

# テキストマイニングを用いた消防職員が大規模土砂災害現場で必要とする消防防災技術と情報共有に関する分析～平成26年（2014年）8月広島豪雨の経験者を対象とした調査～

篠原 徹<sup>1</sup>・酒井 将也<sup>1</sup>・若月 強<sup>1</sup>・中谷 剛<sup>1</sup>・三隅 良平<sup>1</sup>

Investigation of disaster mitigation technologies and information sharing systems needed by the fire fighters worked against the sediment disasters in Hiroshima City in August 2014.

Toru SHINOHARA<sup>1</sup>, Masaya SAKAI<sup>1</sup>, Tsuyoshi WAKATSUKI<sup>1</sup>,  
Tsuyoshi NAKATANI<sup>1</sup> and Ryohei MISUMI<sup>1</sup>

## Abstract

In Hiroshima city, debris flow occurred at 166 places due to the heavy rainfall on 20 August 2014 and the death toll reached 74. We carried out questionnaires to the fire fighters belonging to Hiroshima City who worked against the sediment disaster, in order to study the needs about disaster mitigation technologies. The answers to the questionnaires were analyzed by KHcoder, a text mining methods. As a result, it was found that five kinds of disaster mitigation technologies were required by fire fighters, namely, Intelligence sharing of damage situations, Understanding situations with a birds eye view at rainy and night, Airing of evacuation instruction and information service to local residents, Understanding dangerous situations using alarm to active fire fighter, Demanding weather information and acquisition tools. Regarding the way of information sharing, it was pointed out the importance to establish a system for information acquisition and sharing in each corp.

キーワード：土砂災害，広島市，消防職員，防災技術，情報共有，テキストマイニング

Key words: sediment disaster, Hiroshima City, firefighter, disaster prevention, information sharing, text mining

<sup>1</sup> 国立研究開発法人防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門  
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

本論文に対する討議は2019年11月末日まで受け付ける。

## 1. はじめに

広島県広島市では、平成26年(2014年)8月豪雨により1時間降水量100 mm以上、3時間降水量210 mm以上に及ぶ観測史上最大の豪雨となった(広島地方气象台, 2014)。この豪雨により、広島市内166か所で土石流が発生するなど、災害関連死3名を含めた77名が犠牲となる甚大な災害(以下、広島土砂災害と呼ぶ)が発生した(総務省消防庁, 2014)。犠牲者のうち1名は広島市消防局の消防職員であり、土石流が襲来した現場における住民の避難誘導中に再度発生した土石流に飲み込まれた。

総務省消防庁は、2011年台風第12号による和歌山県那智勝浦町や2013年台風第26号による東京都大島町などにおいて、大規模な土砂災害が発生したことから、土砂災害時の救助活動の充実を図ることを目的として、2014年7月1日から2015年3月1日まで5回にわたり土砂災害時の救助活動のあり方に関する検討会を開いた。1回目の検討会が開催された後に広島土砂災害が発生したため、この事例も踏まえた検討がなされた。検討結果は土砂災害時の救助活動のあり方に関する検討会報告書としてまとめられた(総務省消防庁, 2015)。この報告書では救助活動を、地元消防本部のみでの対応を求められる災害初期段階の救助活動と、関係機関集結後の救助活動を分けて考えている。災害初期段階での救助活動は、単隊活動を念頭に安全確認や安全監視、避難エリア・退避経路の確保を行うこととした。関係機関集結後の救助活動では、上記に加え重要情報の早期把握と関係機関との連携を実施することとした。また、重機・崩壊監視システム・ドローン等の救助活動に有効な資機材一覧が示された。この報告書を基にいくつかの消防本部が土砂災害時の活動基準の見直しを図っているところである。

土砂災害に対する消防職員の活動に関する論文は極めて少ない。例えば、新井場・他(2007)は、発災前の警戒巡視活動や発災後の救助活動、住民の避難に関する既往資料をとりまとめて課題を抽出し改善案について考察した。すなわち、災害状況が変化すると事故が発生しやすくなり、また現

場活動においては安全が確保されていない状況下での活動が続くと危険性の認識が薄れていく傾向があることから、活動現場での情報と認識の共有が重要であることを指摘した。新井場(2012)は、平成23年那智勝浦町災害における災害対応から、巡回活動の危険性を指摘して、堤防上での監視員の活動停止基準の整備を今後の課題とした。佐藤・他(2012)は、平成23年那智勝浦町災害での災害対応から、災害に即応できる人員の確保、被害時の全体像の把握、適切な災害予測、防災意識の向上、常備消防機関との住民との関係強化の5点を教訓・課題と考えた。いずれの研究においても、土砂災害における消防職員の活動に関する課題が抽出されているが、その課題を解決する為の技術や仕組みは言及されていない。そのため、挙げられた課題が、現状の消防防災技術では解決困難なのか、又は機能や性能が不足しているのか、若しくは既に消防防災技術は存在するが活用法が不適切なのか不明確である。

一方、防災科学技術研究所では、消防職員が救助活動現場で求める気象情報を把握することを目的に、広島土砂災害時に活動した広島市消防局の消防職員にアンケート調査を実施した(酒井・他, 2015)。その結果、災害現場での二次災害の防止など安全管理や現場活動を効果的に行うためには、現場の消防職員が瞬時に理解できる気象情報の必要性、すなわち観測値を示すだけではなく「視界不良」など消防活動上に生じる危険に変換した情報などが、必要であることが明らかになった。この調査は、現場活動での気象情報の利活用に焦点を当てたものであり、アンケート調査の一部は分析が行われなかった。その項目は、自由記述回答であったため、本研究では客観性を担保するためテキストマイニングソフト KHcoder を用いて研究を行った。

テキストマイニングソフト KHcoder は、樋口(2003)によって開発され、大量の文章に対して統計的手法などを用いて分析して、文章の特徴や出現頻度などを抽出するソフトである。同様のテキストマイニングソフトには Autocode(佐藤, 1992; 田中・太郎丸, 1996)や WordMiner(大

隈・Lebart, 2000) などがあるが、同義語定義機能(コーディング規則: 4章参照)が無いか不十分であること、また、解析の段階で複数の語句抽出機能を使用しなければいけないことなどの課題がある(樋口, 2003)。これまで医療や教育分野など多分野にわたる研究に用いられてきたが、防災関連の研究でこの分析ソフトが使われた事例は少ない(例えば、岸田・他, 2009; 赤野・他, 2013; 泉・白井, 2014)。

したがって本研究では、土砂災害での消防活動における課題解決に寄与するために上述した酒井・他(2015)が広島土砂災害後に広島市消防局職員に実施したアンケート結果を用いて、テキストマイニングの手法により、大規模土砂災害の消防活動において必要とされる消防防災技術に関する要望の認識を明らかにすることを試みた。そして、その要望を解決する為の技術や仕組みに関して災害発生時の状況、消防防災技術の現状又は他消防本部における導入実績をもとに、消防防災技術に必要な機能、性能、精度又は配置部署等

について検討を行なった。要望について具体的には、アンケート中の「防災に関する技術開発などで何か要望はあるか?」という質問への自由記述回答304件についてテキストマイニングソフトKHcoderを使用して分析した。

## 2. 広島市消防局の概要

広島市消防局は、広島市(府中町を除く)を直轄するとともに、安芸郡海田町・坂町・熊野町、山県郡安芸太田町、廿日市市吉和地区の消防事務を受託する消防局であり、管内面積は約1,456 km<sup>2</sup>である。消防職員数は1,323名、署所数は8署31出張所、部隊は指揮調査隊(以下、総務省消防庁(総務省消防庁, 2000)に基づき指揮隊<sup>注1)</sup>と呼ぶ)8隊、警防隊(以下、消防隊<sup>注2)</sup>と呼ぶ)37隊、救助隊<sup>注3)</sup>8隊、救急隊<sup>注4)</sup>34隊である(広島市, 2015)。1署につき1つの管轄を受け持つ(図1)。また、消防防災ヘリコプター「ひろしま」を1機所有しており消防航空隊が運用している。なお、広島県内では広島県も消防防災ヘリコプターを1

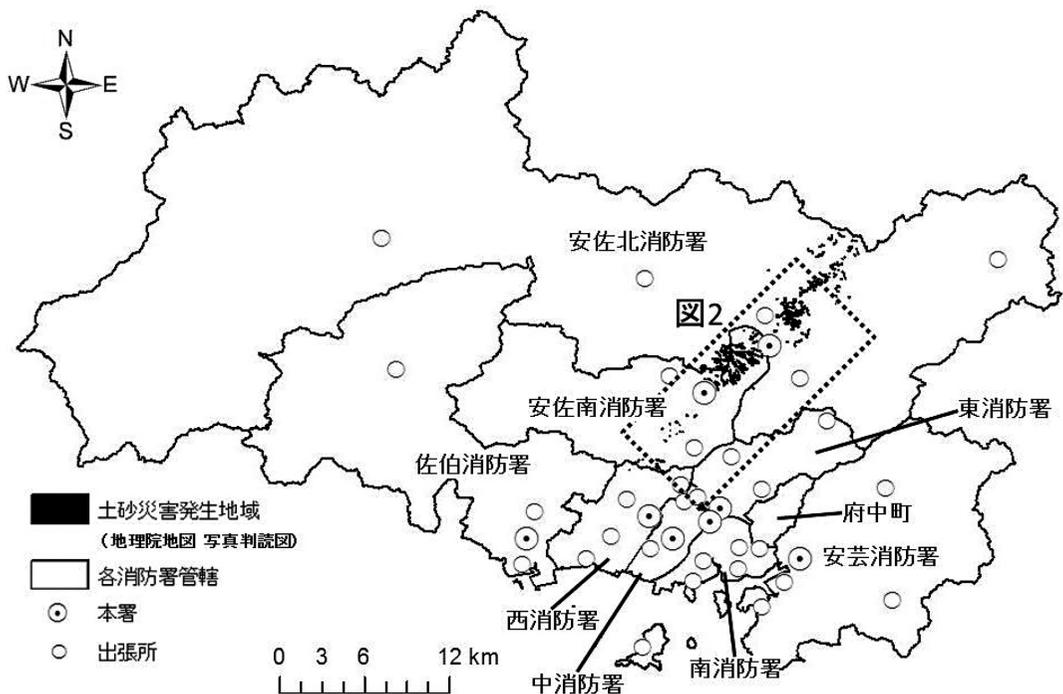


図1 広島市消防局の消防署別管轄地域と土砂災害発生地域

機所有している（消防白書，2016）。

広島市消防局の指令台<sup>注5)</sup>は通常は8席体制である。災害種別（例：火災・救助・救急・PA連携）ごとに出場する隊が予め出場計画で決められており，1件の救助活動に対し基本的には，指揮隊1隊，救助隊1隊，消防隊1隊，救急隊1隊の計4隊が出場する。この他に指令内容から判断し，消防隊や救急隊を増援することもある。2014年の広島消防局の年間通報件数は，76,989件であり1時間あたり8.8件となる（広島市，2015）。

気象情報に関しては，各消防署や出張所の職員は，備え付けのパソコンを使って，広島県防災WEB・気象庁・国交省XRAINなどのwebサイトから情報を取得している。

### 3. 広島土砂災害の概要と消防局の初動対応

#### 3.1 広島土砂災害の概要

2014年8月20日の午前1時30分から4時30分にかけて，広島市を中心に猛烈な雨が襲い，広島市安佐北区三入観測地点では最大1時間降水量101.0mmと最大3時間降水量217.5mmを記録した（広島地方気象台，2014）。ただし，線状降水帯が形成されたため豪雨域や被災域は限定的であった（山本・小林，2014；出世・他，2015）。すなわち，20日0時から6時までの積算降水量が180mm以上の豪雨域は安佐北区大林から安佐南区緑井にか

けての長さ15km，幅5kmの極めて狭い範囲であり，土石流が発生した166か所はこの範囲とほぼ一致している（山本・小林，2014）。この範囲は，広島市消防局の全8管内のうち，安佐南消防署と安佐北消防署の管轄内である（図1）。災害関連死を除く人的被害は，死者74名・重傷者47名・軽傷者22名であり，図2に示す場所で犠牲となった。住宅被害は，全壊179件・半壊217件・一部損壊190件・床上浸水1,086件，床下浸水3,097件に及んだ（総務省消防庁，2014）。

牛山・横幕（2015）によると，2004年から2013年の10年間における国内の36の風水害と比較すると，広島災害の犠牲者数（74人）を上回る災害は，近畿地方や四国地方を襲った2004年台風23号災害（98名）と紀伊半島を襲った2011年台風12号災害（97名）だけである。一方，全壊・半壊・一部半壊・床上浸水の合計を「主な住家被害」と定義すると，広島土砂災害の被害数は1,746棟であるが，この数は36の風水害の中21番目であり突出して多いわけではない。以上から，広島災害は住家被害の規模の割に人的被害の規模が大きかった災害であり，その原因として，都市周辺での土砂災害であるため人口密集域が被災したことが指摘された（牛山・横幕，2015）。

#### 3.2 広島土砂災害における消防局の初動対応

8月20日午前1時35分に広島市災害計画本部

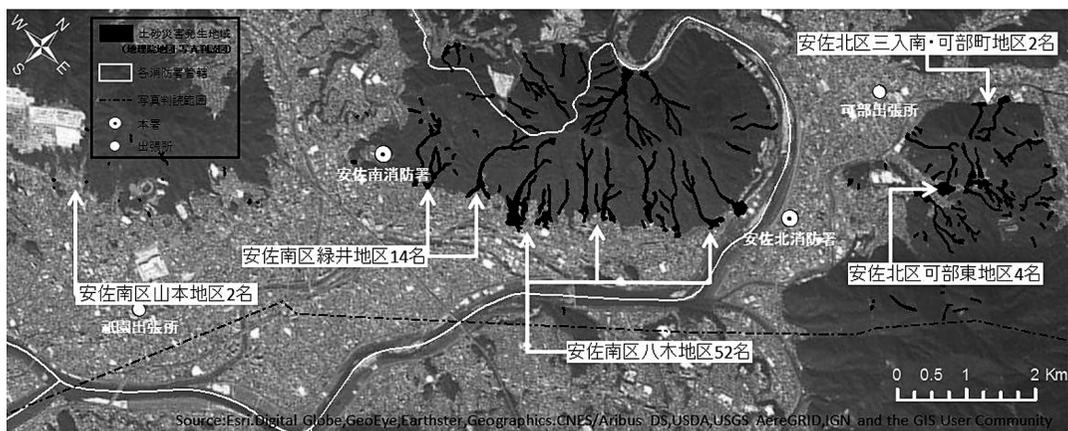


図2 土砂災害発生地域と地区ごとの犠牲者数

(佐伯区災害警戒本部)を設置し、消防車による警戒巡視及び自主避難の呼び掛けを実施した。防災情報メールでは、避難準備情報を含む土砂災害に関する注意喚起を実施した(広島市, 2015)。広島市消防局への最初の人的被害通報は、20日午前3時21分の広島市安佐南区山本8丁目からの救助要請である。その後119番通報が殺到し、午前3時から4時までの1時間の通報件数は95件に達した(表1)。この件数は、上述した年平均の1時間あたり通報数8.8件の約10倍に及ぶ。広島市消防局の指令台は通常の8席から午前2時50分時点で16席、5時30分の時点で21席まで増設された。救助活動の件数が急増したため、指揮隊は3

時50分に、救助隊は3時53分に全隊が出場してしまい、それ以降は出場計画で定められた4隊編成ができない状況となった(表2)。指令台を統括する通信司令官の指示により、以降の人的被害通報には、最低1隊の消防隊を出場させて状況把握を行い、被害程度に応じて他現場で活動終了した救助隊などを増援させることとした。そして、4時30分には離島や遠隔地の出張所の部隊を除く、広島市消防局の全部隊が安佐南消防署と安佐北消防署の管轄内に出場した(広島市消防局, 2014)。それ以降は、他現場で活動終了した隊が順次新しい現場に対応(消防用語で「転戦」という)した。5時45分に消防ヘリによる上空からの調査が行われ、緑井地区及び八木地区、可部東地区で複数の土石流が確認された(広島市, 2015)。6時28分に県知事に、自衛隊派遣を要請した(広島市, 2015)。

表1 2014年8月20日0時から9時までの1時間あたり出場件数と119番件数(広島市消防局提供データをもとに作成) 出場件数と連絡指令数の和が119番件数である。

時刻	出動件数				連絡指令数*	119番件数
	計	救助	救急	警戒		
0時~1時	2	1	—	1	不明	不明
1時~2時	5	—	5	—	不明	不明
2時~3時	5	—	4	1	18	23
3時~4時	17	12	1	4	78	95
4時~5時	17	15	2	—	60	77
5時~6時	15	11	4	—	62	77
6時~7時	10	2	8	—	35	45
7時~8時	11	3	8	—	15	26
8時~9時	16	1	14	1	10	26
9時~10時	18	5	13	—	9	27

\*出場に至らなかった件数

#### 4. 調査方法

防災科学技術研究所では、広島土砂災害後に広島市消防局職員に対し、表3に示すように11項目について質問した。回答方法は選択式と記述式を併用し、Excelファイルに入力してもらった。質問内容は、広島土砂災害における二次災害の危険性、救助活動時の気象情報活用の現状、求める気象情報の内容や取得タイミング、防災に関する科学技術開発の要望などである。この結果、2015年2月15日から4月15日の期間に948名から回答が

表2 広島市消防局の20日午前3:00から3:55までの出場(広島市消防局, 水防活動時における安全管理体制検討委員会検討結果報告書より引用)

通報時刻	災害種別	指令場所	出動隊
3:00	車両救助	安佐南区古市四丁目	佐東D・都R・佐東F・戸坂A
3:06	自然災害救助	安佐南区緑井一丁目	光D・中島R・上安F・上安A
3:21	自然災害救助	安佐南区山本六丁目	段原D・光R・白鳥F・光F・基町A・三篠A
3:30	自然災害救助	安佐南区緑井八丁目	中島D・段原R・沼田F・中島A
3:33	ガス漏れ警戒	安佐南区八木八丁目	大手D・大手R・高陽F
3:37	自然災害救助	安佐南区緑井八丁目	海田D・都R・可部F・高陽A
3:43	自然災害救助	安佐南区八木三丁目	五日市D・海田R・戸坂F
3:50	自然災害救助	安佐南区八木三丁目	都D・佐東R・宇品F・宇品A
3:53	自然災害救助	安佐南区緑井八丁目	五日市R・井口F・温品A
3:55	自然災害救助	安佐北区可部東六丁目	安佐F

※Dは指揮隊, Rは救助隊, Fは消防隊, Aは救急隊を表す

表3 広島市消防局の消防職員に対して行ったアンケートの質問項目

設問番号	質問内容
設問1	年齢をお聞かせください。
設問2	職務内容を教えてください。
設問3	XRAIN ( <a href="http://www.river.go.jp/xbandrader/">http://www.river.go.jp/xbandrader/</a> )を知っていますか。「はい」と答えた方は生活や業務の中で使っていたら、どのような事に使っているか教えてください。
設問4	8.20豪雨災害の活動中に二次災害への危険は感じましたか。「はい」と答えた方はそれがどのような活動でどのような危険だったか教えてください。
設問5	災害現場の活動で気象情報(大雨・強風など)を必要だと感じたことはありますか。理由も教えてください。
設問6	設問⑤で「はい」と答えた方に質問です。気象情報を入手したいタイミングについて教えてください(複数回答可)。
設問7	設問⑤で「はい」と答えた方に質問です。どのような内容を期待しますか(複数回答可)。
設問8	大雨や強風等の気象条件に現場での活動を制限されたことはありますか。「はい」と答えた方は、どんな活動でどんな気象条件だったか教えてください(例:強風で三連梯子の操作が制限された、豪雨による道路浸水で部署位置が制限された等)。
設問9	設問⑧で「はい」と答えた方に質問です。気象条件で活動が制限されたとき、事前に事態を想像することはできましたか。理由も教えてください。
設問10	勤務中に気象情報の取得はしていますか。「はい」の方は情報の入手先と媒体を「いいえ」の方は取得していない理由を教えてください。
設問11	防災に関する技術開発等で何か要望などがございましたらお教えてください。研究開発の参考にさせていただきます。(例えば、こんな防災情報が欲しい。こんな防災システムがあったら欲しいなど)

あった。その中で、設問11「防災に関する技術開発等で何か要望はあるか?」に対する回答は302件得られた。回答例を表4に示す。設問1~10については、酒井(他, 2015)により報告された。

本研究では、設問11の自由記述回答に対してテキストマイニングによる分析を行う。テキストマイニングの分析ツールとしては、樋口(2004)により開発されたKHcoderを用いる。KHcoderは、2001年に開発され、同年10月からホームページでフリー・ソフトウェアとして一般公開を開始しており、自由に利用することができる。分析においては、まず回答文を単語又はフレーズ毎に切り分ける処理(形態素解析)によってそれぞれの出現回数を算出し、前後の単語との位置関係を含めて多変量解析を用いて解析(テキストマイニング)し、その結果を理解しやすい形態(共起ネットワーク図や出現頻度など)で表現する(赤野・他, 2013)。樋口(2004)は、KHcoderを用いて下記の2段階の分析を実施することで、客観性を担保しながら分析者の理論や問題意識に焦点を当てることができる」と述べている。

#### 段階1 (Correlational アプローチ)

コーディング規則を使用せずに分析して、結果を図化する。分析者の持つ理論や問題意識の影響を極力受けずに分析するためである。

#### 段階2 (Dictionary-based アプローチ)

段階1の結果を踏まえて、分析者が作成したコーディング規則を使用して再度分析を実施し、データの傾向がより整理された図を作成する。

ここで、コーディング規則とは、ほぼ同じ意味を示す複数の語句を1つの語句に統一したり、分析対象とする語句を取捨したりする規則のことであり、分析者が手動で作成する。段階1は仮説や問題意識について追究が難しいこと、段階2は恣意的な結果になることが問題となるため、この2段階の分析を行うことを樋口(2004)は提案している。

段階1と2のいずれにおいても、設問11の全回答文中に合計5回以上出現した単語を分析し、結果を語句どうしのつながり(共起関係)をネットワーク図化した共起ネットワーク図として表現する。これにより本研究では消防防災技術の要望を

表 4 設問11に対する主な回答例

番号	回答	関連性のあるサブグラフ
1	この度の土砂災害で召集途上に職員が現認した道路冠水情報や被害状況等をタイムリーに署災害対策本部や職員同士が SNS を通じ情報共有できるシステム。	A
2	先着隊などの情報（道路冠水，土砂災害発生，交通渋滞）が各隊（後着隊）などにリアルタイムで情報共有できる仕組み。（ただし，先着隊や後着隊の手間をとらせてはいけない。）	A
3	道路冠水情報は効率よく現場に向かいたいため，できるだけ情報提供をして欲しい。	A
4	ドローン（ラジコンヘリ）による空撮で，現場の情報を収集する。消防ヘリに比べ，近くまで寄ることができる。すぐに画像が見れる。	B
5	偵察衛星等を活用し，雨天時や夜間でも被害の全容がリアルタイムに把握できるシステム。	B
6	新技術ではないが，ライブカメラをもっと多く設置してもらいたい。リアルタイムでなくてもよい。5分～10分前で十分だと思う。	C
7	テレビ放送による積極的な避難情報の呼び掛け。それができるようなシステムの構築。	C
8	時計型の端末に，気象情報等が表示され，GPS により土砂災害危険区域等に立ち入った場合，警告音などが流れるような端末の全職員への配布。	D
9	現場で活動する職員に対し，局地的（ゲリラ）豪雨が発生する可能性がある場合等に数分前にアラームが鳴動するような端末があれば良いと思う。	D
10	早期の避難情報の伝達。防災無線では聞こえない範囲が多くあり，防災メール迷惑メールに紛れてしまう。夜間は特にマナーモードにしている人も多いのではないと思う。緊急地震速報のスマートフォンアプリのように強制的にアラーム等を鳴らしてくれるアプリがあれば，避難情報も迅速に伝達できると思う。事前登録なしでも GPS や基地局のエリアで判断して強制的に情報を送信出来ないものか。	C・D
11	現在の雨量情報の観測範囲より，もっと細分化された「町，丁目単位」の雨量情報。	E
12	文字ニュースのように，車載の車両動態表示装置でリアルタイムに出勤エリア近辺の気象状況や発令中の警報・注意報がわかるとよい（出勤が立て続けだと庁舎で気象庁の HP を見ることもできない）。	E
13	災害現場において，衛星等を活用した上空からの被害状況を確認でき，さらにリアルタイムにその災害現場で活動を行っている部隊名や活動状況，及び気象情報を一画面上で把握できるシステム。	A・B・E

具体的に抽出することが可能になる。共起ネットワーク図は，出現パターンの似た語句，すなわち共起の強い語句が線（エッジ）で結ばれた図のことであり，その一種であるスパニングツリー（閉路とならないようエッジで繋がれた図）をプリム法（Prim, 1957）で作成した。共起の強さを表す係数を Jaccard 指数と呼び，0～1 の値となり 1 に近いほど共起が強い。KHcoder の開発者である樋口は，Jaccard 指数による共起の程度の目安として，Jaccard 指数0.1は「関連あり」，0.2は「強い関連があり」，0.3以上（とても強い関連あり）とそれぞれ述べている（樋口，2005）。そこで本研究では，Jaccard 指数が0.1以上かつ大きい順にエッジを繋いだ。

また，KHcoder 内のサブグラフ検出機能「modularity」を使用して，共起ネットワークを共起が強い語句がまとまった複数の領域（サブグラフ）に分割した。この機能は，グラフ理論におけるコミュニティ抽出手法を用いたものである（Clauset・他，2004）。段階 2 のコーティング規

則の作成においては，段階 1 で作成された共起ネットワーク図とアンケート回答文を参考にして，同じ意味で使われている語句を統合した。さらに，合計 5 回未満しか出現しなかった語句のうち消防防災技術に関して重要と思われる語句を分析対象に含め，一方で合計 5 回以上出現した語句のうち消防防災技術に関して不要と思われる語句を分析対象から除外した。

## 5. 各段階における分析

### 5.1 Correlational アプローチ（段階 1）による分析

段階 1 により得られた共起ネットワーク図を図 3 に示す。助詞及び助動詞を除く全 844 語句のうち，出現回数が 5 回以上であった 101 語句が抽出され図に示されている。各語句の出現回数を表 5 に示す。図 3 において，エッジで繋がれている語句を順番に読めば大まかな内容は把握できる。例えば，図右上側で「活用⇔偵察衛星⇔雨天⇔全容⇔把握」と読んでいけば，偵察衛星を活用した雨

表5 語句ごとの出現回数

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
システム	147	消防	10	事前	5
情報	122	職員	10	車両	5
リアルタイム	93	正確	10	取得	5
把握	64	地図	10	周知	5
現場	48	入手	10	助かる	5
状況	46	スマートフォン	9	上空	5
災害	45	見れる	9	情報共有	5
被害	43	現在	9	人	5
活用	35	詳細	9	精度	5
夜間	33	場合	9	前	5
危険	32	大雨	9	早期	5
活動	31	範囲	9	伝達	5
気象情報	31	予報	9	動き	5
雨量	25	欲しい	9	道路冠水	5
全容	25	開発	8	配信	5
地域	24	各隊	8	サイレン	4
場所	23	共有	8	テレビ	4
発生	23	今回	8	データ	4
予測	23	収集	8	ドローン	4
避難	22	浸水	8	ヘリ	4
雨天	21	全体	8	モニター	4
降雨	21	台風	8	違う	4
防災	21	発信	8	箇所	4
被害状況	18	ゲリラ	7	機能	4
予想	18	安全	7	気象庁	4
知る	17	河川	7	規模	4
画像	16	広島	7	起こる	4
確認	16	出来る	7	技術	4
災害現場	16	配備	7	強制	4
出動	16	判断	7	狭い	4
分かる	16	変化	7	具体	4
住民	15	ピンポイント	6	建物	4
設置	15	簡単	6	現状	4
提供	15	観測	6	限る	4
必要	15	携帯	6	個人	4
映像	14	携帯電話	6	効率	4
衛星	14	指示	6	今	4
偵察衛星	14	自然災害	6	撮影	4
GPS	13	端末	6	指揮本部	4
タブレット	13	AVM	5	時	4
ライブカメラ	13	可能	5	実施	4
豪雨	13	感じる	5	出向	4
表示	13	関係機関	5	送信	4
区域	12	含む	5	増水	4
土砂災害	12	局地	5	体制	4
気象	11	見る	5	地震	4
アプリ	10	構築	5	天気	4
警報	10	考える	5	土砂	4
時間	10	行う	5	得る	4
写真	10	降水	5	放送	4



表6 段階2において作成したコーティング規則

・同義語の統一

豪雨 or 大雨 = 豪雨	スマートフォン or スマートフォン端末 = スマートフォン
予測 or 予想 or 予報 = 予測	アラーム or 警告音 or 警報音 = アラーム
正確 or 精度 = 正確	地図 or 統一 or 一画面 or 一覧表示 = 地図
簡単 or 容易 = 簡単	詳細 or 狭い or 丁目 or ビンポイント = 丁目ごと
画像 or 写真 = 画像	AVM or 車両積載ナビ or 車両動態表示装置 = AVM
被害状況 or 状況 = 被害状況	ドローン or 無人ヘリ or ミニヘリコプター or ラジコンヘリコプター = ドローン
情報共有 or 共有 = 情報共有	強制 or near (意思-関係-なし) = 強制
タブレット or タブレット端末 = タブレット	道路冠水 or near (道路-浸水) = 道路冠水

・語句の追加

自然災害	関係機関
強制	効率
テレビ	後手
ドローン	立ち入る
指揮本部	呼び掛け

・語の削減

考える	今回
行う	動き
見れる	人
可能	広島

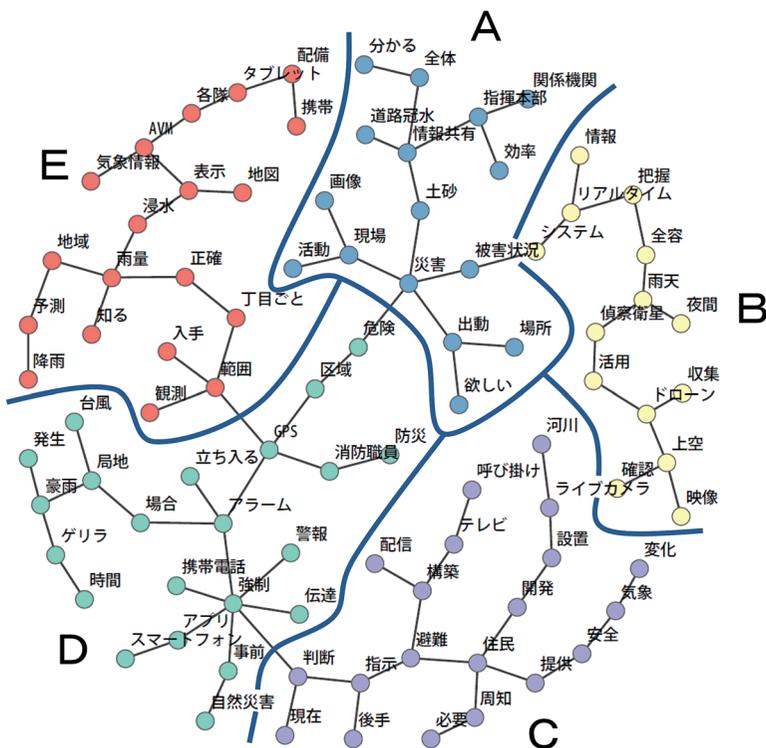


図4 段階2における共起ネットワーク図 (A～Eは各サブグラフを示す)

表7 各サブグラフの概要

サブグラフ	テーマ
A	被害状況の情報共有
B	雨天・夜間における上空からの状況把握
C	避難指示の周知と住民への情報提供
D	活動中の職員へのアラーム機能を活用した危険把握
E	求める気象情報と取得ツール

のうち、91語句が抽出され図に示されている。また、共起ネットワーク図は KHcoder 内のサブグラフ検出機能「modularity」により、A～Eの5つのサブグラフに分割された。この図は、段階1の共起ネットワーク図(図3)に比べて、内容が理解しやすくなっている。表7に各サブグラフの概要を、表4に回答例とサブグラフとの対応をそれぞれ示した。これらの回答例は、各サブグラフで抽出された語句が多く含まれる回答である。サブグラフごとに次章で述べる。

## 6. 各サブグラフにおける分析結果と考察

6.1～6.5の各サブグラフにおいて、(1)節では KHcoder による分析結果を示し、(2)節では分析結果と災害発生時の状況、消防防災技術の現状又は他消防本部における導入実績をもとに、消防防災技術に必要な機能、性能、精度又は配置部署等について検討を行なった。

### 6.1 サブグラフ A

#### (1) 分析結果

図4のサブグラフAは、被害状況の情報共有について示されており、「分かる」「全体」「関係機関」「指揮本部」「効率」「道路冠水」「情報共有」「土砂」「画像」「活動」「現場」「場所」「出場」「欲しい」「被害状況」「災害」の16語句が抽出された(図4)。連想される具体例としては、「土砂災害や道路冠水、現場の画像情報など災害全体の被害状況に関係機関や指揮本部で効率よく情報共有できるシステム」が挙げられる。また、この機能は指揮本部で求められているが表4の番号1～3の回答のように出場中の各隊や職員にも共有されることを望む声がある。

#### (2) 被害状況の情報共有に関する現状と課題

上述のように、出場中の各隊や職員単位での被害画像などの情報共有が必要とされていることが明らかになった。今回の災害では、救助活動の件数が急増したため出場計画で定められた4隊編成ができずに単隊で出場したケースが非常に多く(3.2節)、また指令係員は119番通報を受信することで手一杯な状態となり、出場指令後は部隊への無線での情報提供や支援が行えない状態であった(広島市消防局, 2006)。このことから、少なくとも単隊単位での情報取得・共有システムが整備されるべきであると考えられる。

大阪市消防局・京都市消防局・長野県上伊那広域消防本部によると(Jレスキュー, 2011; 2016a, b)、被害画像などの情報取得・共有システムの単隊単位で整備はまだ不十分である。すなわち、大阪市消防局は2008年にシステム更新を行っているが、AVMで確認できる情報は警防地図<sup>注7)</sup>・建物図面<sup>注8)</sup>・病院情報など災害前のものだけである。また、各隊から指令台へは口頭の無線通信で状況報告を行い、指令台に集められた119番情報を出場中の部隊がテキストで知ることができる程度である(Jレスキュー, 2011)。一方、京都市消防局では、2015年から本格導入した新消防指令システムにおいて、ノートパソコンやタブレットを導入し、現場活動に必要な情報(地図・航空写真・高所カメラ映像・ヘリテレ映像など)を部隊に送信したり、部隊からはタブレットで撮影した映像を指令台に送信したりするなど、指令台と現場が迅速に情報共有できるシステムを整えた。しかし、これらの機器が配備されているのは指揮隊と救急隊に限られる(Jレスキュー, 2016a)。また、上伊那広域消防本部では、先着の消防隊が撮影した動画を指揮隊や指令台がリアルタイムに確認できる「災害映像共有システム」を2016年に導入した。指令台にモニター、指揮隊長にタブレット、中隊長<sup>注9)</sup>にスマートフォンをそれぞれ配備し、先着した中隊長はスマートフォンで胸ポケットから動画撮影を行い、それを出場中の指揮隊長や指令台が確認することで現場状況を把握することができる。待機中の中隊長も映像を視聴するこ

とが可能であるが、中隊長が乗車していない消防隊・救助隊・救急隊ではこれらの情報共有が出来ない(Jレスキュー, 2016b)。実際には、京都市消防局や上伊那広域消防本部レベルのシステムを所有していない消防が国内には多いのが現実であり、早急に情報共有を可能にするシステム整備が必要であろう。

## 6.2 サブグラフ B

### (1) 分析結果

図3のサブグラフBは、雨天・夜間における上空からの状況把握について示されており、「確認」「映像」「上空」「収集」「ドローン」「活用」「偵察衛星」「夜間」「雨天」「全容」「把握」「情報」「リアルタイム」「システム」の14語句が抽出された(図4)。連想される具体例としては、表4の番号4, 5の「衛星やドローンなどによる上空からの映像などを活用して、雨天や夜間に関わらずリアルタイムに全容を把握できるシステム」などが挙げられる。これは、上空からの映像などを判断材料として指揮を執ったり部隊投入の判断を行ったりする必要がある指揮隊・指揮本部・指令台と、現場活動を行う出場隊がそれぞれ必要とするシステムと考えられる。今回の土砂災害は深夜の豪雨により発生したため、目視で被害状況を把握できなかったことが、このようなシステムの要望が出された理由の1つであろう。

### (2) 雨天・夜間における上空からの状況把握に関する現状と課題

現状では、ドローンや衛星を使用して情報収集を行なうシステムを保有する消防機関は国内にはほとんど存在しない。また、消防防災ヘリコプターは、2章で述べたように、広島県と広島市消防局が1機ずつしか所有していない。ドローンは、ヘリコプターと比べ安価で操作も簡単なので、多数配備することが可能である。暗闇下でのカラーHD動画の撮影が可能な超高感度カメラを搭載している機体が存在するため、夜間における上空からの状況把握も実現できる可能性がある。しかし、ドローンの使用時には安全確保を十分に行わなく

てはならない。井上・他(2014)は、ドローンの試験飛行や空撮調査で起きた7つの事故例を紹介しており、空撮時には墜落のリスクが常に伴う。特に、土砂災害時は豪雨強風下であるため、さらに危険性が高い。その他、自律飛行・飛行時間の長時間化・防水性能・耐風性能など今後の技術発展に期待したい。

## 6.3 サブグラフ C

### (1) 分析結果

サブグラフCでは、避難指示の周知と住民への情報提供について示されており、「河川」「ライブカメラ」「設置」「開発」「変化」「気象」「安全」「提供」「必要」「周知」「住民」「呼び掛け」「テレビ」「配信」「構築」「避難」「後手」「現在」「指示」「判断」の20語句が抽出された(図4)。連想される具体例としては、表4の番号6の回答例からも示唆される「住民に安全を提供するために、河川などにライブカメラを設置して気象の変化を伝える」や、表4の番号7からも示唆される「避難指示が出された場合における、住民全員へ周知できるようにテレビで配信するシステムの構築」などが挙げられる。

### (2) 既存システムの強化・活用による住民への情報提供

広島市消防局は、今回の災害で、防災情報メール、防災行政無線、公共情報コモンズ(FMMC, 2014)を介したテレビ・ラジオ放送などを用いて、消防局から避難勧告などの伝達を行なった(広島市, 2015)。ただし、最初の避難勧告は発災後の8月20日4時15分(安佐北区)であった。なお、公共情報コモンズは、災害時の避難勧告・指示など地域の安心・安全に関する情報を自治体から公共情報コモンズを介してテレビやラジオ事業者へ一斉伝達するシステムであり、Lアラートと呼ばれている。2011年から運用が開始され、2016年6月現在で都道府県をはじめとした地方公共団体やライフライン事業者、放送事業者など1058団体が利用している(総務省, 2016)。本災害でもLアラートが利用されており、上述のテレビ配信シス

テムに関する要望はある程度達成されているはずである。しかし、再度要望されている理由としては、Lアラートについての周知が不十分であり、消防署員でさえも十分に認知していない可能性が挙げられる。

河川などを監視するライブカメラに関しては、現状でも国土交通省の地方整備局によって主要河川にはある程度設置されており、ライブ画像が公開されている場合もあるが、中小河川まで増設すればさらに精度の高い情報提供が可能となる。しかし、設置・維持費用が自治体にとって負担となる。

#### 6.4 サブグラフ D

##### (1) 分析結果

サブグラフ D では、活動中の職員へのアラーム機能を活用した危険伝達について示されており、「自然災害」「事前」「スマートフォン」「アプリ」「携帯電話」「伝達」「警報」「強制」「時間」「ゲリラ」「発生」「豪雨」「局地」「台風」「場合」「立ち入る」「アラーム」「防災」「消防職員」「GPS」「区域」「危険」の22語句が抽出された(図4)。連想される具体例としては、表4の番号8と番号9からも示唆されるように、「危険区域に入った場合やゲリラ豪雨や台風の発生が予期された場合に、スマートフォンや携帯電話のGPSを活用して強制的にアラームを鳴動させ、自然災害の発生を事前に伝達する」などが挙げられる。

##### (2) アラームに用いる情報に関する現状と課題

新井場(2007)は、現場活動では安全が確保されていない状況下での活動が続くあまり危険性の認識が薄れていく傾向があると指摘している。また、広島土砂災害では管轄外の部隊も現場に出場したが(3.2節)、現場が土砂災害警戒区域などの危険個所であることを管轄外の部隊は把握できていなかった(広島市消防局, 2014)。これらの状況から、二次災害防止としてアラーム機能の活用は有用であると考えられる。

アラームに用いる情報としては、ゲリラ豪雨や

台風の気象予測情報や土砂災害警戒区域などが挙げられる。ただし、土砂災害警戒区域に関しては、情報の信頼性に問題があることを理解しておくべきである。すなわち、被災地の一部は、土砂災害警戒区域の基礎調査を終えて警戒区域に指定される直前の状態であった(山越, 2014)。また、基礎調査で想定された発生土砂量を大幅に上回る土砂が土石流として放出された(土木学会, 2014)。例えば、広島市緑井・八木地区の16の溪流のうち12の溪流が想定以上の土砂流出があり、そのうち5つの溪流が想定の2倍以上、さらにそのうち2つの溪流では4倍以上であった。このように、危険箇所は必ずしも土砂災害警戒区域とは一致しないと言える。したがって、上記のアラーム機能を活用した危険伝達を実現された場合においても、危険個所の予測精度のさらなる向上が必要であり、消防職員は情報の不確実性を認識した上での活用が求められる。

#### 6.5 サブグラフ E

##### (1) 分析結果

サブグラフ E では、求める気象情報と取得ツールについて示されており、「降雨」「予測」「地域」「携帯」「配備」「タブレット」「各隊」「気象情報」「AVM」「地図」「表示」「浸水」「知る」「雨量」「正確」「丁目ごと」「観測」「入手」「範囲」の19語句が抽出された(図4)。連想される具体例としては、「丁目ごとのより正確な精度の高い降雨予測や浸水状況を地図上に表示して、AVMや携帯可能なタブレットを各隊に配備しそれで確認したい」が挙げられる。

##### (2) 気象情報と取得ツールの現状と課題

表4の番号11のように詳細かつピンポイントな雨量情報が欲しいとの意見はアンケート中19件もあり、かなり必要とされている情報であると考えられる。2章で述べた、広島市消防局の各消防署や出張所が気象情報を取得するwebサイトに関して、広島土砂災害の時点では、気象庁サイトはCバンドを使用した空間解像度1kmの実況雨量と短時間予測雨量の分布が、国交省XRAINはX

バンドやCバンドを使用した空間解像度250mの実況雨量の分布をそれぞれ表示しており、広島県防災WEBでは両者を表示できるが、地図を拡大できないという欠点があった。現在は、気象庁が、高解像度ナウキャストとして、空間解像度250mの実況雨量並びに短時間予測雨量の分布を公開しており、高解像度の雨量データを参考に活動が行われるべきである。しかし、車載のAVMは、インターネットに接続する機能が無いため、これらのwebサイトを移動中や現場で閲覧することができない。したがって、インターネット接続できるAVMやタブレットなどを活用した、出場中でも気象情報の取得ができる環境づくりが必要であろう。

## 7. 土砂災害を経験した消防機関が求める防災科学技術に関する検討

### 7.1 土砂災害時に消防職員が今後必要とする情報に関する考察

6章のサブグラフA～Eの結果とアンケート回答の原文をもとに、土砂災害時に消防職員が必要とする情報とその使用者・使用目的・取得方法・取得タイミングを表8に整理した。そしてこの表

と前章の考察をもとに、災害の時系列順に必要な情報や技術を整理した。消防職員が必要とする情報としては、サブグラフA(6.1(1)節)からは現場画像と道路冠水、サブグラフB(6.2(1)節)からは上空からの映像、サブグラフC(6.3(1)節)からは河川のライブカメラ、サブグラフD(6.4(1)節)からは危険区域(局地豪雨・土砂災害警戒区域)、サブグラフE(6.5(1)節)からは予測降雨量がそれぞれ必要とする情報として抽出できた(表8)。各情報の使用者・使用目的・取得方法・取得タイミングについては、まずKHcoderの結果とアンケート回答の原文の語句から抽出して記載した(表8)。それでも埋まらなかった部分は、現役消防職員でもある第1著者(篠原)がアンケート回答の文脈から推定して記載した。

表8において各項目の中で取得タイミングに注目すると、各情報の必要とされる時間帯が把握できる。時系列順に見ていくと、災害発生前は、河川映像と災害予測情報が住民の自主避難に役立てるため必要になる。河川映像を利用する人が住民に限られているのは、消防署は既にある程度情報を取得しているからである。ただし、河川映像に関してはライブカメラの増設・維持費用がかかる

表8 土砂災害時に消防職員が必要とする情報のまとめ

必要な情報	対応するサブグラフ	使用者	使用目的	取得方法	取得タイミング
被害状況					
現場画像	A	指揮本部・指令センター*・指揮隊**・出場隊**	部隊投入・現場指揮の判断材料**	現場の出場隊が撮影**	災害発生後随時**
道路冠水	A	指揮本部・出場隊	出場時の道路選択*	先着隊からの情報提供*	出場時
上空からの映像	B	指揮本部**・指令センター**・指揮隊**・出場隊**	部隊投入・現場指揮の判断材料・二次災害危険性の有無**	偵察衛星・ドローンによる空撮	災害発生後初期**
河川のライブカメラ	C	住民	住民の自主避難を促すための情報	ライブカメラを設置	災害発生前**
危険区域(局地豪雨・土砂災害警戒区域)	D	現場活動中の消防隊員・住民	二次災害危険性の有無	スマートフォンのアプリでアラーム通知	災害発生前**・危険区域進入時**
予測降雨量	E	出場隊	出場先の天候の現状や今後の見込みを把握**	AVM・タブレット	出場時・転戦時

\*図4から読み取れないが、アンケート原文に記載されている内容

\*\*図4から読み取れず、アンケート原文にも記載されていない。消防職員による参考追記。

こと、災害予測情報に関しては土砂災害警戒区域の精度が低いことや隊単位で情報取得ができないことなどが課題である。

災害初期に必要なとなるのは、被害状況（現場画像・道路冠水状況・上空からの被害映像）と予測雨量である。現場画像は、被害状況の把握のために主に出場隊が撮影する、消防機関にとって災害初期以降常に必要とする最重要情報である。道路冠水状況は、出場前の道路選定時に欲しい情報である。3章で述べたように発災後1時間で離島の隊以外の全隊が出場したことから、発災から1時間以内に特に役立つ情報と考えられる。上空からの映像は、指揮本部・指令台による部隊投入の判断や、指揮隊による現場指揮・二次災害危険性の判断に用い、現場活動の開始前に取得できることが望ましい。予測雨量は、出場隊が出場先の天候の現状や今後の見込みを把握ために必要であり、出場途上時の移動中の車両内で取得することが考えられる。

災害後、出場隊が危険区域に侵入する時には、集中豪雨の可能性や土砂災害警戒区域に立ち入ったかどうかといった災害予測情報が必要となる。また、転戦時の移動中の車両内では、上述の予測雨量が必要になる。

これらの情報の受信方法は、指揮本部と指令台はパソコン、指揮隊はパソコン・AVM・タブレット、出場隊はAVM・タブレット・スマートフォン、住民はテレビ・パソコン・スマートフォンが必要であると考えられる。特に出場隊は、現状では隊単位で情報取得や情報共有がほとんどできない状態である。

## 7.2 隊ごとの情報取得・共有に関する考察

6章のサブグラフA～Eの結果とアンケート回答の原文をもとに、本節では隊ごとの情報取得・共有について整理する。サブグラフAでは、現状では指令台、消防署、特定の隊等のそれぞれだけでしか取得できない情報を、隊ごとの情報取得・共有をすることが重要だと認識されていることが指摘された(6.1節)。インターネット上からの高解像度気象情報の取得(サブグラフE, 6.5節)や、

土砂災害警戒区域などの災害予測地図上に現在地が表示された地図情報の取得(サブグラフD, 6.4節)、他隊の撮影画像や動画の取得(サブグラフA, 6.1節)、ヘリテレやドローン等上空からの映像の取得(サブグラフC, 6.2節)などの情報も、隊ごとに実施可能にすべきであると考えられる。そのためには、AVMの高機能化やタブレットの全隊導入などが検討される必要があると考えられる(6.1節, 6.5節)。このようなシステムが整備され、情報取得・共有の自動化が進むと、災害時に過剰な仕事量となる指揮本部や指令台の負担軽減に大きく寄与するのではないだろうか。

## 8. おわりに

本研究では、広島土砂災害後に広島市消防局職員に実施したアンケート結果を用いテキストマイニングの手法により、土砂災害に対して消防機関が求める技術や仕組みに関する要望の認識を明らかにした。その結果、以下の5つの消防防災技術が必要であることが明らかになった。

### I. 被害状況の情報共有

(例) 土砂災害や道路冠水、現場の画像情報など災害全体の被害状況に関係機関や指揮本部で効率よく情報共有できるシステム

### II. 雨天・夜間における上空からの状況把握

(例) 衛星やドローンなどによる上空からの映像などを活用して、雨天や夜間に関わらずリアルタイムに全容を把握できるシステム

### III. 避難指示の周知と住民への情報提供

(例) 避難指示が出された場合における、住民全員へ周知できるようにテレビで配信するシステム

### IV. 活動中の職員へのアラーム機能を活用した危険把握

(例) 危険区域に入った場合やゲリラ豪雨や台風の発生が予期された場合に、スマートフォンや携帯電話のGPSを活用して強制的にアラームを鳴動させ、自然災害の発生を事前に伝達するシステム

### V. 求める気象情報と取得ツール

(例) 丁目ごとのより正確な精度の高い降雨予測

や浸水状況を地図上に表示して、AVMや携帯可能なタブレットを各隊に配備しそれで確認するシステム

これらのシステムにおいて消防職員が必要とする情報は、被害状況(現場画像・道路冠水・上空からの被害映像)、河川の映像、災害予測情報、予測雨量が挙げられた(7.1節)。情報共有に関しては、単隊出場時での情報不足改善や指揮本部や指令台の負担軽減を図るために、隊ごとの情報取得・共有する仕組みを整備する重要性が指摘された(7.2節)。

本研究では、被災した消防本部に属する職員の意見をまとめることに注力した。まだ大規模な土砂災害を経験していない他の消防本部における災害に対する準備に際して、本研究の結果が活用されれば幸いである。

## 注

- 注1：指揮隊とは、指揮隊長を含む3～4名以上の隊員によって構成され(総務省消防庁, 2000)、災害の情報収集や消防隊や救助隊等の部隊統制を任務とした部隊である。
- 注2：消防隊とは、中隊長や小隊長を含む4～5名の隊員によって構成され(総務省消防庁, 2000)、火災時に消火や逃げ遅れの搜索を任務とする部隊である。消防本部中核の部隊であり、部隊数も多い。火災活動はもちろん、救助活動や救急活動にも出場することがある。
- 注3：救助隊とは、救助隊長を含む5名の隊員によって構成され(総務省消防庁, 2000)、人命救助活動を任務とした部隊である。
- 注4：救急隊とは、救急隊長を含む2～3名の隊員によって構成され(総務省消防庁, 2000)、傷病者の救急処置や病院搬送を任務とした部隊である。
- 注5：指令台とは、119番通報の受付・災害種別の判断・出場隊の編成・出場指令・出場隊との無線交信等、指令統制業務を行う職務である。
- 注6：AVMとは、消防車両1台につき1台車両内に設置されている車両動態管理システム端末(Automatic Vehicle Monitor)を指す。カーナビゲーションと同様に、車両の現在地を地図で確認することができ、その他に「出場中」「現場到

着」等の動態管理及び指令内容の確認等ができる。

注7：警防地図とは、AVMに表示される地図であり、消火栓位置や種類等が記載されている。

注8：建物図面とは、建物の各階層の構造が確認できる図面である。

注9：中隊長とは、消防隊2隊を指揮する役職であり、消防隊に乗車している。中隊長は、消防隊2隊によって構成される。

## 参考文献

- Aaron Clauset・M.E. Newman・Christopher Moore: Finding community structure in very large networks, *Physical Review E*, 70 (6): 066111, 2004.
- 赤野史典・細谷昌右・玄海嗣生・山口至孝・緒形ひとみ・麻見直美: 大規模災害発生時の消防隊員の効果的な活動食の摂取方策に関する検証, *消防技術安全所報*, Vol.50, pp.70-77, 2013.
- 新井場公德・吉原 浩・座間信作・河関大祐・鄭炳表: 土砂災害への対応活動のあり方に関する考察, *消防研究所報告*, Vol. 103, pp. 64-76, 2007.
- 新井場公德: 平成23年台風12号による災害の概要と消防機関の対応, *消防科学と情報*, Vol. 109, pp. 50-54, 2012.
- 樋口耕一: 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*, Vol. 19, pp. 101-115, 2004.
- 樋口耕一: KHcoder 掲示板 [http://koichi.nihon.to/cgi-bin/bbs\\_khn/khcf.cgi?no=122&mode=allread](http://koichi.nihon.to/cgi-bin/bbs_khn/khcf.cgi?no=122&mode=allread), 2005.
- 広島市: 8.20豪雨災害における避難対策等検討部会 平成26年8月20日の豪雨災害 避難対策等に係る検証結果, 2015.
- 広島市, 平成27年(2015年)版消防年報, <http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1479874866677/simple/shobounenpo.pdf>, 2017年9月1日
- 広島地方気象台, 平成26年8月19日から20日にかけての広島県の豪雨について, [http://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siryo/20140820\\_sokuhou.pdf](http://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siryo/20140820_sokuhou.pdf), 2017年9月1日
- 広島市消防局, 水防活動時における安全管理体制検討委員会検討結果報告書, [http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h26/dosya\\_kyujo/03/shiryol.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h26/dosya_kyujo/03/shiryol.pdf), 2017年9月1日

- 一般財団法人マルチメディア振興センター (FMCC) : 公共情報コモンズについて [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000280557.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000280557.pdf), 2017年9月1日
- 井上 公・内山庄一郎・鈴木比奈子: 自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術, 防災科学技術研究所報告, Vol. 81, pp. 61-98, 2014.
- 泉優佳理・白井義人: 東日本大震災に伴う災害廃棄物受入に関する北九州市におけるリスクコミュニケーション-タウンミーティング・地元説明会でのアンケート分析より-, 廃棄物資源循環学会論文誌, Vol. 25, pp. 36-44, 2014.
- Jレスキュー: すべての消防活動はここから始まる, Jレスキュー, Vol. 1, pp 20-29, 2011.
- Jレスキュー: 京都市消防局消防指令センターの最新鋭システム, Jレスキュー, Vol. 1, pp64-67, 2016a.
- Jレスキュー: 上伊那広域消防にスマートフォンの「災害映像共有システム」, Jレスキュー, Vol. 11, pp13, 2016b.
- 岸田幸子・大原美保・目黒公郎: 義務教育課程における防災教育カリキュラムの開発に向けた基礎的研究, 生産研究, Vol.61 pp. 713-716, 2009. (公益社団法人) 土木学会・(公益社団法人) 地盤工学会: 平成26年広島豪雨災害合同緊急調査団調査報告, 2014.
- R.C. Prim: Shortest connection networks and some generalisations. In: Bell System Technical Journal, Vol. 36, pp. 1389-1401, 1957.
- 酒井将也・池永隆博・中谷 剛: 消防職員が災害現場で求める気象情報, 日本災害情報学会第17回研究発表大会予稿集, pp.204-205, 2015.
- 佐藤高広・若月 強・平野洪賓・岩波 越・三隅良平・加藤 敦・吉井 護・鈴木真一・佐藤昌人: 平成23年台風第12号災害における和歌山県那智勝浦町の被害及び消防活動と住民行動, 自然災害科学, Vol. 31, No. 4, pp. 265-281, 2013.
- 総務省: 公開情報コモンズの現状と課題 [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000280553.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000280553.pdf), 2017年9月1日 b
- 総務省: Lアラートの普及状況 [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000425150.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000425150.pdf), 2017年9月1日
- 総務省消防庁, 8月19日からの大雨等による広島県における被害状況及び消防の活動等について(第47報), <http://www.fdma.go.jp/bn/2014/detail/871.html>, 2017年9月1日 a
- 総務省消防庁, 平成26年度救助技術の高度化等検討会報告書 土砂災害時の救助活動のあり方について, [http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h26/dosya\\_kyujujo/05/houkokusyo.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h26/dosya_kyujujo/05/houkokusyo.pdf), 2017年9月1日
- 総務省消防庁: 平成26年度救助技術の高度化等検討会報告書 土砂災害時の救助活動のあり方について<資料編>, [http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h26/dosya\\_kyujujo/05/houkokusyo\\_shiryoku.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h26/dosya_kyujujo/05/houkokusyo_shiryoku.pdf), 2017年9月1日
- 総務省消防庁, 平成28年度版消防白書 [http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h28/h28/pdf/h28\\_all.pdf](http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h28/h28/pdf/h28_all.pdf), 2017年9月1日
- 総務省消防庁, 消防力の整備指針, 消防庁告示第一号, 2000.
- 出世ゆかり・前坂 剛・木枝香織・三隅由平・桜井南海子・岩波 越: 2014年8月に広島県に豪雨をもたらした線状降水システムの振る舞いと構造, 平成26年度科学研究費補助金特別研究推進費「2014年8月豪雨により広島市で発生した土石流災害の実態解明と防災対策に関する研究(研究代表者, 山本晴彦)」, pp. 29-34, 2015.
- 牛山素行・横幕早季: 2014年8月広島豪雨による犠牲者の特徴, 自然災害科学, Vol. 33, No. 3, pp. 293-312, 2014.
- 山越伸浩: 広島市の土砂災害を受けた土砂災害防止法の改正-今後の土砂災害対策の推進に当たっての留意点-, 立法と調査, Vol. 359, pp 19-31, 2014.
- 山本晴彦・小林北斗: 2014年8月20日に広島市で発生した豪雨と土石流災害の特徴, 自然災害科学, Vol. 33, No. 3, pp. 293-312, 2014.

(投稿受理:平成29年9月13日  
訂正稿受理:平成30年11月26日)

## 要 旨

広島県広島市では、平成26年8月豪雨により市内166か所で土石流が発生し、74名が犠牲となる甚大な災害が発生した。土砂災害時に活動した広島市消防局の消防職員に技術開発に関する要望についてアンケート調査を実施した。

この回答を、テキストマイニングの手法の一つである KHcoder を用いて解析した結果、5つの消防防災技術の整備が今後必要であることが分かった。また、情報共有のあり方に関しては、隊ごとの情報取得と情報共有の仕組みを整備する重要性が指摘された。