

公的機関による災害関連情報の認識過程を 考慮した住民の避難行動特性 —平成30年7月豪雨の事例を通じて—

吉田 護¹・内山 亮太郎²・柿本 竜治³

¹正会員 長崎大学准教授 水産・環境科学総合研究科 (〒852-8521 長崎市文教町1-14)

E-mail:yoshida-m@nagasaki-u.ac.jp

²非会員 長崎大学 環境科学部 (〒852-8521 長崎市文教町1-14)

E-mail:bb40116020@ms.nagasaki-u.ac.jp

³正会員 熊本大学教授 先端科学研究部 (〒160-0004 東京都新宿区三矢六丁目13-5)

E-mail:kakimoto@kumamoto-u.ac.jp

本研究では、平成30年7月豪雨災害時の住民の避難行動特性を明らかにする。具体的には、アンケート調査を行い、気象庁による気象情報と自治体による避難情報の状況認識過程を考慮して避難意思形成や避難行動をモデル化、避難行動に影響を及ぼした要因の特定を図る。なお、情報の状況認識過程は、Ensleyの状況認識理論を応用し、1. 情報の取得、2. 意味の理解、3. 状態の予測、の三段階を想定した。分析結果として、各種情報の状況認識の成功者は全体の2割から4割ほどに過ぎなかったこと、避難勧告や避難指示（緊急）の状況認識の成功者ほど避難行動をとっているが、その他の情報にはそのような傾向は見られないこと、また、避難面倒さや自宅安全認知が大きい住民ほど、水平避難を行わず、垂直避難や避難しない傾向にあったことが明らかとなった。

Key Words : *evacuation, situation awareness, evacuation-promotion information, the heavy rain event of July 2018*

1. はじめに

豪雨災害時の避難行動に関する課題は兼ねてから指摘されてきた。自治体は避難勧告や避難指示の発令を通じて住民に避難を促してきたが、多くの豪雨災害でこれらの情報が住民の避難につながっていないことが指摘されている。一方で、近年では避難勧告や避難指示の発令遅れによる住民の避難遅れが指摘されている。こうした過去の教訓から行政は避難情報連絡網の整備や避難情報発令基準の見直し、避難情報の名称の変更などの対策を行ってきた。本研究の分析対象である平成30年7月豪雨時においては、過去の教訓を活かし、広域的な豪雨にも関わらず比較的早い段階で気象情報や避難情報が発表・発令されていた。しかし、平成30年7月豪雨の人的被害は263名にも上り、昭和57年の長崎大水害以降最大の被害となった。さらに人的被害（死者）が発生した53箇所のうち、発災時刻が特定できた全53箇所すべてで、土砂災害発生前に土砂災害警戒情報が発表されていたことや、

最も人的被害が大きかった岡山県真備市では洪水浸水想定区域と実際の浸水範囲がほぼ一致にもかかわらず55名が犠牲となったことを踏まえ、発表・発令された各気象情報や避難情報を住民が活かしかけていないということが浮き彫りとなった¹⁾。

このような背景から本研究では、住民が避難行動をとりうるまでの意思決定過程に焦点を置き、平成30年7月豪雨時の住民の避難行動特性をアンケート調査によって明らかにする。なお、平成30年7月豪雨とは、平成30年7月上旬（6月28日から7月8日）にかけて西日本を中心に発生し県境をまたいだ広域的な豪雨災害であり、それまでの豪雨災害とは異なり同時多発的に広い範囲で豪雨が発生したことが大きな特徴の一つと言える。さらに、いくつかの地域で記録的短時間大雨情報が更新され、また運用開始以来最多の1府10県で大雨特別警報が発表された。西日本を中心に広範囲的な被害があったが、特に人的被害と建物被害が大きかった広島、岡山、愛媛県の3県の住民を対象として分析を行う。具体的には、大雨警

報や土砂災害警戒情報といった気象情報の発表地域、避難勧告や避難指示（緊急）といった避難情報の発令対象地域に分析の対象を絞ることによって、住民が直面した状況の整合性を確保する。その上で、Endsleyの状況認識理論の枠組みに従い、住民の情報の取得率、意味の理解度、将来の状態の予測の推移過程をまとめると共に、状況認識やその他の認知的要因を説明変数、避難意思や実際の避難行動を目的変数とする(多項)ロジスティック回帰分析を通して明らかにする。住民の状況認識の理解を深化させることを通じて、より効率的な避難促進案を検討可能となる。

2. 本研究の基本的枠組み

(1) 平成30年7月豪雨の概要

平成30年7月豪雨は平成30年7月上旬（6月28日から7月8日）にかけて西日本を中心に北海道や中部地方を含む広い範囲で発生した豪雨である。6月28日以降北日本に停滞していた前線が7月4日に向け北海道付近に北上した後、7月5日には西日本まで南下し停滞した。また日本の南では6月29日に台風第7号が発生しており、東シナ海を北上し対馬海峡付近で進路を北東に変え7月4日15時に日本海で温帯低気圧に変わった。この前線と台風7号の影響により日本付近に温かく非常に湿った空気が供給され続けた結果、西日本を中心として全国的に広い範囲で記録的な大雨が発生し、6月28日から7月8日までの総降水量が四国地方で1,800ミリ、東海地方で1,200ミリ、九州地方で900ミリ、近畿地方で600ミリ、中国地方で500ミリを超えるなど7月の月降水量平均の2~4倍の大雨となり、多くの箇所ですれまでの24, 48, 72時間降水量の値が観測史上1位となった。また大雨特別警報の運用後最多の1府10県で大雨特別警報が発表された²⁾。

2019年4月1日現在、消防庁によると都道府県で263人の死亡が確認されている。死亡者の内訳のうち人的被害が多かったのは広島県（133人）・岡山県（73人）・愛媛県（32人）の三県で、岡山県の倉敷市では59人の死亡が確認されている。平成においては豪雨災害による死亡者が100人を越えたことはなく、過去にさかのぼると300人近くの死者・行方不明者を出した豪雨災害は1982年の長崎大水害（昭和57年7月豪雨）であり、長崎大水害以降最多の人的被害となった。住宅被害は全壊6,783棟（広島県1,155棟、岡山県4,830棟、愛媛県627棟）、半壊11,346棟（広島県3,616棟、岡山県3,368棟、愛媛県3,117棟）、一部損壊4,362棟（広島県2,152棟、岡山県1,108棟、愛媛県149棟）、床上浸水（広島県3,164棟、岡山県1,540

棟、愛媛県190棟）、床下浸水21,637棟（広島県5,835棟、岡山県5,480棟、愛媛県2,575棟）となっている（ただし台風12号の被害状況を含む³⁾。平成30年7月豪雨の特徴としては、西日本を中心に広域的かつ同時多発的に水害及び土砂災害が発生したこと、また避難行動を促す気象情報や避難情報が発表・発令されていたにもかかわらず多くの人的被害が発生したことが指導されている⁴⁾。

(2) 災害関連情報の概要

豪雨災害の発生時に気象庁と市町村により発表・発令される気象情報や避難情報は住民の避難行動のきっかけとなりうるものである。本研究では気象庁が発表する「大雨警報」「大雨特別警報」、「土砂災害警戒情報」、「記録的短時間大雨情報」、の4つの気象情報と各自治体が発令する「高齢者等避難開始・避難準備」、「避難勧告」、「避難指示（緊急）」の3つの避難情報について分析を行う。

気象情報は特定の物理的条件を満たした場合に発表されるものである。「大雨警報」は表面雨量指数及び土壌雨量指数による発表基準が二次細分基準別（原則は市町村、一分割別）に定められている。大雨警報（浸水害）と大雨警報（土砂災害）の2種類あり、おおむね二次細分区分に基づいてそれぞれ発表基準が規定されている。

「土砂災害警戒情報」は大雨警報（土砂災害）の発表を前提として、命に危険を及ぼす土砂災害がいつ起きてもおかしくない状況になったときに気象庁と都道府県が共同で発表する情報である⁵⁾。「大雨特別警報」においても大雨警報と同様に大雨特別警報（浸水害）と大雨特別警報（土砂災害）の2種類がある。大雨特別警報（浸水害）はすでに浸水の発生が想定される状況下で、数十年に一度の大雨となりさらに雨が降り続くと予想される場合に発表される。その発表基準としては浸水害または洪水の危険度分布で「極めて危険」が出現している、あるいは指定河川洪水予報の氾濫発生情報等が発表されているなどが規定されている。大雨特別警報（土砂災害）はすでに浸水の発生が想定される状況下で数十年に一度の大雨となりさらに雨が降り続くと予想される場合に発表される。その発表基準としては、大雨警報や土砂災害警戒情報の発表後も雨がさらに降り続き、土砂災害の危険度分布（土砂災害警戒判定メッシュ情報）で「極めて危険」が出現している状況のように規定されている⁶⁾。なお、大雨警報と大雨特別警報については、対象とするハザードによってその発表基準は異なるが、住民に災害の脅威が近づいていることを知らせる情報であることから、本研究では浸水害と土砂災害を区別することなく分析に用いる。「記録的短時間大雨情報」⁷⁾は数年に一度しか

発生しないような短時間の大雨を観測したときに発表される。基準としては都道府県予報区ごとに記録されている1時間雨量歴代1位又は2位の雨量を参考に更新される。記録的短時間大雨情報は一定の基準を満たす降雨量を観測した事実を示す情報であり、避難を促す警戒情報ではないが、住民に避難を促しうる情報の一つになりうると捉え、本研究では分析対象に含めている。

続いて、避難情報について、基礎自治体は住民の生命、財産などに被害の発生のおそれがある場合に住民に避難を呼びかける為に避難情報を発令する。避難情報の発令地域区分は、小学校区や大字、合併前の市町村や旧小学校区単位など市町村によって大きく異なる。また発令基準に関しても基準を明示、公開している市町村もあるが、その発令はあくまで市町村長の判断に委ねられている（災害対策基本法60条）。市町村長の判断に委ねられていることから避難情報の発令基準を満たしていても総合的な判断により発令されない場合や実際の発令までに時間差がある場合など発令に至る過程は自治体によって異なる。避難情報には「避難準備」、「避難勧告」、「避難指示（緊急）」があったが、2016年の台風第10号の被害を教訓とし、2017年1月に発表された「避難勧告等に関するガイドライン」では「避難準備」を「避難準備・高齢者等避難開始」、「避難指示」を「避難指示（緊急）」へと名称変更した⁸⁾。また、そのガイドラインでは、避難情報の発表の目安となる気象情報が示されている。

気象情報はハザードの脅威が住民に近づいていることを直接的に知らせる一次情報であるのに対して、気象情報を参考に発表される避難情報はその二次情報として位置付けられよう。一方で、気象情報は概ね市町村単位で発表されるのに対し、避難情報は市町村内の対象地域を絞って発令することが可能である。また、平成30年7月豪雨災害時の避難情報の発令については、「避難準備・高齢者等避難開始」が有効的に活用されなかったり、気象情報の活用方法が自治体によって大きく異なっていたことが指摘されている⁹⁾。本研究では、こうした気象情報や避難情報の特徴を前提として、これらの情報が住民の避難行動に及ぼした影響について分析する

(3) 状況認識理論に基づく避難行動分析の枠組み

豪雨災害は退避行動が求められる地震と異なり、段階的に災害の脅威が高まっていく災害であり、さらに気象情報や避難情報により比較的早期の避難行動が可能である。しかし今回の平成30年7月豪雨の事例において、人的被害が発生した53か所のうち、全ての場所で土砂災害発生前に土砂災害警戒情報が発表されていたなど、気象

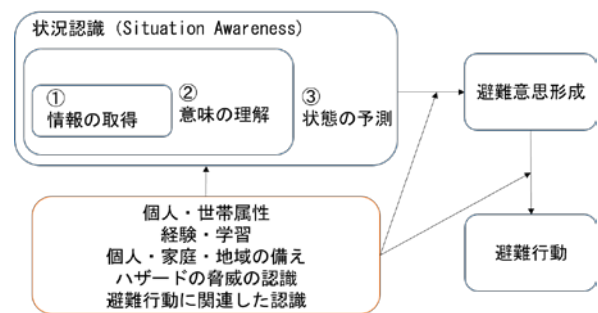


図 2-1 状況認識理論に基づく避難行動の分析枠組み

情報を十分活かしてきれていなかったことが報告されている。このように平成30年7月豪雨では過去の豪雨災害を教訓に比較的早い段階で情報が提供されていた状況にも関わらず多くの避難遅れの問題が発生し、多くの人的被害が発生した。本研究では住民が避難行動をとらなかった要因の一つとして「状況認識」の失敗に着目し、豪雨災害時における住民避難行動特性を明らかにする。

本研究では、Endsleyの状況認識理論¹⁰⁾の枠組みを応用して避難行動を捉える。状況認識理論では、状況認識を3つのレベルにわけている。レベル1は外界の要素の認識である。これはすなわち身の回りで発生している事柄を認識することを指す。レベル2は意味の理解である。これは知覚した事柄を理解しているかどうかを指す。レベル3は状態の予測である。これは外界の要素を認識、その意味を理解した上で、近い将来にどのような状況になるか、自分自身がどのような状態におかれるかを予測することを指す。パイロットの養成等でしばしば用いられる状況認識理論だが、本研究ではこの枠組みを避難行動に応用する。

図2-1に状況認識理論を応用した豪雨災害時の住民避難行動をとらえる枠組みを示す。状況認識については、気象情報と避難情報を対象として、レベル1を情報の取得と改め、レベル2を意味の理解、レベル3を状態の予測とした。情報を取得するだけでなく、その意味の理解や状態の予測についても踏まえている点は、既往研究に見られない本研究の特徴である。なお、本来のレベル1の外界の認知について、豪雨災害の脅威が近づいていることの認知は、気象情報や避難情報の取得に限らず、通常と異なる河川の目視や雨音の知覚、周辺地域住民からの呼びかけなど多様であるが、本稿では分析対象に含めていない。この点は今後の課題であることは先に申し添えておきたい。

その上で、避難行動の意思決定に影響を及ぼす要因については、家族構成や被災経験、信頼など多様な要因が指摘されている。避難行動モデルの作成にあたっては、既往研究を参考にしながら、様々な要因を考慮してその

意思決定モデルの構築を行う。具体的には、避難行動を、自宅の2階等、高所への避難行動である垂直避難と、指定避難所等への自宅外の安全な場所への避難行動である水平避難に分類して、避難行動の意思決定モデルの構築を行う。元来、豪雨災害は局所的だが、平成30年7月豪雨のように広域的に住民がハザードの脅威にさらされた事例は多くない。適切なモデルの構築を通じて、より普遍的な避難行動に関する知見と、それに基づく政策的知見を得ることが可能となる。

3. 公的機関による災害関連情報の状況認識

(1) アンケート調査の実施概要

平成30年7月豪雨時の状況認識及び避難行動を分析するにあたってアンケート調査を実施した。アンケート調査の概要を表3-1に示す。アンケート調査は、郵送調査とインターネット調査で行った。表3-2、3-3に郵送調査、インターネット調査の回答者の性別割合、年齢区分を示す。郵送、インターネット調査共に男性の回答割合が高い。また、郵送調査では比較的に高齢層の回答者数が多くなっている。本研究では、この郵送調査とインターネット調査のデータを合わせて分析を行う。さらに、集合住宅の3階以上にお住まいの方は除いて分析を行った。郵送調査、インターネット調査どちらにもサンプルのバイアスがあるが、広域的な自然災害に対して、調査対象とする母集団をどのように定義し、どのような社会調査法を用いるべきかについては大きな研究課題である点は申し添えておきたい。

(2) 災害関連情報の状況認識の実態

災害関連情報として、気象庁が発表する大雨警報、大雨特別警報、土砂災害警戒情報、記録的短時間大雨情報の4つの気象情報と、自治体が発令する避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告、避難指示（緊急）の3つの避難情報を対象とする。

a) 状況認識レベル1: 情報の取得

図3-1は各気象情報と避難情報の情報の取得割合を示したものである。この図から各気象情報の取得率は大雨警報と大雨特別警報で約6割程度であったが、記録的短時間大雨情報では4割を切り、土砂災害警戒情報では3割程度であったことが明らかとなった。また、各避難情報の取得率について、避難勧告では4割程度、避難準備・高齢者等避難開始では3割程度、避難指示（緊急）では2

表3-1 アンケート調査の概要

調査方法	郵送調査 インターネット調査
調査対象者	広島県、岡山県、愛媛県内の大雨特別警報発表または避難勧告発令された市町村の住民
有効回答数	郵送調査：2743件回収／10,000世帯配布 インターネット調査：3600件
調査項目	個人属性（性別、年齢）、世帯属性（住宅構造、同居家族など）、事前の備え（ハザードマップの確認など）、災害関連情報の状況認識、避難行動（避難の有無、避難先など）避難行動に関する認知（自宅安全認知、避難面倒さ認知など）

表3-2 回答者の性別割合

性別	郵送調査	インターネット調査	合計	割合(%)
男性	2,261	2,015	4,276	67.4
女性	459	1,585	2,044	32.2
無回答	23	0	23	0.7
合計	2,743	3,600	6,343	100.0

表3-3 回答者の年齢区分

年齢区分(歳)	郵送調査	インターネット調査	合計	割合(%)
-29	6	343	349	5.5
30-39	26	656	682	10.8
40-49	103	989	1,092	17.2
50-59	257	855	1,112	17.5
60-69	809	568	1,377	21.7
70-79	976	189	1,165	18.4
80-	574	0	544	8.6
無回答	22	0	22	0.3
合計	2,743	3600	6343	100

割弱であることが分かった。情報取得は、状況認識過程の根幹だが、総じてその割合は高くない。多様な情報、多層的な情報取得環境の必要性を指摘したい。

b) 状況認識レベル2: 情報の意味の理解

図3-2に各情報取得者（LV1成功者）のそれぞれの意味の理解度の分布を表す。なお、意味の理解度については、それぞれの情報の意味を気象庁のホームページに記載の情報を確認してもらい、「1. 詳しく知っていた」「2. 少しだけ知っていた」「3. どちらともいえない」「4. あまり知らなかった」「5. 全く知らなかった」の5段階で回答を得た。大雨警報取得者は8割を超える住民が、「1. 詳しく知っていた」、「2. 少しだけ知っていた」と回答しており、その理解度が非常に高かったことが分かる。また、他の気象情報や避難情報についても同様の結果である。以下、「1. 詳しく知っていた」、「2. 少しだけ知っていた」を選択した住民をレベル2の成功者とみなす。結果として、レベル2における状況認識の失敗はさほど高くはなかったが、レベル1に成功した住

民のうち1~2割程度がレベル2である意味の理解に失敗していることがわかる。

c) 状態の予測

図3-3は、各情報のレベル1とレベル2の成功者を対象として、レベル3の回答分布を示したものである。なお、レベル3については、「情報を聞いたときに自身の身に災害が差し迫っていると思ったか」に対して「1. とても思った」、「2. 少し思った」、「3. どちらともいえない」、「4. あまり思わなかった」、「5. 全く思わなかった」の5段階で回答を得た。気象情報については、大雨警報より大雨特別警報のほうが、避難準備・高齢者等避難開始より避難勧告、避難勧告より避難指示（緊急）のほうが自身の身に災害が迫っているという認識につながっていることが分かる。ただし、その認識をもった住民の割合は決して高くなかった。「1. とても思った」、「2. 少し思った」の回答者をレベル3の成功者とみなす。結果として、気象情報、避難情報ともにその成功者は、大雨警報は5割に満たず、避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告、土砂災害警戒情報、大雨特別警報、記録的短時間大雨情報、避難指示（緊急）の順で高くなるが、避難指示（緊急）であっても7割に満たないことが分かった。避難情報は市町村全域に発令される地域を限定して発令されることがあり、こうした発令対象地域の特徴もこうした結果に影響を及ぼしていると考えられる。

(3) 災害関連情報の状況認識の改善に向けた示唆

最後に、各情報の対象地域における災害関連情報の状況認識のレベル毎の成功割合を示したものを図3-4に示す。レベル1の失敗、すなわち、そもそも気象情報や避難情報を取得していなかったことが状況認識の失敗に大きく寄与していることが分かる。また、たとえレベル1に成功しても、レベル2、レベル3という過程を経て、各情報において状況認識の成功者が半減することが分かる。今回明示的に示していないが、気象情報や避難情報が発表、発令されていない地域でその情報を取得したとする回答者は少なくない。また、災害の危険性を知らせる気象情報は、上記以外にも洪水注意報・警報、指定河川洪水予報、土砂災害警戒メッシュ情報などもある。テレビや携帯電話を通じて、多様な情報が一斉に届いたと考えるが、どのような情報が豪雨時に発表、発令されるかを事前に把握していなければ、その情報を取得したという認識は得られないだろう。また、アンケートの自由記述欄では、携帯電話やテレビを通して気象情報や避難情報が何度も繰り返し伝えられたことにより、どの情報が自身にかかわりのある情報なのかを判別できていなかった、との指摘があった。テレビやラジオでは自身の居住地域

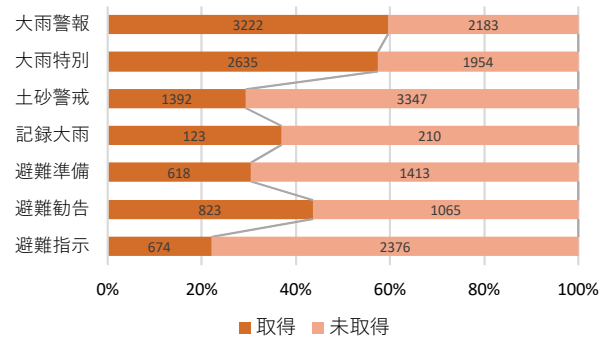


図 3-1 状況認識レベル 1 (情報の取得)

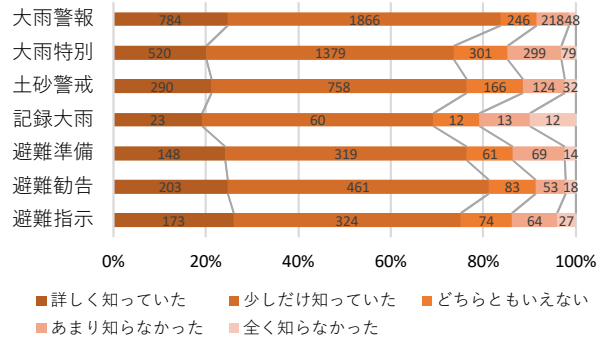


図 3-2 レベル 1 成功者の状況認識レベル 2 (意味の理解)

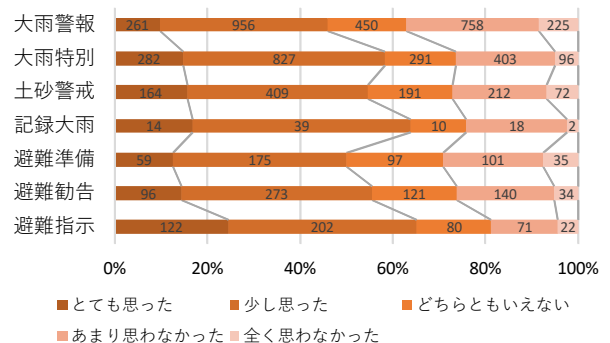


図 3-3 レベル 1,2 成功者の状況認識レベル 3 (状態の予測)

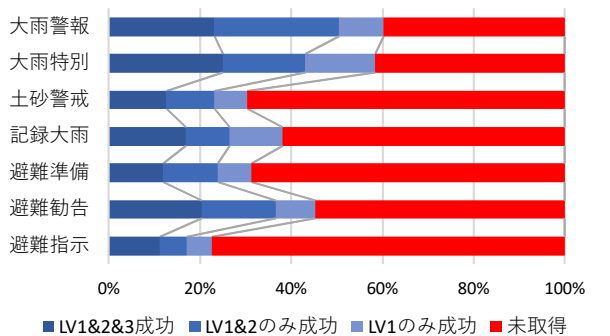


図 3-4 災害関連情報の状況認識

以外の情報も報道されるし、携帯には設定していなければ周辺地域の情報もプッシュ情報として届いてしまう。状況認識過程の改善させる災害関連情報の錯綜の解消と個人化（パーソナライゼーション） 方略が必要である。

4. 状況認識と住民の避難行動

(1) 住民の状況認識と避難意思

図4-1に各情報取得者の避難意思の回答分布を示す。なお、避難意思については「情報を聞いたとき、避難行動をとろうと思いましたが」という質問に対して、「1. とても思った」、「2. 少し思った」、「3. どちらともいえない」、「4. あまり思わなかった」、「5. 全く思わなかった」の5段階で回答を得た。気象情報と避難情報の中では、避難指示（緊急）を取得した住民ほど避難意思を示していることが分かる。ただし、避難指示（緊急）であっても、「1. とても思った」、「2. 少し思った」を回答した住民の割合は5割弱であり、大雨特別警報も含めて気象情報を取得してもさほど避難意思の形成につなげていないことが読み取れる。

続いて、図4-2に各情報の取得者（レベル1成功者）の状況認識の成功者（レベル1, 2, 3成功者）と失敗者（レベル1のみ成功）の避難意思を示す。全ての気象情報、避難情報において、状況認識成功者のほうが失敗者より避難意思を示している。これは、情報の取得だけでなく、その意味を理解し、自身にふりかかる脅威を想定できた住民ほど、避難意思を形成できていたことを示唆する。

以下、「1. とても思った」、「2. 少し思った」と回答した住民を避難意思有り、それ以外の選択肢を選択した住民を避難意思無し、として以下の分析に用いる。

(2) 住民の状況認識と避難行動

図4-3は回答者の避難行動の有無と、避難行動した回答者の避難先の分布を表したものである。本研究では、サンプルを、大雨警報が発表された地域の住民で、集合住宅3階以上の回答者を除いて対象を制限しているが、この制約下における避難行動を実施した割合は1割弱に過ぎなかった。また、避難先について、指定避難所に避難した住民は2割弱であり、自宅2階への垂直避難した割合は約5割であった。以下、避難行動については、自宅外への避難行動を水平避難、自宅2階への避難行動を垂直避難、避難行動をとらなかった行動を非避難として

続いて、図4-4に気象情報と避難情報のいずれかにおいて状況認識に成功した回答者といずれの情報においても状況認識を失敗した回答者の避難行動の違いを図示したものである。状況認識の成功者に限定すれば、垂直避難も含めて避難行動者は約2割にまで上昇する。状況認識が避難行動において重要な影響を果たすことは分かるが、状況認識の改善だけでは住民の避難行動を十分促すことはできないことを示唆する結果である。

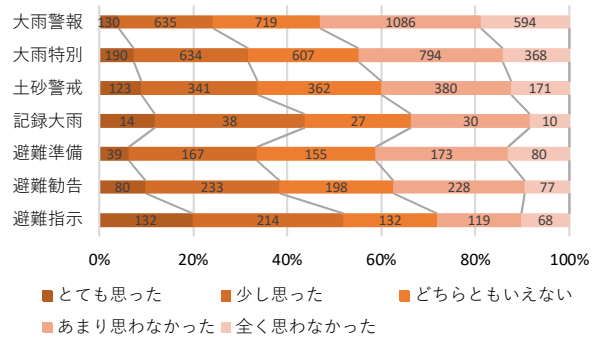


図 4-1 情報取得時の避難意思

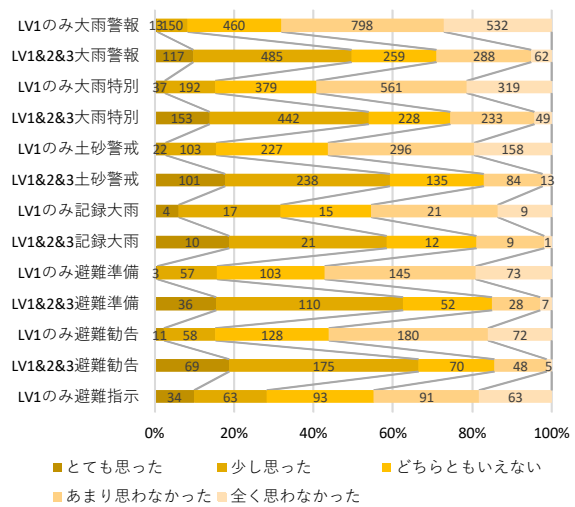


図 4-2 状況認識成功レベルによる避難意思の差異

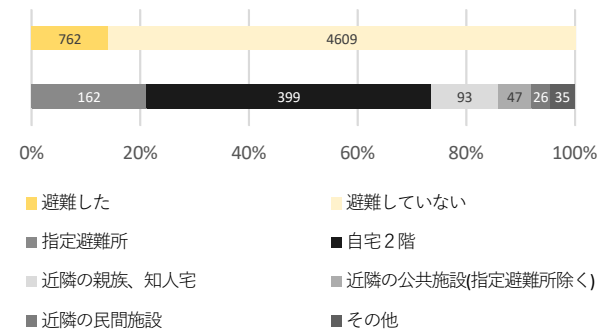


図 4-3 避難行動と避難先

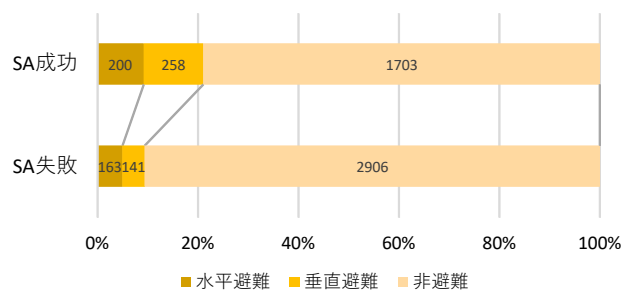


図 4-4 状況認識と避難行動

(3) 避難意思と避難行動

最後に図4-5では、各情報取得時に避難意思を示した回答者の避難行動割合を示す。この図から明らかだが、避難意思を形成したとしても実際の避難行動に結びついていないことが分かる。特に、大雨警報や大雨特別警報、土砂災害警戒情報の取得時に避難意思をもっていたとしても、垂直避難も含めて避難行動をとった割合は3割に満たない。避難指示を取得時に避難意思をもっていた住民であっても避難行動をとった住民は約4割である。このように、避難意思と実際の避難行動には大きな乖離があることが分かった。



図 4-5 避難意思と避難行動の乖離

5. 豪雨状況下の住民の避難行動モデル

(1) 災害関連情報の状況認識過程を考慮した避難意思形成モデル

表5-1に各気象情報取得時の避難意思を目的変数、性別、年齢（男性ダミー）、同居人数（本人含む）、自宅内避難困難者ダミー、持ち家ダミー、2階以上戸建てダミー、床上浸水経験ダミー、床下浸水経験ダミー、各情報の状況認識成功ダミー、自宅安全性認知、移動時の危険性認知、避難面倒さ認知、避難所生活困難性認知を説明変数としたロジスティック回帰分析のパラメータの推定結果を示す。性別や同居人数については有意とならなかったが、年齢については全ての気象情報において正で有意である。すなわち、年齢が高いほど、気象情報に対して避難意思を示す傾向がある。自宅内に避難困難者がいる場合、土砂災害警戒情報を除けば、有意な結果は得られていない。また、持ち家であること、自宅が2階以上の戸建て住宅であることも有意でなかった。一方で、床上浸水を経験した住民は、避難意思を持った傾向がある。状況認識の成功の有無は、どの情報取得時の避難意思決定においても重要な説明変数であることが分かる。最後に、自宅を安全だと考え、避難行動を面倒に思っている住民ほど避難意思を示さなかったが、避難所への移動時の危険性を認識している人ほど避難意思を示したことが分かる。本分析からその思考過程の因果関係を明らかにすることは出来ないが、避難しようと思っはじめて避難所に移動することの危険性を認識していったことが推察される。避難所生活の困難性については、大雨警報を除いて有意な結果は得られなかった。

続いて、表5-2に各避難情報取得時の避難意思を目的変数とし、説明変数を同一としたロジスティック回帰モデルのパラメータの推定結果を示す。状況認識の成功は

表5-1 気象情報の避難意思の形成に関するロジスティック回帰分析結果

説明変数	大雨警報	大雨特別	土砂警戒	記録大雨
切片	-1.735**	-0.814**	-1.138**	-1.605
性別（男性D）	-0.084	-0.031	0.004	-0.285
年齢	0.139**	0.074**	0.069**	0.235*
同居人数	0.031	0.043	0.030	0.144
避難困難者D	0.154	0.152	0.210*	-0.067
持ち家D	-0.176	-0.066	0.134	0.323
自宅2階D	0.118	0.060	-0.048	-0.438
床下浸水経験D	0.400	0.499*	0.250	-0.449
床上浸水経験D	0.448**	0.422**	0.413**	-0.223
状況認識成功D	1.754**	1.420**	1.380**	1.045**
自宅安全認知	-0.180**	-0.243**	-0.258**	-0.132
移動危険認知	0.164**	0.130**	0.201**	0.233
避難面倒認知	-0.091*	-0.181**	-0.187**	-0.521**
避難生活困難	-0.119**	-0.017	0.061	0.168
N	5405	4589	4739	333
McFaden R ²	0.185	0.158	0.136	0.175

**：有意水準1%，*：有意水準5%

表5-2 避難情報の避難意思形成に関するロジスティック回帰分析結果

説明変数	避難準備	避難勧告	避難指示
切片	-1.340**	-0.588	-0.356
性別（男性D）	-0.121	-0.355**	-0.075
年齢	0.227**	0.139**	-0.005
同居人数	0.055	0.091	0.067*
避難困難者D	0.202	0.105	0.077
持ち家D	-0.069	-0.094	-0.060
自宅2階D	-0.243	-0.441**	0.024
床下浸水経験D	0.761*	0.549	0.243
床上浸水経験D	0.471*	0.290	0.476**
状況認識成功D	1.676**	1.586**	1.554**
自宅安全認知	-0.260**	-0.205**	-0.249**
移動危険認知	0.131*	0.100*	0.151**
避難面倒認知	-0.266**	-0.256**	-0.194**
避難生活困難	0.063	0.123*	0.203**
N	2031	1888	3050
McFaden R ²	0.170	0.172	0.126

**：有意水準1%，*：有意水準5%

表5-3 避難行動の多項ロジスティック回帰分析結果

説明変数	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4		モデル5		モデル6	
	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平
切片	-4.697**	0.104	-4.668**	0.102	-4.572**	0.150	-4.704**	0.121	-4.515**	0.154	-4.558**	0.1618
性別 (男性D)	-0.044	0.071	-0.082	0.034	-0.077	0.040	-0.076	0.032	-	-	-	-
年齢	-0.091*	-0.006	-0.070	0.010	-0.090*	0.001	-0.075	0.008	-0.073	0.009	-0.077*	0.007
同居人数	-0.060	0.000	-0.050	0.008	-0.049	0.009	-0.050	0.009	-	-	-	-
避難困難者D	0.412**	0.223	0.410**	0.242	0.362**	0.211	0.415**	0.240	0.401**	0.237	0.406**	0.236
持ち家D	0.613**	0.099	0.613**	0.142	0.619**	0.138	0.615**	0.146	0.578*	0.142	0.577*	0.145
自宅2階D	1.635**	-0.414**	1.662**	-0.453**	1.662**	-0.452**	1.671**	-0.460**	1.613**	-0.433**	1.630**	-0.437**
床下浸水経験D	0.873**	0.920**	0.905**	0.959**	0.918**	0.970**	0.888**	0.963**	0.888**	0.959**	0.872**	0.963**
床上浸水経験D	0.314	0.582**	0.365	0.644**	0.361	0.641**	0.366	0.638**	0.361	0.644**	0.361	0.637**
自宅安全認知	-0.351**	-0.629**	-0.355**	-0.623**	-0.350**	-0.621**	-0.353**	-0.619**	-0.366**	-0.626**	-0.364**	-0.622**
移動危険認知	0.536**	-0.054	0.522**	-0.073	0.520**	-0.077	0.526**	-0.076	0.555**	-0.0716	0.556**	-0.076
避難面倒認知	-0.207**	-0.195**	-0.204**	-0.194**	-0.208**	-0.195**	-0.199**	-0.196**	-0.185**	-0.180**	-0.181**	-0.183**
避難生活困難認知	0.076	0.017	0.091	0.022	0.092	0.023	0.088	0.017	-	-	-	-
SA災害情報D	0.818**	0.508**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA大雨警報D	-	-	0.095	-0.200	0.090	-0.202	0.102	-0.206	-	-	-	-
SA大雨特別D	-	-	0.245	0.026	0.234	0.018	0.242	0.026	0.317*	0.008	0.312*	0.006
SA土砂警報D	-	-	0.202	0.165	0.226	0.179	0.192	0.159	-	-	-	-
SA記録大雨D	-	-	0.654	-0.898	0.653	-0.899	0.661	-0.939	-	-	-	-
SA避難準備D	-	-	0.438*	0.347	-0.854	-0.472	0.730**	0.622	0.457*	0.348	0.786**	0.617
SA避難勧告D	-	-	0.379*	0.928**	0.375*	0.930**	0.433	0.993**	0.480**	0.915**	0.565*	0.972**
SA避難指示D	-	-	0.654**	0.834**	0.692**	0.851**	0.941**	0.857**	0.638**	0.841**	0.940**	0.871**
SA準備×年齢	-	-	-	-	0.205	0.124	-	-	-	-	-	-
SA準備×避難困難者D	-	-	-	-	0.384	0.368	-	-	-	-	-	-
SA準備×勧告	-	-	-	-	-	-	-0.185	-0.526	-	-	-0.319	-0.499
SA準備×指示	-	-	-	-	-	-	-1.929**	-0.269	-	-	-1.972**	-0.331
SA勧告×指示	-	-	-	-	-	-	-0.555	0.096	-	-	-0.618	0.078
SA準備×勧告×指示	-	-	-	-	-	-	2.094	-0.394	-	-	2.210*	-0.315
N	4690		4690		4690		4690		4690		4690	
McFaden R ²	0.122		0.130		0.131		0.132		0.127		0.130	

**：有意水準1%，*：有意水準5%

全ての避難情報においても重要な説明変数である。他の変数についても気象情報と類似の傾向を示したが、避難所生活での困難性認知について、その困難性認知が高い住民ほど、避難勧告と避難指示（緊急）取得時の避難意思が高くなった。これも先と同様に、いざ避難行動をしようとした住民の避難先での生活の困難性の認知が高まっていたものと推察される。

(2) 災害関連情報の状況認識過程を考慮した避難行動モデル

表5-3に水平避難、垂直避難、非避難を目的変数、性別、年齢（男性ダミー）、同居人数（本人含む）、自宅内避難困難者ダミー、持ち家ダミー、2階以上戸建てダミー、床下浸水経験ダミー、床上浸水経験ダミー、自宅安全性認知、移動時の危険性認知、避難面倒さ認知、避難所生活困難性認知、各情報の状況認識成功ダミーを説明変数とした多項ロジスティック回帰分析のパラメータ

の推定結果を示す。なお、モデル1は、4つの気象情報と3つの気象情報の少なくとも一つでも状況認識に成功した場合に1、全ての情報で状況認識に失敗した場合に0のダミー変数を用いたモデルである。モデル2は気象情報、避難情報それぞれに対して状況認識に成功した場合に1、失敗した場合に0のダミー変数を用いたモデルである。モデル3は、避難準備・高齢者等避難開始の目的を鑑み、避難準備・高齢者等避難開始の状況認識の成功の有無と年齢、自宅内の避難困難者の有無に関する交差項を加えたモデルである。モデル4は、モデル2を前提として避難情報間の交差項を加えたモデルである。モデル5はモデル2を前提として、有意でなかった説明変数を除いたモデル、モデル6はモデル4を前提として意でなかった説明変数を除いたモデルである。推定結果は全て非避難を基準としてパラメータを推定したものである。

分析結果として、性別や同居人数については一切有意な結果は得られなかったが、幾つかのモデルにおいて高年齢ほど垂直避難をしがちであったことが示された。ま

た、同居人の中で避難困難者がいる場合や持ち家の場合、2階建て以上の戸建て住宅の場合も垂直避難をする傾向であった。2階建て以上の戸建て住宅の場合は水平避難を取らない傾向にあることも分かった。すなわち、2階建て以上の戸建て住宅の住民は、自宅内に留まる傾向にあったことが分かる。被災経験について、床下浸水を経験した住民は、水平または垂直避難を取る傾向にあったが、床上浸水を経験したことがある住民は、水平避難を行う傾向があった。避難行動にかかわる認知については、自宅を安全と認識している住民ほど避難行動をとらず、特に水平避難は行わなかった。また、移動時の危険性を認識している住民ほど垂直避難を行い、避難行動を面倒だと認識している住民は水平、垂直避難どちらも行わない傾向があった。これらは直感と整合的な結果である。

続いて、状況認識について、状況認識が水平避難、垂直避難どちらにも有効な変数であったことがわかるが、気象情報と避難情報の状況認識ではその影響が大きく異なっていたことが分かる。具体的には、大雨特別警報を除いて、気象情報は避難行動と関係があるとはいえない。また、大雨特別警報であっても、垂直避難と関係がみられるに過ぎない。一方で、避難勧告、避難指示（緊急）ともに水平、垂直避難と強い関係が確認された。すなわち、避難勧告、避難指示（緊急）の状況認識の成功を促すと避難行動は促進できる可能性は高い。ただし、避難準備・高齢者等避難開始については期待されている効果は確認できなかった。はじめに、高齢者等避難開始の目的を検証するため、高齢者や避難困難者と避難準備・高齢者等避難開始の状況認識の成功の有無のダミー変数を加えたモデル3を構築した。結果として、避難準備・高齢者等避難開始の状況認識と住民の避難行動との関係は見られなかった。すなわち、高齢者や避難困難者のいる家庭にとって、避難準備・高齢者等避難開始が避難行動のきっかけとなっていたとはいえない。一方で避難準備・高齢者等避難開始がもつ避難準備の目的を検証するため、モデル4、6を構築した。結果として、後に発令された避難勧告や避難指示（緊急）の状況認識との関係が確認された。モデル6の推定結果に明示的に表れているが、避難情報の状況認識の成功は垂直避難を促す可能性がある。その上で、避難準備・高齢者等避難情報開始、避難勧告、避難指示（緊急）の順で状況認識に成功した住民は垂直避難を行う傾向にあったが、避難準備・高齢者等避難情報開始の後に避難指示（緊急）の順で状況認識に成功した住民は垂直避難を行わず傾向が確認された。すなわち、避難情報の切迫度が急速に変更された場合には、そもそも避難行動をとらないか、水平避難を行う傾向が確認された。結果として、避難準備・高齢者等避難情報開始の状況認識の成功が、避難準備を促し、避難勧

告や避難指示の発令時の避難行動につながったということとは言えない。既往研究⁹⁾でも指摘されているように、平成30年7月豪雨時において、後に避難勧告や避難指示（緊急）を発令している地域で避難準備・高齢者等避難開始が発令されていない、などの課題が指摘されているように、避難情報が想定通りに発令されていない地域もある。どのような地域で避難情報の切迫度が急激に変化したのか、またそれを踏まえて避難行動を検証する必要があるが、今後の課題としたい。

6. おわりに

本研究では平成30年7月豪雨時における住民の状況認識や避難行動特性をアンケート調査データに基づいて明らかにした。結果として、気象情報と避難情報の状況認識については、レベル1の情報の取得の段階で大半の住民が失敗していること、レベル2の意味の理解、レベル3の状態の予測を経ることで、レベル1の成功者も半減していたことが明らかとなった。また、避難行動特性について、避難意思の形成と避難行動には大きな乖離があること、状況認識の成功、特に避難情報の状況認識の成功は避難行動の促進に寄与しうることが示された。

なお、本研究では災害関連情報として、気象情報と避難情報のみを取り扱ったが、住民が災害の脅威が近づいていることを認識する情報はこれに限らない。また、本研究で構築した、避難意思形成モデルや避難行動モデルは、情報取得過程や状況認識過程が十分考慮できていない。時間的推移を考慮することにより、より効果的に住民の状況認識を改善し、避難行動を促すための知見を得ることが可能になると考えるが、今後の課題としたい。を追って発表・発令されるわけではなく、気象状況の変化によっては避難準備・高齢者等避難開始が発令されなくても避難勧告が発令されることがある。各情報を順番に取得した住民とそうでない住民の避難行動特性の違いについても触れていない。これらは分析上の今後の課題である。また、研究対象である豪雨災害は発生地域が広範囲に及んでいたため、広島県、岡山県、愛媛県の住民を分けずに分析を行った。しかし、避難情報は市町村ごとに発令基準が定められており、その発令も市町村毎に実施される。また地理的要因や過去の地域での被災経験など、避難行動に影響する要因は他にも考えられる。こうした地域の特徴や文脈を考慮することにより、より地域の実情に合った政策を展開することが可能となる。最後に、本研究では状況認識を気象情報と避難情報という行政が発表・発令する災害情報に基づいて分析を行ったが、実際は気象情報と避難情報だけでなく、目視によ

る豪雨の様子判断や地域や家族からの呼びかけ、消防や警察からの呼びかけなど状況の認識をする情報が多く存在する。気象情報や避難情報以外の情報取得もふまえて避難行動を促す対策を検討する必要がある。これらは今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 内閣府: 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 (報告)
http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/
(2020年1月27日アクセス可)
- 2) 気象庁: 平成30年7月豪雨について
https://www.jma.go.jp/jma/press/180709b/20180709_meisho.html
(2020年1月27日アクセス可)
- 3) 国土交通省: 平成30年7月豪雨及び台風第12号による被害状況及び消防機関等の対応状況 (第60報)
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/190820nanagatugou60h.pdf>
(2019年1月27日アクセス可)
- 4) 気象庁: 土砂災害警戒情報・大雨警報 (土砂災害)の危険度分布
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/doshakeikai.html>
(2020年3月8日アクセス可)
- 5) 気象庁: 特別警報とは (2020.3.8 受付)
- 6) 気象庁: 気象等の特別警報の指標 (発表条件)
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/tokubetsu-keiho/sanko/shihyou.pdf> (2019年1月27日アクセス可)
- 7) 気象庁: 記録的短時間大雨情報とは
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/kirokuame.html>
(2020年1月27日アクセス可)
- 8) 内閣府: 避難勧告等に関するガイドライン(1) (避難行動・情報伝達編), 平成29年1月,
http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h28_hinankankoku_guideline/pdf/hinankankokugaidorain_01.pdf (2020年3月8日アクセス可)
- 9) 吉田護, 神谷大介, 阿部真育: 平成30年7月豪雨災害時の公的機関による災害関連情報の発表・発令特性—岡山・広島・愛媛県を対象として—, 土木学会論文集B1 (水工学), 75(1), 350-361, 2019.
- 10) Endsley, M.R.: Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factors Journal*, 37(1), 32-64, 1995.

EVACUATION BEHAVIORS CONSIDERING A SITUATION AWARENESS PROCESS OF DISASTER-RELATED INFORMATION BY PUBLIC AUTHORITIES —A CASE STUDY OF THE HEAVY RAIN EVENT OF 2018 JULY—

Mamoru YOSHIDA, Ryotaro UCHIYAMA and Ryuji KAKIMOTO

This paper aims to clear characteristics of evacuation behaviors of residents during the heavy rain event of 2018 July in Japan. In details, the paper specifies factors to affect evacuation behaviors, considering a situation awareness process of disaster-related information by Meteorological Agency and municipalities. Using Situation Awareness Theory proposed by Endsley(1995), the situation awareness process is assumed to be three steps: 1. acquisition of information, 2. comprehension of meanings, 3. prediction of situations. As results, the ratios of successors of the situation awareness was at most 30 percentages with respective disaster-related information. In addition, it was revealed that successors of the situation awareness of evacuation advisory and evacuation order by municipalities were likely to evacuate, and their recognitions of home-safely and evacuation-troublesomeness were related to their failure of evacuation.