

災害時の避難行動に対する態度形成と避難実態に関する要因分析： 平成30年7月豪雨を対象として

梶谷 義雄¹・杉浦 聡志²・畑山 満則³・高木 朗義⁴

Effects of Evacuation Attitudes on Actual Evacuation Actions -A case of the 2018 Japan Floods

Yoshio KAJITANI¹, Satoshi SUGIURA²,
Michinori HATAYAMA³ and Akiyoshi TAKAGI⁴

Abstract

This research defines “evacuation attitudes” as people’s predetermined principles regarding whether they have a possibility of taking evacuation actions during a heavy rain or under evacuation advisory information issued from a local government. Evacuation attitudes can be thought as formed by peoples’ experiences such as vain evacuations in past disasters, and/or various restrictions such as having pets or mobility problems. Our analysis classified evacuation attitudes into three different types: a group to evacuate under evacuation advisory information, a group to evacuate by their own decision, and a group never to evacuate. Based on the analysis of 3000 households replying to our questionnaire surveys, it is demonstrated that nearly 50 indices, including flood/landslide risks and community activities, affect the evacuation attitudes and actual evacuation actions at the time of the 2018 Japan floods.

キーワード：平成30年7月豪雨，避難情報，避難態度，避難の空振り，避難者数予測モデル

Key words: 2018 Japan floods, evacuation advisory information, evacuation attitudes, vain evacuation, evacuation model

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、西日本各地において河

川の氾濫、堤防の決壊、内水氾濫が生じ、死者263名、行方不明者8名、負傷者484名の被害が発

¹ 香川大学
Kagawa University
² 北海道大学
Hokkaido University

³ 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
⁴ 岐阜大学
Gifu University

本報告に対する討議は2021年5月末日まで受け付ける。

生した¹⁾。発令のタイミングは地域によって様々であったが、この規模の災害が発生しうるとは、国や地方自治体からの切迫した避難情報の提供によって各地域の住民に周知された。このような避難情報に関連して、避難勧告または指示された住民に対する避難率の低さが議論されることがあるが、単純にこの数字をもって住民の防災リテラシーを問うことはできないものと考えられる。

基本的に、個人や世帯の避難に対する考え方や態度は、住居形態や知識、コミュニティとの関わりなど複数の要因によって形成されているものと考えられる。避難指示（緊急）等の避難情報に対する受け止め方はこの考え方や態度の形成に大きく影響を受ける可能性がある。情報提供の価値や避難手段の確保の効果を議論するためには、避難する意思のある人がどの程度存在し、意思決定に与える要因との因果関係がどのようになっているかを把握することが必要である。すなわち、避難のタイミングやそのよしあしだけではなく、避難する意思と避難に対してあらかじめ決められたルールを持っているかどうか、についてのメタレベルの分析が必要となる。一定程度必ず存在するような、逃げる意思がない人々や行政からの情報提供に頼らない方にはそれなりの理由があり、空振り避難や避難所経験の苦痛などの経験やその他の属性に大きく依存しているものと考えられる。

このような考え方は、既往研究においても「(安全)態度」^{2,3)}、「行動に対する態度」⁴⁾として、実際の避難行動を規定する要因となっている。一方、このような態度と実際の行動の関係を否定する研究も社会心理学分野において蓄積されている。例えば、小西井⁵⁾では、1960年代末から態度測定による個人の行動予測がほぼ不可能であることが認知されてきたこと、また、個人の行動が集団や社会環境に応じて変化し、安定的でないことが紹介されている。杉万⁶⁾においても、「かや(言語や社規範など個人や集団を取り巻く多種多様な物理的かつ/もしくは意味的集合)」の複雑で多層な構造が実際の行動を引きおこし、状況依存的に行動が変化しうることが主張されている。このような

立場にたてば、「態度」という一つの概念によって決められるような事前の意思決定と実際の避難の関係は対応しないケースもでてくる。本研究では、避難する意思の有無や行政からの情報への依存度を各個人の「避難態度」と定義し、避難態度の形成要因や実際の避難行動へ影響を及ぼす大きな要因の一つと考えるが、実際の避難行動は災害状況や本研究で捉えられない個人属性や取り巻く社会環境に依存している点についても留意する。

具体的な分析方法として、本研究では平成30年7月豪雨時の個人の避難や属性に関する調査結果を用い、避難態度を含めた階層型の構造を有する避難行動選択確率モデルを推計する。避難態度を、避難情報を活用する人(Type I)、避難情報に関わらず自身で避難行動を決める人(Type II)、どのような状況においても避難は行わない人(Type III)に分類し、各Typeを規定する要因とType別の避難の有無を決定する要因について統計的な検定に基づく特定作業を実施する。避難態度の分析とそれを用いた避難モデルの構築は、多種多様な要因が影響を及ぼす避難実態の集約的な記述や理解だけでなく、今後襲来する豪雨災害に対する避難者数の予測や公表される避難率に対する理解に繋がるものと考えられる。

2. 既往の調査研究と本調査の概要

2.1 平成30年7月豪雨に関する既往の調査

平成30年7月豪雨災害時における避難行動に関しては既に多くの機関が調査を実施している。兵庫県「災害時における住民避難行動に関する検討会」(第2回)⁸⁾は平成31年の年始時点における既往アンケート調査(5つの調査事例)のまとめとして、7月豪雨時に避難行動を取った人の割合は14.7~40.0%、うち水平避難(自宅以外の避難所等への避難)の割合が3.6~14.5%、垂直避難(自宅上階等への避難)の割合が7.6~35%としている。各調査の地域や諸条件は異なっており、水平避難に関しても、避難勧告・指示発令対象地域、特別警報発表地区等では3.6~6.6%、土砂災害警戒区域等の居住者は14.5%になるなど、地域や豪雨の状況によってばらつきがでる。岐阜県^{9,10)}に

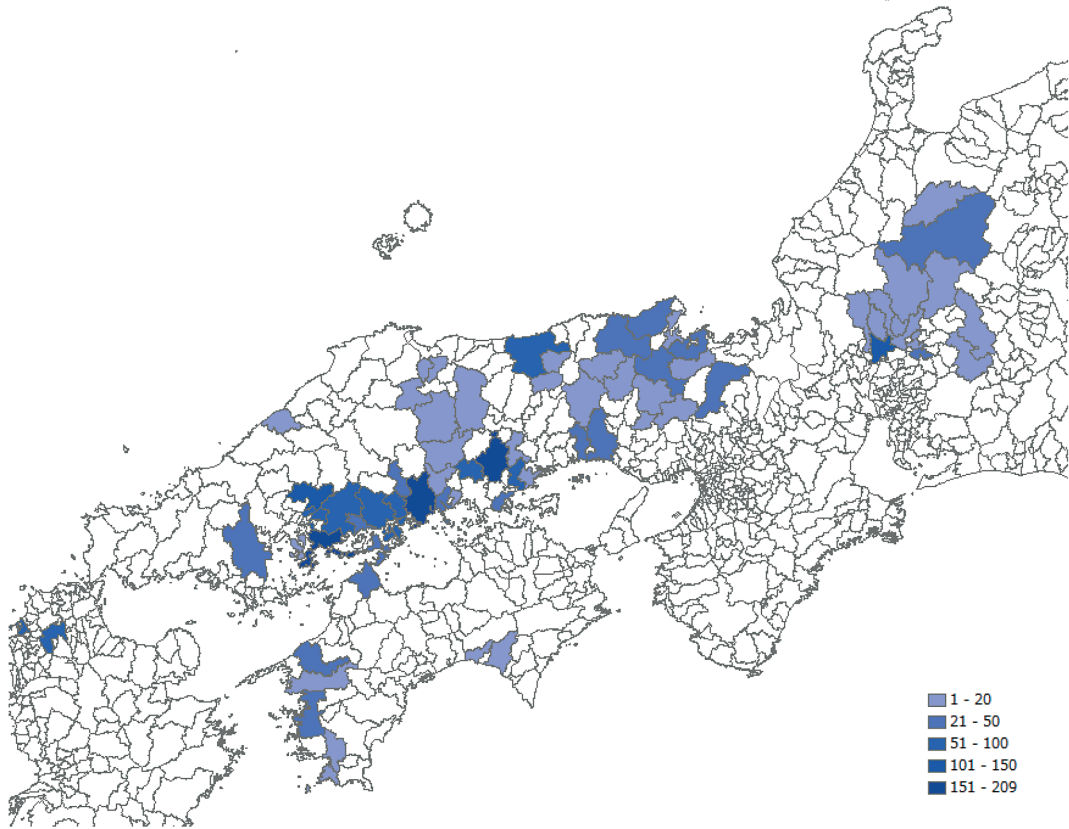


図1 調査対象地域と回答数

表1 調査対象者の分類と水平・垂直避難率※

分類	対象者数	水平避難率	垂直避難率	備考
事前調査への回答者	9240	5.3%	5.4%	避難準備・高齢者避難開始：2596人、避難勧告：3660人、避難指示(緊急)：2017人、発令無し：2066人、発令不明：1413人
スクリーニング後の本調査への回答者	3000	13.3%	11.4%	指定避難所・指定緊急避難所への避難は7.3%、(避難準備・高齢者避難開始：1068人、避難勧告：1911人、避難指示(緊急)：1108人、発令不明：94人)
上記のうち避難指示(緊急)を受けた回答者	1108	18.5%	15.0%	スクリーニング前の全サンプルの避難指示(緊急)を対象とした場合、水平避難率12.7%、垂直避難率12.2%

※各避難情報は重複を含めて回答していただいているため、各避難情報の和がサンプル数とは一致しない。

においても422597人を対象とした大規模な調査がなされており、県全体の水平避難率は2.26%とやや低くなる。しかし、「避難準備・高齢者等避難開始」レベルまでの(より危険度の低い)避難情報しか発令されていない180589人を含んでいるため、全体としての避難率が低くなっているものと考えら

れる。なお、牛山ら¹¹⁾によると、亡くなった方の12%が(水平)避難行動中の犠牲者となっており、これは1999年から2017年までの1011人の犠牲者に占める割合(8%)よりも若干多い数字となっている。その他、岡山県¹²⁾など、様々なフォローアップ調査が行われており、今後も避難率やその

要因についての整理が行われていくものと考えられる。

2.2 本調査の概要と特徴

本研究はネットモニターを対象としたアンケート調査データを用いる（調査時期：2019年1月）⁵。調査対象地域としては、災害救助法適用地域⁷である11府県67市39町4村のうち、モニターのいない地域を除く103市町村を対象にWeb調査票を配信した。最初に避難行動や被害状況に関する事前調査を実施し、9240件の回答を得た。このうち、何らかの避難行動を取った人（「指定避難所」、「指定緊急避難所」、「近所の家」、「高台」への避難や「垂直避難」を行った回答者）、避難勧告以上の避難情報を受けた人を優先的に選び、解答到着順に3000人を抽出した⁶。これにより、できる限りハザードの条件を揃え、避難した事例が不足することによる影響の低減を試みているが、サンプル抽出方法の影響については、後述するようにいくつか感度分析を行いながら考察を行う。

調査対象とした市区町村と回答者数を図1に示す。岡山、広島、愛媛県を中心として、高知、福岡、山口、鳥取、兵庫、京都、滋賀、岐阜県全ての対象とした県から回答を得ているが、市町村単位では4町村を除く99町村から回答があった。ただし、本研究では地域性の検討までは行わず、全体としての傾向を分析することを主眼としている。

表1は、事前調査、スクリーニング後の本調査の回答者、ならびに本調査において「避難指示（緊急）」を受けた回答者の分類別に回答者数、水平避難率、垂直避難率を記述したものである。スクリーニング前の事前調査への回答者の水平避難率は既往調査の範囲に入っているが、垂直避難率は

やや低くなっている。一方、3000件を抽出したスクリーニング後の水平避難率と垂直避難率ともに高くなるが、双方とも既往調査の範囲内となっている。参考として、後の感度分析に用いる避難指示（緊急）を受けた人のみを対象とした場合、水平避難率と垂直避難率の割合はさらに高くなり、何らかの避難行動をとった人が多く含まれていることが分かる。また、スクリーニング前の避難指示（緊急）を受けた全ての回答者を対象とすると、避難率は水平、垂直共に6%ほど下がり、本分析に用いたデータは、ランダムサンプルに比べて避難を実施した回答者の割合が多くなっていることが分かる。

図2は回答者の年齢層の分布を示している。40歳代をピークとして釣り鐘型の分布となっている。また、回答者の男性と女性の占める割合は、それぞれ52.7%と47.3%となる。

表2に本研究において調査した項目（変数群）と概要を記載する。大きく7つの項目に分類している。調査項目の数（変数の数）が多いため、ここでは概要のみを記載しており、より具体的な内容については、推計結果において統計学的に有意となった変数を中心に後ほど紹介する。設定した変数のうち、いくつかは既往研究を参考に設定した。基本的に、災害時の避難に関する既往研究は災害研究における代表的なテーマでもあり、数多くの論文が執筆されている。これら研究のレビューについては、高木ら¹⁰や田中ら¹³)においても行われているため、本論文では調査設計に大きな影響を及ぼした研究論文とその視点のみを簡単

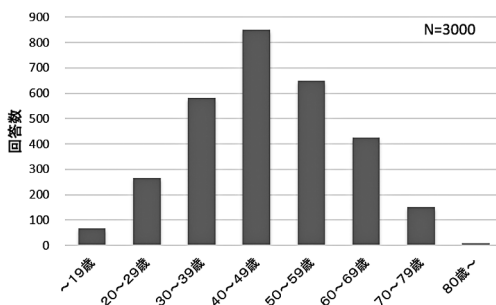


図2 回答者の年齢層の分布 (男性52.7%, 女性47.3%)

⁵ Web調査はCross Marketing社に委託を行った。対象者はネットを通じた情報取得に長けているため、避難情報を比較的容易に得た方が多いと想定される。ネット情報を使わない世帯や避難情報を受け取らなかった世帯を含めた分析は課題となる。

⁶ スクリーニング調査の総配布数については把握していない。地域別の回収目標数は利用可能モニターの上限数などを参考に設定した。本調査への回答タイミングにも影響を受けているが、優先的な抽出の結果、3000件のうち、2534件が避難勧告以上の避難情報を受け取っている。

表2 本研究で利用した変数群 (調査項目の概要)

分類	変数群の概要	補足説明	変数の数
世帯属性	年齢	年齢: 8区分 (1: ~19歳: 2: 20~29歳: 30~39歳: 40~49歳: 50~59歳: 60~69歳: 70~79歳: 80歳~)	1(序数)
	婚姻状況	未婚または既婚	1
	同居家族のタイプ	乳幼児, ペットの有無等	7
	住居 (自宅) のタイプ	1戸建て (平屋), 1戸建て (2階以上) 等	6
	自宅の立地場所の特徴	台地, 平野部, 傾斜地等	8
	河川からの距離	近いまたは遠い	1
	自宅の土地の高さ	堤防より低い, 高い等	4
避難・被害実態 / 経験	建物被害	半壊 (床上1.8 m 未満の床上浸水など)・全壊・大規模半壊, 一部損壊・床下浸水, 被害なし	3
	避難情報	居住エリアにおける避難指示 (緊急) 等の発令状況	4
	避難状況	避難の有無や避難場所 (水平避難の実施の有無)	7
	周囲からの声かけ	近隣の方の訪問による避難情報の取得 (西日本豪雨時)	1
	避難経験	西日本豪雨以前の避難経験	2
	避難所経験	避難所での生活経験	2
	過去の被害経験	避難をした災害等で生じた実際の被害	3
災害情報の理解・利用度	大雨特別警報	大雨特別警報に対する理解度	3
	洪水危険度分布図	洪水危険度分布図に対する理解度	5
	市町村からの避難情報	避難指示 (緊急) 等に対する理解度	3
	土砂・洪水ハザードマップ利用度		8
	土砂災害ハザードの指定状況	土砂災害警戒区域, 土砂災害特別警戒区域	4
家庭・コミュニティでの備え	災害に対する家庭での備え	飲料水・食料の備蓄, 避難場所, 経路の確認等	9
	防災訓練や防災講演会への参加状況	毎回参加, 時々参加等	4
	近所づきあいの状況	積極的, ほとんど付き合いがない等	6
	コミュニティの防災活動	地域単位での防災に関する取り決め等	4
防災に対する意識	水害や土砂災害に対する関心	西日本豪雨以前を対象	3
	土砂災害に対する自宅の危険度	被害を受けやすい等の認知状況	3
	風水害による被害の受けやすさ	(西日本豪雨以前) 1. ありえない, 2. 可能性は低い等 (序数)	1(序数)
	風水害による被害の受けやすさ	(西日本豪雨以降) 1. ありえない, 可能性は低い等	1(序数)
避難に対する考え	避難に必要な情報	避難所の混雑情報, 避難所の設備や飲食提供方法等	5
	避難態度	・ 避難情報, あるいは周辺住民・家族からの要請があれば避難を開始 ・ 周りからの通知は関係なく, 自身で危険と感じれば避難を開始 ・ どのような状況になっても自宅外へ避難しない	1
過去の避難状況と被害の関係	避難時の自宅等の被災状況 (生成した変数)	(西日本豪雨前) 1. 避難した際に自宅が被災 2. 避難した際に周辺地域で被害が発生 3. 避難した際に被害なし (空振り) 4. 避難しなかった際に自宅が被災 5. 避難しなかった際に周辺地域が被災	5

※変数の数の欄に (序数) と記載されているものは, 序数を変数の値として利用。

に説明する。

まず, 個人・世帯属性, 避難・被害実態, 災害情報の理解・利用度等は, 岐阜県で実施されたアンケートの項目⁹⁾を活用している。被説明変数となる避難の有無については, 水平避難を実施した

かどうかについてのダミー変数を利用する。設問上は避難場所等に応じて 7 パターンの選択肢 (重複可) を設定しているが, そのうち「指定避難所」, 「指定緊急避難所」, 「近所の家」, 「高台」への避難を「水平避難」とし, 「垂直避難」, 「避難しなかつ

た)、「避難できなかった」の3変数を「非避難」に分類した。なお、「避難情報」のほか、「立地条件」や「ハザードマップの指定状況」は回答者の認知状況に依存している。

また、家庭・コミュニティでの備え、防災に対する意識等の設問は、ソーシャルキャピタルの役割を議論の焦点にあてた柿本ら¹⁴⁾の研究を参考にしている。さらに、本研究でハザードマップの役割と同様に大きな焦点をあてている「避難の空振り」に関する問題は、奥村ら¹⁵⁾のオオカミ少年効果に関する議論を参考とした。避難の空振りの影響に関する視点は矢守¹⁶⁾にも記述があり、空振り避難をした住民が、「逃げなければ良かった」と後悔している際に、他の住民がその考えの危険性を論ずることで、西日本豪雨の際の避難に繋がったことが記載されている。人間の本质として、空振りによる経験は避難をためらう方向に寄与しがちであるが、コミュニティの力によって救われたことが端的に示されている。

設計上の一番の特徴は、避難態度に関する項目で、この内容は本研究独自のものである。この設問を基に、Type I: 避難情報、あるいは周辺住民・家族からの要請があれば避難を開始、Type II: 周りからの通知は関係なく、自身で危険と感じれば避難を開始、Type III: どのような状況になっても自宅外へ避難しない、の3つに分けその要因を探る。なお、Type IIIは、いわゆる正常化の偏見(自分だけは大丈夫と思いつまみとなる心理)を含んでいるが、同じではない。Type IIIは災害に対する諦念、覚悟、逃げたくても逃げられない個人の環境なども考慮した予めの意思決定も含まれると考える。その他、避難時の危険性などの設問なども設定しているが、片田ら¹⁷⁾で分析されているような時々刻々と変化する状況依存的分析については本研究では対象外としている。

3. 利用するモデル

本研究では、「避難態度」の分類が、避難情報への反応や実際の避難に大きく影響を及ぼすという階層的な構造を想定している。避難確率の推計モデルとしては、ロジットやプロビットモデルをは

じめとする離散選択モデルが利用されるケースが多いが(例えば、柿本・山田¹⁴⁾)、本研究における階層的な構造を想定した場合の避難確率モデルは以下で表される。

$$P^i(B) = P^i(B|A)q^i(A) \quad (1)$$

ここで、 $P^i(B)$: 個人*i*が代替案B(避難または非避難)を選択する確率、 $P^i(B|A)$: Aという避難態度に分類された個人*i*が代替案Bを選択する確率、 $q^i(A)$: 個人*i*が避難態度Aに分類される確率を表す。ここで、A = {I: 避難情報を頼りに避難の判断をするグループ, II: 避難情報に関わらず自身で避難を判断するグループ, III: 絶対に逃げないグループ}の3分類を想定している⁷⁾。また、 $P^i(B|A)$ と $q^i(A)$ の各確率モデルはそれぞれロジット型を本研究では用いる。すなわち、

$$P^i(B|A) = \frac{\exp(\beta_{B/A} x_{B/A}^{iT})}{\sum_{i=1}^{nB} \exp(\beta_{B/A} x_{B/A}^{iT})} \quad (2)$$

$$q^i(A) = \frac{\exp(\beta_A x_A^{iT})}{\sum_{i=1}^{nA} \exp(\beta_A x_A^{iT})} \quad (3)$$

となる。ここで、 $x_{B/A}^i$ 、 x_A^i は各モデルの説明変数ベクトル(サフィックス*T*は転置を表す)であり、指数関数の中においてパラメーターベクトル $\beta_{B/A}$ または β_A を掛け合わせた線形結合で表される。また、各モデルの選択肢の数に応じて $nA=3$ 、 $nB=2$ となる。なお、説明変数ベクトル $x_{B/A}^i$ 、 x_A^i には重複する変数も発生しうると仮定している。両方の確率項で有意となる変数は、避難に対して複雑に影響を及ぼしていると解釈される。

このようにサンプルをグループ分類して、各グループに異なるモデルを適用する問題は古くから用いられているが、特にグループ分類の観測値のないケースに利用されることが多い。こういったモデルは、潜在クラスモデル(Latent Class Model)として、発展してきている。一方、本研

⁷⁾ タイプI、IIは避難の意思があるグループ、タイプIIIは避難の意思がないグループとなる。タイプIIIで避難情報の活用する意思がないのは自明であり、タイプI、IIのような分類は行っていない。

究のようにキーとなるグループ分類を観測値として得ているケースでは、よりパラメーター推計が安定するという利点がある⁸。

推計については以下のように行う。基本的にタイプ分類と避難・非避難の情報を一つのセットとする。そのうえで、式(1)から得られる尤度関数の値を最も高くするパラメーター値を見つけ、その中でも統計的に有意な説明変数を残すアプローチをとる。 $\beta(=\beta_{B/A}, \beta_A)$ をパラメーターベクトルとした尤度関数 $L(\beta)$ は、

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n P^i(\hat{B}|\hat{A})q^i(\hat{A}) \tag{4}$$

$$= \prod_{i=1}^n P^i(\hat{B}|\hat{A}) \prod_{i=1}^n q^i(\hat{A})$$

と表される。ただし、 \hat{A} 、 \hat{B} は分類されたタイプならびに避難の有無に関する観測値である。すなわち、タイプ分類の確率モデルである $\prod_{i=1}^n q^i(\hat{A})$ とタイプ分類後の避難確率モデルである $\prod_{i=1}^n P^i(\hat{B}|\hat{A})$ をそれぞれ最大化することで、観測データへの適合を行うことになる。この式を見てもわかるように、個人は各タイプに完全に分類されるわけではなく、確率によってウェイトづけられながら個人が各タイプの要素を有することになる。

なお、Type III の中には避難したサンプルもわずかに含まれている。西日本豪雨時における避難の空振りの影響の可能性も存在するが、Type III に分類される個人がどのような理由で避難を行ったかを分析するために、他の分類と同様に避難確率モデルの推計を行う。

4. 分析結果

4.1 避難態度のタイプ分類に関する分析結果

回答者のタイプ分類確率モデルの推計を行った結果を表3に示す。有意水準10%までの変数は全て利用しており⁹、ハザードマップの認知状況、

風水害に対する西日本前後での意識の変化や避難の空振りの影響、など注目する変数については有意ではなかったものについても変数として利用している状態のモデルを掲載している。結果として、49変数による説明モデルとなっており、数変数程度の除去によるパラメーターの値の変化はそれほど大きくない。推計精度を把握するために、モデルの的中率(観測値との整合性)を表4に示している。回答者の観測値に基づく分類は、Type I: 54.4%、Type II: 33.8%、Type III: 11.7%の構成であるが、分類の的中率は61.3%となった。的中率が高くない要因としては、表明をしているものの、完全に3種類のタイプに分類されない可能性が考えられる。例えば、観測値全体の配分率を考えると、Type IIIはモデルではType III(119件)だけでなく、Type II(96件)にも多く分類される傾向にある。また、Type IIはType Iに分類されるケースが多くなっている。すなわち、Type IIIはType IIの要素を、Type IIはType IとIIIの折衷型のような属性を有する傾向が見て取れる。前節で定義したように、避難確率は、各タイプの分類確率×タイプ別の避難率と考えると、Type IIかType IIIの中間に位置するような個人が仮にType IIと表明していたとしても、Type IIIの要素の影響もあって、実際には避難確率が低くなるというようなことがあり得る。

表3の見方であるが、Type Iのパラメーター値がないのは、通常のランダム効用理論に基づく選択モデル同様に、Type Iへの影響を0に基準化した場合の効用差を示しているためである。例えば、定数項はType IIのみが負になっているが、これは他の変数の影響がない場合、Type IIは基本的に選択されにくいことを意味する。以下、パラメーターの符号から判断できる結果の概要を示す。

まず、個人(世帯)属性(1~12)に着目すると、基本的に年齢があがるほど、Type IIやType IIIの選択確率があがるため、自治体からの避難情報を頼りにするType Iの割合(選択確率)が少なくなる。住居タイプについては、マンションの3F以上に住んでいる人は、避難を絶対に行わないType IIIに属しやすくなっている。水害ハザー

⁸ このことは観測値がないと想定した場合との比較を行うことで容易に確かめられると考えられるが、本研究の範囲を超えるため取り扱わない。

⁹ 本研究では標準的な避難確率モデルが構築されていない現状において、避難行動の要因となりうる変数をできるだけ多く抽出する目的で、比較的大きな有意水準を用いている。

表3 避難に関するタイプ分類に影響を与える変数（有意水準10%まで）

番号	変数	Type II	P 値	Type III	P 値
1	定数項	-0.593	0.02		
2	年齢	0.140	0.00	0.182	0.00
3	1戸建て（2階以上）			-0.365	0.06
4	マンション・アパート（1階に居住）			-0.693	0.03
5	マンション・アパート（2階に居住）			-0.627	0.03
6	マンション・アパート（3階以上に居住）	0.382	0.01	0.431	0.09
7	自宅が平野部に立地	-0.361	0.00	-0.417	0.01
8	自宅が傾斜地の中腹に立地	-0.294	0.04		
9	自宅が堤防の後背地に立地			1.013	0.01
10	自宅が河川の付近に立地	-0.325	0.00		
11	自宅が堤防よりも低い位地に立地			-0.521	0.01
12	これまでの避難所生活の経験	-0.586	0.00	-1.231	0.00
13	土砂災害特別警戒区域に指定	-0.617	0.01	-0.631	0.12
14	大雨特別警報を理解（平成30年豪雨以前）	0.326	0.00		
15	洪水危険度分布図を理解（平成30年豪雨以前）	-0.072	0.46	-0.171	0.30
16	避難勧告等を理解（平成30年豪雨以前）			-0.305	0.08
17	「土砂災害に関するハザードマップ」を活用している	0.352	0.00		
18	「土砂災害に関するハザードマップ」を知っているだけ			-0.627	0.00
19	「土砂災害に関するハザードマップ」を見たことがない			-0.456	0.01
20	ハザードマップを自身は知らないが家族が把握			0.612	0.02
21	避難場所と経路の確認実施	-0.384	0.00	-0.546	0.01
22	近隣の指定避難所までの避難経路の確認			-0.653	0.08
23	家族と連絡方法の確認	-0.214	0.07	-0.422	0.08
24	非常用持出品の準備	0.183	0.10		
25	介護の必要な方の存在	-0.386	0.04		
26	防災訓練や防災講演会への参加経験なし			0.463	0.01
27	一斉清掃の参加や当番制の役割を行っている			-0.602	0.03
28	愚痴を言えるような友人が近所にいる			0.549	0.07
29	挨拶をする程度	0.451	0.00	0.449	0.09
30	ほとんど付き合いがない	0.458	0.00	1.166	0.00
31	地域で、高齢者・障害者などに関する取り決めがある			0.463	0.00
32	水害や土砂災害への関心（災害前）			0.590	0.00
33	将来、自然災害で被災することはあり得えない	-0.697	0.01		
34	自然災害に対して怖いと感じる			-1.070	0.00
35	避難指示・勧告は適切な地域に出されている	-0.376	0.00	-0.596	0.01
36	堤防や砂防ダム等によって自宅は守られている	0.610	0.06		
37	避難するかどうかは自分が判断するのではなく、行政が個別（各戸）に連絡すべきだと思う			-0.422	0.08
38	自宅が風水害で被害を受ける危険性	-0.109	0.09	-0.380	0.00
39	豪雨による被害を受ける可能性についての意識の変化	-0.036	0.64	-0.146	0.24
40	指定避難所を増加（希望）	-0.217	0.01		
41	個別受信機を増加（希望）	-0.423	0.00	-0.279	0.05
42	中小河川の危険マップを作成（希望）	-0.291	0.00	-0.556	0.00
43	中小河川水位計増加（希望）	0.499	0.00	0.352	0.02
44	避難時に自宅が被害を受けた経験（西日本豪雨前）	-0.650	0.04	-0.568	0.34
45	避難時に自宅を除く周辺地域が被害を受けた経験（西日本豪雨前）	-0.206	0.41	-2.771	0.01
46	避難時に自宅も周辺地域も被害を受けなかった経験（西日本豪雨前）	0.013	0.95	-0.119	0.75
47	在宅中に自宅に被害が発生した経験（西日本豪雨前）	-0.334	0.05	-0.226	0.39
48	在宅中に自宅を除く周辺地域に被害が発生した経験（西日本豪雨前）	-0.099	0.34	-0.351	0.07
49	避難時に自宅が被害を受けなかった経験（西日本豪雨前）	-0.636	0.14	0.791	0.34
	尤度比		0.152		

表4 推計値と観測値の比較

		推計された分類		
		I	II	III
観測結果	I	1350	248	36
	II	583	371	61
	III	136	96	119

ドが極めて低いケースであればこのような態度分類は自明であり、避難者数の推計に含める必要はないものと考えられる。自宅が「傾斜地の中腹」,「河川付近に立地」,「堤防よりも低い」,「土砂災害危険地域に指定されている」などのリスクを抱えている場合は、Type II あるいは III に属する確率が低くなっている。また、これまでの避難所生活の経験があれば、Type I に属する確率が高くなる。

次に避難関連情報やハザードマップの活用度(13~20)に着目すると、Type II と Type III の違いが大きくなる。Type II では2つの変数「大雨特別警報を理解」,「土砂災害に関するハザードマップ」を活用している」が有意になっており、自身で積極的にリスクを確認する傾向にある。一方、Type III では、一部符号の解釈が困難な点もあるが、避難勧告等の意味を理解していなかったり、「ハザードマップについて自身は知らないが家族は把握している」と考えていたりするような個人となっている。

災害に対する備えや地域コミュニティとの関係(21~31)については、Type II や Type III の回答者ともに、災害に対する準備度が低く、コミュニティ活動においても挨拶をする程度やほとんどつきあいがいない人となる。有意な変数の数やパラメーターの値より、Type III の方がこのような傾向が強いといえる。

防災に対する意識(32~39)についても、「自然災害に対して被災することはあり得ない」や「災害を怖いと感じる」ことはない人がそれぞれ Type II と Type III に分類されやすい。Type II と Type III では、「避難指示・勧告は適切な地域に出されている」と考えていない傾向にある。平成30年7月豪雨後も「自宅が被害を受けるとは考えていない」と考えている人が Type II や Type III に

分類されやすいが、豪雨前と後の変化をみると、今回の豪雨はタイプ分類に影響を与えていないようである。なお、「水害や土砂災害への関心(災害前)」のある方が Type III に分類されやすくなる傾向についての理由は不明である。

今後必要とされる防災対策については、Type II, Type III ともに避難情報の受信ではなく、中小河川の水位情報を必要としている点で一致している。行政からの避難情報に頼らず自身で行動するためのツールとして活用を希望していることが分かる。

最後に、避難の空振りの影響(44~49)について考察する。平成30年7月豪雨前に「避難時に自宅が被害を受けた経験」のある方は Type II への分類確率が小さくなり、「避難時に自宅を除く周辺地域が被害を受けた経験」のある方や「在宅中に自宅を除く周辺地域に被害が発生した経験」のある方は Type III への分類確率が小さくなるなど、避難時に発生する身近な被害が Type I への分類確率を高めている。一方、避難をしたにもかかわらずこのような被害が発生しなかった方が Type II や Type III に含まれやすくなるかという点、必ずしも有意な結果は得られていない。西日本豪雨の際に避難をして被害を受けなかった人についても今回の調査に限っては避難態度に影響を及ぼしていないといえる。

4.2 避難態度のタイプ分類別の(水平)避難率

以下では、避難態度のタイプ別に避難モデル(水平避難の選択確率)を推計した結果について分析を行う。避難に影響を及ぼす大きな要因として、浸水状況などの各世帯にどの程度の危機が迫っていたかどうかについて、全ての回答が得られていないため、分析には含めていない¹⁰。

各パラメーター値の推計結果を表5に、分析モデルの観測値への適合度を表す的中率を表6に示

¹⁰ この点については郵便番号データや河川からの距離等の地理情報に関する回答データを用いて、分析を追加していく必要がある。避難情報についても不明と回答している人が多く、補完推計が必要である。

表5 避難（水平避難のみ）に影響を与えた変数（有意水準10%まで）

番号	変数	Type I	Type II	Type III
1	定数項	-0.741	1.918	
2	年齢			-0.833
3	ペット（犬・猫）がいる			-2.602
4	1戸建て（平屋）	-0.942		
5	1戸建て（2階以上）	-0.769	-1.027	
6	マンション・アパート（3階以上に居住）	-1.255	-2.255	
7	一部損壊（土砂被害含む）	0.847	1.244	
8	半壊以上（土砂被害含む）	1.623	2.675	
9	停電発生地域	0.382	1.039	2.307
10	近隣の方の訪問による避難情報の取得	1.201		4.306
11	避難指示（緊急）	0.694		
12	平野部	0.394		
13	堤防の後背地	0.664		
14	河川の付近	0.557	0.668	
15	これまでの避難所生活の経験			
16	西日本豪雨災害以前に避難を行ったことはある	0.713	1.918	2.615
17	自宅が土石流の被害を受けたことがある		1.647	
18	自宅は無事だったが、周辺地域（生活圏）で強風による被害があったことがある		-2.033	
19	その他の被害を受けたことがある		1.740	
20	大雨特別警報を理解（平成30年豪雨以前）		-0.920	
21	「洪水に関するハザードマップ」で自宅付近や周辺地域の危険度の確認を行っている	-1.131		
22	「洪水に関するハザードマップ」を見たことはあるが、内容は把握していない	-1.191		
23	「洪水に関するハザードマップ」を見たことはない	-0.842	-0.700	
24	「土砂災害に関するハザードマップ」で自宅付近や周辺地域の危険度の確認を行っている	-0.825		
25	「土砂災害に関するハザードマップ」を見たことがあるが、内容は把握していない	-0.695		-
26	「土砂災害に関するハザードマップ」を見たことがない	-0.975	0.805	-2.882
27	ハザードマップについて自身は良くわからないが、家族が把握している。	-1.979	1.314	-2.557
28	土砂災害特別警戒区域に指定されている	0.484		
29	土砂災害警戒区域に指定されている		1.136	-2.526
30	飲料水・食料の備蓄			-4.851
31	家族への連絡方法の事前確認を実施している	1.201		4.115
32	一斉清掃の参加や当番制の役割を行っている		0.753	
33	高齢者・障害者や子育て支援に参加している	-0.891		
34	挨拶をする程度	-0.430		
35	ほとんど付き合いがない	-0.515		
36	自治会等の地域単位で防災に関する取り決めがある			-2.393
37	防災に関する取り決めのため、数回会合がある		0.973	
38	水害や土砂災害への関心がない（災害前）	0.435		
39	水害による被害の可能性はありえない（0%）			2.011
39	水害による被害の可能性はある程度ある（31~69%）		0.467	0.824
40	土砂災害ハザードマップを参考にしても、被害は受けやすいと思う	0.970		
41	土砂災害ハザードマップは確認していないが、被害を受ける可能性があると思う	0.521		
	尤度比	0.21	0.323	0.435

す。表6では推計した分類と観測された分類を比較しており、的中率は、Type I：85.1%、Type II：93.5%、Type III：96.6%となる。Type IIIにおいても平成30年7月豪雨時に避難は発生しており、必ずしも現段階の態度分類と整合的な行動が

将来においてなされるとは限らないものと考えられる。

各モデルの的中率は態度分類のモデルに比べて高くなっているが、避難者数の推計値は134名と実態である374名よりも大幅に少なくなっている。

表6 推計値と観測値の比較

Type I		推計された分類	
		非避難	避難
観測結果	非避難	1324	34
	避難	210	66

Type II		推計された分類	
		非避難	避難
観測結果	非避難	932	7
	避難	59	17

Type III		推計された分類	
		非避難	避難
観測結果	非避難	330	1
	避難	11	9

閾値（確率50%以上で避難する人を「避難」として推計）を用いた避難はあくまで目安であり、避難者数の推計には個人の避難確率をそのまま用いた期待値による評価の方が望ましい。各タイプの避難者数の期待値は、Type I：356.1名、Type II：102.1名、Type III：37.7名となり、的中率を用いるよりも実態に近い避難者数が得られる。ただし、やや過大推計の傾向があり、本研究で用いたロジットモデル（誤差項にガンベル分布を仮定）を別のモデルに置き換えるなどの検討の余地があるものと考えられる。

注目する変数としては、「避難指示（緊急）」の影響がまず挙げられる。Type IIやType IIIはこの種の避難情報に依存しない傾向の強い人であり、Type Iのみ有意に影響を及ぼしている点において、タイプ分類との整合性が保たれている。基本的に全タイプとも、建物被害や停電など実被害が発生している場合において避難が行われている傾向にある。一方、ハザードマップについて、Type Iではハザードマップを確認している場合ほど避難率が下がっている。基本的に非避難の割合が高く、ハザードマップから安全であることを確認している人も多いため、このような結果になったものと考えられる。一方、Type IIでは洪水ハザードマップを見たことのない人は避難率が下がり、土砂災害に関するハザードマップを見たことがない人の避難率が高くなるなど、解釈の難しい結果となった。Type IIIについては、「土砂ハザードマップを見たことがない」、「ハザードマップに

ついて自身はよく分からないが家族が把握している」といった回答者がハザードマップ自体を見る意思がない人において、避難率が下がる。逆にいえば、Type IIIにおいてもこのような選択肢に当てはまらない人に対して、ハザードマップを見るのが意味を持っていることになる。

コミュニティ活動については、Type Iにおいて「挨拶をする程度」などの地域と疎遠になりがちな場合は避難率が下がる一方、Type IIでは「一斉清掃の参加や当番制の役割を行っている」などの活動により積極的な人の避難率があがる結果となった。このあたりは、表と裏の関係にある変数のどちらかが採用されているだけであり、両モデルともコミュニティ活動に積極的な人の避難率の方が高い、という同じ結果を表している。一方、Type IIIは、参加している「自治会等の地域単位で防災に関する取り決めがある」場合ほど、避難確率が低くなるという結果となったが、どのような取り決めかなどについては設問しておらず、解釈は難しい。

土砂災害の認知に係る問題として、Type Iは被害を受ける可能性がある人が避難しやすいのに対して、Type IIは被害を実際に受けたことのある人のみが避難しやすくなっていることも特徴的である。Type IはType IIに比べてよりリスク回避的な傾向にあるものと考えられる。Type IIIは土砂災害警戒区域に指定されている地域において、避難しない傾向が極めて強く、被災の覚悟を含めた事前の意思決定がなされている可能性がある。

Type IIIにおいて、特に影響力の強い項目として、「近隣の方の訪問による避難情報の取得」や「家族への連絡方法の事前確認を実施している」ことが挙げられる。Type IIIは基本的には「絶対に避難しない」ことを態度として表明しているが、周囲の働きかけに応じて、避難が行われる可能性がある。平成30年7月豪雨後の調査であるため、避難の空振りの影響である可能性も否めないが、態度表明に関わらず周囲から避難を呼びかけることで、実際の避難に繋がる可能性がある。

その他、解釈の難しいパラメーターの値はいくつか存在する。例えば、Type Iにおいて一戸建（平

屋)が避難を行いにくくなっていることについては、理由が定かではない。前述のとおり、避難に大きな影響を及ぼす浸水状況のデータなどと併せてこの種の分析を進めていく必要があるものと考えられる。

最後に、推計された避難モデルのパラメーターの安定性について少し考察する。そのために、避難指示(緊急)を受けた人の回答(1108件)を取り出し、Type I(623件)について、避難モデル $P_i(B|A)$ の推計を別途行った。図3に表5にある全データを用いたケースとの比較結果を示す。変数の番号は表5と同じであるが、括弧をつけているものは、避難指示(緊急)のみを対象とした場合は有意とならなかった変数を示している。

図3において、避難指示(緊急)を受けた人を対象とした推計結果の全体的な傾向は、避難勧告を多く含むすべてのデータを用いたケースと同様であるため、同じパラメーターを用いたモデルで両避難情報下の避難確率の推計が行える可能性がある。しかし、変数の有意性に関しては、避難指示(緊急)の有無に関する変数11を除いた28変数中10変数が有意ではなくなった。

例えば、6の「マンション・アパートで3階以上に居住している方」でも避難指示(緊急)の

みを対象とすると、避難しない傾向が有意ではなくなっている。また、12, 13の立地条件に関する変数やハザードの認知状況である23~25, 28, 31の変数が有意ではなくなった。特に、土砂災害ハザードは、全データを用いた分析では5指標が有意であったが、避難指示(緊急)を受けた人において、土砂ハザードが影響するのは、26の「土砂災害に関するハザードを見たことがない」と41の「土砂災害ハザードマップを参考にしても、被害は受けやすいと思う」の二変数のみとなる。この二変数が土砂ハザードマップの認知状況を最も端的に表している指標(26が非避難、41が避難に影響)であり、他の指標は説明変数として有効ではない可能性がある。以上のようなサンプル分割による検討は、パラメーター値の安定性や避難に有用な変数を絞り込むうえで重要である。また、本調査結果は避難した回答者の抽出が多めに行われているため、ランダムサンプルとはなっていない点にも注意が必要である。本データの部分抽出などを含めて、より高度なデータマイニングを進めていくことが有用と考えられる。

5. まとめ

本研究では、避難する意思の有無や行政からの

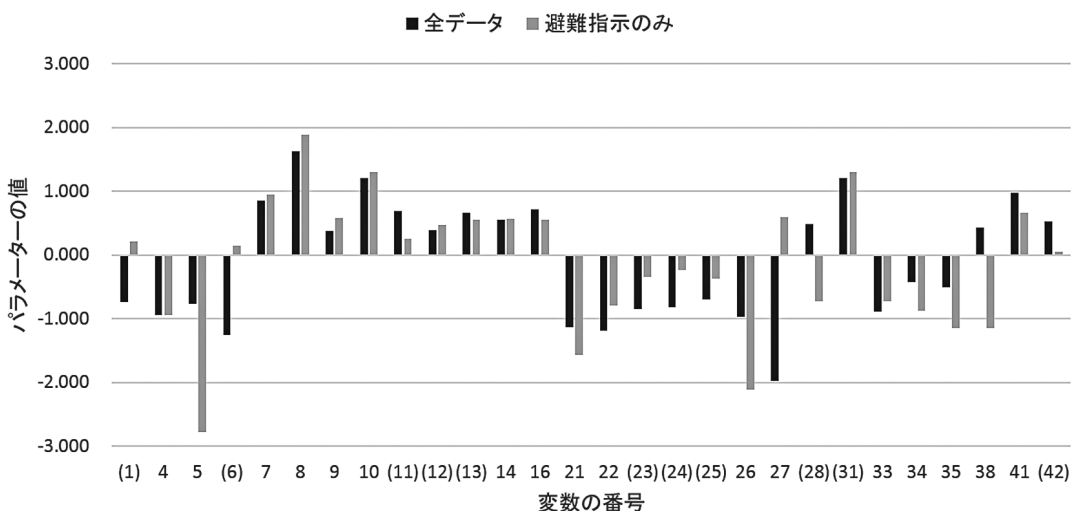


図3 避難指示(緊急)が発令された地域のみを対象としたケースの避難モデル推計結果(Type I, パラメーターの値の比較結果)

情報への依存度を各個人の「避難態度」と定義し、避難態度の形成要因とタイプ別の避難実態について統計分析を行った。具体的な避難態度としては、Type I：避難情報を頼りに避難の判断をするグループ、Type II：避難情報に関わらず自身で避難を判断するグループ、Type III：絶対に逃がないグループの三分類を用いた。年齢、立地条件、建物の種別等の個人・世帯属性、避難・被害実態/経験、災害情報の理解・利用度、家庭・コミュニティでの備え、防災に対する意識、過去の避難状況と被害の関係、に關係する回答結果を説明変数として各タイプの分類確率を推計した結果、45の変数が10%以下の水準で有意となった。各変数にかかるパラメーター値の符号条件は、概ね論理的に解釈が可能であり、こうした説明変数が避難態度を形成する要因となっている可能性がある。なお、分析の焦点の一つとしていた避難の空振りの影響については、本研究に限っては、避難態度に有意な影響を及ぼしていなかった。

次いで、各タイプについて、条件付きの避難確率を推計した結果、避難指示（緊急）はType Iにしか影響がない、Type IIは大雨特別警報の意味を理解し、中小河川の水位の情報を要求する傾向にある、などタイプ分類と整合的な結果が得られた。このように、タイプ分類はそれなりに避難情報と要因の関係を分かりやすくしている側面がある。Type IIIでは、西日本豪雨時に避難したサンプルが一部含まれるが、基本的に避難確率が低く、影響する要因数も少ない結果となった。しかし、近所からの声かけによって避難情報を取得した場合に、避難する確率が大きくあがっており、表明されたタイプに関わらず、状況によっては避難する可能性は十分に考えられる。

態度分類はあくまで、避難行動を理解するアプローチの一つであるが、各人が完全に各タイプに分類しきれないわけではない。例えば、Type IIはType IとType IIIの折衷的な属性や考え方を有する個人が当てはまる傾向にある。確率的な評価は各態度の強さの程度を評価するうえで有利であるが、実際の避難には、上述のように周囲からの声かけのような状況依存的に影響が変化する複雑な

要因が関わっている。これらを全て評価することには限界があるが、この種の統計データや分析は、最初に述べた避難情報の集約的な理解とともに将来の災害に備えた避難者数の予測や実施する事前対策の優先順位の決定のうえで参考になる部分があると考えられる。本研究では、態度分類後の避難者数の期待値の推計結果は実態より過大となるものの、適切な修正により観測値と整合的な結果が得られると考えられる。将来予測としてみれば、これらは避難所運営や準備においても役立つ情報になる。より良いモデルや説明変数の吟味は今後の課題であるが、避難確率モデルを求めておくことで、災害間の比較等も容易になると考えられる。

その他、今後の課題としては、いくつか挙げられる。まず、避難確率モデルに用いる各人が直面したハザードの条件を統一するために、より詳細な地理空間情報にかかわる分析を行うことが必要である。また、利用しているデータについてもリサンプリング手法等を用い、データマイニングを進めていくことでよりロバストな分析結果が得られる可能性が高い。避難態度の分類に関してももう少し複雑な形態であることが予想され、複数の災害を比較しながら検証を進めていくことが重要と考えられる。

謝辞

本研究は文部科学省・科学研究費助成事業（特別推進費）「平成30年7月豪雨による災害の総合研究」の一環として実施した。また、熊本大学の柿本竜治教授には、本調査の設計に関して有用なご意見をいただいた。貴重な意見をいただいた査読者の方々と共に感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 消防庁：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）（2019年8月20日）<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/190820nanagatugou60h.pdf>（アクセス日：2019年9月3日）。
- 2) 岡部康成・今野裕之・岡本浩一：安全確保のための心理特性の潜在的測定の有用性，社会技術研究論文集，Vol.1，pp.288-298，2003。

- 3) 木下 猛・青柳泰夫・伊藤孝司・平川了治・伊藤誠記・安仁屋勉・山本 晶：風水害における避難行動に関する心理学的プロセスについての一考察，砂防学会誌，Vol.63，No.4，pp.4-15，2010.
- 4) 関谷直也・田中 淳：避難の意思決定構造－日本海沿岸住民に対する津波意識調査より－，自然災害科学，Vol.35，pp.91-103，2016.
- 5) 小酒井敏晶：社会心理学講義，筑摩書房，2013
- 6) 杉万俊夫：グループ・ダイナミックス入門，世界思想社，2013.
- 7) 内閣府：平成30年7月豪雨に夜災害にかかる災害救助法の適用について【第18報】平成30年8月31日 http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/pdf/20180831_gouu_kyuujo_18.pdf (アクセス日：2019年11月7日).
- 8) 兵庫県「住民の避難行動に係る各種アンケート調査の概要」，災害時における住民避難行動に関する検討会（第2回），<https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk42/documents/siryolanketo.pdf>，2019（アクセス日：2019年9月3日）.
- 9) 岐阜県平成30年7月豪雨災害検証委員会：平成30年7月豪雨災害検証報告書，2018.
- 10) 高木朗義・杉浦聡志・森 啓明・岩田秀樹：平成30年7月豪雨災害における住民避難行動の分析－岐阜県を事例に－，自然災害科学，Vol.38，pp.133-151，2019.
- 11) 牛山素行・本間基寛・横幕早季・杉村晃一：平成30年7月豪雨災害による人的被害の特徴，自然災害科学，Vol.38-1，pp.29-54，2019.
- 12) 岡山県「平成30年7月豪雨」災害検証委員会，<http://www.pref.okayama.jp/page/574750.html>，2019（アクセス日：2019年9月3日）.
- 13) 田中皓介・梅本通孝・糸魚川栄一：既往研究成果の系統的レビューに基づく大雨災害時の住民避難の阻害要因の体系的整理，地域学会論文集，No.29，pp.185-195，2016.
- 14) 柿本竜治・山田文彦（2013）：地域コミュニティと水害時の避難促進要因－平成24年7月九州北部豪雨時の熊本市龍田地区の避難行動実体調査に基づいて－，都市計画論文集，Vol. 48，No.3，pp.945-950.
- 15) 奥村 誠・塚井誠人・下荒磯司：避難勧告の信頼度と避難行動，土木計画学研究・論文集，Vol.18，No.2，pp.311-316.
- 16) 矢守克也：空振り・FACPモデル・避難スイッチ－豪雨災害の避難について再考する－消防科学No.134，pp.7-11，2018.
- 17) 片田敏孝・児玉 真・浅田純作・及川 康・荒畑元就：東海豪雨災害を事例にした避難に関わる意思決定の状況依存性に関する研究，水工学論文集，Vol.46，pp.319-324，2002.

（投稿受理：令和元年12月1日
訂正稿受理：令和2年4月21日）

要 旨

本研究では、避難する意思の有無や行政からの情報への依存度を各個人の「避難態度」と定義し、避難態度の形成要因について統計的な分析を行った。一定程度必ず存在する逃げようとしていない人や行政からの情報提供に頼らない方にはそれなりの理由があり、空振り避難や避難所経験の苦痛などの経験やその他の属性に大きく依存しているものと考えられる。平成30年7月豪雨災害による影響を受けた西日本地域の3000人を対象とした分析の結果、立地条件や空振りの影響などを含めた50近くの指標が態度分類に与える影響、避難発令情報と態度別の避難行動の関係、避難者数の予測結果の精度等が明らかとなった。