災害情報 No.17-1 Jan.2019 日本災害情報学会誌

目 次

投稿

誦 又」
既存の災害対策の情報提供がリスク認知および準備意図に及ぼす影響:新耐震基準の情報提供を一
例として
The Influences of Information about Societal Measure for Disaster on Individuals' Risk Perception and Preparative Intention
中谷内一也 1
大規模水害時における病院のリスクの抽出およびリスクの上昇する患者の推計
To clarify and estimate the hospital patients with higher risk during large-scale floods
平常時の避難行動意図に関する汎用的な調査フレーム構築の試み
Development of a survey frame on behavioral intention of evacuation
平成 29 年 7 月九州北部豪雨の道路被災場所の特定への道路ジオコーダの適用評価
Evaluation of Road Geocoder in Specifying Damaged Roads in July 2017 Kyusyu Northern Heavy
Rain Disaster

既存の災害対策の情報提供がリスク認知および準備意図 に及ぼす影響:新耐震基準の情報提供を一例として

中谷内一也1

¹同志社大学教授 心理学部 (〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3)

和文要約

本研究は、ある社会的な地震対策が実施されているという情報提供が、地震に関連する各種リスク認知や地震とは無関係のリスク認知、さらに、提示された地震対策とは別側面の地震対策や他の災害対策についての準備意図にどのような影響をもたらすのかを検討するものであった。保険効果や単一行動バイアスなどのモデルは、社会的対策情報の提供によって個人の不安感が低下し、その結果として、リスク認知や災害準備意図が減少すると予想する。しかし一方、Out of sight, out of mindと呼ばれるモデルからは、災害対策実施の情報に触れることで、個人は災害リスクの高さを再認識する機会を得ることになり、リスク認知や準備意図は高まることが予想される。本研究は新耐震基準を材料として実験を実施し、この問題を検討した。分析の結果は後者を支持するものであり、新耐震基準について情報を与えられそれを理解した人は、情報を与えられなかった人に比べて地震関連リスクをより高く認知し、準備意図を高めることが明らかにされた。また、情報提供の影響はあくまで地震関連のリスク認知や準備意図に留まっており、他種のハザードにまで波及することはなかった。以上の知見から、社会的に災害対策が進められているという情報は、個人的な災害準備の促進という観点からも積極的に告知されることが望ましい可能性が示唆された。最後に本研究の制約について考察した。

キーワード:災害リスク認知、準備行動意図、地震、保険効果

1. はじめに

本研究の目的は、社会的な災害対策の実施について情報提供することが個人のリスク認知や災害準備意図にどのように影響するのかを検討することであった。

大きな災害の後、中央政府から地域コミュニティに至るまで、社会は広く減災システムを強化しようとする。たとえば、将来の災害被害を緩和するための法律や条例の制定、土木事業の実施、緊急医療体制の構築、避難所の整備などである。しかし、将来の被害を削減するには、そういった政府やコミュニティによる対策に加えて、住民個々人の自助的な備えが重要である。たとえば、重い家具を固定する、非常用の飲料水、食料品、医薬品を備蓄する、緊急時の連絡方法を家族で確認しておく、などの備えである。これらには個人あるいは家庭単位での取り組みが求められる。

では、政府や地域コミュニティによって社会的な災害

対策が行われているという情報を伝えることは、個人の リスク認知や災害準備意図にどのような影響を与えるの だろうか。もし、社会的な災害対策を知ることで安心感 が生まれ、個人のリスク認知が低下し、準備意図を抑制 することになれば、それは結果的に社会全体の災害脆弱 性を高めることになるだろう。この場合、対策の実施に ついての情報提供は必ずしも良策ではないということに なる。しかし逆に、社会的な対策が行われているという 情報によって、個人が災害リスクの高さを再認識し、準 備意図を高めるならば、それは社会全体の災害準備強化 につながるだろう。この場合、社会的な対策の実施は積 極的に伝えるべきということになる。

2. 理論的検討

本研究の目的は上述の実務方針とのかかわりに加え、 災害リスク認知の理論的な問題にも関連する。というの は、社会的な対策情報の影響過程については以下のように相反する予測が可能だからである。

(1) 社会的な対策についての情報は個人の準備意図を抑制するという予測

社会的対策を含んだ外部からの災難準備を知ることで 安心感が生まれ、この安心感がリスク認知を低下させる という心理学的モデルがある。これは保険効果 (Insurance effect: Tykocinsky, 2008; 2013)、あるいは保護効果 (Protection effect: Van Wolferen et al., 2013) と呼ばれる。 このモデルに従うと、災難への備えの多くは災難が発生 した後にそのダメージを和らげられるに過ぎないにもか かわらず (例えば、保険)、安心感により、人は災難の発 生リスクそのものを低く認知するようになるという。さ らには、医療保険への加入を意識することで戦争のリス ク認知が低下するというように (Tykocinsky, 2008)、当 該の備えとは直接かかわらない災害にまでリスク認知の 低下が波及すると報告されている。もし、災害への備え を知ることで災害発生のリスクを低くみなすようになる なら、防護行動意思決定モデル(Protective action decision model: Lindell & Perry, 1992; 2012) や防護動機理論 (Protection motivation theory: Rogers, 1975; 1983) におい て、対策行為や動機づけの主要規定因と位置づけられる 脅威評価が広範に低下し、人びとの災害対策準備意図を 全般的に引き下げてしまうだろう。

また、単一行動バイアス (Single action bias: Hansen et al., 2004; Weber, 1997; 2006) も同様に、社会的な対策実施を伝えることで個人の災害への準備意図が低下するという予測を導く。単一行動バイアスはその名の通り、人がリスクに直面したとき、ひとつの対策がとられるとそれまでの不安感が低下し、それ以外の対策には消極的になる傾向を示すものである。このモデルに従うと、ある社会的な地震対策が実施されたことを知ると、それ以外の(自分が行うべきものを含めた) 地震対策については準備意図が低くなると予測される。

保険効果も単一行動バイアスも不安感の低下がリスクへの準備行動意図の低下をもたらすと主張するものである。これらは感情ヒューリスティック(Affect heuristic: Finucane et al., 2000; Slovic et al., 2002)や "感情としてのリスクモデル"(Risk as feeling: Loewenstein et al., 2001; Slovic et al., 2004)など、最近の理論フレームワークとも整合的である。

(2) 保険効果の反証

しかしながら、この保険効果、ないしは保護効果が再 現されないという報告もなされている。Van Wolferen (2013) は、Tykocinsky (2008) をそのままなぞった直 接的な追試研究、および、概念的に同等な追試研究を行 ったが、いずれも保険効果は再現されなかった。

また、Nakayachi (2013) は災害情報と対策実施情報が リスク認知に及ぼす影響の非対称性についてして検討し ている。そして、ある災害(例えば、列車事故)情報は そのカテゴリーにある他のハザード(公共交通機関全体)のリスク認知を高めるが、対策実施(鉄道の自動停止装置の導入)の情報は他のハザードのリスク認知にまで影響しないことを報告している。この結果は、あるリスクへの対策実施を認識することが他の無関係のハザードのリスク認知を低下させるという Tykocinsky (2008, 2013)の報告と一致しない。

このように、災害対策の導入が当該災害の脅威に加え、 他の災害のリスク認知まで低下させるというモデルは複 数の研究によって反証されている。

(3) 社会的な対策についての情報は準備意図を高めるという予測

社会的な対策情報の提供はリスク認知を下げないばかりか、むしろ、自分が対策を行うべきリスクに直面していることを再認識させる機会となる、という考えが可能である。Fischhoff et al. (1978) は自明といえるような要素でさえ、それが外的に明示されないと、リスク判断においてその要素は考慮されにくいことを報告し、"Out of sight, out of mind"と名付けている。日本が地震国であることは日本に住むほぼすべての人にとって自明と考えられるが、それでもなお、Fischhoff et al. (1978) は地震リスク情報を示し続ける必要があると説くものである。そして、政府が地震対策を行っている、言いかえると、社会的な対策が必要なほどの地震リスクがあるという情報提供は、リスクの高さを再認識する機会を人びとに提供することになると考えられる。

3. 実験の概要

以上のように、社会的な対策が実施されているという 情報が個人のリスク認知や準備行動意図を低下させるの か、それとも、高めるのかという研究課題は、災害リス クコミュニケーションの実務的観点に加え、リスク認知 や対災害行動の理論的問題にも関わるものと考える。と ころが、これまで述べてきたように、この問題について は相反する説明が可能であり、明確な結論は得られてい ない。そこで本研究では、地震による建築物の倒壊を防 ぐため 1981 年に施行された新耐震基準を材料とし、オン ライン実験でそれについての情報提供を行う条件と行わ ない条件とを設け、実験参加者の反応を比較することで この問題にアプローチした。より具体的には、新耐震基 準についての情報を提示することで、巨大地震の発生や それに伴う住まいの被害、食料調達の困難といった直 接・間接のリスク認知、および、食品添加物や犯罪とい った新耐震基準には無関係なハザードについてのリスク 認知を測定した。さらに、準備行動意図については転倒 防止金具の装着や食料の備蓄といった新耐震基準がカバ 一するものとは別種の地震対策、および、食品添加物を



図-1 実験の進行手順

避けるとか戸締まりを徹底するといった新耐震基準とは 無関係な災害対策についても測定し、波及的影響の有無 を検証した。オンライン実験を用いた理由は、大量のサ ンプルに対して後述するスクリーニングを容易に実施で き、目的に沿ったサンプルのデータを抽出して分析可能 というメリットを生かせるからである。

4. 方法

(1) 実験参加者とスクリーニング

今回の実験においては、すべての参加者が新耐震基準という災害対策にカバーされた家屋に居住していることが必要となる。その上で、新耐震基準についての情報を伝えられるか伝えられないかだけが相違する要因操作を実施する必要がある。もし、新耐震基準を満たさない家屋居住者のデータが混ざると、検証したい災害対策の"情報提供"の有無という要因の効果に、災害対策でカバーされているかどうかという要因の効果が混入してしまう。そこで、本実験ではあとの「手続き」に示す方法によって参加者をスクリーニングし、新耐震基準がカバーする家屋に居住する参加者のデータのみを抽出した。

さらに、実験中に提示される新耐震基準についての情報をしっかり読んでいるかどうかを確認し、手抜きがうかがわれる参加者データを取り除くスクリーニングも実施した。今回の実験では新耐震基準についての情報を与える条件(実験群)と与えない条件(統制群)を比較するデザインを用いるが、情報を与えても参加者がそれをきちんと読まずに回答を進めたとしたら、その参加者についての要因操作は不首尾となる。そして、近年、オンライン調査において参加者の手抜きが頻発しているという satisfice 問題が報告されている(三浦・小林、2015a; 2015b; 中谷内、2018)。そこで、今回の実験では新耐震基準についての情報を提示した直後に、その内容についての理解を測定し、課題への取り組みの適切さを評価した。具体的内容は、提示した新耐震基準についての情報とともに「手続き」で述べる。

以上のスクリーニングを経て分析対象となったのは、 日本のあるオンライン調査会社にモニタ登録する一般成 人 343 人 (男性 148 人、女性 195 人、平均年齢 45.9 歳、 SD = 14.9 歳、実験群 180 人、統制群 163 人) であった。 (2) 手続き

実験はすべてオンラインで 2018 年 2 月 17 日から 18 日にかけて実施された。この間、被害が報告されるよう な地震は発生していない。あるオンライン調査会社に登録する一般成人モニタのうち自宅の建築年を知っているという1,494人(男性633人、女性861人;平均年齢49.88歳、SD=14.96歳)を抽出し、実験群と統制群に無作為に振り分けた。この後の手続きを、まず実験群について説明する。図-1上段に示すように、実験群では、自宅の建築年についての質問、新耐震基準についての情報提供、提供した内容の理解テスト、リスク認知についての質問、準備行動意図についての質問、の順で実験は進行した。

自宅の建築年については「1981年(昭和56年)より前」 「1981年(昭和56年)」「1981年(昭和56年)より後」の3 つの選択肢から回答を求めた。

次の新耐震基準の情報提供にあたっては、先に、「以下の文章をよく読んで理解して下さい。次のページでこの内容についての理解テストを行います。」と、理解テストの実施を事前に知らせ、その上で以下の情報を提示した。「日本では 1981 年(昭和 56 年)に新耐震基準が設けられました。これ以降の家屋は、もし、震度 6 強~7 の地震が起こったとしても、崩壊・倒壊しないように設計されています。阪神淡路大震災や熊本地震でも、倒壊・崩壊した家屋は、それ以前の基準で建てられた古いものに集中していました。」参加者は自分のペースで文章を読み、「内容を理解したら、次ページへ進んで下さい」との教示に従って、理解テストのページに移った。

理解テストとして次の4問が設けられていた。

- ・新耐震基準はどれくらいの地震でも倒壊しないという 基準ですか。(回答選択肢として「震度3強~震度4」「震 度4強~震度5」「震度5強~震度6」「震度6強~震度7」 「震度7強~震度8」の5つ)
- ・阪神淡路大震災や熊本地震で倒壊・崩壊した家屋のうち新耐震基準の比率はどうでしたか。(回答選択肢として「たいへん低い」「旧耐震基準と同程度」「たいへん高い」の3つ)
- ・新耐震基準が設けられたのは何年ですか。(回答選択肢として「1971年」「1981年」「1991年」「2001年」「2011年」の5つ)
- ・あなたはどちらの耐震基準で建てられた家に住んでいますか。(回答選択肢として「旧耐震基準」「新耐震基準」「ちょうど改正された年の建築なので不明」の3つ)

最初の3間の解答は直前に読んだ新耐震基準の文章中に明示されており、難解なものではない。4間目への解答も、文章中の施行年と先に回答した自宅の建築年の組みあわせから容易に導かれるものである。

続いて、リスク認知についての質問、準備行動意図の質問を行い、すべての回答終了後、参加者に対して回答への礼を述べた。そして、最後に「新耐震基準について震度6強~7でも倒壊しない基準と説明しました。概ねそのレベルの基準でありますが、絶対に倒壊しないと保証されているわけではないことを申し添えておきます。」との文章を提示し、実験を終了した。

	実験条件	統制条件
巨大地震による住まいの倒壊	2.37 (1.03)	2.24 (0.94)
巨大地震の居住地域での発生	3.32 (1.11)	3.07 (1.11)
巨大地震で食料に困る	3.38 (0.98)	3.13 (0.97)
n	180	163

括弧内は標準偏差。尺度の範囲は1-5

一方、統制群には図-1 下段にあるように、新耐震基準についての情報提供する前に、リスク認知や準備行動意図についての質問を行った。その後、実験群と同様に自宅の建築年を尋ね、新耐震基準の情報提供を行い、理解テストを実施した。統制群においても理解測定をしているのは、実験群と同様に課題への取り組みにおいてsatisficeをしていない参加者をスクリーニングし、操作する要因以外の条件を揃えるためである。すべての回答終了後の手順は実験群と同じであった。

リスク認知質問項目と準備意図項目の具体的内容は以下のとおりであった。

a) リスク認知質問項目

後に示す11項目に対して、自分がそうなる可能性がどれくらいあると思うかを、それぞれ「非常に低い」から「非常に高い」までの5段階で回答するよう求めた。最初の3項目が地震関連項目であり、以降の8項目は地震に関連しないハザード項目であった。地震に関連しないハザード項目を設けているのは Tykocinsky(2008)が主張するような、無関係なハザードへの波及効果を検証するためである。これら8項目は日本におけるハザード不安を全国調査に基づいて分類した中谷内・島田(2010)および中谷内・長谷・横山(2018)に概ね沿ったものである。

- ・巨大地震でお住まいが倒壊する可能性
- ・巨大地震が居住地域に発生する可能性
- ・巨大地震で食料に困る可能性
- ・大型台風が居住地域を襲う可能性
- ・新たに発生する新型の伝染病に感染する可能性
- ・食品添加物によって健康を害する可能性
- ・自分の生存中に日本が戦争する可能性
- ・日常生活で転倒や転落し、ひどく負傷する可能性
- ・脳、心臓系の病気(脳卒中や心筋梗塞)を患う可能性
- ・泥棒、空き巣などの犯罪被害を受ける可能性
- ・家庭の経済状況が悪化する可能性

b) 準備意図項目

後の11項目に対して、今後どれくらい実行しようと思うかを、それぞれ「あまり思わない」から「強く思う」までの5段階で回答するよう求めた。最初の4項目は地震関連項目であり、それ以降の項目は概ねリスク認知項目に対応している。

・家具の転倒防止金具を装着する

	実験条件	統制条件
大型台風が居住地域を襲う	2.86 (0.91)	2.77 (1.00)
新型の伝染病に感染する	2.64 (0.80)	2.56 (1.00)
食品添加物による健康被害	2.63 (0.85)	2.53 (1.04)
生存中に日本が戦争する	2.40 (1.01)	2.36 (1.08)
転倒や転落により負傷する	2.82 (0.96)	2.82 (1.02)
脳、心臓系の病気を患う	3.03 (0.89)	2.93 (0.96)
泥棒、空き巣などの犯罪被 害	2.73 (0.82)	2.64 (0.88)
家庭の経済状況が悪化する	3.07 (0.97)	2.93 (0.96)
n	180	163

括弧内は標準偏差。尺度の範囲は1-5

- ・災害用持ち出し袋を用意する
- ・災害用食料備蓄を進める
- ・非常時連絡方法を家族で確認しておく
- ・うがいや手洗いなど、感染防止を徹底する
- ・食品添加物を避ける
- ・投票や署名などで戦争を防ぐ方向に選択する
- ・転倒しないよう、手すりなどをもつ
- ・病気を避けるべく健康な食生活や運動を実践する
- ・戸締まりや所持品をしっかり管理する
- ・具体的な節約や増収方法を実践する

5. 結果

提供した情報を適切に読んでいるかどうかを確認する 4 問に正解し、かつ、自宅が1981年の新耐震基準施行以 降に建築されたと回答した343人を分析対象とした。

地震に関連するリスク認知3項目についての結果を表 - 1 に示す。これらのうち第2項目は地震の発生そのも のについてのリスクであり人がコントロールすることは まったく不可能である。一方、第1項目、第3項目は事 前の準備によって被害を軽減できるリスクである。この ようにリスクの性質が異なるので個別に分析を行った。 まず、地震の発生そのものについて、リスク認知得点の 差を t 検定により分析したところ、実験条件が統制条件 を有意に上回っていた (t(341) = 2.12, p = .034, Cohen's d =0.23)。次に、残り2項目について、「実験条件」、「項目」 の2要因を独立変数とする分散分析を行ったところ、実 験条件が統制条件を有意に上回ることが示された(実験 条件 F(1, 341) = 4.74, p = .030, partial $\eta^2 = .014$; 項目 F(1, 1)341) = 237.34, p < .001, partial $\eta^2 = .410$; 交互作用 F(1,341)= 0.97, p = .325, partial η^2 = .003)。以上のことから、新耐震 基準実施の情報によって地震関連項目のリスク認知は全 体として高まったといえる。

地震に関連しないリスク認知8項目についての結果を

表-3 地震に関連する項目の準備意図平均値

	実験条件	統制条件
家具の転倒防止金具を装着	3.32 (1.08)	3.13 (1.14)
災害用持ち出し袋を用意	3.62 (1.11)	3.44 (1.06)
災害用食料の備蓄	3.66 (1.05)	3.44 (1.02)
非常時連絡方法を家族で確認	3.74 (0.97)	3.61 (1.08)
n	180	163

括弧内は標準偏差。尺度の範囲は1-5

表-2 に示す。平均値は転倒・転落を除き、実験条件が統制条件よりもわずかに高い。しかし、その差は地震関連項目に比べると小さなものに留まっている。分散分析の結果でも、実験条件と統制条件の差は有意ではなかった(実験条件 F(1,341)=1.43,p=.233, partial $\eta^2=.004;$ 項目 F(1,341)=26.59, p<.001, partial $\eta^2=.072;$ 交互作用 F(1,341)=0.26, p=.970, partial $\eta^2=.001)$ 。これらのことから、新耐震基準実施の情報を提供しても、地震に関係のないハザードのリスク認知にまでは影響しないことが示唆された。

地震に関連する準備意図 4 項目についての結果を表 3 に示す。実験条件の平均値はいずれも統制条件を上回っている。分散分析の結果、実験条件が統制条件を有意に上回る傾向が示された(実験条件 F(1, 341) = 3.08, p = .080, partial $\eta^2 = .009$; 項目 F(1, 341) = 34.16, p < .001, partial $\eta^2 = .091$; 交互作用 F(1, 341) = 0.36, p = .786, partial $\eta^2 = .001$)。これらのことから、新耐震基準実施の情報を提供することで、地震に関係する災害準備意図はわずかであるが有意に高められたといえる。

地震に関連しない準備意図 7 項目についての結果を表 -4 に示す。平均値は「健康な食生活や運動の実践」を除き、実験条件が統制条件よりも高いが、それらの差は概ね大きなものではない。分散分析の結果でも、実験条件と統制条件の間に有意な差はみられなかった(実験条件 $F(1,341)=0.58, p=.446, partial <math>\eta^2=.002; 項目 F(1,341)=74.13, p<.001, partial <math>\eta^2=.179; 交互作用 F(1,341)=0.82, p=.553, partial <math>\eta^2=.002$)。これらのことから、新耐震基準実施の情報を提供しても、地震に関係のないハザードへの準備意図にまでは影響しないことが示唆された。

6. 考察

社会的な災害対策が進められれば進められるほど、個人はそれに安心感を覚え、依存を強めてしまい、結果的に他の自助的準備をしようとしなくなるという考えが可能である。逆に、災害対策が進められれば進められるほど、個人が災害情報に触れる機会が増えてリスクの高さを再認識することができ、結果として、自助的準備を促す方向に作用するという考えも可能である。本研究は新耐震基準を材料として実験を実施し、この問題を検討し

表-4 地震に関連しない項目の準備意図平均値

	実験条件	統制条件
うがいや手洗い等の感染防止	3.95 (0.94)	3.93 (0.98)
食品添加物を避ける	3.14 (1.00)	3.11 (1.01)
投票等で戦争回避方向を選択	3.24 (1.11)	3.12 (1.22)
転倒防止の手すり利用	3.39 (1.02)	3.31 (0.98)
健康な食生活や運動の実践	3.69 (0.87)	3.77 (0.97)
戸締まりや所持品の管理徹底	4.04 (0.85)	3.99 (0.86)
節約や増収方法の実践	3.76 (0.84)	3.61 (0.91)
n	180	163

括弧内は標準偏差。尺度の範囲は1-5

た。分析の結果は後者を支持するものであり、新耐震基準について情報を与えられ、それを理解した人は地震関連リスクをより高く認知し、準備意図を高めることが示唆された。また、情報提供の影響はあくまで地震関連のリスク認知や準備意図に留まるものであり、他種のハザードにまで波及することはなかった。以上のことから、社会的な災害対策が行われているという情報の提供は、個人的な災害準備の促進という観点からも積極的に行うことが好ましいといえよう。積極的な告知が個人のリスク認知や準備意図を抑制してしまうという懸念は今回の実験の文脈では支持されなかった。

ただし、本研究は準備行動そのものを測定していない ことに注意する必要がある。災害リスクを高く認知し、 準備する意図を高めても、最終的な行動レベルにまで進 められなければ現実の被害削減にはつながらない。そし て、災害リスク認知の高さは準備行動をほとんど、ある いは、まったく説明しないというメタ分析の結果も報告 されている (Shreve et al., 2014; Wachinger et al., 2013)。今 回の設定で考えても、新耐震基準について知らされたと いうそれだけのことで、人びとがこぞって震災準備行動 を推し進めるようになると期待するのは無理があろう。 リスクの高さを認識し、災害への準備をしておこうとい う気持ちの強まりが、行動レベルでの災害準備の出発点 としても、それだけで終わらせずに具体的な行動へと結 びつけられる環境の整備が必要である。社会的な災害対 策の実施を告知するとともに、個人的な準備として何が 必要で、そのためにはどのようなサポートが利用可能な のかを伝え、いわゆる実行のハードルを引き下げること が求められよう。

また、今回の実験で情報提供した新耐震基準は地震による建築物の倒壊・崩壊に関する対策であるが、これらの事態に直接関連する準備として「地震保険の加入」や「耐震補強」などがあげられる。それらの項目を設定しなかったのは、本研究の主な目的が、ある社会的対策の

情報提供によって個人がなすべき他側面の準備行動にどう影響するかという、いわば波及効果を検討するものであったためである。しかしながら、直接関連する個人的な準備行動にどう影響するかは興味深い問題であり、今後検討すべき課題として残されている。

なお、本研究ではリスク認知や行動意図を高め、災害 準備を促進することを望ましいこととして議論を進めて きた。これは、一般に、人々の災害準備が不足している という知見を踏まえてのものである(例えば、内閣府, 2016)。しかし、既に十分高いリスク認知や行動意図を持 つ人に対してさらにそれらを高めるような働きかけは必 ずしも望ましくはないことに留意すべきであろう。

本研究の他の制約として、材料として用いた社会的災 害対策が新耐震基準の施行に限られるということがあげ られる。社会的な災害対策は多様であり、他種の対策で は実験参加者の反応は違ったものになる可能性もある。 たとえば、新耐震基準は1981年の施行から30年以上経 過したものであるが、今後新たに実施しようとする対策 についての情報提供では、従来の対策では不十分なくら いリスクは高いからこそ新たに実施されるのだろうと解 釈され、一層リスク認知を高めるかもしれない。さらに いうと、社会的災害対応でなくても災害に関する何らか の情報を与えるだけで今回の結果がもたらされる可能性 は否定できないし、今回提示した情報のうちの災害対策 とは関係しない部分がリスク認知や準備意図に影響した 可能性を排除することもできない。これらの点に関して は今後の慎重な要因の絞り込みが求められる。また、リ スク管理機関への信頼がリスク認知やリスク対策の受容 に影響することも数多くの研究で報告されており(例え ば、包括的な文献として Cvetkovich & Lofstedt. 1999: Siegrist et al., 2007)、今回の問題においても、社会的災害 対策を実施している機関への信頼がリスク認知や準備行 動に影響すると考えられる。その影響過程がどのような ものか(機関への信頼が高いほど自助的準備を抑制する のか、それとも促進するのか)は興味深い問題である。 さらに、今回はオンライン調査会社の登録モニタを参加 者としてデータ収集を行ったが、実験や調査の実施フレ ームがデータにバイアスをもたらすことも考えられる。 以上のことを踏まえ、今後の実証的アプローチでは、社 会的災害対策の性質、対策実施者の特性、参加者特性を 含めた実験・調査の方法などにバリエーションを持たせ 知見の一般性を確認する必要があろう。それと同時に、 どのような条件の組合せであれば社会的対策の告知が個 人の災害準備をよく促し、どのような組合せの場合、そ の効果が抑止されるのかを明らかにすることが求められ よう。

謝辞:本論文を執筆するための諸資源を提供して下さい ました The Joint Centre for Disaster Research (Massey University)に深く感謝します。本研究は JSPS 科研費 JP16H03729 の助成を受けました。

参照文献

- Cvetkovich, G. T., & Löfstedt, R. E. (1999), Social trust and the management of risk, London: Earthscan.
- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000), The affect heuristic in judgments of risks and benefits, *Journal of Behavioral Decision Making*, 13, 1–17.
- Fischhoff, B., Slovic, P., & Lichtenstein, S. (1978), Fault trees: Sensitivity of estimated failure probabilities to problem representation, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 330–344.
- Hansen, J., Marx, S., & Weber, E. U. (2004), The role of climate perceptions, expectations, and forecasts in farmer decision making: The Argentine Pampas and South Florida. Palisades, NY: International Research Institute for Climate Prediction, [Technical Report 04–01.]
- Lindell, M. K., & Perry, R. W. (1992), Behavioral foundations of community emergency planning, Washington, DC: Hemisphere Press.
- Lindell, M. K., & Perry, R. W. (2012), The protective action decision model: Theoretical modifications and additional evidence, *Risk Analysis*, 32, 616–632.
- Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K., & Welch, N. (2001), Risk as feelings, *Psychological Bulletin*, 127, 267–286.
- 三浦麻子・小林哲郎 (2015a), オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究, 社会心理学研究, 31, 1-12.
- 三浦麻子・小林哲郎 (2015b), オンライン調査モニタの Satisfice はいかに実証的知見を毀損するか, 社会心理学研究, 31, 120-127.
- 内閣府 (2016), 日常生活における防災に関する意識や活動についての調査結果 (参照年月日: 2018.11.15), http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/pdf/20160531_02kisya.p
- Nakayachi, K. (2013), The unintended effects of risk-refuting information on anxiety, *Risk Analysis*, *33*, 80–91.
- 中谷内一也 (2018), オンライン調査による災害情報効果測定の 問題 災害情報,16-2,153-161.
- 中谷内一也・島田貴仁 (2010), 日本人のハザードへの不安とその低減, 日本リスク研究学会誌 20,125-133.
- 中谷内一也・長谷和久・横山広美 (2018), 科学的基礎知識とハザードへの不安との関係, 心理学研究, 89, 171-178.
- Rogers, R. W. (1975), A protection motivation theory of fear appeals and attitude change, *Journal of Psychology*, 91, 93–114.
- Rogers, R. W. (1983), Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation, In J. Cacioppo & R. Petty (Eds.), *Social* psychophysiology (pp. 153–176). New York: Guilford Press.
- Shreve, C., Fordham, M., Anson, S., Watson, H., Hagen, K., Wadhwa, K.,... Karanci, N. (2014), Report on risk perception and

- preparedness, TACTIC Report.
- Siegrist M., Earle T.C., & Gutscher. H, (2007), Trust in cooperative risk management: uncertainty and scepticism in the public mind, London: Earthscan.
- Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., & MacGregor, D. G (2002), The affect heuristic, In T. Gilovich, D. Griffin & D. Kahneman (Eds.), Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment (pp. 397–420), New York: Cambridge University Press.
- Slovic. P., Finucane, M. L., Peters, E., & MacGregor, D. G (2004), Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality, *Risk Analysis*, 24, 311–322.
- Tykocinski, O. E. (2008), Insurance, risk, and magical thinking, *Personality and Social Psychology Bulletin*, *34*, 1346–1356.
- Tykocinski, O. E. (2013), The insurance effect: How the possession of gas masks reduces the likelihood of a missile attack, *Judgment and Decision Making*, *8*, 174–178.

- Van Wolferen, J., Inbar, Y., & Zeelenberg, M. (2013), Magical thinking in predictions of negative events: Evidence for tempting fate but not for a protection effect, *Judgment and Decision Making*, 8, 45–54
- Wachinger, G, Renn, O., Begg, C., & Kuhlicke, C. (2013), The risk perception paradox: Implications for governance and communication of natural hazards, *Risk Analysis*, 33, 1049–1065.
- Weber, E. U. (1997), Perception and expectation of climate change: Precondition for economic and technological adaptation, In M. Bazerman, D. Messick, A. Tenbrunsel & K. Wade-Benzoni (Eds.), Psychological Perspectives to Environmental and Ethical Issues in Management (pp. 314–341), San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Weber, E. U. (2006), Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: Why global warming does not scare us (yet), *Climate Change*, 77, 103–120.

(原稿受付 2018.6.30) (登載決定 2018.12.27)

<u> 災害情報 No. 17-1 2019</u> 7

The Influences of Information about Societal Measure for Disaster on Individuals' Risk Perception and Preparative Intention

Kazuya Nakayachi¹

¹Faculty of Psychology, Doshisha University (〒610-0394 1-3 Miyakodani, Tatara, Kyotanabe-shi, Ktoyo , Japan)

ABSTRACT

This research examined the effects of providing information about a societal measure for massive earthquakes on individuals' perceived risks and preparative intentions of variety of disasters including earthquakes. The insurance effect and the single action bias predict that the providing information about an effective societal measure will decrease the feeling of worry of the respondents, and as the results, perceived risks and preparative intentions of them will also be decreased in general. On the other hand, the model called "out of sight, out of mind" predicts the provision will give the respondents the opportunity to recognize how the disaster risk they confront is high, and as the results, their perceived risks and preparative intentions will be increased. Using information about the enforcement of new earthquake resistance standards of buildings as the material, an experiment was conducted to compare the responses of participants who were provided with the information with those without the information. The results suggested that participants who read and understood information about the new earthquake resistance standards increased their perceived risks and preparative intentions regarding earthquakes. It was also found that the effects of the provision of information did not spread to responses of other kind of hazards and disasters. The findings of the experiment recommend the active announcement of societal measures for disasters from the viewpoint of the promotion of individuals' preparedness for disasters. Finally, the limitations of this study were discussed.

Keywords: Risk perception of disaster, Intention of preparative behavior, Earthquakes, The insurance effect

大規模水害時における病院のリスクの抽出 およびリスクの上昇する患者の推計

廣尾智彰¹·池内幸司²·渡部哲史³

- ¹東京大学 工学系研究科(hiroo@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)
- ²東京大学教授 工学系研究科 (ikeuchi@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)
- ³東京大学特任講師 工学系研究科(stswata@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)

和文要約

我が国は水害常襲地であり、気候変動によって今後、カスリーン台風のような大水害に見舞われる可能性は増大する。大規模水害が起きた場合、ハリケーンカトリーナ時と同様に病院内で患者が生命の危機に瀕する恐れがある。既往研究において大規模水害時における病院内のリスクの抽出は十分ではなく、病院に着目したリスクの推計は行われていない。そこで本研究において既往研究やヒアリングをもとに大規模水害時における病院内でのリスクを抽出したところ、透析患者、特別室内で治療を受けている患者、医療機器による管理が必須な患者、呼吸器疾患を抱える患者、妊婦・新生児が特に生命の危機に瀕する恐れのあることが明らかとなった。また、生命維持に不可欠な外部電源供給の停止の可能性、非常用発電設備の水害に対する脆弱性、さらに事前避難の困難さが明らかとなった。

また、水害条件として5つの荒川破堤パターンを設定し、上記患者数を定量的に推計した。東京都ではパターンごとに浸水の影響を受ける病院を抱える自治体が異なるため、生命の危機に瀕する患者種別やそれらの合算数の時間変化はパターンによって特徴が異なり、パターンにより発現するリスクが異なることが判明した。一方埼玉県の場合、浸水の影響を受ける病院を抱える自治体はどのパターンも同じ傾向を示し、生命の危機に瀕する患者種別はパターンによる差は少なく、リスク発現にかかる時間のみ異なる特徴を示した。

キーワード: 大規模水害、水害時のリスク、病院、電源喪失

1. はじめに

2005 年の米国のハリケーンカトリーナによる高潮災害では多くの犠牲者が発生した。多数の病院が浸水し、人工透析病院は浸水後の復旧が遅れることで腎臓病を抱える多くの患者に影響を与えた(Kopp, Jeffey B et all, 2007; Kenney, Robert J, 2007)。また、患者の健康状態の維持管理が厳しくなり犠牲者を出した病院も存在した(S. Fink, 2009)。我が国においても2015年の鬼怒川水害をはじめとし、2004年の豊岡水害や2009年の佐用町水害など病院が浸水被害を被った事例はたくさんある。1999年台風18号においては山口大学医学部付属病院が浸水し、その後の復旧は難航した(村上ほか,2000; 井東ほか,2001)。2015年鬼怒川水害においては水海道さくら病院ときぬ医師会病院が浸水し、患者の搬送が必要となった

(柴田, 2016)。また、地球温暖化に伴う気候変動よって 大雨の発生頻度の増加や海面水位の上昇などが予測され ており(和田ほか, 2005; IPCC, 2007)、1947年のカスリー ン台風やハリケーンカトリーナレベルの水害が首都圏を 襲う可能性が今後高まる。このような災害に見舞われた 場合、経験したことのないほどの数の病院が同時にかつ 長時間浸水し、数多くの入院患者が生命の危機に瀕する 恐れがある。

日本において病院が被害を受けた水害事例の既往研究 としては1999年の台風18号、2004年の豊岡水害(清水, 2005;原田ほか,2005)、2009年の佐用町水害(林,2010)、 2015年の鬼怒川水害(JICEレポート,2015)などがある。 これらの研究において、水害時の院内でのイベントはま とめられており、それぞれの水害において教訓が導き出 されている。これらの研究は比較的中・小規模な洪水を 対象とした事例研究であり、大規模水害で生じうるリス クについて考える際の知見として有用である。しかし、 荒川下流部破堤といった今までに経験したことのない数 の病院が長時間浸水し続ける大規模水害の場合は、中・ 小規模洪水では見えなかったリスクが顕在化する可能性 があり、中・小規模洪水を対象とした既往研究だけでは、 大規模水害への対策を議論する際に必要となるリスクの 抽出が十分にできているとは言い難い。

一方で、大規模水害時のリスクに関する研究としては、 大規模水害時の浸水域内全体における死者数の推計に関するもの(池内ほか, 2011; 池内ほか, 2013)や、大規模 水害時の避難対策に関するシナリオ分析を行ったもの (片田ほか, 2013)、荒川破定時の浸水域全体での事前避 難のシミュレーションを行ったもの(関根, 2017)がある。 これらの研究は浸水域内のリスクを包括的に検証しているものの、浸水域内の被災者の属性に対する視点が十分 ではない。例えば入院患者や介護老人、幼児・子供など は一般的な成人と比べて動作に制限があり災害弱者とな る属性である。これらの属性それぞれに対して焦点を置 き、入院患者であれば症状、介護老人であれば要介護度 などといった属性ごとに詳細にリスクを分析することは 災害対策を考えるうえで必要不可欠である。

また、内閣府の計画では、大規模水害が発生した場合、3 日間ですべての患者の救出を完了するとしている(内閣府,2018)。しかし、この計画の策定のためになされた調査の中で、救助完了までの3日間院内で安全に過ごすための準備・設備が不十分であることが示唆されている。

これらの既往研究や調査をふまえ、本研究では大規模水害を対象とした病院内のリスクを明らかにし、そのリスクを推計する。そのために、①水害によって発生する院内の患者に悪影響を与えるヒューマンエラーを除くイベント、と②平常時と比べて水害イベントによって生命の危機に瀕する恐れが著しく高まる症状、を明らかにする。院内の患者の症状は千差万別であり、例えば心疾患を抱える患者やがん患者といった重病患者は常に急変するリスクを抱えている。このような平常時に起こりうるリスクを排し、水害時に生じるイベントによって生命の維持に対して悪影響を及ぼすと本研究によって明らかとなった症状を限定して扱う。

病院内のリスクを明らかにするために、既往研究や水 害経験のある病院・都内の病院を対象としたヒアリング をもとに水害時に病院内で起こりうるイベントを抽出し てイベントツリーを作成し、生命の危機に瀕する恐れの ある患者を明らかにする。次にその結果を用いて、数種 類の荒川破堤のパターンを対象に、生命の危機に瀕する 恐れのある患者数及び患者数の時系列変化を定量的に推 計することで、現状で生じる浸水域内全体でのリスクの 特徴を明らかにし、リスク軽減のために必要と考えられ る項目について検討を行う。

2. 氾濫時の院内におけるリスクの抽出

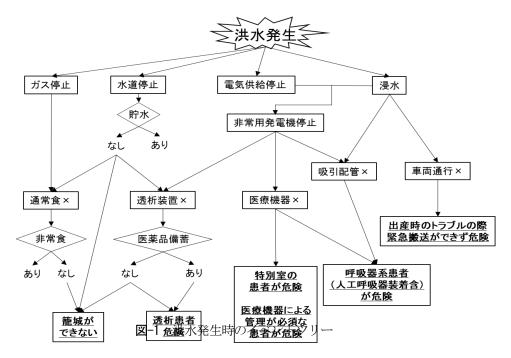
(1) ヒアリング先について

荒川下流部は、東京都・埼玉県の人口密集地帯にあた るため多くの病院があり、かつ、浸水に対して脆弱な標 高の低い地域である。また、大規模水害時の浸水域内全 体における死者数の推計に関する研究(池内ほか,2011)、 大規模水害時における孤立者数・孤立時間に関する研究 (池内ほか, 2011)、大規模水害時における地下鉄等の浸 水想定に関する研究(池内ほか,2012)の際に池内らが対 象とした地域である。鬼怒川水害では入院患者が多数存 在する病院が浸水しており、病院被害の実態を把握する のに最適であると考えられる。そこで鬼怒川水害で浸水 被害を受けた2病院と、国土交通省(2016)発表の想定 最大規模降雨による荒川の洪水浸水想定区域図において 浸水継続時間 2 週間以上、浸水深 3m 以上となる特に被 害が大きいと予想される7病院の計9病院に対してヒア リングを行った。これらの病院は町の診療所(病床数19 床以下) から災害時に拠点となる病院と大小さまざまで ある。ヒアリングの内容は、前者2病院に関しては、浸 水時の状況やその際に浮き彫りとなった問題点など、後 者に関しては浸水時に想定される院内でのイベント、非 常用電源・備蓄品・避難計画の有無や現状の取り組みと いった現状での対策状況などについてである。

(2) 電力喪失について

院内への電気の供給は外部電源と非常用発電機の2つが存在する。まずは外部電源についてである。ヒアリングによると、鬼怒川水害の際に外部電源の供給が停止したのは自衛隊による救助活動が開始してからである。この理由はヘリコプターやボートで救助を行う際、電線に通電をしたままだと感電をする恐れがあるからである。大規模水害に見舞われた場合、救助の際に外部電源の供給が止められることはもちろんのこと、広範囲で建造物が浸水し、漏電防止のために電力会社により電力の供給をストップする可能性が高い。また、ヒアリングによると分電盤を設置していない病院は少なくとも半数にのぼり、設置状況を把握できていない病院もあった。分電盤を使用していない場合、病院内のコンセントがいずれか一つでも浸水すると、漏電防止のため外部電力が使用できなくなる可能性がある。

非常用発電機の設置状況は後藤らの研究 (2014) によると東京都内で 54.3%である。ヒアリング先では非常用電源の設置状況は 100%であった。非常用発電機の設置階は内閣府の調査によると、発電機を持つ病院のうち64.3%が 4 階以上の高層階に設置しており、またヒアリング先では 100%の病院が 4 階以上の高層階に設置していた。しかし、ヒアリングによると非常用発電機用の燃料の貯蔵場所はすべての病院で地下・半地下・地上1階のいずれかであった。その理由は多量の燃料を貯蔵する場合、消防法により貯蔵場所が規制されていることが挙げられていた。非常用発電機の燃料の貯蔵場所が浸水し



た場合、上層階の発電機に燃料が送れず非常用発電機の 使用は不可となるとのことであった。これらは、ヒアリ ングを行った町の診療所から中規模の病院、さらに災害 時に拠点となる病院のいずれでも同様であった。

(3) 生命の危機に瀕する恐れのある患者について

病院ヒアリングの際に、浸水経験のない病院では水害 時に起こりうるインフラ設備の機能停止や病院の備蓄品 の有無を想定した、院内で起こりうるイベントや影響を 受ける症状について聞き取りを行い、浸水経験のある病 院については被害時の院内での状況に加えて、インフラ 設備の状況や備蓄品の有無が異なる際に生じうるイベン トや影響を受ける症状について聞き取りを行った。また、 1999年の台風18号(村上ほか,2000; 井東ほか,2001)、 2004年の豊岡水害 (清水, 2005; 原田ほか, 2005)、2009 年の佐用町水害(林,2010)といった浸水被害を受けた病 院に関する既往研究を参考に浸水時に生じる院内イベン トを書き出した。これらのイベントをツリー上に書き出 し、影響のある患者種別について書き出したものが図-1 である。水害時には院外のイベントとしてガス・水道・ 電気といったライフラインの供給停止が起こる可能性が あり、また病院自体が浸水する可能性もある。このよう な場合に院内における非常用設備・備蓄品の有無によっ てさまざまな危機が起こりうる。

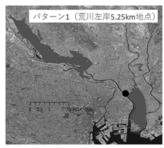
イベントツリーより水害時に特に生命の危機に瀕する 恐れのある患者として、ICU や SCU といった特別室で治療を受けている患者、医療機器による管理が必須となる 患者、透析患者、人工呼吸器を装着している・吸引機を 装着しているなど呼吸器疾患を抱えている患者、妊婦・ 新生児が浮き彫りとなった。特別室で治療を受けている 患者は生命の維持に多くの機器を使用する。水害によっ

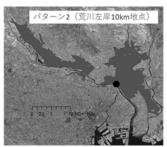
て電気の供給が停止した場合これらの機器が利用できな くなり、患者は生命の危機に瀕する。医療機器による管 理が必須となる患者も特別室内の患者と同様である。透 析患者は全国腎臓病協議会ホームページによると、2、3 日に1度の血液透析が必要であり、放置した場合は意識 混濁、最悪の場合は死に至る。人工透析には大量のきれ いな水と透析装置が必要であり、水害時は透析を行えな くなる可能性が高い。呼吸器疾患があり吸引機を装着し ている患者は、吸引機が停止した場合に痰詰まりを起こ し、呼吸障害を引き起こす可能性があり、肺炎などの合 併症のリスクも上昇する。ヒアリング先の病院すべてで 吸引機をつなぐ配管の大元は地下および地上1階に存在 し、電気の供給がストップした場合や病院自体が浸水し た場合に吸引機は機能停止に陥る。また人工呼吸器を装 着していた場合はそれに加えて呼吸器の作動に電力を使 用しており、電気の供給が停止した場合に危険な状態に 陥る。妊婦・新生児に関しては、妊婦や無事に生まれた 新生児の維持管理には特別な機器は必要ない。しかし、 あるヒアリング先では出産例の10件に1回は出産後すぐ に高次の病院への搬送が必要であるなど、出産自体が大 変リスクのある行為といえる。また、ヒアリングによる と妊婦は出産予定の5日前から入院を開始し、洪水氾濫 の可能性が高まった場合に医薬品を用いて出産日を後ろ にずらすことはできない。大規模水害の最中に出産が始 まってしまい、その出産時に問題が生じた場合には広範 囲が浸水しているため即時搬送は大変難しく、よって好 婦・新生児もリスクがあると考えられる。

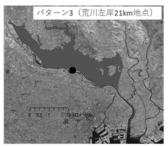
(4)避難・搬送・籠城について

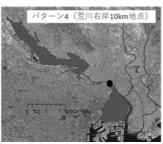
内閣府の調査(2018)によると、浸水可能性がある場合に浸水の恐れの少ない地域に避難するか否かの質問に

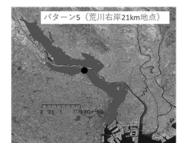
災害情報 No. 17-1 2019 11











● 想定決壊点

図-2 各氾濫パターン

対し、「症状の軽い患者および移動が可能な患者のみ避 難させる」が19.7%、「患者全員を浸水の恐れのない場所 に避難させる」が 29.3%、「院内の上層階に避難させる (院外には避難しない)」が50.9%であった。ヒアリング によると院外への事前避難を行いたくないという病院が 大半であった。理由は、重症患者を避難させる場合はそ の移動自体にリスクがあり移動途中に病状が悪化すると いったトラブルがあった場合に責任を負えない、事前避 難を行った後に浸水の予測が空振りした場合に金銭的補 償がなく災害後の病院の経営に影響を与える可能性があ る、といったものであった。特に前者に関してはすべて のヒアリング先で重要視しており、患者を動かすリスク を極力避けるために浸水が発生した場合でも可能な限り は院内にとどまりたいという意見もあった。また病院の 特色や設備の関係上、通常時において診療を行う患者の 症状に上限があり、症状が重い場合はより高度な治療を 受けられる病院に直ちに搬送することもヒアリングによ り明らかとなった。患者の安全を保ちつつ適切な医療を 行うには緊急搬送を滞りなく行えることも重要な条件で あるといえる。必要性がありかつ安全性が担保されると きのみ患者を院外に出す、が病院側の基本的なオペレー ションである。

事前避難を行わない場合、洪水発生により浸水すると 車両通行が困難となり院内で籠城(院内にとどまる)す る必要性がある。図-1より医薬品・水・非常食の全てが 十分に確保できなければ籠城できないことがわかる。例 えば自衛隊により継続的に救援物資を供給することがで きれば籠城は可能である。しかし大規模水害時は広範囲 かつ長時間浸水するため、物資を必要とする人々が院内 に限らず広範囲かつ多数存在し、救援物資の供給は非常 に難しいものとなる。また、多数の病院が浸水すること で特に医薬品の供給が困難になると考えられる。

3. 生命の危機に瀕する可能性のある患者数推計 (1)目的

大規模水害に見舞われた際の現状のリスクの把握し防災計画や準備を議論するためには、リスクをある程度定量的に浸水域全体で推計することが必要である。また、大規模水害は浸水継続時間が長く、地震とは異なり災害自体が長時間続くため、災害時のタイムラインの策定には、リスクの時間変化を把握することも必要である。先の章で、大規模水害時にどのような患者が特に生命の危機に瀕する可能性があるのかを示した。よって本章では、リスクを生命の危機に瀕する可能性がある患者数という形で定量的に示し、浸水域内に存在する総患者数と危機に陥る患者数の時間変化の2つを推計する。

(2) 手法

a) 対象敷地と氾濫シナリオ

本研究では患者数推計の際の破堤パターンとして 1/1000 の洪水で破堤点が荒川左岸 5.25 km地点、荒川左岸 10 km地点、荒川左岸 21 km地点、荒川右岸 10 km地点、荒 川右岸21km地点の5つを使用する。これらのシミュレー ション結果は国土交通省の洪水浸水想定区域作成マニュ アル (第4版) に基づいた荒川の氾濫解析より得られた ものである。 荒川下流部における氾濫形態はパターン 1 (荒川左岸破堤、葛飾区・江戸川区浸水)、パターン2(荒 川左岸破堤、葛飾区・足立区浸水)、パターン3(荒川左 岸破堤、戸田市・川口市浸水)、パターン4(荒川右岸破 堤、江東デルタ地帯浸水)、パターン 5 (荒川右岸破堤、 隅田川右岸浸水)の5形態に分類することができ、5形 態それぞれにおいて最も浸水範囲の広い破堤点を選択し、 その浸水域を示したものが図-2である。これらの破堤点 は先に挙げたものあり、それぞれを以降パターン 1~パ ターン5と呼ぶ。いずれのパターンも荒川上流部左岸に おいて越水による浸水が発生している。

b) 病院ごとの患者種別とその人数

病院ごとの患者種別と人数は、国土数値情報ダウンロ ードサービスの医療機関データおよび東京都福祉保健局 と埼玉県が公表している医療機関ごとの病床の状況のデ ータを使用し推計した。医療機関データには各病院の位 置情報および診療科データが含まれている。病床データ には各病院の全体病床数・高度急性期病床数・急性期病 床数・回復期病床数・慢性期病床数・休床数およびそれ ぞれの病床に対応する診療科のデータが含まれ、全体病 床数から休床数を除くことで稼働病床数を算出した。ま た、病床数と実際の入院患者数との関係については、厚 生労働省によると 2016 年現在での病床利用率は 80.1% であるものの、これらの値は全診療科合計の全国平均で あり実利用率は都道府県・診療種別で大きく異なる点、 本研究の目的が現状のリスクの可視化である点を踏まえ、 生命の危機に陥りうる患者数の最大を求めるために稼働 病床数=実患者数とした。

特別室で治療を受けている患者(本研究における特別室とはICU・SCU・CCU・HCU・NICU・GCU・IMCU・ICCUを指す)および人工呼吸器等の生命維持装置を装着している患者数は、病床データのICU・SCU・CCU・HCU・NICU・GCU・IMCU・ICCU 床数とした。

医療機器による管理が必須である患者数は、高度急性病床数より特別室の患者数を除いたものとした。全国厚生労働関係部局長会議資料(厚生労働省,2016)によると高度急性期機能とは、急性期の患者に対し、状態の早期安定化に向けて、診療密度が特に高い医療を提供する機能、とされている。またヒアリングの際に高度急性期病床に該当する病床で治療を受けている患者は医療機器により特に注意を払って管理されていた。よって患者数を上記のように算出した。

病院ごとの透析患者人数推計は、2 つの場合に分けて行った。病床データに人工透析科床数・腎臓内科床数の記載がある場合、それらの合計を透析患者数とした。病床データに人工透析科床数・腎臓内科床数の記載がなくかつ医療機関データの診療科に人工透析科・腎臓内科の記載がある場合(回復期病床数+慢性期病床数)×0.1を人工透析患者数とした。腎臓に疾患を抱えた患者は他の合併症を抱えている場合が多い(篠ほか,1999;中尾,2000;小林,2016)。また、病床データに人工透析科床数・腎臓内科床数の記載がある場合、それらの病床は回復期病床数および慢性期病床数に含まれる場合が多く(一部急性期にも含まれる)、記載がある場合のすべての病院を合算して(人工透析・腎臓内科床数)÷(急性期床数+慢性期床数+回復期床数)の計算を行うと、その値は0.1となった。そこで、後者の場合をこのように推計した。

妊婦の数は、病床データの産婦人科床数とした。

呼吸器系疾患を抱える患者数については、2 つの場合 に分けて推計を行った。呼吸器科の存在する病院に関し ては、呼吸器科病床数を患者数とした。呼吸器科の存在 しない病院に関しては、(全病床数から特別室病床数・医療機器による管理の必須な患者数・透析患者病床数・妊婦数を除いたもの)×0.1 を患者数とした。呼吸器化の存在しないヒアリング先病院で吸引機を使用している患者数と人工呼吸器を使用している患者数を伺い、その数を全病床数で割ると、値は0.05~0.1 となった。よって後者の場合をこのように推計した。

(3) 生命の危機に瀕する可能性のある全患者数

a) 浸水被害を受ける病院数

パターンごとに浸水被害を受ける入院患者を擁する病院数を示したものが図-3である。パターン5の場合は総数が78、東京都で60とそれぞれにおいて最大であり、パターン3の場合が埼玉県で36と最大である。

また、浸水被害を受ける入院患者を擁する病院のうち、 複数パターンで浸水する病院の比率は東京都で約8%、 埼玉県で45%であった。

b) 生命の危機に瀕する可能性のある全患者数

本研究においてリスクが上昇し生命の危機に瀕する可能性が上昇すると判断した患者について、浸水被害を受ける総数をパターンごとに示したのが図-4である。病院数と同様にパターン5の場合において東京都および総数で最大である。またパターン3において埼玉県で最大である。しかし、東京都において病院数ではパターン2において2番目に数が多かったのに対し、患者数でみるとパターン4で2番目に多い。

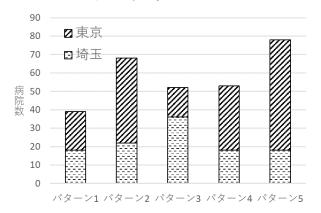


図-3 浸水被害を受ける病院数

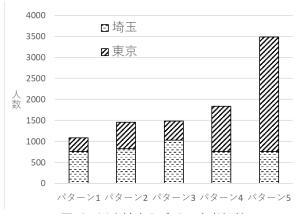


図-4 浸水被害を受ける患者総数

<u>災害情報 No. 17-1 2019</u> 13

また、各パターンにおいて危険になりうる患者数を市町村区別に示したものが表-1である。埼玉県においては破堤パターンにかかわらず、影響を受ける市町村区に大差はない。一方で東京都の場合、破堤パターンによって影響を受ける市町村区は大きく異なる。例えばパターン5において危険になる患者を抱える荒川区、千代田区、台東区、中央区、板橋区は他の氾濫パターンにおいては影響がない。つまり、パターン5においては救助要請をする側であるが、他のパターンでは受け入れ側となる可能性があることを示している。

(4) 生命の危機に瀕する可能性がある病状別の患者数 a) 特別室内で治療されている患者について

パターンごとに浸水被害を受ける特別室内で治療されている患者の総数を示したものが図-5である。埼玉県ではすべてのパターンで60人弱となっている。東京都の場合はパターン5の場合に180人程度と突出して多い。特別室内の患者は電気供給が止まった瞬間に危険となるため、特に東京都内でパターン5の破堤の際に浸水してしまう病院では事前の対策が必要である。

b) 医療機器による管理が必須である患者について

パターンごとに浸水被害を受ける医療機器による管理 が必須である患者の総数を示したものが図-6 である。埼 玉県はすべてのパターンで400人強の同数である。一方、 東京都の場合はパターン5の場合が2000人弱と突出して 多い。また、パターン1、2 の場合はほとんど存在しない。

c) 透析患者について

パターンごとに浸水被害を受ける入院している透析患者の総数を示したものが図-7である。埼玉県ではパターン3を除いてすべてのパターンで患者数は40人ほどとなる。東京都ではパターン5において160人ほどと人数が突出して高くなり、次にパターン1が80人弱と続く。先

双 1 日日中/// 1 1 1 1 1 1 1 1 1								
		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5		
	足立区	0	187	451	24	101		
	江戸川区	267	75	0	19	0		
	江東区	0	0	0	239	0		
	墨田区	0	0	0	776	0		
東	葛飾区	41	0	0	0	0		
京	北区	15	15	0	15	232		
都	荒川区	0	0	0	0	732		
HI	千代田区	0	0	0	0	492		
	台東区	0	0	0	0	568		
	中央区	0	0	0	0	508		
	板橋区	0	0	0	0	95		
	さいたま市	95	95	110	95	95		
	戸田市	505	505	567	505	505		
埼	三郷市	12	12	12	12	12		
玉	川口市	150	150	294	150	150		
	草加市	0	1	0	0	0		
県	八潮市	0	62	0	0	0		
	北葛飾郡	0	0	5	0	0		
	蕨市	0	0	45	0	0		

表-1 自治体別被災患者数

に示した通り透析患者は2、3日ごとの透析を必要とし、透析器を設置している病院の数は限られているため、これらのパターンの場合は該当患者救出後の受け入れ先選定に苦労することが考えられる。

透析を受けている患者数は入院患者よりも通院患者の 方がその数が多く、また透析装置が設置されている病院 は限られるため、透析装置をもつ多数の病院が機能不全 に陥ると健康を害する患者が多数出現する可能性がある。 鬼怒川水害被災病院へのヒアリングによると、透析治療 入院・通院透析患者合わせた 56 名は、災害後に 10 の病 院へとそれぞれ向かい治療を受けることとなった。また、 被災病院が透析治療を再開するためには 1 か月を要した。

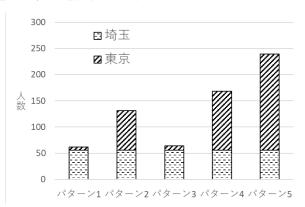


図-5 浸水被害を受ける特別室で治療中の患者数

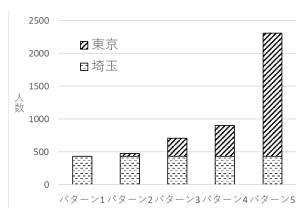


図-6 浸水被害を受ける医療機器管理が必須の患者数

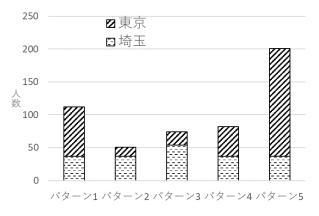


図-7 浸水被害を受ける入院透析患者数

本研究で対象とする大規模水害では広範囲が長時間浸水するため、浸水域のみならず周辺の透析機能にも多大な影響を与える可能性がある。そこで検証するために各シナリオにおいて浸水被害を受ける人工透析科・腎臓内科を持つ病院の数を推計した。それが図-8である。特にパターン2とパターン5の場合に浸水する病院数が多い。医療機関データを用いて算出したところ、埼玉県全体での人工透析科・腎臓内科設置病院数は43、東京都全体では132、東京都23区に限れば82であった。特にパターン5では東京都で24もの人工透析科・腎臓内科設置病院が浸水する。これは23区の病院数の約30%に当たり、これらの病院に通院していた患者は他の透析病院を探す必要があるため、状況は厳しいものとなる。

d) 呼吸器疾患を抱える患者について

各パターンにおいて浸水被害を受ける呼吸器疾患を抱える患者の総数を示したのが図-9である。埼玉県においてはパターン3で300人弱、次にパターン2と続き、残りは150人強となっている。東京都ではパターン5で最大の450人弱となっており、パターン2の350人程度、パターン4の300人弱と続く。

e) 妊婦・新生児について

各パターンにおいて浸水被害を受ける妊婦・新生児の総数を示したのが図-10である。埼玉県はパターン3の場合に200人程度と一番多く、東京都の場合はパターン5の場合が300人程度と一番多い。また、パターン1、2、4でも150人前後の妊婦・新生児が存在している。パターン1の浸水範囲は荒川・中川・江戸川に、パターン4の浸水範囲は荒川・隅田川に囲まれており、橋がボトルネックとなって特に搬送が難しい(内閣府,2018)。妊婦・新生児のリスクの要因は緊急搬送の可否であるため、これら2つのパターンでは特に妊婦・新生児のリスクが高いといえる。

(6) 生命の危機に瀕する恐れのある患者数の時間変化 先にも述べたが、内閣府の計画では、大規模水害が発 生した場合、3 日間ですべての患者の救出を完了すると している。大規模水害時は浸水が長時間におよぶものの、 上記の理由で破堤後3日間のリスクを把握し、患者の安 全を守ることが第一優先となる。よって本研究では破堤 後72時間の全患者数の推移について推計を行う。

a) 電力供給の有無の取り扱いについて

患者の維持管理には電力供給が必要不可欠であり、推計にあたっても電力供給の有無が最重要事項となる。外部から供給される電力に関しては、先に述べた通り電力会社が供給を停止する、分電盤不設置のため利用できなくなる、の2通りで喪失する。非常用発電機による電力供給は病院自体の浸水により停止する。このうち電力会社の供給停止のタイミングは不明である。よって病院が浸水した瞬間をすべての電力供給の停止時刻とする。また電力の復旧に関しては、救助活動中は外部電力の供給を停止していたというヒアリング結果と、一度浸水した

場合には非常用発電機への燃料供給ができなくなるため、今回対象の72時間内で電力の復旧はないものとした。

b) 患者種別ごとの患者数の時間変化の推計法

一定時間がたった時点で生命の危機に瀕する可能性がある患者数は時間の関数で表される。よって各病院において一定時間がたった時点で生命の危機に瀕している患者数を式(1)で推計する。

$$Y = X \times a \times T^b \tag{1}$$

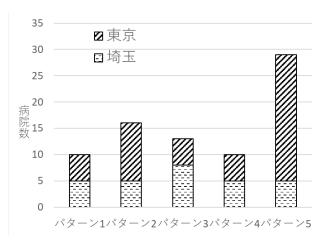


図-8 浸水被害を受ける人工透析・腎臓内科病院数

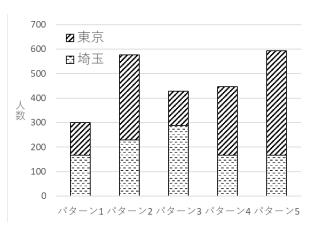


図-9 浸水被害を受ける呼吸器疾患を抱える患者数

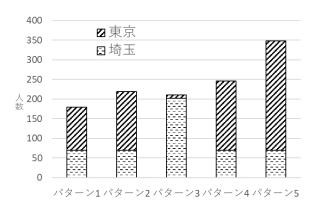


図-10 浸水被害を受ける妊婦・新生児数

災害情報 No. 17-1 2019 15

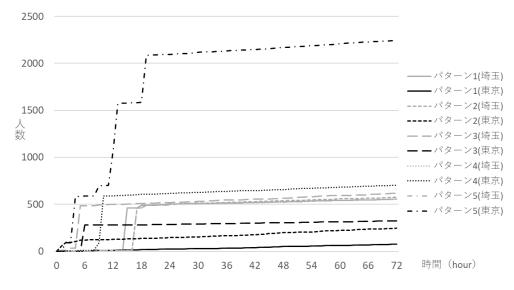


図-11 各パターンにおいて危険な状態になる総患者数の時間変化

ここでX は推計した病状種別ごとの患者数、T は浸水からの経過時間、a は定数である。

特別室で治療を受けている患者はさまざまな医療機器にて維持管理されている。そこで本研究では浸水開始した瞬間に該当の全患者が直ちに危険な状態に陥るとし、aを 1、b を 0 とした。医療機器での管理が必須となる患者も同様の理由で a を 1、b を 0 とした。

次に入院透析患者の場合である。ヒアリング先にて、14 日間透析を拒否した患者の救急救命を行った事例を伺った。有吉(2013)によると、宮崎透析拒否事件では慢性腎不全より透析が必要であるという診断が下された患者が、6日後に尿毒症のため意識障害を起こし、9日後に死亡している。これらの事例をふまえて本研究では透析を行えなくなってから7日で透析患者全員が危険な状態に陥るとした。また、先に述べた透析の頻度をふまえると、透析を受けた後2日間は生命の危機はないと考えられる。そこで、生命の危機に瀕する患者数は時間の2乗に比例するとしa を 1/49、b を 2 とした。

次に妊婦・新生児の場合である。ヒアリングによると妊婦は通常、出産予定日の5日前より入院し、そのうち1割が出産後すぐの緊急搬送を要する。そこで本研究では入院妊婦は5日以内に全員出産を終え、そのうち1割の妊婦が危険になるとし、aを1/50、bを1とした。

最後に呼吸器疾患を抱える患者の場合である。これらの患者は1週間で危険な状態に陥るとし、a を 1/7、b を 1 とした。

(3)推計結果

各パターンで推計を行い、東京都、埼玉県それぞれでパターンごとに示したものが図-11 である。埼玉県について各パターンを比較すると 72 時間経過時点での患者数は500~700人とさほど差はない。しかし、患者数が急増するタイミングは異なり、パターン3は他のパターンと比べて12時間程度急増するタイミングが早い。またグ

ラフ上でパターン 4 (埼玉) が確認できないが、これはパターン 5 (埼玉) と一致しているからである。東京都について各パターンを比較すると、72 時間経過後の人数に大きな差がある。特にパターン 5 は他のパターンと比べて 72 時間経過後の人数が 2300 人程度ととびぬけて多く、パターン 4 が 700 人程度で続く。またパターン 5 では患者数が急増するタイミングも早いことがわかる。

4. 考察とまとめ

災害対策基本法では、住民の生命・身体の保護は基本的には地方自治体の責務となっている。しかし、非常災害への備え・対応を行うには地方自治体の枠を超えた連携が必要となり、東京都では災害時医療の調整を都単位で行っている(東京都福祉保健局, 2012)。大規模水害への対策を講じるためには、地方自治体および都道府県の災害関連部署が被害の特徴を把握することが大切である。よって、都道府県を1単位に、つまり東京都・埼玉県別にパターンごとの特徴を考察する。

埼玉県の場合はパターン3の場合において総患者数、および危険な状態になる可能性のある各症状の患者数の全てで最大となった。また、時間経過においても急増のタイミングは最速であり、3日後時点で危険な状態となっている患者数も最大であった。危険な状態になる患者数が増加するタイミングが早いということは、危険な状態になる患者を多く抱える病院が堤防決壊からすぐ浸水してしまう、つまり、堤防決壊時点から避難などの対策を講じることは不可能ということである。埼玉県ではすべてのパターンにおいて、被害を受ける患者を抱える自治体に違いがほとんどないことは先に示した。また、複数破堤パターンで浸水する病院が半数に上ることも示した。よって、浸水域内の自治体と病院が協力しパターン3に対応できる事前の準備や対策をたてる必要がある。

東京都の場合は浸水パターンによって影響のある自治

体・病院が異なることは先に示した。よってそれぞれの 決壊パターンでの特徴を把握し特徴に見合った対策を立 てる必要がある。その特徴をまとめたのが表-2である。 各項目においての人数・個数を \bigcirc ・ \bigcirc ・ \triangle ・ \times で表した。 これらより、浸水域内において病院は遍在しており、浸 水する病院の数の大小と、症状別の患者数の大小は必ず しも一致しないことがわかる。パターン5は浸水域内の 危険な状態になる可能性の患者の総数で最大であり、症 状別にみても各症状で最大の人数が存在していた。しか し、パターン1やパターン2のように総患者数は少なく とも、パターン1では透析患者、妊婦・新生児の数が、 パターン2では特別室の患者の数や呼吸器疾患を抱える 患者・妊婦・新生児の数が多いといった特徴がみられた。 つまり、浸水パターンごとに特徴は異なり、対策を立て るためにはそれぞれ関係のある自治体はその特徴を把握 する必要がある。また、パターン5では時間変化の結果 より、浸水域に危険な状態になる患者を多く抱える病院 が密集しており、かつそれらの病院は堤防決壊後すぐに 浸水してしまうことがわかる。避難を考える際、決壊後 から浸水まで時間があれば堤防決壊後の浸水域外への避 難も可能であるが、パターン5においてはできず、対象 の病院は決壊前の事前避難が必要となる。

これらの特徴をふまえて東京都において、それぞれの パターンについて自治体・病院が重点的に検討すべき項 目をまとめた(表-3)。

パターン1では入院透析患者数と、妊婦・新生児数、 および川に挟まれているという地域特性が特徴的である。 したがって、入院透析患者の受け入れ先の検討、妊婦・ 新生児の緊急搬送の方法の検討が必要である。パターン 2 は通院透析患者の代替透析先の検討が必要である。ま た、電源喪失時における特別室内の患者・呼吸器疾患を 抱える患者に維持管理法の検討も必要となる。パターン 3 においては特に目立った特徴なく、重点的な検討項目 はなし、とした。パターン4においては妊婦・新生児数、 特別室内の患者の人数、医療機器が必須な患数、呼吸器 疾患の患者数、川に挟まれているという地域特性が特徴 的である。そこで妊婦・新生児の緊急搬送の方法の検討 が必要である。また、生命の危機に瀕する恐れのある患 者数の時間変化では72時間経過時にパターン5に次いで 多い。浸水地域の地域特性を踏まえて、ボトルネック存 在下における救助方法の検討、救助が厳しい場合に備え て病院内での籠城可能性について検討する必要がある。 病院内において籠城するためには、医薬品・水・食料の 備蓄が必要であることはもちろんのこと、電力確保が必 須である。外部電源は救助との兼ね合いもあり、安定し た電力確保のためには非常用発電機の作動可否が重要と なるが、現状では消防法の関係上、燃料を地下・地上 1 階に配置しなければならず、浸水時に燃料供給が滞り作 動しない可能性が高い。そこで、燃料貯蔵設備を耐水化 するといった病院側の対策、上層階にある非常用発電機

に直接燃料を補給するための外部からの燃料補給ルート の検討、さらに消防法に特例を認めるといった行政側へ のはたらきかけが必要となる。パターン5はすべての患 者種別、人工透析科・腎臓内科病院数において最大であ る。よって、電源喪失時における特別室内の患者・医療 機器による管理が必須な患者・呼吸器疾患を抱える患者 の維持管理法の検討、入院透析患者の受け入れ先の検討、 通院透析患者の代替透析先の検討が必要となる。また、 生命の危機に瀕する恐れのある患者数の時間変化では 72 時間経過時の患者数は最大でかつ、患者数増加のタイ ミングも一番早い。電源喪失にて直ちに危険となる特別 室内の患者・医療機器による管理が必須な患者を多数抱 えることから、大人数の患者の迅速かつ効率的な救助法 の検討も必要である。東京都では浸水パターンによって 影響を受ける自治体・病院が大きく異なるため、上記の 検討に加え水害発生時の対応を的確に行えるよう、情報 伝達のやり方を事前に計画・整備する必要がある。 本研究により、現状における病院の水害対策の問題点お よび大規模水害時の病院内でのリスクが定量的に示され、 その結果として破堤パターンごとにリスクに特徴があり、 自治体・病院といった当事者ごとに検討すべき対策案が

表-2 東京都において各浸水パターンで特徴

	特別室	医療機器 が必須	透析患者	透析病院	呼吸器	妊婦
		が必須				新生児
パターン1	×	×	0	\triangle	\triangle	0
パターン2	0	×	×	0	0	0
パターン3	×	\triangle	×	\triangle	\triangle	×
パターン4	0	0	\triangle	\triangle	0	0
パターン5	0	0	0	0	0	0

表-3 東京都において各浸水パターンで 重点的に検討すべき点

	単点的に検討すべき点						
	検討項目						
パターン1	・入院透析患者の受け入れ先の検討						
ハダーノ1	・妊婦・新生児の緊急輸送方法の検討						
・通院透析患者の代替透析先の検討							
パターン2	・電源喪失時における特別室内・呼吸器						
	疾患の患者の維持管理法の検討						
パターン3	・目立った特徴はなく重点的な検討項目はなし						
	・妊婦・新生児の緊急輸送方法の検討						
パターン4	・ボトルネック存在下における救助方法の検討						
/\y - /4	・電源喪失時における特別室内・医療機器が						
	必須・呼吸器疾患の患者の維持管理法の検討						
	・電源喪失時における特別室内・医療機器が						
	必須・呼吸器疾患の患者の維持管理法の検討						
パターン5	・入院透析患者の受け入れ先の検討						
	・通院透析患者の代替透析先の検討						
	・大人数の患者の迅速かつ効率的救助法の確立						

災害情報 No. 17-1 2019 17

異なることが示唆された。今後は災害対策をさらに進めるためにも、これらの事前検討・対策を行うことによる リスク低減度合いについて推計を行う必要がある。

参照文献

- Kopp, Jeffrey B, Ball, Lynda K., Cohen, Andrew, Kenney, Robert J., Lempert, Kenneth D., Miller, Paul E., Muntner, Paul, Qureshi, Nauman, Yelton, Sarah A., 2007, Kidney patient care in disasters: Lessons from the hurricanes and earthquake of 2005, Clinical Journal of the American Society of Nephrology
- Kenney, Robert J., 2007, Emergency preparedness concepts for dialysis facilities: Reawakened after hurricane Katrina, Clinical Journal of the American Society of Nephrology
- Fink, Sheri, 2009, *The Deadly Choices at Memorial*, New York Times Magazine
- 村上ひとみ・縄田光雄・三浦房紀・瀧本浩一 (2000), 台風 9918 号による大学病院の高潮被害と緊急対応の検討, 地域安全 情報学会論文集, No2, 223-228
- 井東光枝・三村豊子・吉田幸広・坂部武史(2001),台風による 病院の被災と材料部機能回復まで,山口医学,第50巻,第5 号,771-775
- 柴田智行(2016),水害時の様子と被害・復旧状況(きぬ医師会病院資料),内閣府水害時の避難・応急対応ワーキンググループ,第3回ワーキンググループ(参照年月日:2018.06.30)
 - http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigaiworking/index.html
- 和田一範・村瀬勝彦・冨澤洋介(2005), 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究, 土木学会論文集, No.796/II-72, 23-27
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007, *Climate Change 2007*, Synthesis Report, 46-47
- 清水昌好(2005),台風豪雨災害にどう対応したか,公衆衛生, Vol.69, No.6, 31-32
- 原田玻瑠美・小畑美紀枝・森本七重・山崎由美子, 台風 23 号、 病院を襲う 床上浸水した公立豊岡病院のその時, 看護管 理, Vol.15, No.2, 108-115
- 林充 (2010) , 兵庫県佐用町水害 被災した民間病院の対応, 病 院, 69 巻, 6 号, 32-35
- JICE (2015) , 台風 17 号及び 18 号による鬼怒川被害現地調査報告、JICE REPORT、第 28 号、56-63
- 池内幸司・越智繁雄・安田吾郎・岡村次郎・青野正志(2011), 大規模水害時の氾濫形態の分析と死者数の想定, 土木学会 論文集 B1, Vol.67, No.3, 113-144
- 池内幸司・越智繁雄・藤山秀章・安田吾郎・岡村次郎・青野正志(2013),大規模水害時の人的被害の想定と被害軽減方策の効果分析,土木学会論文集 B1, Vol.69, No.4, I_1651-I 1656
- 片山敏孝・桑沢敬行・信田智・小島優 (2013) , 大都市大規模 水害を対象とした避難対策に関するシナリオ分析, 土木学 会論文集 B1, Vol.69, No.1, 71-82

- 関根正人・小林香野(2017), 荒川決壊を想定した東京東部低地の大規模浸水と避難に関わるリスクの評価, 水工学論文集, 第73巻, 第4号, I 1453-I 1458
- 内閣府(2018), 洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難に関する定量的な算出方法案, 内閣府洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難検討ワーキンググループ, 洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難に関する基本的な考え方(報告)(参照年月日:2018.06.30)
- 池内幸司・越智繁雄・安田吾郎・岡村次郎・青野正志(2011), 大規模水害時における孤立者数・孤立時間の推計とその軽 減方策の効果分析,土木学会論文集 Bl, Vol.67, No.3, 145-154
- 池内幸司・越智繁雄・安田吾郎・岡村次郎・青野正志 (2012), 大規模水害時における地下鉄等の浸水想定と被害軽減方 策の効果分析,土木学会論文集 B1, Vol.68, No.3, 136-147
- 国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務教区ホームページ, 荒川水系洪水浸水想定区域全体図(参照年月日: 2018.0630) http://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo index038.html
- 後藤浩・筧雄太(2014),低地帯に立地する工場・医療機関の 洪水被災リスクの現状調査と洪水対策,日本大学理工学 部理工学研究所研究ジャーナル,No.131,1-10
 - http://www.bousai.go.jp/fusuigai/kozuiworking/index.html
- 全国腎臓病協議会ホームページ(参照年月日:2018.06.30), www.zjk.or.jp/index.html
- 国土交通省ホームページ(2017), 洪水浸水想定区域作成マニュアル(第4版)(参照年月日:2018.06.30)
 - www.mlit.go.jp/river/shishin guideline/
- 国土数値情報ダウンロードサービス(参照年月日:2018.06.30) nlftp.mlit.go.jp/ksj/
- 東京都福祉保健局ホームページ (参照年月日:2018.06.30) http://byosho.metro.tokyo.jp/2016/index.html
- 埼玉県ホームページ (参照年月日:2018.06.30)
 - http://www.pref.saitama.lg.jp/a0701/byoshokinou.html
- 厚生労働省(2016), 平成 28 年医療施設(動態)調査・病院報告, 病院報告
- 厚生労働省(2016),全国厚生労働関係部局会議資料
- 篠朱美・岡田知也・松本博・韓明基・日高宏美・吉野麻紀・山田親行・長岡由女・中尾俊之・福武勝幸(1999),慢性腎不全を合併し,維持血液透析を施行した血友病 A の 1 例,日本透析医学会雑誌、第 32 巻、第 7 号、1901-1904
- 中尾俊之・松本博・岡田知也(2000),慢性腎不全・透析患者 の感染症,日本内科学会雑誌,第89巻,第11号,68-72
- 小林修三 (2016),慢性腎臓病と抹消動脈疾患の進行,日本内科 学会雑誌、第105巻、第5号、842-849
- 有吉玲子(2013),腎臓病と人工透析の現代史―「選択」を強いられる患者たち,生活書院
- 東京都福祉保健局(2012),東京都の災害医療体制

(原稿受付 2018.6.30) (登載決定 2018.10.30)

To clarify and estimate the hospital patients with higher risk during large-scale floods

Tomoaki HIROO¹ • Koji IKEUCHI² • Satoshi WATANABE³

ABSTRACT

Japan experiences floods frequently. Due to climate change, catastrophic floods in Japan can be more frequent in the future. During catastrophic floods, there is an increase in risk of death to existing patients in hospitals. This was observed during Hurricane Katrina in New Orleans. In Japan, however, extracting and estimating the risks in hospitals during big floods were not sufficiently conducted in previous studies. Thus, this research clarifies the risks in hospitals during a big flood using interviews and previous case studies. The potential risks in hospitals were estimated using five levee breach patterns in downstream of Arakawa River.

According to the interviews, it was revealed that five types of patients may become in danger during catastrophic floods. These patients include dialysis patients, patients being treated in ICU or SCU, patients with an artificial respirator, patients with a suction device, and pregnant women/newborn babies. It was also discovered that clean water and electricity supply, which are usually stopped during a big flood, are critical for these patients. Although there are emergency generators in hospitals, these are vulnerable to inundation. Furthermore, pre-evacuation was not possible in previous flood cases.

Five levee breach patterns were set in estimating the risks. In Tokyo metropolis, each pattern indicated different types of risks because flooded districts varied from one pattern to another. On the other hand, every pattern showed similar trend in Saitama prefecture. It was revealed that the types of patient and increase in patient mortality depend on the levee breach patterns. Based on the discovery of this study, municipality and hospitals should take appropriate measures to mitigate increased risk in patient mortality during large-scale floods

Keywords: large-scale flood, risks during floods, hospital, loss of electricity

<u>災害情報 No. 17-1 2019</u> 19

¹Department of Civil Engineering, The University of Tokyo (hiroo@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)

²Department of Civil Engineering, The University of Tokyo (ikeuchi@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)

³Department of Civil Engineering, The University of Tokyo (stswata@hydra.t.u-tokyo.ac.jp)

平常時の避難行動意図に関する 汎用的な調査フレーム構築の試み

宇田川真之¹·三船恒裕²·定池祐季³·磯打千雅子⁴·黄欣悦⁵·田中淳⁶

- ¹東京学大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター (udagawas@iii.u-tokyo.ac.jp)
- ² 高知工科大学 経済・マネジメント学群 (mifune.nobuhiro@kochi-tech.ac.jp)
- 3 東北大学災害科学国際研究所 (sadaike@irides.tohoku.ac.jp)
- ⁴ 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 地域強靭化研究センター (isouchi@eng.kagawa-u.ac.jp)
- ⁵東京大学学際情報学府 (xinyuehuang124@gmail.com)
- ⁶東京学大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター (attanaka@iii.u-tokyo.ac.jp)

和文要約

災害危険時の避難行動に対して、平常時における避難行動の意図が影響するものと想定し、その規定要因として、健康予防行動や環境配慮行動の分野で用いられている計画的行動理論や修正防護行動理論など参照し、「リスク認知」「効果評価」「実行可能性」「主観的規範」「記述的規範」「コスト」の6つの認知要因を仮定した。この心理モデルを適用した既往の住民調査の因子分析の結果では「効果評価」と「実行可能性」は独立した要因として抽出されていたが、他の要因の分別が十分ではなかった。本調査では、同じ6要因の心理モデルを用いて、設問項目の改善などを行い再調査した結果、「リスク認知」「主観的規範」「記述的規範」「コスト」、および「効果評価」「実行可能性」の合併した「避難の安全性評価」の5因子が抽出され、避難意図に対しては「リスク認知」「効果評価」「主観的規範」が有意な影響を及ぼしていた。因子分析で「効果評価」と「実行可能性」が分別されなかった原因は、モデルの不適切さによるものではなく、調査地域の地理環境が反映されたためと解釈できたことから、6要因に基づく調査フレームは、他地域にも適用し得る汎用性の高い調査フレームと考えられる。こうした汎用的な心理モデルの有用性として、地域間の比較や同一地区の時間変化の数量的な把握、効果の高いと期待される防災対策への示唆が得られることを整理した。

キーワード:避難行動、津波、態度変容、行動意図

1. はじめに

地震後に発生する津波、大雨に伴う洪水や土砂災害による人的被害を低減するには、避難行動が有効な対策と考えられる。しかし現実には、災害危険時に避難勧告などを聴取しても避難行動に至らない住民も少なくない。こうした現状から、防災研究分野では多くの事例調査研究が行われ、避難行動に影響する様々な要因が指摘されている(e.g.,中村,2008)。たとえば、大雨や揺れの体感、気象警報や避難勧告等の情報覚知、また事前のリスク認知や準備状況等の影響も指摘されている。しかしこれらの知見を、災害種別や事例をこえて汎用的に体系的に把握する理論的・実証的な研究はまだ十分とはいえない

(e.g., 元吉,2004)。

避難行動に関する意思決定プロセスを直接的に考察するには、実際に災害の発生した地域を調査対象とする必要がある。しかし、災害の発生頻度は低く、避難をせず犠牲となった住民は調査対象には含められないことなど、調査を重ね知見を蓄積していくことは容易ではない。一方で、災害発生前に予防対策を検討する観点からは、平常時における避難行動に関する住民意識の理解も有意義と期待される。平常時の行動意図は、災害の懸念される任意の地域で災害発生前に調査が可能である。そして、その調査結果から、当該地域住民の避難に関する考えや懸念などの構造を把握し、災害時の避難行動の促進にむ

<u>災害情報 No. 17-1 2019</u> 21

けた防災対策の方向性の検討に貢献できると考えられる。 そうしたなか宇田川ら(2017)では、平常時の避難行 動意図を対象として、汎用的な心理モデルの構築を試み ている。避難行動に類似する健康予防行動や環境配慮行 動の分野で用いられている社会心理学的な心理モデルを 参照し、平常時の避難行動意図の規定要因を選定してい る。具体的には、「修正防御行動理論」(Rogers,1975,1983、 木村 1997)「合理的行動理論」(Ajzen and Fishbein, 1980) 「計画的行動理論」(Ajzen, 1991)、「二重動機モデル」(大 友・広瀬、2007) などで、リスク回避行動に寄与すると想 定されている心理要因の関係を整理している。そして、 防災分野における既往研究の知見 (e.g., 吉井 2008,中村 2008) を踏まえ、平常時の避難行動意図の規定要因とし て適性が高いと判断した「リスク認知」「効果評価」「実 行可能性(自己効力感)」「主観的規範」「記述的規範」 「コスト」の6つの認知要因を選択している。さらに、 これら仮定した心理要因にもとづき、個々の災害事例な どに依らず共通して利用できる設問項目を作成し、高知 県南国市において質問紙調査を実施している。その因子 分析の結果では、仮定した6要因のうち避難場所の安全 性の「効果評価」と避難場所にたどり着く「実行可能性」 と解釈される要因が確認されている。しかし、「主観的規 範」と「記述的規範」、および、「リスク認知」と「コス ト」は分別されず併合された要因として抽出されていた。 そして、避難行動意図に対しては、「効果評価」因子、お よび、「リスク認知」と「コスト」が併合した「津波への 対応の必要性」と解釈される因子の2つが有意な影響を 及ぼしていた。

一方、関谷・田中(2016) も、合理的行動理論と計画的行動理論を参照するとともに、防災分野における既往研究(e.g., Soren(2006),田中(2011))の知見から、幅広く33の設問項目で構成される12の要因を設定し、日本海に面した北海道から山陰地方にわたる4市の浸水区域の住民を対象に、避難意図に関する調査を行った。その結果では、避難意図に対して寄与する要因は多くはなく、「リスク認知」「規範」「心理コスト」だけが強い影響を与えていた。

本調査研究では、これら既往研究を踏まえた改善を行い、平常時の避難行動意図に関わる汎用性の高い心理モデルとその測定を行える設問項目の構築を目的とした。 具体的には関谷・田中(2016)の設定した12要因のうち避難行動意図に有意に影響していた3要因は、宇田川ら(2017)の6要因に含まれていることから、後者の6要因の心理モデルを採用し、設問項目の改善などを行った。そして、静岡県沼津市を対象とした調査データにもとづき、心理モデルと設問項目の妥当性を検証した。

次章では、宇田川ら (2017) の 6 要因の避難行動意図 モデルの概要を説明する。続く 3 章では、6 要因を測定 する設問項目の改善や調査地域選定の考え方について記 す。そして第 4 章では、本調査における調査データの分 析結果の報告と考察を行う。本調査で避難行動意図に対して最も影響力のあった主観的規範に関する考察とともに、こうした汎用性の高い心理要因にもとづく調査フレームを用いる調査を行うことの有用性などを検討する。

2. 平常時の避難意図の規定要因について

(1) 避難行動意図に関する質問項目

宇田川ら (2017) は、平常時の避難意図に関する既往 の災害研究 (e.g., 吉井,2008、静岡県,2010) と、社会心 理学分野における避難行動のようなリスク回避行動に関 する意思決定モデルをレビューし、避難行動意図に関連 深いとみなされる要因を選定している。リスク回避行動 に類似する分野として、健康予防行動と環境配慮行動分 野で用いられている「修正防御行動理論」、「合理的行動 理論」「計画的行動理論」「二重動機モデル」などを参照 している。そして、平常時の避難行動意図の規定要因と しては適切性が低い要因(「内的報酬」など)は除き、重 複する概念(例:「外的報酬」「主観的規範」「命令的規 範」) はまとめるなどの整理を行い、「リスク認知」「効果 評価」「実行可能性」「主観的規範」「記述的規範」「コス ト」の6要因を設定している。このうち「コスト」のみ が、ネガティブに「避難行動意図」に寄与し、それ以外 の要因はポジティブに「避難行動意図」に寄与すると仮 定されている。

避難行動における「リスク認知」は、土砂災害や津波発生時に自宅にいた場合のリスク認知である。なお一般にリスクは「深刻さ」と「生起確率」から構成されるが、本調査研究では将来に地震津波や大雨など発生した際の避難行動意図を目的変数としており、津波の発生は確率事象ではなく所与条件とした枠組みであることから「深刻さ」に限定をしている。

宇田川ら(2017)では、避難行動の「効果評価」を、自宅を離れて避難場所まで到達することができた際に得られる防災効果として設定されている。すなわち避難場所の「効果評価」として明確化している。一方、避難行動の「実行可能性」は、その避難場所までたどり着くことが可能かどうかの認知要因としている。このモデルでは、避難場所の「効果評価」と、避難場所までたどり着けるか否かの「実行可能性」を、概念的には相互に独立な変数として設定している。また、「コスト」要因は、自宅を離れて避難場所へ移動することを抑制する心理要因として設定されている。自宅を離れた後に避難場所までたどり着くことが可能か否かの「実行可能性」認知とは、異なる心理要因として設定されている。

「主観的規範」は、その人がある行動をすべきと周囲に期待されているかどうかに関する規範的信念である。「記述的規範」は、実際に周囲の多くの人が実施していると認識している行動に沿った行動選択を促す要因である。「記述的規範」は本来、周囲の人々が日常的にゴミの分別をしているかなど、平常時に目撃できる実態から規

定されるものである。しかし、将来の災害発生時の津波 避難行動は、目視のできないものである。そのため、設 問項目としては「あなたは、津波の際に周囲の多くの人々 が避難すると思うか」といった状況予測の表現で代替的 に測定されている。

こうした6つの心理要因を実際に測定するため、各要 因に対して複数の設問項目が作成されている。設問文は 個々の災害事例などに依存しない共通性の高い表現で作 成されており、異なる地域や災害種別間の比較検討を行 うことができるよう設計されている。

さらに、こうした汎用的な心理要因にかかわる設問群に加えて、その心理要因を規定する先行要因となる具体的な事項を確認する設問を配置し全体の調査フレームとしている。例えば、避難場所の「効果評価」の先行要因としては、避難場所の「高さ」「頑丈さ」「スペースの広さ」の先行要因が設けられている。こうした全体の調査フレームの模式図を、図-1に示す。

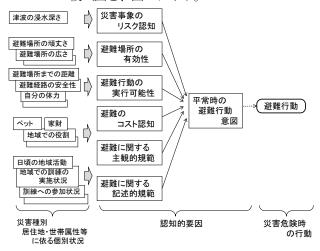


図-1 調査フレームの模式図

(2)6要因モデルの既往調査結果と改善すべき点

宇田川ら(2017)では、前述のような調査票を用いて、高知県南国市でアンケート調査を実施している。調査対象地域は、海岸での津波浸水深30cmの到達時間20分、内陸では30分以上である。避難場所は、東日本大震災後に津波避難タワーが精力的に建築され、調査時点では住民が概ね300メートル以内のタワーに避難できるよう整備されていた。調査結果では、「避難場所までたどりつければ命が助かると思う」との設問に対して、「全くそう思う」あるいは「ややそう思う」と答える回答者が83%に及んでいた。その一方で、家屋は密集しており「地震の後に、すぐに家から逃げ出しても、無事に避難できる自信がない」とする者が43%存在していた。すなわち、避難場所の「効果評価」は顕著に高いものの、避難場所までたどり着く「実行可能性」は中庸な程度といえる。

そして、当該調査データの因子分析の結果では、「効果 評価」と「実行可能性」に係ると解釈される要因は確認 されたが、「主観的規範」と「記述的規範」、および、「リ スク認知」と「コスト」は分別されず4因子の構造となっていた。仮説モデルにおける「主観的規範」と「記述的規範」が分別されなかった原因は、避難行動を対象とした本モデルにおける「記述的規範」は、ゴミの分別行動のように日常に目視され形成される認知ではなく、将来の地震発生時の周囲の人々の状況予測の認知を測定していることが影響したためと解釈されている。

今回の調査では、こうした既往調査の結果を踏まえ、6 要因を設定した概念的な心理モデルは変更せずに、その 測定を行う設問文の改善などを行い、モデルの汎用的な 適用可能性などを評価検討したので次章以降で報告する。

3. 沼津市における調査について

(1) 避難行動意図に関する質問項目と改善について

本節では調査に際して実施した、設問項目への改善や調査地域選定の考え方について記す。

a)「コスト」要因の測定の改善について

既往調査で「リスク認知」と「コスト」が分別されなかった原因は、「コスト」を測定する設問文が、自然災害に対する避難行動意図としては不十分であった可能性がある。既往調査では、歯磨きなどの健康行動や、ゴミ捨てなどの環境行動での研究事例を参照し「避難場所にいくのは面倒だと思う」などの表現を用いていた。しかし、津波という生命の危険に直結するリスク認知が高い回答者の場合には、この程度のコストでは、リスク感に従属した評定となり、相関が生じることが想定される。

そこで「コスト」の設問項目については、避難の促進 要因であるリスク認知とは独立して評価されるよう設問 文を改めた。例えば、避難行動においては、漁業従事者 が津波のリスクを認知しつつも重要な財産である船舶を 守るために避難行動をしない事例や、火山噴火の際に家 畜を残した避難を拒む事例などが知られている(廣 井,2002、廣井,2005)。こうしたコスト感を汎用的に表現 した3つの設問項目を作成し、「面倒だと思う」のような 低程度のコスト感の設問を削除した。

b)「主観的規範」要因の測定の改善について

宇田川ら(2017)では、平常時の避難行動意図の心理構造のモデル化にあたって「主観的規範」と「命令規範」を同等の要因として扱っている。そして調査票の設問文には「主観的規範」的な表現と「命令規範」的な表現が併用されていた。「命令規範」は、社会的に「すべき」とされる規範であり、法規範などが典型である(Cialdini, Reno & Kallgren, 1990)。一方「主観的規範」は、「合理的行動理論」(Ajzen and Fishbein,1980)において、より他者からの期待を内面化した規範的信念とされている。本調査に際し、より原義の「主観的規範」に近い表現に設問文を変更して統一した。具体的には、「避難をするべき」など「命令規範」的な表現は削除し、「地震が起きたら、周りの人も私が避難することを望んでいると思う」など表現をした設問文に統一した。

c) 「記述的規範」要因の測定の改善について

「記述的規範」については、平常時に具体的なイメージが形成されていることが、「主観的規範」とは異なる規範概念としての分別されるために有効であろうと考えた。そこで平常時に地域住民による津波避難訓練が頻繁に行われ、住民の参加率も高い地域を選定することとした。実際に多くの周辺住民が津波避難行動を行っている状況が目視されることによって、本モデルにおける「記述規範」に類するイメージが形成されている可能性があると考えたためである。そこで、行政へのヒアリング調査などに基づき、毎年3回の防災訓練が行われており参加率も高いとされた静岡県の沼津市を調査地に選定した。

c) 6 要因を測定する設問項目

仮定している6要因に対してそれぞれ3設問項目を設け、合計18調査項目を作成した。調査項目の一覧を表-1に示す。いずれも「全くそう思う」「ややそう思う」「あまりそう思わない」「全くそう思わない」の4段階尺度によって評定させた。「リスク認知(深刻さ)」、避難場所の「効果評価」、「実行可能性」については既往調査とは変更はない。全体の設問数は1項目のみの増加であり、尺度に変更はなく、回答者の記入の負荷には大きな違いはない。

「コスト」要因については、前述の方針で表現を改め 「避難をすると、大切なものを失ってしまうかもしれな いと思う」「避難をすると、支障がでてしまう大事なこと があると思う(逆転項目)」「家を離れて避難をしても、 失うものやできなくなって困ることはない(逆転項目)」 の3項目とした。自宅を離れて避難することにより、失 う大事な物や実施できなくなる行為を汎用的に表現した 設問文としている。

規範についても、前述の方針で表現を統一整理した。「記述的規範」は「強く長い揺れを感じたら、周りの人は、すぐに避難すると思う」、「大きな地震があっても、周りでは、すぐに逃げる人は少ないと思う(逆転項目)」、「津波警報が出たら、地域の人の中で避難する人は多いと思う」の3項目、「主観的規範」は、「周りの人は私に対して『大きな地震のときはあなたも避難したほうがいい』と思っている」、「地震が起きたら、周りの人も私が避難することを望んでいると思う」、「大きな揺れの後に自分が避難しないでいても、周りからとがめられることはないと思う(逆転項目)」の3項目とした。

そして従属変数となる「平常時の避難行動意図」については、既往調査と同様に「ご自宅にいるときに次のようなことがあったら津波のことを考えて、あなたは直(ただ)ちに避難しますか。」との設問を「強い揺れを感じたとき」「長い揺れを感じたとき」「大津波警報を見聞きしたとき」「市から避難勧告・避難指示などを聞いたとき」の4項目について「必ず避難する」「たぶん避難しない」「避難しない」の4段階尺度で評定とした。

(3)調査地域の選定と特徴

調査地域として、避難行動に関する「記述規範意識」 が形成されている可能性がある地域として、前述のよう に避難訓練の開催頻度と参加率の高い地域として、静岡

分類 質問項目 正逆 リスク認知 自宅の建物は、津波に対して危険だと思う + 自宅まで、たいした津波は来ないと思う 津波がきたとき、自宅に残っていても、たいした危険にはあわずにすむと思う 効果評価 避難場所は津波に対して安全だと思う いまの避難場所では、津波に対して十分ではないと思う 避難場所までたどりつければ命が助かると思う 地震の後に、すぐに家から逃げ出しても、無事に避難できる自信がない 実行可能性 地震のとき、急いで家から逃げても、途中で津波に巻き込まれてしまうと思う 地震が起きた後、すぐに家から逃げ出せば、避難場所まで無事にたどり着くことができると思う コスト 家を離れて避難をしても、失うものやできなくなって困ることはない 避難をすると、支障がでてしまう大事なことがあると思う 避難をすると、大切なものを失ってしまうかもしれないと思う 記述的規範 強く長い揺れを感じたら、周りの人は、すぐに避難すると思う 大きな地震があっても、周りでは、すぐに逃げる人は少ないと思う 津波警報が出たら、地域の人の中で避難する人は多いと思う 周りの人は私に対して「大きな地震のときはあなたも避難したほうがいい」と思っている 主観的規範 大きな揺れの後に自分が避難しないでいても、周りからとがめられることはないと思う 地震が起きたら、周りの人も私が避難することを望んでいると思う

表-1 平常時の避難行動意図に関する設問項目の一覧

※逆転項目を「-」として記載した

県沼津市の中心市街地沿岸を選定した。沼津市は、宇田川ら (2017) の調査地である南国市と同様に、南海トラフにおける地震発生時の津波が懸念されている地域である。本調査は、同一のモデルにもとづき心理構造を比較検討することから、外部条件であるハザードは共通させることで、心理構造の比較も行いやすいと考えた。

沼津市の津波ハザードマップでは、南海トラフにおける最大クラスの地震津波の場合、想定される津波高は沿岸で5~7m程度であり、浸水深2m程度の津波が内陸部まで浸水することが予想されている(沼津市、2016)。襲来時間については、避難が難しくなる浸水深30cm程度には地震後15分以下と予想されている。避難場所については、海に近い西地域の住民は東の高台まで遠く、かつ地域内に津波避難ビルとなる高層建物の数が十分ではないため、海岸に形成されている浜堤が避難場所と指定されている。そのため、海に近い地域の住民は、浜堤のある海へ近づく方向へ避難することが想定されている。



図-2 沼津市ハザードマップ

既往調査が行われた南国市は、津波避難タワーが数多く建設されており、安全な避難場所は確保されている地域であった。これに比べると、本調査地域は、避難場所の「効果評価」および避難場所までたどり着ける「実行可能性」のいずれとも、客観的にはより困難な地域といえる。

(4)調査手続き

アンケート調査は、2017年2月に実施した。調査方法は、調査票を自治会長経由で調査対象とした自治会に属する全世帯に配布し、郵送で回収をした。調査対象者は、各世帯のなかで、1月1日から最も早く誕生日がくる高校生以上に回答を求めることにより、無作為に1名が抽出されるようにした。1,159票の配布に対して、490票の有効票を回収した(回収率42.3%)。なお、調査時期を年明けで3月11日より少し前の時期としたこと、および、調査票の配布や回収の方法は、南国市での調査と同様としている。

両調査の回答者のデモグラフィック属性を確認すると、 性別については、南国市での有効回答数 571 票において、 男性 49%、女性 49%、無回答 2%に対して、沼津市では 有効回答数 490 票において、男性 39%、女性 55%、無回 答 6%であり、やや女性の比率が高かった。南国市では、 60 歳以上が 67%、70 歳以上が 36%、沼津市では 60 歳以 上が 61%、70 歳以上が 33%と、両調査とも高齢者の割 合が高く、やや南国市のほうが高齢者の比率が高かった。

(5)調査結果の分析

本節では、沼津市で行った調査結果のうち、避難行動意図に関わる内容について報告をする。

a)地域特性について

「記述的規範」の形成に影響すると想定した地域で年3回行われている避難訓練への参加状況としては、直近の1年以内における参加の有無を尋ねた。その結果、一度も参加したことがない回答者は25%に留まっていた。すなわち、直近1年間に一度以上参加したことのある者が75%に及び、訓練で避難行動をしている多くの地域住民を実際に目にする機会があったと想定される。回答者において「記述的規範」要因と類似するイメージが想起されるものと期待される。実際、「記述規範」を測定した設問文「大きな地震があっても、周りでは、すぐに逃げる人は少ないと思う」に対して、「あまりそう思わない」あるいは「全くそう思わない」とした回答者は南国市では36%にとどまったのに対して、本地域では54%に及んでいた。

一方、避難場所の有効性については、たとえば「避難場所までたどりつければ命が助かると思う」との設問に対して、「全くそう思う」あるいは「ややそう思う」と答える回答者は南国市が84%に達したのに対して、本地域では54%に留まる。そして、「地震の後に、すぐに家から逃げ出しても、無事に避難できる自信がない」とする者も南国市43%に対して、本地域では78%に及んでいる。すなわち、避難場所の「効果評価」、避難場所までたどり着く「実行可能性」の評価ともに低い地域といえる。

b) 仮定した規定要因について

平常時の避難行動意図に寄与すると仮定した6つの心 理要因の整合性・妥当性を検討するために因子分析(主 因子法、プロマックス回転)を行った。予備解析として、 指定する因子数を変えるなどした分析をしたところ、 「実行可能性」と「効果性評価」がひとつの因子にまと まる傾向が認められた。また、因子負荷量と共通性の特 に低かった「リスク認知」1項目と「主観的規範」1項目 を除き、固有値の減衰状況や解釈の可能性から5因子ま でを採用することとした。最終的に、16項目に対して5 因子構造を指定した因子分析(主因子法、プロマックス 回転)の実施結果を表-2に示す。Kaiser-Meyer-Olkinの統 計量は0.72であった。なお、既往の南国市調査では、最 終的に15項目に対して、効果評価」と「実行可能性」と 解釈される要因のほか、「主観的規範」と「記述的規範」、 および、「リスク認知」と「コスト」は分別されず合計4 因子構造にとどまっていた(宇田川ら,2017)。

表-2 因子パターン(主因子、プロマックス回転後)

		- 1	Ш	III	IV	V	h^2
地震のとき、急いで家から逃げても、途中で津波に巻き込まれてしまうと思う		71	.09	.07	.07	.03	.47
地震の後に、すぐに家から逃げ出しても、無事に避難できる自信がない		66	.03	01	.08	02	.41
地震が起きた後、すぐに家から逃げ出せば、避難場所まで無事にたどり着くことができると思う		.64	.21	01	.03	.12	.52
避難場所までたどりつければ命が助かると思う		.45	.11	.08	.08	.03	.28
避難場所は津波に対して安全だと思う		.45	03	.13	.25	08	.37
いまの避難場所では、津波に対して十分ではないと思う		44	.12	.04	.02	.12	.22
地震が起きたら、周りの人も私が避難することを望んでいると思う		08	.87	03	02	04	.70
周りの人は私に対して「大きな地震のときはあなたも避難したほうがいい」と思っている		.09	.72	.01	05	02	.55
強く長い揺れを感じたら、周りの人は、すぐに避難すると思う		01	02	.66	.07	02	.41
大きな地震があっても、周りでは、すぐに逃げる人は少ないと思う		10	.10	61	.20	.03	.41
津波警報が出たら、地域の人の中で避難する人は多いと思う		08	.14	.53	01	.12	.42
津波がきたとき、自宅に残っていても、たいした危険にはあわずにすむと思う		06	09	04	.68	.13	.47
自宅まで、たいした津波は来ないと思う		.14	.01	08	.65	01	.53
避難をすると、大切なものを失ってしまうかもしれないと思う		06	.00	.05	03	.68	.50
避難をすると、支障がでてしまう大事なことがあると思う		.00	05	.01	.19	.61	.37
家を離れて避難をしても、失うものやできなくなって困ることはない		11	.06	.11	.37	40	.28
因子間相関	1		.19	.11	.32	13	
	II			.54	08	.20	
	Ш				23	.16	
	IV					13	

本調査での第 I 因子は、避難場所の「効果評価」に関わる 3 項目と「実行可能性」に係る 3 項目のみから構成された。自宅から離れて避難場所に避難する行動全般に対する安全性評価にかかわる「避難の安全性評価」因子と解釈した。

本調査地域では、海に近くなるほど、地震が発生してから津波の浸水深が命に影響する恐れのある 30 cmになるまでの時間が短く、避難の「実効可能性」は低いとみなせる地理環境である。そして、海に近い地域の避難場所としては海辺の浜堤が指定されており、避難場所の安全性の「効果評価」も心理的に低くなることの蓋然性が高い地理環境といえる。こうした地理環境の影響で、両要因の相関が高く分離されなかったものと考えられる。

第II 因子は「主観的規範」に係る2項目のみから構成され、第III 因子は「記述的規範」に係る3項目のみから構成された。いずれも想定通りの「主観的規範」と「記述的規範」に係る因子と解釈できる。前回の調査では、両要因は分離されなかったが、本調査ではそれぞれの因子として抽出された。

また、第IV因子は「リスク認知」に係る2項目のみから構成されている。ただし、逆転項目から構成されているため「低リスク認知」となっている。第V因子は「コスト」に関わる3項目から構成され、想定通りの「コスト」に係る因子と解釈できる。前回の調査では、両要因は分離されなかったが、本調査ではそれぞれ因子として抽出された。コスト感に関わる設問文を、より独立性の高い文章に変更したことによる効果と考えられる。

各因子の α 係数は、第 I 因子の「避難による安全評価」は 0.74、第 II 因子の「主観的規範」は 0.74、第 III 因子の「記述的規範」は 0.65 であり、第 IV 因子の「(低) リスク認知」は 0.70、第 V 因子の「コスト」はやや低く 0.56 であった。また、表-2 に示した因子間の相関を見ると、第 II 因子の「主観的規範」と第 III 因子の「記述的規範」

に正の相関 (r=0.54) がみられた。記述的規範意識の高い者には、主観的規範も醸成されて高くなる関連性があるものと思われる。

c) 平常時の避難行動意図との関係

次に上記の5因子の因子得点を説明変数として、平常 時の「避難行動意図」を目的変数とした重回帰分析を行 った。目的変数となる「避難行動意図」について設問し た4項目とも、「必ず避難する」 「たぶん避難する」 「たぶ ん避難しない」「避難しない」までの等間隔尺度とみなし、 項目間の相関が高いことから、単純加算して尺度として 設定した。ステップワイズ法での重回帰分析の結果、「主 観的規範」、「リスク認知」、そして「避難による安全評価 (実行可能性と効果評価の併合)」の3要因が投入され、 「記述的規範」「コスト」は除外されたモデルが採用され た。調整済み重決定係数は 0.33 であるが、有意確率は P=0.00(P<0.01)と有意であった。各要因の平常時の避難行 動意図への標準化偏回帰係数を表-3に示す。最も影響力 の高い因子は、「主観的規範」であり、当該因子と相関の 高い「記述的規範」はモデルから除かれる結果となった。 「主観的規範」、「リスク認知」、「避難の安全性評価」の いずれの係数とも正の値となり、その増加が平常時の避 難行動意図を高めることから、当初に仮定している心理 モデルに沿った結果が得られた。

表-3 平常時の避難行動意図を目的変数とした重回帰分析

	標準偏回帰係数 (β	3) t恒	重 有	⋾意確率 \	/IF
主観的規範	0.4	450	10.682	0.000	1.110
リスク認知	0.3	279	6.229	0.000	1.258
避難の安全性評価	0.	153	3.370	0.001	1.294

なお、既往の南国市調査結果に基づく、避難行動意図を目的変数としたステップワイズ方式の重回帰分析では、「実行可能性」と「規範」が除外されたモデルが採用され、「効果評価」(β =0.618)と、「リスク認知」と「コス

ト」の合併因子(β =0.203)の 2 因子のみが投入される 結果であった。

重回帰分析の結果、本調査地域において、平常時の避難行動意図に最も影響力の高い因子は「主観的規範」であった。調査設計としてはこうした規範意識に影響する先行要因を探索するため、調査票では「地域活動全般の活性度」や「回答者の地域住民との交流の深さ」などを測定していた。しかし、「あなたのお住まいの地域では、自治会や子ども会、老人会などの、地域活動は盛んだと思いますか」との設問に対して、「非常に盛んであると思う」あるいは「ある程度は行われていると思う」とする回答者が97%を占めるなど、回答者におけるこれらの回答傾向が著しく偏っており、統計的に意味のある解析は行えなかった。

(6) 津波避難行動意図への規範意識の影響について

沼津市における本調査では、平常時の津波避難行動意図に対して、「主観的規範」が最も影響力が高い結果であった。したがって、津波避難行動意図を高めるためには、津波避難行動に関する主観的規範意識の高い住民を増やし維持することが効果的な施策とみなされる。前述のとおり、「大きな地震があっても、周りでは、すぐに逃げる人は少ないと思う」に対して、「あまりそう思わない」あるいは「全くそう思わない」とした回答者は多いものの約半数の54%であり、まだ増やす余地は多く残っているといえる。本項では、規範意識の醸成を通じて、避難行動意図の向上を図る方略について考察を行う。

因子分析の結果では「主観的規範」因子は、「記述的規範」因子との相関が高かった。「記述的規範」は、実際に周囲の多くの人が実施していると認識している行動に沿った行動選択を促す要因であり、「主観的規範」は、他者がその行動をその人にしてほしいと思っているかどうかに関する規範的信念である。両者の関係として、ある行動に関する「記述的規範」意識の高い者は、主観的規範も醸成されることが考えらえる。例えば、周囲の多くの住民はゴミの分別を正確に行っていると認識している者は、自分もごみを正確に分別するべきと周囲から望まれていると認識するようになることが考えられる。このような両者の関係から、津波避難行動に関する「主観的規範」を醸成するためには、「記述的規範」の向上も有効と期待される。

まず避難行動に関する「記述的規範」を高めるためには、平常時の避難訓練に多くの住民が参加している実態を目視などすることが有効であろう。沼津市では、比較的参加率の高い訓練が高い頻度で行われていることから、これを継続維持することは有効と考えられる。一方、「主観的規範」が直接に高まる状況としては、例えば、自治会のなかで個人に防災担当の役割があてられる場合が考えられる。また、地区に対して防災優良モデル地区としての指定や表彰なども考えられる。ただし、こうした役割付与での向上は一部の住民や地区に限られることから、

より多くの市民における「主観的規範」を高めるには他 の方略が必要となろう。

規範意識を通じて行動変容がもたらされる心理プロセスにいては、本稿で対象としてきたリスク回避行動以外の分野である迷惑行為や防犯、援助行動などの分野でも研究が行われている。そして、特に規範意識を重視している「規範活性化理論(Norm activation)」(Schwarz, 1977)では、状況や行動の帰結の重要さを認知し、責任感を感じることにより、他人への援助行動が促される心理プロセスが設定されている。このモデルに従えば、自らが避難しないことが家族や周囲の住民の避難の抑制にもつながり重篤な被害を及ぼす恐れがあることを強く訴えることにより、避難行動が促進されることとなる。

また、教育分野において、規範概念は一方向的な伝達によって形成されるものではなく、集団と個人との双方的インタラクションを通じて形成されるものと議論されていることは示唆的である(e.g., 有光・藤澤,2015)。すなわち、一方向的な知識伝達のみならず、集団構成員による討論などを経て、「私たちのルール」という感覚がもたらされると考えられている。防災に関する行政の啓発資料や講演会のみならず、地域住民自身による防災訓練やタウンミーティングなどが、避難行動に関する規範意識醸成に対し有効であることが示唆される。

本調査で有意に顕れた規範意識と避難意図の関係は重要な研究テーマと考えており、今後さらに、平常時のコミュニティ活動や過去の被災経験などの影響も含めて調査研究を深めていきたい。その際には、地域住民のなかで規範意識に差異の大きい地域を選定するなどの工夫を行う予定である。

4 考察

(1) 汎用的な調査フレームの構築について

沼津市で行った本調査では、避難行動意図に影響する 要因として「リスク認知」「効果評価」「実行可能性」「主 観的規範」「記述的規範」「コスト」の6要因を設定した。 そして、南国市での既往研究結果にもとづき、各要因を 測定する設問文の改善などを行った。その結果、「リスク 認知」「主観的規範」「記述的規範」「コスト」、および「効 果評価」「実行可能性」の合併した「避難の安全性評価」 の5因子が抽出された。本調査で「効果評価」と「実行 可能性」因子分析が合併した背景は、本調査地域の地理 環境によるものとも解釈され、両因子が常に合併される とはみなされなかった。概念的には、避難場所の安全性 の「効果評価」と避難場所までたどり着く「実行可能性」 は明確に異なり、実際、南国市の既往調査では、それぞ れ別の因子として抽出されていた。こうしたことから、 本研究で改善した6要因にもとづく設問項目による調査 フレームは、他地域の調査にも適用できる、津波を対象 とした共通的な設問項目から構成された、より有用性の 高い調査フレームに改善されたと考えられる。

なお、本フレームで設定した6つの心理要因は、津波に限定されず、災害種別によらず調査研究に用いることのできる抽象的な概念である。本調査フレームの6要因を測定する設問文の表現を災害種別に応じて変更することにより、津波以外の災害種別の平常時の避難行動意図を対象とした量的調査にも用いることのできると考える。風水害や火山噴火など別の災害種別を調査対象とした場合、その避難行動へ有意に影響する要因は、津波を対象とした本調査結果とは異なる可能性がある。同一の調査フレームを用いることで、そうした災害種別の違いによる、避難行動の意識構造の相違点を考察できることが期待される。

また、同一の調査フレームを、ある災害種別の懸念される、異なる地域や時期の調査に共通して用いることにより、それぞれの地域や時期の特性を、数量的に表現できることができると考えられる。その際には、調査対象とした地域や時期の地理や社会状況に応じて、抽出される因子数や避難意図に有意に影響する因子が異なることが想定される。同一の調査フレームを用いて得られるそうした結果を解釈することで、調査を行った地域や時点での避難にかかわる住民の意識構造の特徴を浮き彫りにできるものと期待される。

(2) 両地域の調査結果からの防災対策への示唆

南国市と沼津市の調査では設問文の一部を変更したことから、厳密な比較は難しいが、平常時の行動意図に有意な影響を与えていた因子について両調査で相違があった。南国市の調査では有意な因子は2つであり、「効果評価」因子の影響が最も強く、この他に「リスク認知」「コスト」から構成される因子が有意であった(宇田川ら,2017)。これに対して、沼津市では、「主観的規範」の影響が最も強く、このほかに「リスク認知」そして「避難の安全性評価(実行可能性と効果評価の併合)」が有意であった。両地域で共通する結果として、「リスク認知」「効果評価」を含む因子はいずれも含まれており、安定性が高いことが示唆される。一方、今回の沼津市においては「主観的規範」が有意で最も強い影響力をもつ因子となっていた。

両調査の違いは、両地域における防災対策に係わる社会環境に起因していると考えられる。南国市では、東日本大震災以降に多数の津波避難タワーが新設されたことで、避難場所に対する「効果評価」が高い住民があらわれ、防災対策に対する意欲も向上している様子がヒアリングで確認されていた。一方、沼津市では、近年そうした画期的な物理的避難環境の改善はなく、避難意図に影響する要因として、心理的な規範意識の高低の影響がより強く顕れている地域と考えられる。

南国市では、避難場所の「効果評価」が最も正の影響 力が高かった。この結果から、避難タワーの安全性をよ り多くの住民に伝えることや、避難タワーを活用した地 域の防災イベントなどを行うことが、高い避難行動意図 を有する住民を増やすために効果的な防災対策と推測される。一方、沼津市の調査結果では「主観的規範」の影響力が最も高く、津波避難に関する規範の醸成が、高い避難行動意図を有する住民を増やすことに繋がると期待された。具体的には、前節で考察したような役割の付与、避難訓練の一層の参加率向上などが想定される。

ただし、沼津市における規範意識が強い影響を有する 意識構造は調査時点のものである。今後に、当該地区で 何らかの防災対策が実施されれば、将来的には意識構造 が変化する可能性はある。例えば、「有効性評価」に係わ る避難タワーなどの建設、「実効可能性」に係わる避難路 の安全性向上、「リスク認知」に関わる防潮堤の整備、な どによって避難行動意図に関する意識構造は変わる可能 性がある。そして、その時点では、高い避難行動意図を 有する住民を増やすために効果的な防災対策もまた変化 しているであろう。

こうした避難行動意図の向上に寄与する要因の地域間での比較や、同一地域で行われた防災施策が地域住民に与える影響を経年的に比較する際などには、本研究で構築を目指している汎用的な調査フレームを用いることが有効と考えられる。

5 まとめと今後に向けて

平常時における避難行動意図に対して、既往の防災研 究と、合理的行動理論や修正防護行動理論などを参照し、 「リスク認知」「効果評価」「実行可能性」「主観的規範」 「記述的規範」「コスト」の6要因が寄与すると仮定した。 既往研究から各要因を測定する設問文の改善を行うとと もに、異なる地理・社会環境にある地域を対象に再検証 した。その結果、「リスク認知」「主観的規範」「記述的規 範」「コスト」、および「効果評価」「実行可能性」の合併 した「避難の安全性評価」の5因子が抽出された。また、 避難行動意図に対しては「リスク認知」」「主観的規範」 「避難の安全性評価」が有意な影響を及ぼしていた。既 往調査との比較から、仮定した6要因に基づく調査フレ ームは有用性の高い調査フレームになったと考えられる。 設定した6つの心理要因については、社会心理学分野 での一般的な概念に基づきながら、避難場所に対する「効 果評価」、避難場所に至る「実効可能性」などと、避難行 動における意味合いを明確にしている。また要因数も6 要因と少ないことから、本調査フレームにもとづく意識 調査の結果を解釈し、防災対策への示唆を得る際の利便 性は高いと考えられる。今後さらに、地域間の比較や同 一地域の時間変化などの測定を行いながら、調査フレー ムの改善を行っていきたい。その際には、本調査で平常 時の津波避難行動意図に対して最も影響の大きい要因で あった規範意識については、その下部構造や向上につな がる方略などの考察を深めていく必要があると考えてい る。

謝辞:本研究は、文部科学省受託研究プロジェクト「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」の一部として 実施したものである。調査に協力いただいた、静岡県沼津市の皆様に御礼もうしあげます。 淳 (2017), 平常時の避難行動意図の規定要因について, 災害情報,15 (1),p.53-63

吉井博明(2008), 4 県(三重県、和歌山県、徳島県、高知県)共 同地震・津波県民意識調査,東京経済大学

参照文献

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50, 179-211.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Cialdini, R. B., Reno, R. R., & Kallgren, C. A.(1990). A focus theory of normative conduct: Recycling the concept of norms to reducelittering in public places. Journal of Personality and Social Psychology, 58,1015-1026.
- Rogers, R.W. (1975) A protection motivation theory of fear appeals and attitude change, Journal of Psychology, 91,93-114
- Rogers,R.W.(1983) Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation. In J.T. Cacioppo, R Petty(Eds.),Social Psychophysiology, Guilford Press. pp.153-177
- Schwarz, H. (1977)Normative influences on altruism. In: L. Berkowitz (Ed.), Advances in experimental psychology, vol.10. Academic Press. pp. 222-280
- Sorensen, J.H. & Sorensen, B.V., 2006 CommunityProcess: Warning and Evacuation, H. Rodriguez,E.L. Quarantelli, R.R. Dynes. (eds), Handbook of Disaster Research, Springer.
- 有光興記・藤澤文 (2015), モラルの心理学: 理論・研究・道徳 教育の実践, 北大路書房
- 廣井脩、伊藤和明、西出則武(2002), 2000 年有珠山噴火における災害情報の伝達と住民の対応、東京大学社会情報研究 所調査研究紀要 No18, p.1~193
- 廣井脩、中村功、福田充、中森広道、関谷直也、三上俊治、松 尾一郎、宇田川真之(2005)、2003 年十勝沖地震における 津波避難行動,東京大学情報学研究(調査研究編) No23
- 木村堅一 (1997), 脅威アピールにおける防護動機理論研究の検討, 実験社会心理学研究, 37, 85-96.
- 元吉忠寛 (2004), 災害に関する心理学的研究の展望: 防災行動の規定因を中心として, 名古屋大学大学院教育発達科学研究紀要. 心理発達科学. Vol.51, p.9-33
- 中村功(2008),「避難の理論」,『災害危機管理論』,弘文堂 沼津市(2015),地震・津波ハザードマップ(第三地区)
- 大友章司・広瀬幸雄 (2007), 自然災害のリスク関連行動における状況受容型決定と目標志向型決定の2重プロセス,社会心理学研究, 23(2),140-151.
- 関谷直也・田中淳(2016),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,35 特別号 p.91-103.
- 静岡県危機管理局(2010),平成 21 年度東海地震についての県 民意識調査
- 宇田川真之, 三船恒裕, 磯打千雅子, 黄欣悦, 定池祐季, 田中

(原稿受付 2018.6.30) (登載決定 2018.10.30)

<u>災害情報 No. 17-1 2019</u> 29

Development of a survey frame on behavioral intention of evacuation

Saneyuki UDAGAWA 1 • Nobuhiro MIFUNE 2 • Yuki SADAIKE 3 • Chikako ISOUCHI 4 Xinyue HUUANG 5 • Atsushi TANAKA 6

ABSTRACT

This study examined factors which influence the intention of evacuation behavior. We expected that the behavioral intention of evacuation is determined by six cognitive factors; perceived risk, response-efficacy, self-efficacy, response cost, descriptive norm, injunctive norm. For verifying the working appropriateness of the hypothesis, we conducted a questionnaire survey of tsunami evacuation, in Shizuoka prefecture. The result of factor analysis showed that factors which are interpreted as "subjective norm", "descriptive norm", "perceived risk", " response cost" and connected factor of "response-efficacy" and "self-efficacy" were confirmed. Result of the multiple regression analysis showed the effect of the norm factor had the greatest influence on the intention of evacuation behavior.

Keywords: Evacuation, Tsunami, Attitude Change, behavioral intention

30

¹The Center for Integrated Disaster Information Research, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo (udagawas@iii.u-tokyo.ac.jp)

²Kochi University of Technology Department of Management (mifune.nobuhiro@kochi-tech.ac.jp)

³Tohoku University International Research Institute of Disaster Science (sadaike@irides.tohoku.ac.jp)

⁴Kagawa University Institute of Education, Research and Regional Cooperation for Crisis Management Shikoku (isouchi@eng.kagawa-u.ac.jp)

⁵Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo (xinyuehuang124@gmail.com)

⁶The Center for Integrated Disaster Information Research, Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo (attanaka@iii.u-tokyo.ac.jp)

平成 29 年 7 月九州北部豪雨の道路被災場所の特定 への道路ジオコーダの適用評価

小林 頁1

1東京電機大学教授 研究推進社会連携センター (〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番)

和文要約

発災時には、道路管理者は被災した道路上の場所を収集し、その情報を集約して通行の規制、迂回路の設定、被害の拡大の防止や復旧対応等の処理をしなければならない。そして、道路の被災場所の情報は、移動や輸送の為に他の機関や道路利用者にも利用される。しかしながら、あらゆる道路上の場所を安定して表現でき、分かりやすく、伝達しやすい方法が無いため、しかも、災害時には極めて限られた時間内に(時には場所に不案内な応援の人員の助けを借りて)場所情報を整理しなければならないといった制約も加わり、道路上の場所の表現には、路線と多様な場所の目印(地理識別子)が用いられている。

文字列で表現された場所から座標を算出するための情報技術としてジオコーディングがあるが、これまでのジオコーディングは道路上の場所を対象としたものではない。このため、路線と地理識別子から道路上の場所を割り出すには目視による処理が必要であり、場合によっては、複数の地図を見比べるといった作業が必要であった。本研究では路線と地理識別子を関連付けて道路上の場所を特定するために開発した道路ジオコーダを使用し、平成29年7月九州北部豪雨災害による道路災害の日田市内の国道・県道の規制情報を例にその評価を行った。道路ジオコーダは入力データの86%から道路上の座標を出力することが可能であった。さらに、その所要時間は1件当たり1秒以下であり、有用なシステムと考えられる。

キーワード: 道路、災害情報、地理空間情報、ジオコーディング、平成29年7月九州北部豪雨

1. はじめに

道路の被災は、避難、物資の輸送、救急医療等の各種の災害対応に大きな影響を与える(例えば、国土交通省2002)。このため、道路管理者には、被災場所の迅速かつ的確な把握と、道路利用者への周知が求められている(例えば、国土交通省道路局 2007)。道路の被災場所の把握により、孤立した地域への空輸等による支援、早期に啓開すべき区間の判断、適切な通行止めや迂回路の設定による無用の交通の抑制などの対応が可能となる。

このように、道路の被災の場所の把握は災害対策に重要な役割を果たすが、道路上で自らの場所を把握すること、それを他者に伝達すること、そして、第三者がその場所を正確に把握することは簡単ではない。道路管理用の道路距離標(キロポスト)は、一般の道路利用者には

なじみがないうえ、その設置の網羅性や視認性の点から広く利用できるとは言えない。近年は衛星測位、その代表的なものはカーナビゲーションシステムやスマートフォンに搭載されている GPS による測位であるが、これを利用して現在位置を把握することが容易となった。しかし、表示画面の地図上の現在位置を電話で伝達することは容易とは限らず、例えば、市街地でなく周囲の情報が少ない山間部などでは場所を示す有効な情報が入手できないことがある。また、発災時には被災した組織は被災していない場所の組織からの支援を受けて情報の収集や整理に当たらざるを得ず、応援者は被災場所に対する知識が乏しいために場所の特定や伝達に手間取ることがある。道路の被災の場所の特定もその例外ではない。

このような問題を解決できるような、道路上の場所を 効率よく特定する仕組みはこれまでなかった。そこで、 「道路ジオコーダ」と呼ぶ情報システムを開発し、これ を平成29年7月九州北部豪雨における日田市の国道・県 道の被災場所の特定に適用し、その評価を行った。

2. 平成29年7月九州北部豪雨における道路被災の概要

2017年(平成29年)7月5日から6日にかけて、福岡県と大分県を中心とする九州北部で発生した集中豪雨により、これらの地域には大きな被害が発生した。道路の被害とその影響を報じた記事(例えば、毎日新聞 2017)によると「両県の4市村で、災害時の避難や救助に使うために指定されている緊急輸送道路(緊急道)計40路線のうち11路線が土砂災害などで寸断され」、「避難経路の確保や救援物資の輸送ができず、両県で計29の集落が一時孤立した」ことが報じられている。豪雨発生から1か月半以上を経過した時期の福岡県、大分県の災害報告(福岡県 2017)(大分県 2017)から道路の被害を市町村別にみると、福岡県では道路被害と橋梁被害の合計811件中646件が朝倉市で発生しており、大分県では国道と県道の92件の道路被害のうち50件が日田市で発生していた。

3. 道路管理者における被災場所の収集等(日田市の例)

前章で引用した記事(毎日新聞 2017)には、「両県は仮復旧工事を急いでいるが、被災状況さえ分かっていない路線もあり、全路線復旧のめどは立っていない」とも報じられており、道路被災の場所の把握と集約が容易ではないことが伺える。道路被災の場所の収集の実際を把握するため、道路被災の件数が多かった日田市の道路災害を担当する土木建築部土木課に道路の被災場所の把握に関する下の4項目について問い合わせを行って電子メールと電話にて回答をいただいた(2017年8月上旬)。なお、発災から概ね1か月を経過した時点であるが、朝倉市では行方不明者の捜索が続いていたため問い合わせを差し控えた。日田市における道路被災の情報の取り扱い状況は次の通りである。

(1)情報収集体制

職員による道路パトロール班と国土交通省から派遣された TEC-FORCE による体制での現地調査のほか、地元の消防団や自治会組織からの情報がある。

(2)場所を特定する方法

地籍図の地番、住宅地図を使用しているほか、一部でカーナビ、GPS が使用されている。

(3) 他機関との情報交換

国道や県道を管理する国や県とは、災害の対策本部を 設けて会議の中で情報交換と確認を行い、通行止め箇所 の確認及び迂回路の設定等を進めている。

(4) 課題等

災害発生から約2週間は、情報の重複、精度が悪い、

表-1 道路被災の公表例(日田市 2017)

(対応状況の列を削除している。78件中最初の5件のみを例示)

	路線名	地区·箇所名	被災内容	現在の規制状況
1	国道211号	JR大鶴駅先名本橋付近	道路冠水	解除
2	県道宝珠山日田線	下小竹橋付近	道路冠水	全面通行止
3	県道宝珠山日田線	皿山付近	崩土	全面通行止
4	県道大鶴熊取線	お食事処一夕~山田橋	路肩崩壊	全面通行止
5	県道日田玖珠線	岩下停留所付近	崩土	片側交互通行

大 分 県 道 路 規 制 情 報 提 供 サービス (カメラ情 報)

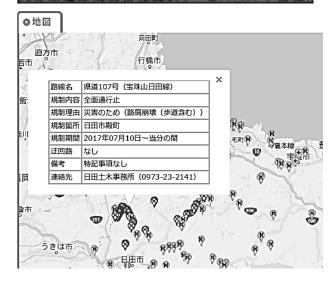


図-1 道路被災の公表画面の一部(大分県 2017)

同一場所を違う場所と把握すること、逆に違う場所を同一場所と把握することがあった。河川災害、道路災害・ 橋梁災害の区分の対応協議が必要であった。

4. 道路被災場所の公表(日田市、大分県の例)

収集された道路被災の場所が公表されていた例を表-1に示す。表-1は日田市から公表された「平成29年7月15日 国・県・市道の規制状況」の一部である。道路管理者から道路の場所が公表される例として、道路法第十八条に基づく告示(道路の供用の開始等)がある。これは災害に比べて緊急性の低い平常時に作成される資料である。そこでは一般的に場所の表現方法に地番が用いられている。しかしながら、表-1を見ると、最初の5件の例示だけでも、施設、地名、バス停留所が使用されている。そして、日本橋が地名であるように○○橋が地名であるのか、道路施設名であるのか、あるいは、バス停留所名であるのかが不明である。1件目では「先」が橋の

名称の一部の可能性すらある。このように災害時に公表される場所の表記が多様である理由は、災害時には正確な地番を調べている余裕はなく、加えて、地番より分かりやすい目印がある場合には、それを用いているためであると思われる。このリストから場所を把握するには様々な可能性を考えて、複数の大縮尺の地図を準備し、路線に沿って探索しなければならない。

公表に地図を併用している例を図-1 に示す。図-1 は大分県が公表している道路規制情報提供サービスである。地図では、一般の道路利用者の利便性は向上するが、道路管理者は電話などの口頭で寄せられる情報をどこかの段階で地図に落とし込む作業が必要であり、路線と場所から座標を特定することが必要である。

5. 災害時の道路の場所情報の共有

被災や事故が発生した道路の場所の情報を共有しなければならなしパターンを行政の防災業務計画等(例えば、国土交通省防災業務計画 2018)から分類すると次の3つに大別できる。一つ目は情報収集であり、現地(パトロールや一般の道路利用者)から行政本部の道路担当へ情報が伝達され、道路担当において情報が意図している場所を解釈して特定するものである。二つ目は情報交換であり、道路担当が収集した道路に関する情報を他の担当(例えば、避難や輸送)や他の機関に伝達するとともに、異なる道路管理者からの場所の情報を受け取るなどである。三つ目は情報提供であり、行政から一般市民へ道路の通行規制に関する情報を提供するものである。このうち、一般の道路利用者が直接関係する情報収集と情報提供における場所情報の共有を以下に整理した。

(1)座標による場所の表現(直接空間参照)

これは経緯度座標や平面直角 (X,Y) 座標などによって場所を表現する方法である。

a) 情報収集

スマートフォンの多くは衛星測位を行うことができる ため、これにより経緯度を得て、そのスマートフォンで 撮影した写真のメタデータにこれを付加して情報受信者 に伝送することや、経緯度をアプリにより表示させて、 それを書き留めて電話にて情報受信者に伝達すること、 あるいは経緯度をコピーしてメールにて伝達することに より、場所の情報を現地と行政の道路担当とが共有でき る。ただし、測位地点が現場に近いこと、マルチパスの 影響を受けない、あるいは、位置補正情報の使用などに より正確な測位が行えることが必要である。UAV を使用 する場合には、飛行経路を制御するための衛星測位情報 の利用が考えられる。これらの方法は、資機材の他に、 情報の送信側・受信側の双方に情報機器の操作の習熟と、 受信者には経緯度を地図に落とし込み、地名を得るとい う操作への習熟が必要である。日田市から GPS が一部で 利用されたとの回答があったが、経緯度が使われている との回答はなかった。

b) 情報提供

日田市、朝倉市、大分県からの情報提供において経緯 度によって道路の通行止め場所を提供した事例は見つけ ることができなかった。

(2) 地理識別子による場所の表現(間接空間参照)

これは住所や施設名などの場所の名前(以下、地名等という)を用いて場所を表現する方法である。一般的な地図に記載されている地名等のほか、場所を表すコードも地理識別子の一つであり、例えば、地域メッシュコード(総務省)、MGRSコード(日本ではUTMポイントと呼ばれることがある)、場所情報コード(国土地理院)、マップコード(デンソー)、道路に特化したコードである道路距離標(道路管理者、例えば、国土交通省 2008)や区間ID(一般財団法人日本デジタル道路地図協会)など数多くのコードがある。

a) 情報収集

現地からの電話連絡の場合には、付近の地名や施設名を用いる方法が広く行われている。日田市からの回答では、地図を利用した場所の把握のほか、一部でカーナビ、GPSが使用されていたとのことであった。カーナビゲーションは衛星測位により経緯度を得ているが、内部でそれを地名に変換(リバースジオコーディング)するため、ディスプレイ上には地名が表示される。したがって、使用する情報は地名(地理識別子)となる。コードが利用されたとの回答はなかった。

b) 情報提供

情報提供は、路線名に加えて、地名・施設名等の地図上の地理識別子により場所を表現する方法が一般的である。後述する日田市から公表された表-3、熊本県から公表された表-4においても地図から得られる表現である地名等が利用されていた。

6. 道路上の場所の探索と道路ジオコーダの意義

前章に記したように、災害時において道路の場所情報の収集と提供には地図に記されている地名等の地理識別子が広く用いられている。このため、情報の受信者(情報収集においては行政本部の道路担当、情報提供においては一般市民)は、これらから被災や通行止めなどの場所を特定しなければならない。

(1) 目視による地図からの場所の探索

目視によって地図から地名や施設名を探索して該当するの場所を特定することは容易ではない。なぜなら、地図上の範囲をくまなく探す必要があることに加えて、例えば、施設名やバス停を表示していない地図、縮尺が小さく詳細な情報を表示しない地図などのように目的とする地名等を表示していない地図では、探索しても場所が得られない(例を後述する図-7に示した)。見つけられない場合には地図を変更する、縮尺を変えるなどして探索を繰り返さなければならない。また、地図上に地名を見つけたとしても、同じ地名が複数ある場合には場所を

誤認している可能性があり、その確認が必要である。

(2) ジオコーダによる場所の探索

目視による探索作業を支援する情報技術として地理識 別子を座標に変換するジオコーディングがある。一般の ジオコーダ(ジオコーディングを実行するシステム)は、 地理識別子と経緯度の対を予め格納しておき、入力され た地名等を格納してある地理識別子と照合し、一致と見 なせるときにその経緯度を出力する (Goldberg, D.W. 2008)。日本では、東京大学空間情報科学研究センターの アドレスマッチングサービスが 2001 年に公開されてい るほか、Yahoo Japan や Google がジオコーディングサー ビスを行っている。公開されている仕様によると、これ らのジオコーディングサービスは都道府県・市町村とい った地域、駅名や施設名などのランドマーク、自然地名 及び住所を入力データとして想定している(東京大学空 間情報科学研究センター、Yahoo Japan、Google)。しかし、 道路と関連付けた検索を行わないので、道路と離れた場 所、すなわち、対象地点ではない場所を出力する可能性 があり、また、出力される場所は道路上ではなく、地理 識別子の経緯度となる。

(3) 道路ジオコーダによる場所の探索

このように道路上の場所の探索には課題があり、これを解決すべく次の特徴を持つジオコーダを開発し、これを道路ジオコーダと名付けた。現在、roadmark.jp/georoadに試験的に公開している。

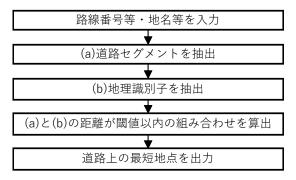


図-2 道路ジオコーダのアルゴリズム

表−2 道	路ジオコー	·ダの使用 [、]	データ
-------	-------	--------------------	-----

道路セグメント	3,667,560	全国の国道・県道
地理識別子	数	閾値(m)
注記	571,023	1000
信号交差点	29,200	500
自然地名	93,209	2000
自然地名読み	93,209	2000
居住地	848,302	2000
公共施設	123,832	500
バス停	254,842	500

バス停は国土交通省「国土数値情報ダウンロードサービス」 他の地理識別子は国土地理院「数値情報(国土基本情報)」

a) 道路と地理識別子の組み合わせの探索

道路ジオコーダは、地名等の地理識別子に加えて、路線番号と路線名の対応表と道路のセグメント(道路を構成する線分)の座標を格納している。道路の座標は、オープンストリートマップのデータを区間 ID で補正して作成した。区間 ID は市区町村道については整備されていないため、道路ジオコーダは国道・県道を対象としている。

道路ジオコーダに路線番号または路線名(以下、路線番号等という)と地名等が入力されると、該当する道路セグメントの座標と地理識別子の座標の距離を算出し、その距離が閾値を超える地理識別子を除外する。閾値は、地理識別子の有効範囲であり、道路から離れた目標物は使用されないであろうとの考えに基づく。閾値によって計算対象の地理識別子の数を削減して応答速度を向上させている。

b) 道路ジオコーダの出力

道路ジオコーダは、閾値により選別した地理識別子に対して距離の最も小さな道路セグメント上の最短地点(地理識別子の座標から道路に射影した点)を出力する。これは南ら(2011)によるジオコードされた座標から道路上の場所の推定の方法である。道路ジオコーダのアルゴリズムを図-2に示す。

路線番号等と地名等を入力したときの道路ジオコーダの出力例を図-3に示す。これに加えて、路線番号等から道路を出力すること(図-4)、路線番号等が不明な場合には地名等から周辺の道路を出力すること(図-5)も可能としている。道路ジオコーダの背景地図並びに本稿の地図は国土地理院の地理院地図を使用している。

c) 道路に適した地理識別子の格納

入力されるデータには、道路周辺の多様な地理識別子が想定されることから、交差点、道路施設、バス停などの地理識別子を格納した。使用したデータを表-2に示した。 閾値は暫定値であり、地理識別子が豊富に得られる都市部と、地理識別子の少ない山間部とでは最適値が異なることが考えられ、最適値を求めることは課題である。

(4) 道路ジオコーダの意義

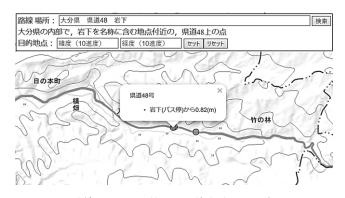


図-3 路線番号と地名等による道路ジオコーダの出力

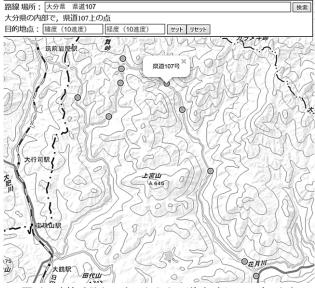


図-4 路線番号を入力したときの道路ジオコーダの出力

道路ジオコーダは次のような場面での活用を想定している。

a) 道路管理者による情報収集の効率化

現地の道路パトロールから電話で寄せられる地名やバス停等が地図に無いものであっても道路ジオコーダにより効率よく検索する。

b) 道路管理者による地図作成の効率化

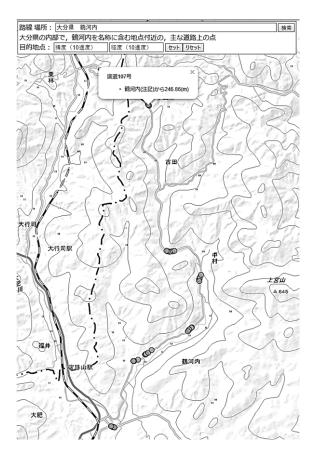
道路ジオコーダでは場所の検索と同時に経緯度を得る ことができるため、地図を効率よく作成する。

c)公表された通行止め情報の場所の把握の効率化

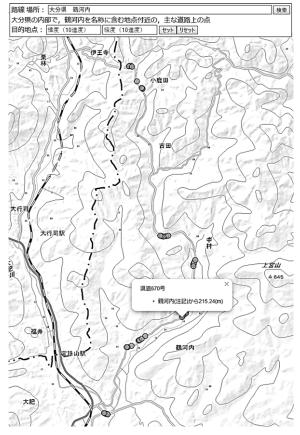
表-1、後述する表-3、表-4のようにテキストにより公表された通行止め情報の場所を誰でも道路ジオコーダによって効率よく把握する。

7. 平成 29 年 7 月九州北部豪雨 (日田市の国道・県道) への道路ジオコーダの適用

道路ジオコーダの災害に対する有用性を検証するため、 平成29年7月九州北部豪雨において日田市と大分県から 公表された日田市内の国道・県道上の通行規制の場所を 道路ジオコーダに入力して、その評価を行った。入力し た路線番号と場所、道路ジオコーダの出力並びに道路ジ オコーダが参照した地理識別子の種別を表-3、表-4に示 す。表-3 は日田市が7月15日18時現在で公表した通行 規制情報であり、一旦は全面通行止めとなった場所をリ ストアップしたうえで、公表時に集約した通行状況(全 面通行止め、片側交互通行、解除)を記したものである。 表-4は7月20日に大分県のサイトから収集した情報で あり、全面通行止めと片側交互通行の路線と場所が示さ れている。場所を効率よく探索することが道路ジオコー ダの目的であり、数多くの場所を入力データとして検証 するために、発災初期に公表されて、その後に通行止め が解除された場所も入力データとした。表-3、表-4にお



(a)大分県鶴河内の周辺の道路(北側は県道 107号)



(b)大分県鶴河内の周辺の道路(南側は県道 670 号)

図-5 地名等を入力したときの道路ジオコーダの出力

<u>災害情報 No. 17-1 2019 35</u>

いて県道 107 号線の鶴河内、鶴城は同じ組み合わせが数 多く記載されているため重複は排除した。

表の右側は道路ジオコーダの出力であり経緯度が空欄のところは出力が得られなかったことを意味する。一致した地理識別子とは、入力された場所に道路ジオコーダの内部で一致した、すなわち、道路ジオコーダが出力に当たり使用できた地理識別子の種類(地図の注記、居住地名等)を示している。道路ジオコーダにより出力された経緯度を地図上にプロットしたものを図-6に示した。図-6では、道路ジオコーダの出力が道路上の座標であることが確認できる。

(1) 出力が得られた割合

表-3、表-4から、出力が得られなかったものは次の通りである。中津市境、福岡県境については行政界と道路との交点を出力する機能が無いために出力されなかった。高速高架下は実際には交差していないが二次元地図上で交差する高速道路と一般道の交点を出力する機能が無いために出力されなかった。お食事処一夕は民間施設であ

表-3 日田市が公表した国道・県道の規制情報の道路ジオコー ド結果

番	状	道路ジオコーダ入力 道路ジオコーダ出力			 一致した地	
号	況	路線番号	場所	緯度	経度	理識別子
1	片	県道 48	岩下	33.329183	131.043414	an,ad,bus
2	解	県道 48	有田町	33.332105	130.966043	an,ad
3	解	県道 48	上諸留町	33.328789	130.988509	an,ad
4	解	県道 48	羽田	33.332572	131.015653	an,ad,bus
5	片	県道 107	棚野	33.389868	130.939629	an,ad
6	片	県道 107	皿山	33.427667	130.911986	an,ad,bus
7	片	県道 107	古田	33.409949	130.90564	an,ad,bus
8	片	県道 107	三河町	33.371063	130.949048	an,ad
9	解	県道 107	鶴城町	33.411951	130.898119	an,ad
10	片	県道 107	下河内	33.369208	130.951881	bus
11	全	県道 107	小野小学校	33.394181	130. 94237	fac
12	全	県道 107	ことといの里	33.412179	130.932607	bus
13	片	県道 107	小鹿田	33.423006	130.895168	an,ad,bus
14	片	県道 407	高花	33.349243	131.056594	an,ad,bus
15	片	県道 670	鶴河内	33.384367	130.905189	an,ad,na
16	片	県道 670	平寒水	33.389384	130.906991	bus
17	片	県道 671	お食事処一夕			
18	片	県道 671	山田	33.350748	130.921196	an,ad
19	片	県道 671	大肥	33.37023	130.887615	an,ad
20	解	県道 672	馬原	33.304564	130.981492	ad
21	解	県道 672	名里	33.309298	130.97535	an,ad,bus
22	片	県道 672	高速高架下			
23	全	県道 720	花月	33.374835	130.989732	an,ad
24	解	国道 210	加々鶴隧道	33.312329	130.869719	an
25	解	国道 210	夜明大橋	33.321509	130.862317	an
26	解	国道 211	高速高架下			
27	解	国道 212	中津市境			
28	解	国道 212	日ノ出	33.335081	130.935487	an,ad
29	片	国道 386	福岡県境			
30	片	国道 386	夜明大橋	33.322711	130.863432	an

状況 全:全面通行止め、片:片側交互通行、解:解除 一致した地理識別子の種類 an:注記、ad:居住地名 bus:バス停、fac:施設、nat:自然地名 り、国土交通省・国土地理院のデータには格納されていない。小野振興センターと三河町公民館は公的な施設であるが、データとして格納されていなかった。なお、小野振興センターは梛野内の場所をより詳細に示すため、三河町公民館は三河町内の場所をより詳細に示すためのものであり、梛野、三河町はそれぞれ出力されているので、場所が全く得られていないものではない。

ジオコーダの評価基準として一致率 (match rate) がある。これは入力データ数に対して参照データと一致した数の割合と定義されている。一般的なジオコーダでは参照データとして地名のみを扱い、閾値による制限が無いため、一致率は出力が得られる割合を示すこととなる。これに対して、道路ジオコーダは複数の地理識別子を参照データとして使用する一方で、閾値の制約により道路と離れた地理識別子は出力に使用されない。したがって、道路ジオコーダにおいて入力データ数に対して出力が得られる割合は一致率より総合的な指標ということになる。表-3、表-4間の重複も排除すると、入力データ数が43に対して37の出力が得られたので、出力が得られた割合は0.86であった。

(2) 出力の精度

道路ジオコーダの出力の内容を評価するには、出力と真値(被災場所)との距離(誤差)を評価する必要があ

表-4 大分県が公表した日田市内の県道の規制情報の道路ジオコード結果

番	状	道路ジオ	コーダ入力	道路ジオ	コーダ出力	一致した地
号	況	路線番号	場所	緯度	経度	理識別子
31	片	県道 48	岩美	33.328179	131.050372	an,ad
(9)	片	県道 107	鶴城	33.411951	130.898119	an,ad
32	片	県道 107	鶴河内	33.415394	130.895404	an,ad
33	片	県道 107	源栄町	33.424492	130.918192	an,ad
34	全	県道 107	殿町	33.404558	130.936152	an,ad,bus
(6)	片	県道 107	皿山	33.427667	130.911986	an,ad,bus
35	片	県道 107	鈴連町	33.392412	130.941259	an,ad
(11)	片	- 県理 10 <i>1</i>	小野小	33.394181	130.94237	fac
(5)			棚野	33.389868	130.939629	an,ad
36	片	県道 107	小野振興セ ンター			
(8)	ш.	県道 107	三河町	33.371063	130.949048	an,ad
37	片	県道 107	三河公民館			
38	பு	旧光 000	夜明関町	33.339617	130.84456	an,ad
39	片	県道 386	夜明ダム	33.339478	130.846213	an
40	片	県道 407	熊ノ尾	33.34218	131.019859	an,ad,bus, na
41	片	県道 407	東羽田	33.345922	131.03438	an,ad
(14)	片	県道 407	高花	33.349243	131.056594	an,ad,bus
(19)	片	県道 671	大肥	33.37023	130.887615	an,ad
(18)	片	県道 671	山田	33.350748	130.921196	an,ad
(20)	片	県道 672	馬原	33.304564	130.981492	ad
42	全	県道 720	秋原町	33.375964	130.97218	an,ad
43	全	県道 720	花月橋	33.37471	130.989668	an,ad

カッコつきの番号は表-3 日田市公表と同じ。表-3 の番号を示す 2 つの場所行が1 つの路線番号のものは1 箇所を示す 状況・一致した地理識別子の凡例は表-3 に同じ

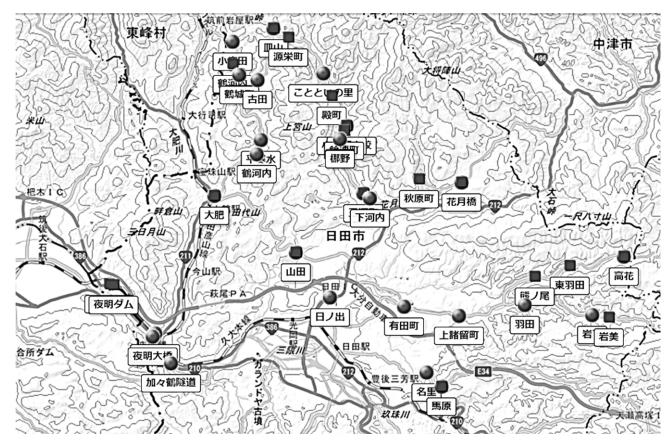


図-6 日田市内の国道・県道の規制情報の道路ジオコード結果(●は市公表(表-3)から、■は県公表(表-4)から)

る。しかし、出力と真値との誤差は、真値を表現する入力データの質に大きく依存し、場所を表す地名等と被災場所が近いほど誤差は小さくなる。このため、一般的に範囲の広い大字レベルによる表現での誤差は大きくなり、公共施設やバス停では誤差は小さくなる。そして、人家の無い山間部等では場所の目印となる地名等は入手しづらい。このようなところでは被災した場所を特定しにくく、重複や他の場所との混同による漏れが起こりやすくなる。被災箇所を正確に伝達するためには、場所を表すものを密に配置する必要があり、橋梁や隧道等の道路施設の銘板を読み取りやすいものにする、土砂災害の危険を周知する現地の看板にナンバリングするといった現地で場所を特定しやすくする工夫、そして、これらの位置を管理者が道路台帳で管理する、あるいは、道路地図データとして流通させるといった方法を提案したい。

(3) 目視作業に比べた道路ジオコーダの優位性

表-3 を見ると、参照データとしてバス停だけが用いられているものがある(番号 10、12、16)。このような表現の場合にはバス停名が表示されている地図でなければ場所を見つけることができない。そして、バス停が表示されている地図は大縮尺であるため、探索に時間がかかること、そして、公表資料にバス停(停留所)と明示されていないことから、探すべき種別がわからずに大きな労力を要することが想定される。図-7 は表-3 の番号 12の県道 107 号ことといの里を道路ジオコーダ入力したと

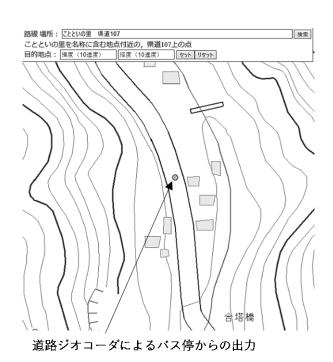


図-7 バス停が入力されたときの道路ジオコーダの出力画面

きの出力である。地図を拡大しても「ことといの里」に 該当するものは表示されていない。このため、目視では 発見できないが、道路ジオコーダを用いた場合には、内 部に地理識別子として格納したバス停と一致したため、 出力されている。

<u>災害情報 No. 17-1 2019 37</u>

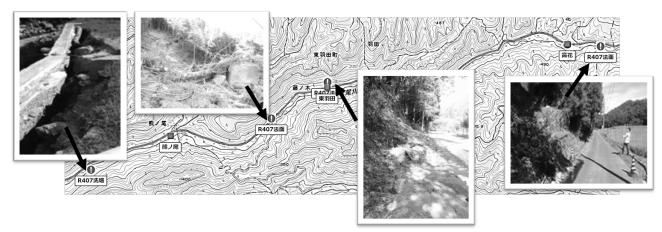


図-8 道路ジオコード出力と現地調査の対応(県道407号の例)

●は市公表 (表-3)、■は県公表 (表-4) による道路ジオコーダ出力、●R407 地名は現地調査で被災を確認した場所を示す

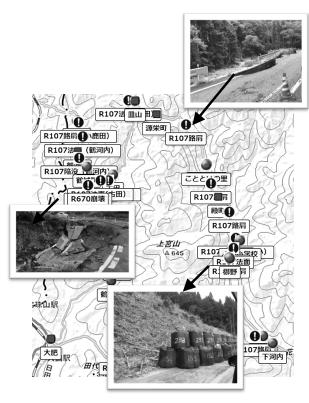


図-9 道路ジオコード出力と現地調査の対応(県道 107 号) (凡例は図-8 に準ずる。**●**R107 地名等は現地調査)

道路ジオコーダの応答速度は、今回のデータに対しては1秒以下であった。国道1号線のように長距離の路線に対して、頻出する地名等で検索を行う場合には計算時間を要することとなる。これに対しては、都道府県名や市区町村名を入力することで計算の範囲を絞り込むことで高速化を図っている。

このように、道路ジオコーダでは路線名を表示している地図、小字レベル、バス停レベルの大縮尺の地図から路線沿いに目視にて場所を探索する作業に比べてはるか

に高速に作業できるうえ、見落としが無くなることが期 待できる。

(4) 総合的な適用性

道路ジオコーダが表-3、表-4から被災現地の場所を実際に正しく出力していることを現地にて調査した。図-8、図-9は、道路ジオコーダの出力と現地調査により得た場所を併記したものである。図中の写真は被災場所の様子である。

現地調査において道路ジオコードは入力されたデータを被災現地と同一路線上に正しく出力していることが確認できた。被災場所の近くに適切な地理識別子が無い場合にはジオコードされた場所と被災場所とが離れることがあるが、そのような場所は途中に目印が無い場所であるため被災場所を見つけることが可能であると考えられた。

8. おわりに

発災時に道路の被害の場所を迅速かつ正確に収集し、 集約し、利用することができるように、路線名と場所の 目印(地理識別子)から道路上の場所を特定できる道路 ジオコーダを開発し、その効果を平成29年7月九州北部 豪雨の日田市の国道・県道の例で評価した。評価の結果、 この災害で道路の被災場所を示したデータのうち86% に道路ジオコーダからほぼリアルタイムで出力が得られ、 地図に表示されないバス停であっても場所の探索ができること、道路上に場所を出力できることが確認できた。

今後、実利用に向けての普及とユーザインタフェースの改良を図りたいと考えている。例えば、ユーザインタフェースとして区間が求められる場合には、道路ジオコーダから区間の始終点の2点を出力し、その間を直線で表現する仕組みなどである。また、対象範囲を現在の国道と県道から市区町村道へと拡張することも今後の課題である。

謝辞:本研究の一部は(一財)日本建設情報総合センター、(一財)日本デジタル道路地図協会の助成を受けた。 日田市役所から災害対応で多忙なところ貴重なご意見を 頂いた。ここに記して謝意を表する。

参照文献

- 国土交通省・社団法人国際建設技術協会(2002), 「技術移転のためのガイドブック(道路防災)」,pp.8, (参照年月日: 2018.6.20) ,http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/inter/keizai/gijyutu/pdf/road j.pdf.
- 国土交通省道路局(2007), 災害時にも安定して機能する道路 ネットワークのありかた, 土木学会論文集, No.333/II-99htt p://www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/22/3.pdf.
- 毎日新聞,九州豪雨 緊急道 11 路線寸断集落孤立招く 2017 年 7 月 16 日,(参照年月日: 2018.6.20) ,https://mainichi.jp/articles/20170716/k00/00m/040/142000c.
- 福岡県総務部防災危機管理局,平成 29 年 7 月九州北部豪雨に関する情報 (第 120 報) 平成 29 年 9 月 26 日, (参照年月日: 2018.6.20), http://www.bousai.pref.fukuoka.jp/cake_files/News Detail10343file.pdf.
- 大分県災害対策連絡室,「平成 29 年 7 月九州北部豪雨」に関する災害情報について(最終報)平成 29 年 8 月 31 日, (参照年月日: 2018.6.20), http://www.pref.oita.jp/uploaded/life/107 1108 1582233 misc.pdf.
- 日田市,「平成 29 年 7 月 15 日国・県・市道の規制状況」(参照年月日:2017.7.20), http://www.pref.oita.jp/uploaded/life/107 1108 1582233 misc.pdf.
- 国土交通省(2018),国土交通省防災業務計画(平成 30 年 9 月修正)第 11 編道路災害対策編,(参照年月日: 2018.11.15),http://www.mlit.go.jp/common/001036317.pdf.
- 国土地理院, 地理情報標準第 2 版(JSGI2.0)の解説 第 4 章座標 による空間参照, (参照年月日:2018.11.15), http://www.gsi.go.jp/GIS/stdind/jsgi_kaisetsu04.html.
- 国土地理院, 地理情報標準第 2 版(JSGI2.0)の解説 第 5 章地理 識別子による空間参照, (参照年月日:2018.11.15), http:// www.gsi.go.jp/GIS/stdind/jsgi_kaisetsu05.html.
- 総務省統計局,「第1章 地域メッシュ統計の特質・沿革」,(参照年月日:2018.11.15), https://www.stat.go.jp/data/mesh/pdf/gaiyo1.pdf.
- 国土地理院中部地方測量部(2014),「UTMグリッド地図(地理院地図)の防災業務への利用について」、(参照年月日:2018.11.15), http://www.gsi.go.jp/common/000090488.pdf.

- 国土地理院(2014), 「場所情報コード」, (参照年月日: 2018.11.15), https://ucopendb.gsi.go.jp/ucode/.
- 株式会社デンソーコミュニケーションズ,「マップコードの定義及び原理について」, (参照年月日: 2018.11.15), http://www.denso-communications.jp/mapcode/technology02.html.
- 国土交通省国土技術政策総合研究所(2008), 「道路工事完成図等作成要領(第2版)」, pp.5, (参照年月日:2018.11.15), http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0493.htm.
- 一般財団法人日本デジタル道路地図協会,道路の区間 ID テーブル,平成30年6月29日更新,(参照年月日:2018.11.15), http://www.drm.jp/etc/roadsection.html.
- Goldberg, D.W.,2008,A geocoding best practices guide,http://www.naaccr.org/filesystem/pdf/Geocoding_Best_Practices.pdf, 23-35., 119-126.
- 東京大学空間情報科学研究センター,(参照年月日:2018.1.28), http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/modules/addmatch/inde x.php?content id=1.
- Yahoo Japan, (参照年月日: 2018.1.28) ,https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/geocoding?hl=ja.
- Google, (参照年月日: 2018.1.28), https://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/js/service.html#geocoding.
- GEOFABRIC, Download OpenStreetMap data for this region:Jap an, (参照年月日:2018.1.20) ,https://download.geofabrik.de/asia/japan.html.
- 南 佳孝・関本 義秀・ 中條 覚・ 柴崎 亮介,2011,路線情報を加 味した道路関連情報の位置特定に関する研究,「土木学会論 文集 F3 (土木情報学)」, 67(1), 7-17.
- 国土交通省『国土数値情報ダウンロードサービス』4.交通,バス停留所,(データ作成年度:平成22年度)(ダウンロード:2016年11月1日), http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/.
- 国土地理院(2017)『数値地図(国土基本情報)熊本』. http://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40027.html.
- 国土地理院(2013)電子国土基本図地図情報ファイル仕様書第 1.0 版, (最終チェック時データ:2017年5月25日),http://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40027.html.
- 国土地理院 (2012) 電子国土基本図 (地名情報) ファイル仕様 書(案)第1.0版,http://www.gsi.go.jp/common/000187334.pdf.
- 大分県道路規制情報提供サービス(カメラ情報), (参照年月日: 2017.7.20), http://dourokisei.pref.oita.jp/.

(原稿受付 2018.6.30) (登載決定 2018.10.30)

Evaluation of Road Geocoder in Specifying Damaged Roads in July 2017 Kyusyu Northern Heavy Rain Disaster

Wataru KOBAYASHI¹

¹Center for Research and Collaboration, Tokyo Denki University (5 Senju Asahi-cho, Adachi-ku, Tokyo, Japan. Zip code: 120-8551)

ABSTRACT

Road administrators have to gather information about locations where roads are damaged and consolidate it when disaster occurred. The information is used to close/restrict traffic, set up diversions and so on. The information is also important for other organizations and road users to decide which path to use in transportation/transfer. However, there are no single way which can express locations on roads all over Japan easily. In addition, the information should be consolidated in quite limited time in a disaster, sometimes by staffs who are dispatched from other area/organizations and unfamiliar with places where they are. Based on the conditions above, damaged road locations are expressed by route' name in combination with places' name or various kinds of landmarks (geographic identifiers).

Information technology which can calculate coordinate as latitude/longitude from places' name is called geocoding. Information systems using geocoding, called geocoder, provided until now are not suitable for locations on roads. Thus, it takes a lot of labors to specify locations on roads because we have to refer to various roadmaps and related route' name and geographic identifiers manually. In this study, we used road geocoder, which can calculate locations on roads automatically through route' name and geographic identifiers, to specify locations of damaged road in July 2017 Kyushu northern heavy rain disaster. As a result, road geocoder can calculate 86% of input data in one second per data.

Keywords: Road, Disaster Information, Geospatial Information, Geocoding, July 2017 Kyusyu Northern Heavy Rain

本誌の無断複写を禁じます。

複写される場合は、事前に下記事務局の許諾を得てください。

災害情報 No.17—1 Jan. 2019

編集 日本災害情報学会 学会誌編集委員会

発行 日本災害情報学会事務局

〒162-0825 東京都新宿区神楽坂 2-12-1-205

TEL : 03-3268-2400 / FAX : 03-5227-6862

E-mail : tokio@jasdis.gr.jp

2019年1月発行