

平成21年の大雨時の避難勧告発令 経験にもとづく自治体の対応に関 する教訓・課題

—大雨災害における避難のあり方等 検討会「避難勧告・避難指示を発令 した市町村に対する調査」の自由回答 のTRENDREADER (TR) 解析—

佐藤 翔輔*・林 春男**・田村 圭子***・浦田 康幸****

Lessons and Issues Learned from Emergency
Response of the 2009 Heavy Rain
– TRENDREADER Analysis of Open Ended
Answer Data in “Survey of Municipal Governments
Published Evacuation Advisory and Order” –

Shosuke SATO*, Haruo HAYASHI**,
Keiko TAMURA*** and Yasuyuki URATA****

Abstract

Frequent and heavy rainfall in recent years has result into spontaneous damage in Japan. In this paper, we analyzed the open-ended answer text data of questionnaire survey from the municipal government officials who had experienced evacuation advisory or order publishing among heavy rain disasters in 2009. We applied a text mining system (TRENDREADER) to analyze the text data. The characteristics of these extracted learnt lessons and found issues suggest that, the local responders in heavy rainfall regions should reinforce their emergency response, decision-making of evacuation advisory and communication to the residents.

* 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター
Disaster Control Research Center, Graduate School of
Engineering, Tohoku University

旧所属：京都大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

** 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

*** 新潟大学災害・復興科学研究所
Research Institute, for Natural Hazard and Disaster
Recovery, Niigata University

**** ハイパリスサーチ株式会社大阪事務所
Osaka Office, Hyper Research Co., Ltd.

本論文に対する討論は平成23年11月末日まで受け付ける。

キーワード：大雨災害，災害対応，避難勧告，地方自治体，自由回答，テキストマイニング

Key words：heavy rain disaster, disaster response, evacuation advisory, local government, open ended answer, text mining

1. はじめに

地球温暖化の影響を受けて、近年多くの地点で1時間雨量や24時間雨量が観測史上1位を記録するような大雨の発生が頻発化している。1986～1995年は1時間降水量が100mmを超える降水の発生回数は年平均2.2回だったのに対して、1996～2005年は年平均4.7回に増加している¹⁾。2004年(平成16年)は災害救助法が適用されただけでも、2つの梅雨前線豪雨(新潟・福島豪雨、福井豪雨)と7つの台風が発生している。2009年(平成21年)には、7月中国・九州北部豪雨や台風9号及び18号によって、65名の犠牲者が発生している。このような大雨災害の頻発化・激化は新しい事態であり、わが国における大雨対応は大きな局面を迎えていると言える。

こうした新しい事態の発生は新たな災害対応の課題を発生させ、それに対する詳細な調査や研究が必要になる。研究方法として、選択回答形式(プリコード回答形式)の質問項目で構成される社会調査は、被災地の実情を知るための有力な手法の一つである。特に、支持率調査に表れるように同じ質問によって継続的な調査を行うことで、縦横断的に事象の実態が定量的に把握され、有益な知見がもたらされている。しかし、このような調査における質問設定は、対象とすべき事象が明確に理解されていることが前提になる。

今般のような大雨災害の頻発化・激化という新しい事態に対しては、理解が不十分な点が多く、必ずしも既存の質問紙に見られるプリコード形式の設問セットでは、事象を適切に把握することができない可能性がある。一般に、質問紙調査の前には、探索的な調査としてインタビュー調査を中心としたフィールド調査が実施され、調査結果をもとに仮説設定や質問紙設計がなされるが、前述のように昨今の大雨災害は多数の地域で発生しており、すべての被災地を対象にした体系的なイン

タビュー調査を行うことは難しい。調査自体の実施はもちろんのこと、その分析においても時間や労力を要し、技術的な困難も発生する。

内閣府は平成21年の大雨災害を踏まえ、避難のあり方に係る課題の整理と対応策について検討することを目的として、有識者、関係省庁からなる「大雨災害における避難のあり方等検討会」を同年10月に設置した。同検討会は平成21年に発生した7月中国・九州北部豪雨、台風9号、台風18号の3つの大雨災害における対応状況を把握するために、避難勧告を発令した自治体及び被害のあった自治体を主対象に「避難勧告・避難指示を発令した市町村に対する調査」を実施した²⁾。この調査では、プリコード形式の質問のほか、大雨対応に関する教訓や課題について、自由回答形式で非限定的に広く意見を収集する質問が設けられている。自由回答として得られた言語データは、自記という制約があるものの、回答者の意図を自由に反映した回答であり、前述のインタビュー調査結果と比較的性格の近いデータであると言える。また、今回の調査は、平成21年に発生した主要な大雨において、対応を実施したすべての自治体を対象にしているため、このデータは悉皆調査データでもある。最近の大雨災害への対応を経験した自治体の生の認識を、全国規模で収集したきわめて貴重な資料であり、これを分析することには、「実際に行われた対応」に関する教訓や課題の内容面について体系的な理解が可能になるという意義がある。

本稿は、大雨災害における避難のあり方等検討会による避難勧告・避難指示を発令した自治体を対象にした質問紙調査の自由回答のデータを用いて、対応の経験者の生の声にもとづいた大雨対応の教訓や課題を探索的に明らかにし、自治体の災害対応施策の検討や、今後の大雨対応調査の質問紙に新たに導入すべき質問項目の提供に貢献する

ことを目的とする。

2. 調査概要

「避難勧告・避難指示を発令した市町村に対する調査」²⁾は、7月中国・九州北部豪雨、台風9号・18号の発生時に避難勧告・避難指示を発令した計108の自治体を対象に、大雨災害に対する事前の準備状況、今般の水害時における対応状況、対応を通じて得られた教訓・課題、ガイドライン³⁾に対する意見について調査された。回収数(率)は101団体(93.5%)で、有効回答数(率)は97団体(89.8%)であった。有効回答票中の大雨事例の内訳は、中国・九州北部豪雨が49団体(50.5%)、台風9号が21団体(21.6%)、台風18号が27団体(27.8%)で集中豪雨と台風はおよそ半数ずつである。

同調査の質問紙には、以下の内容を問った自由回答形式の設問が設けられた。かっこ中の数字は、回答自治体数と有効回答数に占める割合を表す：

- 1) 対応全般に関する教訓や課題 (66, 68.0%)
- 2) 避難勧告等発令の判断に関する教訓や課題 (65, 67.0%)
- 3) 避難勧告等の伝達に関する教訓や課題 (61, 62.9%)
- 4) ガイドラインの構成や内容全般に対する意見 (21, 21.6%)
- 5) ガイドラインの追記・改善案 (項目別述べ23)
- 6) その他 (26, 26.8%)

上記5)はガイドライン³⁾における全11項目ごと自由回答を求めたものである。この研究では、回答数の少ない4)~6)の設問のデータを除き、1)~3)を検討対象にする。以降、それぞれの設問を、1)対応全般、2)避難勧告発令判断、3)避難勧告伝達と略記する。

3. 分析方法

3.1 分析手法の選定

本研究では、調査で得られた自由回答データをテキストマイニングのアプローチによって分析を進めていく。自由回答データや非構造化インタビューで得られたデータを分析する方法には、KJ法、コーディング、量的内容分析、テキスト

マイニングがある⁴⁾。前3つの分析手法は、これまで各方面の研究で有用な知見を得てきた優れた方法であるものの、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、テキストマイニングは、解析の過程に人による介入がほほない機械的な処理によって行われる再現性の高い分析手法である。解析結果を得るまで過程に、分析者の個体差による影響を可能な限り排除することを意図として、同アプローチを採用して分析することにする。

テキストマイニングの手法として、コーパス(文書集合)を構成する単位ドキュメント(記事、章、文など)を、単位ドキュメントがもつ順序基準によって並べ、順序基準の効果を考慮したキーワードを自動抽出するTRという手法が提案されている(TR:TRENDREADER)⁵⁾。順序基準とは、単位ドキュメントがもつ順序尺度以上の属性データである。現実には、分析対象となるドキュメントに何らかの順序が存在するケースが多い。佐藤ら⁵⁾は災害発生から時間が経過するのに伴って災害報道の内容が変化することに着目し、2004年新潟県中越地震について報道されたウェブニュース記事を収集したデータから、順序基準として記事配信日時を採用して各時点の特徴を表すキーワードを抽出した。提案手法は、採用した順序基準の値の順に単位ドキュメントを解析し、順序基準を追うごとに特異的に出現した単語に高い重みを与えるもので、ドキュメントがもつ何らかの基準変数(順序基準)による言葉の変化に着目した手法である。

本研究では、自由回答データを解析する手法として、前記の提案手法を援用する。大雨対応のみならず、すべての災害対応の内容は災害発生の起因となるハザードや発生した被害の大小によって異なり、それに呼応して得られる教訓や課題の内容や性質も大きく異なることが考えられる。調査対象自治体のハザードや被害の大小は様々であるため、回答自治体が記述した自由回答はこれらの順序属性を有していると言える。提案手法を今回の自由回答データに適用することの有用性は、テキストがもつ以上のような順序の影響を考慮する

ことで、大雨対応の経験の差を考慮してテキスト分析が行える点にある。なお、キーワードを自動的に抽出する代表的な指標に、頻度や一般的なTFIDF⁶⁾があるが、これらの指標はテキストがもつ順序の特性を考慮するものではない。

3.2 順序基準となる変数の選定

TRによるテキストマイニング(TR解析)を行うためには、前述のように順序尺度以上の属性データで各自由回答データを順序付ける必要がある。なお、順序基準が離散変量をとる順序尺度のときは同値のケースが多くなる場合があり、単位ドキュメントを完全順序で並べるとは難しい。順序基準の変数として、連続変量かつ値のレンジが大きい変数を採用することで、単位ドキュメントを完全順序に近いかたちで並べることができる。

本研究の分析においては、順序基準とする変数として、自治体が体験した雨量を採用することにした。大雨対応の教訓や課題として得られた自由回答の内容は、体験したハザードや被害の大小と密接に関係していることが推測される。これらのうち、前者のハザードは、避難勧告を発令した当時の降雨そのものであり、各種対応の原因になった現象と言え、この大小は自治体が述べた意見に、より直接的な影響を及ぼしていると考えられる。雨量のデータは過去の気象データベース⁷⁾から容易に入手できるほか、有効位小数第1位の連続変量の数値データである。後者の死者や負傷者の人数、全半壊や床上・床下浸水の建物棟数といった被害程度を順序基準とする検討は今後の機会に譲りたい。

ここでは、避難勧告を発令した自治体が体験した雨量を、自治体の市役所・町村役場に最も近い地域気象観測所で観測された同日の雨量と操作的に定義する。すべての市町村に地域気象観測所が設置されているわけではなく、また、一つの市町村内に複数の地域気象観測所が設置されている場合もある。このような制約から、雨量データを取得する地点を、市役所または町村役場と同一の流域内にある最寄りの地域気象観測所(以下、最寄

観測所)とすることにした。最寄観測所の同定にあたっては、両施設の位置情報(X, Y座標)を用いたGISによる近接距離計算を行なった。市役所・町村役場の位置情報は、平成14年に国土地理院が刊行した数値地図25000(地名・公共施設)をもとに取得し、データ刊行後に合併した市町村については、合併後に本庁となった建物位置の座標を採用した。全国の地域気象観測所の座標は、気象庁が公開している観測所住所⁸⁾を用いて、アドレスマッチング処理によって取得した。流域の境界ポリゴンは、国土数値情報の流域界データをもとに作成した。近接距離計算の結果、各市役所・町村役場と最寄観測所との距離は、平均6.4km(S.D.: ±4.43km)であった。

また、自治体が体験した雨量は、1)当日の雨量そのものと、2)前日までに過去最大だった雨量に対する当日の雨量の比の2種類を順序基準として採用する。当日の雨量そのものが多い自治体であっても、普段から観測雨量が多い自治体とそうでない自治体とでは、大雨対応の経験を踏まえた意見の内容には差があることが予想される。TR解析の有用性として、複数の異なる順序基準を採用することによって、異なるキーワードや典型的な回答を抽出し、自由回答を多面的に探索的な分析を行うことができる点が挙げられる。本研究では、以上の2つの順序基準を採用することで、得られた自由回答データを2つの観点から分析を行ないたい。

同定された最寄観測所の地点をもとに、各自治体が避難勧告を発令した日における日降水量(mm)、日最大1時間降水量(mm)のデータを取得し、両者の関係を図示した(図1)。また、前日までの過去最大の日降水量(mm)に対する当日降水量(mm)の比と、前日までの過去最大の日最大1時間降水量(mm)に対する当日の日最大1時間降水量(mm)の比の関係も示した(図2)。日降水量の平均は165.5mm(S.D.: ±91.06mm)、日最大1時間降水量の平均は50.4mm(S.D.: ±28.03mm)、過去最大の降水量に対する当日降水量の比は、日降水量で0.63(S.D.: ±0.364)、過去最大の日1時間降水量に対する最大1時間降水量で0.72(S.D.:

±0.641)であった。図1を見ると、阿南市や那賀町は今般の降水量は最も多いが、図2を見ると、これらの地域は過去最大の降水量に対する今般の降水量の比は、日降水量でも日最大1時間降水量でも約1倍と同程度であり、今回の大雨はそれに比べて特に大きいものではないことが分かる、ま

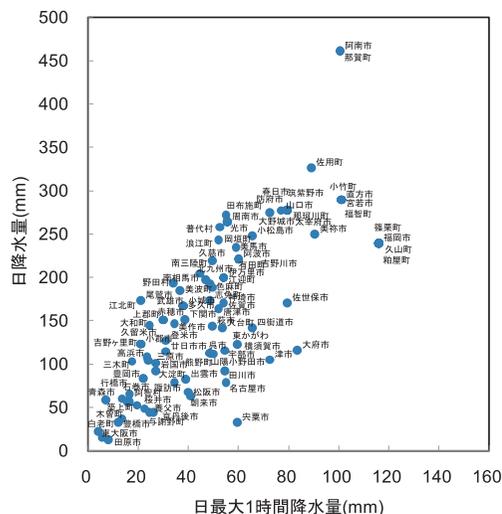


図1 避難勧告を発令した当日の降水量の関係 (日降水量, 日最大1時間降水量)

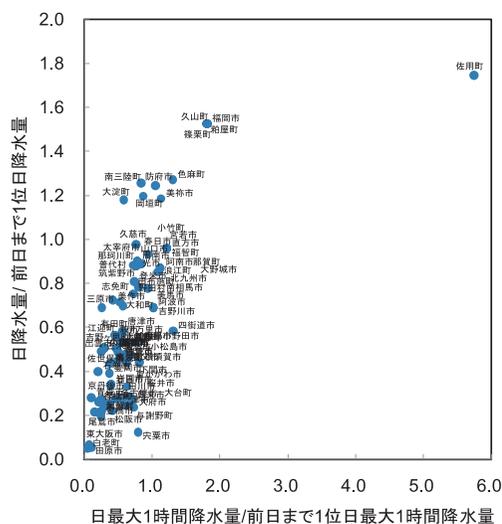


図2 過去最大の降水量に対する避難勧告を発令した当日の降水量の比の関係 (日降水量, 日最大1時間降水量)

た、佐用町をはじめとして、福岡市、篠栗町、粕屋町、久山町は、過去最大の日降水量に比べて約1.5~1.8倍の大雨を体験し、特に佐用町は、過去最大の日最大1時間降水量の約5.7倍もの局地的な大雨であったことが分かる(図1と図2)。

図1と図2で相関係数と順位相関係数は、当日の降水量で0.769と0.768, 過去最大の降水量に対する当日の降水量の比で0.713と0.779であり、日降水量と日最大1時間降水量のどちらを順序基準に採用してもドキュメントの並び順に大きな変化はない。本稿では、紙面の制約から日降水量のみを順序基準にした解析結果について論じる。

3.3 分析単位の決定

各設問で得られた教訓や課題に関する自由回答には、複数の論点について述べられている例がある。例えば、避難勧告発令判断の設問で、今後検討すべき課題として、避難勧告の発令のタイミングと、夜間における避難行動のあり方の2点について論じた自治体が存在する。このような場合には1つの論点を分析単位にすることにした。本稿では、回答文をそのままの用いることはせず、回答文を個々の論点に分割し、1つの論点を分析単位にする。

分析単位決定にあたっては、以下の手続きに従った:

- 1) 2人の評価者(著者のうち1人と、著者に含まれない研究者1人)が、各回答を読み、複数の論点について記述されていると判断されるものがある場合、論点ごとに分ける。
- 2) 評価者間の論点分けが一致したものについては、そのとおりに回答文を分割する。
- 3) 評価者間の論点分けが一致しない場合は、評価者間で論点分けの案について合意形成する。

分析単位決定の結果、単位ドキュメントの数(かっこ中の数字は、評価者間の論点分けが一致した数)はそれぞれ、対応全般は132(118)、避難勧告発令判断は78(73)、避難勧告伝達は76(73)であった。評価者間信頼性係数(一致率)はそれぞれ、0.894、0.936、0.961と高く、分析単位の

決定の手続きは適切であったと言える。

3.4 ドキュメント順序を考慮した単語の重み付け

(3)節で決定した分析単位(単位ドキュメント)を、(2)節で取得した降雨量によって並べたデータセットを解析対象コーパスとする。解析対象コーパスに対しては、形態素への分かち書きと品詞情報による不要語の除去の2つの事前処理を行う⁵⁾。本稿では、分かち書きされた形態素を便宜的に単語と称する。事前処理の後、ドキュメント順序を考慮したTFIDF(式[1])⁵⁾と累積特異値 ΣD (式[2])⁹⁾による単語の重み付けを行った。

$$TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc} = f_{i,j} \cdot \log_{10} \frac{n_{ord,asc/dsc}}{c_{i,ord,asc/dsc}} \quad [1]$$

i : 単語の識別子, j : 単位ドキュメントの識別子, $ord := Order(j)$: 単位ドキュメント j の順序基準値を表す添字, asc/dsc : 順序基準の方向を表す添字で順序基準の昇順 asc か降順 dsc を表す添字。いずれかの添字が入る。

$TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc}$: ドキュメント順序を考慮したTFIDFで、順序基準の方向が asc または dsc のときの、順序基準値が ord の単位ドキュメント j における単語 i のTFIDF。 $f_{i,j}$: 単位ドキュメント j における単語 i の出現頻度。 $c_{i,ord,asc/dsc}$: 順序基準の方向が asc または dsc のときの、順序基準値の最低値から ord の値をとる単位ドキュメント群における単語 i が出現する単位ドキュメントの数。 $n_{ord,asc/dsc}$: 順序基準の方向が asc または dsc のときの、順序基準値の最低値から ord の値をとる単位ドキュメントの総数。

$$\Sigma D_{i,Ord,asc/dsc} = \sum_{j=1}^n D_{i,j,ord,asc/dsc} \quad [2]$$

$$D_{i,j,ord,asc/dsc} = \begin{cases} D_{i,j,ord,asc/dsc} & (f_{i,j} > 0) \\ 0 & (f_{i,j} = 0) \end{cases}$$

$D_{i,j,ord,asc/dsc}$: 特異値 D 。順序基準の方向が asc または dsc のときの、順序基準値が ord の単位ドキュメント j における単語 i の特異値。 $\Sigma D_{i,Ord,asc/dsc}$: 単語 i について単位ドキュメント j の特異値 D を総和し

た値。累積特異値 ΣD と呼ぶ。 Ord : 順序基準となった変数名。総和された段階で ord は変数値をとらないので変数名 Ord を示す。

特異値 D は、式[1]のドキュメント順序を考慮したTFIDF($TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc}$)の計算結果をもとに、単位ドキュメント j における $TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc}$ の累積実測値と単位ドキュメント $j-1$ における $TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc}$ の累積推定値の差を計算するもので、単位ドキュメント $j-1$ 以前の傾向に比べ、単位ドキュメント j における $TFIDF_{i,j,ord,asc/dsc}$ が著しい増加傾向を示した単語に高い重みを与える指標である。特異値 D の詳細な求め方については、順序基準を時間にした場合の例として文献5)10)に詳しい。累積特異値 ΣD は、コーパス全体における単語 i の重みを表す。本研究においては、順序基準にハザードの大きさを表す降雨量や過去最大日降水量に対する当日降水量の比を用いているため、順序基準の方向を昇順 asc にすれば、ハザードが小さい自治体の回答から大きな自治体を逐次解析するなかで、特異的に出現した単語に高い重みを与える。したがって、昇順で解析することで降雨量が多い自治体に特徴的に見られる単語が高い値を示し($\Sigma D_{i,Ord,asc}$, 昇順 ΣD)、逆に降順で計算すれば降雨量が比較的少ない自治体の回答に特徴的に見られる単語が高い重みを示す($\Sigma D_{i,Ord,dsc}$, 降順 ΣD)。

さらに、上記のドキュメントの順序効果を反映したキーワードが、順序基準の高低いずれかに特徴的な単語なのか、共通する代表的な単語なのかを把握するために、以下の式で順序効果を相殺し、キーワードの代表性を評価する:

$$ave \Sigma D_{i,Ord} = (\Sigma D_{i,Ord,asc} + \Sigma D_{i,Ord,dsc})/2 \quad [3]$$

昇順 ΣD ($\Sigma D_{i,Ord,asc}$)と昇順 ΣD (降順 ΣD)の相加平均をとり、ハザードの大小に関わらず高い重みを示した場合に、または昇順か降順の ΣD のいずれかが著しく高い場合に、 $ave \Sigma D_{i,Ord}$ は高い値を示す。

3.5 典型的な自由回答の抽出

この研究では、(4)節で述べたドキュメント順序を考慮した単語の重み付け結果を用いて、a) 順序基準にもとづく典型的な自由回答の抽出、b) 注目キーワードのグルーピングを行う。

a) 順序基準にもとづく典型的な自由回答の抽出

順序基準にもとづく典型的な自由回答の抽出は、単語の重みにもとづいて、各ドキュメントがもつ重みを定量化し、重みの高いドキュメントを読むべき回答として自動的に選定しようとするものである。重みが高い単語が多く含まれているドキュメントは、着目に値する典型的な回答であり、注目すべき回答としての妥当性が高いものと思われる。自由回答全体を象徴する回答文を読むことで、回答全体の大まかな傾向・文脈を把握しようとするものである。

順序基準にもとづく典型的な自由回答の抽出には、1) 順序基準の特性を反映したドキュメントと、2) 代表的なドキュメントの2種類を、以下の3つの式で求める。式[4]による基礎計算をもとに、式[5]で絶対値が高い値を示したものを1)、式[6]で高い値を示したものを2)として求める。

$$\Sigma \Sigma D_{j,Ord,asc/dsc} = \sum_{i=1}^m \Sigma D_{i,Ord,asc/dsc}$$

$$\Sigma D_{i,Ord,asc/dsc} = \begin{cases} \Sigma D_{i,Ord,asc/dsc} (rank_i \leq rank) & [4] \\ 0 & (rank_i > rank) \end{cases}$$

$$diff \Sigma \Sigma D_{j,Ord} = \Sigma \Sigma D_{j,Ord,asc} - \Sigma \Sigma D_{j,Ord,dsc} \quad [5]$$

$$ave \Sigma \Sigma D_{j,Ord} = (\Sigma \Sigma D_{j,Ord,asc} + \Sigma \Sigma D_{j,Ord,dsc}) / 2 \quad [6]$$

$\Sigma \Sigma D_{j,Ord,asc}$: 昇順の $\Sigma \Sigma D$, $\Sigma \Sigma D_{j,Ord,dsc}$: 降順の $\Sigma \Sigma D$ 。
 $rank_i$: $\Sigma D_{i,Ord,asc/dsc}$ の順位, $rank$: $\Sigma D_{i,Ord,asc/dsc}$ の上位の語数(ここでは50語)。 $\Sigma \Sigma D_{j,Ord,asc}$ と $\Sigma \Sigma D_{j,Ord,dsc}$ は、ドキュメント中に含まれる $rank$ 以上の単語 i が含まれていた場合、 $\Sigma D_{i,Ord,asc}$ を足し合わせるドキュメント単位の重みである。(4)節で述べたように $\Sigma D_{i,Ord,asc}$ は降雨量が多い自治体に特徴的に見られる単語の重みが高く、 $\Sigma D_{i,Ord,dsc}$ は降雨量が比較的少ない自治体の回答に特徴的に見られる単語の重みが高くなるため、式[4]によってそれぞれ、ハザードが大きい自治体が高くなる指標、ハザード

が比較的小さい自治体が低くなる指標となる。これをもとに、同じ単位ドキュメントに対して両指標の差をとることにより、正の値を示したドキュメントをハザードが大きい特徴をもつドキュメント(正の $diff \Sigma \Sigma D_{j,Ord}$)、負の値を示したドキュメントをハザードが小さい特徴をもつドキュメント(負の $diff \Sigma \Sigma D_{j,Ord}$)になる(式[5])。ここで両者の差分を求めたのは、順序基準の効果を顕在化させて重み付けを行うためである。また、両指標の相加平均を計算して、代表的なドキュメントに高い重みを与えることにする($ave \Sigma \Sigma D_{j,Ord}$, 式[6])すべてのドキュメントについて2つの指標を求め、全ドキュメント数のうち上位5%の値を示したものを、順序基準にもとづく典型的な自由回答として定義し、その内容を提示する。

b) キーワードのグルーピング

解析によって高い重みを示した単語を分類し、各クラスターに含まれるキーワードを含む自由回答を観察することで、調査の結果の全体像を捉えることができると考えた。回答群がどのようなグループに分かれるのかというその内訳を把握することで、回答結果の内容的な全体構造を捉えることができる。

ここでは、前述の式[3]によって求められる $ave \Sigma D_{i,Ord,asc}$ を計算した結果をもとに、グルーピングに用いる単語を選定した。この研究では、 $ave \Sigma D_{i,Ord}$ の値が上位50位以上になった単語をグルーピングに用いる単語とし、これらの単語をキーワードと呼ぶことにする。

キーワードのグルーピングには、多変量解析手法のクラスター分析によって行う。単位ドキュメントをケースとし、キーワード($ave \Sigma D_{i,Ord}$ 上位50語)の出現有無(1/0)を変数としたデータセットを作成し、クラスター分析によってデンドログラムを作成する。各クラスターを構成するキーワードを多い回答文を踏まえてクラスターのラベル付けを行う。

次章からは、対応全般の教訓・課題として得られた自由回答データについて以上の解析を行い、考察を進めていく。

中に掲載している。diffΣD_{j,Ord}と日降水量とは1%水準で有意な正の相関を示したが、相関係数は0.336とやや低めであり、自由回答がハザードの大小だけでは説明しきれない部分があることを示唆している。これについての検討は別の機会に譲りたい。

降雨量（ハザード）が比較的多かった自治体の意見は、自主防災組織や消防団に関連する内容が

どちらの順序基準を採用した結果においても見られる（図7と図8の右側、青枠の自由記述）。行政と自治会・自主防災組織などの地域集団と連携して、被害状況の把握、住民への情報伝達、要援護者対応を行うことを今後の検討課題とする記述や、自主防災組織の普及を進めようとする記述が多く見られる。青枠の記述の中の一つでは、実際に行政と消防団が協力して、約30戸を対象に避難

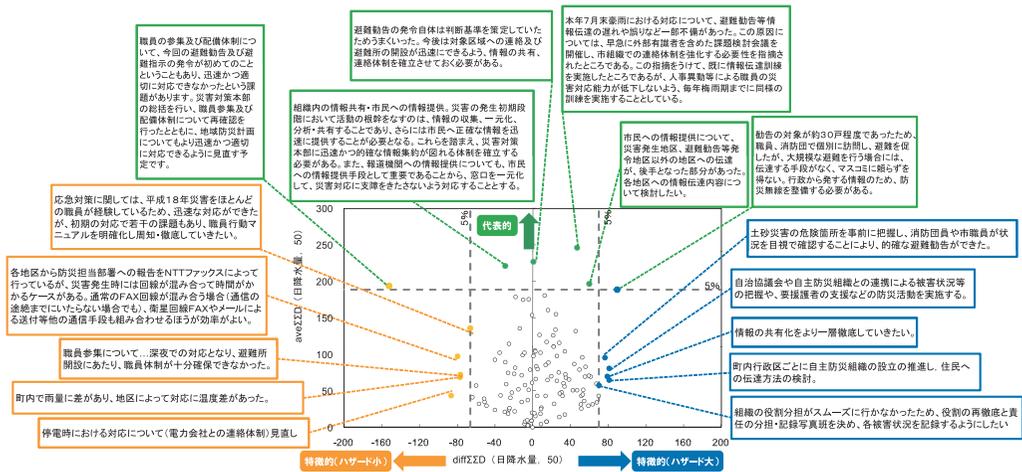


図7 典型的な自由回答とその布置 (対応全般に関する教訓・課題、日降水量)

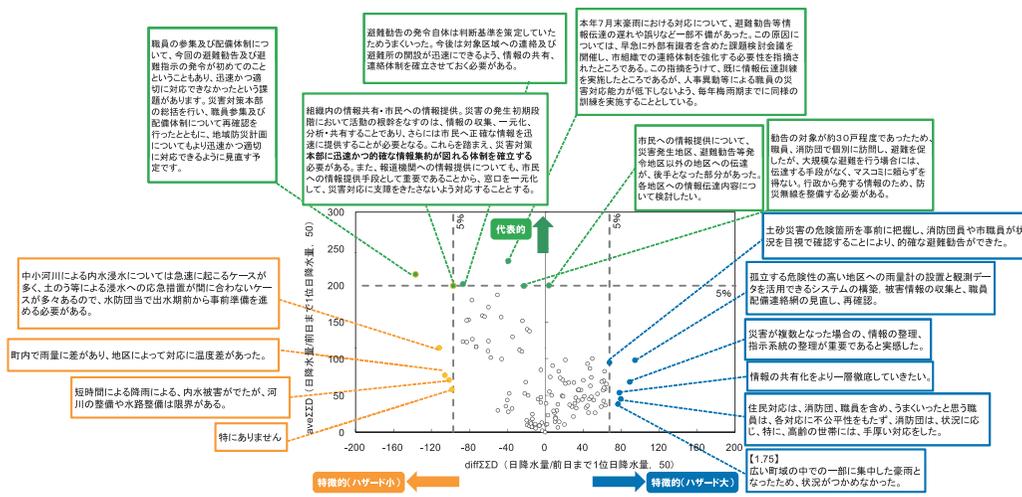


図8 典型的な自由回答とその布置 (対応全般に関する教訓・課題、過去最大日降水量に対する当日降水量の比)

勧告を実施したことが述べられている。大雨対応において、ハザードの力が大きいときには、行政のみならず、自主防災組織や消防団を活用した情報処理・避難支援の重要性が読み取れる。キーワード抽出の結果では、ハザードが大きい自治体で「情報」「する」「必要」「勧告」「伝達」が挙げられ、これらをつなぎ合わせると情報や避難勧告の伝達に関する内容であることが想像されるが、図4に照らし合わせると、その情報・避難勧告の伝達手段として、自治会・自主防災組織の活用が重要視されていることも読み取れる。これに対して、複数箇所発生豪雨により、状況の把握は困難であったため、情報の収集・整理の仕組みや指揮系統の見直し、という意見は日降水量を順序基準とした分析においては典型的な回答として抽出されておらず、過去最大日降水量に対する当日降水量の比を順序基準とした分析において典型的な回答として抽出されており、過去の大雨に比べて大きな雨を経験した地域の意見として特徴的である(図8の右側、青枠の自由記述)。

日降水量が比較的少なかった自治体からは、職員の参集や体制についての課題が挙げられている(図7左側、黄枠の自由記述)。自由回答を見ると、ハザードが小さくとも、初めての対応経験であったり、夜間での参集であったために、対応が困難であったことが分かる。なお、これらの回答以外からは降雨量が比較的少ない自由回答の系統的な傾向を見られなかった。

代表性の高い意見は、どちらの順序基準を採用しても同一の回答が抽出された(図7と図8の上側、緑枠の自由記述)。これらの意見には、情報の共有・伝達に関する回答が多い。今後の検討課題として、市民に的確に避難勧告等の情報を伝達・提供するために、まず組織内での情報の共有体制を確立することの重要性について触れられている。

以上の分析から、平成21年の大雨の対応全般について、情報の共有体制の確立と市民への情報伝達が代表的な課題であったことが分かる。また、ハザードが著しく大きい場合には、避難者対応における自治会や自主防災組織などの地域住民団体の連携の仕組みを確立することも課題であり、実

際にその方法が有効であったことが理解できる。一方で、避難対象世帯が多かったり、避難対象地域が広域であった場合には、そのような方法に資源的な限界があることも指摘されている。

4.3 キーワードのグルーピング

次に、3章(5)節b)項で述べたキーワードのグルーピングを行い、対応全般に関する教訓・課題の自由記述の内訳の把握を試みる。グルーピングに用いたクラスター分析では、単位ドキュメントをケースとし、キーワード(aveΣD_{i,Ord}上位50語)の出現有無(1/0)を変数としたデータセットにして、クラスター化の方法にWard法、類似度にはユークリッド距離を採用した。

グルーピングの結果、対応全般に関する教訓・

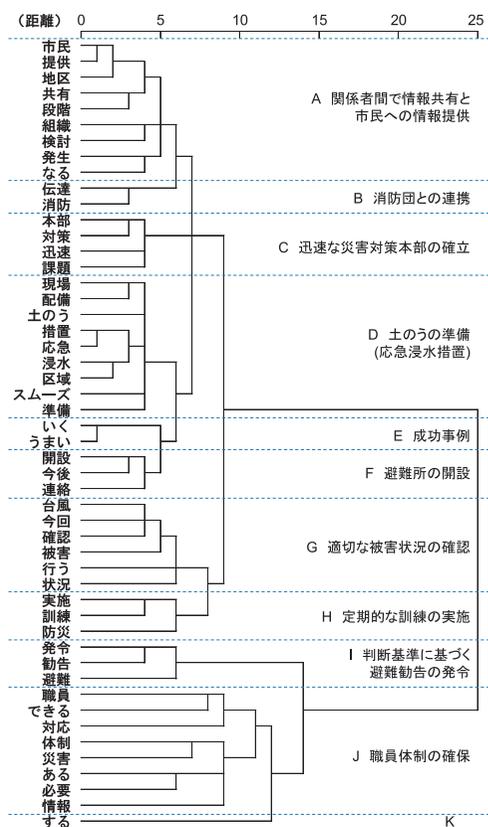


図9 対応全般の課題・教訓の自由回答から抽出されたキーワードのグルーピング結果(日降水量, クラスター分析, Ward法)

課題の自由回答から日降水量を順序基準として抽出したキーワードは、図9のようにグループ化された。なお、過去最大日降水量に対する当日降水量の比を順序基準とした分析結果は、ほぼ同様な傾向を示したため、本稿では割愛する。図9の中の各クラスターの距離（類似度）はA～Fを5-6、G～Iを6-7、J～Kを11-12の間で分類した。なお、Kは「する」のみであるためクラスターのラベル付けを行っていない。通常、クラスター分析では、得られたデンドログラムに同一距離上に直線を引くことでクラスター分けを行う。しかし、本解析では図9に見られるようにデンドログラムの下方に向かうにしたがって、隣り合う変数（単語）の距離が長くなる傾向を示しており、クラスター分けの距離を短くすれば、デンドログラム下方のクラスターに含まれる変数は少なくなりクラスターの意味の理解が困難になる。他方、クラスター分けの距離を長くすればデンドログラム上方の変数は統合されてクラスターの内容が抽象化されてしまう。本研究では、得られた結果の理解を優先するため、クラスター分けの距離を前記のように変化させた。このような傾向はどのクラスター化の方法及び類似度の組み合わせでも同様であり、その傾向が緩やかでクラスターの内容把握が比較的容易だった Ward 法とユークリッド距離で分析した結果を採用した。

クラスター分析にもとづく大雨対応全般に関する教訓・課題の分類（グループ）にしたがって、グルーピングにもとづく自由回答の実文を提示しながら各グループについて説明していく。クラスターのラベル付けは、クラスターを構成するキーワードを多く含む自由回答の実文の内容にもとづいて行う。本研究でわかち書きによって得られている単語は形態素と呼ばれる単位であり、結びつく形態素によって、その意味は多義に渡る（例えば、「消防」は「地域消防団」「自治体消防本部」など）。クラスター中のキーワードが使用されている自由回答そのものを参照することで、キーワードが表す意味を適切に理解し、クラスターのラベル付けを行った。自由回答は、各クラスターを構成するキーワードが多く含む自由回答の本文

（単位ドキュメント）の1～4例をかきかっこで示す。回答本文の例は、紙面の制約により、キーワードがない部分を一部省略して掲載している。本文のうち、クラスターに該当するキーワードは下線で記し、記述に含まれるキーワードの数をかっこ内に示している。

- ・A 関係者間での情報共有と市民への情報提供
 キーワードを含む回答：「組織内の情報共有・市民への情報提供。災害の発生初期段階において活動の根幹をなすのは、情報の収集、一元化、分析・共有することであり、さらには市民へ正確な情報を迅速に提供することが必要となる。また、報道機関への情報提供についても、市民への情報提供手段として重要であることから、窓口を一元化して対応することとする。（7語）」「市民への情報提供について、災害発生地区、避難勧告等発令地区以外の地区への伝達が、後手となった部分があった。各地区への情報伝達内容について検討したい。（6語）」「同一箇所の被害情報が重複して寄せられ、電話も複数の場所で受けざるを得なかったため、対応が混乱した。→対応策（案）パソコンの共有フォルダなどを活用して、各課で受付、入力した内容がリアルタイムで確認できる方法を検討する。（2語）」「関係機関、自治会、自主防災組織等との情報共有（2語）」

以上は、市民に適切に情報を提供するために、まずは庁内で情報を一元化し、対応関係者間で状況認識を統一する必要性¹¹⁾を述べたものである。

・B 消防団との連携

- キーワードを含む回答：「災害時要援護者（登録者等）、福祉関連施設への情報伝達。地元、消防団への情報伝達（2語）」「勧告の対象が約30戸程度であったため、職員、消防団で個別に訪問し、避難を促したが、大規模な避難を行う場合には、伝達する手段がなく、マスコミに頼らざるを得ない。行政から発する情報のため、防災無線を整備する必要がある。（2語）」「土砂災害の危険箇所を事前に把握し、消防団員や市職員が状況を目視で確認することにより、的確な避難勧告ができた（1語）」

このグループは、消防団を活用した要援護者やその他の住民への避難勧告の伝達のほか、複数の現場から詳細な状況を把握する方策としても有効だった例が記述されている。また、デンドログラムを見るとBクラスターはAクラスターとの類似性が高く、行政と消防団との連携という教訓・課題が、情報共有・市民への情報提供との関連で認識されていることが分かる。

・C 迅速な災害対策本部の確立

キーワードを含む回答:「職員の参集及び配備体制について、今回の避難勧告及び避難指示の発令が初めてのことということもあり、迅速かつ適切に対応できなかったという課題があります。災害対策本部の総括を行い、職員参集及び配備体制について再確認を行ったとともに、地域防災計画についてもより迅速かつ適切に対応できるように見直す予定です。(4語)」「災害対策本部に迅速かつ確かな情報集約が図れる体制を確立する必要がある。(3語)」「台風の進路予想に対応し、早くから災害対策本部を設置し、職員の体制を整えられた。(2語)」

以上は災害対策本部の体制に触れられているものであり、突発的な豪雨でなければ適切な気象情報の監視によって早期に対策本部を立ち上げ、体制を確立できることが分かる。

・D 土のうの準備 (応急浸水措置)

キーワードを含む回答:「中小河川による内水浸水については急速に起こるケースが多く、土のう等による浸水への応急措置が間に合わないケースが多々あるので、水防団等で出水期前から事前準備を進める必要がある。(5語)」「市域の広範囲で浸水が発生したが、道路冠水による通行止めの措置や土のうの手配等について本市と応援協定を結んでいる土木建設業者の協力により迅速に実施することができた。(3語)」「土のう配置の要望があっても直ちに対応できなかった。消防署に土のうの備蓄がなかったため、消防署が出動しても現場での対応ができなかった。→対応策(案)、消防署に土のう200袋を配備する。(2語)」

土のうは応急的な浸水対策として一定の効果があり、現場からのニーズも高い。絶対数を確保す

るとともに適切な備蓄場所を検討する必要がある。

・E 成功事例

キーワードを含む回答:「避難勧告の発令自体は判断基準を策定していたためうまくいった。(2語)」「職員の招集・配置や応急対応、また避難勧告発令を時期を逸することなく出来たことなど、全般的にうまくいった。(2語)」「数日前からの降雨の前兆を感じ本部の設置を早めに準備していた事が初期対応としてうまくいった(2語)」

これらの市はそれぞれ避難勧告発令基準の明確化、事前の気象情報の監視が活かされ、対応に成功している。

・F 避難所の開設

キーワードを含む回答:「今後は対象区域への連絡及び避難所の開設が迅速にできるよう情報の共有、連絡体制を確立させておく必要がある。(3語)」「避難所を開設したが、避難所の周辺が冠水したため避難所開設にあたる職員が避難所まで行くことができなかったので今後の対応策を考える必要がある。(2語)」

このグループは避難所の開設について述べられた回答が該当するが、災害対策本部と避難所との間に冠水が発生するという問題は大雨災害特有であり、避難所の配置を考える上で配慮すべき事例と言える。

・G 適切な被害状況の把握

キーワードを含む回答:「土砂災害の危険箇所を事前に把握し、消防団員や市職員が状況を目視で確認することにより、的確な避難勧告ができた。(2語)」「自治協議会や自主防災組織との連携による被害状況等の把握や、要援護者の支援などの防災活動を実施する。(2語)」「被害状況の伝達・整理等の統一(2語)」

被害状況を適切に整理することを課題として挙げているほか、AクラスターとBクラスターでも見られたように、現場の被害情報の収集を行ううえで地域集団の必要性を述べられている。

・H 定期的な訓練の実施

キーワードを含む回答:「町総合防災訓練を定期的に実施していることもあり、避難勧告等におけ

る避難所設置等の措置は比較的スムーズに実施することができた。(3語)「平時から確認して災害に備える必要があるため、訓練や職員研修を実施することとする。(2語)」「人事異動等による職員の災害対応能力が低下しないよう、毎年梅雨期までに同様の訓練を実施する。(2語)」

これら以外にも、今回の対応経験を風化させないよう今後、訓練を今後の課題とする自治体があるが、災害前の定期的な訓練を実施している自治体が実際の対応をスムーズに行えたことはその有効性を示している。

・I 判断基準に基づく避難勧告の発令

キーワードを含む回答:「状況を把握し、早い段階での避難勧告等の発令(3語)」「避難勧告の発令自体は判断基準を策定していたためうまくいった。(3語)」「迅速に避難勧告等を発令できた(3語)」

Eクラスターにも見られたように、避難勧告の発令基準を設けることにより判断が容易になることが述べられている。

・J 職員体制の確保

キーワードを含む回答:「職員の参集及び配備体制について、今回の避難勧告及び避難指示の発令が初めてのことということもあり、迅速かつ適切に対応できなかったという課題があります。災害対策本部の総括を行い、職員参集及び配備体制について再確認を行ったとともに、地域防災計画についてもより迅速かつ適切に対応できるように見直す予定です。(6語)」

職員の体制、特に配備や参集に関する点について不備があったことが述べられている。

以上に示した分析から、1)関係者間で情報を共有し、市民に一元的な情報を提供すること(A)、2)行政と消防団が連携して被害状況の把握や避難支援を行うこと(B)、3)気象情報を監視し、大雨の発生を見越して災害対策本部の設置を準備すること(C)、4)土のうを確保し、適切な場所に備蓄しておくこと(D)、5)冠水による避難所への経路が立たれる可能性を踏まえること(F)、6)現場に近い場所で被害情報を収集し、整理に努めること(G)、7)定期的に対応の訓練を実施

すること(H)、8)大雨避難勧告の発令を判断基準にもとづいて行うこと(I)、9)職員の参集・配備体制を確立すること(J)の9点は今般の大雨対応の経験を踏まえて得られた教訓であり、今後、大雨対応への備えとして確認すべき9つの重要ポイントである可能性が高いことが示唆される。

次に、図9に見られる大雨対応に関する教訓・課題は、どのような市町村が認識したもののなかを分析する。

前述の典型的な回答の抽出(図7と図8)では、降雨量が多い自治体に特徴的な回答として、自主防災組織や消防団を活用した事例が抽出され(図7と図8の右側、青枠の記述参照)、逆に降雨量が少なかった自治体に特徴的な回答としては職員の参集体制に関する記述が抽出されたが(図7と図8の左側、橙枠の記述参照)、これらは図9中にそれぞれBクラスター(消防団との連携)、Jクラスター(職員体制の確保)に関連・該当するものである。対応全般に関する教訓・課題のクラスターは、ハザードの大きさと対応している可能性があることから、この仮説を検証する意味で以下のような分析を行った。

3章(2)節で取得した日最大1時間降水量を横軸に、日降水量を縦軸にとり、各クラスターの各降水量をプロットした(図10)。クラスターの降

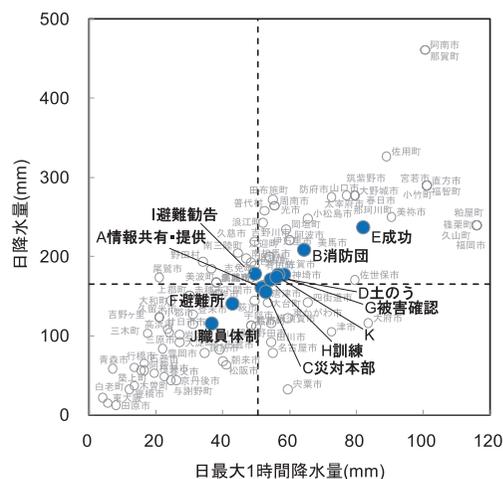


図10 対応全般に関する教訓・課題とハザードの関係

水量は、当該クラスターに含まれるキーワードを自由回答中にもつ自治体の降水量を平均して求めた。図中の破線は全自治体の降水量の平均値である。図中のA～Jのアルファベットは図9のクラスター分析から得られたグループに対応している。

グループ化された対応全般の教訓・課題のうち約半数は平均降水量付近に位置しており、ハザードとの明確な対応関係は見られない(図10)。これら、A関係者間での情報共有と市民への情報提供、C迅速な災害対策本部の確立、D土のうの準備、G適切な被害状況の確認、H定期的な訓練の実施、I判断基準にもとづく避難勧告の発令は、その教訓・課題の内容が体験されたハザードの大きさとほぼ関係がない傾向が読み取れる。一方、B消防団との連携とE成功事例は両降水量で平均より高い傾向を示し、F避難所の設置とJ職員体制の確保はそれより低い傾向を示した。B消防団との連携は、ハザードが相対的に大きかった自治体が認識する教訓・課題であることから、今後の大雨対応の方策を検討する上で重要な観点であることを示唆している。なお、Bクラスターに該当する自治体10市町のうち、対応対象になった気象事例が中国・九州北部豪雨であったのは、8市町と約8割を占めており、同豪雨を対応した市町村が49/97団体(50.5%)であるのに比べて高い。消防団の連携という教訓・課題が、台風型の大雨でなく、集中豪雨型の大雨の体験が起因している可能性もある。また、Eは成功した事例群であるが、ハザードが大きくとも対応がうまくいった事例を示しており、スムーズな対応が行われた背景について精査すべき対象事例を提示している。

5. 避難勧告発令判断に関する教訓・課題の分析

5.1 キーワード抽出

日降水量を順序基準として避難勧告発令判断に関する教訓・課題として記述された自由回答から、キーワードを抽出した結果を図11、図12に示す。代表的なキーワードの上位語(図12)のうち、「情報」「河川」「土砂」は、ややハザードが小さい自治

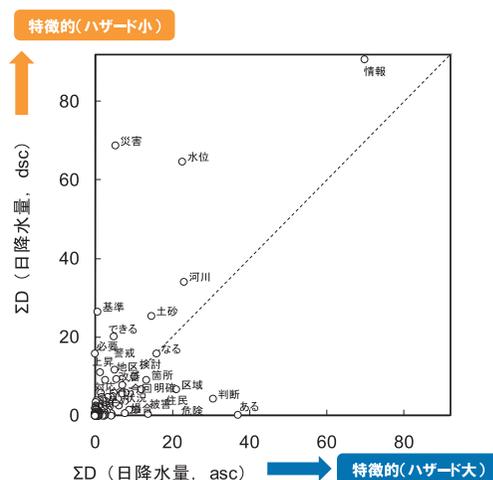


図11 避難勧告発令判断に関する課題・教訓についての自由回答から抽出された特徴的なキーワード(日降水量)

体に特徴的に見られるものの、ハザードが大きい自治体でも共通して特徴的なキーワードである(図11)。避難勧告の発令は、これら3つのキーワードに関連した記述が主であると推定される。ハザードの大小で重みに差があるものとしては、ハザードが大きい自治体が「判断」、ハザードが小さい自治体が「災害」「水位」「基準」がある。同じ避難勧告の発令という対応について、前者は「判断」、後者「水位」「基準」という相違が見られる点が興味深い。

5.2 順序基準にもとづく典型的な回答

典型的な自由回答を抽出した結果を図13に示す。日降水量が比較的多かった自治体と、比較的少なかった自治体とでは、避難勧告等発令の判断に関する教訓や課題の内容に大きな差がある。降雨量が比較的少なかった自治体は、河川の水位情報、ハザードマップ、土砂災害警戒情報など、避難勧告の発令を判断するための材料に関する課題が挙げられている。これに対して、降雨量が比較的多かった自治体は、避難勧告基準についてはあまり触れておらず、「空振りを恐れてはいけない」「夜間や増水時には屋内避難も重要」「関係者間で地図を用意しておくことが必要」などの

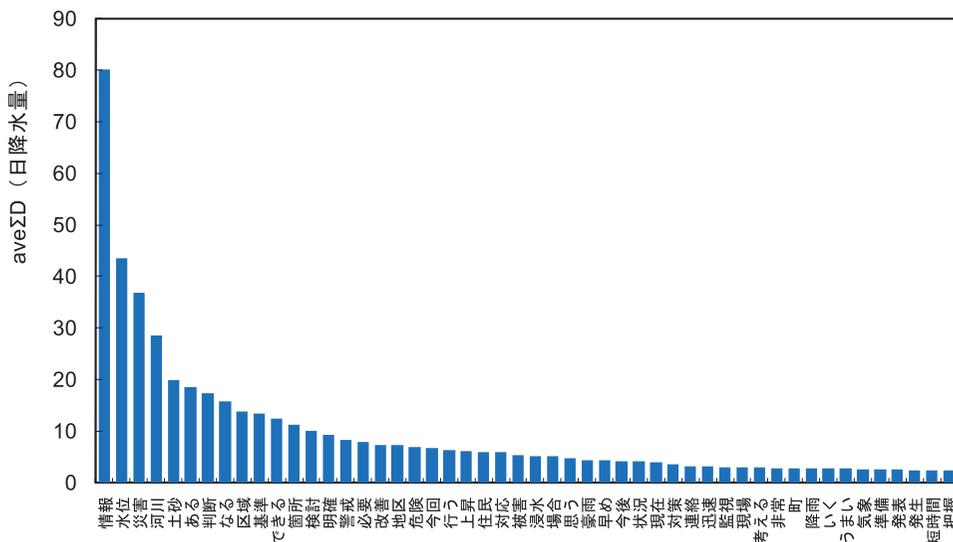


図12 避難勧告発令判断に関する課題・教訓についての自由回答から抽出された代表的なキーワード（日降水量）

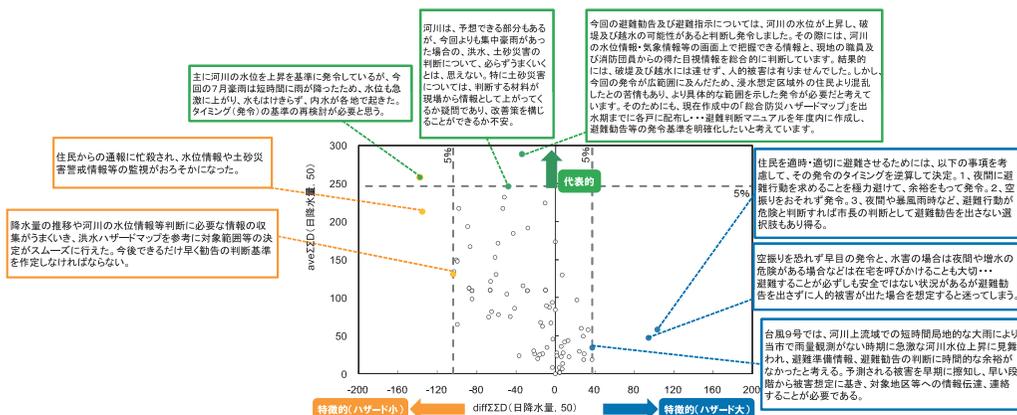


図13 典型的な自由回答とその布置（避難勧告発令判断に関する教訓・課題，日降水量）

実践的な回答が見られるという結果が得られた（図13の右側，青枠の自由記述）。水害においてハザードの力が著しく大きい場合には，避難勧告発令の判断基準云々よりも，基準に依らない発令の意思決定や心構え，現況把握の方法が対応の質を左右することが示唆されている。代表性の高い自治体の回答には，避難勧告発令の判断に際して，河川の水位情報の監視だけでなく，現場の情報を現地派遣職員

や消防団員から吸い上げること体制の確立を検討課題とするものが挙げられている（図13の上側，緑枠の自由記述）。なお，過去最大日降水量に対する当日降水量の比を用いた分析もほぼ同様の傾向を示したため，掲載を割愛している。

5.3 キーワードのグルーピング

避難勧告発令の判断に関する教訓・課題の自由

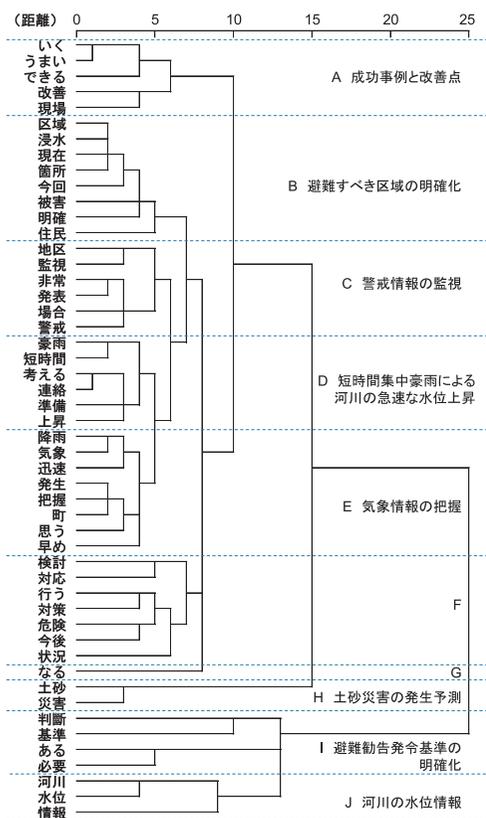


図14 避難勧告発令判断の課題・教訓の自由回答から抽出されたキーワードのグルーピング結果 (日降水量, クラスタ分析, Ward法)

記述についてクラスタ分析によってキーワードのグルーピングを行った結果を図14に示す。クラスタ化の方法にWard法、類似度にはユークリッド距離を採用した。グルーピングの結果、避難勧告発令判断に関する教訓・課題の自由回答から得られたキーワードは、図14のようにグループ化された。図中の各クラスター距離(類似度)は、Aを6-7、BとCを5-6、DとEを4-6、FとGを7-8、H~Jを13-15の間で分類した。Fは該当するキーワードを多く含む自由回答の内容は多岐にわたり、適切なラベルを付けることができなかった。デンドログラムを見ると、FはB~Eのクラスターを統合したクラスターと結合することから、B~Eの内容に共通して見られる単語であることが推察

される。また、Gは「なる」のみであるため、ラベルを付けていない。以下に各クラスターを構成するキーワードが多く含む自由回答1~3例と、それにもとづいて付したラベルを示す。

・A 成功事例と改善点

キーワードを含む回答:「降水量の推移や河川の水位情報等判断に必要な情報の収集がうまくいき、洪水ハザードマップを参考に対象範囲等の決定がスムーズに行えた。(2語)」
「現場巡視からの報告により、スムーズに避難勧告ができた。(改善点) 明確な判断基準を作る。(2語)」

・B 避難すべき区域の明確化

キーワードを含む回答:「避難情報発令区域の明確化。今回の被害箇所データ、土砂災害危険箇所及び河川の浸水想定区域に基づく避難情報発令区域を明確化する。(6語)」
「今回の発令が広範囲に及んだため、浸水想定区域外の住民より混乱したとの苦情もあり、より具体的な範囲を示した発令が必要だと考えています。そのためにも、現在作成中の『総合防災ハザードマップ』を出水期までに各戸に配布し、住民に浸水想定区域等のハザードについて周知を図ります。(5語)」

・C 警戒情報の監視

キーワードを含む回答:「住民からの通報に忙殺され、水位情報や土砂災害警戒情報等の監視がおろそかになった。(2語)」
「発令判断基準を設けていたにもかかわらず、その状況を認知できないケース(警戒監視の隙を抜けた)が発生した。(2語)」

・D 短時間集中豪雨による河川の急速な水位上昇

キーワードを含む回答:「兵庫県西・北部豪雨災害(台風第9号)では、河川上流域での短時間局地的な大雨により、当市で雨量観測がない時期に急激な河川水位上昇に見舞われ、避難準備情報、避難勧告の判断に時間的な余裕がなかったと考える。(5語)」
「主に河川の水位の上昇を基準に発令しているが、今回の7月豪雨は短時間に雨が降ったため、水位も急激に上がり、水もはけきらず、内水が各地で起きた。タイミング(発令)の基準の再検討が必要と思う。(3語)」
「極地的豪雨(短時間)であった為、対応が遅れがめだった。数値

基準を設けるか否かを検討する必要がある。(2語)」

・E 気象情報の把握

キーワードを含む回答：「短時間に大量の災害・気象情報が集まってくるため、情報の整理とそれに伴う迅速な判断をおこなうために、情報整理員を早い段階から招集し活用する。(2語)」 「気象情報を総合的に判断し、迅速な避難勧告等を発令できた(2語)」

・H 土砂災害の発生予測

キーワードを含む回答：「発令の時期が土砂災害発生後となった。土砂災害発生の子知は困難な面はあるが、災害発生及び発令区域を十分に想定しておく必要がある。(2語)」 「土砂災害について、どの時点で発令してよいか判断が難しい。(2語)」

・I 避難勧告発令基準の明確化

キーワードを含む回答：「今回発災した箇所は危険箇所ではない所であったので、勧告発令が発災後になった。今後発令基準の見直しを検討する必要がある。(3語)」 「高潮に関する知識不足・避難勧告等発令基準を事前に決定しておく必要がある(3語)」

・J 河川の水位情報

キーワードを含む回答：「河川の氾濫については、予想される現場で職員に監視してもらっていたので、判断するタイミングは、よかったと思うが、河川の水位情報(氾濫危険水位等)と乖離があり、水位情報の改善が必要と思われる。(3語)」 「河川の水位の状況を、事前に現場にて目視していたため、避難判断水位を超えた情報が入ってすぐに、対応がとれたこと。(3語)」

以上の分析から、A、F、Gを除くA～Jの7項目が避難勧告の発令を判断する上での重要な視点や配慮すべき観点であることが示唆される。

6. 避難勧告伝達に関する教訓・課題の分析

6.1 キーワード抽出

避難勧告伝達に関する教訓・課題として記述された自由回答からキーワードを抽出した結果を図15、図16に示す。代表的なキーワードの上位語(図16)は「する」除いて、「情報」「広報」「勧告」は、

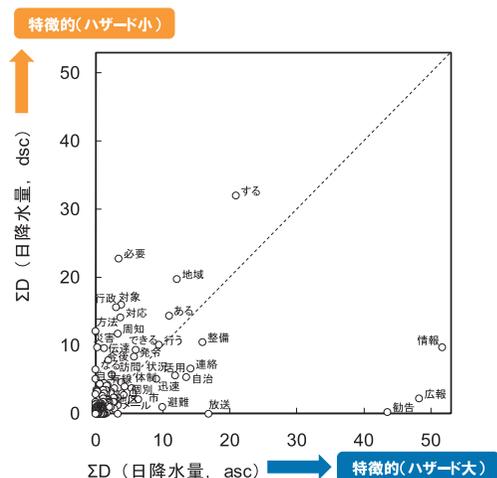


図15 避難勧告伝達に関する課題・教訓についての自由回答から抽出された特徴的なキーワード(日降水量)

ハザードが大きい自治体で特徴的に見られるキーワードである(図15)。一方、ハザードが比較的小さかった自治体に特徴的にみられるキーワードには目立ったものは見られない。

6.2 順序基準にもとづく典型的な回答

典型的な自由回答を抽出した結果を図17に示す。代表性の高い回答では、避難勧告の伝達について様々な手段について述べている(図17の上側、緑枠の自由記述)。ハザードが大きい自治体からは、早期の避難勧告の発令について触れられている(図17の右側、青枠の自由記述)。ハザードが小さい自治体は、避難対象世帯に対して戸別訪問で避難対応を行ったことが挙げられているが、規模が小さかったため実現できたという自らの指摘がある(図17の左側、橙枠の自由記述)。なお、過去最大日降水量に対する当日降水量の比を用いた分析もほぼ同様の傾向を示したため、掲載を割愛している。

6.3 キーワードのグルーピング

避難勧告伝達に関する教訓・課題の自由記述についてクラスター分析によってキーワードのグルーピングを行った結果を図18に示す。クラス

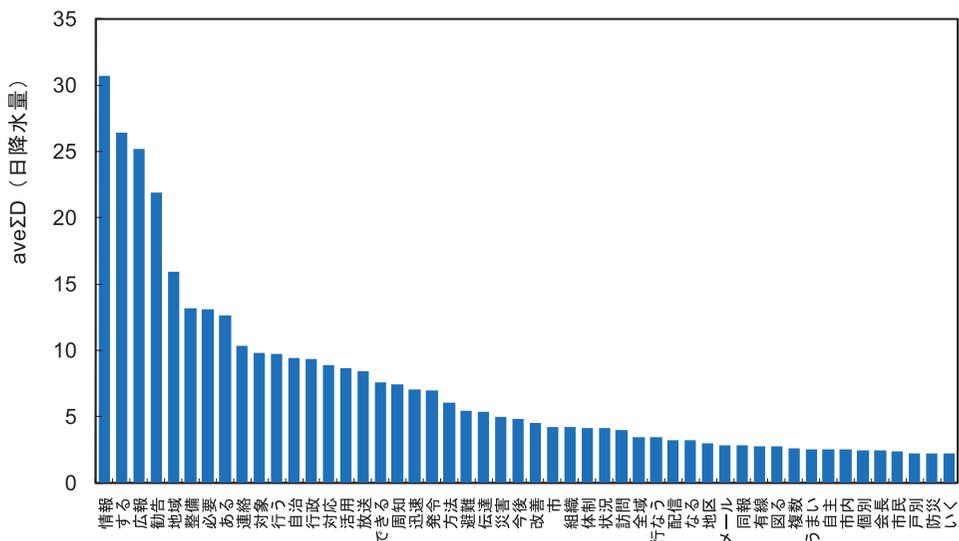


図16 避難勧告伝達に関する課題・教訓についての自由回答から抽出された代表的なキーワード（日降水量）

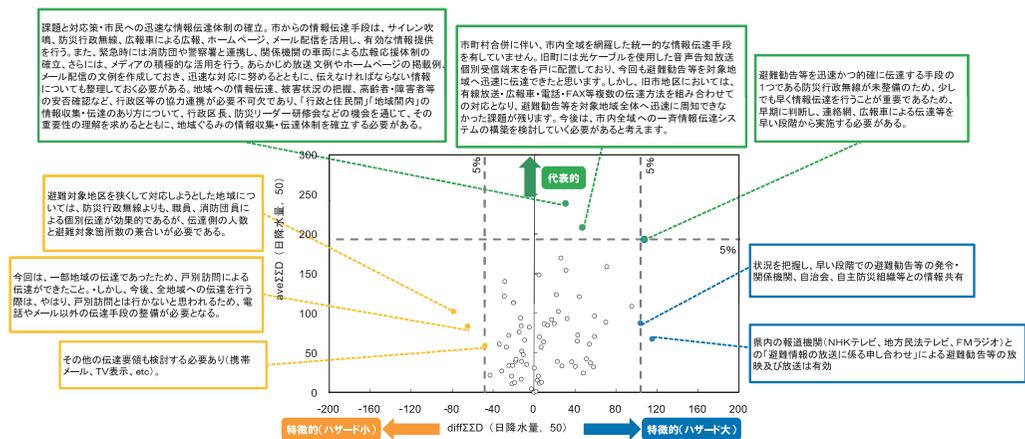


図17 典型的な自由回答とその布置 (避難勧告伝達に関する教訓・課題、日降水量)

ター化の方法に Ward 法、類似度にはユークリッド距離を採用した。グルーピングの結果、避難勧告伝達に関する教訓・課題の自由回答から得られたキーワードは、図18のようにグループ化された。図中の各クラスターの距離（類似度）は、A~C を6-7, D を3-5, E~H を2-3, H を12-25の間で分類した。G は「状況」のみで多数の異なった文脈で出てくる単語であったため、ラベル付け

が困難だった。H はこれ以上分解してもキーワード群が意味する内容を読み取ることが困難だったため、大きな一つのクラスターになっている（11語）。以下に各クラスターを構成するキーワードが多く含む自由回答(単位ドキュメント) 1~3例と、それにもとづいて付したラベルを示す。

- ・ A 全域一斉の情報伝達手段の確保
キーワードを含む回答:「市町村合併に伴い、市

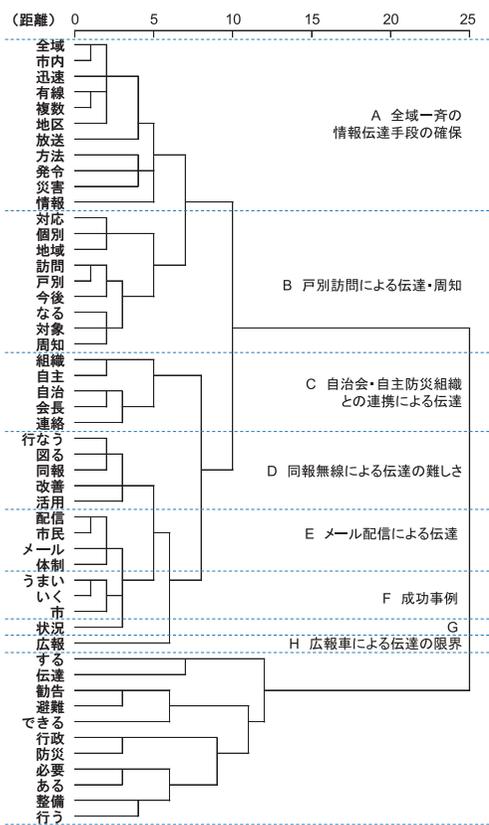


図18 避難勧告伝達の課題・教訓の自由回答から抽出されたキーワードのグルーピング結果 (日降水量, クラスタ分析, Ward法)

内全域を網羅した統一的な情報伝達手段を有していません。旧町には光ケーブルを使用した音声告知放送個別受信端末を各戸に配置しており、今回も避難勧告等を対象地域へ迅速に伝達できたと思います。しかし、旧地区においては、有線放送・広報車・電話・FAX等複数の伝達方法を組み合わせたの対応となり、避難勧告等を対象地域全体へ迅速に周知できなかつた課題が残ります。今後は、市内全域への一斉情報伝達システムの構築を検討していく必要があると考えます。(9語)

・B 戸別訪問による伝達・周知

キーワードを含む回答:「避難勧告の発令地域はごく限られた地域であり、戸別訪問により対応した。今後、より広範囲な地域が対象となった場合

の対応について検討が必要である。(7語)」「今回は、一部地域の伝達であったため、戸別訪問による伝達ができただけ。しかし、今後、全地域への伝達を行う際は、やはり、戸別訪問とは行かないと思われるため、電話やメール以外の伝達手段の整備が必要となる。(5語)」

・C 自治会・自主防災組織との連携による伝達
 キーワードを含む回答:「伝達については、自主防災組織(自治会)を利用して電話連絡で周知は図られた。(4語)」「自治会や自主防災組織等の連絡網を活用することが効果的だと思われる。(4語)」

・D 同報無線による伝達の難しさ
 キーワードを含む回答:「防災行政無線(同報系)を使用して避難勧告を行なったが豪雨等により、聞きづらかったとのことであった。今後は自主防災組織のネットワークの活用を図りたい。(4語)」「同報系の整備を行なってはいるが悪天候の時は放送が聞こえにくい状況である。(2語)」

・E メール配信による伝達
 キーワードを含む回答:「市民への迅速な情報伝達体制の確立。市からの情報伝達手段は、サイレン吹鳴、防災行政無線、広報車による広報、ホームページ、メール配信を活用し、有効な情報提供を行う。(3語)」「本年「防災メール一斉配信システム」を導入してすぐの災害であった。防災行政無線のみでの前回に比べ、多くの市民により正確な情報を随時配信できた。(3語)」

・F 成功事例
 キーワードを含む回答:「うまくいったと思うが、県が運用している防災メールシステムを利用するため、町民の方の登録者をふやしたい。(2語)」「市職員と消防団の連携がうまくいった(2語)」

・H 広報車による伝達の限界
 キーワードを含む回答:「市の広報車による伝達には、現場到達までに時間がかかる。広報内容が伝わりにくい等の課題が残った。(1語)」「広報車による呼びかけが豪雨時には聞き取りづらい(1語)」

以上の分析から、F, G, Iを除くA~Iの6項

目が避難勧告の発令を判断する上での重要な視点や配慮すべき観点であることが示唆している。

7. おわりに

本研究では、平成21年の3つの大雨で避難勧告発令を経験した市町村を対象に、大雨災害における避難のあり方検討会が実施した質問紙調査における大雨対応における自由回答を用いて、TR解析によるテキストマイニングを行い、対応の経験が踏まえられた自治体の教訓・課題として得られた生の認識を探索的に分析し、大雨対応を再考するための基礎資料の提示を試みた。ここでの分析結果は以下のようにまとめられる：

- 1) 大雨の対応全般において、相対的に大きなハザードを体験した自治体から、自治会、消防団、自主防災組織等の地域集団を活用した情報の収集、避難勧告の伝達の仕組みを確立することを教訓・課題として認識している傾向が明らかになった。避難対象世帯を行政と地域集団と協力して戸別訪問し、効果的に避難勧告の伝達が行えたほか、現場の状況に関する情報収集に大きく寄与していた。ハザードが比較的大きな自治体から得られた教訓・課題であることから、今後このような方策の詳細について理解を深める重要性を示している。今回の質問紙中にはプリコード形式の質問として、戸別訪問による避難勧告の伝達状況の詳細を把握する項目は含まれていなかった。今後、伝達に要する条件等を明らかにするためには、本来伝達すべきだった戸数、伝達することのできた戸数、伝達に要した人員数などをプリコード形式の質問として加える必要がある。
- 2) ハザードが過去の記録に比べて大きかった地域では、今までに経験したことのないような局地的な豪雨や、複数箇所発生による豪雨により、状況の把握は困難であったことから、情報の収集・整理の仕組みや指揮系統の重要性が改めて強く認識されていた。
- 3) 対応全般を踏まえて認識された教訓・課題は大きく9つに分類することができた。ここで

得られた教訓・課題の分類は、今後、大雨対応に備える上で確認すべき重要なポイント(チェックリスト)に成り得る。教訓・課題の9つの重要ポイントは次の通り：①関係者間で情報を共有し、市民に一元的な情報を提供すること、②行政と消防団が連携して被害状況の把握や避難支援を行うこと、③気象情報を監視し、大雨の発生を見越して災害対策本部の設置を準備すること、④土のうを確保し、適切な場所に備蓄しておくこと、⑤冠水による避難所への経路が立たれる可能性を踏まえること、⑥現場に近い場所で被害情報を収集し、整理に努めること、⑦定期的に対応の訓練を実施すること、⑧大雨避難勧告の発令を判断基準にもとづいて行うこと、⑨職員

- の参集・配備体制を確立すること。
- 4) 避難勧告発令の判断に関する教訓・課題として、降雨量が比較的少なかった自治体からは避難勧告発令基準の明確化が挙げられたに対して、降雨量が比較的多かった自治体からは、空振りを恐れてはいけないこと、夜間や増水時の屋内避難の重要性など発令判断に際する心構えや実践的な教訓が強く認識されていた。
- 5) 避難勧告発令の判断においては、①避難すべき区域の明確化、②警戒情報の監視、③短時間集中豪雨による河川の急速な水位上昇、④気象情報の把握、⑤土砂災害の発生予測、⑥避難勧告発令基準の明確化、⑦河川の水位情報が主な教訓・課題の内容であることが明らかになった。
- 6) 避難勧告の伝達においては、①全域一斉の情報伝達手段の確保、②戸別訪問による伝達・周知、③自治会・自主防災組織との連携による伝達、④同報無線による伝達の難しさ、⑤メール配信による伝達、⑥広報車による伝達の限界が主な教訓・課題の内容であることが明らかになった。

これらは平成21年の大雨対応を経験した市町村が認識する教訓・課題であり、今後の大雨対応を再考する重要な観点を提示しているものと思われる。

る。

上記1)に関連して、ハザードが著しく大きかったいくつかの自治体からは、消防団や自治体と連携した戸別訪問による避難勧告等の伝達の重要性とともに、避難対象規模が大きい場合の人的資源の限界が懸念されていた。どの程度の避難規模・人員の際に消防団による戸別訪問が避難伝達手段として有効なのかを、防災行政無線、広報車、電話、FAX、メール、インターネット、マスコミなどの他の伝達手段と併せて明らかにしていくことが今後の研究課題の一つに挙げられる。

本研究のアプローチによって得られる結果の意義は、今般の大雨対応に関する自治体の生の認識として語られた言語データと、今後発生する大雨後の調査で得られる同様のデータとを系統的・継続的に比較分析できることにある。本研究では再現性のある分析手続きを設計してきた。以降の大雨対応についても、同様に質問紙によって自由回答を広く収集・解析することで、言語としての教訓や課題のデータを継続して系統的に比較していくことが可能になる。他方、自治体の人口、面積、地理環境、職員数、消防団数などの影響を考慮した分析にはなっていないことから、これらのパラメータを考慮することで、得られた結論の検証・補足を継続していく必要がある。今後同様の調査と分析を継続していく上では、降水量が多かったにも関わらず避難勧告の発令等の対応を実施しなかった自治体を調査対象に含めることで対応実施の判断是非やその問題について明らかにする必要がある。また、質問紙調査では質問文のワーディングに回答結果に少なからず影響を受けることから、継続調査における留意点としたい。

本研究で典型的な自由回答の抽出で求めた指標は、ある意味で自由回答が数値スコア化されたものであり、1つの新たな変数に成り得る。今後は、ここで得られた結果とプリコード質問で得られたデータを組み合わせた分析を行うことで、効果的な大雨対応に資する知見を見出していきたい。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、「避難勧告・避難指示を発令した市町村に対する調査」の調査データの解析・公開をご快諾いただきました内閣府及び大雨災害における避難のあり方等検討会の関係者の皆様に深く感謝の意を表します。また、GISデータ解析については新潟大学災害・復興科学研究所の井ノ口宗成先生にご指導いただきました。なお、本研究は、科学技術振興機構 独創的シーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進「時系列的に増加するWeb情報を対象にしたキーワード自動検出ソフトウェアの開発」(開発代表者:京都大学 林春男)、日本学術振興会 特別研究奨励費「災害・危機に関する言語資料解析にもとづく社会現象としての災害・危機の将来展開予測」(京都大学大学院 佐藤翔輔)によるものである。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：我が国の河川行政を取り巻く国土条件、平成20年度河川局関係予算概算要求概要、p. 36, 2008.
- 2) 大雨災害における避難のあり方等検討会：避難勧告・避難指示を発令した市町村に対する調査結果、35pp., 2010.
- 3) 集中豪雨時等における情報伝達及び高齢者等の避難支援に関する検討会：避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン、27pp., 2005.
- 4) 佐藤郁哉：質的データ分析法、新曜社、pp. 53-58, 2008.
- 5) 佐藤翔輔、林 春男、牧 紀男、井ノ口宗成：TFIDE/TF 指標を用いた危機管理分野における言語資料体からのキーワード自動検出手法の開発－2004年新潟県中越地震を取り上げたウェブニュースへの適用事例－、地域安全学会論文集、No. 8, pp. 367-376, 2006.
- 6) G. Salton and M.J. McGill: Introduction to Modern Information Retrieval, McGraw Hill Book Co., New York, 1983.
- 7) 気象庁:気象統計情報(過去の気象データ検索), <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 8) 気象庁:地域気象観測所一覧, 65pp., http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/ame_master.pdf
- 9) 佐藤翔輔、林 春男:TRENDREADER (TR) を

用いた災害・危機に関する言語資料体の解析にもとづく災害・危機事象の将来展開予測手法の開発, 地域安全学会論文集, No.10, pp.281-291, 2008.

- 10) 佐藤翔輔, 林 春男, 井上和治, 西野隆博: ウェブニュースに見る災害・危機における社会的側面の時系列展開の可視化, Vol.29, No.7, pp.17-26, 2009.
- 11) 林 春男: 「日本社会に適した危機管理システム基盤構築」が目指したもの－ICSに準拠した一元的危機管理システム確立に向けた検討－, 文部科学省科学技術振興調整費「日本社会に適した危機管理システム基盤構築」研究成果ワークショップアブストラクト集, pp.9-23, 2006.

(投稿受理:平成22年9月24日
訂正稿受理:平成23年1月24日)