

The determinants of residents' evacuation behaviors in the torrential rain in western Japan in 2018: Examination of survey data of victims in Okayama prefecture

Shoji Ohtomo^{*1,†}, Reo Kimura^{*2}, Yoshiaki Kawata^{*3}, and Keiko Tamura^{*4}

^{*1} Konan Women's University, 6-2-23, Morikita-machi, Higashinada-ku, Kobe, 658-0001, Japan

[†] Corresponding author, E-mail: s.ohtomo@konan-wu.ac.jp

^{*2} School of Human and Environment, University of Hyogo, Hyogo, Japan

^{*3} Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University, Osaka, Japan

^{*4} Risk Management Office, Headquarters for Risk Management, Niigata University, Niigata, Japan

The torrential rain (named “the July 2018 heavy rain”) from June 28 to July 8 in 2018 resulted in tremendous human and property damage. There were 237 deaths and 7,173 cases of flooding above the floor level. In the torrential rain, the low rate of evacuation behavior of residents in the affected area was also a problem. Okayama prefecture conducted a mail survey with residents that suffered housing damage caused by the torrential rain (valid sample $n = 3,765$). The survey measured residents' awareness and knowledge about flooding before the torrential rain, and residents' estimation of flooding and choice and reason of evacuation behavior during the emergency heavy rain warning and the evacuation order (emergency). This study analyzed the determinants of residents' evacuation behaviors during the torrential rain with the survey data. As a result, although most residents were aware of hazard maps before the torrential rain, few of them estimated flooding. Most residents were aware of the evacuation shelters and had a prior evacuation plan. However, some residents did not take any evacuation behaviors even in the situation where their houses were damaged. During the emergency heavy rain warning, feeling a sense of crisis was an important factor to promote evacuation behavior. And, during the evacuation order (emergency), recognition of action by the fire department and police was an important factor to promote behavior. Moreover, residents' judgment based on scientific information such as hazard maps and estimation of flooding before the torrential rain had few effects on evacuation behavior during the emergency heavy rain warning and the evacuation order (emergency). Therefore, the study indicates the importance of an approach to residents' affective decision making, instead of rational decision making, to promote evacuation behavior, when people are in unusual situations.

Keywords: Flooding, the torrential rain in western Japan in 2018, Evacuation behavior, hazard map, decision making

1. Introduction

2018年の6月28日から7月8日かけて、梅雨前線や台風の影響により、日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続け、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨をとらせた。その結果、甚大な人的・物的被害をもたらした西日本豪雨災害(平成30年7月豪雨)へと発展した。内閣府 [1]によれば、西日本豪雨災害による死者は全国で237名、そのうち岡山県で66名、広島県で115名と2県が最も多かった。浸水被害も、床上浸水が全国で7,173件、岡山県では1,131件、広島県では2,119件となっていた。床下浸水も、全国で21,296件のうち、岡山県は5,446件、広島県は5,779件と、2つの県だけで全体の約半数になる。

この西日本豪雨災害で問題となったのは、避難行動をとった住民の割合の低さである。西日本豪雨災害時に、広島市内で避難行動(垂直避難も含む)を取った住民は、22%に留まっていた[2]。広島市内で実施された別の調査でも、避難勧告、避難指示で避難した住民が3.3%であった[3]。また、避難勧告・指示がでた23府県での避難所の利用率が0.5%に留まっていたという報道もある[4]。これまでも、2017年台風21号襲来時に避難勧告が発令された地域に住む地域の住民を対象に行った調査では、避難をした人(避難場所に避難)は4.4%にとどまっており、避難行動の実施率は極めて低いことが一般的な傾向として考えられる[5]。このように、災害時に、多くの住民が十分な避難行動を取らなかった現象を検討することは、今後の防災対策を考える上で重要である。とくに、災害時に、住民がどのような意思決定に基づき、避難行動の選択・非選択を行ったのか検討することが求められている。

これまで、心理学の分野では、リスクに関わる判断として、System1とSystem2という2つの情報処理プロセスが仮定されている[6, 7]。System1とは、経験や直感などによる感情的な意思決定とし

て、状況に対応して即座に行動決定を行うプロセスである。System2とは、知識などの論理的な意思決定として、熟慮に基づいて慎重に行動決定を行うプロセスである。自然災害における避難行動の選択など、緊急時では通常時のような時間をかけて判断する合理的な決定がされていくことが指摘されている[8]。そのため、System1による、意思決定が生じやすいといえる。これまでも、熊本地震の避難行動の経験が地震のリスク認知に及ぼす影響[9]や、東日本大震災時の買いだめ、買い控え行動[10]のプロセスを説明する枠組として用いられ、いずれもSystem1が優先的に作用していることが示唆されている。

豪雨災害といった水害においても、同様のプロセスが想定できる。防災対策や避難行動を促進するための住民へのリスク・コミュニケーションの手段の1つに、ハザードマップがある。ハザードマップによるリスク判断は、自然災害による被害予測に基づく情報を読み取るというSystem2によるプロセスが必要になる。System2による情報処理は注意や労力を要するため、実行されることがほとんどない。実際に、住民の水害のリスク判断にハザードマップの情報が影響しないことが示唆されている[11]。そもそも、災害に対する科学的知識は、災害に対する対応行動との関連が低いことが示唆されている[12, 13]。Kimura et al [14]によれば、地震を発生させる活断層の知識がある住民であっても、地震が起きないと認識していた住民が半数以上いたことが報告されている。科学的情報による避難行動の促進には限界がある可能性が考えられる。また、災害に関する警報を受けても、人々は具体的な避難行動を取らない傾向が予想されている。これまで、緊急地震速報(EEW)を受けても、具体的な対応行動をとった住民がほとんどいないことも報告されている[15]。そもそも、人は災害に対して、危険性を過小に評価する楽観性バイアスが作用しやすく、対応行動がとられにくいとの議論がある[16]。

科学的な情報判断の代わりに、避難行動や災害への対応行動を規定していたのが、危機感といった感情的要因である。これまで、自然災害によって経験した恐怖や災害への脅威の認知が、洪水への対応行動に影響を及ぼすことを示唆されている[17]。また、脆弱性の認知(sense of vulnerability)が、洪水の対策行動の動機付けと高めていることを指摘されている[18]。日本における豪雨災害の研究においても、水害に対する予期よりも、恐怖の方が対応行動との関連が強いことが明らかにされている[19]。このように、System1による感情的な意思決定が水害への対応行動でも優先的に作用すると考えられる。また、他者からのほたらきかけも災害への対応行動を促す重要な要因として指摘されている[20]。実際に、避難行動を取

っていない人が近所からのほたらきかけで行動することが報告されている[9]。このような社会的ネットワークは防災に対する行動規範になることが考えられている[16]。古典的な心理学の分野では、人々は曖昧な状況に直面すると、自らの判断を行わずに、権威からのほたらきかけに従いやすいことも指摘されている[21]。また、災害弱者が身近にいる人ほど、避難行動が促進されることが指摘されている[22]。そこで、本研究では、西日本豪雨災害において、多くの住民が十分な避難行動を取らなかった心理プロセスについて、System1とSystem2のどのような要因が関与しているのかについて検討を加える。

岡山県は、西日本豪雨災害から約5ヶ月後の2018年の11月下旬から12月にかけて、住宅の被害が大きい地域の住民に対して調査を実施した[23]。岡山県の報告書によれば[24]、西日本豪雨災害時、梅雨前線活動の活発化により、記録的大雨となった。7月5日から7日までの3日間の降水量は、鏡野町富で453.0ミリを観測したほか、県内のアメダス地点で300ミリを超えた。また多くの箇所でも氾濫危険水位を超える水位を観測した。こうした状況で、6日夜から7日未明にかけて、県内27すべての市町村において避難勧告もしくは避難指示(緊急)が発表された。特に、県内17市町村では避難指示(緊急)が発表され、堤防決壊等により浸水範囲が広がると、対象地域は拡大し、8日朝にかけて避難対象者はピークを迎えることとなった。岡山県の調査では、西日本豪雨災害発生前の住民の水害に関する知識や認識、大雨特別警報を認識した時点の浸水予期や避難行動とその理由、避難指示(緊急)発令の認識時の浸水予期や避難行動とその理由についてデータが含まれている。そこで、本研究では、災害発生前の住民のハザードマップの認知、水害予期、避難場所の認識、災害時避難計画の有無といった事前の災害に関する知識や認識が災害時の避難行動の選択にどのような影響を及ぼすのか検討する。また、事前の災害に関する知識や認識に加え、大雨特別警報、避難指示(緊急)のそれぞれを認識した時点での避難行動の理由や浸水予期をとった危機感が避難行動にどのように影響を及ぼすのか検討を加える。これまでも、災害に対する行動決定の段階によって、人々の対応行動の規定因が異なることが指摘されている[25]。事前の知識など災害に関するSystem2の要因と、危機感などのSystem1の要因の意思決定のどのような側面がいつの段階で作用しているかを分析することで、避難行動に影響を及ぼす要因を明らかにする。

2. Method

2.1. Survey data

岡山県が実施した『平成30年7月豪雨災害での対応行動に関するアンケート』の調査データを用いた[23]。この調査は、2018年11月29日から12月20日に実施された。調査対象者は、岡山県の高梁川水系の住家被害の大きい4つの市町（倉敷市、総社市、高梁市、矢掛町）である。

2.2. Respondents

調査では、岡山県の「被災者台帳」に登録されている全6,644世帯に調査を実施した。有効回答は、 $n = 3,765$ （有効回収率56.7%）であった。本研究では、回答の欠損値等を除いた $n = 3,196$ を分析データとした。分析データの性別は、男性2,293名(72%)、女性908名(28%)であった。年齢は、62.15($SD = 15.79$)歳であった。現在の住まいの居住年数は、28.78($SD = 17.85$)年であった。罹災証明に記載された家屋被害は、全壊が2,595(82%)件、大規模半壊が249(8%)件、半壊が292(9%)件、一部損壊が19件(1%)であった。

2.3. Measurements

個人属性や家屋被害以外のデモグラフィック変数については、岡山県の調査報告書[23]を参考にされたい。

2.4. Awareness of flooding before the disaster

災害前のハザードマップの認識について、「あなたのお住まいの地域のハザードマップ（水害）を災害発生前に見たことがありましたか」という質問に、「ハザードマップ（水害）を見て、内容も覚えていた」、「ハザードマップ（水害）を見たことはあるが、内容までは覚えていなかった」、「ハザードマップ（水害）が存在することを知っていたが、見たことはなかった」、「ハザードマップという言葉は知っているが、この地域にあることを知らなかった」、「ハザードマップという言葉自体を知らなかった」で回答を求めている。

災害前の水害予期について、「あなたのお住まいの地域が洪水・浸水などの水害によって避難しなければならない事態になると災害発生前から思っていましたか」という質問に、「近いうちに起きそうだと思っていた」、「ここ10年くらいの間に起きそうだと思っていた」、「21世紀中に起きそうだと思っていた」、「被害を受けるような水害はたぶん起きないだろうと思っていた」、「この地域が水害によって被害を受けるということを災害発生前には知らなかった」で回答を求めている。

災害前の避難場所の認識について、「あなたは災害の時の避難場所について、災害発生前に知っ

ていましたか」という質問に、「広報・ハザードマップ・訓練などで正確に知っていた」、「たぶんここだろうという見当はついていた」、「避難場所に行くことは知っていたが、避難場所がどこか知らなかった」、「自分が避難場所に行く必要があることを考えていなかった」で回答を求めている。

災害前の避難計画の有無について、「あなたは災害時の避難計画を、災害発生前に立てていましたか」という質問に、「災害時の避難方法・避難場所について明確に決まりを作っていた」、「計画まではなかったが、大まかな避難の場所や方法は考えていた」、「災害時の具体的な避難方法や避難場所についてほとんど考えていなかった」、「自分が災害時に避難する必要があることを考えていなかった」で回答を求めている。

2.5. Estimation of flooding and evacuation behavior during the disaster

大雨特別警報と避難指示(緊急)のそれぞれの発令直前と発令を認識した時点の水害予期について、「大雨特別警報(避難指示(緊急))の前の時点(情報を聞いて)で、あなたは「水害が発生するかもしれない」と思いましたか」という質問について、「特に何も思わなかった」、「大雨がもっと降ると思ったが、災害発生までは考えなかった」、「大雨から災害が発生することを想起したが、床下浸水程度だと思っていた」、「大雨から災害が発生することを想起し、床上浸水もありうると考えた」、「その他・覚えていない・わからない」で回答を求めている。なお、分析の際は、「その他・覚えていない・わからない」を回答した人は欠損データとした。

大雨特別警報と避難指示(緊急)のそれぞれの発令を認識した時点の避難行動の選択について、「あなたは大雨特別警報(避難指示(緊急))が発令されていると認識した時点で避難(家の上階へ行く垂直避難も含む)をしていましたか」という質問に、「避難としては特に行動していなかった」、「安全な自宅などに積極的に留まっていた」、「自宅の上階などに避難をした」、「近隣の安全だと思われる建物(避難所以外)に避難をした」、「避難所に避難した」、「その他」、「覚えていない・わからない」で回答を求めている。なお、分析の際は、「覚えていない・わからない」を回答した人は欠損データとした。

さらに、それぞれの時点の避難行動の選択の質問のあとに、避難した理由、避難しなかった理由について、31項目から複数回答で回答を求めている(Appendix参考)。

Table 1 Cross table of evacuation behavior by the levels of housing damages

家屋被害	避難行動					
	「避難」としては特に行動していなかった	安全な自宅などに積極的に留まっていた	自宅の上階などに避難をした	近隣の安全だと思われる建物に避難をした	避難所に避難した	その他
全壊	34%	9%	21%	7%	21%	8%
大規模半壊	33%	6%	25%	10%	14%	12%
大雨警報時 半壊	26%	9%	25%	6%	24%	10%
一部損壊	53%	0%	27%	7%	13%	0%
$\chi^2(15) = 29.71, p = .013$						
全壊	20%	8%	21%	9%	30%	11%
避難指示(緊急)時 大規模半壊	21%	7%	24%	10%	21%	16%
半壊	21%	8%	24%	8%	30%	9%
一部損壊	13%	13%	38%	13%	13%	13%
$\chi^2(15) = 17.08, p = .314$						

3. Result

3.1. Evacuation behavior during the disaster

大雨特別警報と避難指示(緊急)発令を認識した時の避難行動の選択が、家屋被害に基づく被災状況によって異なるのかを検討するため、家屋被害×避難行動選択のクロス集計を行った。まず、大雨特別警報の認識時のクロス集計の結果(Table 1)、約30%以上の住民は何も行動を取っていなかった。とくに、一部損壊の住民で53%とその割合が最も多いという違いが見られた($\chi^2(15) = 29.71, p = .013$)。実行された避難行動としては、上階への避難(垂直避難)の選択が多く、次に避難所への避難の選択が多かった。

次に、避難指示(緊急)発令の認識時のクロス集計の結果(Table 1)、一部損壊の住民で13%、それ以外で20%以上の住民が何も行動を取っていなかった。しかし、家屋被害の程度で避難行動の選択に統計的な違いはみられなかった($\chi^2(15) = 17.08, p = .314$)。大雨特別警報の認識時と同様に、実行された避難行動は、上階への避難(垂直避難)の選択が多く、次に避難所への避難の選択が多かった。

以上のように、家屋被害が生じた地域の住民であっても、避難行動を全く取らない割合は、大雨特別警報から避難指示(緊急)発令へ状況が悪化することで割合は減るものの、一定数は変わらず存在していることが示唆された。

3.2. Awareness of hazard maps before the torrential rain for each housing damage

災害発生以前の住民のハザードマップの認知が、家屋被害に基づく被災状況によって異なるのかを検討するため、家屋被害×ハザードマップ認知のクロス集計を行った(Table 2)。その結果、見たことがある人の割合は50%以上であった。この割合は、全壊の住民で61%と最も多いように、家

Table 2 Cross table of awareness of hazard maps before the disaster by the levels of housing damages

家屋被害	ハザードマップの認知				
	言葉自体を知らなかった	あることを知らなかった	見たことはなかった	見たことはある	内容も覚えていた
全壊	8%	15%	17%	37%	24%
大規模半壊	6%	16%	20%	42%	16%
半壊	12%	17%	18%	32%	21%
一部損壊	13%	25%	6%	38%	19%
$\chi^2(12) = 24.25, p = .019$					

Table 3 Cross table of prediction of flooding before the disaster by the levels of housing damages

家屋被害	水害予期				
	被害を受けるということを災害発生前には知らなかった	たぶん起きない	21世紀中に起きそう	ここ10年くらいの間に起きそう	近いうちに起きそう
全壊	17%	62%	6%	6%	10%
大規模半壊	17%	67%	3%	5%	7%
半壊	14%	63%	4%	8%	11%
一部損壊	14%	63%	4%	8%	11%
$\chi^2(12) = 13.01, p = .368$					

屋被害による違いがみられた($\chi^2(12) = 24.25, p = .019$)。家屋被害の程度により違いはあるものの、西日本豪雨災害より前に多くの住民はハザードマップを目にしていた。

3.3. Residents' estimation of the flooding before the torrential rain for each housing damage

災害発生以前の住民の水害予期が、家屋被害に基づく被災した状況によって異なるのかを検討するため、家屋被害×水害予期のクロス集計を行った(Table 3)。その結果、60%以上の人は水害が起きることを考えていなかった。この割合は、家屋被害で違いはみられなかった($\chi^2(12) = 13.01, p = .368$)。よって、ハザードマップは多くの住民が目にしていてもかからず(see Table 2)、水害を想定した住民は30%にも満たないことが示唆された。

3.4. Awareness of evacuation shelter before the torrential rain for each housing damage

災害発生以前の住民の災害時の避難場所の認識が、家屋被害に基づく被災した状況によって異なるのかを検討するため、家屋被害×避難場所の認識のクロス集計を行った(Table 4)。その結果、60%以上の住民は、避難場所の認識はあることが示された。この割合について、家屋被害で大きな違いはみられなかった($\chi^2(6) = 7.76, p = .256$)。よって、居住年数が長い住民が多いことから、地域の避難場所を多くの住民は認識していた。

Residents' evacuation planning before the torrential rain for each housing damage

災害発生以前の住民の災害時避難計画の立案が、家屋被害に基づく被災した状況によって異なるのかを検討するため、家屋被害×災害時避難計画のクロス集計を行った(Table 5)。その結果、50%以上の住民がおおよそその避難計画を立てていた。家屋被害で違いがみられ、全壊の住民は74%と最も多かった($\chi^2(6) = 14.03, p = .029$)。よって、家屋被害で若干の違いはあったものの、西日本豪雨災害より前に多くの住民はある程度の避難計画を立てていたといえる。

3.5. Residents' estimation of flooding during the torrential rain

大雨特別警報の認識前後と、避難指示(緊急)発令の認識前後での浸水予期が、家屋被害に基づく被災した状況によって異なるのかを検討するため、各発令時点での家屋被害×浸水予期のクロス集計を行った(Table 6)。まず、大雨特別警報直前のクロス集計の結果、60%以上の住民は浸水被害が発生することを考えていなかった。とくに、一部損壊の住民で89%とその割合が多かった($\chi^2(9) = 24.10, p = .004$)。次に、大雨特別警報の認識時のクロス集計の結果、約60%以上の住民は浸水被害が発生することを考えていなかった。とくに、一部損壊の住民で80%とその割合が多かった($\chi^2(9) = 39.00, p < .001$)。その次に、避難指示(緊急)発令直前のクロス集計の結果、約60%以上の住民は災害が発生することを考えていなかった。とくに、一部損壊の住民で89%とその割合が多かった($\chi^2(9) = 38.99, p < .001$)。次に、避難指示(緊急)発令の認識時のクロス集計の結果、48%以上の住民は浸水被害が発生することを考えていなかった。とくに、一部損壊の住民で69%とその割合が多かった($\chi^2(9) = 36.71, p < .001$)。

以上のように、家屋被害が生じた地域の住民であっても、浸水被害が起きないと考えていた住民の割合は、大雨特別警報発令から避難指示(緊急)発令へと状況が悪化すると少なくなるものの、一部損壊の住民ではその割合は多く存在していた。

Table 4 Cross table of awareness of evacuation shelter before the disaster by the levels of housing damages

家屋被害	避難場所の認識			
	避難場所に行く必要性があることを考えていなかった	避難場所がどこか知らなかった	見当はついていて正確に知っていた	見当はついていて正確に知っていた
全壊	0%	34%	18%	48%
大規模半壊	0%	38%	15%	47%
半壊	0%	31%	13%	56%
一部損壊	0%	35%	18%	47%
$\chi^2(6) = 7.76, p = .256$				

Table 5 Cross table of evacuation planning before the disaster by the levels of housing damages

家屋被害	避難計画			
	避難する必要性があることを考えていなかった	ほとんど考えていなかった	大まかな避難の場所や方法は考えていた	避難方法・避難場所について明確に決まりを作っていた
全壊	0%	26%	32%	42%
大規模半壊	0%	32%	34%	34%
半壊	0%	29%	26%	45%
一部損壊	0%	47%	24%	29%
$\chi^2(6) = 14.03, p = .029$				

Table 6 Cross table of estimation of flooding during the disaster by housing damage

家屋被害	豪雨災害時の水害予期			
	特に何も思わなかった	災害発生までは考えなかった	床下浸水程度	床上浸水程度
全壊	21%	44%	27%	8%
大規模半壊	20%	53%	22%	4%
半壊	22%	53%	18%	8%
一部損壊	33%	56%	6%	6%
$\chi^2(9) = 24.10, p = .004$				
大雨特別警報直前	10%	48%	32%	11%
大雨特別警報時	10%	61%	23%	6%
避難指示(緊急)直前	9%	57%	19%	15%
避難指示(緊急)時	7%	73%	13%	7%
$\chi^2(9) = 39.00, p < .001$				
大雨特別警報直前	15%	42%	29%	13%
大雨特別警報時	14%	55%	21%	10%
避難指示(緊急)直前	19%	47%	18%	16%
避難指示(緊急)時	33%	56%	11%	0%
$\chi^2(9) = 38.99, p < .001$				
大雨特別警報直前	8%	40%	33%	19%
大雨特別警報時	8%	55%	26%	11%
避難指示(緊急)直前	7%	49%	22%	23%
避難指示(緊急)時	0%	69%	25%	6%
$\chi^2(9) = 36.71, p < .001$				

3.6. The determinants of residents' evacuation behaviors during the emergency heavy rain warning

大雨特別警報の認識時に、住民のどのような特徴や理由が避難行動の選択に影響を及ぼしていたのかを検討する。そこで、大雨特別警報時に被災地域の自宅にいた住民 $n = 1789$ を対象に分析を行う。まず、大雨特別警報の認識時の避難行動の選択の項目を、「避難」としては特に行動していなかったを0、「安全な自宅などに積極的に留まっていた」、「自宅の上階などに避難をした」、「近隣の安全だと思われる建物(避難所以外)に避難をした」、「避難所に避難した」、「その他」といった避難行動を1とする、2値のダミー変数にした。分析では、この変数を避難行動選択の従属変数として用いた。次に、性別、家屋被害の程度、災害発生以前のハザードマップの認知、災害発生

Table 7 Results of the Bayesian logistic regression for evacuation behavior during the emergency heavy rain warning

label	odds rate	mean	se mean	sd	95%LCI	95%UCI	n eff	Rhat
Intercept	.454	-.789	.002	.339	-1.455	-.130	23939	1.000
性別	1.290	.255	.001	.165	-.065	.576	41624	1.000
年齢	1.504	.408	.001	.102	.208	.607	26515	1.000
居住年数	.850	-.162	.001	.102	-.364	.038	29255	1.000
水害予期(たぶん起きない)	1.081	.078	.001	.190	-.294	.448	23754	1.000
水害予期(21世紀中)	.614	-.488	.002	.385	-1.244	.265	30977	1.000
水害予期(10年以内)	1.211	.191	.002	.414	-.595	1.019	32515	1.000
水害予期(近いうち)	.968	-.033	.002	.367	-.751	.688	29721	1.000
ハザードマップ(言葉は知っている)	1.087	.083	.002	.288	-.480	.646	15558	1.000
ハザードマップ(見たことはない)	1.215	.194	.002	.285	-.363	.754	14375	1.000
ハザードマップ(内容までは覚えていない)	.942	-.060	.002	.264	-.576	.458	13554	1.000
ハザードマップ(内容も覚えていた)	.906	-.098	.002	.309	-.705	.512	15542	1.000
避難場所(見当はついていた)	.863	-.147	.001	.220	-.576	.292	30750	1.000
避難場所(正確にしていた)	.934	-.068	.001	.178	-.419	.280	27356	1.000
避難計画(方法は考えていた)	.970	-.031	.001	.178	-.385	.318	26651	1.000
避難計画(明確に決まりを作っていた)	.989	-.011	.001	.211	-.422	.407	26586	1.000
警報前の浸水予期(災害発生までは考えなかった)	1.081	.078	.001	.201	-.315	.474	22010	1.000
警報前の浸水予期(床下浸水程度)	1.362	.309	.002	.267	-.224	.827	21586	1.000
警報前の浸水予期(床上浸水程度)	.558	-.584	.004	.530	-1.631	.472	22935	1.000
警報時の浸水予期(災害発生までは考えなかった)	1.695	.528	.002	.240	.060	1.000	21133	1.000
警報時の浸水予期(床下浸水程度)	2.377	.866	.002	.296	.286	1.453	18419	1.000
警報時の浸水予期(床上浸水程度)	7.316	1.990	.004	.507	1.016	3.011	20920	1.000
家屋被害(全壊)	.861	-.149	.001	.279	-.697	.390	41720	1.000
家屋被害(半壊)	.760	-.274	.001	.277	-.817	.273	45836	1.000
家屋被害(一部)	.506	-.681	.004	.881	-2.395	1.129	43358	1.000
雨が降っていたから	1.412	.345	.001	.216	-.074	.769	41680	1.000
建物の安全性が不安だったから	8.714	2.165	.004	.681	.966	3.641	32380	1.000
建物に被害があったから	12.675	2.540	.009	1.319	.490	5.671	22119	1.000
平屋だったから	.390	-.941	.003	.536	-1.992	.119	42509	1.000
電気・ガス・水道などのライフラインが使えたから	.700	-.356	.001	.271	-.891	.170	34707	1.000
周囲や道路が冠水していたから	2.628	.966	.001	.202	.578	1.371	38396	1.000
家族に高齢者がいたから	2.133	.757	.002	.341	.105	1.443	39483	1.000
家族に乳幼児・子どもがいたから	3.051	1.115	.001	.295	.547	1.706	42242	1.000
家族に特別なケアを必要とする人がいたから	3.084	1.126	.003	.534	.129	2.232	38937	1.000
ペットがいたから	1.019	.019	.001	.228	-.426	.468	40351	1.000
情報や物資が得られると思ったから	2.980	1.092	.004	.766	-.333	2.673	37572	1.000
行政の支援が得られると思ったから	2.603	.957	.005	.958	-.710	3.063	31857	1.000
近所の人に言われたから	3.018	1.105	.002	.317	.499	1.741	43936	1.000
家族・親せきに言われたから	4.372	1.475	.001	.277	.951	2.022	40563	1.000
消防・警察などに言われたから	3.779	1.330	.004	.716	.055	2.864	38278	1.000
防災行政無線などの情報を得たから	4.033	1.395	.002	.380	.683	2.175	36545	1.000
雨がそれほどひどくなかったから	.623	-.474	.001	.251	-.966	.017	43183	1.000
そこにいる方が安全だと思ったから	1.929	.657	.001	.170	.323	.988	41232	1.000
建物に被害がなかったから	.853	-.159	.001	.258	-.673	.351	38256	1.000
2階以上に上がればよいから	2.727	1.003	.001	.174	.666	1.345	40717	1.000
電気・ガス・水道などのライフラインが使えなかったから	.923	-.080	.003	.662	-1.343	1.289	42506	1.000
周囲や道路が冠水していなかったから	.419	-.869	.001	.220	-1.304	-.436	38664	1.000
家族に特別なケアを必要とする人がいなかったから	1.191	.175	.002	.483	-.757	1.117	45496	1.000
たいしたことがないと思ったから	.541	-.614	.001	.171	-.951	-.278	38436	1.000
避難するのが面倒だったから	1.384	.325	.002	.451	-.566	1.198	40484	1.000
避難するのを感じなかったから	.296	-1.219	.001	.178	-1.573	-.878	38715	1.000
避難したくてもできなかったから	1.141	.132	.002	.339	-.520	.803	39173	1.000
テレビ・ラジオなどの情報を得たから	1.991	.689	.001	.282	.148	1.252	45145	1.000
SNS(Twitter, Facebook等で)情報を得たから	2.970	1.088	.002	.504	.137	2.117	42695	1.000
その他	1.585	.461	.001	.252	-.035	.955	42926	1.000
lp		-713.265	.065	5.385	-724.868	-703.687	6930	1.000

Note: The interval estimation of coefficients is significant as long as 0 is not included between 95%LCI and 95%UCI.

以前の水害予期、災害発生以前の災害の時の避難場所の認識、災害発生以前の災害時避難計画、大雨特別警報直前の浸水予期、大雨特別警報の認識時の浸水予期、大雨特別警報の認識時に避難した、避難しなかった理由としてあげた31項目をダミー変数とした。分析ではこれらの変数を独立変数として用いた。ただし、「とにかく人のいるとこ

ろに行きたかったから」の項目に該当すると答えた人が少なく、推定の際に、過分散が生じてしまうため、分析から除外した。さらに、年齢と居住変数を量的変数の独立変数として用いた。避難行動の有無を予測するため、ベルヌーイ分布によるベイズ推定のロジスティック回帰分析を行った。分析には、Rとbrmsパッケージ[26]を用いた。分

析は、リサンプル数=10000、バーンイン=5000、チェーン数=4の設定で推定を行った。それぞれの変数について、すべてのRハットは4つのチェーンを通じて、基準である1.1未満で、収束が確認された。分析結果をTable 7に示す。さらに、ベイズ推定の事後分布に基づく推定値のodds比を算出し、統計的に有意であった変数をFigure 1(a)に示した。

(odds = 8.71, b = 2.17, 95%CI = .966 ~ 3.641)、警報時の浸水予期のdummy(床上浸水程度: odds = 7.32, b = 1.99, 95%CI = 1.016 ~ 3.011)であった。危機に直面している人ほど、避難行動をとっていた。その次に避難行動を選択する確率を高める変数として影響を及ぼしていた変数は、「家族・親せきに言われたから」(odds = 4.37, b = 1.48, 95%CI

Table 8 Results of the Bayesian logistic regression for evacuation behavior during the evacuation order

label	odds rate	mean	se mean	sd	95%LCI	95%UCI	n eff	Rhat
Intercept	.169	-1.776	.005	.644	-3.064	-.530	18092	1.000
性別	.760	-.275	.002	.345	-.963	.394	29441	1.000
年齢	1.241	.216	.001	.190	-.154	.594	20197	1.000
居住年数	.606	-.501	.001	.193	-.886	-.124	20042	1.000
水害予期(たぶん起きない)	.905	-.100	.003	.361	-.802	.599	19144	1.000
水害予期(21世紀中)	.259	-1.353	.005	.781	-2.934	.144	22508	1.000
水害予期(10年以内)	3.383	1.219	.006	1.061	-.798	3.391	26818	1.000
水害予期(近いうち)	.894	-.112	.005	.771	-1.652	1.389	20933	1.000
ハザードマップ(言葉は知っている)	1.286	.252	.005	.560	-.819	1.349	10641	1.000
ハザードマップ(見たことはない)	.741	-.299	.006	.569	-1.417	.809	10148	1.000
ハザードマップ(内容までは覚えていない)	1.114	.108	.005	.524	-.923	1.135	9617	1.000
ハザードマップ(内容も覚えていた)	.619	-.479	.006	.603	-1.677	.699	10949	1.000
避難場所(見当はついていた)	.661	-.414	.003	.420	-1.235	.400	22998	1.000
避難場所(正確にしていた)	.912	-.093	.002	.328	-.741	.541	23464	1.000
避難計画(方法は考えていた)	1.124	.117	.002	.328	-.543	.753	20720	1.000
避難計画(明確に決まりを作っていた)	1.278	.245	.003	.401	-.536	1.022	19619	1.000
避難指示(緊急)前の浸水予期(災害発生までは考えなかった)	2.187	.783	.003	.422	-.033	1.613	14721	1.000
避難指示(緊急)前の浸水予期(床上浸水程度)	.741	-.300	.005	.562	-1.403	.792	13447	1.000
避難指示(緊急)前の浸水予期(床上浸水程度)	.329	-1.112	.007	.956	-3.001	.725	16299	1.000
避難指示(緊急)時の浸水予期(災害発生までは考えなかった)	2.588	.951	.004	.492	-.006	1.927	14001	1.000
避難指示(緊急)時の浸水予期(床上浸水程度)	4.175	1.429	.005	.602	.278	2.623	12351	1.000
避難指示(緊急)時の浸水予期(床上浸水程度)	11.386	2.432	.007	.787	.938	4.053	13134	1.000
家屋被害(全壊)	.471	-.753	.003	.545	-1.833	.292	29888	1.000
家屋被害(半壊)	.451	-.796	.004	.647	-2.098	.436	29734	1.000
家屋被害(一部)	.829	-.188	.012	2.048	-4.471	3.593	30777	1.000
雨が降っていたから	1.453	.374	.003	.469	-.541	1.293	32312	1.000
建物の安全性が不安だったから	4.674	1.542	.007	1.105	-.488	3.857	27722	1.000
建物に被害があったから	18.918	2.940	.010	1.528	.371	6.432	22525	1.000
電気・ガス・水道などのライフラインが使えたから	.518	-.657	.003	.530	-1.716	.365	25226	1.000
周囲や道路が冠水していたから	1.638	.493	.002	.391	-.262	1.272	30486	1.000
家族に高齢者がいたから	2.098	.741	.005	.798	-.785	2.352	26228	1.000
家族に乳幼児・子どもがいたから	2.120	.751	.004	.644	-.495	2.043	29026	1.000
家族に特別なケアを必要とする人がいたから	.118	-2.141	.008	1.268	-4.813	.152	24490	1.000
ペットがいたから	1.681	.519	.002	.399	-.260	1.313	31678	1.000
情報や物資が得られると思ったから	1.408	.342	.007	1.258	-2.087	2.806	30527	1.000
行政の支援が得られると思ったから	2.272	.821	.008	1.327	-1.676	3.568	30404	1.000
近所の人に言われたから	1.250	.223	.004	.686	-1.127	1.576	30681	1.000
家族・親せきに言われたから	5.732	1.746	.004	.591	.643	2.943	27970	1.000
消防・警察などに言われたから	43.458	3.772	.010	1.591	1.134	7.385	23502	1.000
防災行政無線などの情報を得たから	3.433	1.233	.005	.763	-.196	2.807	28592	1.000
雨がそれほどひどくなかったから	.838	-.176	.003	.441	-1.067	.679	31053	1.000
そこにいる方が安全だと思ったから	2.048	.717	.002	.321	.096	1.343	28052	1.000
建物に被害がなかったから	.671	-.399	.003	.424	-1.233	.436	27168	1.000
2階以上に上がればよいから	2.765	1.017	.002	.355	.319	1.714	29970	1.000
電気・ガス・水道などのライフラインが使えなかったから	8.676	2.161	.010	1.665	-.854	5.858	28551	1.000
周囲や道路が冠水していなかったから	.740	-.301	.002	.372	-1.032	.423	27771	1.000
たいしたことがないと思ったから	.494	-.705	.002	.327	-1.352	-.068	30837	1.000
避難するのが面倒だったから	.560	-.579	.006	.920	-2.555	1.099	24936	1.000
避難するの必要を感じなかったから	.302	-1.197	.002	.341	-1.872	-.541	27808	1.000
避難したくてもできなかったから	.942	-.060	.004	.622	-1.303	1.146	30812	1.000
テレビ・ラジオなどの情報を得たから	2.897	1.064	.004	.666	-.210	2.431	26032	1.000
SNS(Twitter, Facebook等)で情報を得たから	3.786	1.331	.005	.918	-.387	3.198	32252	1.000
その他	2.261	.816	.003	.445	-.042	1.699	28610	1.000
lp		-256.660	.067	5.565	-268.447	-246.745	6926	1.000

Note: The interval estimation of coefficients is significant as long as 0 is not included between 95%LCI and 95%UCI.

その主な結果として、避難行動を選択する確率を高める大きな変数となっていたのが、「建物に被害があったから」(odds = 12.68, b = 2.54, 95%CI = .490 ~ 5.671)、「建物の安全性が不安だったから」

(odds = 8.71, b = 2.17, 95%CI = .966 ~ 3.641)、「防災行政無線などの情報を得たから」(odds = 4.03, b = 1.40, 95%CI = .683 ~ 2.175)、「消防・警察などに言われたから」(odds = 3.78, b = 1.33, 95%CI = .055 ~ 2.864)であった。他者から

のはたらきかけが避難行動の選択を促進していた。その次に影響を及ぼしていた変数は、「家族に特別なケアを必要とする人がいたから」(odds = 3.08, b = 1.13, 95%CI = .129 ~ 2.232)、「家族に乳幼児・子どもがいたから」(odds = 3.05, b = 1.12, 95%CI = .547 ~ 1.706)であった。災害弱者がいることが避難行動の選択を高めていたしていた。一方、「避難するの必要を感じなかったから」(odds = .30, b = -1.22, 95%CI = -1.573 ~ -.878)、「たいしたことがないと思ったから」(odds = .54, b = -.61, 95%CI = -.951 ~ -.278)という理由を選択した人は、避難行動を取る確率が低くなっていた。さらに特徴的だったのは、西日本豪雨災害発生以前のハザードマップの認識、水害予期、避難場所の認識、避難計画、警報発令直前の浸水予期は、避難行動の選択に影響を及ぼしていなかった。

3.7. The determinants of residents' evacuation behaviors during the evacuation order (emergency)

避難指示(緊急)発令の認識時に、住民のどのような特徴や理由が避難行動の選択に影響を及ぼしていたのか検討する。そこで、大雨特別警報時に避難をしていない住民で、自宅にいた住民 $n = 438$ を対象に分析を行う。まず、大雨特別警報の認識時の分析と同様に、避難指示(緊急)発令の認識時の避難行動の選択の項目を2値のダミー変数にした。分析では、この変数を避難行動選択の従属変数として用いた。次に、性別、家屋被害の程度、災害発生以前のハザードマップの認知、災害発生以前の水害予期、災害発生以前の災害の時の避難場所の認識、災害発生以前の災害時避難計画、

避難指示(緊急)発令直前の浸水予期、避難指示(緊急)発令の認識時の浸水予期、避難指示(緊急)発令の認識時に避難した、避難しなかった理由としてあげた31項目をダミー変数とした。分析ではこれらの変数を独立変数として用いた。ただし、「とにかく人のいるところに行きたかったから」、「平屋だったから」、「家族に特別なケアを必要とする人がいなかったから」の項目に該当すると答えた人が少なく、推定の際に、過分散が生じてしまうため、分析から除外した。さらに、年齢と居住変数を量的変数の独立変数として用いた。避難行動の有無を予測するため、ベルヌーイ分布によるベイズ推定のロジスティック回帰分析を行った。分析には、Rとbrmsパッケージ(Bürkner, 2017)を用いた。分析は、リサンプル数=10000、バーンイン=5000、チェーン数=4の設定で推定を行った。それぞれの変数について、すべてのRハットは4つのチェーンを通じて、基準である1.1未満で、収束が確認された。分析結果をTable 8に示す。さらに、ベイズ推定の事後分布に基づく推定値のodds比を算出し、統計的に有意であった変数をFigure 1(b)に示した。

その主な結果として、避難行動を選択する確率を高める最も大きな変数となっていたのが、「消防・警察などに言われたから」(odds = 43.46, b = 3.77, 95%CI = 1.134 ~ 7.385)であった。公的機関からはたらきかけが重要な要因であった。次に、避難行動を選択する確率を高めていたのが、建物に被害があったから」(odds = 18.92, b = 2.94, 95%CI = .371 ~ 6.432)、避難指示発令時の浸水予期のdummy(床上浸水程度: odds = 11.39, b = 2.43, 95%CI = .938 ~ 4.053)であった。危機に直面して

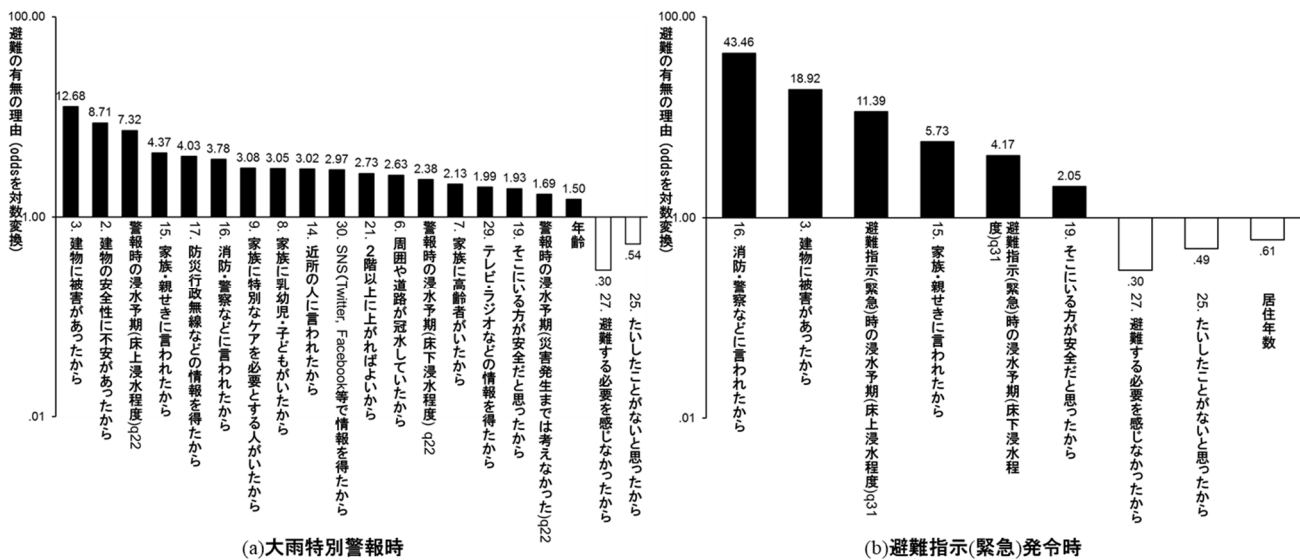


Figure 1 Odds rates of reasons for evacuation behavior under the emergency heavy rain warning and the evacuation order (emergency)

Note odds比の説明の例として、the emergency heavy rain warningの「建物の被害があったから」の12.68は、この理由を選択した人は選択しなかった人に比べて避難する割合が12.68倍になることを示す。同じく、「避難するの必要を感じなかったから」の0.30は、この理由を選択した人は選択しなかった人に比べて避難する割合が0.30倍になることを示す。

いる人ほど、避難行動を取っていた。一方、避難行動を抑制していたのは、「避難する必要を感じなかったから」(odds = .30, $b = -1.20$, 95%CI = -1.872 ~ -.541)、「たいしたことがないと思ったから」(odds = .49, $b = -.71$, 95%CI = -1.352 ~ -.068)という理由に加え、居住年数(odds = .61, $b = -.50$, 95%CI = -.886 ~ -.124)も影響していた。災害への不安を感じない住民や居住年数が長い住民ほど避難をしていなかった。さらに、大雨特別警報の認識時の避難行動と同様に、西日本豪雨災害発生以前のハザードマップの認識、水害予期、避難場所の認識、避難計画、避難指示発令直前の浸水予期は、避難行動の選択に影響を及ぼしていなかった。

4. Discussion

本研究では、西日本豪雨災害前および発生時の住民の認知や行動決定プロセスを検討することで、避難行動を左右する要因を検討した。まず、西日本豪雨災害前において、多くの住民はハザードマップを見ていたにもかかわらず、水害が発生することを予期している住民の割合は少なかった。これまでも、ハザードマップの認識は水害のリスク認知に影響を及ぼさないことが示唆されている[11]。また、災害に対する知識も人々の対応行動を引き起こす要因にはならないことが指摘されている[12]。平常時は楽観性のバイアスが作用しやすいため[16]、災害に対する科学的情報は、人々の危機感の形成には十分な影響力を持たない可能性がある。とくに、人間はハザードマップで提供されているような客観的な情報に対して十分に反応することができない傾向がある。そのため、人間の認知のメカニズムに応じたデザインが求められる。例えば、想定される被害の情報だけでなく、具体的にどのような被害になるかの画像を挿入するなど、被害を直観的に捉えるような表現が求められる。

次に、西日本豪雨災害時の避難行動について、住宅に被害が生じるような状況であっても、一定数の住民は避難行動を何もとっていないことが示唆された。大雨特別警報から避難指示へ警報が変化したことにより、避難行動を取らない住民は減ったものの、それぞれの警報を受けても行動しない住民がいた。これまでも、比較的切迫性を認識しやすい地震において、緊急地震速報の警報を受けても、安全確保行動を取らなかった人が多いことが指摘されている[15]。一般的にも、災害に対する対応行動は取られにくいことが示唆されている[16]。

その次に、大雨特別警報の認識時の避難行動の規定因に関して、最も避難行動を取っていたのは、危機に直面していると認識している人であった。これまで、災害に対する恐怖といった感情的な要

因が対応行動を生じさせることが指摘されている[19, 25]。また、家族や親せきなどの他者からのほたらきかけが避難行動を促進していた。友人家族といった身近な人からのほたらきかけによって、防災行動が促進されることは、これまでも指摘されている[20]。加えて、特別なケアを必要とする人、乳幼児・子どもといった災害弱者がいる人が、避難行動を取っていた。先行研究においても、災害弱者がいることが避難行動を選択する大きな要因であることが指摘されている[22]。

避難指示発令時の避難行動の規定因に関して、最も避難行動を取っていたのは、消防・警察などの公的機関からの働きかけがあったと認識している人であった。これまで、災害の状況が深刻化していても避難行動を取っていない人でも、周囲からのほたらきかけにより避難行動を取ることが示唆されている[9]。Solberg et al [16]は、社会的ネットワークからのほたらきかけは、強い行動規範となると議論している。また、危機に直面していると認識している人も避難行動をとっていた。しかし、大雨特別警報の認識時と異なり、避難行動の選択に影響を及ぼしている2番目の要因であった。これまでも、個人の行動決定の段階によって、災害への対応行動の規定因が異なることが示唆されている[25]。実際に、大雨特別警報の認識時と避難指示発令の認識時で、避難行動の規定因の影響の仕方が異なっていた。先に発令された大雨特別警報の認識時に避難行動を取った人は自らの危機感に基づいて行動を選択していた傾向が強い。後に発令された避難指示時に避難行動をとった人は、先の大雨特別警報発令の認識時には行動を取っていかなかった。そのため、自らの危機感よりも、公的機関といった権威からの要請によって行動を促されている。人々は判断が難しい場面に直面すると、権威へ服従しやすいことが古典的な心理学によっても指摘されている[21]。

さらに、大雨特別警報時と避難指示発令時の両方において、ハザードマップの認識、水害予期、避難場所の認識、避難計画、警報発令前までの浸水予期は、避難行動の選択に影響を及ぼしていなかった。リスク判断において、熟慮によるSystem2よりも直観によるSystem1が優先して作用することが示唆されている[6, 7]。ハザードマップや水害予期といった合理的な判断は、System2に依存するため、緊急時の避難行動の選択には影響を及ぼさなかったと考えられる。代わりに、危機感といった感情に関わる判断からSystem1の反応として、避難行動が選択されていた。実際に、住民のハザードマップの認識[11]や、災害発生前の水害予期[19]は、水害の対応行動に影響を及ぼさないことが指摘されている。避難場所の認識や避難計画を立てていても、災害時の避難行動の選択に影響を及ぼさなかった点についても、災害に関する知識

と対応行動との関連性が極めて低いことに起因しているのかもしれない[12]。そもそも、自然災害に対する人々の反応の仕方は合理的(rational)ではない[13]。災害に対する科学的な情報や知識だけでは、人々の避難行動の選択を促進するには限界があるのかもしれない。

本研究にはいくつか課題が存在する。1つは、本研究データは、西日本豪雨災害から約5ヶ月後に収集されたものである。災害直後は、物理的にも倫理的にも調査を行うことは困難である。災害当日の状況判断として解釈する上では一定の限界が存在する。2つは、本研究のデータは西日本豪雨災害より「自宅のり災証明書」が発行された住民を対象にしたものである。そのため、調査結果を過大に評価している可能性がある。とくに、被害を受けなかった地域の住民は、災害前の情報や知識が不十分であったり、災害時の避難行動を取った割合がさらに低い可能性がある。本研究にはこのような課題が存在するものの、西日本豪雨災害により被害を受けた住民の大雨特別警報から避難指示発令時までの状況変化による避難行動の規定因を検討することで、避難行動の検討課題を明らかにすることができた。

5. Conclusions

西日本豪雨災害では避難行動の低さが問題となっていた。本研究では、岡山県の被災住民を対象にした調査データに基づき、大雨特別警報と避難指示発令の認識時の避難行動の選択とその規定因について検討を行った。その結果、早い段階で避難行動を取る住民は自らの危機感の認識により行動するのに対し、後の段階で行動する人は外部からのほたらきかけによって避難行動を取っていた。災害に関する科学的な知識や情報は、災害時の避難行動を生じさせるのには不十分であることが示唆された。人間の判断と行動には乖離が生じることが指摘されているように[13]、人間の心理的なメカニズムに基づいた災害リスク・コミュニケーションが重要である。豪雨災害は、長く続く雨によって引き起こされる場合が多い。平常時のハザードマップの認識や災害予期と、災害発生時の住民の状況認識に乖離が生じやすいと考えられる。災害時には、System1の直観的な危機感を喚起させるようなコミュニケーションが避難行動を促進する上で求められているといえる。今後は、災害時の行動を分析した実証的な知見に基づき、実際の人々の意思決定プロセスの特性に応じた避難誘導の施策が求められる。

Acknowledgements

The data for this analysis was provided by Okayama prefecture[23].

References:

- [1] Cabinet Office, "The report about the damage of the torrential rain in western Japan in 2018" 2018, Retrieved from http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf.
- [2] 広島市. "平成30年7月豪雨災害における避難対策等の検証とその充実に向けた提言" 2018, <https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/54796.pdf>.
- [3] HBMS. "平成30年7月豪雨の避難意識と行動に関する調査 防災マーケティング研究チーム調査結果【速報】" 2018, Retrieved from https://mba-pu-hiroshima.ac.jp/pdf/h30/180801a_bousaipress.pdf.
- [4] 読売新聞, "警戒レベル 避難の心得 豪雨で意識向上・「慣れ」懸念," 読売新聞 6月16日朝刊, 3., 2019.
- [5] K. Ninomiya, E. Ikuta, and D. Sasaki, "Effect of Consciousness and Preparedness for Disaster on Decision-Making during Disaster : Survey of Evacuation Behavior in the Case of Typhoon Lan," *Journal of Social Safety Science*, vol. 35, pp. 233-242, 2019.
- [6] P. Slovic, "'If I look at the mass I will never act': Psychic numbing and genocide," *Judgment and Decision Making*, vol. 2, no. 2, pp. 79-95, 2007.
- [7] K. E. Stanovich, and R. F. West, "Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate?," *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 23, no. 05, pp. 645-665, 2000.
- [8] I. L. Janis, and L. Mann, *Decision making: A psychological analysis of conflict, choice, and commitment*, New York, NY, US: Free Press, 1977.
- [9] S. Ohtomo, R. Kimura, and N. Hirata, "The Influences of Residents' Evacuation Patterns in the 2016 Kumamoto Earthquake on Public Risk Perceptions and Trust Toward Authorities," *Journal of Disaster Research*, vol. 12, no. 6, pp. 1139-1150, 2017.
- [10] S. Ohtomo, and Y. Hirose, "Consumer's psychological processes of hoarding and avoidant purchasing after the Tohoku earthquake" *The Japanese Journal of Psychology*, vol. 84, no. 6, pp. 557-565, 2014. doi:10.4992/jjpsy.84.557
- [11] M. Siegrist, and H. Gutscher, "Flooding Risks: A Comparison of Lay People's Perceptions and Expert's Assessments in Switzerland," *Risk Analysis*, vol. 26, no. 4, pp. 971-979, 2006.
- [12] P. Bubeck, W. J. W. Botzen, and J. C. J. H. Aerts, "A Review of Risk Perceptions and Other Factors that Influence Flood Mitigation Behavior," *Risk Analysis*, vol. 32, no. 9, pp. 1481-1495, 2012.
- [13] G. Wachinger, O. Renn, C. Begg, and C. Kuhlicke, "The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards," *Risk Analysis*, vol. 33, no. 6, pp. 1049-1065, 2013.
- [14] R. Kimura, S. Ohtomo, and N. Hirata, "A Study on the 2016 Kumamoto Earthquake: Citizen's Evaluation of Earthquake Information and Their Evacuation and Sheltering Behaviors," *Journal of Disaster Research*, vol. 12, no. 6, pp. 1117-1138, 2017.
- [15] K. Nakayachi, J. S. Becker, S. H. Potter, and M. Dixon, "Residents' Reactions to Earthquake Early Warnings in Japan," *Risk Analysis*, vol. 39, no. 8, pp. 1723-1740, 2019.
- [16] C. Solberg, T. Rossetto, and H. Joffe, "The social psychology of seismic hazard adjustment: re-evaluating the international literature," *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, vol. 10, no. 8, pp. 1663-1677, 2010.
- [17] T. Grothmann, and F. Reusswig, "People at Risk of Flooding: Why Some Residents Take Precautionary Action While Others Do Not," *Natural Hazards*, vol. 38, no. 1, pp. 101-120, May 01, 2006.
- [18] J. de Boer, W. J. Wouter Botzen, and T. Terpstra, "More Than Fear Induction: Toward an Understanding of People's Motivation to Be Well-Prepared for Emergencies in Flood-Prone Areas," *Risk Analysis*, vol. 35, no. 3, pp. 518-535, 2015.
- [19] K. Takao, T. Motoyoshi, T. Sato, T. Fukuzondo, K. Seo, and S. Ikeda, "Factors determining residents' preparedness for floods in modern megalopolises: the case of the Tokai flood disaster in Japan," *Journal of Risk Research*, vol. 7, no. 7-8, pp. 775-787, 2004/11/01, 2004.
- [20] K. Heller, D. B. Alexander, M. Gatz, B. G. Knight, and T. Rose, "Social and Personal Factors as Predictors of Earthquake Preparation: The Role of Support Provision, Network Discussion, Negative Affect, Age, and Education," *Journal of Applied Social Psychology*, vol. 35, no. 2, pp. 399-422, 2005.
- [21] S. Milgram, "Behavioral Study of obedience," *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, vol. 67, no. 4, pp. 371-378, 1963.

- [22] R. Kimura, H. Hayashi, S. Tatsuki, K. Tamura, K. Horie, A. Kuromiya, K. Reo, H. Haruo, T. Shigeo, T. Keiko, H. kei, and K. Akiko, "Defined Evacuation and Sheltering Processes of Disaster Victims in the 2004 Mid-Niigata Prefecture Earthquake," *Journal of social safety science*, vol. 7, pp. 161-170, 2005/11, 2005.
- [23] 岡山県. "平成30年7月豪雨災害での対応行動に関するアンケート調査報告書" 2018. Retrieved from https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/601705_5031914_misc.pdf.
- [24] 岡山県. "平成30年7月豪雨災害記録誌" 2019. Retrieved from <http://kikikanri.pref.okayama.jp/saigai2018/kirokushi2018.pdf>.
- [25] I. M. Martin, H. Bender, and C. Raish, "What Motivates Individuals to Protect Themselves from Risks: The Case of Wildland Fires," *Risk Analysis*, vol. 27, no. 4, pp. 887-900, 2007.
- [26] P.-C. Bürkner, "brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan," 2017, vol. 80, no. 1, pp. 28, 2017-08-29, 2017.

Appendix

Appendix Reasons for evacuation decision

避難された方は避難した理由、避難されなかった方は避難をしなかった理由について教えてください。以下のあてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 雨が降っていたから
2. 建物の安全性が不安だったから
3. 建物に被害があったから
4. 平屋だったから
5. 電気・ガス・水道などのライフラインが使えたから
6. 周囲や道路が冠水していたから
7. 家族に高齢者がいたから
8. 家族に乳幼児・子どもがいたから
9. 家族に特別なケアを必要とする人がいたから
10. ペットがいたから
11. とにかく人のいるところに行きたかったから
12. 情報や物資が得られると思ったから
13. 行政の支援が得られると思ったから
14. 近所の人に言われたから
15. 家族・親せきに言われたから
16. 消防・警察などに言われたから
17. 防災行政無線などの情報を得たから
18. 雨がそれほどひどくなかったから
19. そこにいる方が安全だと思ったから
20. 建物に被害がなかったから
21. 2階以上に上がればよいから
22. 電気・ガス・水道などのライフラインが使えなかったから
23. 周囲や道路が冠水していなかったから
24. 家族に特別なケアを必要とする人がいなかったから
25. たいしたことがないと思ったから
26. 避難するのが面倒だったから
27. 避難するのを感じなかったから
28. 避難したくてもできなかったから
29. テレビ・ラジオなどの情報を得たから
30. SNS (Twitter, Facebook等) で情報を得たから
31. その他