

河川氾濫水害に際した 住民の避難意思決定要因の構造分析

Structural Analyses on Residents' Decision Making to Evacuate under River Flooding

田中 皓介¹, 梅本 通孝², 糸井川 栄一²
Kosuke TANAKA¹, Michitaka UMEMOTO² and Eichi ITOIGAWA²

¹ 独立行政法人都市再生機構

Urban Renaissance Agency

² 筑波大学システム情報系

Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

Although residents' early mass evacuating would be the most important issue to reduce human casualties caused by river flood, people tend not to act under flood hazards. Focusing on "burden and anxiety while evacuating" among inhibitory factors from the action, we conducted a questionnaire survey on residents in Joso City, Ibaraki Prefecture in order to evaluate the influence of the factors quantitatively. Based on the obtained data, we constructed structural equation models on residents' decision making to evacuate by using simultaneous analysis of four districts in the city. Through interpretation and consideration about these models, we suggested effective measures to promote evacuation for each district.

Keywords: flood disaster, residents, evacuation, questionnaire, Joso City, Structural Equation Model (SEM)

1. 研究背景と目的

(1) 大雨災害時の住民避難の特徴

近年我が国では河川の溢水や市街地冠水等を伴う水害が全国各地で頻発している。地震などの他の災害と異なり、水害は毎年恒常的に死者を含む人的被害を発生させており、水害時の防災対策に関する検討は今後も重要であるといえる。自然災害による人的被害を軽減させるための有効な方法の一つとして早期の住民避難があるが、一般的にはこの行動が活発でないという現状がある。水害はその進展に時間的猶予が存在するが、それによって心理的・環境的な様々な要因が住民の避難意思決定に影響を与える余地が大きく、避難が実行されにくいことが考えられる。他の災害と異なり水害は危険な状況に陥る前から気象や避難に関する情報が発表され、事前の安全確保が可能な災害である。したがって、水害時の住民の避難意思決定構造を解明し、適切な避難促進対策の検討を行うことは、水害時の早期避難の実現による人的被害軽減につながる大きな意義を有するものになるといえる。

災害から命を守ることを最優先に考えるときには、避難の必要性を的確に判断し、早期に実行することが第一である。つまり、「まずは命を守るために避難することが重要」と考えてもらうことで、避難を促進することが必要と思われる。

(2) 既往研究

水害時の住民の避難意思決定については、田中ら¹⁾が過去の既往研究成果の体系的整理を試みている。ここでは、過去の研究の多くが特定の災害に着目し、個別の知見を単発的に結論付けている点に問題意識を持ち、過去約30年間に発表された水害時の住民避難に関する研究論

文を128編収集し、それらの知見をKJ法により体系化している。その結果、避難の阻害要因は「災害時の情報」「住民の素養」「生活・家庭環境」の3つに大別され、避難促進対策として過去に検討されてきた16の方針が整理された。

早期に避難を実行するには、住民の的確な判断と安全な避難行動が必要である。そこで、本研究では田中ら¹⁾の成果に基づき、避難意思決定を左右する要因が「避難するか否かを検討する局面」と「避難実行の局面」の2つの局面に属するとの着想を得た。前節で述べたような命を守るための早期避難の実現に際しては、例えば移動することの億劫さや避難先環境への懸念など、「避難実行の局面」への負担・不安のために行動が躊躇される状況は望ましくないといえる。そこで以下では、こうした避難実行の局面における阻害要因について言及している既往研究について述べる。

児玉ら²⁾、安部ら³⁾、及川ら⁴⁾は避難実行時に家財を残して家を離れることへの不安意識が、児玉ら²⁾、菊井ら⁵⁾、矢部⁶⁾は避難場所や経路への懸念が、菊井ら⁵⁾は年齢・健康上の理由が、水害時の避難行動を阻害する要因の一部となっていることをそれぞれ明らかにしている。これらの研究においては避難実行時にかかる負担・不安のイメージに言及されているが、こうした要因が避難行動に与える影響の定量的な分析には至っていない。柿本ら⁷⁾は、共分散構造分析により、避難阻害要因・促進要因の影響を定量的に評価し、避難行動を起こすことへの負担感の影響の強さを述べている。ただし、実効的な避難促進対策検討に向けた、年齢・居住環境等の個人属性や平時の防災意識との関係に関する分析などは行われていない。また、避難促進要因は「呼びかけ」のみの検討に留まっている。

(3) 研究目的

水害接近時、命を守るための避難に際して本来二の次に考慮されるべきである「避難実行時にかかる負担・不安への懸念」のために避難が行われない状況は望ましくない。しかし住民の中でこの負担・不安が具体的にどのようにイメージされ、どの程度重要視されて対応行動に影響を与えているかという検討はこれまで十分ではない。本研究では、避難実行時の負担・不安について住民が持つイメージが、避難行動へ及ぼす影響を定量的に把握するための住民意識構造のモデル構築を行う。これにより、河川氾濫水害に際した住民の行動意思決定のメカニズムを提示した上で、実効的な避難促進策を提案し、今後の水害時避難促進の一助とすることを本研究の目的とする。

本稿の構成は次のとおりである。まず第2章では水害常襲地域を対象として実施した住民アンケート調査の概要を示す。第3章で避難意思決定要因と避難意向の関係を分析するクロス集計を行い、その結果を踏まえて第4章で共分散構造分析による住民の意識構造モデルを構築を行う。最後に第5章で本稿の結論を述べる。

(4) 避難意思決定要因の分類

本研究では『避難実行時の負担・不安のイメージ』に着目し、住民避難の阻害要因をその性質により以下のように分類した。本稿ではこの分類を基礎的な考え方として、論を進めていくこととする。

a) 一次的阻害要因

大雨が接近してきた時、住民が検討する「避難の必要性」の判断に影響を与える要因である。例えば自宅に水は来ないという楽観や、自分で行動を判断することへの自信の無さなど、「この状況で避難すべきか」の適切な判断を阻害し、避難が不要であるという思考に結びつける要因を『一次的要因』と呼ぶこととする。

b) 二次的阻害要因

住民が実際に避難を実行することをイメージした時、その避難を負担無く完了できるかという判断に影響を与える要因である。例えば避難途中に水に遭遇することへの不安や、避難した後の生活のストレスへの懸念など、避難途中・避難後の段階の状況へのネガティブなイメージが避難実行を阻害する場合がある。このように避難実行への躊躇に結びつく要因を、『二次的要因』と呼ぶこととする。

2. 対象地および調査の概要

(1) 対象地の選定

本研究においては、住民に河川氾濫水害時の自身の思考や行動についてイメージしてもらう必要がある。したがって、①今後大規模な河川氾濫水害が発生する可能性がある地域であること、②近年河川氾濫水害を経験し、住民の水害への意識が極端に薄くないと予想される地域であることから、平成27年9月関東・東北豪雨による水害の被災地である茨城県常総市を選定した。

(2) 設問項目

本調査の設問項目は、田中ら⁸⁾が実施した常総市民へのヒアリング調査結果において、観測された避難意思決定要因に準じて作成した。本アンケートは、避難を阻害する「一次的要因」「二次的要因」、避難を促す「促進要因」のそれぞれの影響度の強さを計測する設問、「避難意向」を

計測する設問および個人に関する情報を尋ねる設問で構成される。一次的要因と二次的要因、促進要因については、回答者が水害接近時の状況をイメージした上で勘案する必要がある。そこでこれら要因に関する設問においては、過去に発生した特定の災害を想起させるのではなく、水害が接近してきた際の一般的な状況として想定させるために、設問のはじめに本研究で仮定した状況設定を記述した。避難意向を計測する設問では、仮想の水害状況を示し、その状況における避難意向を尋ねており、詳細については後述する。

a) 一次的阻害要因

水害が接近している状況において、表1の各項目について回答者の同意の程度を、5段階（1：あてはまらない～5：あてはまる）で尋ねた。

表1 一次的要因に関する設問

	設問文
堤防の存在による安心感	川に丈夫な堤防がつくられているので、洪水の心配は無いと思う
経験による楽観	これまで受けた水害の被害程度であれば、今回も大丈夫だと思う
近隣住民の不避難による安心感	近所の人が避難していなければ、避難しなくていいと思う
情報の不確実性への不安	気象情報や防災行政無線に従って動くのは必ずしも安全ではないかもしれない、と不安に思う
気象情報の理解度	「大雨注意報」「大雨警報」「大雨特別警報」の意味の違いがわかる
避難情報の理解度	「避難準備・高齢者等避難開始」「避難勧告」「避難指示（緊急）」の意味の違いがわかる

b) 二次的阻害要因

水害が接近している状況において実際に避難を実行する状況を想像する指示をした上で、表2の各項目の不安度を5段階（1：不安に思わない～5：不安に思う）で尋ねた。ここで、避難への「面倒さ」が意思決定に影響する可能性も推察されたが、これは避難そのものへの思慮を妨げる要素であり、他要因の影響を適切に観測できないと考えたため、本調査では採用していない。

表2 二次的要因に関する設問

	設問文
避難場所・経路の無知	避難場所や避難経路がわからないので、無事に避難できないかもしれない
避難タイミングの判断不能	いつ避難すればよいかかわからないので、無事に避難できないかもしれない
経路中の危険箇所	避難途中の道に危険な箇所があるかもしれない
避難途中の洪水遭遇	避難している途中に水が襲ってきて被害に遭うかもしれない
避難所での物資・食糧不足	避難先で、避難生活に必要な物資や食糧が不足するかもしれない
避難所での共同生活	避難先で、他人と共同生活を行うのが大変かもしれない
避難先の設備不良	避難先となる施設の設備が悪いかもしれない
体調・持病悪化	避難先で体調や持病が悪化するかもしれない
家財の盗難	避難して家を空けると、泥棒が入ってくるかもしれない
家財の浸水	避難して家を空けると、家の物が浸水被害にあうかもしれない

c) 促進要因

水害が接近している状況において、表3の各避難きっかけに対してどの程度避難しようという思いになるかを5段階（1：「避難しよう」と思わない～5：「避難しよう」と思う）で尋ねた。

d) 避難意向

図1はアンケート調査票に記載した仮想の災害状況想定の説明である。4つそれぞれの状況において「実際に避難を実行しよう」と思う程度を5段階（1：実際に避難しようと思わない～5：実際に避難しようと思う）で尋ねている。

表3 促進要因に関する設問

設問文	
水害への恐怖	水害の被害を受けることに恐怖を感じたとき
平時の取り決め	平時からの災害時の取り決めに従おうと思ったとき
近隣住民の避難	近所の人が避難しているとき
防災行政無線の放送	防災行政無線から避難を促す情報が流れているのを聞いたとき
周囲の呼びかけ	警察や消防、自治会等から避難するように呼びかけがあったとき

想定する災害シナリオは、常総市のタイムライン⁹⁾を参照し、災害状況と各種情報が発表されるタイミングを対応付けて作成した。ただし大雨特別警報に関しては、気象庁¹⁰⁾の定める発表基準に基づき、常総市のタイムラインより遅いタイミングに設定した。各段階での災害状況と発表情報については、常総市において各情報が発表される基準となる1時間雨量¹¹⁾と、その各雨量の時に一般的に起こりうる状況¹²⁾を対応させて設定した。災害状況を示す画像は、常総市内で撮影した風景写真を、設定した状況に即して加工し、調査対象となる住民が状況を想像しやすいものとなるようにした。回答者の想定する災害状況を統一するため、設問の初めには、回答者が自宅にいること、時刻は日中であることを仮定する文言を記している。なお、本研究では住民それぞれが自由に持つ「避難」というものへのイメージが行動意思決定に与える影響を計測することを目的としているため、避難先や避難経路、移動手段や共同避難者など、統一した避難方法の提示は行っていない。

本設問の回答が、水害時の住民の避難意向を表す指標として、本研究の全体的な目的変数となる。

【状況1】

- 自宅の近くの用水路あるいは小さな川が増水
- 「大雨注意報」の発表



【状況2】

- 雨水により自宅周辺の道路が5cmほど冠水
- 「大雨警報」の発表



【状況3】

- 鬼怒川の水位が堤防の高さ近くまで上昇
- 「避難準備・高齢者等避難開始」・「避難勧告」の発表



【状況4】

- 鬼怒川の氾濫により自宅周辺に水が接近
- 「大雨特別警報」・「避難指示」の発表



図1 提示した災害状況

e) 個人に関する情報

<個人属性>

- ①性別, ②年齢, ③居住年数, ④住居構造, ⑤住居階数,
- ⑥世帯人数, ⑦居住地区, ⑧ペット有無

<水害経験・意識>

- ⑨水害被害経験の有無, ⑩水害避難経験の有無, ⑪自宅の浸水リスク認知, ⑫避難先想定の有無

(3) 調査実施概要

アンケート調査は表4の通りに実施した。常総市の浸水想定区域に指定されている地域内において、調査票をポスティング配布した。また配布対象は一戸建て住宅に限定したが、これは観測しようとする意思決定要因に家族やペット、近隣住民との関係を含んだものが存在するため、単身世帯が居住している可能性が高いアパートやマンションを避けたためである。

表4 アンケート調査実施概要

実施期間	平成29年10月17日～11月19日
配布対象	常総市の浸水想定区域内の一戸建て住宅
配布方法	ポスティングによる配布
回収方法	郵送回収
配布全数	5,000票
回収票数(回収率)	1,582票 (31.6%)

3. 意思決定要因と避難意向とのクロス集計分析

(1) 地区区分

常総市は、市内でも地形や生活環境、水害経験等の異なる地区を複数有しており、アンケート調査の結果を分析するにあたっては、こうした地区特性の違いを考慮して解釈を進めていく必要がある。そこで、アンケートを配布した地域の特性に応じて分析対象地区を区分することとした。まず鬼怒川の西部と東部では、過去の水害経験や地形、避難所の立地状況の違いなどが大きく、避難意向に影響を与える要因が異なることが考えられるため東西に区分した。さらに東部は、人口密度の高い2つの市街地と標高の低い平野が広がる農村地区に区分した。これは生業や近隣住民との関係といった生活文化の違いを予想したためである。この結果、対象地域を西部地区・東部農村地区・東部市街地(石下)・東部市街地(水海道)の4地区に区分した。図2は調査対象地域である常総市の浸水想定区域について上記4地区を色分けして示した図であり、表5は各地区の特徴を整理したものである。

以降の分析においては、この地区区分をもとにして分析を行っていく。

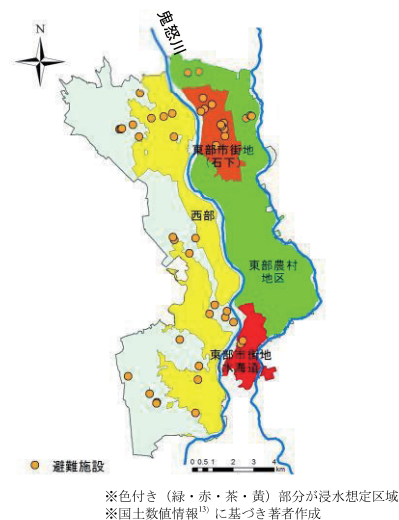


図2 常総市調査対象区域の地区区分

表5 各地区の特徴

	西部地区	東部農村地区	東部市街地(石下)	東部市街地(水海道)
人口(人) ¹⁴⁾	24,563	14,617	7,720	10,751
人口密度(人/km ²)	485	416	922	1,799
地域形態	主に農村集落		主に市街	
地形	高低差:多		高低差:少	
平成27年水害時の浸水	無		有	
周辺の浸水域外指定避難場所	有		無(隣接市のみ)	

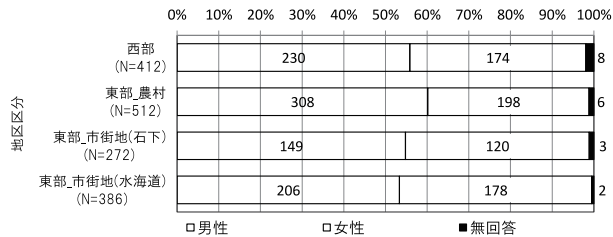


図3 回答者の性別

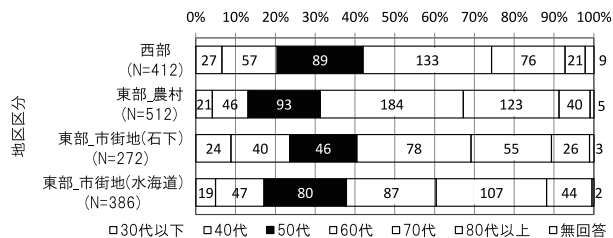


図4 回答者の年代

(2) 回答者の性別・年代

各地区における回答者の性別割合を図3に示す。全ての地区で男女の割合はほぼ同じであるが、男性の割合が若干高い。調査の回答は世帯主またはそれに代わりうる人物に依頼しているため男性が多くなったが、その配偶者である女性が回答したケースも比較的多かったことが推察される。

次に、回答者の年代割合を図4に示す。全ての地区において約6割が60代以上となり、高齢に偏る分布となっている。これも主に世帯主への回答を依頼したことに起因すると推察される。また、特に東部農村地区では新規流入人口の少なさが予想されることから高齢者の割合が高くなっている(60代以上:67.8%)特徴が読み取れる。

(3) 意思決定要因と避難意向の関係

本節では住民の意思決定モデルの構築に向け、意思決定要因と避難意向との関係を明らかにするために行ったクロス集計の結果を述べる。以下では、各避難阻害要因ならびに促進要因と災害時の避難意向との関係の代表的な結果について述べる。なお調査では各項目5段階で尋ねているが、回答「1・2」の場合には程度『低』、回答「3」の場合には程度『中』、回答「4・5」の場合には程度『高』として分析を行っている。

a) 一次的要因と避難意向との関係

まず、表1に挙げた6つの一次的要因と、各災害状況における避難意向とのクロス集計をそれぞれ行った。地区と災害状況により、避難意向と関係がみられた要因の種類ならびに傾向はまちまちであった。

西部地区では、図5のように「経験による楽観」が大きいほど【状況3】での避難意向が低い。過去にほぼ浸水経験が無い地区であることから、災害が切迫し始める状況で

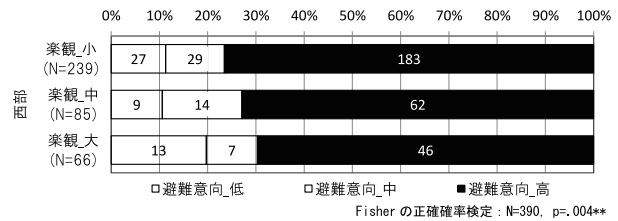


図5 「経験による楽観」と避難意向【状況3】の関係(西部)

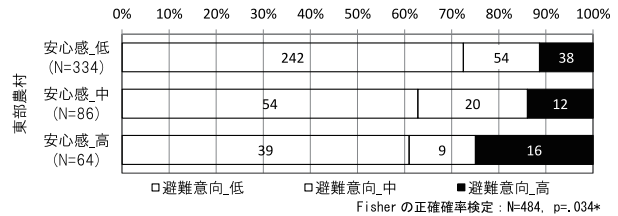


図6 「堤防による安心感」と避難意向【状況1】の関係(東部農村)

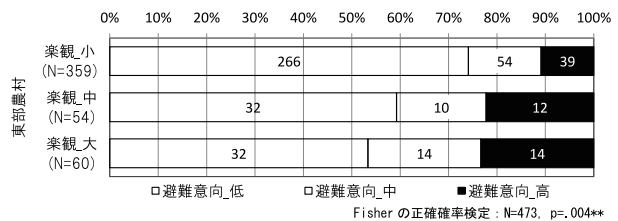


図7 「経験による楽観」と避難意向【状況1】の関係(東部農村)

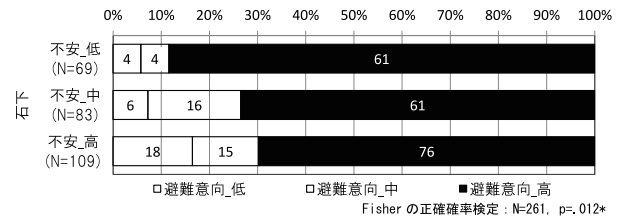


図8 「情報の不確実性への不安」と避難意向【状況3】の関係(石下)

も楽観視してしまう状況が読み取れる。

東部農村地区では、図6、図7のように「堤防による安心感」や「経験による楽観」が小さいほど避難意向が低くなる関係が、災害初期段階【状況1】においてのみみられた。一般的にはこのように、その時点における降雨状況や河川水位などを参照した明確な根拠を伴わず、直感や過去の経験に基づく楽観的な判断(以下「ヒューリスティックな安心意識」という)が大きいほど避難意向が低いと考えられる。これに反する結果となったのは、災害初期段階ではそもそも避難しないと決めており、避難の必要性に関する思案自体がなされていない可能性が考えられる。

石下地区では、図8のように【状況3】において「情報の不確実性への不安」が大きいほど避難意向が低い関係がみられた。【状況3】では避難を促す情報が流れ始めるが、当地区では平成27年水害時に防災無線で指定された避難場所が結果的に不適切となってしまった事例があり、こうした経験から公的情報の信頼性に敏感になっている可能性が考えられる。他にも「近隣住民の不避難」や「堤防による安心感」、「経験による楽観」が大きいほど避難意向が低い関係もみられている。

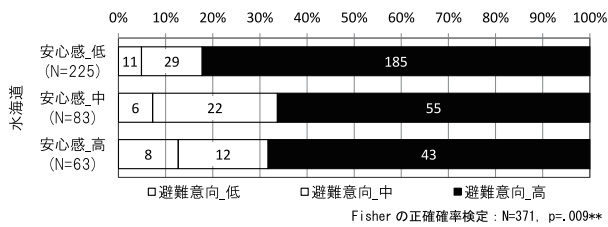


図9 「近隣住民の不避難」による安心感と避難意向【状況3】の関係（水海道）

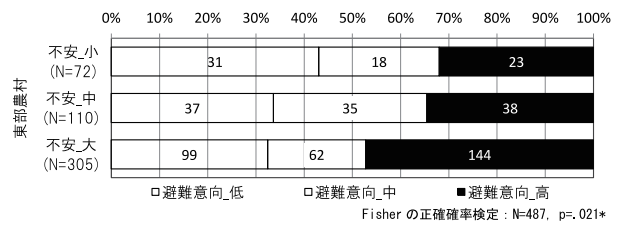


図13 「体調・持病の悪化への不安」と避難意向【状況2】の関係（東部農村）

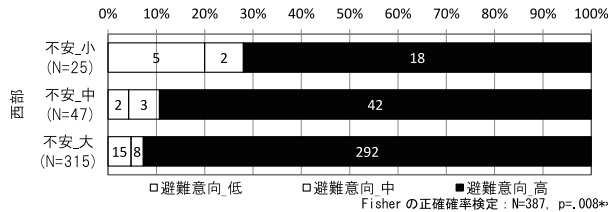


図10 「避難先での共同生活への不安」と避難意向【状況4】の関係（西部）

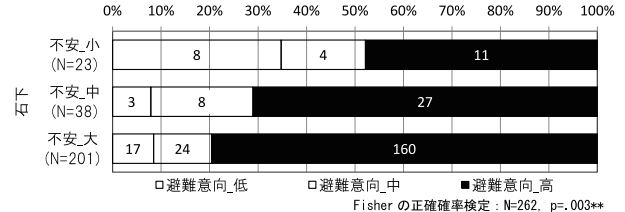


図14 「経路中の危険箇所への不安」と避難意向【状況3】の関係（石下）

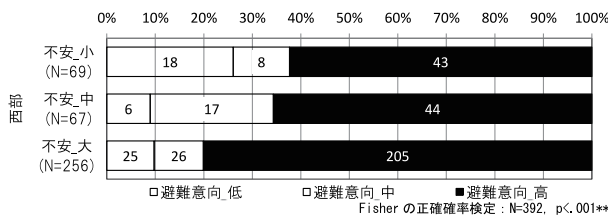


図11 「経路中の危険箇所への不安」と避難意向【状況3】の関係（西部）

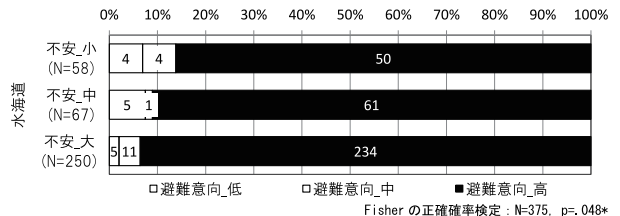


図15 「経路中の危険箇所への不安」と避難意向【状況4】の関係（水海道）

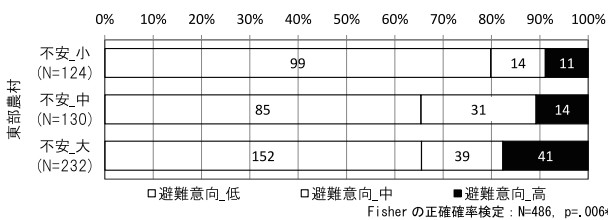


図12 「避難場所・経路の無知による不安」と避難意向【状況1】の関係（東部農村）

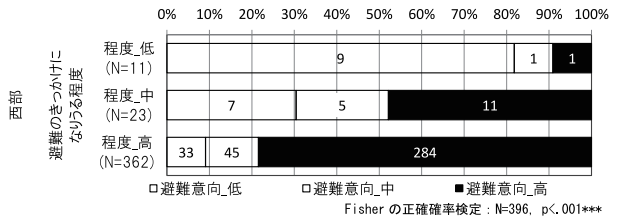


図16 「周囲の呼びかけ」による影響と避難意向【状況3】の関係（西部）

水海道地区では、図9のように【状況3】において「近隣住民の不避難による安心感」が大きいほど避難意向が低い関係がみられた。同様の関係が石下地区でもみられたことから、近くにいる人の数が多い市街地では周りの人々の動きが意思決定に影響しやすいことが読み取れる。

b) 二次的要因と避難意向との関係

次に、表2に挙げた10個の二次的要因と、各災害状況における避難意向とのクロス集計をそれぞれ行った。

西部地区では図10のように「避難先での共同生活への不安」が大きいほど避難意向が高い。避難意向の高い人は避難先での状況を不安も含めて具体的に想定していることが読み取れる。また【状況3】以降において、図11のように「経路中の危険箇所への不安」と避難意向との関係もみられた。これは当地区が高低差の多い地形で最大5m以上の浸水が予想されることから、災害が迫る状況で避難経路への不安が意思決定に影響を与えていると考えられる。

東部農村地区では、図12のように【状況1】の災害初期段階において、「避難場所・経路の無知による不安」が大きいほど避難意向が高い。当地区は平坦な地形や避難場所の不足から避難に時間と労力がかかるため、避難方法がわからない不安が大きい人は早い段階で避難を実行し

ようとする意識が表れていると解釈できる。また図13のように「避難先での体調悪化への不安」とも関係がみられ、避難意向の高い人は避難先での状況を不安も含めて具体的に想定していることが読み取れる。

石下地区や水海道地区といった市街地では図14、図15のように、災害が切迫する【状況3】以降において「経路中の危険箇所への不安」が大きいほど避難意向が高い関係がみられた。市街地では大雨時に排水が追いつかず道路冠水が発生しやすい地点が多いことから、避難経路中の危険箇所への不安が意思決定に影響を与えていると考えられる。

以上のように、有意な傾向がみられたのはすべて、二次的要因の影響（避難実行への不安）が大きいほど避難意向が高いという関係であった。本研究の前提として、避難実行に関する不安が避難行動を阻害する状況を問題意識としていたが、クロス集計においてはそれに反する結果となった。避難をためらうほど、避難実行に関する不安について現実感をもって想定している人が多いわけではない可能性が推察される。

c) 促進要因と避難意向との関係

最後に、表3に挙げた5つの促進要因と、各災害状況に

おける避難意向とのクロス集計をそれぞれ行った。図16は【状況3】の西部地区において、「周囲の呼びかけ」が避難しようと思うきっかけになりうる程度と、実際の避難意向との関係を表している。この例に代表されるように、クロス集計で有意差がみられた関係は全て、表3の各要因が避難のきっかけになりうる程度が高いほど、【状況1～4】の各状況における避難意向が高いという関係であった。本調査では避難を促進する要素として表3の5つの要因を設定したが、このことからこれらの要因は全て避難を促す誘因として作用することが明らかとなった。

また【状況1】から【状況4】と災害が進展するにつれて、避難意向に影響を与える要因の数が次第に多くなっていく傾向がみられた。【状況1】では0～3個の要因であったのが【状況4】では全地区で全ての要因が避難誘因として作用するのである。これは、深刻な災害状況になるほど各誘因に敏感に反応して避難意向が高まりやすいことを示しているといえる。

4. 避難意思決定に関するモデル構築

前章で述べたようなクロス集計結果を踏まえ、共分散構造分析により避難意思決定モデルを構築し、モデルの構造や各要因の影響について考察する。

(1) 分析手法

共分散構造分析を用いることで、水害接近時の住民の避難意思決定を左右する要因の関係と影響の強さを視覚的に把握する。本研究では共分散構造分析の一つの手法である多母集団の同時分析を適用し、地区別に構成したモデルを同時に分析する。この手法では、基本的なモデルの構造を同様としながら地区別にモデルの一部を変化させることができるため、地区の特徴をより詳細にモデルに反映させることができる¹⁵⁾。また各地区を母集団とする4つのモデルそれぞれを分析するのでは、地区別の差異を含めたモデル全体としての推定値を得られないほか、各集団の標本数が減少することで推定値の安定性が損なわれるという問題が生じる¹⁶⁾が、本手法を用いることでこれを解決できる。本稿では多母集団同時分析を実行する前に、個別の要因間関係についてクロス集計による分析を行った。その結果、意思決定に影響を与える可能性のある要因が各地区においてそれぞれ異なることが明らかとなり、地区別にモデルの構造も異なることが予想された。すなわち不変性が成立しないことが明白と考えられたため、全地区において共通のモデルを構築することはかえって妥当性を欠くと判断し、事前の個別分析の結果を反映する形で地区別にモデルを構築した。以上の分析により、地区間の特徴の差異を踏まえた現状の住民避難の課題点、今後の避難促進に有効な知見の多角的な分析が可能となり、実効的な対策の実現に寄与できるものとする。

(2) モデルの構築

モデルの構築には、IBM SPSS Amos 22を使用した。各パスに得られる推定値が全て有意で、また論理的に妥当なモデルとなるように、複数回試行しながら探索的にモデルの構築を行っている。パス係数の有意水準は5%で判定しているが、有意でなくてもモデルの構造上重要と考えられるパスについてあえて残したままにしている部分が存在する。これは本研究が避難意向に影響を与える要

因の解明を目的としていることから、住民の避難意向を表す「避難実行の妥当感」へつながるパスを残したためである。以上の作業により、4つの地区別に住民の避難意思決定モデルを構築した。

図17a)～d)に本研究で構築したモデルを示す。紙面の都合上2ページにわたっているが、これらは単一の「多母集団の同時分析」による結果である。本モデルの適合度は、カイ二乗検定： $\chi^2=1680.820$, $df=743$, $p<.001$, 適合度指標：GFI=0.891, AGFI=0.857, CFI=0.886, RMSEA=0.031となった。カイ二乗検定では当てはまりの良い結果とならなかったが、これは標本数が $N=1,278$ と多いことに起因すると考えられる。各適合度指標について、GFI, AGFI, CFIの値は理想とされる0.900以上にわずかに届いていないが、RMSEAの値は理想とされる0.050以下となっている。また表6では、地区別のモデルを単独で分析した際の適合度指標と、同時分析の適合度指標を比較している。RMSEAは同時分析の方があてはまりの良いといえる値であるが、それ以外の指標で、地区単独での分析の方があてはまりの良いといえる値が散見される。ただ前節で述べたように、推定値の安定性やモデル全体の推定値の観点から、本研究では同時分析を採用した。

表6 地区別単独モデル分析の適合度

	西部 (N=331)	東部農村 (N=408)	石下 (N=222)	水海道 (N=317)	同時分析 (N=1,278)
GFI	.917	.898	.898	.898	.891
AGFI	.889	.871	.865	.867	.857
CFI	.909	.840	.903	.892	.886
RMSEA	.051	.060	.052	.058	.031

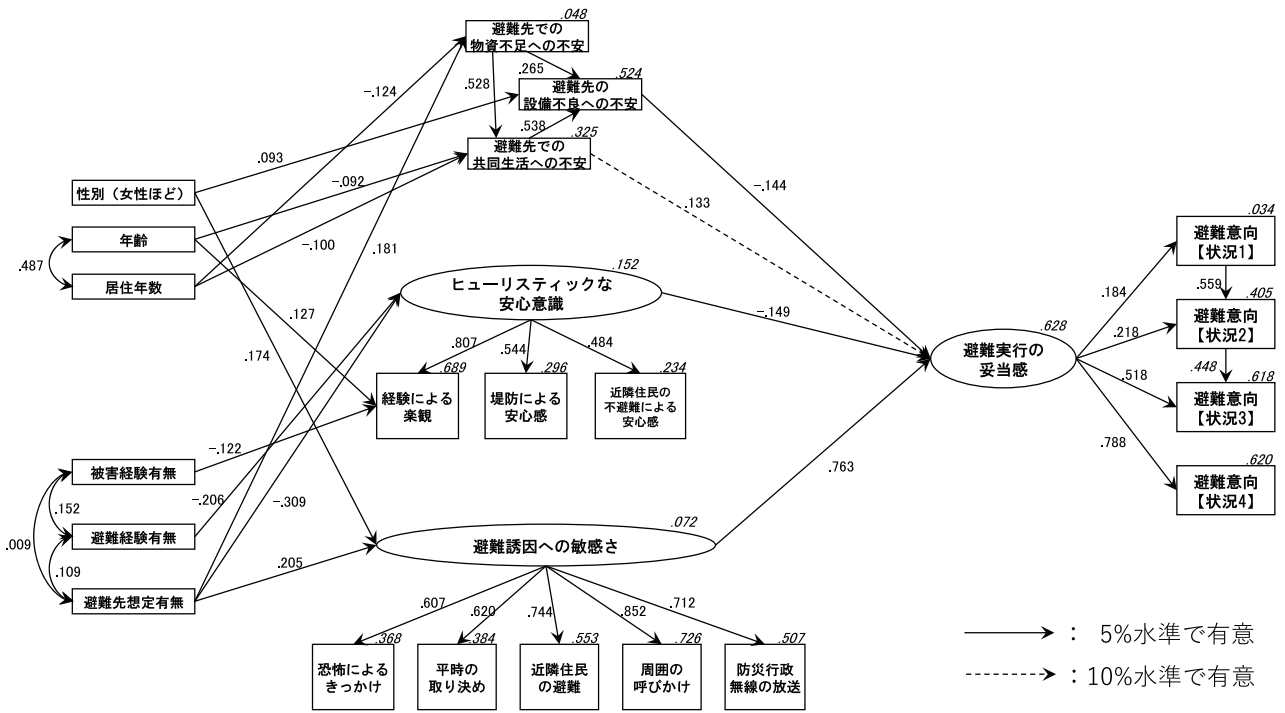
(3) モデルの構造

構築した4つのモデルには、全てのモデルに共通する部分と、地区により構造が異なる部分が存在する。各モデルにおいて、中央の「ヒューリスティックな安心意識」、その中央下部の「避難誘因への敏感さ」、パス図右側の「避難実行の妥当感」のブロックは、4つのモデルすべてに存在する。つまり、一次的要因の中のヒューリスティックな安心意識、避難促進要因、目的変数となる避難意向という3つのブロックについては、全ての地区で共通の構造となっている。一方、二次的要因や個人の情報に関する要因は地区別に構造や採用された変数が異なっており、こうした部分が地区の特徴を表しているといえる。パス図左側には各避難意思決定要因と関係する個人属性や水害経験・意識の変数が配置されている。

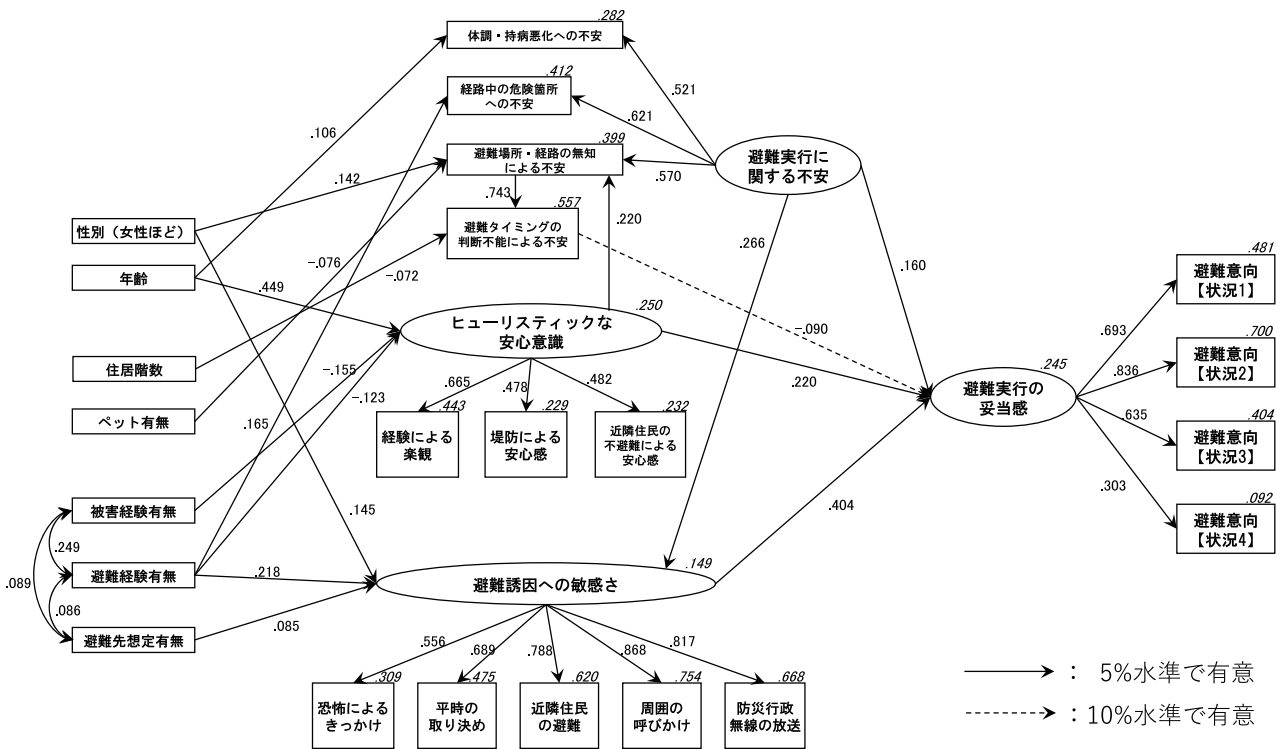
図17において、各パス上に示された数値は標準化推定値によるパス係数を、また各変数を示す図形の右上に示された数値は決定係数を表している。破線で表示されたパスは5%水準で有意ではないが10%水準で有意であることを示しており、研究全体の目的変数である避難実行の妥当感につながっているため残している。また誤差変数の表示は省略している。

a) 一次的要因（ヒューリスティックな安心意識）に関するブロック

図中央に位置し、避難の必要性判断に関する一次的要因のうち、短絡的に覚える安心感や楽観の程度を計測した設問の回答を観測変数とし、これらに「ヒューリスティックな安心意識」という潜在変数からパスが入射する構造となっている。この潜在変数「ヒューリスティックな安心意識」には個人属性や水害経験・意識の変数からパスが入射しているほか、東部農村地区では二次的要因のブロッ



a) 西部地区における避難意思決定モデル (N=331)



b) 東部農村地区における避難意思決定モデル (N=408)

図 17 共分散構造分析 (多母集団の同時分析) による住民の避難意思決定モデル

クへパスが伸びている。そして、この潜在変数から最終的な目的変数である「避難実行の妥当感」へパスが伸びている。

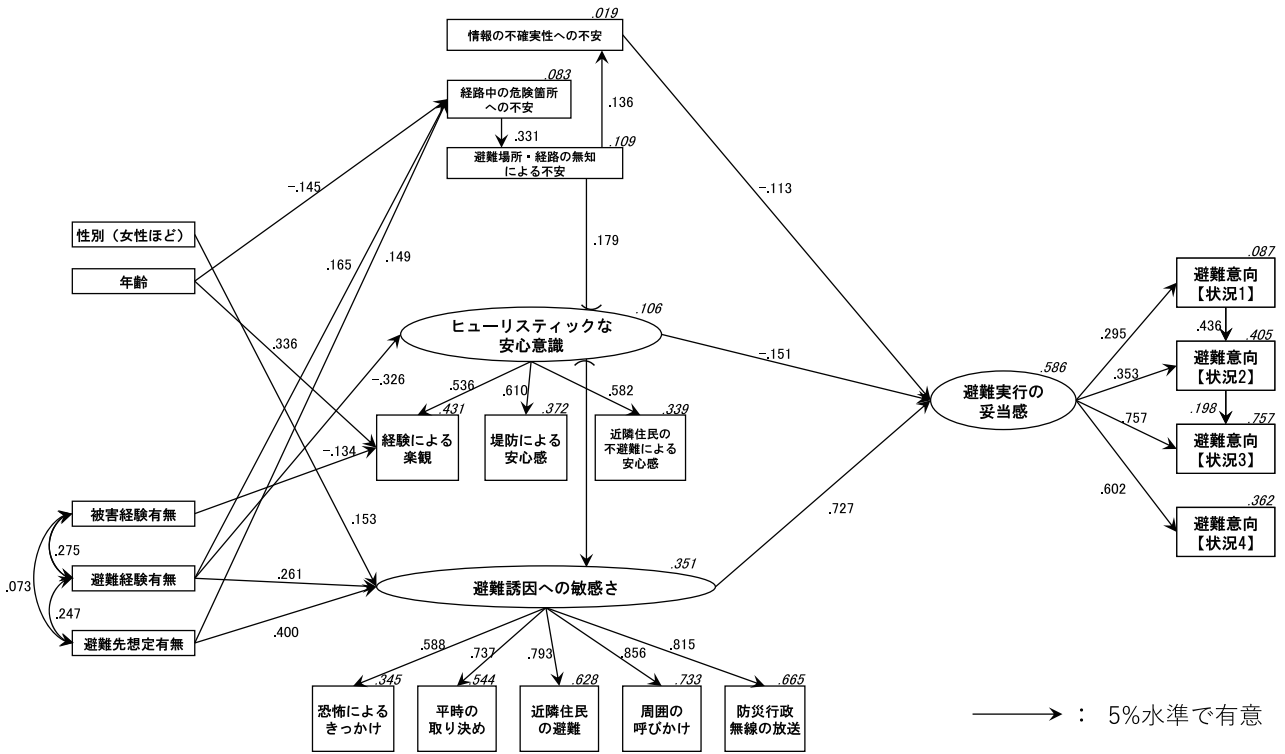
b) 避難促進要因に関するブロック

図中央下部に位置し、各避難誘因がどの程度避難を実行するきっかけとなりうるかを尋ねた設問の回答を観測変数とし、これらに「避難誘因への敏感さ」という潜在変数からそれぞれパスが入射する構造となっている。この

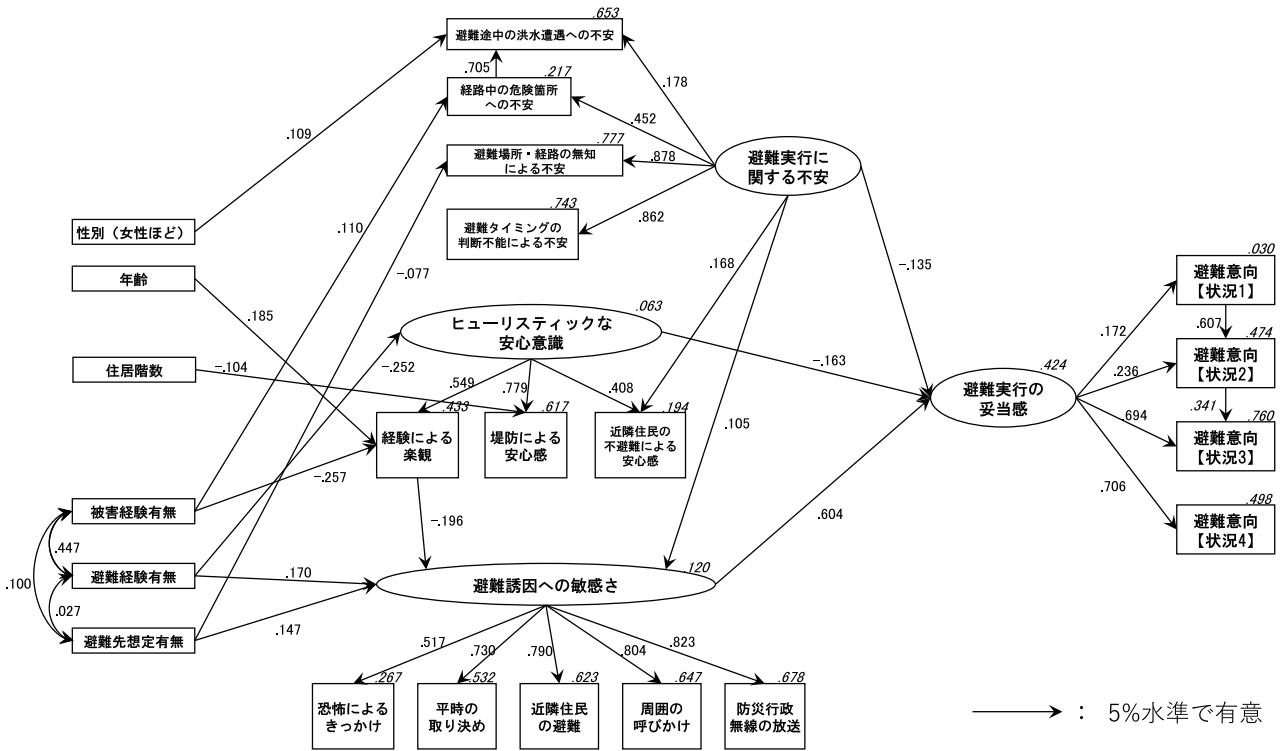
潜在変数から最終的な目的変数である「避難実行の妥当感」へパスが伸びている。

c) 避難意向に関するブロック

図右側に位置し、様々な要因の影響を受けた結果、住民が行う意思決定のアウトプットとなるブロックである。アンケート調査票で示した各災害状況における避難意向の回答を観測変数とし、これらに避難すべきと思う気持ちを表す「避難実行の妥当感」という潜在変数からそれぞれ



c) 石下地区における避難意思決定モデル (N=222)



d) 水海道地区における避難意思決定モデル (N=317)

図 17 共分散構造分析 (多母集団の同時分析) による住民の避難意思決定モデル

れパスが入射する構造となっている。各意思決定要因はこの潜在変数へとパスが伸びている。また、東部農村地区以外の地区では、【状況1】から【状況3】の避難意向の間で、水害が進展する方向にそれぞれパスが伸びている。これは、避難意識の高い人はどの状況でも避難意向

を高め、反対に避難意識の低い人はどの状況でも避難意向を低めに回答していることを示している。ただ【状況4】は危険がごく身近に接近するため、前までの状況での判断と関係なくどのような人も避難意向が高まると考えられる。

d) 二次的要因に関するブロック

全地区で図中央上部に位置するが、採用された変数の種類は地区ごとに異なる。探索的なモデル構築の結果、まず西部地区では避難生活への不安に関する変数が採用され、最終的に「避難先の設備不良への不安」から「避難実行の妥当感」へパスが伸びている。「避難先での共同生活への不安」からも同様にパスが入射しているが、推定値は有意ではない。

東部農村地区、石下地区、水海道地区では、主に避難を実行する際の状況に関する二次的要因の変数が採用された。東部農村地区と水海道地区では避難方法や避難経路への不安に関する変数が採用され、これらは潜在変数「避難実行に関する不安」の観測変数となっている。そしてこの潜在変数から最終的な目的変数である「避難実行の妥当感」へパスが伸びている。モデル構築の過程では、この「避難実行に関する不安」という潜在変数を全地区に設定することを試みたが、探索的に検討する中でモデルの適合度やパス係数の有意性を考慮した結果、この潜在変数は東部農村地区と水海道地区でのみ採用することとなった。

一方石下地区では避難経路への不安に関する二次的要因に加えて、一次的要因のうちの「情報の不確実性への不安」の変数も同時に採用された。最終的な目的変数である「避難実行の妥当感」にパスが伸びるのは一次的要因であるこの「情報の不確実性への不安」であるが、この不安は避難経路への不安からくるものであることから、二次的要因のブロックとして扱う。

e) 個人の情報に関するブロック

全地区で図左側に位置するが、採用された変数の種類は地区ごとに異なる。個人属性と水害経験・意識に関する設問を外生変数として、避難意向に関するブロックを除く各潜在変数・観測変数にパスが伸びている。全ての地区で「性別」と「年齢」は採用され、西部地区で「居住年数」、東部農村地区と水海道地区で「住居階数」、東部農村地区で「ペットの有無」が採用された。「年齢」と「居住年数」の2つ、ならびに「被害経験有無」、「避難経験有無」、「避難先想定有無」の3つは、共分散を示す双方向パスでそれぞれ連結されている。

(4) 各要因の影響に関する考察

a) 採用された二次的要因

地区ごとに採用された変数が異なる二次的要因ブロックでは、西部地区のみが避難した後の生活に関する不安を思案するのに対し、東部3地区では避難実行途中への不安を思案していることが明らかとなった。東部では過去の水害による被害・避難の経験がそれぞれ避難実行途中への不安を増大させていることから、水害経験により水害の脅威や被害イメージへの意識が高まっているといえる。西部地区では水害経験が少なくこうした意識が薄いため、安全に避難できることは前提で、避難後の生活への心配が強く思案される傾向があると考えられる。ただ、命を守ることを第一に考える場合にはこうした避難完了後の状況への不安のために避難が行われないのは望ましくなく、まずは安全を確保するための避難を行う必要がある。西部地区ではこのような緊急避難を促すための対策を重点的に検討する必要がある。

b) 「ヒューリスティックな安心意識」の規定因

潜在変数「ヒューリスティックな安心意識」から観測変数に伸びる3つのパスの係数を比較する。西部地区、東部農村地区といった農村集落を主とする地域では、「経験に

よる楽観」へのパス係数が最も大きい。長年同じ土地に住んでいる傾向があり、被害や避難の経験が無い人は過去の経験への信頼が高くなっていることが推察される。過去の経験を覆す意識啓発は困難であるため、地区での避難のルール化など、個人の自主的な判断だけに依拠しない地域としての規範によって避難を実行させる対策の必要性も示唆される。一方石下や水海道といった市街地では、「堤防による安心感」へのパス係数が最も大きい。平成27年水害後に整備が進む堤防の効果を過信し、水害発生を楽観的に捉える傾向が読み取れる。

c) 「避難誘因への敏感さ」の規定因

潜在変数「避難誘因への敏感さ」から観測変数に伸びる5つのパスの係数を比較する。全ての地区で、「周囲の呼びかけ」と「防災行政無線の放送」へのパス係数が大きく、避難を促す情報を受け取ることが避難のきっかけになりやすいことが明らかとなった。加えて平成27年水害で浸水した東部の3地区では「水害への恐怖」へのパス係数が他の変数と比較して小さい。したがって、災害が接近するのを見て判断するよりも、情報や取り決め等に気をつけて意思決定をしようという意識が強いことが読み取れる。二次的要因の影響も考慮し、適切な避難場所や避難経路に関する情報を含んだ具体的な情報提供を検討することが重要である。

d) 「避難実行の妥当感」が行動に表れるタイミング

潜在変数「避難実行の妥当感」から観測変数に伸びる4つのパスの係数を比較する。西部地区、石下地区、水海道地区は、【状況3・4】での避難意向へのパス係数と比較して【状況1・2】での避難意向へのパス係数が小さい。これらの地区においては、災害の初期段階ではたとえ避難すべきだと判断できていたとしても、それが避難行動に結びつきにくいことが明らかとなった。一方東部農村地区では【状況2】での避難意向へのパス係数が大きく、早いタイミングで避難に結びつきやすいことが明らかとなった。これは地理的に避難が困難な環境であることが関係すると推察される。

e) 「避難実行の妥当感」に影響を与える要因

潜在変数「避難実行の妥当感」へ入射する変数・パスに着目する。一次的要因の影響については「ヒューリスティックな安心意識」からのパスに着目し、西部地区、石下地区、水海道地区では係数が負値であることから、ヒューリスティックな安心意識が大きいほど避難の妥当感が下がる結果となった。適切な災害知識の啓発等によりこうした安心意識を解消することが避難の促進につながるといえる。一方東部農村地区ではパス係数が正値であり、ヒューリスティックな安心意識が小さい人は避難の妥当感が小さいという結果となった。避難意向が低い人は最初から避難しないと決めているため各要因への関心が低かった可能性が考えられる。

二次的要因の影響については、西部地区では「避難先の設備不良への不安」からのパスに着目し、係数が負値であることから避難生活への不安が大きいほど避難の妥当感が下がる結果となった。また石下地区では「情報の不確実性への不安」、水海道地区では「避難実行に関する不安」からのパスに着目し、係数が負値であることから、避難実行途中への不安が避難の妥当感を下げる結果となった。したがって、避難場所・経路の整備や情報提供の改善が求められる。このように、これら3地区では避難実行時の不安が避難行動を躊躇させるはたらきをもっており、クロス集計で得られた結果と反する関係となった。共分散構造分析により他の要因との関係を一体的に分析するこ

とで、二次的要因が避難を阻害するという当初の想定通りの関係がみられたと考えられる。一方東部農村地区では、「避難実行に関する不安」からのパス係数が正值であり、唯一避難実行に関する不安が避難を促すはたらきをもっていた。避難実行時に想定される不安を平時からイメージしておくことが避難促進につながる可能性が示唆された。

そして、これら一次的要因と二次的要因から「避難実行の妥当感」へのパス係数の絶対値を比較する。例えば、水海道地区モデルをみると、「ヒューリスティックな安心意識」からのパス係数は-0.163、「避難実行に関する不安」からのパス係数は-0.135であり、一次的要因からのパス係数の絶対値の方が大きい。つまり二次的要因よりも一次的要因の方が意思決定に大きく影響すると解釈でき、そしてこの関係は4地区すべてにおいてみられた。本研究では、命を守ることを第一とした時に二次的要因の影響で大きく避難が阻害されてしまうことを問題意識としていたが、常総市においてはこうした現状はみられなかった。しかし、パス係数の絶対値を用いて一次的要因と比較した二次的要因の影響を計算すると、地区により0.72倍～ほぼ等倍という結果が得られた。したがって、二次的要因が避難意思決定に及ぼす影響は小さいとはいえない。避難の必要性判断に影響を与える一次的要因に関する対策が引き続き必要ではあるが、これまでの検討が不十分な二次的要因の解消に向けた対策の重要性も、今回の結果から示唆される。

(5) 地区別まとめと避難促進対策の提言

表7に、前節までに構築した意思決定モデルの解釈・考察とそれに基づく避難促進策の方針を地区別に整理している。

(a) 西部地区

本地区では、過去に水害がほぼ発生していないことから経験による楽観が大きく、これが主に避難を阻害している。また、避難先での生活への不安といった二次的要因も避難を阻害する要因の一つとなっている。周囲からの呼びかけや近隣住民の避難行動など周りの人のアクションが避難を促進しやすいことから、自治会や一定区画の周辺住民と協働し、水害時の一斉避難をルール化することが有効と考える。ルール化により住民個人が避難の必要性を検討する余地を少なくすることで、強い楽観をもつ人々を避難行動に導く一助となると考える。こうした体制を整えるためには訓練が重要であるが、平時からの防災活動を通して住民同士の信頼関係を築くことで、一緒に過ごすことになる避難先での生活への不安を軽減でき、避難意向が高まる可能性もある。

(b) 東部農村地区

本地区では避難実行途中への不安が主に思案される。これは過去に水害発生が多く、また低平地で避難場所が少ないことによる避難負担の大きさ等に起因すると予想される。そしてこうした不安が避難意向を高める要因になり得ることが明らかとなった。そこで当地区では、避難先、経路、タイミング、移動手段、同伴者、情報収集手段など、水害時の避難行動を平時から具体的に想定しておくことで、避難する際にかかる負担や不安要素をある程度理解しておくことが有効であると考えられる。これにより平時から避難意識を敏感にし、加えて水害接近時には地区内で呼びかけを行い避難のきっかけをうみだすことで、災害の危険が迫る前の早期段階での避難が実現されやすいと考えられる。

表7 各地区モデルの考察まとめ

	西部	東部農村	石下	水海道
一次的要因	過去の経験への信頼が強い		堤防の効果を過信	
二次的要因	避難先への不安が避難を阻害	避難に関する不安が避難を促進	公的情報への不安が避難を阻害	避難方法への不安が避難を阻害
促進要因	周囲の呼びかけ 近隣住民の避難		周囲の呼びかけ 防災無線の放送	
対策の 手がかり	緊急避難の意識が低い が、意識啓発は容易でない	避難妥当感が高まれば 早期でも避難が行われやすい	公的情報の不確実性への不安・不信感の解消が必要	安全な避難完了のための 情報提供が必要
対策方針	居住区単位での 避難体制整備	不安も含めた 行動想定	避難情報提供の改善	

(c) 石下地区

本地区では適切な避難方法や情報提供に関する不安が思案されている。背景には平成27年水害時の避難方法に関する公的情報への不信感の存在が推察される。避難の促進には、公的情報の不確実性への不安や不信感の解消が必要であると考えられる。そこで、当地区では自身が自宅周辺・避難場所までの危険箇所について正しい知識をもつことで、水害時に提供される情報に無意味に惑わされない素地を形成しておくことが必要である。そのため、行政等から発信される公的情報をもとに実験的に避難するような平時の訓練を提言する。これにより、自宅周辺の危険箇所の把握に加えて、行政の災害情報に対する住民の信頼を構築し、現状で避難阻害要因となっている「情報の不確実性への不安」を取り除くことができると考える。

(d) 水海道地区

本地区では、平成27年水害時の経験から安全な避難方法に関する不安が多く思案されており、これが主に避難を躊躇させている。周囲の呼びかけや防災行政無線の放送が避難のきっかけになりやすいことから、安全な避難完了に向けた情報提供の改善が避難促進に有効であることが推察される。したがって、防災行政無線によるリアルタイムな河川水位や道路冠水の情報、適切な避難場所など、安全な避難完了に必要な局所的・具体的な情報を逐次更新しながら提供することが有効といえる。ただしアンケートの自由回答では現状の市の防災行政無線は聞き取りづらいという声も多く、スピーカーの改善や戸別受信機の導入等により確実に住民へと情報が伝わる体制を整備することが重要である。

5. 結論

本研究では、河川氾濫水害接近時の住民避難の阻害要因を「避難が不要であるとの思い込み」に結び付く要因（一次的要因）」と「避難実行時にかかる負担・不安に関する要因（二次的要因）」に分類し、特に二次的要因の影響に着目した。そこで常総市民へのアンケート結果に基づき、多母集団の同時分析によって特性の異なる4地区の共分散構造モデルを構築し、その解釈と考察を行った。以下に主な結果と、対象地以外の地域も含めた水害常襲地域の今後の避難促進対策の方向性について述べる。

- 全ての地区で二次的要因より一次的要因のほうが強く避難意思決定に影響を与えることが明らかとなった。しかし、一次的要因と比較して二次的要因の影響は0.72倍～ほぼ等倍という結果が得られ、その影響は小さいとはいえない。避難の正しい判断を促す施策に加えて、避難途中や避難後の状況への不安（二次的要因）

を解消するというアプローチで避難促進策を検討することの有効性が示唆された。

- 西部地区のように水害リスクが高いながら過去に水害が発生したことの無いような地域では、避難の必要性・危険性への意識が薄く、本来思案されるべきではない二次的要因が避難を阻害しうる。近隣住民との避難協働により避難後の生活まで不安を解消させられる施策が必要である。
- 東部農村地区のように浸水リスクが高く地理的に避難が困難な地域では、避難に負担がかかることへの理解が避難を促進する可能性がある。身近な場所に安全な避難場所が無い地域では、水害時の切迫感・恐怖感を具体的にイメージしながら平時の行動想定を行っておくことが有効である。
- 石下地区や水海道地区のように過去に甚大な水害を受けた地域では、各種情報をもとに安全に避難することへの意識が高いと推察される。情報に対する信頼の構築と伝達手法・内容の精査を進め、避難行動に結び付けられる情報提供システムの整備が重要である。

最後に、今後の課題として以下の2点を挙げる。今回の調査では、分析の目的変数である「行動」を、紙面上の避難意向という形で計測するにとどまった。こうした意識と実災害時の行動との関係を明らかにするには、実際の行動と絡めた実証的な調査が必要である。また本研究で構築したモデルは、住民の意識構造を把握したものとどまった。実務上有効なモデルとするためには、客観的なデータによる政策変数を組み込むことが必要である。

謝辞

本研究の調査実施に当たり、常総市防災危機管理課のご協力をいただきました。また、調査にご協力いただきました常総市民の皆様にも心より感謝申し上げます。なお、本研究の一部は、文部科学省リスクコミュニケーションのモデル形成事業（学協会型）による地域安全学会の取組み「行政・住民・専門家の協働による災害リスク等の低減を目的とした双方向リスクコミュニケーションのモデル形成事業」によるものである。

参考文献

- 1) 田中皓介, 梅本通孝, 糸井川栄一: 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, 地域安全学会論文集, Vol.29, pp185-195, 2016
- 2) 児玉真, 片田敏孝, 桑沢敬行, 清水晃, 和田光広, 小林賢也: 高潮災害時の広域避難実現に向けた住民意識啓発に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp1356-1360, 2013
- 3) 安部美和, 落合知帆, 中川由理: 水害時における住民の意思決定と避難行動に関する研究 (2) —平成 23 年台風 12 号の和歌山県田辺市本宮地区におけるアンケート調査—: 都市計画学会 都市計画報告集, No.12, pp82-85, 2013
- 4) 及川康, 片田敏孝, 浅田純作, 岡島大介: 洪水避難時における世帯行動特性と世帯員の役割分担に関する研究, 水工学論文集, Vol.44, pp319-324, 2000
- 5) 菊井稔宏, 佐野寿聰: 土砂災害における住民等の意識と警戒避難対応について, 砂防学会誌, Vol.60, No.6, pp48-55, 2008
- 6) 矢部浩規: 人々の意思決定過程とリスク認知特性を考慮した河川災害情報提供方法に関する研究, 土木学会論文集, Vol.2005, No.800, pp1-14, 2005

- 7) 柿本竜治, 金華永, 吉田護, 藤見俊夫: 予防的避難の阻害要因と促進要因に関する分析 防護動機理論に基づいた予防的避難に関する意識構造分析, 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp321-326, 2014
- 8) 田中皓介;梅本 通孝;糸井川 栄一: 茨城県常総市を対象としたヒアリング調査に基づく水害時の住民の行動意思決定要因の探索, 2017年地域安全学会梗概集, Vol.41, pp71-74, 2017
- 9) 常総市: 鬼怒川・小貝川におけるタイムライン (H29年4月版), <http://www.city.joso.lg.jp/ikkrwebBrowse/material/files/groupp/50/timelineH29.4.pdf> (最終閲覧日: 2018/5/5)
- 10) 気象庁: 特別警報の発表基準について, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/tokubetsu-keiho/kizyun.html> (最終閲覧日: 2018/5/5)
- 11) 気象庁: 警報・注意報発表基準一覧表, 茨城県常総市, 平成29年7月, http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kijun/ibaraki/kijun_0821100.pdf (最終閲覧日: 2018/5/5)
- 12) 気象庁: 雨の強さと降り方, 平成 29 年 9 月, http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/yougo_hp/amehyo.html (最終閲覧日: 2018/5/5)
- 13) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報ダウンロードサービス, 行政区域, 河川, 避難施設, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終閲覧日: 2017/11/18)
- 14) e-stat政府統計の窓口: 平成27年国勢調査 (小地域), 男女別人口総数及び世帯総数, 茨城県, 2015/10/1, <https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2015&aggregateUnit=A&surveyId=A002005212015&tatsId=T000848>, (最終閲覧日: 2018/5/5)
- 15) 涌井良幸, 涌井貞美: 図解でわかる共分散構造分析, 日本実業出版社, pp95-104, 2003
- 16) 豊田秀樹: 共分散構造分析 [Amos 編] —構造方程式モデリング—, 東京図書, pp74-75, 2007

(原稿受付 2018.5.13)

(登載決定 2018.9.2)

