

住民セグメンテーションを用いた 災害への備えの促進策に関する研究

吉田 護¹・柿本 竜治²

¹正会員 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科
(〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14)
E-mail: yoshida-m@nagasaki-u.ac.jp

²正会員 熊本大学大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2-39-1)
E-mail: kakimoto@kumamoto-u.ac.jp

本研究では、熊本県阿蘇市の住民を対象に質問紙調査を実施し、災害への備えの実施選択について潜在クラスモデルを用いてモデル化し、住民の自発的な減災対策（非常持出品の準備、避難経路の確認）を促すための政策的示唆を得ることを試みた。住民の区分化に際しては、被災経験に着目し、災害への備えの説明変数には防護動機理論(Rogers, 1981)の諸心理的要素を用いてモデル化を行った。結果として、非常持出品の準備については、被災経験者ほど防護動機理論の諸要素によって行動が説明されるクラスに分類されること、避難経路の確認については、被災経験の多い住民ほど避難経路の確認の効果に関する認知が、また被災経験の少ない住民はその費用に関する認知が重要な行動の説明変数であることが明らかとなった。

Key Words : disaster preparedness, public segmentation, latent-class binary logit model
protection motivation theory

1. はじめに

災害対策・対応において行政機関のみによる取り組みには限界があるという認識が広がる中、ハザードマップの配布や減災地域リーダー研修会の実施、家庭向けの防災マニュアルの作成・配布など様々な手段を通じて、自治体は住民の自発的な減災対策の促進を図っている。住民は行政に対する過度な期待を避け、個々または属するコミュニティ単位でその対策・対応に取り組むことが求められる。一方、災害に対する意識は高まりつつあるが、実際の行動に結びついていない、という指摘がある。自治体や研究機関、NPO、マスメディアなどの様々な取り組みは、甚大な被害をもたらした近年の自然災害とも相まって、住民の災害に対する意識の向上に大きく寄与したと考えるが、住民の自発的な減災行動は多くの既往の調査報告が示すとおり、不十分な水準にあると言わざるを得ない。

本稿では、このような背景から、住民の自発的な減災行動を促すためのより効果的なリスクコミュニケーションの枠組みを構築することを目的とする。具体的には、潜在クラスモデル¹⁾を用いて、住民の災害に対する備えの実施を説明する行動モデルを作成する。潜在クラスモデルを用いることにより、住民の個人属性や過去の経験

による、災害の備えに対する選好の異質性を表すことができる。住民の異質性を前提とすることにより、その特性に応じたリスクコミュニケーションの枠組みを構築することが可能である。多くの既往研究で指摘されているように、自治体が住民に災害への備えを促す場合、住民に一律に働きかけることには限界がある。住民の個人属性や過去の経験に応じて、その備えを効果的に促す情報や知識は異なるはずである。潜在クラスモデルを通じた住民の区分化によって、住民の特性に応じた減災教育やセミナーの内容の検討が可能となる。

なお、住民の区分化については、マーケティング²⁾や公衆衛生³⁾の分野で多くの研究蓄積がある。一方で、防災・減災分野においては、その重要性を指摘する文献はあるが⁴⁾、十分な研究蓄積があるとは言えない。このような立場から、本稿では、住民を区分化する手段としての潜在クラスモデルに着目し、区分化された住民を前提としたリスクコミュニケーションの枠組みの提案を行うことを目的とする。

また、住民を区分化する特性として、本稿では被災経験に着目する。本人の被災経験はリスク認知を高めるとする論文は、国内外問わず数多く見られるが、行動意図や実際の行動に結び付くかについては見解が分かれています。

る。災害は発生したがそのとき個人的には被害を受けなかった住民は比較的リスク認知が低い、とする見解は多く、Ruinら⁸⁾は水害の文脈において過去直接水害を経験した個人は、危険を過大評価し、未経験の個人は過小評価する傾向にあることを示している。また、土砂災害においても経験者は、災害発生の頻度、命の危険、恐怖を未経験者と比較して高く認知している、とする結果を示している。被災経験といっても人的被害の経験から地震や土砂災害における家屋の倒壊被害、水害における床上浸水など、その特徴は様々である。また、避難訓練経験者、すなわち、実際に避難路を歩いたことがあるという経験が実際の避難行動を促した、とする大本ら¹¹⁾の研究結果もある。

被災経験について、どのような因果関係を仮定するかは分析者の視点によるものが大きい。本研究では、分析の最終的な目標は住民の（観察可能な）特性による区分化にあるため、潜在的に住民は複数のクラスに分類できることを前提としたい。そのため、住民のクラス分類関数の変数として被災経験を用い、クラス分類の下で、住民の行動を心理的要素で説明する行動モデルを構築する。このようなモデル化を通じて、被災経験の有無による災害への備えに対する住民の心理的特性の差異を明らかにし、住民の災害への備えを促す効果的なコミュニケーションが可能となる。

2. 災害への備えに関するロジスティック回帰モデル

(1) 質問紙調査の概要

本研究では、被災経験による選好の異質性を考慮した災害への備えの行動モデルを作成するため、平成24年度の九州北部災害で被災した熊本県阿蘇市（内牧、小里、坂梨、三野、手野）の住民を対象に質問紙調査を行った。調査概要を表1に示す。本調査では、性別や年齢、居住年数、被災経験（回数）といった個人属性に加えて、Rogers(1981)が提唱した防護動機理論に基づいて分析を行うため、その構成要素である脅威評価（発生確率認知、深刻さ認知、恐怖）、対処評価（自己効力感、対処効果性、対処コスト認知）についても五段階のリッカート尺度で調査を行った。また、災害への備えの実施状況については、非常持ち出し品の準備と避難場所・避難経路の確認の有無について調査を行った。なお、特定の情報入手後の避難意図についても調査を行っているが、今回の分析では災害に対する備えに着目するため分析には用いていない。また、今回の調査地域は、水害が生じた地域と土砂災害が生じた地域のどちらも含んでいる。水害と土砂災害ではハザードの特徴に違いがあるが、非常持ち出し品の準備と避難場所・避難経路の確認はどちらの災害にも有効な避難行動の備えとして位置づけられる点は留意されたい。

表 1 質問紙調査の概要

調査日時	2015年6-7月
調査方法	配布：区長を経由した直接配布 回収：郵送回収
対象地域	熊本県阿蘇市 (内の牧, 小里, 坂梨, 三野, 手野)
回収率	41.2% (570世帯回収/1383世帯配布)

表 2 回答者の個人属性

	平均	標準偏差	標本サイズ
性別(“男性”=1)	0.61	—	554
年齢	66.1	13.1	542
家族構成人数	2.7	1.5	543
居住年数	37.8	24.8	535
被災経験 (“少なくとも1回以上”=1)	0.78	—	554

表 3 災害への備えの実施状況及び災害脅威評価とその備えに関する対処評価

	平均	標準偏差	標本サイズ
非常持出品の準備 (“準備済”=1, “未準備”=0)	0.35	—	536
避難経路の確認 (“確認済”=1, “未確認”=0)	0.79	—	529
主観的被災確率	53.54	22.23	487
居住困難の可能性 (“高い”=5, “低い”=1)	3.47	1.50	530
負傷の可能性 (“高い”=5, “低い”=1)	2.94	1.51	458
命を失う可能性 (“高い”=5, “低い”=1)	2.89	1.57	458
自然災害への恐怖 (“高い”=5, “低い”=1)	4.47	1.15	540
素早い避難を可能に :非常持出品 (“思う”=5, “思わない”=1)	4.66	0.78	512
準備面倒:非常持出品 (“思う”=5, “思わない”=1)	2.73	1.54	498
安全な避難を可能に :経路確認 (“思う”=5, “思わない”=1)	4.47	1.01	507
確認面倒:避難経路 (“思う”=5, “思わない”=1)	2.10	1.35	493

(2) 質問紙調査結果の概要

質問紙調査の一時集計結果を表2に示す。回答者の平均年齢は66.1歳と比較的高く、また被災経験者の割合が78%を超えており、回答者の居住地域は災害常襲地域といえる。ただし、居住年数については平均37.8年であるが標準偏差が24.8年と大きい。これは調査対象地域が平成24年に九州北部豪雨災害が発生した地域であり、たとえ居住年数が小さくても、その災害の際に被災した家計が多く含まれていることを示唆する。

次に、表2に非常持ち出し品の準備、避難経路の確認の実施状況、災害に対する脅威評価、備えに対する対処評価の調査結果を示す。非常持ち出し品を準備している住民はおおよそ3.5割だが、避難経路を確認している住民の割合は約8割に及ぶ。続いて、脅威評価として、主観的被災確率、被害の程度、恐怖に関する調査結果について、今後被災する主観的確率は平均値は53.54%と将来の被災可能性を主観的に確実視も楽観視もしていないことが分かる。被災した場合の居住困難、負傷、命を失う可能性については、居住困難になる可能性を負傷や命を失う可能性と比較して高く認知していることが分かる。恐怖については、おおむね住民は自然災害に恐怖を抱いていることが分かる。続いて、災害への備えの対処評価である反応効果認知について、非常持ち出し品の準備については素早い避難につながるか、避難経路の確認については安全な避難につながるか、について調査を行った。結果はどちらも非常に肯定的な結果となった。また、反応コスト認知として、それぞれの備えが面倒であるかについて調査を行った。結果として、非常持ち出し品の準備は、避難経路の確認と比較して面倒と思われていることが分かったが、どちらの備えについても面倒とは思わないという回答が、当初の予想に反し多かった。

(3) ロジスティック回帰モデル

上記の質問紙調査の結果を用いて、ロジスティック回帰分析を行った。その結果を表3に示す。なお、説明変数には、相関係数の高い変数を除くため、主観的被災確率、居住困難の可能性、対処効果性、対処コストに関する認知、被災経験（数）を説明変数とし、非常持ち出し品の準備及び避難経路の確認を被説明変数とするロジスティック回帰分析をそれぞれ行った。結果として、非常持ち出し品の準備については、その面倒さに関する認知がその実施の有無を説明する重要な認知的要素であることが分かる。避難経路の確認については、対処効果性、対処コストに関する認知が重要な認知的要素であることが分かる。被災経験については、避難経路の確認にのみ優位な変数であった。すなわち、被災経験のある住民は避難経路の確認を事前に行っていると解釈できる。

以下では、この分析を参照点として、被災経験を区分化の変数として取り扱う潜在クラスモデルを構築する。

3. 災害への備えに関する潜在クラスモデル

(1) モデルの定式化

では、潜在クラスモデルを用いて住民の災害に対する備えの行動をモデル化する。

クラス k において住民 n が選択肢 i を選択する際の効用を $U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}$ と表す。ここで、 V_{ni} は観測可能な効用の要素であり、加法分離型効用関数を仮定する。 ε_{ni} は非観測要素である。なお、本研究では住民の選択 i につ

表 4 被災経験を説明変数とするロジスティック回帰分析

	非常持出品	避難経路
主観的被災確率	0.001	0.004
居住困難可能性	0.10	0.08
対処効果性(非常持出品)	0.04	—
対処効果性(経路確認)	—	-0.40**
対処コスト(非常持出品)	-0.56**	—
対処コスト(経路確認)	—	0.32**
被災経験(数)	0.08	0.19*
Nagelkerke R-sq.	0.307	0.474
AIC	483.33	411.66
標本サイズ	421	424

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

いて、住民クラス k に依らず

$$i = \begin{cases} 1: \text{備えを実施する} \\ 2: \text{備えを実施しない} \end{cases} \quad (1)$$

のように定義する。

本研究で用いる潜在クラスモデルは離散選択モデルの一種であり、その理論的土台であるランダム効用モデルでは、消費者 n が選択肢 i を選択する効用を $V_{ni} = U_{ni} + \varepsilon_{ni}$ と表す。ここで V_{ni} は観測可能な効用項であり、加法分離型の効用関数を仮定する。 ε_{ni} は観測不可能な誤差項を表す。

本研究で用いる潜在クラスロジットモデルでは、誤差項を選択肢間で独立、同一なガンベル分布に従うことを仮定する。クラス k において、消費者 n が選択肢 i を選ぶ確率をロジット型関数

$$P_{ni|k} = \frac{\exp(V_{ni|k})}{\sum_j \exp(V_{nj|k})} \quad (2)$$

のように表される。また、消費者 n がクラス k に属する確率を表すメンバーシップ関数についてもロジット型の関数を仮定し、

$$P_{nk} = \frac{\exp(\mathbf{z}'_n \boldsymbol{\theta}_k)}{\sum_l \exp(\mathbf{z}'_n \boldsymbol{\theta}_l)} \quad (3)$$

のように表す。なお、 \mathbf{z}'_n について消費者 n がどのクラスに属するかを決定づける説明変数であり、本研究では、被災経験がこの変数にあたる。

消費者 n が選択肢 i を選択する確率 P_{ni} は、

$$P_{ni} = \sum_k P_{nk} P_{ni|k} \quad (4)$$

で表される。また、住民 n が実際に選択した選択肢を i' と表すとき、ダミー変数 d_n^i を

$$d_n^i = \begin{cases} 1: i = i' \text{ のとき} \\ 0: i \neq i' \text{ のとき} \end{cases} \quad (5)$$

表 5 潜在クラスモデル(非常持ち出し品)の分析結果

	非常持ち出し品の備え	
	クラス 1	クラス 2
主観的被災確率	11.26	-0.25
居住困難可能性	-6.47	0.33*
対処効果性	-13.36	-0.66**
対処コスト	-2.29	0.26*
被災経験 (数)	—	0.45**
クラスサイズ	142	279
占有率	0.337	0.663
AIC	473.05	

+p<.1, *, p<.05, **: p<.01%

のように定義する。このとき、尤度関数Lは

$$L = \prod_n \prod_i P_{ni}^{d_{ni}^i} \quad (6)$$

のように定義される。また、対数尤度関数は

$$L = \sum_n \sum_i d_{ni}^i \ln P_{ni} \quad (7)$$

のように定義され、この関数の最大化を通してパラメータの推計を行う。なお、パラメータの推定について、本稿では、EMアルゴリズムを用いる。詳細はBoxallら¹⁰やDempsterら¹¹を参照されたい。また、実際の推定に際してはソフトウェアRにおいて開発されているパッケージFlexMix¹²を用いた。

(2) 分析結果

本稿では、避難に対する備えとして、1)非常持ち出し品の準備と2)避難経路の確認、の二つについて潜在クラスモデルを用いて分析を行った。その結果を表4, 5に示す。結果として、非常持ち出し品の準備及び避難経路の確認は、被災経験に基づいて統計的に二つのクラスに大別されることが分かったがその特徴は大きく異なる。非常持ち出し品の準備については、被災経験者ほど居住困難の可能性や対処効果性、対処コストの認知がその意思決定に影響を及ぼすクラスに分類されるが、一方で被災経験の少ない住民は、防護動機理論のどの要因によっても説明されないクラスに分類されることが分かる。また、避難経路の確認については、被災経験の多い住民は対処コストの認知が、少ない住民は対処効果の認知が意思決定に重要な影響を及ぼすことが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、熊本県阿蘇市の水害常習地域の住民を対象に質問紙調査を実施し、非常持ち出し品の準備と避難経路の確認について、それぞれロジスティック回帰、潜在クラスモデルを構築し、パラメータ推計を行った。

結果として、住民を区分化するうえで被災経験が重要な変数となりうることを示したが、特に非常持ち出し品の準備について、防護動機理論で用いられる諸要素が主要な行動の説明変数となりえない住民区分が存在することがわかった。床上、床下浸水等の被災経験の精緻化、

表 6 潜在クラスモデル(避難経路確認)の分析結果

	避難経路の確認	
	クラス 1	クラス 2
主観的被災確率	0.31	0.02
居住困難可能性	0.53	0.14
対処効果性	-1.54	-0.82**
対処コスト	1.97**	0.23
被災経験 (数)	—	-0.27**
クラスサイズ	197	227
占有率	0.465	0.535
AIC	418.06	

*: p<.05, **: p<.01%

行政への信頼や他者との同調意識など他の説明変数の検討など、今後、さらなる分析を進める予定である。

参考文献

- 1) Swait, J.: A structural equation model of latent segmentation and product choice for cross-sectional revealed preference choice data. *Journal of Retail and Consumer Services*, 1 (2), pp.77-89, 1994.
- 2) Greene, W.H. and Hensher, D.A.: A latent class model for discrete choice analysis: Contrasts with mixed logit, *Transportation Research Part B*, 37, 681-698, 2003
- 3) Wedel, M. and Kamakura, W.A.: *Market Segmentation: Concepts and Methodological Foundations*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- 4) Cirkseña, M.K., and Flora, J.A.: Audience segmentation in worksite health promotion: A procedure using social marketing concepts. *Health Education Research*, 10, 211-224, 1995.
- 5) Williams, J.E. and Flora, J.A.: Health behavior segmentation and campaign planning to reduce cardiovascular disease risk among Hispanics., *Health Education Quarterly*, 22, 36-48, 1995.
- 6) Rice, H.J.: Before the Storm: Evacuation Intention and Audience Segmentation, Dissertation, University of South Florida, 2010.
- 7) Meyer-Emerick, Nancy: Using Social Marketing for Public Emergency Preparedness: Social Change for Community Resilience, Routledge, 2015.
- 8) Ruin, I. Gaillard, J.C., Lutoff, C. : How to get there? Assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries, *Environmental Hazards*, 7, pp.235-244, 2007.
- 9) Boxall, P.C. and Adamowicz, W.L.: Understanding heterogeneous preferences in random utility models: A latent class approach, *Environmental and Resource Economics*, 23, pp.421-446, 2002.
- 10) Dempster, A., Laird, N.M. and Rubin, D.B. : Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39(1), pp.1-38, 1977.
- 11) Grun, B. and Leisch, F.: FlexMix version 2: Finite mixtures with concomitant variables and varying and constant parameters, *Journal of Statistical Software*, 28(4), pp.1-35, 2008