (sano@bosai.go.jp)

²National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (t-ise@bosai.go.jp)

³National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (handa@bosai.go.jp)

⁴National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (takeshi-isono@bosai.go.jp)

⁵National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (mhana@bosai.go.jp)

⁶National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (tagchan@bosai.go.jp)

⁷National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (usuyu@bosai.go.jp)

ABSTRACT

In this study, the authors considered the utilization of information systems in the collection, aggregation, and management of damage information necessary for disaster assessment, as a case study on the disaster damage assessment of public civil engineering facility in the 2016 Kumamoto Earthquake. For the information collection, aggregation, and management on damage to public engineering facility, which has been conducted since the Kumamoto earthquake occurred, the work-flow was that each Promotion Bureau in Kumamoto Prefecture aggregated the information collected by patrol members, and they reported the aggregated information to its River Division. In the beginning, the information was reported on paper and photographs, and it was necessary to input and organize the information again when the higher-level organization compiled it. Therefore, an information system based on Web-GIS was introduced and utilized to collect, consolidate, and manage the information collected by the patrol members in a centralized manner, and to facilitate the utilization of the consolidated information by its Promotion Bureau and the Prefecture. Unstructured interviews with prefectural officials pointed out that the use of the information system reduced the burden of inputting and organizing damage information, and that proper information management may enable efficient responses to external organizations. On the other hand, when introducing a Web-GIS-based information system, the problems of setting user permissions for viewing and editing, the image of using the system in relation to actual disaster assessment, and the linkage with other systems were identified as issues that cannot be solved. This will become a necessary condition for the introduction and utilization of such information systems.

Keywords : Disaster Assessment Work, Public Engineering Works Damage, 2016 Kumamoto Earthquake, Information Systems, Information Collection, Aggregation and Management

広域大規模災害への連携対応を目的とした社会基盤情報整理 — 重層的管理を伴う上水の早期復旧を対象とした試み —

千葉啓広¹・新井伸夫²・倉田和己³・荒木裕子⁴・福和伸夫⁵

¹名古屋大学 減災連携研究センター (chiba.yoshihiro@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

²名古屋大学 減災連携研究センター (arai.nobuo@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

³名古屋大学 減災連携研究センター (kurata@nagoya-u.jp)

⁴名古屋大学 減災連携研究センター (arakiy@nagoya-u.jp)

⁵名古屋大学 減災連携研究センター (fukuwa@nagoya-u.jp)

和文要約

上水の供給は、水源から受益者（住民や企業）に届くまでの間、複数の管轄に分かれて管理されており、平時でも全体像の把握は難しい。南海トラフ地震のような広域大規模災害時において、管轄を超えた連携を行うためには事前の検討が必要であるが、現状は基本的な情報共有も十分とはいえない。そこで、愛知県西三河地域の上水道の供給経路についてグラフ化を行い、上位管理者も交えた、災害時の連携を検討する継続的な議論の場に適用した。その結果、連携の具体案が示され、前年度との比較から、①テーマの継続性②上位管理者との対話③グラフ化の取組みによる連携対象の可視化の3点が、地域連携策の具体化に有用であると認められた。また、より実効性のある連携策の検討場面への適用を念頭に、供給割合（量）を考慮したグラフの別図に対して、自治体の防災担当者から、連携に向けた基礎資料となり得ることが示された。一方、想定される災害時の上水の供給状況なども踏まえた情報提示が必要など、情報提示のあり方としての改善点も提示された。

キーワード：災害情報、地域連携、ワークショップ、災害時の水供給、管理者の階層性

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

上水の供給は、水源から受益者（住民や企業）に届くまでの間のすべての施設が健全であって初めて叶うものである。それら施設は、複数の管轄に分かれて管理され、その流路も複数の行政エリアを通り、そのため全体の状況把握は平時でも難しい。

図-1に例示した通り、ある地域が県等の広域水道の供給を受ける場合、その地域の施設管理者は、階層性のある縦方向の他の管理者との関係性ととも、共通する水源や上水道施設を用いていることを通じて、並立する管理者とも、影響を相互に受け合うという関係性を有している。しかしながら、それぞれの管理者は、自らが管理する施設群の状況にのみ目が向いている。そのため、仮に災害により被災した場合、復旧に向けた全貌把握や状況の共有は容易ではなく、それが早期復旧の妨げとなる可能性がある。とくに、南海トラフ地震のような広域大規模災害時においては、被災箇所も広域多数に及ぶこと

が想定され、広域支援が十分に行き渡るまでの間、近隣の自治体間の連携（以下、地域連携）による応急対応（調整や融通といったこと）が必要となる可能性が高い。しかしながら、そのための体制構築は十分とはいえない。

そこで本研究では、管理者の階層性のある対象における、災対対応に関する地域連携の検討時に、階層性を意識した情報整理と関係主体への情報提示が有効であるとの仮説のもと、地域連携に向けた検討を支える情報提示や共有のあり方を示すことを目的とする。

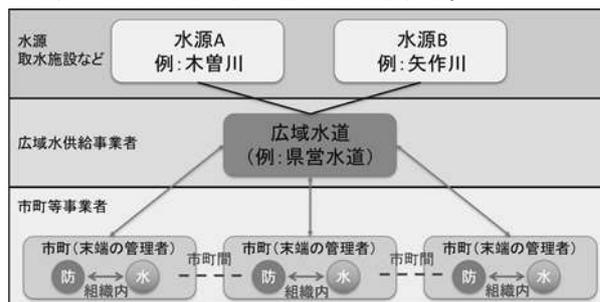


図-1 上水の供給経路の模式図

(2) 研究の位置づけと方法

これまでの地域連携と情報共有に関する研究の内、竹原ら(1998)は、住宅施策に関する研究の中で、地域像の共有が、個々の市町村の最適性を越えた最適な施策を考えることにつながるとして、地域連携における情報共有の重要性を示している。災害対応における地域連携と情報共有については、佐藤ら(2017)が、関係主体が参加する検討プロセスにおいて、情報共有や目的の共有を行なうことの重要性について、知見を示しているが、その際に提示される情報の内容を問う研究ではない。災害時の地域連携における協定や計画策定などの、事前の取組みの重要性について、阪本(2012)は、災害時相互応援協定の締結において、災害時の活用についても十分に定める必要があること、沼田ら(2011)は、災害時の基礎自治体間の連携に関して、地域防災計画の記述の統一性と整合性が重要であることを示しているが、具体的な事前検討の枠組みや共有すべき情報の提示はしていない。

上水道システムと災害対応に関わる研究において、平山(2015)は、管理者に階層性のある、災害対応プロセスの分析結果から、発災前におけるFace to Faceのネットワーク構築の必要性について言及するとともに、事前の検討枠組みや検討すべき内容を提示しているが、そこで提示されるべき情報の内容については示されていない。一方で、鎌田ら(2012)は、東日本大震災時の水供給システムの復旧状況について分析する過程で、グラフを用いた広域水道と供給先の基礎自治体の関係性について整理を行い、多様な管理者が関与する対象について、グラフ化による情報の整理手法の有効性を示しているが、地域連携に向けた事前の検討に用いたものではない。

そこで本研究は、とくに階層性のある対象に関する災害時の地域連携の具体化に寄与する、事前の取組みにおける情報提示のあり方を検討するものである。

研究の方法は、次章(2章)で、対象地域の特徴について述べ、3章で対象地域を構成する自治体間の連携や事前の関係づくりの状況を整理した上で、地域連携の課題を整理する。4章では、鎌田ら(2012)の情報整理の手法を参考に、上水道の供給経路のグラフ化を行う。また、GISデータベースにその整理結果を反映させたいうで、被害想定を踏まえた対象地域の課題の整理を行う。5章では、前章で行った情報の整理を、対象地域の連携促進をテーマに行った議論の場に適用した結果を述べ、6章では5章の結果を踏まえたグラフの別図を自治体の防災担当職員に提示し、その利点や課題を明らかにする。

2. 対象地域とこれまでの取組み

(1) 西三河地域の概要

本研究で対象地域とする西三河地域は、愛知県のおおぼ中央部に位置している。構成する基礎自治体は、中核市の岡崎市と豊田市を含む9市と1町の10市町りである。地域の中央には矢作川が流れ、北東部には中山間地域、

南西部には洪積台地と沖積平野が広がり、沿岸部に至る。中心的な産業は、自動車関連産業工業を中心とする工業である。平成30年の工業統計調査(経済産業省)において、西三河地域の製造品出荷額は、約26兆円で、これは、県別の集計で1位の愛知県全体の約46兆円に対して、55.7%を占める。また、2位の神奈川県約18兆円を西三河地域のみで上回っている。発災後の上水の供給課題を事前に検討する事は、これら産業を支える従業員の生活再建に関わるとともに、工業用水の供給は、共用の施設・管路を通じて、上水道の供給にも関わっており、産業復興への影響を考える上でも重要である。

(2) 対象地域の地域連携の状況

西三河地域の9市1町は、災害時の自治体間連携を達成するため、2013年に「西三河災害時相互応援協定」を結ぶとともに、「西三河防災・減災連携研究会(以下、西三河研究会)」を結成し、具体的な連携課題の解決へ向け取り組むを実施している。西三河研究会では、各年度1回、ワークショップ形式の議論の場を設けている。

これまで、「地域連携に向けた地域特性の共有」「緊急輸送路などの道路被害と復旧の課題」「産業の復旧」などをテーマとして議論を行ってきた。これらの議論の中で、発災後の生活水の確保の重要性の他、道路復旧と水道埋設管の課題など、水道の応急復旧に関わる多面的な影響を共通認識するに至り、2018年度に水をテーマとしてワークショップを行った。参加者の感想から、災害時の水の供給に関するリスクの共有は図れたものの、具体的な連携に関する議論には至らず、情報共有のあり方を含めた、議論の進め方が課題となっていた。

(3) 西三河地域の被害想定

愛知県(2015)が示す、南海トラフ地震の最大想定モデル²⁾による被害想定を図-2に示す。

対象地域は、南部の沿岸域に近い市町を中心に、西尾市、碧南市、高浜市、安城市、岡崎市、刈谷市、幸田町に、震度7も含む6強以上が想定されている。したがって、これらのエリアの上水の供給に関わる施設・管路への影響が懸念される。また、前述の鎌田ら(2012)や能島(2011)において、津波の影響のあった広域水道の復

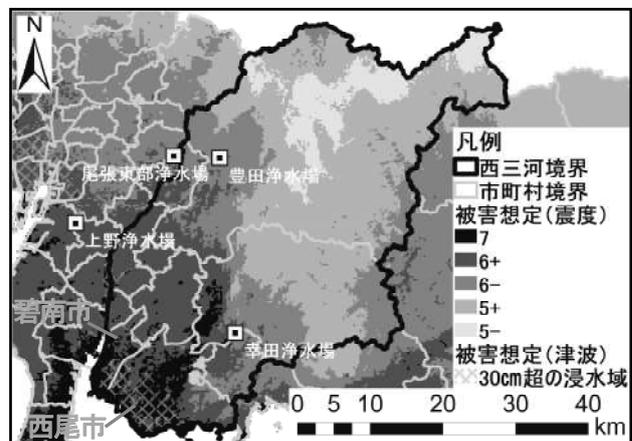


図-2 対象地域の被害想定

表-1 災害時の水供給に関する地域防災計画の記載

市町	地域防災計画の記載	非常時の水源	応急的な水循環システム	応援体制		協定	災害救助法
				市町村	県		
岡崎市	○	①緊急連絡管（県、豊田市・安城市・幸田町・西尾市と協定）	×	□	○	○	△
碧南市	○	①市内の配水池を原則的に使用 ②公共施設や集合住宅の受水槽 ③事前登録済みの民家の井戸	×	□	○	○	○
刈谷市	○	①プール、ため池、沈殿池、河川の比較的汚染の少ない水源	○	□	○	○	○
豊田市	○	①緊急連絡管（県、岡崎市・知立市・刈谷市・安城市、企業団と協定）	×	□	○	○	○
安城市	○	記述無し	×	□	○	○	○
西尾市	○	①最寄りの非被災事業者から確保 ②上記が困難な場合、井戸水・河水等をろ過 ③緊急連絡管（岡崎市・安城市・蒲郡市*と協定）※資料編のみに記載	○	□	○	○	△
知立市	○	①最寄りの非被災事業者から確保 ②上記が困難な場合、井戸水・河水等をろ過	○	□	○	○	×
高浜市	○	①最寄りの非被災事業者から確保 ②上記が困難な場合、井戸水・河水等をろ過	○	□	○	○	○
みよし市	○	①被害を受けなかった配水池等、又は耐震性貯水槽 ②最寄りの非被災事業者から確保 ③上記①②が困難な場合、井戸水・河水等をろ過	○	□	○	○	○
幸田町	○	①県水の緊急増加受入要請 ②プール、ため池等第2水源の確保 ③自己水源の最大限活用（自家用井戸） ④緊急連絡管 ※整備する旨のみの記述で、協定先の具体的な記載なし	○	□	■	○	○

凡例：○ 記載あり、△ 資料編に記載あり、× 記載なし、□ 水道災害相互応援に関する覚書による応援の実施について記載あり

■ 記載なし（但し、愛知県水道震災広域応援実施要綱に従って、県からの応援があることが推測される）、* 蒲郡市は、対象地域外

下線は、最寄りの非被災事業者からの確保、二重下線は、緊急連絡管による確保を、非常時の水源とする旨を記載する市町を示す

表-2 協定の内容（協定書から筆者らが抜粋）

項目	協定の内容
(1)	食料、飲料水及び生活必需品並びにその供給に必要な資機材の提供
(2)	救援及び救助活動に必要な車両等の提供
(3)	被災者の救出、医療、防疫並びに応急復旧に必要な医薬品等物資及び資機材の提供
(4)	救援、応急復旧に必要な職員の派遣
(5)	被災者の受け入れ
(6)	前各号に掲げるもののほか、要請があった事項

旧に時間がかかったことが示されている。したがって、津波浸水の想定エリアが比較的広範囲に渡る碧南市と西尾市では、上水の供給への影響が大きくなる可能性があり、地域連携を検討する意義のある地域といえる。

3. 地域連携の現状と地域防災計画の比較

本章では、対象地域の地域連携の現状の整理を行う。まず各市町の地域防災計画内の、災害時の上水の供給に関する記述の比較・整理を行う。次いで、市町間の協定等の有無や広域水道を供給する愛知県企業庁と基礎自治体との連携について整理し、地域連携の課題抽出を行う。

(1) 地域防災計画内における災害時の地域連携

本節では、対象地域の地域防災計画内の災害時の上水の供給に関する、とくに地域連携に関わる記述について整理し、比較を行う。

表-1 においてまず、水源の項目では「最寄りの非被災事業者と協議の上確保」との記述が、下線で示した4市にみられた。また、「緊急連絡管（以下、連絡管）」に関する記載が見られるのは、二重下線で示した4市町であるが、具体的な協定先を示すのは、岡崎市と豊田市の2市である。岡崎市は、県及び豊田市、安城市、幸田町、西尾市の隣接4市町、豊田市は、県及び、岡崎市、知立

市、刈谷市、安城市の隣接4市と、中部水道企業団と協定を締結し、緊急時の相互使用について記載がある。一方で、上記2市の記載内容から、両市と協定締結が認められる、安城市及び、いずれか一方と協定の締結が認められる、刈谷市、西尾市、知立市、幸田町の4市町は、地域防災計画に具体的な協定先の記載がない(幸田町は、整備する旨のみ、西尾市は、資料編に記載がある)。応急的な水循環システムに関する記述は、6市町にあった。

また、近隣市町との連携について、「水道災害相互応援に関する覚書」を締結する県内の水道事業者への応援要請を含め、いずれも近隣市町への応援要請に関する記述がある。県との連携は、幸田町のみ記述がないが、愛知県営水道地震防災対策実施計画には、「愛知県水道震災広域応援実施要綱」により、県から各市町へ支援を行うことが示されている。

(2) 西三河災害時相互応援協定

前述の通り、西三河の9市1町は、2013年に西三河災害時相互応援協定を締結している。表-2に協定書の2条に記述される相互応援の内容（対象6項目）を示す。

その(1)には、「食料、飲料水及び生活必需品並びにその供給に必要な資機材の提供」と、上水の供給に関わる応援についても規定されているが、備蓄品の提供に止まっている。その他、明確に上水の供給に関するものの記載はないが、救援に必要な(2)車両などの提供、(4)職員の派遣についても示されている。

(3) 愛知県企業庁との連携と県営水道の耐震状況

対象地域の災害時の上水の供給に関する広域水道（県営水道）の管理者の対応状況として、愛知県企業庁（企業庁）のホームページに示される、「水道施設の地震対策」

表-3 災害時の水の供給に関する県営水道と市町の連携（愛知県企業庁水道施設の地震対策から抜粋）

no.	連携項目	対応状況	概要
(1)	支援連絡管	完了	県営水道の送水管と市町等の基幹配水管を連絡
(2)	応急給水支援設備	完了	県営水道の送水管空気弁から避難所等へ給水
(3)	供用備蓄倉庫	完了	県営水道が応急復旧や応急給水に必要な資材を受水団体間で効率的に備蓄
(4)	広域災害水道災害活動拠点	実施中	応急給水、応急復旧活動に従事する全国からの応援者を受け入れる施設
(5)	連絡管の複線化	実施中	浄水場系統間を連絡しバックアップ
(6)	基幹路の複線化	実施中	基幹の送水管を二重化しバックアップ

表-4 県営水道の耐震対策（愛知県企業庁H30 業務指標（PI）算出結果に基づき筆者らが抜粋）

no.	対策項目	数値	数値の概要及び備考
(1)	浄水施設の耐震化率	12.9%	一連の水処理構造物を一括して評価した値 計算式：(耐震対策の施された浄水施設能力/全浄水施設能力) × 100
(2)	浄水施設の主要構造物耐震化率	39.3%	沈殿池及びろ過池の耐震化率
(3)	配水池の耐震化率	77.8%	浄水池及び調整池の耐震化率
(4)	管路・基幹管路の耐震化率	80.9%	耐震管である鋼管（溶接継手）を主体としている
(5)	停電時配水量確保率	123.2%	発電機等によって送水可能な配水能力 計算式：(停電時に確保できる配水能力/一日平均配水量) × 100
(6)	薬品備蓄日数	平均23.8日	全11浄水場の平均値。塩素剤と凝集剤のそれぞれ算出した結果の備蓄日数の少ない方
(7)	燃料備蓄日数	平均 3.0日	全11浄水場の平均値。

並びに、「平成 30 年の業務指標（PI）算出結果」³⁾から、施設・管路の耐震対策等について、表-3、表-4 に示す。

まず、表-3 は、市町との連携に関わる対策状況について示している。主たる対策事業は 6 項目である。その内、災害時の応急給水に関わる(1)、(2)の 2 項目と、上水道インフラの復旧効率に関わる(3)の 3 項目が完了している。また、本研究の直接的な対象ではないが、(4)の広域連携における、外部からの応援事業者の拠点の整備や、上水の供給の冗長性に関わる管路の複線化に関する(5)、(6)の 2 項目が実施中となっている。

次に、これらの 6 項目を含めた、耐震対策の進捗状況を確認する（表-4）。まず、浄水施設に関しては、(1)の浄水施設の一連の構造物としては、12.9%、(2)の沈殿池などの主要施設に絞っても約 40%と、まだ十分な対応ができていないとは言えない。一方で、(3)の配水池は 77.8%、(4)の管路・基幹管路は、80.9%の耐震化率であり、対策が進んでいる。(5)の停電時の配水量の確保は、平均的な 1 日分の配水量を基準として 100%を越える、123.2%であることから、停電時でも電力の面からは、1日強の配水能力の維持が見込まれる。しかし、浄水施設の耐震化率は、県営水道（県水）全体として 1 割強と低く、大規模広域災害時には、複数の浄水場の能力が損なわれる可能性を推測する。また、対象地域の供給に関わる浄水場は、後述（4 章）の通り 4 箇所あるが、企業庁へのヒアリングから、5 章で示す地域連携ワークショップの時点で、豊田浄水場のみが耐震化が完了していることが確認され、他の 3 箇所の浄水場は、地震による被災が想定された。この為、地域連携による対応が必要となるのは、浄水場が被災した場合は直後から、豊田浄水場を含め、浄水場が健全な場合は、非常電源の対応状況から、発災後 2 日目以降が推測される。

（4）災害時の水の供給に関する地域連携の現状の考察
前節までに示した通り、災害時の上水の供給に関する

応援体制について、西三河地域としての相互応援協定の他、個々の市町の地域防災計画の記述にも、近隣の市町との連携について記述が見られた。一方で、沼田ら（2011）が指摘する、地域防災計画における「記述の統一性と整合性」について、少なくとも上水道の応急対応に関する限り不一致の市町もある。こうした不一致があると、一方の市町（受援側）は連携を期待しても、相手先の市町（応援側）に連携（応援）の位置づけが具体的に示されていないければ、発災後に確認・調整を行うことになり連携の実現は難しいことが想像される。災害時の地域連携を円滑にする上では、例えば水源の確保の項目について 4 市に位置づけのある「近隣の非被災事業者から確保」など、応援を行う上で、重要な項目のみでも、事前に調整を図り、より一致した記述とすることが望ましい。

また、広域水道事業者（県営水道）である企業庁との連携については、支援連絡管や応急給水の設備の準備や資材の保管の場所などについて、既に事業が完了している。連絡管や基幹の管路については、複線化の取組みも計画が継続しており、事前の備えが進んでいる。

一方で、県営水道（県水）の供給に関わる耐震化状況については、管路の耐震化や停電への備えに関して、一定の対策が進んでいる。浄水場等の施設への対策は、主要施設に絞っても 4 割未満の進捗であり、復旧の遅れにつながる要素であることが推測される。とくに県水の同じ浄水場の配水に頼る市町村間において、復旧の順序などについて調整が必要となる事態も想像され、地域連携による災害時対応を検討する意義が認められる。

4. 地域連携の課題と上水の供給に関する情報の整理

（1）地域連携ワークショップの企画と情報の整理

前章で示した通り、災害時の上水の供給に関する対象地域の応援体制について、各市町の地域防災計画の記述には不一致な部分があり、応援を行う上で、妨げに

表-5 水源から浄水場及び各市町への上水道の供給経路

系統	経路上の主要な施設
①豊田浄水場	矢作ダム→岩倉取水口→豊田分水工→豊田浄水場
②幸田浄水場	矢作ダム→矢作川→細川頭首工→幸田浄水場
③尾張東部浄水場	牧尾ダム→愛知用水→愛知池→尾張東部浄水場
④上野浄水場	牧尾ダム→愛知用水→愛知池→上野浄水場
市町	系統と浄水場までの経路
岡崎市	①豊田浄水場→豊田市→岡崎市 ②幸田浄水場→幸田町→岡崎市
碧南市	①豊田浄水場→豊田市→岡崎市・みよし市→安城市・知立市→刈谷市→安城市→碧南市 ②幸田浄水場→幸田町→西尾市→碧南市
刈谷市	③張東部浄水場→日進市→みよし市→知立市→刈谷市 ④上野浄水場→東海市→大府市→東浦町→刈谷市 ④上野浄水場→東海市→大府市→刈谷市
豊田市	①豊田浄水場→豊田市
安城市	①豊田浄水場→豊田市→岡崎市→安城市 ③尾張東部浄水場→日進市→みよし市→豊田市→安城市
西尾市	③尾張東部浄水場→日進市→みよし市→豊田市→安城市→西尾市 ④幸田浄水場→幸田町→西尾市
知立市	①豊田浄水場→豊田市→みよし市→知立市 ③尾張東部浄水場→みよし市→知立市
高浜市	④上野浄水場→東海市→大府市→東浦町→刈谷市→高浜市
みよし市	①豊田浄水場→豊田市→みよし市 ②尾張東部浄水場→日進市→みよし市
幸田町	③幸田浄水場→幸田町

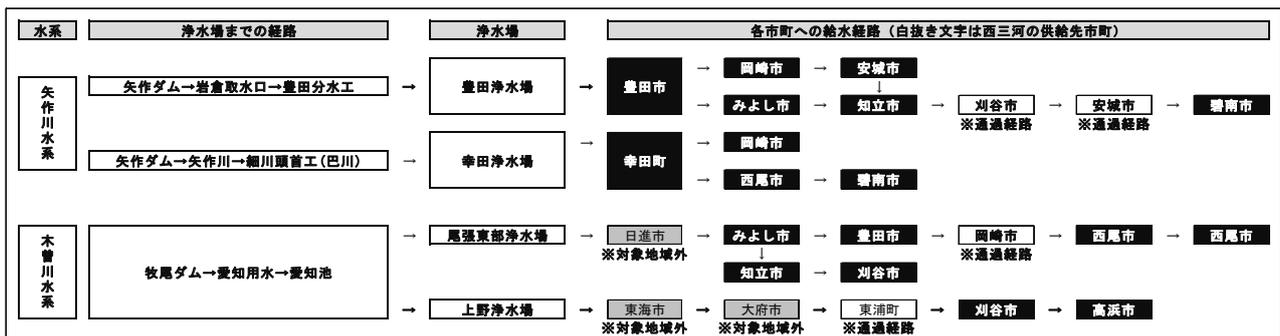


図-3 水源から対象地域に至るまでの経路

なる可能性が確認された。

こうした状況を踏まえ、前年度の議論を深め、災害時の水の供給に関する地域連携の取組みを具体的に検討することを目的として、2019年度の西三河研究会のワークショップが企画された。それに先立だって、筆者らの支援・助言のもと広域水道（県営水道）も含めた上水の供給に関する情報の整理が行われた。

（2）上水の供給に関わる情報の整理の概要と方法

西三河研究会では、各市町が持ち回りで幹事となり、担当年度の取組みの推進役としてリーダーシップを執ることとなっている。上水の供給経路の整理についても、幹事となった自治体の防災担当が取りまとめ役を務めながら、各市町の防災担当がそれぞれの関連部署（各市町の水道担当や県の企業庁）に照会を行い、地域の全体像の把握を行った。この一連のプロセスを通じて、関係市町及び広域水道（県営水道）管理者を含めた、関係者の顔の見える関係づくりの機会となることも期待した。

情報の整理の概要は、西三河各市町の上水道部局や愛知県（企業庁）へのヒアリング及び、平成30年度愛知県の水道（水道年報）の文献調査に基づき、水源から浄水場及び、末端（市町）の供給事業者（受益者）に届くまでの供給経路を表-5として整理した。その上で、図-3のグラフの通り、広域水道（県営水道）の供給経路において、複数の市町の供給に共通する浄水場や管路の有無を考慮して、グラフ化を行った。この手順の中で、とくに考慮したのは、経路上の上水の供給に関わる拠点の内、「水源」「取水場所」「浄水場」の3点である。加えて、各市町で広域水道（県営水道）の上水を受水するまでに「経路として通過する市町」の4項目に着目し、整理を行っている。これらの整理に基づいて、表-6の通り、西三河地域の広域水道（県営水道）の供給に関わる4箇所の浄水場が、それぞれ共通してどの市町に上水を供給しているか、水源別に表としてまとめた。

表-6 対象地域に関わる広域水道（県営水道）の浄水場と供給先の市町

水系	浄水場	岡崎市	碧南市	刈谷市	豊田市	安城市	西尾市	知立市	高浜市	みよし市	幸田町	供給先数	対象地域外の供給
矢作川水系	豊田浄水場	○	○		○	○		○		○		6	
	幸田浄水場	○	○				○				○	4	
木曾川水系	尾張東部浄水場			○	○	○	○	○		○		6	5市
	上野浄水場			○					○			2	1市

表-7 対象地域の取水状況

※「自己水」は、各市町が自ら供給する上水を示す

取水状況	岡崎市	碧南市	刈谷市	豊田市	安城市	知立市	西尾市	高浜市	みよし市	幸田町
年間取水量(m ³)	41,928	8,580	18,625	52,794	20,456	7,576	19,423	5,165	34,691	4,834
広域水道(m ³)	9,970	8,580	13,870	38,583	14,347	5,919	16,948	5,165	34,110	4,834
自己水(m ³)	31,958	0	4,755	14,211	6,109	1,657	2,475	0	581	0
自己水率(%)	76.2%	0.0%	25.5%	26.9%	29.9%	21.9%	12.7%	0.0%	1.7%	0.0%
水源	矢作川・木曾川	矢作川	矢作川・木曾川	矢作川・木曾川	矢作川・木曾川	矢作川・木曾川	矢作川・木曾川	木曾川	矢作川・木曾川	矢作川

表-8 ワークショップ参加者の所属と部署

※所属名欄のカッコ内の数字はグループワーク参加者以外も含めた参加人数を示し、全129名

所属	部署・役職等	所属	部署・役職等	所属	部署・役職等
岡崎市 (6)	市民生活部 部長(防災)	西尾市 (8)	危機管理局 局長(防災)	愛知県 企業庁 (3)	水道部 水道事業課 課長補佐(上水)
	上下水道局 水道工事課 次長兼課長		上下水道部 水道管理課 課長		水道部 水道事業課 課長補佐(上水)
	上下水道局 下水道施設課 課長		上下水道部 下水道整備課 課長	都市ガス供給会社(6)	供給防災部(防災)
碧南市 (6)	市民協働部 部長(防災)	知立市 (8)	危機管理局 局長(防災)	電力供給会社(6)	岡崎支店(防災)
	開発水道部 水道課 課長		上下水道部 水道課 課長	自動車製造業(3)	総務部 総務室(防災)
	開発水道部 下水道課 課長		上下水道部 下水道課 課長	愛知県(2)	建設部 下水道課(下水)
刈谷市 (7)	生活安全部 部長(防災)	高浜市 (5)	都市政策部 部長(防災)	愛知県(3)	建設局 水資源課、防災安全局 ※オブザーバー
	水資源部 水道課 課長		都市政策部 上下水道G 副主幹(上水)	中部地方整備局(4)	防災室及び河川部 ※オブザーバー
	水資源部 下水道課 課長 ※欠席		都市政策部 上下水道G グループリーダー(下水)	西三河県民事務所(1)	防災安全課 ※オブザーバー
豊田市 (6)	地域振興部 部長(防災)	みよし市 (5)	総務部 部長(防災)	名古屋市(2)	防災危機管理局 ※オブザーバー
	上下水道局 上水運用センター 副課長		愛知中部水道企業団 総務課 主任主査(上水)*	半田市(2)	水道部 ※オブザーバー
	上下水道局 下水道施設課 課長		都市建設部 下水道課 主任主査	(公社)日本水道協会(2)	工務部及び総務部 ※オブザーバー
安城市 (6)	市民生活部 危機管理監(防災)	幸田町 (7)	総務部 部長(防災)	明治水土地改良区(2)	工務部 ※オブザーバー
	上下水道部 水道工事課 課長		環境経済部 水道課 主幹	自動車部品製造会社(3)	県内主要3社防災担当者各1名 ※オブザーバー
	上下水道部 下水道課 課長		建設部 下水道課 課長補佐	大学関係者(26)	大学教職員及び関係業者6名含む ※支援者

凡例：濃いグレーの網掛けは、上水、網掛けなしは、それ以外のグループワーク参加者を役職と共に示す、下線は、交替のあったグループワーク参加者

薄いグレーの網掛けは、オブザーバーまたは、支援者を示す、* みよし市は企業団の担当者が上水担当として参加

(3) 水源からの供給経路の整理結果と考察

西三河地域の上水道の水源は、表-5、表-6に整理した通り、矢作川水系と木曾川水系の2つの水系である。

表-5の①②と対応する矢作川を水源とする市町が8市町、同③④の木曾川を水源とするのは7市町である。この内、岡崎市、碧南市、高浜市、幸田町の4市町以外の6市は、両方の水系を利用している。県営水道が提供する広域水道事業の上水をいずれの市町も利用していることは共通している。但し、みよし市においては、県営水道(県水)の上水を受水した中部水道企業団(以下、企業団)を通じて、市内に供給される。供給量等の利用状況は、表-7に示した通り対象地域を構成する市町毎に異なる。県営水道の上水を100%利用するのは、表中で自己水率0%となっている碧南市、高浜市、幸田町の3市町で、その他の7市は割合の多寡と水源の違いはあるものの、深井戸や湧水などの自己水による供給も行っている(みよし市は企業団として、一部地下水を利用)。

西三河地域の上水道の供給に関わる県営水道の浄水場は、表-5、図-3で整理した通り、4箇所である。矢作川水系を水源とする浄水場は、豊田浄水場(対象地域の6市の供給)と幸田浄水場(同4市町)。木曾川水系は、尾張東部浄水場(同6市)と上野浄水場(同2市)である。いずれの浄水場も複数の市町の供給に関わっている。

また、高浜市と幸田町以外は、複数の浄水場からの供給を受けている。岡崎市と碧南市、並びに刈谷市は、それぞれ2箇所の浄水場から供給を受けるが、水系としては、前者が矢作川水系、後者が木曾川水系単独である。従って、上述の通り、1つの浄水場のみから供給を受ける、高浜市(木曾川水系)、幸田町(矢作川水系)を合わせ、5市町が単独の水系からの供給となる。

これら5市町は、それぞれ2箇所の浄水場から供給を受けるが、水系としては、前者が矢作川水系、後者が木曾川水系単独である。従って、上述の通り、1つの浄水場のみから供給を受ける、高浜市(木曾川水系)、幸田町(矢作川水系)を合わせ、5市町が単独の水系からの供給となる。

これらの整理から、特に同じ浄水場から供給を受ける末端の水道事業者(市町)において、発災後の被災状況によっては、水の供給の復旧において、市町間でコンフリクトが起こる可能性が推測される。また、広域水道(県営水道)に100%依存する、碧南市・高浜市・幸田町においては、単独の水系からの供給である。とくに高浜市と幸田町は供給を受ける浄水場も1箇所であり、相対的に冗長性が低いことも確認された。これらを踏まえ、発災後に地域連携により、水の供給に関する応急対応をする上で、事前の調整が図られるべき課題等を議論する場として、次章で述べるワークショップを開催した。

5. 地域連携ワークショップの実施

(1) ワークショップの開催概要

ワークショップは、2020年1月31日に西尾市総合体育館サブアリーナを会場として実施した。参加者の構成を表-8に示す。参加者の所属は、西三河9市1町の「防災」「上水」「下水」の担当者、県営水道の管理者であ

表-9 データベースの主要データ一覧

項目	データ名	項目	データ名
地形	標高 (国土数値情報)	拠点	役所・役場 (国土数値情報)
	水源となる (木曾川・矢作川) となる河川 (国土数値情報)		災害拠点病院 (国土交通省)
被害想定	南海トラフ巨大地震 地震動最大クラス (愛知県)		発電施設 (国土数値情報)
	南海トラフ巨大地震 液状化最大クラス (愛知県)	工業団地 (国土数値情報)	
	南海トラフ巨大地震 津波浸水最大クラス (愛知県)	緊急輸送道路 (国土数値情報)	
上水道/ 工業用水 (共用含む)	愛知県営水道 管路・施設 (浄水場, 配水池, 広域調整池など)	交通	鉄道 (国土数値情報)
	愛知県営工業用水 管路・施設 (浄水場など)		人口
	愛知県営水道・工業用水共用施設	人口増減 (平成22年・27年国勢調査より集計)	
	頭首工 (愛知県営水道・工業用水共用)	下水道	
	ダム (国土数値情報)		下水道 市町管理の下水道管路
	市町管理の上水道管路		下水道 ポンプ場 (流域下水道のポンプ場含む)
	市町管理の上水道施設 (浄水場, 配水池, 送水場など)		下水道 ポンプ場 (国土数値情報)
	市町管理の上水道ポンプ場		

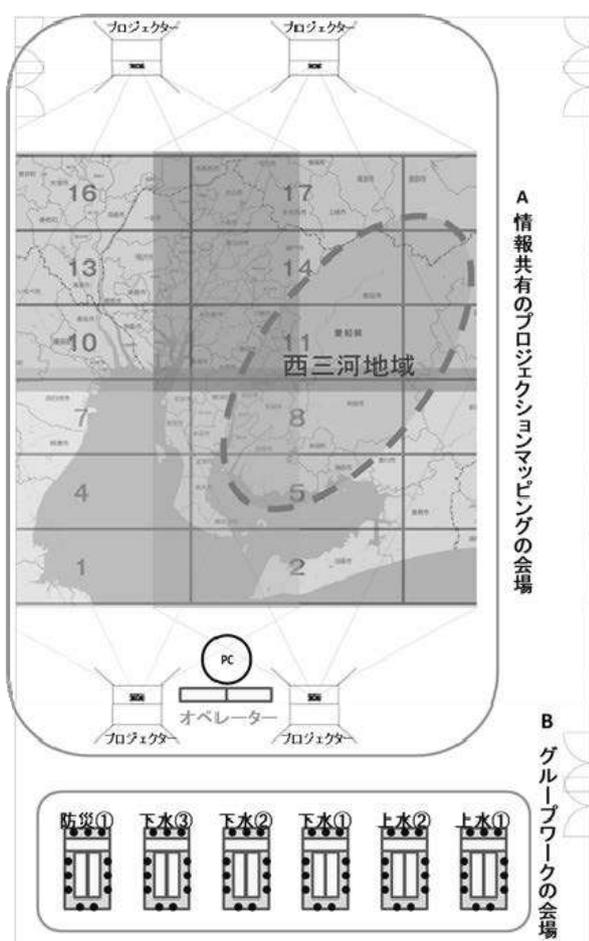


図-4 ワークショップ会場のレイアウト図

る企業庁及び、ライフライン事業者と地域の基幹産業である自動車産業の防災担当者、並びに、大学関係者等の計 129 名が参加した。ワークショップ全体のテーマは、「下水」「工業用水」「農業用水」も含めた、水の供給や排水に関わる全般であるが、本稿では上水に関わる災害時の地域連携に関する議論の結果を分析対象とする。

(2) 上水道に関するデータベース

災害時の上水の供給に関わる議論に先立って、上水の供給に関わる情報を含む、対象地域の GIS データを基本とするデータベースを表-9 の通り準備した。用いたデータは、「上水道 (共用施設の関係で、工業用水のデータと一体的に整備)」及び地形と被害想定に関わるデータのほか、供給先や復旧に関わる「拠点」「交通」「人口」に関



図-5 水道管路の表示イメージ (前年度実施時)

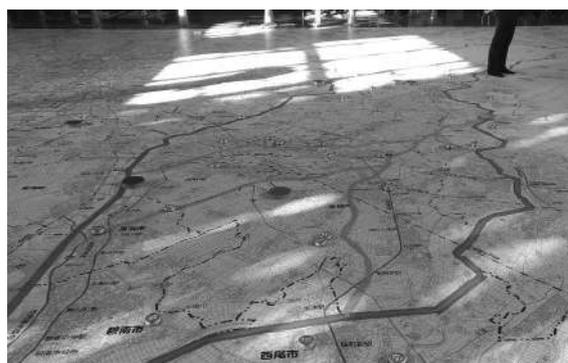


図-6 大判住宅地図

するものを準備した。データの取得においては、国土数値情報のオープンデータを活用した他、特に水道関連のデータにおいては、県及び各市町の協力のもと、データの取得と整理を行った。GIS データとして取得することができなかったデータは、筆者らがデジタイズを行った。

(3) ワークショップの進行

ワークショップでは、前章までに示した情報の整理に基づいて、西三河の各市町に水に関わるサービスが供給される経路を示しながら、県境や市町を越えた多様な地域・管理者が関わることをプロジェクトションマッピングにより、情報共有を行った (図-4、図-5)。

ワークショップ会場は、図-4 の通り、上部に示す情報共有を行なう会場 A と、情報共有を受けて議論を行うグループワーク会場 B を設営した。プロジェクトションマッピングの投影は、4 台のプロジェクターを介して、対象地域の周辺も含む大判の住宅地図 (図-6) の上に投影を行い、前節で示したデータを重ね合わせながら、上水道の管路・施設への南海トラフ地震に対するリスクの共有

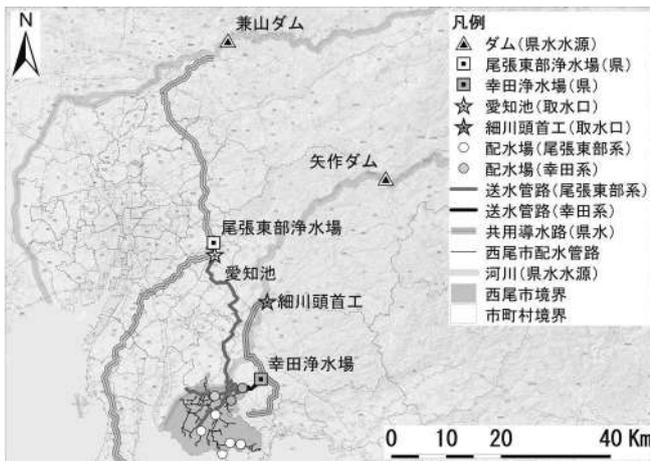


図-7 西尾市の上水道サービスの流れ



図-8 グループワークの様子

表-10 2019年度の議論で示された意見

no.	緊急連絡管について
1	連絡管は大規模の災害用ではない認識を持っている(細い)。漏水など、小規模の水の不足への対応は可能。
2	緊急連絡管はあるが訓練をやっていない。応急給水拠点にはなると考えている。
no.	近隣市町村間の連携について
1	管路を使わず自己水を他市まで運ばよいのではないか。給水車を増やす工夫をすべき。
2	但し、平時の効率は県営水道に頼る方がよいので、自己水の割合は少ない現状はある。
3	刈谷市と安城市が、西三河の南北をつないでほしい。市民啓発も含めて防災部局と一緒に取組むことが必要。
no.	県と市町村間の連携について
1	県営水道の浄水場間の融通に期待。
2	県の広域調整池まで取りにくればその水を使うことは可能。
3	県営水道の拠点施設までの復旧が優先が重要。
no.	連携に向けた取り組みについて
1	隣の市町村の状況はなかなか分からない為、県との連携を含めて、地図情報の活用がカギ、共通の情報プラットフォームが必要。
2	防災担当部署の部長の取りまとめによる、部局横断の議論が必要。

表-11 前年度(2018年度)の議論で示された意見

no.	コメント
1	西三河の他の市町村の状況が分かったが、何が一番対策が必要なのか、又、他の市町村との連携も考えていく必要があると感じた。
2	広域連携の重要性を再認識できた。ただし各自治体内の連携もできていないのが現状なので、他機関との連携は更に難しいと感じた。
3	管理体制の複雑さを感じ、各市町村の地域連携の大切さを実感した。有事の際の連携について事前決定が必要。
4	水の大切が再認識できた。配管を含めた水道施設の耐震化が急務。その上で、西三河市町村の連携の強化が重要。
5	水に関する関係者が一同に会して議論する機会は多くはないので、非常に有意義であった。但しあくまできっかけであり、継続が必要。
6	県、市、企業団、企業など様々な連携の必要性を改めて認識できたワークショップとなりました。
7	各市町村で水の取水割合も違い、災害時の対応も一緒に難しいとわかった。
no.	対策案
1	行政単位を取り払った広域連携の必要性は認識。但し県水依存なので、まずは県水の耐震化が必要。
2	各種施設の耐震化
3	停電によるポンプの停止に備えて自家発電、燃料の確保

表-12 グループワークの議題

年度	項目	グループワークの議題
2018年度	市町を越えた上水の提供	発災後に大変な所を助けるには何が考えられるか?
	災害時の上水の供給課題	広域大規模災害時の問題はなにか?
2019年度	市町を越えた上水の提供	市町間での水の融通は可能でしょうか?
		例えば、お隣へ越境して水を提供することはあり得ますか?
	連絡管の使用	連絡管の存在を知っていますか? 連絡管を開けたことがありますか?開けることは可能でしょうか?

を行なった。住宅地図は、ゼンリン社製の1/5,800のスケールのもを用い、約16×18mの範囲に設置した。住宅の家形も記されるスケールの地図を用いることで、各市町の担当職員が各自の自宅や身近な建物を認識した上で投影される各情報を確認することが出来る。これにより、より実感を持ってリスクの共有化が図られることを目指している。図-7には、西尾市を例に、地図上に上水道を供給する管路と施設の情報を重ねたイメージを示す。ここで示した供給経路は、上述の表-5や図-3の整理に基づく。次いで、上水道の供給に関わる管路や施設の立地場

所に対する被害想定曝露状況を、同じく地図上で確認を行い参加者間で共有を行なった。

(4) リスクの情報共有

情報の投影イメージは上述の図-2で示した地震動の被害想定のほか、津波や液状化に関する被害想定なども、上水の施設や管路のデータに重ねて表示し、上水に関する災害リスクの共有を行なった。愛知県被害想定想定最大クラスの震度分布では、西三河地域の供給に関わる4箇所の浄水場の内、尾張東部浄水場(木曾川水系)と幸田浄水場(矢作川水系)の2箇所6強以上が想定され、残り2箇所の浄水場も6弱が想定されている。前述(3章)の通り、県営水道の全11浄水場の耐震化率は、12.9%と低い。また、西三河地域の供給に関わる4箇所の浄水場の耐震化完了が豊田浄水場のみである事を考えると、他の3箇所の浄水場は何らかの被害を受ける可能性が推測された。さらに、とくに同じ水系や浄水場から

表-13 2回のグループワークにおける相違点

実施年度	テーマ	参加者		情報の整理と提示方法		上位管理者の参加
		所属部局	参加者の状況	グラフ化の取組み	供給経路を考慮した情報提示	
2018	共通だが基本的な設問	水道部局	全員が初見	なし (管路施設の情報提供のみ)	なし	オブザーバー参加 (議論への関与なし)
2019	共通だがより具体的な設問	水道部局	6名が交替で初見*	あり (参加者も一部参画して作成)	あり	あり

* 初見ではない残りの4名の市町の参加者の内、みよし市の担当者は、1回目はオブザーバー参加したが、議論に加わっていない。

広域水道（県営水道）の供給を受ける市町間でコンフリクトが起こるなど、発災時の上水の応急対応や復旧においてリスクが予測されることを参加者間で情報共有を行なった。これらを踏まえ、発災後の地域連携に向けた事前調整の可能性も含め、次節で述べるグループワークにおいて、市町を超えた連携や対応策の検討を行った。

(5) グループワークの概要と結果

前節で述べた、多様な管理者を考慮した上水の管路・施設の分布と災害リスクに関する情報共有の後、災害時の連携態勢づくりに向けて、「上水」2班、「下水」3班、「防災と企業」は、1班の分野ごとに、5班に分かれてグループワークを行った（図-8）。

本節では、その中から、上水の2班で行われた議論の結果から、連携に向けた課題を整理する。上水のグループワークの参加者は、表-8のグレーの網掛けの12名である。各市町の上水道担当者（課長級）10名が5名ずつ2班に分かれ、上位管理者の企業庁の上水道担当者が1名ずつ各班の議論に加わり、6名ずつの構成で行った。尚、みよし市は、企業団の担当者が議論に参加した。

表-10がグループワークにおける議論の結果の要約である。議論の中では、企業庁の参加者からの意見も踏まえ、市町村間の上水の融通は、「自己水」のやり取りと想定しており、市町の上水管路をつなぐ「連絡管」は、災害時の利用は想定されておらず、漏水時の一時的な利用を想定していることが確認された。それよりも、県水の浄水場間の融通に期待しており、それが可能となれば、管路の復旧に時間がかかっても、他市への運搬も含めて、給水車や仮設の給水栓での対応が容易になることについても確認された。その為には浄水場へ接続する、県の広域調整池への供給に関わる管路の復旧が重要であることなどが、意見として示された。

(6) 前年度のグループワークの結果との比較

ここでは、前節で示したグループワークで示された議論の結果と前年度（2018）の議論の結果について、対応策の具体性を視点に比較を行い、本研究で示した情報提示のあり方の効果を検証する。表-11が2018年度の議論結果の要約である。各年度のグループワークの議題は、表-12に示す。また、表-13に、前年度のグループワークとの相違点を整理した。議論のテーマは同様であり、災害時の上水の供給に関する地域連携の可能性を検討する内容は共通しているが、2019年度は、より具体的な設問

となっている。各市町のグループワーク参加者は、上水道担当者（課長級）10名であり、同様である。しかし、表-8に下線で示した通り、10名中過半数を超える6名が異動により交替しており、1回目の参加である。2019年度は、県営水道の管理者である、企業庁の担当者も議論に参加している（前年度においてはグループワークには参加せず、アドバイザーの立場で議論に参加）。また、議論の前提となる情報の提示方法については、前年度は、県や各市町からの施設管路の位置などの情報・資料の提供を受け、全体像を地図上に示すに留まっていた。一方で、2019年度は、各市町の上水道担当者もその整理の一部参画（各市町の供給経路の確認等）しながらグラフ化の取組みを行い、水源や直接供給を受ける浄水場が、他市町と共通して利用していることを可視化された状態で、情報共有を行ない、議論に臨んでいる。

前年度の議論の結果（表-11）においては、総じて危機意識の共有化については、一定の効果を推測できるが、具体策は示されていない。2019年度においては（表-10）、前節で示したように、いくつかの具体的な連携に向けたアイデアも示されている。この結果の違いについて、表-13で整理した2回のグループワークの相違点を踏まえて考察する。まず、同じテーマを継続的に扱ったことにより、前年度のグループワークによって課題意識の共有が成されたうえで議論が行われたことが考慮され得る。しかし、上述の通り、担当者の交替により、市町からの参加者の過半数を超える6名が初参加であり、その影響は一定程度抑制されたと推察する。また、表-10の県と市町間の連携についての項目で示した議論の結果に関しては、上位管理者の企業庁の担当者と直接対話することで、連携の妥当性を踏まえた、具体的な連携に向けた議論が展開されたことも推察される。

これらに加えて、グラフ化の取組み（上水の供給経路に関わる情報整理）の過程に、グループワーク参加者が自ら関わったこと、また、グラフによる整理結果（連携対象の可視化）を活かし、浄水場を起点に、共通して利用する施設・管路のあることなどの情報共有レベルが高まったことで、上位管理者との役割分担も含めて、議論を深める素地が形成され、連携に向けた議論の具体化に影響を及ぼしたと推察する。したがって、議論の結果が具体化された理由として、①テーマの継続性と②上位管理者との対話に加えて、市町が共通して利用する浄水場

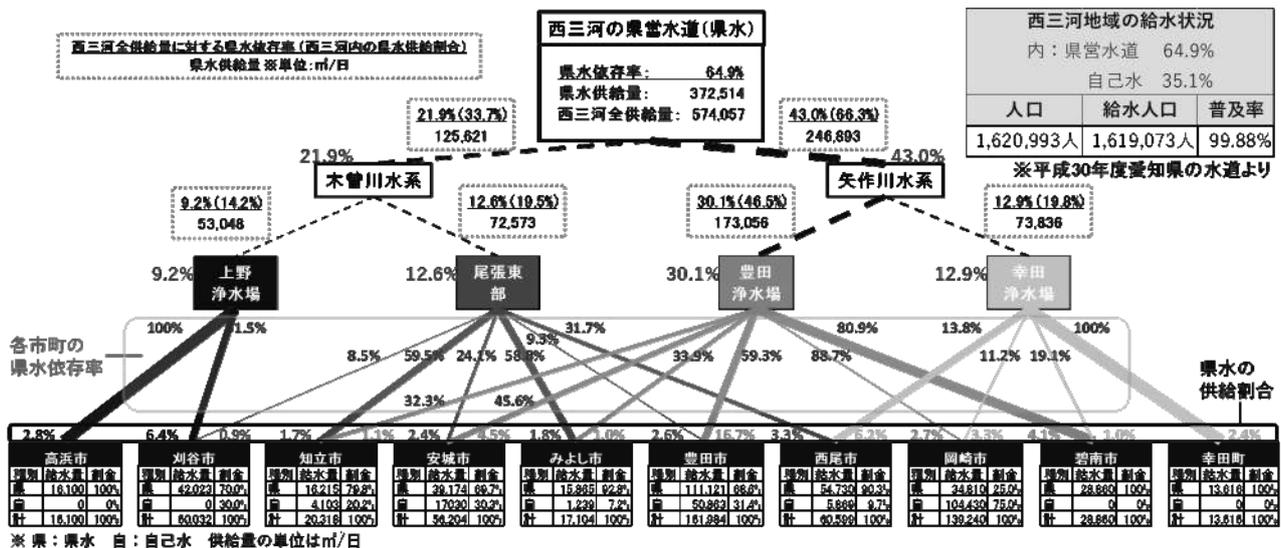


図-9 西三河地域の上水の供給割合

表-14 防災研究会の参加者と構成

no.	地域	所属自治体	参加形態
1	西三河	豊田市	会場
2	西三河	幸田町	会場
3	西三河	安城市	会場
4	西三河	知立市	会場
5	西三河	みよし市	会場
6	西三河	岡崎市	オンライン
7	西三河	碧南市	オンライン
8	西三河	高浜市	オンライン
9	尾張地域	東海市	オンライン
10	尾張地域	東海市	会場
11	尾張地域	愛西市	会場
12	尾張地域	津島市	会場
13	尾張地域	半田市	会場
14	尾張地域	稲沢市	会場
15	尾張地域	飛島村	会場
16	三重北勢	四日市市	会場
17	愛知県	愛知県企業庁	オンライン

を起点とした連携の具体案も示されたことから、③グラフ化の取組みの3点が認められ、議論の結果（地域連携の案の具体化）に影響を及ぼしたことを推測する。

6. 基礎自治体防災担当者の防災研究会への適用

(1) 防災研究会「自治体研究会」の概要

筆者らが所属する組織では、基礎自治体や民間企業の防災関連業務を担う担当者を受託研究員として受け入れ、通常毎月1回のペースで災害に備えた学びの機会として防災研究会（自治体研究会）を定期的開催している。基礎自治体の防災担当者も集まるこの場に、西三河研究会のワークショップ実施結果を踏まえて、より実践的な連携（例えば地域防災計画に共通して記述するレベル）を検討する際に用いことを想定して、図-3に対して、筆者らが各市町からの情報提供や平成30年度愛知県の水道（水道年報）の記載事項に基づき、平常時の年間供給量に基づく対象地域の供給割合を追記し、グラフの別図（図-9）を作成した。このグラフを、防災研究会に提示し、防災担当者の目線で、災害時の上水の融通に関する連携の可能性について、必要な情報及びその共有のあり方を主な論点に議論を行った。尚、図-3から図-9のグラ

フを作成する段階で、特に浄水場から各市町への供給経路について、省略・単純化を行っている。これは、供給経路の複雑性や共通して利用する浄水場の存在が共有されていることを前提にした上で、供給割合における「量」に基づく関係性に着目した理解も別途行うことで、実践的な連携を検討する上で有用と考えたからである。

(2) 適用方法

災害時の地域連携に向けて、前節で示した2019年度の西三河研究会のグループワークと同様の議題（表-12）を基礎自治体間で検討する際に、図-9の情報がある事の有効性について、意見聴取を行った。議論の参加者を表-14に示した。主な参加者は愛知県を中心とした基礎自治体の防災担当者及び、広域水道事業を行う愛知県企業庁の担当者17名である。その内、4名がオンライン参加、また、大学関係者4名が運営のサポートを行っている。

(3) 防災研究会への適用結果と課題の整理

意見交換の結果、グラフ化による上水の供給経路と供給割合の可視化の意義については、基礎自治体の参加者16名からの異論はなく、平時の状況を理解する上で必要な情報との評価を受けた。一方で、災害時の水の融通に関しては、事前の災害時の水の需給バランスの想定とともに、実際の災害時にどの程度供給量に余裕があるかなど、災害時の上水の供給状況に関する情報が必要との意見が参加者2名から示された。

企業庁の担当者からは、広域調整池には関連市町村の供給人口に応じた一定程度十分な水の貯えがあるとのコメントがあった。例えば給水車など周辺市町で比較的被災程度が軽度なエリアから被災状況が厳しい基礎自治体に運搬の支援をするなどが考えられ、事前の体制づくりに向けた議論の要点となる可能性が確認された。

7. まとめ

本研究で明らかになったことの要点と、今後の課題について示し、まとめたい。

まず、5章では、地域連携を進める上での情報提示や共有のあり方を示すことを目的に、4章で行った上水道の供給経路に関するグラフを用いた情報整理の結果を、上位管理者も交えた災害時の連携を検討する継続的な議論の場に適用した。その結果、前年度との比較から、浄水場を起点とした、より具体的な連携の案が示され、その要因として、①「テーマの継続性」による課題意識の共有が成された状態から議論を行えること、②「上位管理者との対話」により、より妥当な連携策の検討が可能となること、③「グラフ化の取組み」による、階層性を踏まえた情報の整理により、上位管理者との役割分担も含め連携すべき対象が可視化されたこと、の3点が効果的であることが確認された。加えて、本研究が対象としたグループワークでは、過半数を超える参加者が異動により交替していたように、一般に行政職員は数年で異動し、改めて情報共有に時間を割く必要がある。したがって、グラフ化も含めて、情報の共有レベルを高める工夫を行うことは、連携の具体化への寄与のみならず、継続的な議論を支える上でも、有用と思われる。

また、6章では、より実効性のある地域連携策の検討を行う場面での適用を目的に、各市町への上水の供給割合の情報を加えて作成したグラフの別図に対して、自治体の防災担当者に意見聴取を行った。その結果、量に基づく情報の整理が、より具体的な連携に向けた基礎資料となり得ることが示された。一方で、災害時の水の融通に関しては、想定される災害時の上水の供給状況や、必要な量に対する過不足など、より実践的な連携を検討する上での情報提示のあり方としては、改善点も示された。

最後に、今後の展望と研究課題を示す。地域連携による災害時の対応を確かなものにする上では、より実践的な連携策を検討する議論を経て、各市町の地域防災計画の記述の不一致の解消や、応受援計画などの協定内容の記述について、発災時に想定される状況を踏まえてより具体化するなど、残された課題がある。その為には、上記の改善点で示された情報のほか、人員や資・機材の過不足など、発災後の被災像の情報共有が必要あり、それらを踏まえた情報提示のあり方についても、今後検討していく必要がある。

謝辞：本研究の執筆にあたり調査等にご協力を頂きました、西三河防災・減災連携研究会の関係者各位に深く御礼申し上げます。また、本論文の作成にあたって、匿名の査読者の方々から、本研究の分析や考察を深める上で、多くの有益なご指摘・ご助言を頂きましたことを、感謝申し上げます。

補注

- 1) 市制施行順に、岡崎市、碧南市、刈谷市、豊田市、安城市、西尾市、知立市、高浜市、みよし市、幸田町の9市1町。
- 2) 以降も含め、本稿では原則的に愛知県が示す、最大想定モデルによる被害想定に基づいて論述する。
- 3) 現在は、下記 URL より令和元年度の結果が参照できるが、本稿ではグループワーク時点の状況を示す目的から、参照文献に示す、平成30年度の結果を用いている。
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/365478.pdf>

参考文献

- 竹原祐介・高田光雄 (1998)、「市町村連携型住宅政策」に関する基礎的研究、日本建築学会計画系論文集、No. 514, pp.177-184
- 佐藤英治・澤田晃二・澤田俊明・磯打千雅子・岩原廣彦・白木渡・井面仁志・高橋亨輔・白川豪人・猪熊敬三 (2017)、「地域連携によるワークショップを軸とした大規模水害対策の検討プロセスに関する一考察」、土木学会論文集 D3 (土木計画学)、Vol.73, No.5, pp.137-I_146
- 阪本真由美 (2016)、「災害対応における組織間連携システムについて：米国の組織間連携の取り組みに基づく考察、災害復興研究、関西学院大学災害復興制度研究所、Vol.8, pp. 39-52
- 沼田宗純・近藤伸也・井上雅志・目黒公郎 (2011)、「広域的応援体制確立のための地域防災計画の比較分析、生産研究、東京大学生産技術研究所、Vol.63, No.6, pp.755-763
- 平山修久 (2015)、「災害時の安全な水の確保、保健医療科学、国立保健医療科学院、Vol.64, No.2, pp.94-103
- 畷田 泰子・岡本 祐 (2012)、「東北地方太平洋沖地震における断水長期化要因の解明、地域安全学会論文集 No.17, p.83-91
- 能島暢呂 (2011)、「東日本大震災における供給系・通信系ライフラインの復旧概況」、地域安全学会梗概集、No.28, pp.97-100
- 愛知県 (2015)、「平成23年度～25年度愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査報告書 (2015年修正)
- 愛知県企業庁 (2015)、「愛知県営水道地震防災対策実施計画 愛知県企業水道施設の地震対策 (参照年月日：2020.12.10)」、
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kigyo-suiji/0000081527.html>
- 愛知県企業 H30 年度業務指標(PI)算出結果 (現在参照不可)、
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/326200.pdf>
- 愛知県保健医療局生活衛生部生活衛生課 (2019)、「平成30年度愛知の水道 (水道年報)

(原稿受付 2020.12.15)

(登載決定 2021.06.04)

Study on Methods for Organizing Social Infrastructure Information to Respond to Wide-area Large-scale Disasters

Yoshihiro CHIBA¹ · Nobuo ARAI² · Kazumi KURAT³ · Yuko ARAKI⁴ ·
Nobuo FUKUWA⁵

¹Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University (chiba.yoshihiro@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

²Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University (arai.nobuo@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

³Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University (kurata@nagoya-u.jp)

⁴Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University (arakiy@nagoya-u.jp)

⁵Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University (fukuwa@nagoya-u.jp)

ABSTRACT

In this study, the supply routes of waterworks in the Nishi-mikawa region of Aichi Prefecture were graphed and applied to ongoing discussions with higher-level administrators to consider collaboration in the event of a disaster. As a result, concrete proposals for cooperation were presented, and it was shown that the following three points were useful in the materialization of regional cooperation: (1) continuity of themes, (2) dialogue with upper management principal, and (3) visualization of cooperation targets through graphing efforts. In addition, with a view to applying the graph to the consideration of more effective collaboration measures, a person in charge of disaster prevention at a local government indicated that the graph could serve as a basic document for collaboration.

Keywords : *Disaster Information, Regional Collaboration, Workshop, Water Supply, Multi Stakeholders*

緊急救命避難支援システムにおける複数箇所の 災害発生を考慮した避難誘導方式

和田友孝¹・前川華奈¹・大月一弘²

¹ 関西大学 システム理工学部 電気電子情報工学科 (wadat@kansai-u.ac.jp)

¹ 関西大学 システム理工学部 電気電子情報工学科 (k975275@kansai-u.ac.jp)

² 神戸大学 大学院国際文化学術研究科 グローバル文化専攻 (ohtsuki@kobe-u.ac.jp)

和文要約

世界各地でテロや火災などの突発的災害によって多くの死傷者が発生している。このような災害は最初に局所エリアで発生し、広がっていく災害である。このような局所的突発性災害の発生を迅速に検知し、リアルタイム性の高い災害情報を被災者に提供することを目的として、我々は緊急救命避難支援システム(ERESS)の研究開発を行っている。このシステムは、スマートフォンなどの携帯端末に搭載されているセンサを利用して、人の動きのデータを無線通信で収集することにより災害を迅速に検出しようとするものである。従来の ERESS では一箇所で災害が起きた場合の避難経路を端末に表示し、避難誘導を行っていたが、複数箇所の災害に対しての避難誘導は考慮されていなかった。そこで本論文では、複数箇所の災害発生時の避難誘導方式を提案する。実際に複数箇所で災害が起きた場合の避難誘導実験を行い、その有効性を検証する。

キーワード：緊急救命避難支援システム、複数箇所災害、避難誘導、iBeacon、BLE

1. はじめに

近年、世界各地でテロや火災などの突発的災害によって多くの死傷者が発生している。テロや火災などの局所的な災害に遭遇した被災者や災害を認知していない被災者は、即時に災害の発生場所や安全な場所などの情報を正確に得ることは難しい。そこで災害時における代表的な避難支援システムとして、携帯電話などの通信手段を用いた災害時ナビ (KDDI 株式会社, 2016) や各種センサ情報を通信で収集するセンサネットワーク (Barnes et al., 2007) などが存在する。災害時ナビは、携帯端末の GPS 機能を使って現在地情報を取得し、現在地から避難所までのルートを表示する避難支援システムである。しかし、災害や避難所の場所などの情報取得はサーバに依存しているため、災害時にサーバが破損した場合には情報を取得できない。また、災害発生直後などでサーバへのアクセスが集中した場合、情報の取得までにかかり時間を要する可能性がある。センサネットワークは、建物内に設置した複数のセンサがネットワークを介して相互に接続し、センサ情報をサーバに集約して管理するものである。

収集したセンサデータから災害発生検知を行い、建物内にいる被災者に通知される。しかし、センサを建物内に複数設置するためにコストがかかり、災害の影響により設置されたセンサやサーバが損傷した場合、システムが正常に機能しないという問題点がある。

これらの従来システムの問題点を解決するために、我々は緊急救命避難支援システム (ERESS : Emergency Rescue Evacuation Support System) の研究開発を行っている。ERESS (Wada et al., 2016) とは、災害の発生を即時に自動で検知し、リアルタイム性の高い災害情報を被災者に提供することにより避難支援を行うシステムである。本システムでは、携帯ネットワークの基地局のような通信インフラを用いず、携帯端末間で直接通信してアドホックネットワークを構成するため、災害時においてもサーバなどに依存せず動作が可能である。ERESS の機能を実装したソフトウェアをインストールしたスマートフォンなどの携帯端末を ERESS 端末と呼ぶ。ERESS 端末に搭載されている加速度センサを用いて端末保持者の行動判定を行っている。加速度センサを用いた行動分析には

機械学習の1種である SVM (Support Vector Machine) (Cristianini et al., 2000) を用いる。加速度センサから得られたデータに SVM を用いることで、停止・歩行・走行といった基本行動の判別を行う。また、非常時に起こる行動として、転倒・しゃがみ・伏せの異常行動を検出することも必要である。

このような異常行動を検出してモバイルアドホックネットワーク(MANET) (Kuo et al., 2016) を利用し情報収集して災害検知を行う。災害検知された場合、端末の地図情報から避難経路探索を行い、適切な避難経路を提示して誘導を行う。

本論文では、避難経路探索と誘導に焦点を当てる。他の避難支援システムは災害発生の検知および通知が主な機能である。避難経路探索は、安全な避難経路を示すために必須の要素である。災害発生直後に避難誘導を即時に開始することにより犠牲者を大幅に低減できると考えられる。

従来の ERESS では一か所で災害が発生した場合の避難経路を端末に表示して避難誘導を行っていた。しかし、実際の災害現場に起こるような複数箇所の災害に対しての避難誘導は考慮されていない。そこで本論文では、ERESS における複数箇所の災害発生時の避難誘導方式を提案する。情報の送信・受信機能の両方を搭載したアプリケーションを用いることにより、災害の発生場所を通知し、リアルタイムな災害にも対応することが可能となる。これにより複数箇所で火災や建物の倒壊が起き、通路が通行不可になっても、その場所を避けた経路を端末に表示して安全に避難することができる。現在のエリア情報や災害発生場所などの情報を周囲の端末に通知するために超低消費電力無線技術である BLE (Bluetooth Low Energy) を用いる。これは約 10 m の通信距離で比較的簡単に無線通信ができる規格である。また、実際に複数箇所で災害が発生した場合を模擬した避難誘導実験を行い、提案方式の有効性を検証する。実験では火災を実際に生じさせることは難しいため、部屋からは視認がしにくい通路の端で火災が発生した直後を想定する。火災発生直後はまだ通路に煙は充満していないため、火災が発生したことを部屋にいる人の携帯端末に即時に伝えることにより、何も情報が無い場合よりも早く安全地帯への避難が可能であることを明らかにする。さらに、複数箇所の火災では、従来方式よりも提案方式がより効果が高いことを明らかにする。今回の実験の想定は、火災が発生した直後でまだ煙が充満していない実際の状況に類似していると考えられる。

2. 緊急救命避難支援システム (ERESS)

局所的突発性災害の発生時において、適切な避難をすることが非常に困難である問題を解決するため、我々は被災者の保持する携帯電話・スマートフォン・タブレットなどの携帯端末を利用できないかと考えた。携帯端末

同士が直接通信を行い、モバイルアドホックネットワークを構成し、リアルタイム性の高い情報を被災者に提供するシステムである ERESS を開発してきた。本システムは、局所的突発性災害発生現場に居合わせた人々の保持する ERESS 端末間で自動的に災害情報を共有し、災害発生後 30 秒以内に避難指示を行うことで災害による犠牲者数を減少させることを目的としている。

図 1 に ERESS の概要を示す。火災の例では火の近辺にいる端末は、非常状態を検知し、周辺の端末に災害情報の配信を行う。一方、災害地点から遠方の端末は、災害情報を取得すると画面表示や音声により避難支援 (和田, 2019) を行う。これまでに提案されている避難誘導のシステムの一例として、緊急避難誘導システム (株式会社 KTS, 2019) がある。このシステムは、災害発生後に役場等の災害対策拠点から緊急信号を発出し、地域内に設置した受信機が災害情報や各種災害に応じた避難方向を表示し、従来の音声案内ではできなかった避難誘導ができるシステムである。しかし、受信機が設置されている場所でしか有効でないため、使用場所が限られる。我々の提案している ERESS は携帯端末を所持していれば避難誘導されるため、適用範囲が広いという特長がある。利用可能な災害事例として、比較的狭い範囲で発生する火災や不審者による傷害事件などが挙げられる。

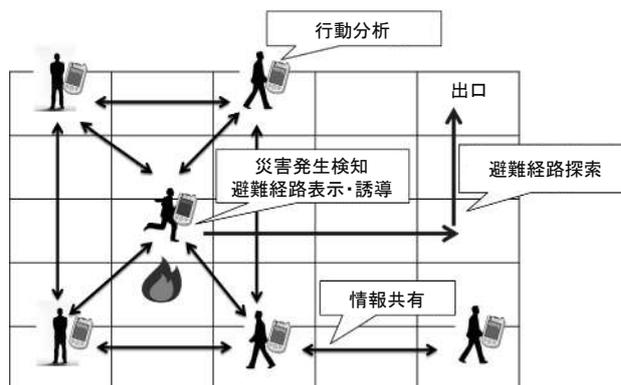


図-1 ERESS の概要

ERESS を実現するために、その機能として5つの機能から構成される。各機能の概要を以下に述べる。

機能1: MANET を用いた情報の交換・共有

機能1は、災害時にリアルタイムな災害情報を ERESS 端末保持者へ迅速に提供することを目的としている。災害情報とは、災害の発生位置や危険箇所、混雑している通路など、被災者の緊急避難に必要な情報である。災害時において被災者に有益な情報を提供するには、あらゆる環境・状況・場所においてもシステムが利用できる必要がある。これを実現するため、ERESS ではインフラに依存せずにローカルなネットワークを構築できるモバイルアドホックネットワーク (MANET) を用いる。ERESS 端末間で MANET を構築することにより、災害時にリアルタイムな避難支援情報を ERESS 保持者に提供するこ

とができる。

機能2: ERESS 端末保持者の行動分析

機能2は、災害発生検知において必要となる、ERESS 端末保持者の非常状態の取得を目的としている。非常状態とは、災害に遭遇した際に被災者がとる可能性の高い行動を指す。具体的には、日常的な行動（以下、通常状態）と異なる急な加速および方向転換などの非日常的な行動である。ERESS 端末は、加速度・角速度・地磁気などのセンサを用いて、常に端末保持者の行動をセンシングする。端末保持者のセンシングデータ値の変位を分析することにより、端末保持者の行動を把握する。また、ERESS 端末には、屋外位置情報を取得する GPS と BLE の搭載を想定している。屋内のビーコン発信機からのビーコン信号を受信して端末保持者の位置情報を取得することにより、周囲にいる他端末の位置分布を把握できる。従って、混雑している通路や危険と予想されるエリア等を算出することにより、安全かつ迅速に避難可能な経路の探索に利用できる。

機能3: 災害発生検知

機能3は、機能2において取得した ERESS 端末保持者の非常状態を用いて災害発生検知をすることを目的としている。一人の ERESS 保持者の非常状態のみで災害発生検知を行うと、予期せぬ行動（子供が急に駆け出す、地面に落ちているものに躓くなど）により、動きの変化が現れるために災害が発生していないにも関わらず、災害発生と判定する恐れがある。そこで、災害発生検知では、誤検知を低減するために、複数の端末の情報を集める必要がある。ERESS 端末は周囲の ERESS 端末から行動分析結果を収集・分析する。分析の結果、災害が発生していないと判定した場合には機能4へは移行せず、機能3までを定期的に繰り返す。災害を検知したと判定した場合には機能4へ移行する。

機能4: 避難経路探索

機能4は、ERESS 端末が取得・分析した情報を用いて各々の ERESS 端末保持者に適した、出口まで迅速に避難できる経路を探索することを目的としている。災害を検知した場合、災害の発生地点や混雑している通路および出口を特定する。これらの情報を用いて各 ERESS 端末の保有者に適した避難経路を探索する。ここで探索される避難経路は、災害による危険に遭遇せず、混雑した通路および出口を回避できる経路である。災害の状況や使用可能な経路、出口の状況はリアルタイムに変化する。これらの情報を ERESS 端末保持者の移動経路などから割り出し、リアルタイムに避難経路に反映することにより、安全な経路で避難できるようにする。

機能5: 避難経路の表示・誘導

機能5は、機能4で探索した避難経路を ERESS 端末保持者に提示し、出口まで正確に誘導することを目的としている。避難経路の提示方法として、ERESS 端末の画面上に避難すべき方向を表示する、ERESS 端末のスピー

カーから避難すべき方向を音声で通知するなどが挙げられる。

本論文では、機能4と5に焦点を絞り、避難経路探索と避難誘導について検討する。従来の避難経路探索では1箇所で災害が起きた場合の避難経路を端末に表示して避難誘導を行っていた。しかし、実際の災害現場においては災害発生場所が1箇所とは限らず、複数箇所の災害に対しての避難誘導も考慮する必要がある。従来方式では1箇所の災害発生場所を発見した人の端末から周辺端末に通信して避難経路探索を行うため、2箇所以上の災害発生が生じた場合には適切な避難経路探索ができないという問題点がある。

そこで、本論文ではこの問題を解決するために、災害が複数箇所で起きた場合を考慮した避難経路探索を新たに提案する。そして、複数箇所の災害発生時にも対応できる避難誘導方式を考慮した BLE を活用したシステム開発を提案する。

3. 提案方式

(1) 目的と概要

屋内で火災等の災害が複数発生した場合における、迅速で正確な避難誘導を目的として、複数箇所の災害発生を考慮した新たな避難誘導方式を提案する。本方式におけるアルゴリズムは、リアルタイムに変化する災害状況を把握し、災害場所を考慮することで避難経路を適宜変更するものである。また、災害発生判定には iBeacon と BLE を用い、近くの端末保持者に災害発生事象と発生場所を通知する。これにより、災害発生場所付近に居る被災者のスムーズな避難が可能となる。提案方式では、屋内の天井に iBeacon を設置したものとし、iBeacon によりエリア分けを行うものとする。iBeacon を利用した理由は、建物に安価に設置でき、導入しやすいためである。また、iBeacon によるエリア推定は、ビーコン間隔を7mで格子状に設置し、端末の加速度センサによる移動状態と進行方向からエリア推定を行うと、エリア情報の誤推定を低減でき、エリア推定精度を向上できるということをすでに確認している (Matsumoto, 2017)。また本方式は、災害発生後の屋内において災害にいち早く気づいた被災者と気づいていない被災者が共存する環境を想定している。

(2) 処理手順

提案方式のシステム構成を図2に示す。火災の発見者は親端末となり、火災発見場所のエリア情報を周囲の子端末へ向けて BLE 通信で送信される。そのネットワークプロトコルは BLE 通信プロトコルである。送信されたデータは受信した端末に蓄積される。地図は各端末に事前に生成されている。地図の更新は各端末で新たな iBeacon からのエリア情報を受信したときに更新され、火災発生を検知した人が端末のボタンで入力することに

より BLE 通信が行われる。避難経路の選定方法は、各端末から候補となる安全地帯までの距離が最短となる経路をダイクストラアルゴリズムにより選定する。避難経路の再構築は同じアルゴリズムを適用して行う。

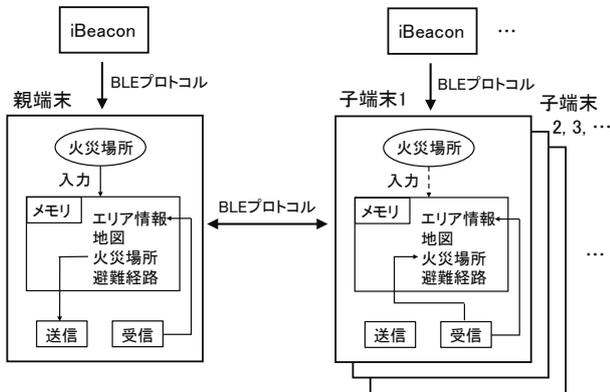


図-2 システム構成

具体的な処理手順は、以下に示す3ステップから構成される。

Step 1 : iBeacon からエリア情報を取得

Step 1 では建物内に設置された iBeacon からエリア情報を取得する。取得した情報の RSSI (Received Signal Strength Indicator: 受信信号強度) は対数表記のため、真値に変換する。エリア情報を取得後、ERESS 端末は自分の存在を周囲に伝えるためにインターバル時間ごとに自動でアドバタイズパケット (告知パケット) を周囲に送信する。

Step 2 : 端末保持者が災害を発見、災害発生場所を通知

災害を発見した被災者は、自らが親端末 (情報の送信者) となり、Step 1 のアドバタイズパケットを基に周囲に存在する端末保持者に向けて災害発生場所の送信を行う。災害発生検知は人が親端末に発生場所のボタンを押して入力することにより行われる。

Step 3 : 災害発生場所を基に避難経路探索

Step 2 より、災害発生場所を取得すると、自身が存在するエリアから安全地帯までの最適な避難経路の探索を行う。ここでもし、図3と図4に示すように、避難の最中に別の場所で災害が発生した場合は、その災害を発見した端末が親端末となり災害発生場所を通知する。子端末は、新たな災害発生場所を受信すると、図5に示すように iBeacon によるエリア情報と送られてきた災害発生場所から、ダイクストラ法を用いて最短距離で避難できる避難経路の再構築を行う。また、複数の災害が同時発生した場合においても、その位置情報を基にダイクストラ法を用いて最短距離で避難できる避難経路を再構築する。このように、災害発生場所の通知と避難経路の再構築を繰り返すことにより、被災者は安全に避難すること

が可能となる。

以上のステップにより、端末保持者を迅速に避難誘導させることが可能となる。また、どの端末でも親端末および子端末となれることでリアルタイムに発生する複数の災害に対応することが可能となる。従来方式との違いは、端末に2種類 (親と子) の機能を搭載しており、複数災害発生場所を考慮して最短の避難経路を提示できることである。

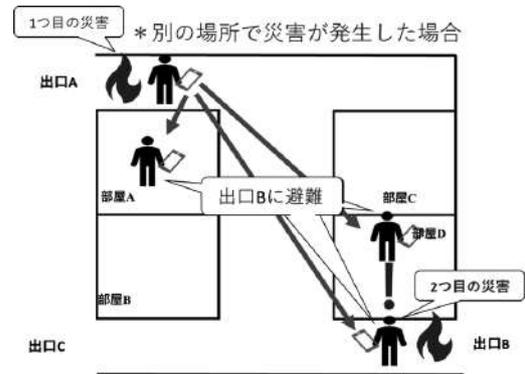


図-3 1つ目の災害以外の場所で2つ目の災害が発生

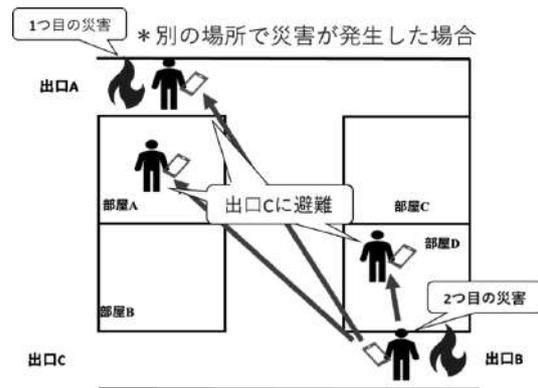


図-4 2つ目の災害を周辺に通知

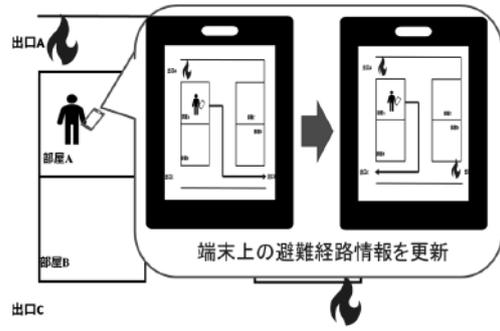


図-5 避難経路の再構築

図6に提案方式のフローチャートを示す。屋内エリア情報の取得開始後、端末保持者の現在地を端末上に表示する。端末保持者が災害を発見した場合、親端末となり周囲の端末に災害発生場所を送信する。災害発生場所を受信した端末は、それを基に避難経路の再構築を行う。

そして安全地帯まで避難することができれば避難誘導を終了する。もし避難中に他の場所や安全地帯で新たな災害が発生していた場合、親端末となりその場所が災害発生場所であることを周囲に送信する。これにより、提案方式はリアルタイムに複数の災害が起きた場合においても避難誘導が可能となる。仮に避難可能な経路が消失した場合、避難経路探索を繰り返す。

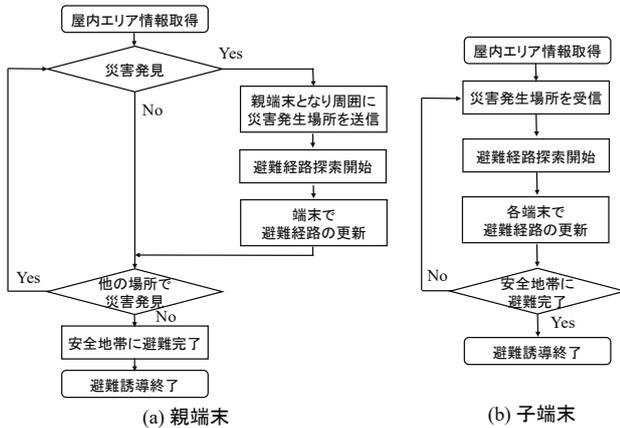
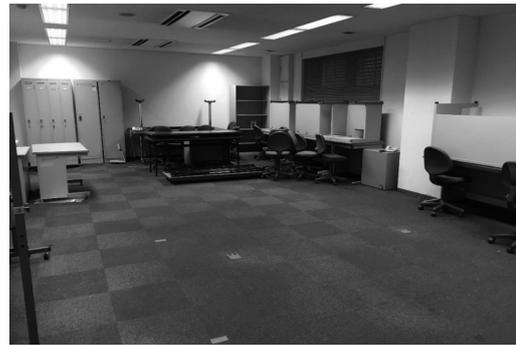


図-6 提案方式のフローチャート



(a) エリア1の部屋



(b) エリア2～6の廊下

図-7 実験フィールド

4. 実験による性能評価

(1) 目的と実験概要

提案方式の有効性を確かめるため、2種類の実験により性能評価を行う。実験1は基礎実験に相当するもので、iBeaconによるエリアを正しく認識できているかを実験した。実験2は複数災害を想定した避難誘導実験であり、避難誘導の効果について検証を行った。

表-1 実験1の環境

実験場所	関西大学学術フロンティア・コア 4階 F42教室および廊下
実験フィールドの広さ	縦 6.0 m 横 10.0m 高さ 2.2m
使用携帯端末	iPhone 6s 6台
使用iBeacon	MB004 Pro Ac-DR 6台
iBeaconの出力電力	-16 dBm
被験者数	8人

(2) 実験1：エリア認識実験

a) 実験環境

iBeaconからエリア情報を正確に取得し、端末上に避難経路を示すマップが表示されているかについて基礎実験を行う。この実験は次に行う実験2のためにiBeaconの設置場所や間隔を決定するための実験という位置づけとなる。廊下と部屋で構成されているシンプルなフィールドにおいて、ある部屋から避難する場合の人の歩行と走行の違いによりエリア認識が正しくされるかどうかを検証する。この結果を参考にして実験2に活用する。火災を想定して、被験者は西出口および東出口の2つの安全地帯に避難してもらい、その際ERESS端末がiBeaconを読み取り、マップが正確に表示されているかについて正誤判定を行う。また、通過する速度で判定率が変化する可能性を考え、歩行と走行の2パターンで実験を行う。実験環境は表1、実験フィールドは図7(a)、(b)、iBeaconのエリアは図8にそれぞれ示す。被験者は図8のエリア1から避難を開始するものとする。

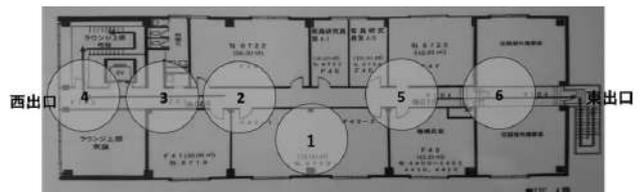


図-8 iBeaconのエリア

b) 実験結果

被験者が iBeacon の対応するエリアを通過した際に正しく判定できている割合を正判定率として評価する。図 8 より、西出口が安全地帯の場合には 1→2→3→4、東出口が安全地帯の場合には 1→5→6 となっていれば正判定となる。1 秒ごとにエリア判定を行い、8 人の被験者に対して行った実験結果を表 2 に示す。表 2 の右下に示された箇所は被験者全体の平均正判定率を示す。実験結果より、被験者全体の平均正判定率は 77% であった。表の西出口が安全地帯の場合の誤判定が多くあった。これは、iBeacon の設置間隔が近かったため、2 つの iBeacon を受信する範囲が広くなり誤判定してしまったと考えられる。また、被験者によって平均正判定率に大きく差がついてしまった原因として、2 つの iBeacon からの信号を受信する場所に長く滞在すると地図が激しく切り替わり、立ち止まってしまったためと考えられる。従って、iBeacon の設置間隔を適切に行う必要がある。なお、iBeacon ごとに UUID は変更しており、その信号を受信する端末でのサンプリング周波数は 1 Hz とする。この理由は、サンプリング周波数を上げて iBeacon からの信号到達距離は 7 m 以上あるため、それほど正判定率は上がらず、処理時間が増えて消費電力も上がってしまうため、あまり大きくないサンプリング周波数としている。

表-2 歩行と走行の正判定率

被験者番号	歩行(西)	走行(西)	走行(東)	歩行(東)	平均正判定率
①	60%	60%	100%	67%	72%
②	60%	100%	100%	100%	90%
③	80%	100%	100%	100%	95%
④	60%	100%	50%	100%	78%
⑤	100%	100%	100%	100%	100%
⑥	40%	60%	50%	50%	50%
⑦	42%	60%	100%	100%	76%
⑧	29%	50%	50%	100%	57%
平均正判定率	59%	79%	81%	90%	77%

(3) 実験 2 : 避難誘導実験

a) 実験環境

複数災害を想定した避難誘導実験を行う目的は、複数箇所ですべて災害が起きた際、被災者間で災害発生場所の共有を行いながら避難誘導を行い、迅速に安全な場所へ避難可能かを評価することである。性能評価における比較対象は複数の災害について考慮する提案方式と、1 つの災害について避難誘導を行う従来方式の 2 つとする。この実験は、従来方式と比較して提案方式がより迅速な避難が可能であることを明らかにするものである。

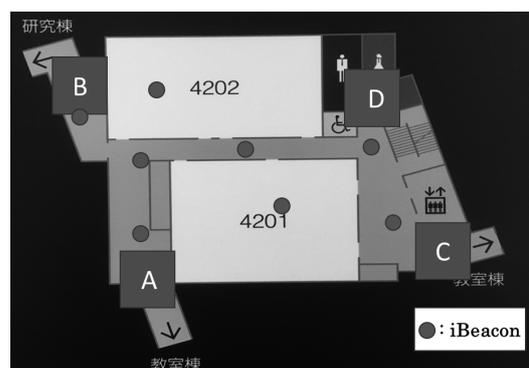


図-9 実験フィールドと安全地帯



(a) 同時火災を想定した避難



(b) 時間差火災を想定した避難 (1)



(c) 時間差火災を想定した避難 (2)

図-10 避難のシナリオ

本実験では、天井に設置した iBeacon からエリア情報を取得し、取得したエリア情報を用いて実験場所に設置した安全地帯まで避難誘導を行う。実験 1 での結果を参考に iBeacon の設置場所と間隔を決定した。図 9 に実験フィールドと安全地帯 (A~D) の設置場所を示す。安全地帯の場所はランダムに変更し 4 か所存在するうちの 1 か

所に限定する。また、本実験では火災を想定し、安全地帯付近の通路で火災が起こるものとする。この火災の通知(親端末)は実験者が行うものとする。被験者は建物内で火災が発生した状況を想定し、実験開始地点(4202 教室)から安全地帯まで避難を行ってもらおう。被験者はこのエリアを利用したことがある人であるため、完全な土地勘のない建物というわけではない。仮に土地勘のない人が被験者となった場合、教室から避難する際の方向が全く分からない人が出てくる可能性があるため、避難するのにさらに時間がかかる可能性がある。

実験における避難のシナリオを図 10 に示す。実験は以下の 2 種類について行う。

(1) 同時火災を想定した避難

提案方式では、実験開始と同時に全箇所の火災発生場所を被験者の端末に通知し避難を行ってもらおう(図 10(a))。従来方式では複数災害を想定しておらず、1か所のみを通知し避難を行ってもらおう。従って、火災が発生している別のエリアを安全地帯として避難誘導してしまう場合があり、その場合には自力で別の場所を探さなくてはならない。

(2) 時間差火災を想定した避難

提案方式では、実験開始と同時に 1か所の火災発生場所を被験者の端末に通知し(図 10(b))、一定時間(10秒)後に別の場所の火災発生場所を通知し避難を行ってもらおう(図 10(c))。従来方式では最初の火災発生場所のみを通知し、その後の別の火災発生場所を通知しないため、その場所へ誘導してしまう可能性もある。

表 3 に本実験の実験環境を示す。また、図 11 に提案方式のアプリの動作画面を示す。送信画面において、エリア認識が完全に正確であるという保証はないため、今回は確実に A, B, C, D の各場所で災害発生を特定して行った。実験開始地点(4202 教室)から避難を開始し、被験者が安全地帯に避難することができた場合を避難完了とし、その時の時間を避難完了時間とする。これは端末の接続時間込みの時間を示している。端末間が離れていて接続が不安定になる場合、接続に時間がかかる場合があるため、本実験ではこのような場合は除いている。実験ごとに安全地帯の場所と火災発生場所を変化させ、被験者の避難行動を確認する。端末を見ており、結果的に他の人と一緒に集団として同じ方向へ避難する被験者も見られた。1 回の実験当たり 5 人で行い、ERESS 端末を 5 人に配布して実験を実施した。行った実験パターンを表 4 に示す。例としてパターン①を説明する。パターン①では B を安全地帯、D と A を火災発生場所とする。同時火災の場合は D と A で火災が起きていることを端末で確認してもらい避難を行う。時間差火災の場合は D で火災が起きていることを確認してもらい避難を行うが、端末上では A が安全地帯になっているため被験者は A へ避難しようとする。そして実験開始から一定時間(10秒)後に A

を火災発生場所に設定する。これを表 4 に示すパターン①と定義する。また、パターン③では実験開始時に 1か所、一定時間(10秒)後に 2か所の計 3か所で災害が発生するものとする。実験ではこのパターンに基づいて行い、避難完了時間の検証を行う。

表-3 実験 2 の環境

実験日時	2020年1月26日
実験場所	関西大学千里山キャンパス 第4学舎4号館2F
実験フィールドの広さ	40×50m
被験者総数	30人
使用機器	iPod touch(第6世代):10台
使用ビーコン	MB004 Pro Ac-DR
想定災害	火災
1回の実験あたりの被験者数	5名
iBeaconの出力電力	-16dBm
サンプリング周波数	1Hz



(a) 送信画面 (b) 受信画面(通常時) (c) 受信画面(火災時)

図-11 アプリの動作画面

表-4 実験パターン

実験パターン	安全地帯&火災発生場所
①	B(安全地帯) D→A(火災発生場所)
②	A(安全地帯) C→B(火災発生場所)
③	D(安全地帯) A→B, C(火災発生場所)

b) 実験結果

5人の被験者による避難誘導実験を行い、同時火災が起きた際の複数災害を考慮しない従来方式、複数災害を考慮した提案方式の2つの場合における避難時間完了の比較と、時間差火災が起きた際の複数災害を考慮しない従来方式、複数災害を考慮した提案方式の2つの場合における避難完了時間の比較を行う。なお、火災の発見から地図を表示するまでの処理と通知にかかる時間は、従来方式および提案方式ともに1秒以内である。

実験パターン①での各方式における被験者ごとの避難完了時間と平均避難完了時間を表5に示す。被験者のスタート位置は教室内のランダムな位置、通過ルートは従来方式では教室出口からAへ行き、その後B、提案方式では教室出口からBとなった。表5中の下から2番目に示された箇所は各方式の平均避難完了時間を示す。実験結果より、同時火災の場合の複数災害を考慮せず避難誘導を行う従来方式の平均避難完了時間は57.4秒、複数災害を考慮した避難誘導を行う提案方式の平均避難完了時間は25.8秒であった。また、時間差火災の場合の複数災害を考慮せず避難誘導を行う従来方式の平均避難完了時間は68.8秒、複数災害を考慮した避難誘導を行う提案方式の平均避難完了時間は52.8秒であった。この結果より、火災発生場所DとAで同時に火災が発生した際に安全地帯Bへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均31.6秒避難時間を短縮できることが分かる。また、火災発生場所Dで火災が発生し、一定時間(10秒)後にAで火災が発生し、安全地帯Bへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均16.0秒避難時間を短縮できることが分かる。

表-5 実験パターン①での避難完了時間

パターン①	安全地帯B、火災発生場所D→A			
	同時		時間差	
	従来方式(秒)	提案方式(秒)	従来方式(秒)	提案方式(秒)
被験者1	60	26	71	52
被験者2	61	26	63	53
被験者3	55	25	66	55
被験者4	58	27	73	52
被験者5	53	25	71	52
平均	57.4	25.8	68.8	52.8
最大	61	27	73	55

実験パターン②での各方式における被験者ごとの避難完了時間と平均避難完了時間を表6に示す。被験者のスタート位置は教室内のランダムな位置、通過ルートは従来方式では教室出口からBへ行き、その後A、提案方式では教室出口からAとなった。表6中の下から2番目に示された箇所は各方式の平均避難完了時間を示す。実験結果より、同時火災の場合の従来方式の平均避難完了時間は42.6秒、提案方式の平均避難完了時間は21.2秒であった。また、時間差火災の従来方式の平均避難完了時間は47.2秒、提案方式の平均避難完了時間は21.6秒であった。この結果より、火災発生場所CとBで同時に火災が発生した際に安全地帯Aへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均21.4秒避難時間を短縮できることが分かる。また、火災発生場所Cで火災が発生し、一定時間(10秒)後にBで火災が発生し、安全地帯Aへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均25.6秒避難時間を短縮できることが分かる。被験者1の避難完了時間を確認すると、従来方式の場合は17秒、提案方式の場合は21秒となり、提案方式が従来方式より4秒避難に遅れが生じる結果になった。これは、従来方式で被験者1がアプリの計測完

了ボタンを避難完了していない状態で間違えて押してしまったことが原因だと分かった。

表-6 実験パターン②での避難完了時間

パターン②	安全地帯A、火災発生場所C→B			
	同時		時間差	
	従来方式(秒)	提案方式(秒)	従来方式(秒)	提案方式(秒)
被験者1	17	21	47	20
被験者2	51	25	45	18
被験者3	47	18	49	26
被験者4	46	19	47	17
被験者5	52	23	48	27
平均	42.6	21.2	47.2	21.6
最大	52	25	49	27

実験パターン③での各方式における被験者ごとの避難完了時間と平均避難完了時間を表7に示す。被験者のスタート位置は教室内のランダムな位置、通過ルートは従来方式では教室出口からBへ行き、その後D、提案方式では教室出口からDとなった。表7中の下から2番目に示された箇所は各方式の平均避難完了時間を示す。実験結果より、同時火災の場合の従来方式の平均避難完了時間は41.6秒、提案方式の平均避難完了時間は15.8秒であった。また、時間差火災の従来方式の平均避難完了時間は42.6秒、提案方式の平均避難完了時間は31.6秒であった。この結果より、火災発生場所BとCで同時に火災が発生した際に安全地帯Dへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均25.8秒避難時間を短縮できることが分かる。また、火災発生場所Cで火災が発生し、一定時間(10秒)後にBで火災が発生し、安全地帯Dへ避難誘導を行った場合、提案方式は平均11.0秒避難時間を短縮できることが分かる。

表-7 実験パターン③での避難完了時間

パターン③	安全地帯D、火災発生場所A→B,C			
	同時		時間差	
	従来方式(秒)	提案方式(秒)	従来方式(秒)	提案方式(秒)
被験者1	46	16	43	33
被験者2	40	17	43	30
被験者3	38	12	43	34
被験者4	40	18	42	30
被験者5	44	16	42	31
平均	41.6	15.8	42.6	31.6
最大	46	18	43	34

表-8 全被験者の避難完了時間

火災条件	全被験者の避難完了時間			
	同時		時間差	
	従来方式(秒)	提案方式(秒)	従来方式(秒)	提案方式(秒)
①安全地帯B、火災発生場所D→A	61	27	73	55
②安全地帯A、火災発生場所C→B	52	25	49	26
③安全地帯D、火災発生場所A→B,C	46	18	43	34

被験者全員が安全地帯に避難完了するまでの避難完了時間を実験パターンごとに示したものを表8に示す。表より、いずれの実験パターンにおいても提案方式を用い

ることで全被験者の避難完了時間が従来方式よりも短く、改善できていることが分かる。従来方式の場合、端末上には実験開始時に親端末からあらかじめ決定された1ヶ所の災害発生場所と安全地帯の情報が送信され、表示されている。そのため、安全地帯で2つ目の災害が発生した場合、別の安全地帯までの経路が再構築されない。端末には常に最初に表示された地図が残り、自力で安全地帯まで避難するのに時間がかかり、避難完了時間が増加したと考えられる。

一方、提案方式の場合、端末上には実験開始時に親端末からすべての火災の位置と避難経路が地図に表示されるため迷わず避難でき、避難時間が短縮できたと考えられる。また、提案方式の時間差火災の場合、後から2次災害などで火災が発生しても、親端末がその火災場所を送信することで避難経路が再構築されるため迷わず避難でき、避難時間が短縮できたと考えられる。つまり、従来方式ではすぐに安全地帯へ到着せずに避難経路が長くなってしまふことがあるが、提案方式では避難経路を短く安全地帯へ誘導できていると言える。

以上の実験結果により、提案方式を用いることで複数災害に対応した迅速な避難が可能となる。

5. おわりに

本論文では、ERESSにおける複数箇所の災害発生時の避難誘導方式を提案した。提案方式の有効性を示すために、実験1: エリア認識実験および実験2: 避難誘導実験による性能評価を行った。実験1では、iBeaconからエリア情報を正確に取得し、端末上に避難経路を示すマップが表示されているかについて検証を行った。

実験2では複数災害を考慮した避難誘導実験の検証を行った。提案方式は、端末上には実験開始時に親端末からすべての火災の位置と避難経路が地図に表示されるため迷わず避難でき、避難時間が短縮できた。また、時間差火災の場合で後から2次災害などで火災が発生しても、親端末がその火災場所を送信することで避難経路が再構築されるため迷わず避難でき、避難時間が短縮できた。以上の結果より、複数箇所の災害発生を考慮した避難誘導方式の有効性を示した。

しかし、本実験と提案方式の問題点として、エリア情報を受信しにくい場所があった。BLEには最大出力2.5 mWのClass 2を用いており、通信距離は約10 mである。エリア情報を受信しにくかった場所は、親端末がエリアC付近におり、子端末がエリアAもしくはB付近にいる場合には4201教室を超えての通信となるために通信距離が大きく教室の壁による遮蔽により受信しにくい状況があった。これを改善するためには、途中の廊下や教室に存在する端末による中継が考えられる。

これらの問題点は、今後検討して改善していく必要があると考えている。

謝辞: 本研究は、科研費基盤研究(C) (No.17K01309) および関西大学先端科学技術推進機構研究グループ研究助成の支援を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- Y. Inoue, A. Sashima, T. Ikeda, and K. Kurumatani (2008), "Indoor Emergency Evacuation Service on Autonomous Navigation System using Mobile Phone," Second International Symposium on Universal Communication 2008 (ISUC 2008), pp. 79-85.
- K. Uemura, H. Murotsu, K. Matsumoto, S. Nakajima, T. Wada, and K. Ohtsuki (2018), "Number of People Grasp System of Neighboring Terminals Using Bluetooth Low Energy," The 32nd International Conference on Information Networking (ICOIN 2018), pp.98-103.
- 大重美幸 (2016), 詳細! Swift3 iPhone アプリ開発入門ノート Swift3 + Xcode 8 対応, ソーテック社.
- KDDI 株式会社, 災害時ナビ, (参照年月日: 2020年12月10日), <https://www.au.com/mobile/service/featurephone/safety/saigai-navi/>
- 関口聖, 通信できなくても使える「災害時ナビ」, (参照年月日: 2020年12月10日), http://k-tai.watch.impress.co.jp/cda/article/news_toppage/34608.html
- N. Cristianini, J. Shawe-Taylor (2000), An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods, Cambridge University Press, Cambridge.
- N. Cristianini and J. Shawe-Taylor, 大北剛 訳 (2005), サポートベクターマシン入門, 共立出版.
- 拓殖久慶 (2004), 21世紀サバイバル・バイブル, 集英社.
- S. Nakajima, T. Yamasaki, K. Matsumoto, K. Uemura, T. Wada, and K. Ohtsuki (2018), "Behavior Recognition and Disaster Detection by the Abnormal Analysis Using SVM for ERESS," The 32nd International Conference on Information Networking (ICOIN 2018), pp.646-651.
- M. Barnes, H. Leather, and D. K. Arvind (2007), "Emergency Evacuation using Wireless Sensor Network," 32nd IEEE Conference Local Computer Networks, pp.851-857.
- W. -K. Kuo and S. -H. Chu (2016), "Energy Efficiency Optimization for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Access vol.4, pp.928-940.
- C. -K. Toh (2003), アドホックモバイルワイヤレスネットワーク, 共立出版.
- 広瀬弘忠 (2004), 人はなぜ逃げおくれるのか - 災害の心理学, 集英社.
- K. Matsumoto, K. Komaki, K. Uemura, S. Nakajima, T. Wada, and K. Ohtsuki (2017), "Acquisition of indoor area information for evacuation support in ERESS," Eighth

International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN 2017), 184_WIP.

松本航輝, 小牧健, 上村和暉, 中嶋真悟, 和田友孝, 大月一弘 (2017), “緊急救命避難支援システムにおける避難誘導のための屋内エリア情報取得方式,” 電子情報通信学会技術研究報告 (安全・安心な生活と ICT 研究会), vol.117, no.232, ICTSSL2017-31, pp.11-16.

T. Wada, H. Higuchi, K. Komaki, H. Iwahashi, and K. Ohtsuki (2016), “Disaster Detection Using SVDD Group Learning for Emergency Rescue Evacuation Support System,” Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering, vol.3, no.1, pp.79-96.

T. Wada, S. Katayama, and Y. B. Choi (2018), “An Isopleth-Oriented Multi-hop Ad-Hoc Communication using Clustering Control for Urgent Disaster Detection,” International Interdisciplinary Journal of INFORMATION, vol.21, no.2, pp.777-788.

和田友孝, 松本航輝, 大月一弘 (2019), “緊急救命避難支援システムにおける突発性災害時の通路混雑状況を考慮した避難誘導方式,” 日本災害情報学会誌, no.17-2, pp.179-190.

K. Mori, T. Wada, and K. Ohtsuki (2020), “A new disaster recognition algorithm for ERESS: Buffering and Bagging-SVM with the grid method,” IEICE Communications Express, vol.9, no.8, pp.371-376.

株式会社 KTS, 緊急避難誘導システム (参照年月日:2021年5月5日), <https://kts.ne.jp/sp-kinkyu.html>

(原稿受付 2020.12.15)

(登載決定 2021.6.4)

Evacuation Guidance System Considering the Occurrence of Multiple Disasters in Emergency Rescue Evacuation Support System

Tomotaka WADA¹ · Kana MAEKAWA¹ · Kazuhiro OHTSUKI²

¹Department of Electrical, Electronic and Information Engineering, Faculty of Engineering Science, Kansai University (wadat@kansai-u.ac.jp)

¹Department of Electrical, Electronic and Information Engineering, Faculty of Engineering Science, Kansai University (k975275@kansai-u.ac.jp)

²Graduate School of Intercultural Studies, Department of Culture and Globalization, Kobe University (ohtsuki@kobe-u.ac.jp)

ABSTRACT

Many casualties have been caused by sudden disasters such as terrorism and fires all over the world. Such disasters are disasters that first occur in local areas and then spread. We are conducting research and development of an Emergency Rescue Evacuation Support System (ERESS) for the purpose of promptly detecting the occurrence of such a local sudden disaster and providing disaster information with real-time characteristics to the evacuees. This system uses sensors mounted on mobile terminals such as smartphones to quickly detect disasters by collecting data on human movements via wireless communication. In the conventional ERESS, the evacuation route when a disaster occurs at one place is displayed on the terminal and evacuation guidance is performed, but evacuation guidance for multiple disasters is not considered. Therefore, in this paper, we propose an evacuation guidance method in a disaster at multiple locations. Evacuation guidance experiments have been conducted in a disaster at multiple locations to verify the effectiveness of the proposed method.

Keywords : *Emergency Rescue Evacuation Support System, multiple disasters, evacuation guidance, iBeacon, BLE*

人流データを用いた警戒期における大規模避難状況の 推計 ～令和2年台風第10号襲来時の事例からの試み～

宇田川 真之

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 災害過程研究部門 (udagawa@bosai.go.jp)

和文要約

本研究では、警戒期の広域的な住民避難支援活動業務の改善を長期的な目標に、警戒期における大規模な住民避難状況の把握手法として、準リアルタイムに提供される人流データの有用性を検証した。大規模な河川氾濫や火山噴火などの警戒期には、事前に広域的な避難が必要となり、行政機関では移動手段や避難施設の確保など住民の避難支援活動が求められる。域外への避難が必要な区域内の人口動態を準リアルタイムに把握できれば、避難支援活動の計画立案等に資すると期待される。そこで、2020年から全国的に準リアルタイムに提供の始まった携帯電話の管理情報にもとづく人口滞在データを利用して、比較的規模の大きな事前避難の行われた令和2年台風第10号襲来時の熊本市における1時間単位での人口推移を事例に分析を行い、データの有用性を考察した。

人口動態の予測では、日単位および週単位の周期性とともに、不定期な祝日や天候等の影響を勘案できる時系列モデルを新たに用いた。そして区域内の居住者と来訪者を分離して解析することにより、それぞれの異なる人口動態を明確にした。データ解析の結果、氾濫区域内の滞在人口の増減とともに、居住者における台風襲来時の昼間の外出抑制や夜間の人口減少、来訪者の宿泊施設の存するエリアでの増加などの人口動態を抽出し、本手法の有用性と今後に必要な改善策を示した。

キーワード：避難、令和2年台風第10号、人流データ

1. はじめに

大規模な河川氾濫や高潮、また火山噴火など被害が広域に及ぶ恐れのある災害発生の危険が事前に予測される場合には、事前から規模の大きな避難が行われる。こうした事前の避難活動では、住民が自主的に親戚宅などの避難場所を確保し、自家用車等での早期の待避が行われる。ただし、自力では移動の困難な高齢者や避難の遅れた住民などに対しては、行政機関による移動手段や避難先施設の確保も必要となる。

例えば2000年3月31日に噴火した有珠山噴火では、27日頃より火山性地震が急増し、翌28日には火山周辺自治体より自主避難が呼び掛けられ、29日までに約1万人が避難をした。そして31日の噴火後には、自衛隊によ

る住民の移送のほか、行政からの要請にもとづき鉄道の緊急車両による住民輸送などの避難支援活動が行われた(北海道, 2003)。また首都圏の江東4区などでは、大規模な河川氾濫や高潮による浸水が懸念される際の広域避難の必要性が周知されている。避難対象者が膨大なため、行政による避難場所や移動手段の確保だけでは不足することから、住民には3日程度前からの自主避難が呼びかけられている。ただし、避難行動要支援者等に対しては、行政機関などによる避難支援活動が想定されている。(中央防災会議 防災対策実行会議 令和元年台風第19号等を踏まえた避難情報及び広域避難等に関するサブワーキンググループ, 2020)。

こうした行政機関による大規模な避難支援活動や計画

立案は、火山噴火や大型台風の襲来などが予測される数日前から検討が行われることとなる。数日間にわたる警戒期に、住民がどの程度すでに自主避難しているか、あるいは危険な地域にまだ残っているのかなどの状況をリアルタイムに把握することができれば、住民への広報活動や避難誘導の計画立案などに有用と期待される。

そうしたなか2020年1月から、大手携帯キャリアにより、日本全国を対象に500mメッシュ単位で、1時間前の人口分布を準リアルタイムに提供するサービスが始まった。そして2020年の9月6日から7日にかけて九州に接近した大型で非常に強い台風第10号の警戒期には、比較的規模の大きな避難活動が行われた。9月3日から、気象庁と国土交通省が合同記者会見を開き、警戒が呼びかけられた。そして9月7日7時時点で、九州・中国・四国地方の約180万人に避難指示（緊急）が、約690万人に避難勧告が発令された（内閣府，2020a）。こうした早くからの行政や報道機関による注意喚起に伴い、多くの住民が指定避難所やホテルなどへ避難したと報告されている（内閣府，2020b）。

そこで本研究では、警戒期の大規模な住民避難支援活動業務の改善を長期的な目標に、数日前からの警戒期における住民避難状況の把握手法として、準リアルタイムに提供される人流データの有用性を検証することとした。検証事例として、規模は小さいながらも比較的多くの事前の住民避難活動が行われた2020年台風第10号襲来時の熊本市内の一級河川の想定氾濫区域を対象とした。

データ分析においては、台風襲来時の危険地域内の滞在人口の絶対値の合計とともに、襲来前のデータから台風襲来によらなかった場合に予測される人口との差分をとり、台風襲来によって生じた避難などの人口動態を考察できるようにした。予測に用いる時系列モデルやデータは既往研究よりも汎用的なモデル等を採用し、本事例研究で対象とした以外の地域でも適用できるようにした。

次の2章では、携帯電話端末等による人流データの仕様や、既往の研究事例を報告する。3章では、事例研究の対象とした2020年の台風第10号時の熊本市における避難関連状況の概要を記載する。4章では、時系列分析の方法と分析に用いたデータを説明する。滞在人口の時系列分析にあたっては、日単位や週単位の周期性とともに、不定期な祝日や時間降雨量などの影響を勘案できるモデルを採用した。そして5章で、事例研究でのデータ分析結果を報告する。事例研究のデータ分析では、避難対象とみなした想定氾濫区域内の滞在全人口の時間推移とともに、その詳細な動態を把握するため居住者と、区外から想定氾濫区域への訪問者などに区分した推計を行った。さらに、避難先となる指定避難所およびホテル等の宿泊施設のあるエリアでの人口動態の把握可能性も検証した。6章では、こうした2020年の台風第10号を事例とした分析結果にもとづき、準リアルタイム人流データの事前避難支援業務での有用性や今後の要改善点を考察した。

2. 携帯端末等の情報に基づく人流データについて

(1) 概要

携帯端末を利用した人流データの種別には、端末で稼働するGPSアプリの情報を用いたデータ、Wi-Fi基地局の通信情報を用いたデータ、そして、携帯キャリアの基地局の管理情報を用いたデータなどがある。GPSアプリの情報を用いる方法では、人口の密集した首都圏では空間分解能や精度が高いデータが取得できる一方で、人口の少ない地域では信頼性に限界があることが報告されている。また、Wi-Fi基地局の通信情報を用いる方法は、GPSでは取得できない地下街やビル屋内のデータを取得できる優位性がある一方で、Wi-Fi基地局の過疎エリアでのデータ取得は難しい。これらに対して、大手携帯キャリアの基地局の管理情報を用いる方法は、ユーザー数が多いことから、前者と比較すると全国的な網羅性では優位となる。なかでもユーザー数が多く早期よりデータ提供を行っている携帯キャリアであるNTTドコモ社の「モバイル空間統計」は、信頼度が高いと想定されている（ビッグデータ等の利活用推進に関する産官学協議のための連携会議，2019）。本研究では、全国の火山地域や大規模河川流域などでの避難支援業務での利用可能性を対象としていることから、全国の任意の地域で利用できる、携帯基地局の管理情報を用いたデータを採用した。

(2) NTTドコモ「モバイル空間統計(リアルタイム版)」

本研究では、携帯基地局の管理情報を用いた人流データのなかで、準リアルタイムに全国を対象に同一仕様(空間分解能、属性など)で提供されているNTTドコモ社の「モバイル空間統計(リアルタイム版)」のデータを用いた。「モバイル空間統計(リアルタイム版)」のもととなる「モバイル空間統計」は、同社の国内約8,000万台(2019年実績)の携帯電話ネットワークの運用管理情報を用いて生成される人口推計データである。地域ごとに携帯電話の台数を集計し、ドコモの普及率を加味することで人口が推計されている。人口推計にあたっては、携帯電話の契約時の情報にもとづき、各地域で年齢層別、性別に推計が行われている(寺田，2012)。

対象の空間範囲はドコモのサービスエリアとなっており、全国で500mメッシュ単位での人口分布が、人口密集地では一部地域では250mメッシュ単位での人口分布が推計されている。中山間部などのメッシュで、滞在人口の少ない時間帯が生じた際には、個人の行動が推測されないよう、そのメッシュの当該時間帯の数値は除去されている。またデータの集計に先立ち、電話番号のような個人を識別できる情報は除かれている。

「モバイル空間統計」のデータ種別としてはエリア内に滞在する人口と、エリア間を移動する人口の2種別がある。本研究で対象としている準リアルタイムに提供されている「モバイル空間統計(リアルタイム版)」では、このうち滞在人口のみが対象となっている(2020年10月1日

時点)。1時間前の500mメッシュ単位での人口分布の推計値が提供されており、本事例研究では当該データを1時間毎に保存されたデータを利用した。なお、年齢層としては携帯利用率から精度の確保できる、15～79歳のみが対象となり推計人口データが提供されている。従って、本事例研究でも対象人口は当該年齢層のみである。

(3) 人流データを用いた既往研究

防災分野における、人流データを用いた先行研究としては、都市域における地震発生時の帰宅困難者対策における平時の対応計画検討を対象とした研究が多く行われている(例:鈴木ら,2012、村上,2013)。帰宅困難者対策の検討では、突発的な地震発生時の滞在人口の推計値が重要であり、従来のパーソントリップ調査のデータを利用した推計よりも、時間や空間分解能が高く有効と評価されている。帰宅困難者対策は、人口密度の高い都市域での課題であり、こうした地域では分解能を上げて精度を確保できるGPSアプリの情報を用いた人流データの優位性が高い。

実際に発生した災害を対象とした先行研究としては、災害発生後の長期的な生活避難の状況把握が試みられている。熊本地震発生後に、舩越・畑山(2016)は、災害前には収容避難所として指定されていなかったものの避難者が集まった施設、いわゆる指定外避難所の同定を試みている。また秦ら(2017)は、中長期の避難生活を対象に、被災市町村から他自治体へ広域避難を行った被災住民数等を、居住者属性を利用し市区町村単位で推計している。これらの研究事例では、災害後の生活避難者を対象としていることから、夜間の1時点の人口データを対象として分析が行われている。本研究では、災害発生前の警戒期の1時間毎の時間推移を対象とした。

災害発生前の警戒期の緊急避難を対象に携帯端末の人流データを用いた研究事例として、錢谷ら(2019)が、避難情報の発令された2市の中心市街地2エリア(1km×1km、1km×2km)を対象に、滞在人口の変動を解析している。全滞在人口を対象に週周期の変動をモデル化して台風襲来時の予測値と実測値との差異を抽出したが、平時との差異は検出されなかった。また越山ら(2019)は、空間的な人口分布ではなく、携帯アプリのGPS情報から、当該アプリ利用ユーザーの滞在場所の種別(自宅・勤務地・移動中・その他)の時間推移を解析した。2018年の西日本豪雨の警戒期の住民の対応行動を府県毎に分析し、平時の滞在場所からの台風襲来時の予測値と実測値との差異から、避難情報の発令されている時期に1割程度のアプリ利用者が反応したこと、台風による降雨中は自宅に滞在する者が多くなることなどを報告している。

本研究の解析での空間範囲の設定は、任意の災害の警戒区域等でも適用できるよう、複数の500mメッシュ単位で定義できる任意のエリアとする。事例分析では、一級河川である白川の想定氾濫区域エリアからの流出や、熊本市の宿泊施設、開設避難場所を含むメッシュへの流

入を対象とした。時間軸の設定は、数日間に及ぶ警戒期とし、1時間毎の推移を対象とする。そして、台風接近の事象がなかった場合の予測については、既往研究のモデルに比べ、週単位などの周期性に加えて、長期トレンド、祝日などの不定期イベントなどの影響に対応する項目を含む、より汎用性の高い時系列モデルを用いた。

3. 2020年の台風第10号の経緯

本事例研究では、警戒期に比較的多くの住民避難が事前行われた2020年台風第10号に影響のあった地域のなかで、政令市である熊本市内の一級河川の想定氾濫区域周辺を対象とした。本章では、2020年台風第10号襲来時における、熊本市の住民避難関連の概況を記す。

令和2年台風第10号は、9月1日夜に小笠原近海で発生し、4日には非常に強い勢力へ発達した。気象庁等では、特別警戒級の勢力で接近し陸上する恐れもあったことから、早い段階から最大級の警戒の呼びかけを始めた。3日の17時には、気象庁と国土交通省による緊急記者会見を開催し「風が強くなる前に安全なところへ避難するなど早めに身の安全を確保すること」などを呼びかけた。4日にも共同記者会見が開催され、5日には、九州に接近または上陸おそれが6日午後から7日にかけてあること、夜や風雨の強まる前に避難情報等に従って早めの避難・安全確保を呼び掛けた。

熊本市では、9月4日11時に台風10号の接近・上陸に係る熊本市災害対策本部会議を開催し、その後に市長が記者会見を開き警戒を呼び掛けた。そのなかで、9月6日(日)の午前9時より避難所を熊本市内145箇所開設すること、9月6日(日)から7日(月)までの終日、熊本市役所本庁舎などの全ての市有施設を閉館することなどを伝えた。また、月曜日の7日については、熊本市立の学校園を臨時休業とし、市電も始発から全便運休することなどを市民に伝えた。

台風の接近した9月6日(日)以降の熊本市における、気象状況や避難情報の発令状況などを、表-1に示す。

表-1 令和2年台風第10号襲来時の熊本市の概況

日時	気象状況	発表情報
9/6(日)		
09:00		避難準備・高齢者等避難開始発令 指定避難所開設
12:40		暴風・波浪警報及び大雨注意報発表 避難勧告発令
13:00	強風域に入る	
16:30		避難指示(緊急)発令
19:45		洪水注意報発表
20時頃	暴風域に入る	
9/7(月)		
04:59		大雨注意報解除
07:00	暴風域から出る	
13:33		暴風・波浪警報解除 避難指示(緊急)解除

熊本市では、9時に避難準備・高齢者等避難開始を発令

するとともに、避難所を開設した。そして12時40分に避難勧告、16時30分に避難指示(緊急)を発令した。気象状況としては、6日の12時40分に暴風・波浪警報及び大雨注意報発表が発表となり、13時に強風域に入った。その後、同日20時頃から翌7日(月)の7時まで暴風域となった。そして7日の13時33分に暴風・波浪警報が解除され、熊本市は避難指示(緊急)を解除した。

熊本市では、最大で145箇所の指定避難所が開設され、避難者数は最多で10,523人(9月6日21時現在)となった。市内で開設避難所での避難者数が最も多かった南区では、29箇所の指定避難所が開設され、4,443人の避難者があった(熊本市, 2020)。なお、指定避難所ではなく、ホテル等の宿泊施設や知人宅等への避難者数については、公的な報告数値は見られない。

4. 分析の方法

本章では、本事例研究用いたデータと時系列モデルを記載する。利用したモデルとデータは、他の地域や災害事例でも利用できる汎用的なものとした。

(1) 人口変動の時系列モデル

警戒期の各日時において、行政が事前避難を支援する必要のある住民数を把握する上では、大規模河川の想定氾濫区域や火砕流の流下危険範囲等の中の人口の絶対数を推計値が基本情報である。ただし警戒期に、台風の接近や火山地震の発生、あるいは避難情報等により、どの程度の住民が既に区域外に避難したかなどを推測するためには、各日時の人口の実測値だけではなく、台風接近等の事象のなかった場合に同日時に予測される人口との差分抽出が必要となる。例えば本事例研究の場合では、台風接近の事象がなかった場合に9月5日(日)の17時の想定氾濫区域内の人口の予測値と、9月5日17時の実測値との差分をとることとなる。そして、9月5日17時の実測値(正確には、その日時の携帯電話に実測された管理情報から推測される人口の推計値)の方が少なければ、その減少の原因として、区域外への避難が行われている可能性が考えられることとなる。

警戒期の台風接近の事象がなかった場合の予測は、警戒期より前の人口の時系列データから行うこととなる。人口の時系列のモデル化では、1日単位の変動、土日による1週間単位の変動などの周期性を反映できることが必要である。ただし祝日による変動などあることから、不定期な要因にも対応できる時系列モデルの適性が高い。こうした時系列モデルとして、次式の加法モデルが提案され、広く利用されている(Taylor & Letham, 2017)。

$$y = g(t) + s(t) + h(t) + z(t) + \epsilon t \quad (1)$$

式(1)において、 $g(t)$ は恒常的なトレンドを表す項である。本モデルでは、途中時点での傾きの変化を表すパラメータを導入することにより、トレンドの変化を許容

するが、今回の事例分析では2週間程度の短い期間のデータであることから、過剰適合を避けるよう、変化点の存在は前提とせず、単純な線形トレンドを想定して解析した。

$s(t)$ は、周期変化を表す項である。(1)式で $s(t)$ をフーリエ級数で導入することで、任意の周期に対応が可能となる。人流データを対象とした本研究では、168時間周期となる1週周期成分と24時間周期となる1日周期成分を明示的に設定し、パラメータを推定した。一方で、2ヶ月程度のデータであることから、年周期成分は明示的に除外し、中長期変動は $g(t)$ で代表させた。

$h(t)$ は土日などの周期的な影響要因とは異なる、祝日など不定期なイベント開催日の影響を表現するための項である。既知の祝日やイベント開催日のリストから導入する。本研究では、祝日とお盆休みの期日を導入した。

$z(t)$ は、各日時の観測値などの外部変数の線形的な影響を表す項である。外出などには天候が影響すると想定し、本事例では降雨量の対象とする方針で観測データを収集したが、該当データ数が少なく、予測式からは除いた。なお冬季を対象としたモデル化であれば積雪量なども人口動態の影響要因として想定されよう。

$\epsilon(t)$ は確率的な誤差項であり、式(1)の各項におけるパラメータを、フーリエ級数の各係数には正規分布などの事前分布を与え、ベイズ的に推定を行う。具体的は、準ニュートン法による最大事後確率推定(MAP推定)を行うライブラリが、PythonとRで実装されされている。本調査では、RのパッケージProphet(Version 0.6.1)を用いて解析を行った(CRAN, 2020)。

(2) 事例分析の対象の設定(空間、時間、属性)

本事例研究では、大規模災害の警戒期における広域的な住民避難の支援業務における活用を長期的な目標とし、類似した小規模な事象が発現したとみなした2020年台風第10号襲来時の熊本市を事例として分析を行う。避難支援業務の対象となるエリアとしては、熊本市内の一級河川である白川の想定氾濫区域を対象に設定した。

データ分析では、想定氾濫区域内の滞在人口について、総数のほか詳しい人口動態を推測できるよう、想定氾濫区域の居住者と、区外から想定氾濫区域への訪問者などに区分を試み、それぞれの想定氾濫区域内の滞在人口の時間推移を分析した。また、避難先となる開設避難所およびホテル等の宿泊施設を含むエリアの人口も対象とした。

対象とした時間範囲は、台風第10号の襲来による警戒の呼びかけられはじめた9月5日土曜日の午前0時から、台風が当該地域を離れた7日月曜日の午後24時までとした。そして、この期間に台風接近等の事象のなかった場合の予測のため、台風襲来前の7月1日から9月4日までの実測値を利用した。この人口の「実測値」は正確には、携帯電話の管理情報の「実測値」から推定される「推計値」である。ただし、本稿では「予測値」との区別のため、以下この人口推計値を「実測値」と記述する。

(3) 利用データについて

事例分析で利用したデータを本節で記載する。利用したデータは全て、国内の任意の地域で利用できる汎用的なデータである。

a) 人流データについて

人流データは、全国を対象に500mメッシュ単位で、準リアルタイム(1時間後)に提供されているNTTドコモ社の「モバイル空間統計(リアルタイム版)」のデータを用いた。1時間毎の各メッシュ内の滞在人口数を居住地区ごとに保存したデータを用いた。居住地区は、属性データとして市区町村単位で定義されており、政令市である熊本市では行政区毎に付与される。

なお、本事例研究の対象とした空間および時間範囲のデータのなかで、各メッシュのある1時間(例:13時から14時)の間に滞在人口数が少なく、秘匿処理が行われ欠損値となっていた場合には、欠損値を含むメッシュは解析から除外した。

b) 人口動態への影響要因データについて

人口動態に影響する要因としては、通勤通学等の影響による、時間帯による1日単位の周期と、曜日による1週間単位の周期が想定される。このほか、非周期的な影響要因として、土日と同様に通勤通学等に影響のある要因として祝日が想定される。本事例の分析期間では、2020年の「国民の祝日」および、お盆休みの期間として8月13日から16日までの期間を設定した。

また買物等での外出への影響要因として仮定した降雨量は、気象庁のホームページで公開されている1時間毎の降水量の、熊本観測点での7月1日から9月7日までのデータを取得した。ただし、熊本観測点のデータを確認した結果、全体に降雨日が少なく(約1割)、6日の昼には4時間以外は降雨がなかったことから、本事例分析では外部変数としての降水量の項は除いて予測を行った。

c) 位置情報について

白川の想定氾濫区域は、全国的に統一フォーマットで提供されている国土数値情報の「洪水浸水想定区域データ」の計画規模降雨による洪水浸水想定区域データを用いた。その領域は、避難所への避難者数の最多であった南区、中心市街地となる中央区、東区、西区の4区にまたがる。解析対象とした500mメッシュとともに図-1に示す。解析対象のメッシュは太線で表示した。

避難所については、南区で台風第10号襲来時に開設された避難所29箇所を対象とした。指定避難所の位置情報については、全国的に統一フォーマットで提供されている国土数値情報の「避難施設データ」を利用した。そして、当該データに掲載のなかった開設避難所については、各施設の住所から、緯度経度を取得した。

宿泊施設の位置情報については、ホテル・旅館・ペンションなどの宿泊施設予約サービスの大手ウェブサイトである「楽天トラベル」に掲載されている施設のデータを用いた。具体的には、楽天トラベルに掲載されている熊

本市内の全宿泊施設である104施設について、「楽天トラベル施設検索API」を用いて緯度経度情報を取得した。

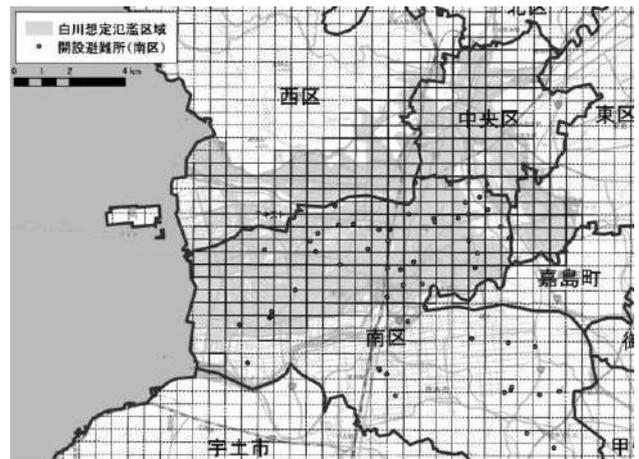


図-1 事例研究の対象地域(熊本市、白川想定氾濫区域)

5. 分析の結果

(1) 想定氾濫区域内の人口の時間推移

a) 概要

白川の想定氾濫区域内の滞在人口の時間推移を解析した。想定氾濫区域を含むメッシュを抽出し、該当する319メッシュに含まれる人口の合計を時間毎に算出した。人口としては、想定氾濫区域を含む各メッシュ内の全数とともに、居住者および来訪者の近似値も対象とした。居住者の近似値としては、想定区域内の各メッシュの人口のうち当該メッシュが位置する行政区(例:南区)と、居住地区属性の市区町村(例:南区)が一致する人口を用いた。ただし想定氾濫区域外の同じ区内居住者が流入している場合との識別はつかないことから、正確な想定氾濫区域内の居住数ではない近似値である、以下の本稿では「居住者」と表記する。なおメッシュが複数の区に含まれる場合は、面積が最も広い区を居住地区とした。

そして来訪者の近似値としては、想定区域内の各メッシュの人口のうち当該メッシュが位置する区(例:南区)と、居住地区属性の市区町村が一致しない(例:益城町)人口を用いた。当該データも、想定氾濫区域外に居住する中央、東、西、南区民の流入数は積算対象外となるため正確な想定氾濫区域外からの来訪者数ではない近似値であるが、以下の本稿では「来訪者」と表記する。

b) 全滞在人口の時間推移

白川の想定氾濫区域内の全滞在人口について、図-2に台風襲来前の7月1日から9月4日までの実測値を黒色実線で示し、同実測値に基づく(1)式の時系列モデルによる9月7日までの予測値と推測範囲(80%信用区間)を灰色線で示す。

実測値の全体的な傾向として、細かい日単位の周期と、土日の変動が顕著な週単位の周期が認められる。そのほか、8月中旬のお盆期間に顕著に全体の平日の傾向より、全体的に人口が減少している変動が認められる。

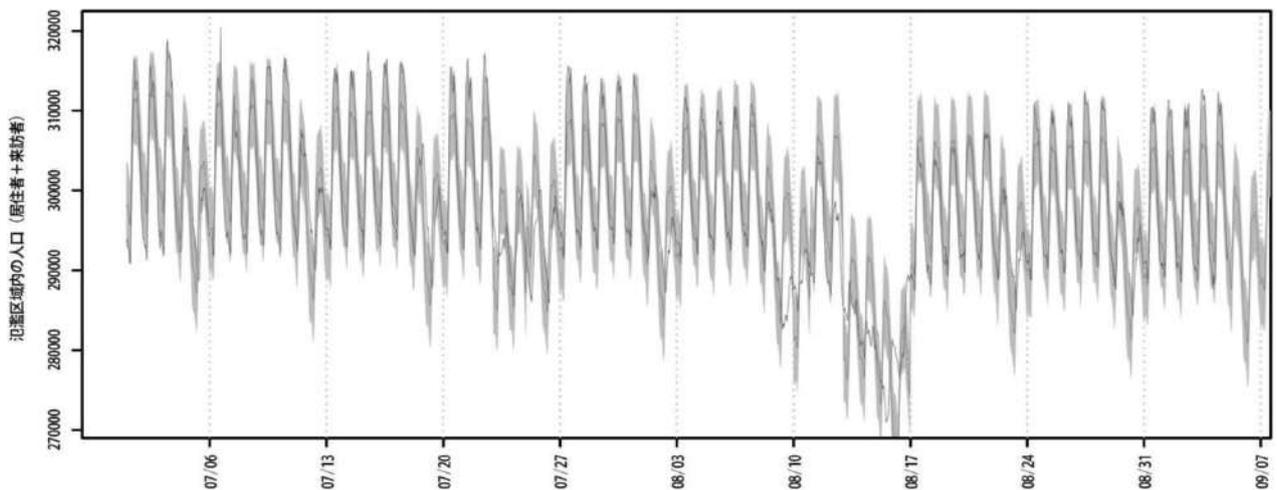


図-2 白川想定氾濫区域内の全滞在人口の実測値(黒線)と予測値(灰色線)の時間推移

灰色の予測値を見ると、時系列モデルでお盆を含む祝日効果を取り入れていることから、盆期間の予測値は他の週の同曜日と異なる範囲となり実測値に近い。

全滞在人口の本モデルによる予測精度を交差検証により評価した結果、予測期間となる3日後の指標としてMAPE(平均絶対パーセント誤差)は1.5%であった。同様に居住者、および、来訪者のみを対象としてモデルを適用した場合は、3日後のMAPEは、2.0%および8.8%であり、来訪者の動態は人数も少なくばらつきが相対的に大きいといえる。

想定氾濫区域内の全滞在者、居住者、来訪者における

(1) 式の時系列モデルによる24時間周期となる1日周期成分の変動の推計を図3に示す。居住者は、当該領域に夜間に多く滞在し、昼間は少ない変動となる。居住者は、想定氾濫区域内の行政区が自宅となることから、夜間は自宅で就寝し、昼間は通勤・通学等で領域外へ出するためと解釈される。一方、来訪者は居住者の変動とは逆に、当該領域に昼間に多く、夜間は少ない。来訪者は、別の市区町村が自宅となることから、夜間は自宅で就寝し、昼間は通勤・通学等で領域内に来るためと解釈される。灰色で示す全滞在者は、居住者と来訪者の混在となることから、両方の傾向が折衷された傾向となっている。

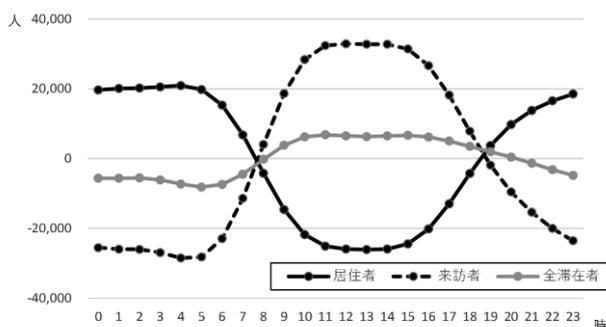


図-3 白川氾濫区域内の滞在人口の1日周期の人口動態

図-4には同様に、168時間周期となる1週間周期の変

動の推計を示す。居住者は、当該領域に比較的、土日に多く滞在し、平日は少ない変動となる。居住者は、土日は自宅近傍に滞在することが多く、昼間は通勤・通学等で領域外に出るためと解釈される。一方、来訪者は居住者とは反対に、平日に多く滞在し、夜間は少ない。来訪者は、平日に通勤・通学等で領域内に来るためと解釈される。全滞在者は、居住者と来訪者の混在となることから、両方の傾向が折衷された傾向となっている。

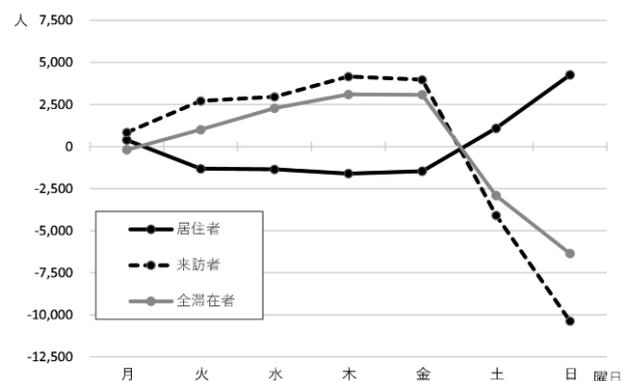


図-4 白川氾濫区域内の滞在人口の1週間周期の人口動態

図-5に、白川の想定氾濫区域内の全滞在人口について、台風襲来時の9月5日から7日を対象に、実際の携帯電話の管理情報に基づく推計値(以下、実測値)を黒実線で示す。また、7月1日から9月4日までの期間の人口推移にもとづく予測値と推測範囲(80%信用区間)を灰色の実線と点線で示す。予測値は、台風襲来のなかった場合に予測される人口数である。実測値と予測値と比較すると、顕著な差が認められる期間は、台風の離れた翌7日の月曜日の昼であり、予測値よりも滞在人口が少なくなっている。

図-6に、台風の最接近した6日の深夜、すなわち7日の早朝3時の、人口の実測値と予測値の差分値の空間分布を示す。宿泊施設が多く立地する熊本市の中央区のメッシュに、人口が平常時よりも増えている様子が確認さ

れる。台風接近にともない、強風等の懸念から、ホテル等に避難した者が多かったことが窺える。

本事例調査では、警戒期の大規模な住民避難支援活動業務の改善を長期的な目標に、数日前からの警戒期における住民避難状況の把握手法として、準リアルタイムに提供される人流データの有用性を検証している。避難対象とみなした想定氾濫区域内の全滞在人口の時間推移や空間分布は、本項のように把握された。ただし、どのような人口動態が生じているは、居住者と来訪者を混在させた全滞在者の推移からは解釈が難しい。次項以降で、居住者と来訪者とを区別して行った分析結果を記載する。

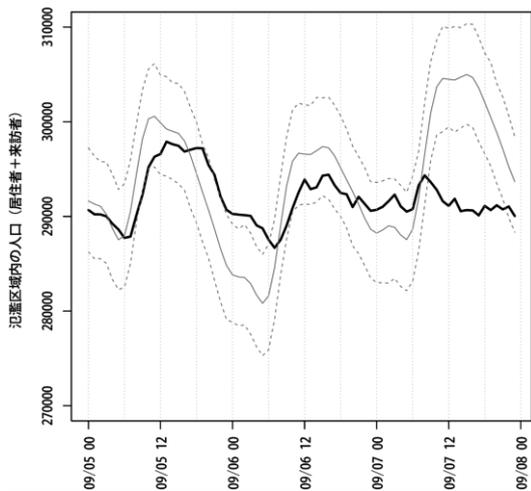


図-5 白川氾濫区域内の滞在人口(9月5日から7日)の実測値(黒太線)と推計値(灰色点線)

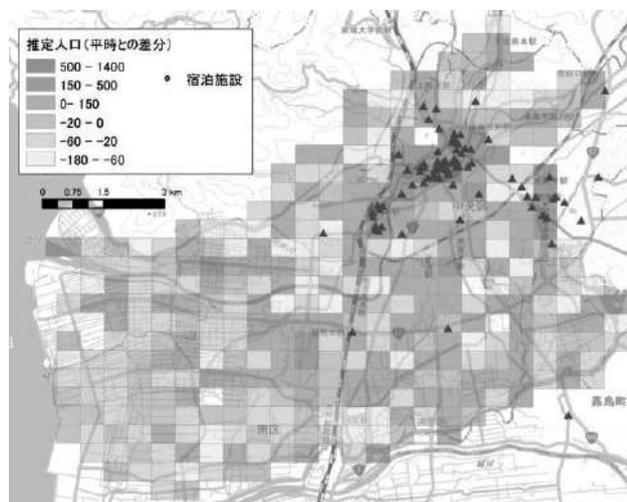


図-6 白川氾濫区域内の滞在人口分布(9月7日3時)

b) 居住者(近似値)の時間推移

白川の想定氾濫区域内の「居住者」を対象に、台風襲来時の9月5日から7日の人口動態を分析した。図-7に、実際の携帯電話の管理情報に基づく推計値(以下、実測値)を黒実線で示す。また7月1日から9月4日までの人口推移にもとづく予測値と推測範囲(80%信用区間)を灰色の実線と点線で示す。図-8には、実測値と予測値の差分を示した。

最も顕著に予測値と異なる推移が見られた時間帯は、台風襲来後の翌7日の月曜日の昼間であり、予測値より区域内の人数が多い。7日(月)については、事前より公共交通期間の停止や学校等の休校などが市から広報されており、多くの住民が自宅周辺に残っていたためと解釈できる。過去の災害でも指摘されていた全体傾向が、居住者の動向として顕著に検出されたといえる。

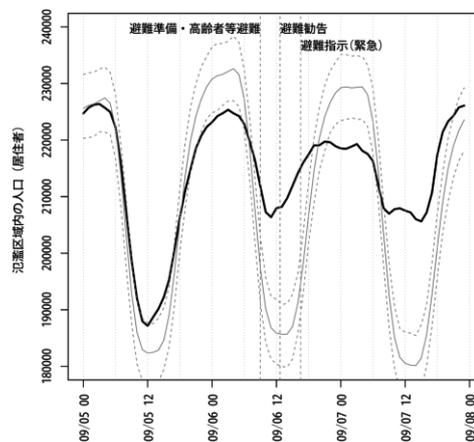


図-7 白川氾濫区域内の滞在人口(居住者のみ)の実測値(黒太線)と予測値(灰色点線)

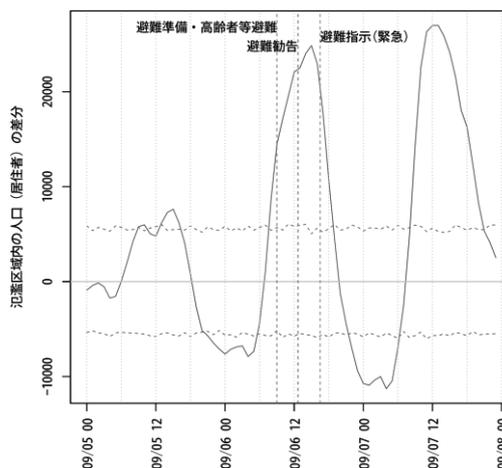


図-8 白川氾濫区域内人口の平時との差分(居住者のみ)の実測値(黒線)と予測範囲(灰色点線)

次に、予測値と顕著に異なる推移をした時間帯は、台風が最接近した6日の日曜日の昼間であり、予測値より滞在人数が2万人以上多い。図7で見られる、7日の予測値の昼夜間人口差である約5万人の4割以上に相当する増分である。台風が接近しており、警報等も発表されていることから、多くの居住者が普段の日曜日とは異なり、外出を控え自宅に留まったためと解釈される。過去の災害でも確認されている傾向である。

そして、6日(日)の夜、すなわち7日の早朝も、予測値より人口が減っている傾向が見られる。自宅から区域外の避難所やホテル、知人宅等へ避難したことによる可能性がある。

避難情報の発令された6日の昼間の推移を見ると、図

-7では顕著ではないが、差分を示す図-8では、午前9時の市による避難所開設、避難準備・高齢者等避難開始情報発令の後に、傾きが緩くなっている。域外への避難者の増加による変位が検出されている可能性がある。その一方で、16時40分後の避難指示後には顕著な変異は認められない。全体として、前述のように居住者の多くが平時よりも外出を抑制する大きな傾向があるため、避難による増減は検知しにくい状態といえる。

c) 来訪者（近似値）の時間推移

白川の想定氾濫区域への「来訪者」を対象に、台風襲来時の9月5日から7日の人口動態を分析した。図-9に、実際の携帯電話の管理情報に基づく推計値（以下、実測値）を黒太線で示す。また、7月1日から9月4日までの期間の人口推移にもとづく予測値と推測範囲（80%信用区間）を灰色線で示す。図-10には、実測値と予測値の差分を示した。

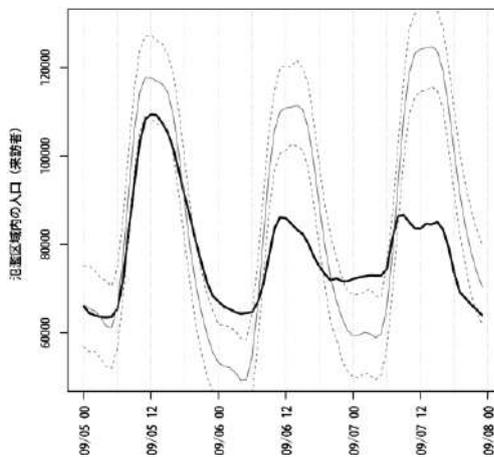


図-9 白川氾濫区域内の滞在人口(来訪者のみ)
実測値(黒太線)と予測範囲(灰色線)

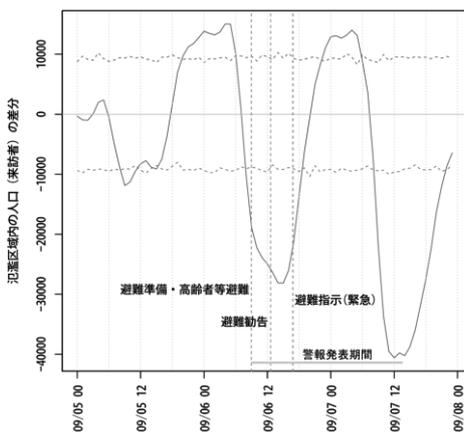


図-10 白川氾濫区域内人口の平時との差分(来訪者のみ)
の実測値(黒線)と予測範囲(灰色点線)

居住者が最も顕著に予測値と異なる推移をした時間帯は、台風襲来後の翌7日の月曜日の昼間であり、普段の月曜日より区域内の人数が4万人程度少ない。図9で見られる、7日の予測値の昼夜間人口差である約6万人の7割程度に相当する減分である。事前の公共交通機関の停止や

休校の通知などにより、通勤・通学者などの流入が抑制されたためと解釈される。過去の災害でも指摘されている全体傾向が、来訪者の動態として顕著に検出されたといえる。次に、顕著に予測値と異なる推移をした時間帯は、台風が最接近した6日の日曜日の昼間であり、普段の日曜日より来訪者が少ない。台風が接近にともない、買物等の外出が他の日曜日よりも控えられたため、来訪者が減ったためと解釈される。また、台風が最接近した6日(日)の夜すなわち7日の早朝、および、その前夜の5日(土)の夜すなわち6日の早朝は、平時よりも多く傾向がある。ホテル等への避難者の流入による人口増である可能性があり、次節で詳細に確認する。

(2) 避難先施設を含むメッシュ内の人口の時間推移

住民が避難した先の施設として想定される開設避難所および宿泊施設における人口増加の検知を試みた。ただしメッシュの空間分解は500mであるため、施設内の人口推移のみを抽出することはできず、施設の立地するメッシュ内の人口増減も含んだ携帯電話の管理情報にもとづく推計値となる。

a) 宿泊施設を含むメッシュの人口推移

4章で記載したように、大手宿泊施設予約サービス・ウェブサイトから取得した熊本市内の全104宿泊施設を含むメッシュを抽出した。人口データ属性からは行政区単位の居住場所しか識別できないことから、各メッシュの位置する区内の居住者が、同じ区内の宿泊施設へ避難した場合と、区内の自宅に留まった場合の区別ができない。宿泊施設へ自宅を離れて避難した蓋然性が高い人数を推計するため、宿泊施設の位置する行政区とは異なる市区町村を住所とする「来訪者」のみを解析対象とした。

台風の襲来した9月5日から7日までの、実測値と予測値の差分を図-11に示す。宿泊施設を含むメッシュでは、6日の深夜に台風の影響のない時間推移からの予測値よりも約4万人来訪者が増えている。この増分は、宿泊施設へ避難として来訪した者の影響と解釈されよう。

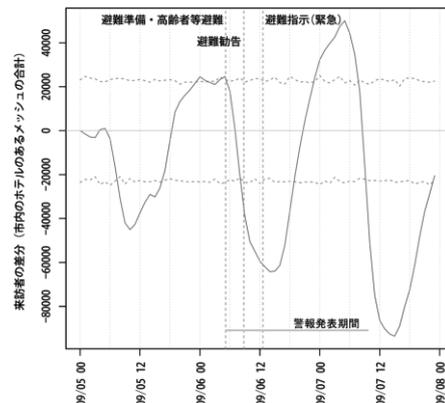


図-11 熊本市の宿泊施設を含むメッシュの人口動態
の実測値(黒線)と予測範囲(灰色点線)

b) 開設避難場所を含むメッシュの人口推移

台風第10号の襲来に伴い、熊本市南区で開設された避

難所を含むメッシュを抽出し、そのメッシュ内の居住者を分析した結果を図-12に示す。顕著に確認される人口動態は、図-8と同様に、6日昼間の台風襲来による外出抑制に伴う滞在人口の増加と、7日昼間の社会機能の低下ともなう自宅待機と解釈される滞在人口の増加である。

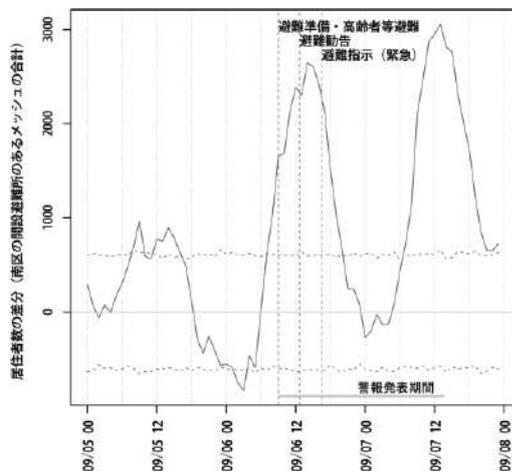


図-12 熊本市南区の開設避難所を含むメッシュの人口動態の実測値(黒線)と予測範囲(灰色点線)

一方、開設避難所への避難が行われた場合に出現すると想定される6日深夜の増分は検出されていない。また、6日の昼間に発令された避難情報に伴う顕著な傾きの増加も認められなかった。

6. 考察

(1) 氾濫区域内の滞在人口の分析結果について

本事例研究では、数日前からの警戒期における住民避難状況を対象に、人流データの有用性を検証した。住民避難支援業務の対象となる想定氾濫区域内の滞在人口の総数が基本情報となるが、本事例分析対象地域では居住者と来訪者として、1日および1週間周期の人口動態が全く異なった。そこで両者をそれぞれ対象とし、平時との差分を抽出する解析を行ったことで、災害警戒期の人口動態の解釈が容易となった。また住民避難支援業務の観点からも、両者それぞれに適した広報内容や対策が異なるため、居住者と来訪者の時間推移や空間分布をそれぞれ把握することは有用であろう。

(2) 避難先施設の人口動態の分析結果について

避難先施設として、宿泊施設と開設避難所を対象に、人口動態を分析した。その結果、宿泊施設のあるエリアでの他市区町村からの来訪者の増加が検出された。銭谷ら(2019)などの既往研究では、避難先施設での空間的な人口増は検出されなかったが、本事例では居住者と来訪者を区分し、個々の施設ではなく施設の存するメッシュの総計を対象としたことなどによる効果と考えられる。

一方、開設避難所のあるエリアでの居住者の増加は検出されなかった。宿泊施設はオフィス街に多く立地し、平常時夜間に来訪者は少ないのに対して、指定避難所は

住民の居住地の近隣に存在し、平常時に居住者は夜間に多いことから、差分の検知が難しいといえる。

本稿で考察対象としている、火山噴火や大規模河川の氾濫の警戒期には市区町村を越えた広域避難が行われる。その際に、他市区町村の宿泊施設や避難先となった施設での人口増加を本事例研究と同様に検出できる可能性が示された。さらに特定の施設への避難ではなく、各住民が他市区町村のそれぞれの親戚知人宅等へ大規模に面的に避難するような場合にも、本事例のようにメッシュデータを合算し推計できる可能性がある。

一方で、居住場所と同じ市区町村内にある地域の小学校等への居住者の避難者数は、本事例で用いた方法では、推計が困難であることが示された。本事例研究で用いた携帯電話の管理情報にもとづく人流データは500mメッシュの空間分解能であり、属性情報の居住地区も市区町村単位である。将来的にメッシュ粒度が細分化され、居住地区情報も町丁目単位とするなど詳細にすれば検出できる可能性はある。しかし空間分解能をあげると、メッシュや当該属性の人数は減少し推計精度は下がることから、都市域を除いては将来的にも難しいと考えられる。

その他に人流データを用いて、居住地域内の指定避難所での人口動態を把握する方法としては、メッシュ間の移動人口データを用いる方法が考えられる。移動人口データを用いれば、ある時間帯に、避難場所のあるメッシュ内に、同市区町村内の他のメッシュから移動した人数を推計できる。現時点では、「モバイル空間統計(リアルタイム版)」サービスでは、滞在人口のみが提供されているが(2020年10月1日時点)、今後メッシュ間の移動人口データの有用性についても検証が望ましいと考える。

(3) 警戒期の大規模避難支援業務での実装について

本事例研究では、台風第10号襲来時の熊本市を対象に、3章で記載した手順で解析を行った。解析で用いた(1)式の統計モデルおよび人流データ、国土数値情報の想定氾濫区域と避難施設のGISデータは、全国の任意の地域で利用や入手できる共通的な手順およびデータである。そのため、本事例研究で行ったスタンドアロン計算機上でデータ処理を、準リアルタイムに自動処理できるようなシステム化することは技術的には可能といえる。具体的には、計画されている広域避難の想定される範囲と、避難場所となる候補施設等を事前登録し、人流データはオンラインで準リアルタイムに入手できるようにし、本事例分析と同様のデータ処理を自動的に行うシステムである。

ただし、こうしたデータ処理によって、防災対策上に有用な結果が得られるかどうかは当該地域の人口動態などの特性に大きく依存する。災害警戒期に有用なデータ解析結果を得るためには、当該地域の常時の災害の恐れのない場合の人口推移の予測を適切に行う必要があり、データの継続的な取得が不可欠である。前述のシステムで平時より長期のデータを蓄積し解析することによって、各地域の人口動態の周期変動や、例年開催されるイベン

トや天候の影響など、各地域の特性を反映したパラメータにもとづき警戒期の予測を行うことが必要である。

今後の基礎研究として、移動人口データを利用した避難者数推計の試みのほか、ある地域での複数年のイベントや天候等のデータを蓄積し、より予測精度の向上を図ることが必要と考える。さらに、人口規模や昼夜間人口比など人口動態の異なる複数の地域での比較研究を行い、手法の汎用性を検討することが望ましいと考える。

7. まとめ

警戒期の広域的な住民避難支援業務の改善を目指し、準リアルタイム人流データの有用性を検証した。データ分析では、周期的変動とともに不定期な祝日等の影響も勘案できる時系列モデルを新たに用いた。令和2年台風第10号襲来時の熊本市における人口推移を事例として分析した。その結果、氾濫区域内の滞在総人口の増減のほか、区域内の居住者と来訪者を分離して解析し、それぞれの人口動態を明確にした。居住者では、台風襲来時の外出抑制と解釈される昼間人口の増加、区域外への避難と解釈される夜間人口の減少のほか、避難情報発令後の人口動態の変化も検知された。来訪者については、台風襲来時の外出抑制と解釈される昼間人口の減少、区域外の宿泊施設への避難と解釈される夜間人口の増加を抽出した。

またホテル等への避難者と解釈される、宿泊施設の立地するエリアへの他市区町村からの来訪者の増加を検出した。一方、開設避難所のあるエリアでは居住者の増加は検出されず、メッシュ間の移動人口データの併用などを検討する必要がある。

今後、複数年のデータを蓄積することにより、降水量や気温などの天候の影響をモデル化するとともに、地域特性の異なる複数の地域での比較研究を行うことにより、本事例研究で用いた手法の汎用化や、実用化にむけた検討を進めていきたいと考える。

謝辞: 調査にご協力いただきました皆様に御礼を申し上げます。

参考文献

ビッグデータ等の利活用推進に関する産官学協議のための連携会議 (2019)、第6回 資料1「東京都における流動事項データの有効性の検証」、(参照年月日: 2020.10.29), https://www.soumu.go.jp/main_content/000621132.pdf
Comprehensive R Archive Network ホームページ(参照年月日: 2020.11.1) <https://cran.r-project.org/web/packages/prophet/index.html>
船越康希・畑山満則 (2016), 熊本地震を事例とした避難所の同定及び市町村をまたぐ広域避難に関する研究, 情報処理

学会研究報告, Vol.2016-IS-138-No.14 pp.1-8
秦康範・関谷直也・廣井悠 (2017), 2016年熊本地震における市町村を超える避難行動—人口統計データからの考察—, 災害情報 15-2, pp.255-266
国土交通省 (2020), 台風第10号の今後の見通し(進路・暴風・河川の増水・氾濫など)について(令和2年9月5日14時00分), pp.21
北海道 (2003), 2000年有珠山噴火災害・復興記録, pp.229
気象庁ホームページ(参照年月日: 2020.11.1) <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト(参照年月日: 2020.10.29) <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/>
越山健治・牛山素行・片田敏孝・金井昌信・関谷直也・永松伸吾・秦康範・廣井悠・矢守克也 (2019) 西日本豪雨における人々の反応—実際にどの程度活動レベルを変えたのか—, 日本災害情報学会第21回学会大会予稿集, pp.40-41
熊本市 (2020), 第2回熊本市災害対策本部会議資料
内閣府 (2020a), 令和2年台風第10号に係る被害状況等について(9月7日7:00現在), (参照年月日: 2021.05.01) http://www.bousai.go.jp/updates/r2typhoon10/pdf/r2_typhoon10_02_v2.pdf
内閣府 (2020b), 令和2年台風第10号を踏まえた今後の台風における避難の円滑化について, (参照年月日: 2021.05.01) http://www.bousai.go.jp/pdf/enkatsu_toushi.pdf
NTTドコモ ホームページ(参照年月日: 2020.10.29), https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/12/03_00.html
村上正浩 (2013), 帰宅困難者数の推計へのモバイル空間統計の活用, 都市計画, 62(6), pp.64-67
楽天ウェブサービス ホームページ(参照年月日: 2020.11.1) <https://webservice.rakuten.co.jp/>
令和元年台風第19号等を踏まえた避難情報及び広域避難等に関するサブワーキンググループ (2020), 令和元年台風第19号等を踏まえた避難情報及び広域避難等のあり方について(中間とりまとめ)
鈴木俊博・山下仁・寺田雅之 (2012), モバイル空間統計の防災計画分野への活用, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vol.20, No.3, pp.34-40
Taylor S. J. and Letham B. (2018), Forecasting at scale, The American Statistician, vol. 72, no. 1, pp. 37-45,
寺田雅之・永田智大・小林基成 (2012), モバイル空間統計における人口推計技術, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vol.20, No.3, pp.11-16
銭谷直樹・山口裕通・奥村誠・中山晶一朗 (2019), 時系列人口分布データによる災害情報に対する人の行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, No.31-08

(原稿受付 2020.12.15)

(登載決定 2021.3.31)

Estimating the number of evacuees during the alert period using People-Counting Data ~ Case Study of the 2020 Typhoon No.10 ~

Saneyuki UDAGAWA

Disaster Resilience Research Division, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (udagawa@bosai.go.jp)

ABSTRACT

When a large-scale disaster is predicted, wide-area evacuation is required in advance. Government agencies are required to secure transportation and evacuation facilities to support evacuation by residents. By grasping the number of residents in dangerous areas in real time, evacuation support activities can be planned appropriately. In 2020, a relatively large-scale pre-evacuation was carried out when Typhoon No. 10 struck. Recently data on the flow of people based on mobile phone management information has been provided nationwide in near real time. Using this data, we estimated the number of people in Kumamoto City and verified the usefulness of the data.

In analysis on the people flow data, we adopted a model that can take into account the effects of irregular holidays and hourly rainfall, as well as daily and weekly periodicity. As a result of data analysis, we were able to grasp the increase and decrease of the resident population in the flooded area. Before the typhoon hit, more residents stayed at home than in normal times. And we were able to see an increase in visitors in the area where the hotel is located. However, it was not possible to grasp that the number of residents increased in the area where the evacuation site was located. We conclude that analyzing the data separately for residents and visitors is useful for the purpose of detecting vitality in dangerous areas. In addition, we also need to use OD data in order to grasp the inflow and outflow status in more detail

Keywords : Evacuation, People-Flow Analysis, Typhoon Haishen(2020)

2019年台風第15号・第19号に対する避難行動の比較 分析と地域特性を反映した災害情報資料の提供の提案

加治屋秋実¹・赤石 一英²・横田 崇³・鶴崎浩人⁴

¹大島町役場防災対策室 (kajiyaakimi@gmail.com)

²彦根地方気象台 (akaishi@met.kishou.go.jp)

³愛知工業大学地域防災研究センター (yokotat@aitech.ac.jp)

⁴大島町役場防災対策室 (c170001@town.tokyo-oshima.lg.jp)

和文要約

2019年9月、大島町では、台風第15号の接近に伴う暴風により、住家・非住家損壊1522件等の被害が発生した。このときの避難率は4%であった。その約一カ月後にも台風第19号が接近し、避難率は11%に向上した。この避難率の向上は、台風情報の報道の効果や台風第15号による被災経験が影響した結果であると考えられた。これらの台風の事例における避難行動の分析結果から、住民は、避難勧告によって避難の判断を行ったが、台風の接近や身の危険を感じたことによって実際の避難を開始したと考えられた。アンケート調査においても住民の避難した理由は、テレビ放送や雨等の状況によって避難したという回答が多かった。そして、避難のきっかけとするために、雨等の詳しい予想、被害の状況、災害の危険性や切迫度に関する情報が必要という意見が多かった。

以上のことから、住民の自主的な避難を促進するためには、危険が迫っていることを真に感じられるような災害の危険性や切迫度を表す情報が有効ではないかと考える。具体的には、地域特性を反映した過去の災害に関する資料である。このような資料を行政と住民が共有し、避難の支援情報として活用すれば、住民が災害の危険性や切迫度を身近にイメージできるようになり、自らが避難の判断を行って、避難行動を起こすことにつながるものと期待される。

キーワード：土砂災害、避難、地域特性、災害資料

1. はじめに

近年、大雨に関する気象情報や災害の危険度に関する防災情報が細分高度化された反面、その意味するところが分かりにくくなり、住民の避難行動に必ずしも結びついていないという問題が指摘されていた(内閣府,2019)。そこで、情報の意味を直感的に理解して避難を行うことができるように、5段階に区分した警戒レベルの運用が始まった(内閣府,2019)。警戒レベルは、気象情報に地域的な特性や被害の予測などを加味して対象地域を特定した避難勧告等とともに発令される。この警戒レベルにより、住民が避難の判断をするタイミングが明確になったと言われている。しかし、例えば、対象地域の住民全員が避難することとされている警戒レベル4では、災害の危険性や切迫度に相当の幅や局地性があると考えられるため、実際に避難行動を起こすタイミングに迷いが生

じてしまう恐れがあるのではないかと考えられる。

大島町では、2019年9月に勢力の強い台風第15号が接近し、住家等損壊1522件(表-1)・公共施設損壊被害金額約2億6400万円・倒木多数・軽傷者3名等の記録的な被害が発生した。大島町防災対策室では、この台風に伴う暴風・大雨・高潮による被害を想定し、早期から関係機関と情報共有を行い、住民への注意喚起に努めた。そして、避難勧告「警戒レベル4」を発令した。避難者数は86名、避難率は4%であった。一方、その1ヶ月後にも台風第19号が接近し、同様の対応を行った。被害は、台風第15号と比べて小さく、住家損壊10件・倒木13件等であった。しかし、避難者数は807名に増加し、避難率は11%に向上した。この避難率の向上は、台風情報の報道の効果や台風第15号による大きな暴風被害の被災経験が影響した結果と考えられる。ただし、避難率は

表-1 台風第15号による住家・非住家被害の内訳 (件数)

区分	住家	非住家	合計
全壊	11	69	80
大規模半壊	15	13	28
半壊	45	67	112
一部損壊	848	454	1,302
合計	919	603	1,522

依然として低く、大雨等による人的被害を防ぐためには、適時適切な避難の促進を図る必要がある。

大島町では、避難率の向上をはじめとする防災対策の改善に利用することを目的として、避難行動に関する検証や住民アンケート調査を継続的に行っている(加治屋ほか、2017、2018)。2019年台風第15号・第19号接近時の避難行動の分析によると、避難した人のほとんどは、台風接近前の日中や夜のはじめ頃までの時間帯に避難を完了していた。ただし、台風第15号の事例では、台風が最接近した深夜の時間帯すなわち暴風と非常に激しい雨のなかでも避難した人がいた。これら2つの台風接近後の10月下旬に実施した住民アンケート調査によると、避難した人の多くは、テレビの台風情報や雨の状況などを避難した理由として答えた。また、避難しなかった人の多くは、自宅が安全な場所にあるので避難しなかったと答えた。

「平成30年7月豪雨を踏まえた内閣府の報告書(内閣府、2018)」では「住民は自らの命は自らが守る意識を持ち、行政は住民が適切な避難行動をとれるよう全力で支援する社会を目指す」よう提言が行われている。ここで、現状の行政の役割としての非平常時における適時的確な気象警報や避難情報「警戒レベル」等の発表が、住民の避難行動を「全力で支援する」ことの代表例であろう。しかし、大島町の避難行動に関する検証やアンケート調査からは、大雨警報や避難情報「警戒レベル」等が、実際の避難行動のタイミングに直結しているかは疑問である。「平成30年7月豪雨直後の被災者アンケート調査(国交省、平成30年)」では「住民は、身に危険が迫るまで避難の決断をしていないし、半数近くの人が災害リスク情報に関心を示していない状況であり、情報が直接的に避難に結びついていない状況が明らかになった。」と報告されている。また、避難行動の分析を行った多くの研究のうち、例えば、牛山ほか(2012)は、豪雨災害の危険度に対する認識が高くと、そのことが積極的・早期の避難に必ずしもつながっていないことを述べている。

一方、大島町における2019年台風第15号接近時に比較した台風第19号接近時の避難率の向上は、報道の効果や被災経験が影響した結果であると考えられた。また、石塚ほか(2013)は、地下水位や土壌水分の増加量など身近な災害リスクが増大していることを可視化して伝えることが、避難に対する動機付けになると述べている。



図-1 避難率の経過 (2013年10月19日～2019年10月12日)

したがって、住民が自主的に避難を行うには、身に危険が迫っていることを真に感じられるような災害の危険性や切迫度を表す情報の提供が有効な手段ではないかと考えることができる。

そこで、本研究では、2019年秋に相次いで接近した2つの台風に対する避難行動の比較検証と住民アンケート調査から、災害に対する危機意識が、住民の避難の判断や避難のタイミングにどのように影響したのかを分析する。そして、台風に伴う大雨や暴風の地域特性を反映した過去の災害に関する資料が、住民の自主避難を促進する可能性のある情報となり得ることを述べる。

2. 大島町の土砂災害に対する避難の状況

(1) 2013年～2019年の避難率の経過

大島町では、2013年10月16日伊豆大島土砂災害(土石流による死者36名、行方不明者3名)後の6年間に11回の避難勧告・避難指示(緊急)を発令した。図-1は、2013年10月19日～2019年10月12日の避難勧告等発令日における避難率の経過である。ここで、避難率とは、避難対象者数に対する指定避難所への避難者数の割合の最大値とする。観光客及び避難対象区域以外から避難した人や親戚・勤務先等への避難者は含まれていない。

2013年伊豆大島土砂災害直後の避難率は約40%であったが、半年後には約5%に低下した。その後、防災講演会等、避難の促進を図る啓発活動を継続して実施しても避難率は低迷していた。警戒レベルが運用された2019年9月8日台風第15号の事例においても、土砂災害特別警戒区域に避難勧告を発令し、同区域の避難者数は8名(全域の避難者数86名)、避難率は4%であった。一方、1ヵ月後の10月12日台風第19号では、全域に避難勧告を発令し、避難者数は807名、避難率は11%に向上した。

(2) 2019年台風第15号・第19号に対する防災対策と避難者の避難行動の推移

2019年台風第15号は、9月8日12時の実況では、暴風半径が90kmとコンパクトながら最大風速は45m/sであり、当地方に暴風・高波による大きな被害をもたらした過去の台風と類似の経路を進む予想であった。このため、8日13時30分に関係機関合同の台風情報連絡会議を開催し、防災態勢の情報共有等を行った。引き続き大島町四者懇談会機関(大島町役場、大島支庁、大島警察署、気象庁伊豆大島火山防災連絡事務所)による台風

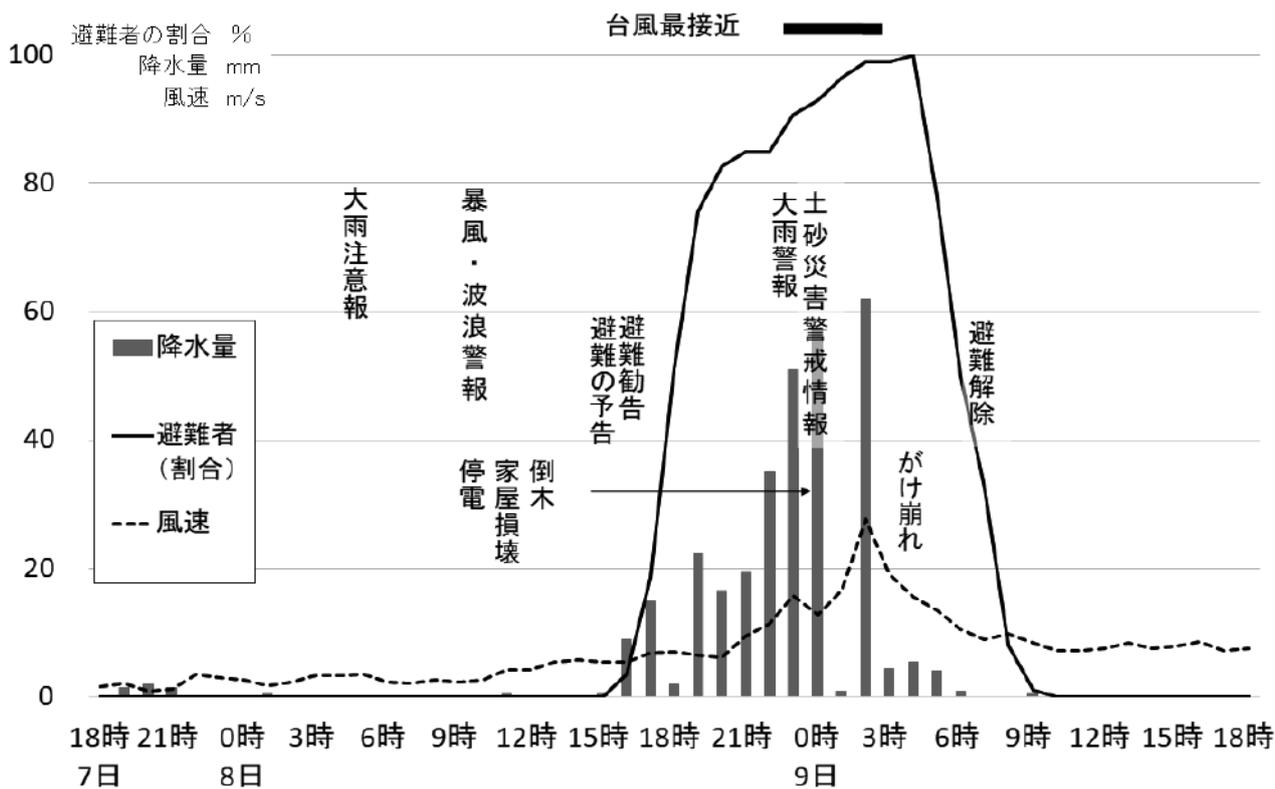


図-2 2019年台風第15号接近時の避難者の推移

実線は避難者数の最大に対する1時間ごとの避難者数の割合(%)。点線は10分間平均風速(m/s)の毎正時値、縦棒は前1時間降水量(mm)で、気象庁ホームページの東京都大島(元町家の上)の観測値を使用した。横軸は2019年9月7日18時~9日18時までの3時間ごとの時刻。図の上端には台風最接近の前後数時間の幅を横棒で示し、上段に気象警報等(発表時刻)、中段に避難情報(発令時刻)、下段に被害状況(通報時刻)を記入した。

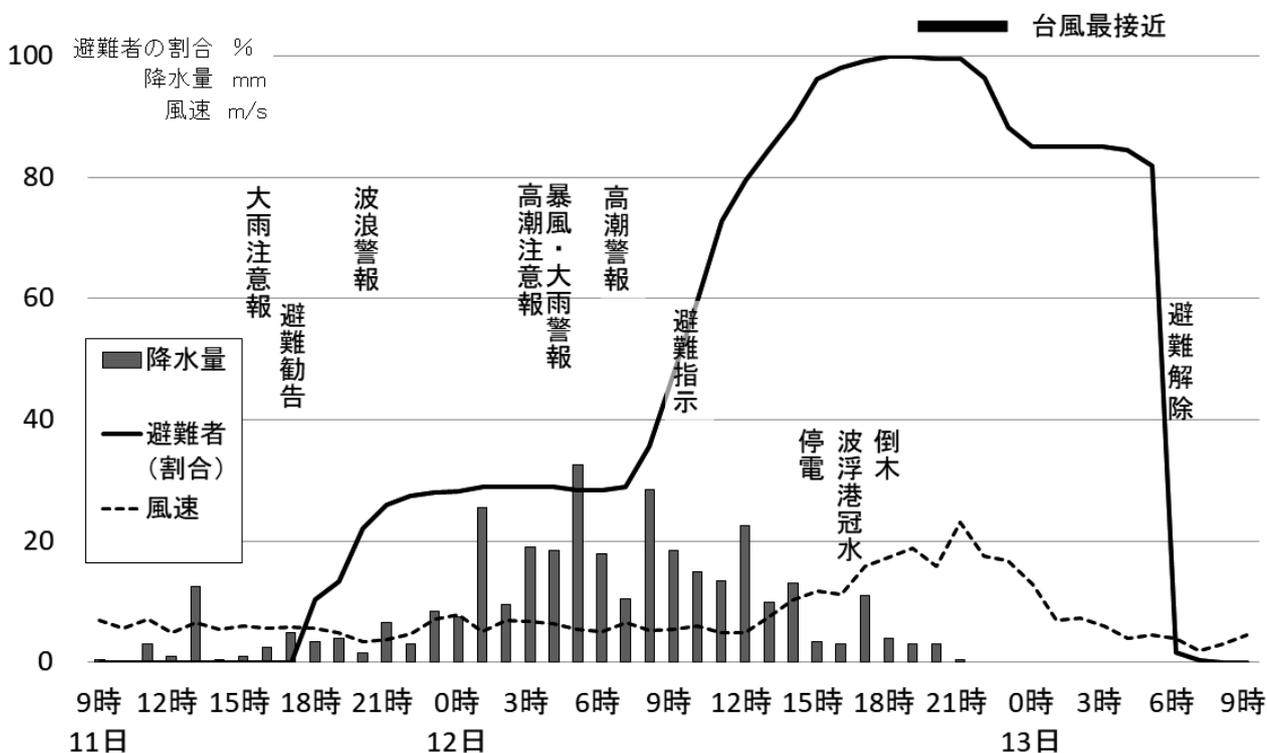


図-3 2019年台風第19号接近時の避難者の推移

図-2に同じ、ただし、期間は2019年10月11日9時~13日9時。

対策会議を開催し、避難情報発令等の協議を行った。その結果、台風の最接近が8日夜遅くから9日明け方になる予想であることから、暴風になる前の夜のはじめ頃までに避難を完了することを目途に、8日16時00分に避難に備えるための避難勧告の発令を予告するお知らせを防災行政無線で放送し、16時30分に土砂災害特別警戒区域に避難勧告「警戒レベル4」、土砂災害警戒区域に避難準備・高齢者等避難開始「警戒レベル3」を発令した。

図-2は、2019年台風第15号接近時における避難者の推移である。図には、指定避難所に避難した避難者数の最大に対する1時間ごとの避難者数の割合・降水量・風速、台風最接近の時間帯（最上段）、気象警報等（上段）、避難情報（中段）、被害状況（下段）を記入してある。なお、大島町には島内8地区に指定避難所があり、各避難所では正時1時間ごとの避難者数（氏名・住所等）を集計して、大島町本部へ報告している。図-2、図-3の避難者数の割合は、この資料を用いた。また、大島町の実績による災害時要支援者の避難完了時間は、避難の個別電話連絡後2時間以内であること、避難者のほとんどは車で避難していることから、避難の決心から完了までの時間は、2時間よりもかなり短いとみなして、ここでの避難行動のタイミングとなった情報がどれであるかの推定を行った。

全避難者数86名の避難行動の状況を見ると、9月8日の午前中に発表された大雨注意報や暴風・波浪警報を契機に避難した人はひとりもない。一方、避難の予告に続いて避難勧告を発令した8日16時から台風最接近の約3時間前にあたる20時までの4時間に全避難者86名のうち71名（83%）が避難した。そして、1時間40ミリ程度以上の降水量を観測し、台風が最接近して暴風となっている夜遅くから明け方にかけて、残りの15名（17%）が避難した。この暴風での避難者は、住家被害が集中した伊豆大島南部地区に多く（15名中11名）、危険を感じたために避難をしたものと考えられる。その後、台風が通過して降水量が1時間4ミリ以下になった明け方には、避難解除前であるにもかかわらず、多くの人が帰宅を開始し、9時までには1名を残して他の全員が帰宅した。

ところで、8日23時20分に大雨警報、23時47分に土砂災害警戒情報が発表され、この時には倒木・家屋損壊・停電等の被害が報告されていた。しかし、この時点では、台風の目に入り、雨は止むと予想された。また、台風の目が抜けて、台風後面の強い雨域がかかっても一過性であり、過去の大雨と土砂災害の調査（図-11）から土石流発生の可能性は非常に低いと考えられた。そこで、土砂災害警戒情報の発表があったものの、避難情報は現状のままとして、避難指示（緊急）の発令はされなかった。

台風第15号による被害は、大島町の災害記録にある住家等損壊数として最大となった。特に、南部地区に被災した住家が集中しており、台風経路と暴風被害の分布との関係の地域的な特徴をよく示していた。そして、倒木

による停電が長期化し、損壊した住宅の修復がなかなか進まなかった。そうした状況において、1ヶ月後の10月12日に台風第19号が接近する可能性が高くなった。

大島町では、台風第19号が、人的被害を伴う土石流の発生した1958年狩野川台風と類似の経路を進む予想がされていること、伊豆大島で「イナサ」と呼ばれて恐れられている南東の暴風が吹く可能性が高いこと、台風第15号により被災した住家の修復が十分でなく被害の拡大が予想されること、そして、被災した住家に留まることは危険であること等から、最大級の警戒を要すると判断して、台風接近の4日前から防災対策の検討を開始した。10日には、台風情報連絡会議を開催して関係機関との連携強化を図った。11日の台風対策会議では、台風第15号による被災住宅の被害が拡大して人的被害の恐れがあるため、暴風により避難が困難になる前に避難を完了すること、避難対象地域の限定が困難であることから、台風最接近前日17時に全域に避難勧告「警戒レベル4」を発令することを決定した。そして、実際にそのとおりに発令した。さらに、12日4時14分到大雨警報が発表され、降り始めからの雨量が既に200ミリを超え、その後も台風の接近に伴い激しい雨の降る恐れがあり、過去の土砂災害と降水量との関係の調査（図-11）から土石流発生の可能性もあると考えられたため、同日9時に土砂災害特別警戒区域に避難指示（緊急）「警戒レベル4」を発令した。避難指示は、大島町として初めて防災対策室長が直接に避難の呼びかけの防災行政無線放送を行った。この呼びかけは、第3節で述べるアンケート調査の自由意見欄で「危機感が伝わった」と評価されている。

図-3は、台風第19号接近時における避難者の推移である。台風接近前日にあたる11日夕方の避難勧告発令から21時までには全避難者807名のうち210名（26%）が避難した。台風接近当日には、6時から台風最接近の約3時間前の15時までには残りの597名のうち546名（91%、全体の68%）が避難した。その後、19時に避難者は807名（最大）となり、台風最接近中の時間帯に避難した人はひとりもいなかった。

台風第19号の事例における避難者数の増加と避難率の向上、台風最接近中に避難者がいなかったことは、1ヶ月前の台風第15号による被災経験、第3節のアンケート結果で述べるテレビの台風情報により危機感を持ったことが影響していると考えられる。一方、台風が通過して雨が止んだ夜遅くの21時から0時には、暴風の中807名のうち120名（15%）が帰宅した。残りの避難者は避難所で一夜を過ごし、避難解除を発令する前の明け方5時から6時までの1時間に残りの661名中648名（98%、全体の80%）が帰宅し、8時までには全員が帰宅した。

このように、2019年台風第15号・第19号接近時の避難者の推移は、避難勧告発令直後から避難者が急増し、避難勧告発令から3時間を過ぎても避難者は増えていた。そして、台風最接近の約3時間前までの日中の時間帯、

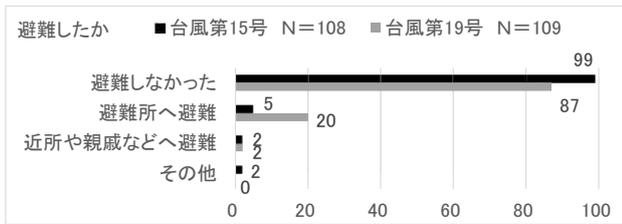


図-4 台風第15号・19号の接近に対する避難行動の内訳
黒が台風第15号のときでNは回答者数108名、灰色が台風第19号のときでNは回答者数109名。

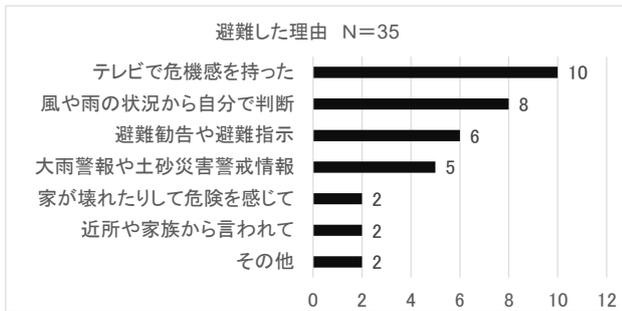


図-5 台風第15号・19号の接近に対して避難した人の避難の理由 (N=35、複数回答)

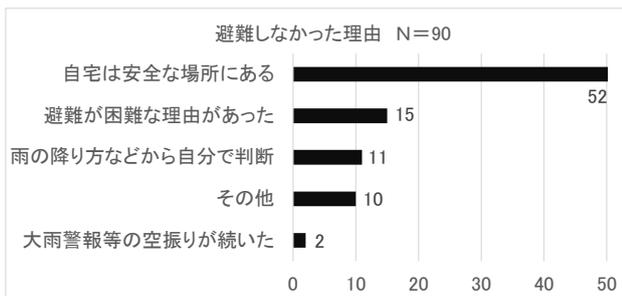


図-6 台風第15号・19号の接近に対して避難をしなかった人のその理由 (N=90)

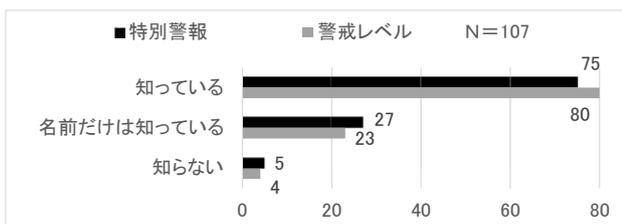


図-7 特別警報・警戒レベルの認知度 (N=107)
黒は特別警報、灰色は警戒レベル

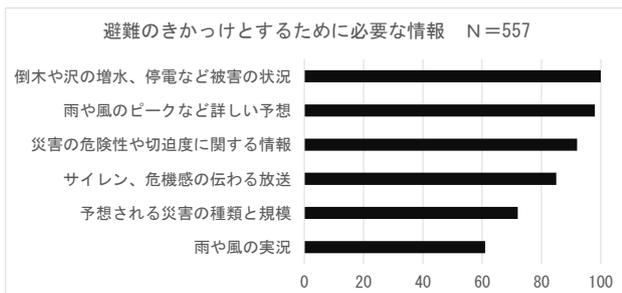


図-8 避難のきっかけとするために必要な情報 (N=557、複数回答)

または夜のはじめ頃までに大部分の人が避難を完了していた。ただし、台風第15号の事例では、台風最接近中に17%の人が避難した。そして、台風第15号・第19号の事例ともに、台風が通過して雨が弱まると深夜でも帰宅をする人がおり、避難所で一夜を過ごした人も明るくなる時間帯に帰宅を始め、避難解除前にほとんどの人が帰宅していた。これらのことは、住民が避難の判断を行う際には、避難勧告が重要視されているものの、実際の避難行動の開始は、台風の接近や雨の降り方、身の危険の感じ方により、避難者自身で判断していることを示しているのではないかと考えられる。

3. 台風防災対策に関するアンケート調査の結果

2019年10月23日～31日に島内7つの地区において「令和元年度大島町自主防災組織地域防災連絡会」を開催した。本連絡会では、台風防災対策に関するアンケート調査を実施し、台風に関する情報とその伝達手段についてのグループディスカッションを行った。出席者は、自主防災組織役員・一般住民・警察署員・消防団員・町会議員・大島町職員である。アンケート調査は、警察署員・消防団員・大島町職員は対象外とした。回答率は98% (109/111名)であった。ここでは、避難にかかわる項目の「避難した/避難しなかった」「避難した理由」「避難しなかった理由」「警戒レベル/特別警報の認知度」の結果を示す。なお「避難した/避難しなかった」の設問・回答以外は、台風第15号と第19号とを分けていないので「避難した理由」「避難しなかった理由」は、台風第15号と第19号との場合が混在している。

図-4は、2019年台風第15号・第19号それぞれに対する避難行動の集計結果である。指定避難所への避難者数は、台風第15号は5名であったのに対し、第19号では20名に増加している。

図-5は、避難した人の避難の理由である。最も多いのは「テレビの台風情報を見て危機感を持った」で29%となっている。2013年以降に実施したアンケートでは、避難した理由としていずれも避難勧告・避難指示(緊急)の発令が最も多く、テレビの台風情報はごく少数であった(加治屋ほか、2017、2018)。2019年台風第15号・第19号の事例では、台風情報に関するテレビ放送が多くあり、特に台風第19号では、1958年狩野川台風と同様の進路が予想され、大雨に対する注意喚起が行われていたことが影響していると考えられる。また、このことが第2節で述べたように、台風第19号の接近に対する避難者数が多かった理由のひとつではないかと考えられる。次に多かったのは「風や雨の状況から自分で判断」して避難したが23%、「避難勧告や避難指示」は17%、「大雨警報や土砂災害警戒情報」は14%となっている。「家が壊れたりして危険を感じて」は6%であり、台風第15号による被災のことを指している。

図-6は、避難しなかった人のその理由である。「自宅

は安全な場所にある」が最も多く 58%になる。高齢者等がいて「避難が困難な理由があった」17%、「雨の降り方などから自分で判断」12%と続く。これらは、2013 年以降のアンケート結果（加治屋ほか、2017、2018）とほぼ同様である。なお、避難しなかった理由で最も多かった「安全な場所」とは、土砂災害警戒（特別）区域外や過去に土砂災害が発生していない場所等を指していると思われる。しかし、回答者の居住区域の種別は、61%が土砂災害特別警戒区域・警戒区域になっており、自分の住んでいる場所の土砂災害リスクに対する理解が十分ではない可能性がある。

次に 2019 年に運用開始の警戒レベルと同年に伊豆大島ひとつの島でも発表されるように改善された特別警戒の認知度を図-7 に示す。いずれも認知度は高く、特別警戒は 70%、警戒レベルは 75%が知っている と答えた。知らない と答えたのは、それぞれ 5%、4%であった。これは、警戒レベル等に関する住民説明会や大島町広報誌による周知の結果と考えられる。反面、台風第 15 号・第 19 号接近時に発令された警戒レベル 4 の意味を知らなから、避難しなかった人が多かったとも言える。

アンケートでは、大島町が住民向けに発信する防災情報に関する意見照会も行った。設問は「台風接近への対策や避難の参考になった情報」「必要と思う情報」「情報の伝達手段」である。表-2 に設問と回答（抜粋）を記す。参考になった情報としては、気象情報や避難に関する情報が多かった。必要と思う情報では、気象情報や避難に関する情報のさらに詳細な情報を求める意見が多くあった。例えば、降雨強度の強い雨、風速が何時ごろからどのくらい強くなるかの予想、大島に対する台風の具体的な影響の予想、避難者数の状況、冠水や増水の状況、停電等である。いずれも具体的であり、避難の判断や避難のタイミングを決定するための地域的かつ詳細な情報を望んでいることが分かる。これは、令和 2 年 11 月 22 日に実施した大島町防災訓練時のアンケート調査（回答者数 179 名、回答率 88%）において、避難のきっかけとするために必要な情報として回答のあった上位 3 つが、倒木等被害の状況、雨等の詳しい予想、災害の切迫度等に関する情報であったことと整合している（図-8）。

情報の伝達手段は、既存の防災行政無線放送やエリアメールのほか、大島町ホームページに災害情報ページを特設するという提案もあった。

以上のように、第 2 節の避難行動と第 3 節のアンケートの分析結果から、避難者は避難勧告によって避難の判断をしていると考えられること、一方、避難行動のタイミングは、台風の接近、雨の降り方、身の危険の感じ方によって避難者自身が判断していると考えられることが分かった。実際、台風第 15 号の接近時に比べて約 1 ヶ月後の台風第 19 号接近時に避難者数が大幅に増加したことは、台風第 15 号による大きな被災経験やテレビ放送が影響しており、現実的な災害の危機意識を持てば、多く

表-2 防災情報に関するアンケート結果

【設問】大島町では、注意喚起、気象情報、避難情報等を防災行政無線放送、ツイッター、エリアメールで住民の皆様にお知らせしています。これらの情報は、台風が接近する前の対策や避難の判断などの参考になりましたか。また、今後、必要と思う情報や伝達手段等についてご意見を記入してください。

【回答】

【参考になった情報】

- ・気象情報、防災アプリ情報、避難所開設の情報
- ・大島の気象情報、エリアメール、切実感があった
- ・早めの気象情報、注意喚起放送は、良かった
- ・防災無線放送が頻繁にあるので安心している
- ・19 号では防災無線で早くから情報が伝達され警戒区域の方は避難した

【必要と思う情報】

- ・時間ごとの雨量、累積の雨量、降雨強度の強い雨
- ・風速、何時ころからどのくらい強くなるか
- ・より具体的な大島に対しての台風の影響
- ・台風の目に入ったその後も大きな危険があること
- ・避難所開設 1～2 時間前の事前放送
- ・避難所に何人くらいの人が集まっているかの情報
- ・通行止めや冠水、大金沢などの増水、停電、断水
- ・情報が多いと、またかと思うのでタイミングが必要

【情報の伝達手段】

- ・防災無線、スマホ、テレビ、エリアメール、SNS
- ・防災無線での情報伝達量には限りがあるので、ツイッターや町のホームページに災害情報ページを特設して住民がアクセスできるようにする
- ・エリアメールでこまかく情報がくるとありがたい
- ・隣近所での声の掛け合いが、お年寄りの不安を取り除き避難の判断が出てくるのではないかと
- ・防災無線が聞き取りにくい時があるので、一考を
- ・パトカー、消防車等がサイレンを鳴らしていれば緊迫感を感じ、避難する人が多くなるのではないかと

の人が避難をすることを示している。そして、第 3 節のアンケート結果から、住民の自主的な避難行動のために、倒木等被害の状況、雨等の詳しい予想、避難所の状況、災害の切迫度等に関する情報が求められていることが分かった。そこで、次節では、住民の自主的な避難を促進するために、災害の危険性や切迫度の把握に利用可能な地域特性を反映した過去の災害に関する資料について検討を行う。

4. 地域的な出現特性を反映した災害の情報資料

（1）大島町が使用している既存の災害の情報資料

大島町では、大雨警戒の発表の可能性が高まったり、台風が接近して災害が発生する恐れがあったりする場合

台風情報連絡会議(台風第15号) 説明資料

概要

- 台風第15号は、コンパクトですが、強い勢力を保って進みますので、接近してから風・波・雨が急に強くなる特徴があります。
- また、過去に当地方で大きな災害になった台風と同様の経路を進む可能性が高くなっており、下記のような被害が予想されます。

- 暴風による建造物全半壊、送電通信施設障害、倒木
- 高波による港湾施設損壊、波浮港高潮、岡田港冠水
- 大雨による複数箇所での斜面崩壊、低地の浸水、道路冠水

- 暴風・大雨のピークは21時～03時の間の見込みです。2次災害を防ぐために、このピーク期間の外出はしないようにして下さい。特に、台風が当地方付近を進む場合には、台風目に入ると、風が収まり、雨も止みますが、すぐに吹き返しの暴風雨となりますので、留意が必要です。

令和元年9月8日大島町防災対策室

図-9 台風情報連絡会議資料

項目	2017年10月22日(日)								2017年10月23日(月)							
	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24			
台風接近																
雨	50~60ミリ				土砂災害に警戒				土砂災害に注意							
風						北東15	東20	南20	南~南西30~35	南西	20	西	15			
波									6			9~12	8			
留意事項	<p>過去に暴風、高波による大きな災害が発生した台風と類似の進路が予想されている。台風が駿河湾～伊豆半島付近を通過する場合は特に大きな災害が発生する恐れがある。前線の影響により10日に入り779ミリ(22日9時まで平年値の2倍以上)の雨が降り、地盤は緩んでいる。今後、台風中心付近の強雨域が影響すると土砂災害が発生する恐れがある。</p> <p>● 順位が高くなっており、台風の接近時間が遅滞するため波浮港では高潮に注意</p> <p>また、決定ではありません</p> <p>● 原則となる前に避難を完了する このため、土砂災害警戒区域情報による避難の待機時間の短縮は留意</p>															
特別警戒区域	△ 注意喚起 ○ 避難準備 ◎ 避難勧告 ● 避難指示															
警戒区域	△ ○															
要支援者	△ ○															

図-10 避難行動の協議のための資料

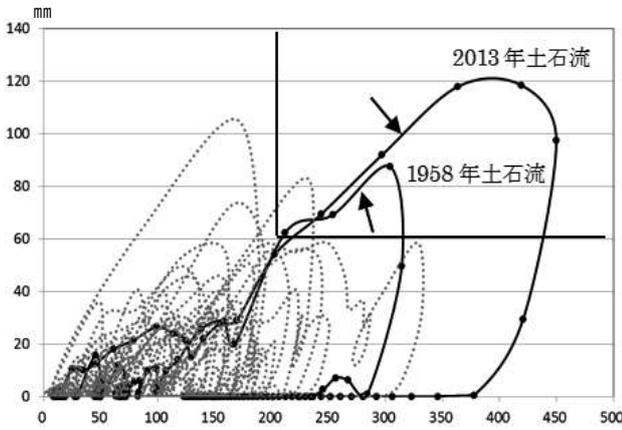


図-11 土砂災害と1時間降水量・土壌雨量指数との関係

縦軸は1時間降水量(mm)、横軸は土壌雨量指数、右上に伸びる太い実線は土石流の2例、矢印は土石流発生推定時刻、点線はがけ崩れ23例、左下領域の薄い実線は土砂災害が発生しなかった6例、太い直線で囲まれた領域は土石流の危険領域。1時間降水量と土壌雨量指数はアメダス(大島町元町津倍付、1991年12月からは大島町元町家の上)の観測値による。

には、台風対策会議・台風情報連絡会議等を開催している。台風対策会議は、大島町四者懇談会機関(大島町役場、大島支庁、大島警察署、気象庁火山防災連絡事務所)で行うことを基本としている。台風が接近して災害の規模が大きいと予想される場合や避難勧告等を発令する可

能性がある場合には、東海汽船等交通機関、東京電力等ライフライン機関、観光協会、建設業協会、小中学校、報道機関等に参加者を拡大した台風情報連絡会議を開催している。どの会議を行うかは、想定される災害の程度や避難運用に応じて防災対策室長が決定している。

これらの会議では、気象庁発表の気象情報による降水量や風速の予想、台風データベース(大島町防災対策室)による過去の類似台風、想定される災害等を共有し、想定災害に応じた配備体勢や避難対応等の協議を行っている。会議で使用する最も重要な資料は、地域特性を反映した災害に関するものである。降水量や最大風速等の予想は、例えば、注意報級なのか警報級なのかによって配備態勢等の決定に関わるので重要ではあるが、本質的なことは、それらの予想された降水量等によって、どのような種類のどの程度の規模の災害が想定され、どのような対策を行う必要があるのかに尽きるからである。

図-9は、2019年台風第15号に対する台風情報連絡会で実際に使用した資料の一部である。台風の進路・風速・降水量等の予報に地域的な特性を考慮して、災害の種類と規模を想定したもので、防災対策の検討のための基本的な資料である。これにより、災害をイメージして共有し、関係機関が連携した効果的な防災対策の具体的な検討を行うことが可能になっている。

図-10は、避難の対象区域と避難のタイミングの協議を行うための表形式の資料で「台風の予想」「災害に関する留意事項」「避難対応」の3つの要素で構成している。台風の予想は、台風最接近の時間帯、雨・風・波の量的予報、現象の注意報級・警報級の種別を3時間ごとのコマで色分けしてある。災害に関する留意事項は、台風の特徴や想定される災害について記載している。そして、避難対応では、大島町各地区・土砂災害警戒区域・要支援者等に区分して、いつ・どこに・誰に、注意喚起・避難準備・避難勧告・避難指示(緊急)等の避難情報を発令するかを3時間ごとのコマに記入する形式になっている。この資料は、大島測候所(平成21年10月廃止)が防災関係機関向けの台風解説資料として使用していたものに避難行動の協議と情報共有を円滑に行えるように、大島町が避難対応の欄を追加、改修したものである。

図-11は、過去約70年間に大島町で起こった土砂災害の1時間降水量と土壌雨量指数の時間変化曲線である。土砂災害の内訳は、住家被害と死者のあった土石流2例、規模の大きいがけ崩れ・小規模ながけ崩れ合わせて23例、比較のための土砂災害が発生しなかった6例の合計31事例である。1時間降水量と土壌雨量指数はアメダス観測雨量を用いているため、土砂災害が発生した地点と離れている場合があるので注意を要するが、土砂災害の種類と規模を想定する資料として使用している。また、1時間降水量と土壌雨量指数をリアルタイムに図にプロットして、土砂災害の切迫度を推定し、避難勧告・避難指示(緊急)の判断材料としても使用している。

これらの資料は、大島町が避難対応等防災対策の検討のために使用しているものであるが、例えば、どのような資料に基づいて、どのような種類の災害が、どの程度のリスクとして評価されたのか、その結果として、どのような避難情報が発令されるのかを理解するという点において、住民と共通した認識を持つことができると考えられるので、住民に提供すれば避難の促進に効果があるのではないかと期待される。ただし、図-11の土壌雨量指数は、一般にはなじみの薄い物理量であり、気象庁ホームページでも公開されていない。したがって、実際に住民向けの資料として利用するには、修正や説明が必要であるし、提供方法についても考慮しなければならない。次項では、そうした検討を行う。

(2) 住民向けの災害の情報資料

大島町では、台風の接近が予想される時、土砂災害警戒情報・気象警報・大雨注意報が発表されたとき、避難情報を発令するときには、大島町防災行政無線放送によって住民への周知を行っている。これらの情報は、大島町ホームページ「防災大島 Twitter」にも掲載される。したがって、住民は、台風接近のタイミングや気象警報の発表を知って、想定される災害に備え、避難情報の発令の放送によって、避難準備や避難を行うことができる。

アンケート調査では「防災無線放送が頻繁にあるので安心している」「19号では防災無線で早くから情報が伝達され警戒区域の方は避難した」等の意見があり、防災行政無線が防災情報の伝達の基本的手段であることが分かる。しかし、「防災無線が聞き取りにくい時がある」「防災無線での情報伝達量には限りがある」等の欠点や制約があるため、例えば、必要と思う情報として回答のあった「より具体的な大島に対しての台風のどんな影響が予想されるのか」「災害の切迫度等に関する情報」を音声放送によって周知するのは難しい。そこで、防災情報の伝達手段として、住民から提案のあった「町のホームページに災害情報ページを特設する」ことを前提として、避難行動を支援するための災害の地域特性を反映した災害の情報資料の検討を行うこととする。

まず、防災行政無線による放送文の実例を示す。「こちらは防災大島です。町役場から土砂災害警戒情報の発表についてお知らせします。気象庁予報部より午後11時47分に土砂災害警戒情報が発表されました。現在、特別警戒区域に避難勧告、警戒区域に避難準備・高齢者等避難開始を発表しています。がけ崩れなどに注意し、危険を感じたら、2階など高いところへの垂直避難を行うなど、身を守る行動をお願い致します。今後の気象情報に十分注意して下さい。(2019年9月8日23時57分放送)」これは、土砂災害警戒情報発表の放送である。当日16時30分に避難勧告「警戒レベル4」を発令しているので、土砂災害の危険度が高くなったことにより、避難を促し、屋外が危険な場合には屋内で身を守る行動をとることを周知する目的を持つ。実際、24時頃は、台風第15号が

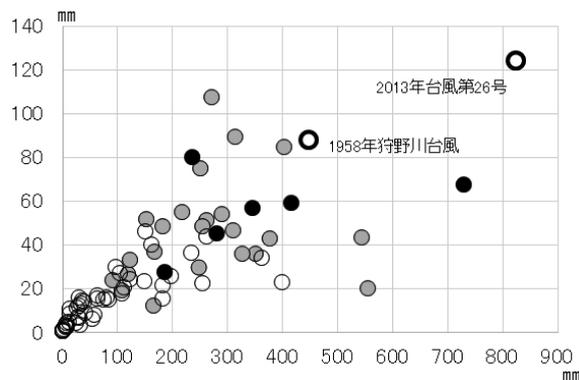


図-12 1952年～2019年の大島町の土砂災害と降水量との関係
縦軸は最大1時間降水量、横軸は総降水量(台風などによる降り始めから降り終わりまでの降水量で数時間程度の止み間を含む)、降水量(mm)はアメダス(大島町元町津倍付、1991年12月からは大島町元町家の上)の観測値、図中の白丸は土砂災害がなかった事例、灰色丸は小規模ながけ崩れ、黒丸はがけ崩れが10ヶ所以上、黒いドーナツ印は住家被害と死傷者のあった土石流の2事例(2013年台風第26号、1958年狩野川台風)。

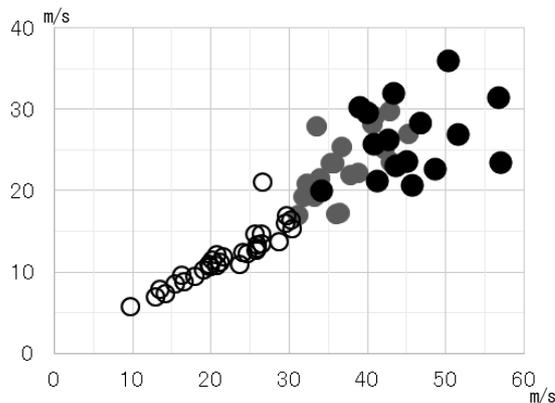


図-13 1948年～2017年の大島町の暴風災害と風速との関係
(風向が南東～西南西のケース)

縦軸は最大風速、横軸は最大瞬間風速、風速(m/s)はアメダス(大島町元町津倍付、1991年12月からは大島町元町家の上)の観測値、図中の白抜き丸は被害がなかった事例、灰色丸は被害があった事例、黒丸は被害が大きかった(公共施設・住家の全半壊件数10件以上または被害金額1億円以上)事例。



図-14 大島町で大きな災害が発生した台風の経路

大きな災害とはがけ崩れ10ヶ所以上、公共施設・住家全半壊件数10件以上、被害金額1億円以上、死者・行方不明者の人的被害があったもの。

伊豆大島付近を通過中であり、総降水量 200mm 以上かつ 1 時間降水量 50mm 以上の雨が観測され、中村ほか (2005) による、がけ崩れの危険性が高まっていた。また、最大瞬間風速が 35m/s 以上になっており、倒木が既に発生して、屋外への避難行動は危険な状態であった。このような状況において、指定避難所へ避難した住民は、23 時までの 1 時間に 5 名、24 時 2 名、01 時 3 名、02 時 2 名であった。したがって、このケースでは、土砂災害の危険が迫っていること、暴風・大雨により屋外が危険な状態になっていることを認識させる必要がある。

土砂災害の危険性・切迫度に関する資料としては、土壌雨量指数の代わりに総降水量を用いた図-12 がある。降水量はアメダス観測値であり、土砂災害が発生した地点と離れている場合があることに注意を要するが、土砂災害と降水量との関係を表現している。具体的には、最大 1 時間降水量 20mm 以下かつ総降水量 100mm 以下では土砂災害は発生していない。最大 1 時間降水量 50 ミリ以上かつ総降水量 200mm 以上では 10 ヶ所以上のがけ崩れが多く発生している。両者の中間領域では、がけ崩れが発生した事例と発生しなかった事例が混在している。また、特に、最大 1 時間降水量 85mm 以上かつ総降水量 400mm 以上の場合には、人的被害のあった土石流が発生している。この図に、最大 1 時間降水量と総降水量の予想値をプロットすれば、土砂災害の危険性を推定することができる。また、最大 1 時間降水量と総降水量のリアルタイムデータを気象庁ホームページから読み取ってプロットすれば、土砂災害の切迫度をイメージとして把握できる。このように、避難の必要性や緊急性等を判断する災害の情報資料として利用することが可能であろう。

図-13 は、過去約 70 年間に大島町で発生した暴風災害と風速との関係である。風速はアメダス観測値を用いているので注意が必要であるが、最大風速が 15m/s 以上、最大瞬間風速が 30 m/s 以上で災害が発生し、最大瞬間風速が 40 m/s 以上になると災害が大きくなる傾向があることが分かる。この図に風速値をプロットすれば、暴風災害の危険性を把握することができるので、早めの避難行動につながると期待される。また、プロットした付近の災害事例について、例えば「平成 24 年 9 月 30 日に波浮小学校の屋根が破損し、ビニールハウス 5 件が倒壊した」等の具体的な被害状況を補足すれば、より身近に感ずることができるであろう。

図-14 は、過去約 70 年間に大島町で大きな災害が発生したときの台風経路である。原因は、カラーで月別に分けてあり、大島町防災の手引き風水害編 (2017) にも掲載している。この資料を気象庁の台風進路予報と比較することにより、災害の危険性を推定することができる。

これらの資料を大島町ホームページに掲載して、住民がリアルタイムに利用すれば、災害の危険性や切迫度を把握して、自主的に避難の判断を行ったり、避難のタイミングの判断を行ったりするのに有効であると考えられる。

5. おわりに

(1) 土砂災害に対する避難の課題

第 2.1 節で述べたように、2013 年伊豆大島土砂災害直後の大島町の避難率は約 40%であったが、半年後には約 5%に低下した。その後、避難の促進を図るための防災知識の普及啓発や避難所の改善等を継続して実施してきたものの、避難率は低迷したままである。最近の 2019 年 10 月台風第 19 号の事例では、避難率が向上したが、それでも約 11%にとどまっている。これは、例えば、高木ほか (2019) による西日本豪雨時の岐阜県内における避難者数上位 5 市の避難率 (1.89%~13.15%) と比べても大差はなく、避難率の低さは、全国的な課題である。

この課題の実態を把握するための手法として、アンケート調査が行われている (例えば、内閣府、2018、高木ほか、2019 等)。これまでの多くのアンケート調査によると、避難しなかった理由として最も多いのは「土砂災害は起こらないだろうと考えた、家が安全と判断した」等であり、土砂災害に対する危機意識の希薄さや認識不足が指摘されている。大島町では、2013 年伊豆大島土砂災害以降 2019 年までの 6 年間に 10 回 (延べ 795 名) のアンケートと 1 回のヒアリング (11 名) 調査を行っており、これらの調査でも避難しなかった理由として同様の結果を得ている。さらに、加治屋ほか (2018) は、避難率の低下には、経年的な避難の意識の薄れと避難勧告・大雨警報等の空振りも要因となっていると報告した。特に、伊豆大島土砂災害後には大雨警報の基準値を引下げて運用されていたこと、大雨警報の発表を避難勧告発令のトリガーとしていたこと、避難の対象範囲が現状の土砂災害警戒区域よりも広く設定されていたこと等、より安全面に配慮した避難の運用を行っていたことが影響して、避難勧告を発令しても土砂災害が起こらない事例が続き、避難勧告・大雨警報等の空振りを住民に強く印象付けてしまい、避難する人が少なくなり、避難率低下の要因になった可能性があるとして分析している。また、加治屋ほか (2019) は、大島町の土砂災害警戒情報の基準値が、山中急傾斜地での表層崩壊や道路沿い急斜面の崩落を災害事例として作成されているため、実際の土砂災害警戒情報等による避難勧告等の運用が災害の実態と乖離している問題を指摘した。これも避難勧告・土砂災害警戒情報等の空振りの連続を招き、住民に土砂災害は起こらないだろうと考えさせ、雨が激しくなるまで様子を見よう、避難指示が出るまで待とう、などと直ちに避難をしないことにつながってしまい、結果として避難率が低下すると考えられている。

そこで、加治屋ほか (2019) は、土砂災害警戒情報の基準値の問題に関して、過去の土砂災害発生事例に基づく独自の避難基準を設けて避難運用を実施する等、避難勧告の空振りを減少させるための工夫を行っていることを紹介した。また、土砂災害警戒情報の基準値策定や運用等には、市町村も含めた関係機関の共同検討体制が重

要であると主張した。共同検討体制を通じて、基準値策定の根拠となる災害事例や策定方法の共有がなされると、土砂災害警戒情報の持つ意味や危険性等の理解が進み、実際に避難を行う住民にとっては、土砂災害警戒情報の深い意味を反映した、より効果的な防災教育を通じて、空振りを容認する意識が醸成されることにつながると思われる。

しかし、土砂災害に対する避難率の低さは、住民ひとりひとりに対する土砂災害の出現頻度が非常に小さいこと、それに対して大雨警報・土砂災害警戒情報、避難勧告等の発表頻度が高いことに起因する危機意識の希薄さが、根本的な要因のひとつになっているとすれば、住民ひとりひとりが土砂災害に対する危険性を理解して、土砂災害の切迫度に応じた避難行動を取らない限り、避難率は向上しないであろう。実際、大島町での台風第19号に対する避難では、避難者数が大幅に増加した。これは、1ヶ月前の台風第15号による被災経験やテレビ放送が影響したことの結果であり、危機意識を持てば避難率は向上することを示している。

(2) 避難支援のための地域特性を反映した災害情報資料の提案

したがって、土砂災害に対する危機意識を高めて避難行動を促すためには、土砂災害の危険性が高まり、切迫していることを認識できるような情報が必要であると考えられる。そのような既存の情報として、例えば、気象庁ホームページで公開されている土砂災害警戒判定メッシュ情報がある。これは、土砂災害の危険度の高まりを5段階に色分けして示してあり、自分のいる場所の危険度を10分ごとに把握することができるので、避難情報・警戒レベルと併せて、避難の判断に利用することができる。しかしながら、この情報は、加治屋ほか(2019)が述べているように、これまでの実績では、大島町の土砂災害の実態と乖離しているため、住民が自分のこととして、土砂災害の危険性や切迫度を感じる情報になっていないのではないかとと思われる。

そこで、図-11や図-12で示したような過去の災害の資料を利用すれば、地域特性を反映した災害の実態に即した情報として、土砂災害の危険性や切迫度を把握することが可能となり、何より、住民が身近なこととして認識できるので、自主的な避難の促進につながる可能性があると思われる。また、大島町が避難等防災対策の検討に使用している台風対策会議資料を住民と共有すれば、どのような種類のどの程度の災害が、どの程度のリスクとして評価され、どのような避難情報が発令されるのかを理解するという点において、住民と共通した認識を持つことができると考えられ、避難の促進に効果があるのではないかと期待される。

謝辞：避難に関するアンケートに協力していただいた大島町住民の皆様には、御礼申し上げます。3名の査読者には、

的確なご指摘と非常に丁寧な修正案を提示していただきました。また、論文内容全般に対する貴重なご意見と避難情報等の運用に関する事例なども教示していただきました。感謝いたします。

参考文献

- 内閣府ホームページ(参照年月日:2020.12.15), 避難勧告等に関するガイドラインの改定～警戒レベルの運用等について
～ <http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/index.html>.
- 内閣府ホームページ(参照年月日:2020.12.15), 平成30年7月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について http://www.bousai.go.jp/fusuiyai/suigai_dosyaworking/index.html.
- 国土交通省ホームページ(参照年月日:2020.12.15), 住民自らの行動に結びつく水害・土砂災害ハザード・リスク情報共有プロジェクト—プロジェクトレポート— https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000972.html.
- 牛山素行・横幕早季・貝沼征嗣(2012), 2010年9月8日静岡県小山町豪雨災害における避難行動の検証, 土木学会論文集B1(水工学) Vol.68, No.4, 1_1093-1_1098, 2012. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejhe/68/4/68_183/_article/-char/ja/
- 石塚久幸・和田滉平・宮島昌克(2013), 被災地域へのアンケートに基づく土砂災害における避難を促進する情報に関する基礎的研究—和歌山県那智勝浦町にて—, 土木学会論文集F6(安全問題), Vol.69, No.2, 1_127-1_134. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejsp/69/2/69_1_127/_article/-char/ja/
- 気象庁ホームページ(参照年月日:2020.12.15), 気象情報に関する利活用状況調査結果, 第25回気象業務の評価に関する懇談会(書面開催)の概要. <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/hyouka/kondankai/kondankai25/gaiyo25.html>.
- 加治屋秋実・赤石一英・横田崇・草野富二雄・関谷直也・高橋義徳(2018), 2013年伊豆大島土砂災害後における避難率の低下とアンケート調査等に基づくその原因及び対策の検討, 災害情報 No.16-1, P37-47.
- 加治屋秋実・赤石一英・横田崇・関谷直也・草野富二雄・鶴崎浩人(2019), 土砂災害に対する適切な避難のための地域住民によるグループワークと大島町の独自避難基準, 災害情報 No.17-2, P109-119.
- 中村修・和田郁夫・加治屋秋実(2005), 伊豆諸島北部の台風による土砂災害の出現特性, 東京管区調査研究会誌, No.38.
- 大島町(2017), 防災の手引き(風水害編), 41PP. 大島町ホームページ(参照年月日:2020.12.15), <https://www.town.oshima.tokyo.jp/soshiki/bousai/bousainotebiki-husuiyai.html>
- 高木朗義・杉浦聡志・森啓明・岩田秀樹(2019), 平成30年7月豪雨災害における住民避難行動分析—岐阜県を事例に—自然災害科学J.JSND, 38, 特別号, 133-151. https://www.jsnds.org/ssk/ssk_38_s_133.pdf

(原稿受付 2020.12.15)

(登載決定 2021.3.31)

Comparative Analysis of Evacuation Behavior for Typhoon No.15 and No.19 in 2019 and Proposal of Providing Disaster Information Data That Reflecting Regional Characteristics.

Akimi KAZIYA¹ · Kazuhide AKAISHI² · Takashi YOKOTA³ · Hiroto Turusaki⁴

¹ Disaster Prevention Measures, Oshima Town Office (ankajiya@eagle.ocn.ne.jp)

² Hikone Local Meteorological Office (akaishi@met.kishou.go.jp)

³ Disaster Prevention Research Center, Aichi Institute of Technology (yokotat@aitech.ac.jp)

⁴ Disaster Prevention Measures, Oshima Town Office (c170001@town.tokyo-oshima.lg.jp)

ABSTRACT

In September 2019, in Oshima town, 1522 houses were damaged by the storm caused by the approach of Typhoon No. 15. The evacuation rate at that time was 4 %. About a month later, as typhoon No. 19 approached, and the evacuation rate at that time improved to 11%. This improvement in the evacuation rate was thought to be the result of the effects of typhoon information coverage and the experience of the disaster caused by typhoon No. 15. Based on the analysis of evacuation behavior in these typhoon cases suggest that the residents made the decision to evacuate based on evacuation advisories, but started actual evacuation due to the approaching typhoon and feeling of danger. According to the questionnaire survey the reasons for the residents evacuating were mostly TV broadcasting and rain conditions. And there were many opinions that detailed forecasts such as rain, damage status, disaster risk and urgency were needed to trigger evacuation.

Therefore, in order to promote the voluntary evacuation of residents, we think that information showing the risk and urgency of disasters that allows residents to feel the urgency of danger is effective. Specifically, they are materials on past disasters that reflect regional characteristics. If these materials are used to support evacuation, residents will be able to imagine the danger and imminence of a disaster in their daily lives and will be able to make their own decisions and take evacuation actions.

If these materials are shared by local governments and residents and used as support information for evacuation, it is expected that residents will be able to familiarize themselves with the danger and urgency of disasters and make their own decisions on evacuation, leading to evacuation actions.

Keywords : Sediment disasters □ Evacuation □ Regional characteristics □ Disaster data

日本災害情報学会 2020年4月～2021年3月までの主な活動

2020年4月からの1年は、新型コロナウイルス感染症に翻弄された年となった。国は「緊急事態宣言」を2020年4月に第1回目、2回目を2021年1月に発出した。このため学会の各種活動も大きな影響を受けることとなった。具体的には、理事会の開催を始めとして学会大会、総会も延期を余儀なくされた。また、委員会なども対面ではできなくなった。しかしながら学会として年度当初計画していたイベントなどの事業は、ほぼオンラインで実施することができた。

学会としてコロナ禍における避難のあり方を考えてもらうため2020年5月に「避難に関する提言」を発表、大きな反響を得た。7月には大雨が全国的に降り続き、特に熊本県で大きな被害が発生した。被災地では危惧していたコロナ感染者も確認された。また、9月には「過去最強クラス」といわれた「台風10号」が九州地方に接近した。一時は甚大な被害が懸念されたが、台風の勢力が弱まったため最悪の事態は免れた。

新型コロナで諸活動苦戦の中、学会としては初めての取り組みになる「若手研究発表大会」を4月に開催することを決定した。

2020年

4月

- ・**ニュースレター81号発行**
特集「阪神・淡路大震災 四半世紀いま改めて伝えたいこと」ほか
- ・**第33回勉強会「新型コロナウイルスの社会的影響」** (4/11 オンライン開催)
 1. 新型コロナウイルスと購買行動—新型コロナウイルス感染症に関する国民アンケート調査結果より—安本真也氏(東京大学大学院 情報学環)
 2. モバイル空間統計の概要と新型コロナによる人の動きの可視化
斧田佳純氏(株式会社ドコモ・インサイトマーケティング エリアマーケティング部)
- ・**第34回勉強会「新型コロナウイルスを踏まえた水害時の避難・避難所等に係る課題」** (4/18 オンライン開催)
 1. 新型コロナウイルスを踏まえた水害時の避難・避難所等に係る課題「地域防災の視点から」
小山真紀氏(岐阜大学 流域圏科学研究センター)
 2. 新型コロナウイルスを踏まえた水害時の避難・避難所等に係る課題「災害看護の視点から」
神原咲子氏(高知県立大学 看護学部)
- ・**緊急事態宣言発出に伴い、事務局業務一時停止**
一部リモートワークにて対応(6/2まで)

5月

- ・「**避難に関する提言**」を発表

6月

- ・**事務局業務再開**

7月

- ・**第22回学会大会・開催方針決まる**
新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、大会はオンラインでの開催を決定(11/27～28)

8月

- ・**ニュースレター82号発行**
特集「災害情報とコロナ禍」ほか
- ・**学会誌「災害情報18号」発行**
「災害時の『避難』を考える」
- ・**第43回理事会開催** (8/20 オンライン開催)
各委員会より中間報告など

9月

- ・**2020年廣井賞決定**
学術的功績分野に東洋大学理工学部都市環境デザイン学科・及川康教授を選出
- ・**第35回勉強会「2020年台風10号と情報伝達」**
 1. 「令和2年台風第10号の概要と気象庁の対応について」
坪井嘉宏氏(気象庁予報部予報課気象防災推進室)
 2. 「2020年台風10号と防災気象情報」
牛山素行氏(静岡大学総合防災センター)
 3. 討論者:森山聡之氏(福岡工業大学社会環境学部)

10月

- ・**第36回勉強会「2020年7月豪雨・台風10号 その時メディアは…」** (10/24 オンライン開催)
 1. 柴田高宏氏(九州朝日放送株式会社(KBC)報道情報局長)
 2. 竹野内崇宏氏(朝日新聞 福岡本部報道センター社会グループ記者)
 3. 田中俊憲氏(九州災害情報(報道)研究会幹事 株式会社福岡放送編成局コンテンツ事業部)
- ・**第44回理事会開催** (10/28日 オンライン開催)
会員現況 973人・法人(前年973人・法人)、第22期委員会活動・決算・監査報告、第23期委員会活動計画、予算案承認など

11月

- ・**ニュースレター83号発行**
特集「「特別警報級」台風10号における災害情報伝達と避難を考える」ほか
- ・**第22回学会大会開催** (11/28～29 明治大学・オンライン開催)
大会実行委員長:小林秀行(明治大学)
27日:研究発表、意見交換会
参加者252名、研究発表77件(口頭発表42、投稿のみ35)
28日:シンポジウム「「避難」のあるべき方向を考える」
基調講演1:永松伸吾氏(関西大学)
基調講演2:及川康氏(東洋大学)
ディスカッション:飯田和樹氏、牛山素行氏

片田敏孝 氏、金井昌信 氏、越山健治 氏、秦康範
氏、廣井悠 氏、本間基寛 氏、矢守克也 氏
参加者232名

2021年

1月

・ニュースレター84号発行

片田敏孝会長新春所感、特集「気象庁新時代」ほか

2月

・第22回定時総会開催（2/20 オンライン開催）

会員現況 973人・法人（前年973人・法人）、第22
期委員会活動・決算・監査報告、第23期委員会活動
計画、予算案承認など

*新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえ、初のオンライ
ン開催となった

3月

・学会誌J-Stage掲載へ

創立20周年事業として進めてきた学会誌のJ-
Stageへの掲載作業が完了し、4月1日から公開す
ることとした。

・若手研究発表大会開催を決定

災害情報・防災分野を研究する学生・若手研究者間
の交流と、先達の研究者との対話の機会を創出す
るために若手研究発表大会の開催を4月24日（土）
に、オンラインで開催することを決定し告知した

学会誌編集委員会関連規定及び投稿に関する規程

1 学会誌編集委員会運営細則

(通則)

第1条 本運営細則は、日本災害情報学会運営規程（以下、「学会運営規程」という）第12条（5）及び第13条（5）に規定された学会誌編集委員会の運営について、学会運営規程第22条第1項に基づく運営細則として定められたものである。学会誌編集委員会の運営については、学会運営規程第14条から第16条及び第22条によるほか、この細則によるものとする。

(組織及び構成)

第2条 本委員会には、委員長（1名）、副委員長（1名）および幹事（若干名）を置き、委員長、副委員長及び幹事を含め委員は15名程度とする。

2 委員長は、正会員より会長が指名し、理事会の承認を得る。

3 副委員長、幹事、委員は、委員長が正会員より指名し、理事会の承認を得る。

4 本委員会に事務局長の出席を求めることができる。

(所掌事務)

第3条 本委員会の所掌事務は、会則第4条の趣旨に則り災害情報に関する論文、調査報告、事例紹介等の発表の場として学会誌「災害情報」を編集・刊行し、災害情報研究の向上と発展に資するとともに、広く災害情報の社会的重要性を喚起することである。

(小委員会の設置)

第4条 学会誌の編集・刊行に関連する事項を協議するために、本委員会に小委員会を設置することができる。

(本運営細則等の改廃)

第5条 本委員会の運営を円滑に行うために定める内規等を除き、本運営細則及び本委員会の所掌事務に係る規則等の改廃は、本委員会の議を経て理事会の承認を得なければならない。

付 則

本運営細則は、平成14年9月1日から施行する。

本運営細則の改正は、平成25年10月27日から施行する。

本運営細則の改正は、平成26年10月26日から施行する。

2 投稿規定

1. 論文

論文の内容は、防災・災害情報に新たな貢献が期待できるもので、結論の導出過程が適切であるものとする。なお防災および災害情報に新たな貢献ができるものであれば、従来の学術論文の体裁にとらわれず、下記の内容に該当するものも論文の対象とする。

- ・災害情報に関する理論的・実証的な研究成果で、対象の開拓、新しい点・手法の導入、従来手法の統合化などによって明確な結論を得たオリジナリティの高いもの。
- ・災害情報に関する理論的・実証的な研究成果で、有用な結果を得たもの。
- ・調査報告（災害情報に関わる調査結果を、客観的に報告したもの）
- ・事例紹介（災害情報に関わる様々な取り組み、事例について紹介したもの）

2. 投稿者

投稿は本会会員に限る。ただし、本会の依頼した原稿の場合はその限りではない。

3. 投稿

- (1)投稿原稿は、原則として他雑誌において未発表でかつ査読中でないものとする。
- (2)会員は投稿規定に基づき、投稿原稿（和文および英文の要約を含む）のコピー3部および電子記録媒体（CD等）に、必要事項を記入した申し込みフォーマットを添えて本会編集委員会宛に提出する。また、メールで学会宛に論文を送付する。
- (3)投稿原稿は随時受け付け、学会誌刊行予定日の6ヶ月前に締め切り、編集作業を開始する。

4. 投稿原稿の区分

論文は、査読論文、特集論文、報告（調査団報告など）からなる。

5. 査読及び編集

- (1)投稿原稿は、編集委員会の定める編集規定に従って、掲載の可否を決定する。
- (2)初校校正は著者が自らの責任で行う。なお、校正は誤字・脱字等の編集にかかわる修正のみとし、内容にかかわる変更は再査読の対象とする。
- (3)カラーページの印刷には対応しない。
- (4)掲載著作物の別刷り印刷には対応しない。

6. 著作権

本学会はその学会誌の編集著作権を持つ。本学会誌掲載の著作物の著作権は当該著者がもつ。なお著者が自らの用途のために本学会誌掲載論文の掲載論文等を他の著作物（主として書籍など）に転載する場合にはその旨を明記することとし、他の著作物発刊者が許容する限りにおいては制限はしない。

3 編集規程

1. 査読

(1)編集委員会は、各投稿原稿について、学会員の中から論文については3名の査読員を選び、別紙書式により査読を依頼する。ただし、必要に応じて学会員以外に査読を依頼することができる。

(2)査読結果は、下記の評価区分で表記する。

A――掲載可

B――部分的な修正をすれば掲載可

C――大幅な修正をすれば掲載の可能性はある

D――掲載不可

(3)投稿者および査読員の氏名は相互に匿名とする。査読および編集を通じて、個人のプライバシーは保護されなければならない。

(4)編集委員からの所定回数の督促にもかかわらず、査読員が査読結果を提出しない場合には、編集委員会は査読員を変更することができる。

(5)査読結果が相違した場合については、基本的に低いランク扱いとし、2ランク以上の相違がある場合は編集委員会で検討する。また、また、その措置にあたって、編集委員会は査読員から意見を求めることができる。

2. 原稿修正

(1)査読が終了次第、編集委員会は査読結果に基づいて、掲載の可否、査読員のコメントおよび原稿修正期間の指示等を投稿者に通知する。

(2)原稿修正期間については、1ヶ月を標準とする。

(3)修正原稿掲載の可否は、原則として、編集委員会が最終判定する。

(4)編集委員会は最終判定終了次第、前条に従って、投稿者に結果を通知する。

3. 依頼原稿等

(1)依頼原稿は本会の編集委員会が依頼した原稿であり、投稿規定に準ずるものとする。

(2)学会大会における会長講演・記念講演等および学会が行うシンポジウム・講演会等の報告は、これを掲載することができる。

(3)依頼原稿、シンポジウム報告等の掲載可否は、編集委員会が判定する。

4. 編集委員

編集委員は、編集委員会の会議に出席し、編集および審査に関する事項を審議し、次の編集の実務を行う。

(1)学会誌各号の目次の決定

(2)特集の企画、依頼

(3)学会活動報告の編集

(4)編集後記の執筆

(5)投稿原稿の審査に関する諸措置

(6)編集委員会規程、同施行細則および編集規程・投稿規定・執筆要領の点検と改正

(7)その他

4 執筆要領

1. 言語

投稿原稿は和文に限る。

2. 原稿の形式と分量

論文の分量は20,000字以内（10頁以内）とする。分量計算はすべて文字数を単位とする。文字数には題名、著者名、所属、和文要約、図表、注、参考文献すべてを含む。英文要約は含めない。図表の文字数は面積相当とする。編集委員会が指定した場合はこの限りではない。

3. 所属

所属は原則1箇所のみ記載する。掲載時の所属が投稿時の所属と変わった場合、投稿時の所属のみを記載する。著者の肩書きは記載しない。

4. 要約、キーワード

論文は、題名、著者名、所属、メールアドレス、英文タイトル、英文著者名、所属、英文要約、英文キーワードを添付すること。

(1)表題紙には、題名の全文、著者名、所属のみを記す。

(2)和文要約は、600字以内のものを本文の前に添付する。

(3)英文要約は、130ワード以内のものを本文の後に添付する。

(4)キーワードは日本語・英語各5語以内で、要約の後に各々記載する。

5. 原稿フォーマット

原稿作成にあたっては、学会ホームページにある投稿論

文フォーマットを用いること。

MS 明朝 10pt、英数字は Times New Roman 10pt、25 文字 (字送り 9.25pt)、50 行 (行送り 14.25pt) で作成し、余白上 20mm、下 25mm、左 20mm、右 20mm、ヘッダー 10mm、フッター 10mm、奇数/偶数ページ別指定で作成し、ヘッダーに論文種別を、頁番号をセンタリングで記載する。

6. 原稿の書式

(1) 題名 題名は 20pt、センタリングすること。
(2) 氏名 氏名はスペースを空けない
(3) 本文 本文は MS 明朝 10pt、英数字は Times New Roman 10pt を用いてください。「()」は原則、全角を用いる。

(4) 章題、節題、表題、図題 原則 MS ゴシック 10pt を用いてください。

(5) 題名 副題の前後には「— (ダッシュ)」をつける「～ (波型)」「- (ハイフン)」「- (マイナス)」は用いないこと

(6) 図表 図表は鮮明なものを用いること。図表はそれぞれ 1 から順に番号を打ち、本文中の該当箇所です引用すること。写真は図として掲載する。著作権者の了解を得ることなく、他者の図版を転用してはならない。

(7) 段組 原稿は A 4 版の用紙を使って、25 字×50 行の 2 段組で印字する。

(8) 注釈 注と文献リストを別々にする。注は、本文中の該当箇所の右肩に上付き文字で 1) から順に番号を打ち、注自体は本文の後にまとめて記載すること。文献・資料類は基本、参考文献に記載すること。注釈に記載しても参考文献に記載すること

(9) 挙示 参考文献の本文における挙示は、著者名 (発行年) または (著者名, 発行年)、もしくは著者名 (発行年: ページ数) または、(著者名, 発行年: ページ数) とする。

本文中での文献の引用は、以下を参考にする。

(ア) ……例えば阿部 (1991) のように、

(イ) ……これらの研究 (Abe et al., 1987a; Abe et al., 1987b; 廣井, 1999) によれば、…。

(10) 文献 参考文献は、著者名 (発行年) 題名, 出版社 (欧文の場合はその前に出版社 所在地 都市名を併記) の順に記載すること。性と名の間はあけないこと。論文の引用としての「」、文献の引用としての『』は用いないこと。欧文の書名はイタリック体にすること。著者が複数いる場合には、「・ (中点)」でつなげる。参考文献において著者名は省略しない (本文ではこの限りではない)。参考文献リストは、アルファベット順もしくは 50 音順で記載。同一著者のものは発表年代順に並べる。

(11) ホームページ 参照したホームページは、原則参考文献に記載し、著者 (ホームページの所有者等)、タイトル (参照年月日: ○○○○年○月○日) と URL を明記する。URL の下線は外すこと。

リンク切れの場合は「入手先 URL (現在参照不可)」と記入する。サイトがリンク切れとなった場合でも、読者・差読者からの質問に対応できるよう、当該画面が保存されているものであること。

(12) オンラインジャーナル、ネット上の論文 原則文献の記述方法を行った後に、URL を記載する。URL の下線は外すこと。参照年月日は不要。

学会誌編集委員会

委員長	金井 昌信
副委員長	廣井 悠
幹事	近藤 誠司
幹事	佐藤 翔輔
委員	青木 元
委員	板宮 朋基
委員	牛山 素行
委員	白田裕一郎
委員	及川 康
委員	越山 健治
委員	近藤 伸也
委員	阪本真由美
委員	関谷 直也
委員	谷口 綾子
委員	秦 康範
委員	林 能成
委員	本間 基寛

～～～編集後記～～～

学会誌「災害情報」の第19号をお届けします。本号も「災害情報」に関連する様々なテーマの論文を掲載することができました。論文を投稿いただいた皆さまはじめ、本号の編集、査読等にご協力いただきましたすべての方々へ、心より御礼を申し上げます。

本誌の編集作業中に東日本大震災の発生から10回目の3月11日を迎えました。いわゆる「コロナ禍」で迎えた10回目の3.11となりましたが、本誌をお手にした学会員の皆さまもそれぞれの立場、想いでこの日を迎えられたのではないかと思います。未だ故郷に帰れない方、大切な人を亡くした方など、今なお苦しい生活を続けられている皆さまへお見舞い申し上げます。

被災者支援、災害復興が重要かつ必要不可欠であることは言うまでもありません。しかし私個人としては、関連死を含めて2万人以上の方が犠牲・行方不明となった東日本大震災の10周年を迎えるにあたり、「災害による犠牲者をださない」、「そのために、何ができるのか」を今一度しっかり考えなければならぬと思いました。今、東日本大震災と同規模の地震津波や大水害が発生した際に、どれだけ犠牲者を減らすことができるのか。この10年間で取り組んできた対策の方向性に間違いはなかったのか。起こってほしくないですが、次の大災害に備えて、より一層の多様な対策・研究が必要ではないかと感じています。

コロナ禍での避難や避難所運営のあり方、長年の課題であった避難勧告・避難指示の一本化、そしてその直後に熱海市で発生した土石流災害など、「災害情報」に関する課題は毎年のように顕在化します。これら最新のトピックスをフォローする研究はもちろん重要ですが、地に足のついた基礎研究も「災害情報」という学術分野の発展には必要不可欠です。学会誌「災害情報」は、そのような対応な研究成果を公表・議論することのできる場でありたいと考えております。引き続き、学会員の皆さまの積極的なご投稿をお待ちしております。

最後になりますが、諸般の事情により本号には特集を掲載することができませんでした。特集の掲載を楽しみにされていた読者の皆さまに心よりお詫び申し上げます。次号には魅力的な内容の特集を掲載させていただきます。

なお、投稿規定がNo. 20-2(2021年12月15日投稿締切、2022年3月末頃掲載決定の予定)から一部変更されます。最新の情報は投稿時に学会ホームページでご確認ください。(本誌に掲載されている原稿は、旧投稿規定のプロセスを経た査読論文となります)

(学会誌編集委員長 金井昌信)

本誌の無断複写を禁じます。

複写される場合は、事前に下記事務局の許諾を得てください。

災害情報	No.19-2	Jul. 2021
編集	日本災害情報学会 学会誌編集委員会	
発行	日本災害情報学会事務局	
	〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 2-12-1-205	
	TEL : 03-3268-2400 / FAX : 03-5227-6862	
	E-mail : tokio@jasdis.gr.jp	
	2021年7月発行	