

# 豪雨・台風災害における避難行動の分析 -2018～2021 年の継続的な調査から-

中辻 歩武<sup>1</sup>・廣井 慧<sup>2</sup>・畑山 満則<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 京都大学大学院 情報学研究科 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

E-mail: nakatsuji@dimisis.dpri.kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 京都大学 防災研究所 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄)

E-mail: hiroi@ dimisis.dpri.kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学 防災研究所 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄)

E-mail: hatayama@ dimisis.dpri.kyoto-u.ac.jp

豪雨災害, 台風災害における避難行動についての調査は数多くなされてきているが, それらの多くは対象となる災害における避難行動についての分析を行うのみであり, それまでの別の災害時の行動との比較などが行われることは少ない. 本研究では, 平成 30 年 7 月豪雨災害, 令和元年東日本台風, 令和 2 年 7 月豪雨, 令和 3 年 8 月の豪雨の 4 つの豪雨・台風災害において継続的な調査を行ったデータを基に総合的に分析を行い, 避難行動に関して考察を行った.

**Key Words:** 豪雨・台風災害, 避難行動

## 1. はじめに

近年, 気候変動や地球温暖化の影響で, 集中豪雨の頻度が上がり, 台風が大型化する傾向にあり, 水害による被害は巨大化, 広域化の傾向にある. 平成 27 年の水防法の改定で, 浸水想定区域図作成の際の想定降雨が, 「想定最大規模」となり, 超過外力である千年に 1 度レベルが使われるようになった. この想定は, 津波でいえば L2 にあたる. L2 災害については「避難」を軸にした命を守る対応を行うものであり, 今後, 「避難」の重要性は, これまで以上に増すことになる.

豪雨災害, 台風災害においては, 災害発生から被害が生じるまでに比較的時間の猶予が存在するため, 適切なタイミングまたは早期の避難を行うことで人的被害を防ぐことが十分に可能である. しかしながら, 豪雨・台風災害が発生すると, 必ず避難率の低さが指摘されている. 避難行動に関しては, 2000 年の東海集中豪雨以降, 多くの研究者が取り組んできた. 著者らもこれまでに現地での調査も含めて避難の問題に取り組んできた. 2000 年頃と比較すると, 各地で避難の意識が向上していることを実感するもののこれを裏付けることができるデータを取得することはできず, 「避難情報の対象地域に住む人口

における「指定避難所に避難した人数」の割合で産出される「避難率」より現実的な情報を得られないのが現状である.

災害時には, 被災地の住民行動に関して様々な調査が行われる. 多くの場合, 対象となる災害における行動についての知見が得られるだけであり, これまでの災害での行動との比較などが行われることは少なかった. 土木計画学研究委員会減災システム研究小委員会 (2015 (平成 27) 年 6 月～2018 (平成 30) 年 6 月) では, このような現状を鑑み, 災害時の住民行動について, 体系的な調査が必要と考え, これまで, 標準的な災害調査の在り方について議論を重ねてきた. これまでの議論と過去の災害調査での調査分析から, 今後の災害時の行動調査のひな型となりうる調査項目を提案し, 平成 30 年 7 月豪雨災害, 令和元年東日本台風, 令和 2 年 7 月豪雨と調査を重ねてきた (平成 30 年度科研費報告書, 2019, 令和元年度科研費報告書, 2020, 令和 2 年 7 月豪雨科研費報告書, 2021). さらに, 災害データサイエンス研究小委員会では, これまでの活動を受け継ぎ, 令和 3 年 8 月の豪雨災害での調査を行っている. 本稿では, 2018 年～2021 年に行われた調査を, 総合的に分析し得られた知見について報告する.

## 2. 研究背景と目的

災害分野において避難行動に関する研究ではモデルを用いた避難行動の意思決定に関する要因分析、行動予測をすることが多い。先行研究として、柿本ら[1]は豪雨時に時々刻々と変化する周辺状況下でその周辺状況の認知とともに水害発生への意識も変化することに着目して、避難実行までの意識の時間変化を表現できるモデルを構築し、状況認識の失敗が避難遅れに影響している可能性を示した。塚井ら[2]は避難勧告への信頼性の変化の分析を行い、現実によく起こっている避難勧告の「空振り」で誤報による避難勧告への信頼性の低下が起こることを明らかにした。安本ら[3]は避難の行動意図に7つの認知フレームが寄与すると仮定したモデルを構築し、避難の呼びかけ「だけ」では不十分で避難における自己責任因子が避難の行動意図に強く影響を与えていることを示した。梶谷らは[4]、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。しかし、このように研究が多くなされている一方で避難率の低迷という課題は未だ解決されないままである。これは避難モデルの妥当性・活用性を評価し、実際の避難行動にフィードバックするということが十分にできていないことが要因として考えられる。

避難モデルの評価が十分に行われていない原因としては、データに関する問題が大きい。各個人が作成した避難モデルでは、適用データをそれぞれ独自のアンケートデータを作成し、それを基に作成されている。そのため、モデル間にデータの一般性がなく、他モデルとの比較評価を行うことが難しい。また、個々である地域のある災害について分析してもその地域、災害についての分析としては結果を期待できるが、避難行動には少なからず地域性が内在すると考えられ、地域性が避難行動に大きく影響を及ぼす可能性を鑑みると、その分析はその地域限定の局所的な結果しか得られないということも考えられる。

これらの問題に対して、モデルの評価に関し伊藤ら[5]は NTTdocomo の提供しているモバイル空間統計というメッシュ単位での位置情報データを用いて災害時の避難の様子を分析し、その結果とモデルの結果を比較することで定量的かつ妥当な評価を試みたが、本研究ではデータの統一を図り比較分析を通したモデルの適切な妥当性評価を行うこと、型の同じデータを各地で災害毎に収集し比較分析をすることによって避難行動の地域性、日本における一般的な避難行動の傾向について分析することが有効であると考え。つまり、体系化された共通項目による調査を行っていくことで地域性を含めたそれぞれの条件下でのモデルの妥当性評価を行うことが可能に

なり、それによりモデルの信頼性を確保することで避難行動へのフィードバックを効果的なものにできると考える。すなわち、今後、避難行動の改善、避難率の向上、災害発生時の初期対応の迅速化につなげる分析を行うために、共通項目による継続的な調査の重要性を明らかにすることを本研究の目的とする

本研究に活用したデータは、西日本の広範囲に河川氾濫・土砂災害を引き起こした 2018 年 7 月豪雨、東日本と東北地方を中心に広い範囲で記録的大雨や暴風をもたらした 2019 年東日本台風（台風 19 号）、熊本県を中心に九州や中部地方など日本各地で発生した集中豪雨である 2020 年 7 月豪雨、日本付近に停滞した前線の活動活発化のために西日本から東日本の広い範囲で大雨となった 2021 年 8 月大雨の 4 つの水害時の避難行動に関する標準化された項目の Web アンケート調査によるデータである。アンケート調査のコンセプトは、今までに避難経験がある層とない層では避難情報の取得、自宅の立地などの避難の諸条件の避難選択に及ぼす影響の仕方が異なると考え、また、避難経験のある層についてはその過去の避難が各個人にとって適切な判断だったと思っているか否かによっても避難選択に影響があると考え、そのような要素が避難選択にどのように関連しているのかを明らかにするというものである。調査項目としては、フェイス情報、当日の避難行動、居住地付近のハザード、防災意識に関するものなど約 30-40 項目（※付録・表 4-1、付録・表 4-2 にその多くの項目が示されている）であり、前災害の影響を要素として入れた項目や新型コロナウイルスに関する項目、時系列の項目の追加など年々細かな修正は入っているが、おおよその項目は統一されている。調査対象者については、被害や避難情報が出ておらず避難しなかった人は除きたいため、スクリーニング項目を設定し、以前の災害で避難した人、避難情報を受け取った人、避難情報を受けていないが居住地が何らかの被害を受けた地区に住んでいた人を優先して調査対象としている。

## 3. 総合分析

2018~2021 の 4 年分（4 災害分）のデータを合わせてクロス集計、 $\chi$  二乗検定を用いて分析した結果について考察する。尚、 $\chi$  二乗検定では有意水準 1%としている。

(1) 避難情報の取得媒体避難情報の取得媒体のクロス集計の結果を図-1, 2 に示す。各項目において、集計を行うと避難行動の「避難しなかった」に分類されるデータの数が他の避難行動に分類されるデータよりもかなり多く、図のように「避難しなかった」以外の項目について分析することが困難であった。そのため、これとは別に「避難しなかった」に分類されるデータを除いたもの（避難行動は 6 種類）を示している。避難情報の情報入

手手段としては、緊急速報メール（エリアメール）、テレビが多く、次いでラジオや行政以外の HP や SNS、アプリ、防災行政無線などが上がっている。2つのグラフで、大きな傾向の違いは見られないが、避難しなかった人は、それ以外の人に比べてテレビを情報源とする人の割合が大きく、ラジオや行政以外の HP や SNS、アプリ、市長村の HP や SNS、市町村の登録制メールといった項目の割合が比較的小さくなっている。

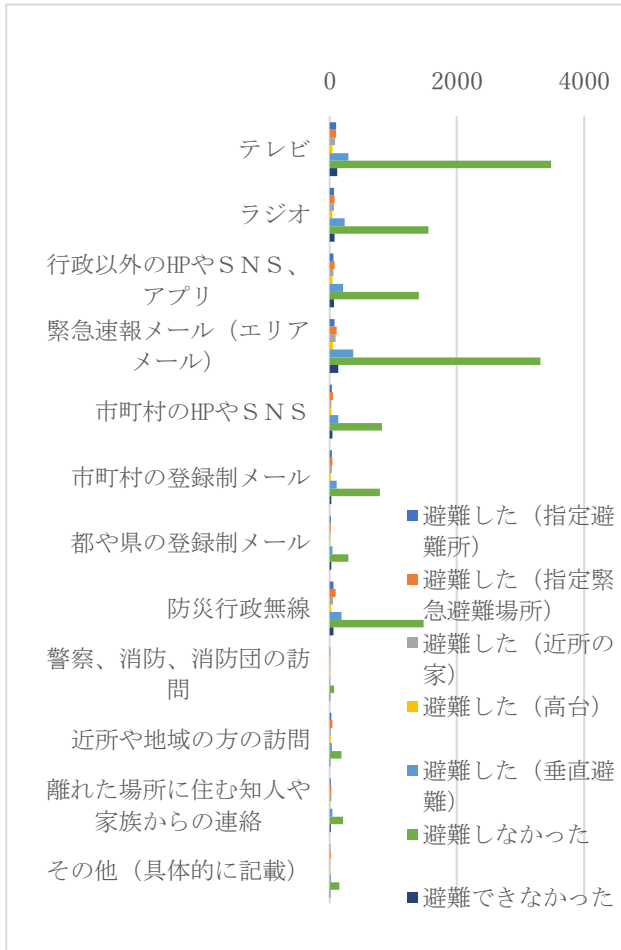


図-1 避難情報の取得媒体のクロス集計

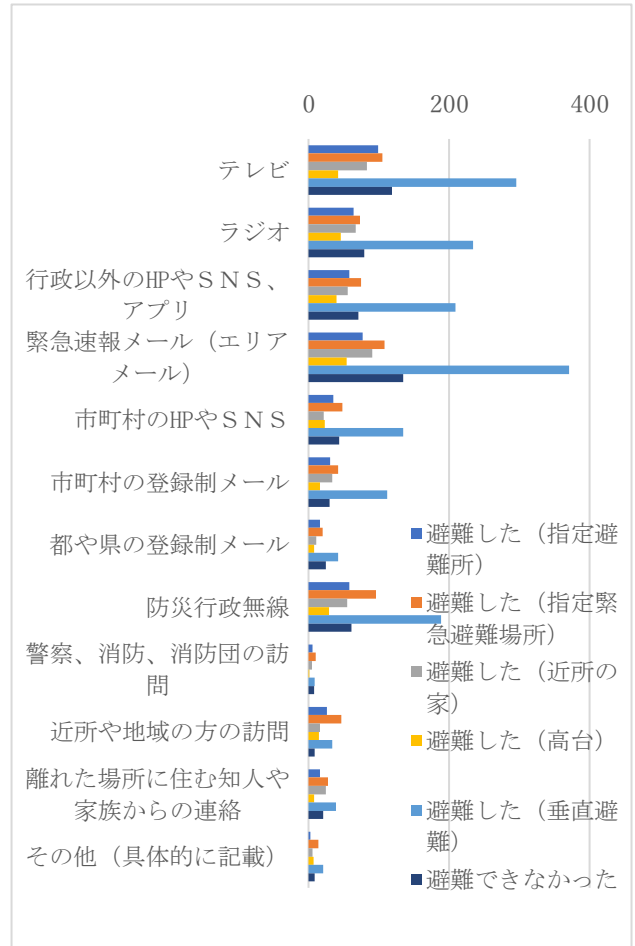


図-2 避難情報の取得媒体のクロス集計  
（「避難しなかった」を除く）

$\chi^2$  乗検定の結果を表-1 に示す。表中で括弧書きで示している数値は、 $\chi^2$  乗検定により得られた期待値である。以下同様の形式で  $\chi^2$  乗検定結果を示すこととする。近所や地域の方の訪問を受けた人や、離れた場所に住む知人や家族から連絡を受けた人など、個人的に直接連絡を受けた人は避難しやすい傾向が見られた。また、ラジオや行政以外の HP や SNS、アプリ、市町村の HP や SNS から情報を取得している人も避難しやすい傾向にある。逆にテレビや緊急速報メール（エリアメール）から情報を受け取っている人は避難しにくい傾向が見られた。普段の生活で、ラジオを聴いている人はテレビを見ている人、携帯電話を見ている人よりも比較的少ないだろう。ラジオから情報を得ている人は、災害時停電などが起きても情報が取得しやすいこと、そもそもラジオから災害情報などを取得しようとしている人は災害時の避難に対して意識が比較的高い人たちなのではないかと考えられる。同様に HP や SNS、アプリなどから情報を得ようとした人たちについても避難について考えた上で調べて情報を得ていると考えられるため、避難意識は高いと考えられる。一方、テレビや緊急速報メールから情報を取得している人は、個人的な連絡を受けた場合は避難しようと思うが、それを除

けば基本的にテレビを見て、携帯電話を見てなど普段の生活をしている時に情報が向こうからやってくる、つまり災害時であっても情報の受信に受動的な態度であり、避難に対して意識が比較的低い人たちなのではないかとも考えられる。

表-1 避難情報の取得媒体に関する  $\chi$  二乗検定結果

避難情報の取得媒体	避難	非避難	$\chi$ 二乗値	p 値
テレビ	625 (848)	3603 (3380)	95.86	<0.01
ラジオ	484 (425)	1632 (1691)	11.57	<0.01
行政以外の HP や SNS, アプリ	438 (383)	1472 (1527)	10.73	<0.01
緊急速報メール (エリアメール)	701 (833)	3449 (3317)	33.68	<0.01
市町村の HP や SNS	263 (227)	869 (905)	7.34	<0.01
市町村の登録制メール	235 (211)	815 (839)	3.57	0.06
都や県の登録制メール	97 (84)	320 (333)	2.51	0.11
防災行政無線	427 (394)	1537 (1570)	3.73	0.05
警察, 消防, 消防団の訪問	31 (21)	72 (82)	5.88	0.02
近所や地域の方の訪問	138 (67)	196 (267)	94.46	<0.01
離れた場所に住む知人や家族からの連絡	116 (70)	235 (281)	36.78	<0.01
その他	51 (43)	163 (171)	1.68	0.19
計	3606	14363		

この傾向は例年の分析でも見られるような傾向であり、テレビや緊急速報メールからの避難情報がうまく避難行動に反映されていないことには、情報の発信するタイミングが適切ではないなどの要因があるのではないかと考えられる。

#### 4. 総合分析 注目すべき項目

総合分析において注目すべき項目として避難情報と避難行動の関係性がある。これについて考察する。尚、2021 年のデータについては、避難勧告の廃止に伴い、「避難勧告・指示」が「避難指示・緊急安全確保」へと変わったため、2018~2020 年のデータと 2021 年のデータで分けて分析を行った。

表-2 避難行動決定時の取得避難情報に関する

 $\chi$  二乗検定結果 (2018~2020)

避難行動決定時の取得避難情報	避難	非避難	$\chi$ 二乗値	p 値
避難準備・高齢者避難開始	163 (311)	1664 (1516)	106.07	<0.01
避難勧告	565 (686)	3468 (3347)	47.00	<0.01
避難指示 (緊急)	617 (374)	1580 (1823)	253.24	<0.01
避難情報は発令されていなかった	78 (100)	510 (488)	5.97	0.01
避難情報が発令されていたか知らなかった	76 (29)	92 (139)	94.66	<0.01
計	1499	7314		

表-3 避難行動決定時の取得避難情報に関する

 $\chi$  二乗検定結果 (2021)

避難行動決定時の取得避難情報	避難	非避難	$\chi$ 二乗値	p 値
高齢者避難開始	21 (17)	182 (186)	0.75	0.39
避難指示	58 (31)	311 (338)	31.10	<0.01
緊急安全確保	36 (13)	112 (135)	50.29	<0.01
避難情報は発令されていなかった	10 (34)	386 (362)	23.55	<0.01
避難情報が発令されていたか知らなかった	6 (36)	416 (386)	36.33	<0.01
計	131	1407		

避難行動決定時の取得避難情報に関する  $\chi$  二乗検定の結果を表-2, 3 に示す。有意な差がほとんどの項目で得られた。2018~2020 年について、避難準備・高齢者避難と避難勧告では有意な差が見られたが、行政が避難を呼びかけるための情報であるにもかかわらず、避難に対して負の影響を及ぼしていることがわかる。避難指示に関しては避難に対して正の影響を与えている。2021 年については、高齢者避難開始では有意な差が見られなかった。一方で、避難指示と緊急安全確保では有意な差が見られ、行政の指示通り避難に対して正の影響を及ぼしている。また、避難情報が発令されていない場合は避難しにくい傾向も表れた。

ここで見られる 2021 年以降の避難勧告の廃止の影響

について考察する。つまり、避難勧告の廃止に伴って、2020 年まで避難行動の呼びかけとして有効に働いていた避難指示が、「避難指示」という言葉によりその効果を発揮していたのか、それとも最も緊急性が高い情報であるためにその効果を発揮していたのかについて、表-2,3 からは 2021 年では以前の避難勧告のタイミングで避難指示が出されているが、避難指示としては、2018~2020 年でも 2021 年でも避難に正に影響しているため、前者であると考えられる。

これについてさらに調べるために、2021 年のデータで、避難情報について以前の「避難勧告」のタイミングで、現在の「避難指示」が発令されることを被災前から知っていたか否かで分類をし、それぞれについて分析を行った。

表-4 避難行動決定時の取得避難情報に関する  $\chi^2$  乗検定結果(2021 年の避難勧告の廃止を被災前から知っていたグループ)

避難行動決定時の取得避難情報	避難	非避難	$\chi^2$ 乗値	p 値
高齢者避難開始	11(11)	95(95)	0.00	1.00
避難指示	28(19)	153(162)	6.11	0.01
緊急安全確保	17(9)	72(80)	7.19	<0.01
避難情報は発令されていなかった	4(14)	128(118)	9.17	<0.01
避難情報が発令されていたか知らなかった	1(8)	71(64)	6.21	0.01
計	61	519		

表-5 避難行動決定時の取得避難情報に関する  $\chi^2$  乗検定結果(2021 年の避難勧告の廃止を被災前に知らなかったグループ)

避難行動決定時の取得避難情報	避難	非避難	$\chi^2$ 乗値	p 値
高齢者避難開始	10(7)	87(90)	0.99	0.32
避難指示	30(14)	158(174)	24.28	<0.01
緊急安全確保	19(4)	40(55)	53.69	<0.01
避難情報は発令されていなかった	6(19)	258(245)	12.63	<0.01
避難情報が発令されていたか知らなかった	5(26)	345(324)	26.78	<0.01
計	70	888		

避難勧告の廃止を被災前から知っていたグループについての検定結果を表-4 に、避難勧告の廃止を被災前に知

らなかったグループの検定結果を表-5 に示す。避難指示の項目について 2 つを比較すると、避難勧告の廃止を被災前に知らなかったグループでは有意な差が見られ、避難指示が避難に対して正に影響しているのに対し、避難勧告の廃止を被災前から知っていたグループでは有意な差は見られなかった。

表-6 避難行動決定時の取得避難情報(2021 年避難勧告の廃止を被災前から知っていたグループ)

避難行動決定時の取得避難情報	立ち退き避難	垂直避難	非避難
高齢者避難開始	3	8	95
避難指示	11	17	153
緊急安全確保	11	6	72
避難情報は発令されていなかった	3	1	128
避難情報が発令されていたか知らなかった	0	1	71
計	28	33	519

表-7 避難行動決定時の取得避難情報(2021 年の避難勧告の廃止を被災前に知らなかったグループ)

避難行動決定時の取得避難情報	立ち退き避難	垂直避難	非避難
高齢者避難開始	4	6	87
避難指示	14	16	158
緊急安全確保	13	6	40
避難情報は発令されていなかった	1	5	258
避難情報が発令されていたか知らなかった	3	2	345
計	35	35	888

このことから避難情報として、表-2,3 の比較では、「避難指示」という言葉の効果が避難に影響しているのではないかと考えられたが、表-4,5 からは緊急性の高い避難情報であることが避難に対して有効か否かについて大きく影響する部分であり、避難勧告の廃止を被災前に知らなかった人の避難行動の影響で表-3 の 2021 年のデータでは避難指示が避難に対し有意に正に曳航しているが、実際は「避難指示」という言葉自体にはその効果はあまりないのではないかと考えられる。つまり、避難勧告の廃止に伴って、避難指示が最も緊急性の高い避難情報ではなくなり、今後避難勧告廃止の認知が広まるとともに避難指示の影響力は小さくなっていくのではないかと考えられる。

緊急安全確保について、これは危険な場所にいる居住者に対して立退き避難をすることがかえって危険であると考えられる状況であることを示しており、避難所等へ

の立退き避難を中心とした避難行動ではなく、垂直避難を特に促したい場合に用いられる情報である。この情報に対して避難方法の傾向の違いが見られるかどうかについて見ていく。

避難方法を立ち退き避難と垂直避難に分けクロス集計したものを表-6, 7 に示す。避難勧告の廃止を知っていたか否かによらず、緊急安全確保の状態でも立ち退き避難を行う人が一定数存在し、避難指示の状態と比較しても垂直避難の数が緊急安全確保で少し少ない程度であった。避難勧告の廃止を知っていたとしても緊急安全確保の意味の認知はまだ上手くできておらずただ、緊急性の高い情報であるとしか受け取られていない可能性が考えられる。

## 5. 階層型避難行動選択モデルを用いた比較分析

既存の避難モデルに対して、4 年度分の水害データで各年のデータと 4 年度すべてのデータを適用したものについて比較分析を行った。

### (1) モデルの紹介

今回の比較分析には、梶谷らが提案した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、この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用いた。このモデルでは、避難態度を、アンケート項目を基に以下の 3 つのタイプに分類している。

**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

モデルは、この「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型の構造であり、避難確率は以下の式で表される。

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

ここで、 $P^i(B)$  : 個人が代替案 B 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。避難態度 A は先述した 3 つの避難態度 (Type I, Type II, Type III) を、代替案 B は避難と非避難の 2 つを想定している。このモデルにおいて、垂直避難は避難ではなく非避難に分類することにしている。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用いる。

### (2) 分析結果 避難態度のタイプ分類

タイプ分類についてのパラメータ分析の結果を比較し

考察していく。パラメータの有意水準は 10%としており、風水害に対する災害前後での被災意識の変化や避難の空振りの経験など注目する変数については有意でなくても変数として使用している。パラメータの見方としては、パラメータは Type I に対する値となっているため、例えば建物被害の項目で有意な Type II のパラメータが 0.18, Type III のパラメータが 0.40 だとすると、建物被害がある場合はパラメータの大きさから Type I < Type II < Type III の順に分類されやすいことを示している。このようにして各項目で 4 年度すべてのデータを適用したものを基準として各年のデータを適用したもので異なる結果が得られたものに注目していく。

まず各年で違いがほとんどなく地域性がないと考えられる項目は以下のようなものが挙げられる。

- 年齢 : 上がるほど Type I < Type II < Type III の順に分類されやすい
- 災害の備え (避難場所, 経路の確認) : Type I に分類されやすい
- 近所付き合い (ほとんど付き合いがない) : Type III に分類されやすい
- 風水害に対する災害前後での被災意識の変化 (自宅の安全性) : 被災可能性が高まるほど Type III < Type II < Type I の順で分類されやすく, 被災可能性が下がるとその逆
- 避難所での生活経験 : Type I に分類されやすい

次に地域性が見られた項目について示す。

- 避難経験の有無 : 2019 年では Type II への分類に負の影響 (一般的には Type III への分類に負の影響)
- 洪水危険度分布図の認知状況 : 2019 年で Type I < Type II < Type III の順に分類されやすい (一般的にはその逆)
- 自宅の住居タイプ : 2019 年で Type II への分類に効くことが多い (一般的には Type III への分類に負の影響を与える方向に効くことが多い)
- 自宅の立地場所 : 2020 年では効かない
- 近所付き合い (「ほとんど付き合いがない」の項目以外) : 2020 年でほとんど効かない
- 婚姻状況 : 2020, 2021 年では効かない
- 自宅の区域 (土砂災害特別警戒区域, 警戒区域, 指定なし) : 2020, 2021 年では効かないことが多い (一般的には Type II, Type III への分類に負の影響)
- 避難情報 (避難勧告, 指示など) の認知 : 2021 年で Type II への分類に正の影響 (一般的には効かない)
- 避難の空振りの経験 : 2018, 2021 年では Type I に分類されやすい (一般的には Type III に分類されやすい)

地域性がほとんどなくどのデータにおいても説明力のある項目が幾つか見られた一方で、地域性としては 2020

年のデータでは効かない項目が多く存在した。台風など豪雨災害の頻発する九州でのデータであることから避難態度の傾向が大きく異なるのではないかと考えられる。

(3) 分析結果 タイプ毎の避難行動選択

避難態度のタイプ分類と同様にパラメータ分析の結果を比較し考察していく。パラメータの有意水準は10%としており、こちらでは有意水準以下のパラメータのみを変数として用いている。パラメータの見方としては、Type 毎に避難に対して正の影響を与えるか、負の影響を与えるかをパラメータの符号を見ることで確認できる。

まず各年で違いがほとんどなく地域性がないと考えられる項目は以下のようなものが挙げられる。

- ・避難経験：どのタイプでも避難しやすい
- ・避難所での生活経験（被災前）：Type I で避難しやすい
- ・取得避難情報（近所や地域の方の訪問）：Type I で避難しやすい

次に地域性が見られた項目について示す。

- ・ハザードマップ：2020 年では効かない（一般的には Type I で避難しない）
- ・自宅の住居タイプ：2020 年は Type I でマンション・アパートの 3 階以上以外の項目は避難しやすい（一般的には一戸建てとマンション・アパートの 3 階以上では Type I で避難しない、マンション・アパートの 1 階では Type III で避難する、マンション・アパートの 3 階以上では Type II で避難しない）
- ・自宅の立地場所（河川の付近）：2020 年では効かない（一般的には Type I, II で避難する）
- ・防災訓練・講演会への参加経験なし：各年では効かないこと多い、特に2018, 2020 年ではどのタイプでも効かない（一般的には Type II, III で避難しない）
- ・災害の備え（避難場所、経路の確認）：2018, 2020 年では効かない（一般的には Type II で避難する）
- ・自宅の標高（河川の堤防より低い）：2021 年では効かない（一般的には Type I で避難する）
- ・取得避難情報（近所や地域の方の訪問）：2021 年では効かない（一般的にはどのタイプでも避難する）
- ・取得避難情報（離れた場所に住む知人や家族からの電話・メール）：2018, 2021 年では効かない（一般的には Type I, II で避難する）
- ・近所付き合い（挨拶をする程度、ほとんど付き合いがない）：2019, 2021 年では効かない（一般的には Type I で避難しない）
- ・年齢：各年では効かないことが多い、特に2019, 2021 年ではどのタイプでも効かない（一般的には高いほどどのタイプでも避難しない）

- ・建物被害（一部損壊）：2020, 2021 年では効かない（一般的には Type I, II で避難する）
- ・停電：2020, 2021 年ではどのタイプも効かない（一般的にはどのタイプでも避難しやすい）

避難態度のタイプ分類同様に 2020 年では効かない項目が多く地域性が見られた。Type I, II については一般的なものは効き方の異なる項目もいくつか存在したが、Type III については、一般的には効いていて、効いていない年もあるということは多く見られたが、避難に対して異なる方向に影響を与えるような地域性はほとんど見られなかった。

(4) 避難態度のタイプ分類の精度

各データでパラメータ推定したモデルでは、そのデータについてある程度の精度をもってタイプ分類が可能であるが、このモデルで他の災害のデータについて適用した時にどれだけの精度でタイプ分類を行うことが可能であるかについて考察する。

具体的には、今回は地域性などから各年 4 つのモデルではどれを用いるのが適切か判断しかねるため、4 年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いて、各年のデータに対してタイプ分類を行い、その精度を見てみる。

4 年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いた避難態度のタイプ分類推定結果を表-8, 9, 10, 11 に示す。各年のこのモデルの適合率は 2018 年は 60.5%、2019 年は 60.2%、2020 年は 56.8%、2021 年は 54.0% となった。

表-8 4 年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いた避難態度のタイプ分類推定結果 (2018 年)

		推計された分類		
		I	II	III
観測結果	I	1297	260	77
	II	537	361	117
	III	119	74	158

表-9 4 年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いた避難態度のタイプ分類推定結果 (2019 年)

		推計された分類		
		I	II	III
観測結果	I	1774	449	80
	II	687	455	87
	III	133	156	179

表-10 4年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いた避難態度のタイプ分類推定結果  
(2020年)

		推計された分類		
		I	II	III
観測結果	I	403	147	31
	II	174	151	20
	III	33	50	45

表-11 4年度すべてのデータを適用して推定されたパラメータを用いた避難態度のタイプ分類推定結果  
(2021年)

		推計された分類		
		I	II	III
観測結果	I	446	208	50
	II	371	394	84
	III	105	103	239

## 6. おわりに

今回、2018～2021年の豪雨災害、台風災害に関する継続的な調査から得られたデータを基に、水害時の一般的な避難行動の傾向についての考察、避難行動に対して避難勧告の廃止、緊急安全確保の導入がどのように影響しているのか、また既存の避難モデルに対して比較分析をすることで、他のデータに対してモデルを適用しどの程度の精度で推定を行えるかについて分析を行った。結果として、今後避難指示の影響力が弱まってしまう可能性や緊急安全確保の非認知、今回用いた避難態度の分類を行うモデルの他データへのある程度の精度を持たせた適用の可能性が見えてきた。

今回は4年度分のデータで分析を行い、避難勧告廃止以降のデータも多くは取れていないため、今後さらに継続的に調査を行っていくことで、今後の避難情報の位置

づけと居住者たちの解釈、避難モデルの実用化についてさらなる分析を行うことが必要であると考え。

## 参考文献

- 1) 柿本竜治, 吉田護: 豪雨時の状況認識を考慮した避難意思決定過程のモデル化, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 75 巻 6 号 p. I\_37-I\_42(2020)
- 2) 奥村誠, 塚井誠人, 下荒磯司: 避難勧告の信頼度と避難行動, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 69 巻 5 号 I\_479-I\_488(2001)
- 3) 安本真也, 横田崇, 牛山素行, 石黒聡士, 関谷直也: 平成 30 年 7 月豪雨における西予市での住民の避難行動と避難の意思決定構造, 自然災害科学 vol.39(特別号) 71-85(2020)
- 4) 梶谷義雄, 杉浦聡志, 畑山満則, 高木朗義: 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, 自然災害科学 39 巻 3 号 p. 207-220(2021)
- 5) 牛山素行, 今村文彦, 片田敏孝, 吉田健一: 高度防災情報時代における豪雨災害時の住民行動—2002 年 7 月台風 6 号豪雨災害を事例として—, 水文・水資源学会誌 vol.17, No2, p150-158(2004)
- 6) 三橋洸道, 神谷大介: 豪雨災害時における避難促進要因についての検討  
([http://www.dc.ogb.go.jp/Kyoku/kengyo/ko-kudo\\_kenkyukai/20170626\\_sougou/pdf/ronbun/08\\_ryu-kyu\\_mitsuhashi.pdf](http://www.dc.ogb.go.jp/Kyoku/kengyo/ko-kudo_kenkyukai/20170626_sougou/pdf/ronbun/08_ryu-kyu_mitsuhashi.pdf))
- 7) 伊藤達彦, 廣井慧, 畑山満則: 避難行動モデルの定量的評価プラットフォーム構築に関する考察  
(<https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/hapyo/22/pdf/E105.pdf>)
- 8) 畑山満則, 牛山素行, 中野晋, 矢守克也: 平成 30 年 7 月豪雨による災害の総合研究, 研究費補助金特別研究促進費, 報告書第 4 編(2018)
- 9) 畑山満則, 佐藤健, 牛山素行, 梶谷義雄: 令和元年台風 19 号及び台風 21 号による広域災害に関する総合研究, 研究費補助金特別研究促進費, 報告書第 10 編(2019-2022)
- 10) 畑山満則, 高木朗義, 杉浦聡志, 柿本竜治: 令和 2 年 7 月九州豪雨災害の総合調査・研究, 研究費補助金特別研究促進費, 報告書第 6 編第 2 章(2020)