

北京市住民における豪雨警戒情報の理解に対する影響要因に関する分析

An Analysis of Factors Influencing Residents' Understanding
of Heavy Rainfall Warnings in BeijingWANG HANFEI¹, 梅本 通孝²Hanfei WANG¹ and Michitaka UMEMOTO²¹筑波大学 システム情報工学研究群 リスク・レジリエンス工学学位プログラム 博士後期課程Doctoral Program in Risk and Resilience Engineering, Degree Programs in Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba²筑波大学 システム情報系

Faculty of Engineering, System and Information, University of Tsukuba

With the rapid development of global climate change and urban construction, heavy rainfall and waterlogging disasters are taking place frequently in Beijing. As a part of solutions, Beijing has established a disaster information communication system, which can provide information to residents. However, the difficulty of connecting information with residents' evacuation actions has been found in previous research. Therefore, the purpose of this study is to analyze the factors that influence residents' understanding of heavy rainfall warnings through interviews and questionnaires. The result of this study can be used as measures and directions for improvement of the current solutions in Beijing.

Keywords: disaster information communication, heavy rainfall warnings, understanding of residents

1. はじめに

(1) 研究の背景

中国の首都である北京市は、暖温帯半湿潤大陸性季節風気候に属している。モンスーンの影響により、夏季には年間降水量の70%以上を占める降雨が発生する。特に近年は、集中豪雨などの水害が頻繁に発生する傾向がある。そのため、都市部では浸水害の発生リスクが増加しており、農村部では土石流などの土砂災害の発生頻度も高まっている。北京市気象局¹⁾によると、2004年から2023年の間に被害が生じた集中豪雨は13回発生している。中でも、2023年7月29日から8月2日に発生した豪雨災害では、死者33名、行方不明者18名の深刻な被害が発生し、北京市全域での被災者は129万人となり、12.7万人が行政の指示に従って避難した²⁾。北京市は内陸に位置しながらも水害リスクが高いことから、水害に関する防災対策の整備の重要性が指摘されている¹⁾。豪雨が頻発する現状に対して、北京市政府は2012年から防災対策の方向性を明確化し、貯水槽の建設や雨水ポンプ場システムの改良などのハード対策を実施しており、道路浸水の防止効果が検証されている³⁾。

しかしながら、豪雨災害への対策にはソフト対策を中心に様々な課題が残っている。例えば、北京市における水害情報伝達について、2014年に北京市緊急警報情報配信センターが設置されたが、現段階の豪雨情報伝達状況を見ると、住民への具体的な防災指導に関する内容が不

足しており、伝達される情報と住民の防災活動が繋がりにくいととも、住民は豪雨警戒情報をよく理解できなかったなどの課題が指摘されている⁴⁾。

豪雨による被害の発生を軽減させるためには、ハード対策に限らず、豪雨警報発表のようなソフト対策も重要であると考えられる。北京市における豪雨防災能力を全体的に向上させるためには、住民の警報理解を促進することが不可欠である。そのため、住民の豪雨警戒情報の理解に対する影響要因を分析し、豪雨に関わる警報を効果的に伝達することが望まれる。

(2) 既往研究

水害における情報伝達状況に関する研究において、石尾ら⁵⁾は、2014年の広島市豪雨と札幌市集中豪雨を対象に、両市の災害情報伝達対策や手段を比較した上で、気象情報から防災や避難に関する情報を速やかに発表できる仕組みや計画を作ることが重要であると指摘し、複数のツールによる情報伝達の必要性を示している。目叶ら⁶⁾は、アンケート調査で災害情報内容と情報伝達手段が住民の避難意識にどのような影響を与えるかを明らかにしており、リスクを直接的に伝える情報内容は住民の避難活動を促進することを確認している。浅田ら⁷⁾は、避難指示の取得実態や水害情報の入手形態と避難行動について住民にアンケート調査を実施し、伝達手段の特性によって情報を取得する時期に差が生じることが住民の避

難行動に影響を与えることを把握している。

災害情報理解に関する研究において、本間ら⁸⁾は、災害情報と住民の防災活動を結びつけるには情報に対する住民の理解が重要な要因であると指摘しており、災害情報を受けた住民が自身の地域に生じる可能性のある被害を認識することも情報理解に影響を与えるとしている。浅田ら⁹⁾は、避難情報の理解という抽象的な概念について、住民が伝達文の意味を理解するだけでなく、自らが置かれている状況を把握し、避難や防災行動をとる必要性を感じる事が情報に対する正しい理解であると定義している。尾崎ら¹⁰⁾は、アンケート調査とクロス集計を用いて、住民の浸水知識、自助意識、自主的防災行動などの要因間の関連性を考察し、自助促進のための都市浸水に関する情報のあり方を提案している。このように、日本の既往研究では、住民の情報理解と災害意識に影響を与える要因を明確にする研究手法と情報改善の方策が提案されている。

北京市における水害情報伝達に関する研究について、2016年に林ら¹¹⁾は、北京市住民を対象に、提供を望む災害情報の種類についてアンケート調査を実施している。住民は豪雨警報に対して最も高い関心を持つ一方で、豪雨警報の等級基準を理解している人は少なく、直感的な感覚で防災行動をとる人が多いことを明らかにしている。2018年に林ら¹²⁾は、北京市の自然災害に関する効果的な警報伝達を目指して住民にアンケート調査を再度実施し、住民は発生した水害がどのような損失をもたらすのかを理解していないことも把握している。また、情報を受け取った時点では「災害が発生したことが分かった」だけで、適切な防災行動を取らない住民もいることを示唆している。趙ら¹²⁾は、2012年の豪雨災害の降水特性を分析した上で、アンケート調査により災害前後の住民のリスク認知の変化を把握している。警戒心が高まったのは主に被災者であり、多くの住民は「傍観者」として長期的なリスク認知をまだ持っていないと指摘している。これらの北京市を対象とした既往研究では、住民の警報に対する理解の現状を明確にしたものの、警報の理解度を高める方法に関する検討は必ずしも十分でない。

(3) 研究目的

北京市における住民の豪雨警戒情報理解(以下より「警報理解」と述べる)に関する既往研究では、住民が警戒情報をうまく理解できないと示唆したものが数多いものの、住民が警報をもとに豪雨の危険性をどのように評価するか、実施すべき防災行動をどれくらい把握しているか、いわゆる住民の警報理解に影響を与える要因を深掘りし分析した研究は乏しい。住民の豪雨警戒情報に対する理解を向上させるためには、豪雨による水害リスクが高い都市部に住んでいる住民のリスク認知、情報入手状況や情報への見解などを把握する必要がある。さらに、単に住民の情報利用と警報理解に関する現状の把握にとどまらず、それに関連している影響要因に対して分析し、住民が警戒情報をうまく理解できない原因を明確にした上で、警報の理解度を向上させるための方向性を指し示すことが求められる。

そこで本研究では、北京市住民の豪雨警戒情報に対する理解を向上させるため、警報理解の改善策の方向性を検討することを目的とする。

この目的を達成するために、本稿では2.と3.で北京市を対象地区として文献調査と行政へのヒアリング調査で豪雨警戒伝達の全体像と課題を把握する。4.で警報に対す

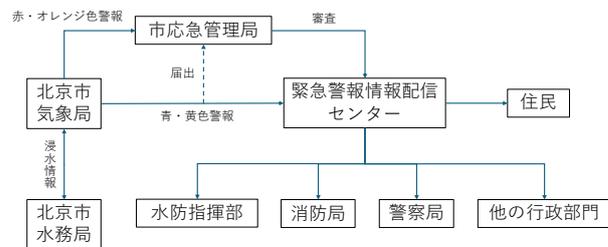


図1 北京市の緊急警報情報発信システム
(許ら¹³⁾の研究を踏まえて著者が作成)



図2 北京市の豪雨災害警戒マーク
(出典:北京市気象災害警戒信号と防御ガイド)

る住民の理解を定性的に検討するため、スノーボールサンプリング法で水害リスクが高い都市部に住んでいる住民を選定し、ヒアリング調査を実施した上で警報の理解に対する影響要因について仮説を設定する。5.で仮説を定量的に検証するための住民に対するアンケート調査について述べ、6.で都市部の住民の豪雨警戒情報の理解に対する影響要因を分析し、警報理解を促進するための改善方向性を検討する。最後に7.で本稿のまとめを行う。

2. 北京市における豪雨警戒情報伝達の現状

(1) 警報発表の中心行政部門

豪雨警戒情報発表の中心行政部門である北京市緊急警報情報配信センターは、北京市で気象災害が発生する又は発生するおそれがある場合に災害情報の発信活動を行う。また、北京市緊急警報情報配信センターは市応急管理局に所属しているため、他部門との情報共有や防災教育計画の策定などの市応急管理局の一部業務も担っている。なお、浸水に関する情報については、北京市水務局と市気象局が連携して発表を行っている。

(2) 豪雨警報の発表基準と表現形式

北京市は、豪雨を24時間の降雨量に基づき、豪雨(50~99.9mm)、大豪雨(100~249.9mm)、特大豪雨(250mm以上)という3つのレベルに分けている。豪雨警報の発表基準は1時間、6時間と24時間の降雨量である。

「北京市気象災害警戒信号と防御ガイド」¹⁴⁾によると、北京市の豪雨警報は危険度の増加によって青、黄、オレンジ、赤という4つの警戒マークがある(図2)。例えば、降雨量が1時間30mmを超える場合には青色警報を発表し、50mm以上は黄色、70mm以上はオレンジ、100mm以上は赤色の警報を発表する。2015年~2023年において、発表頻度が最も高い警報はオレンジ色であることから、北京市の豪雨災害の発生リスクは高いといえる。

北京市の豪雨警報の基本構造は、警報文、警戒マーク及び防災ガイドの3つの要素からなり、「およそ〇〇(時間区間)に、〇〇地区で(短時間)大豪雨が発生し、累計降雨量は〇〇mm以上になる可能性が高く、山間地区で地質災害と都市低平地で道路冠水が発生する可能性があり、山や川辺などの危険区域を避けてください。」という警報文と、その下に大きな豪雨警戒マークが付される。さら

表1 北京市行政機関へのヒアリングの実施概要

実施時間	2022年9月27日～10月10日
調査形式	SNSでビデオチャット(1対1)
対象者	北京市水務局 水災害防災拠 北京市应急管理局 警報配信センター 北京都市排水集団株式会社 安全管理部

表2 行政機関へのヒアリング調査の視点と設問項目

調査視点	設問項目
警報発表の方針	豪雨時の警報発表の着目点 警報で強調したい内容 警報を伝達できる範囲
警報発表の実態	警報を受け取れる住民の人数 要支援者や高齢者に対する情報伝達方法 災害情報担当者の設置現状
課題	警報発表について、課題となりうること

に、この警戒マークの下に警報文よりも小さな文字で防災行動を指導する防災ガイドが箇条書きで記載される。

(3) 豪雨警報の情報伝達方法の整備

都市部では、市应急管理局が屋外のデジタルサイネージを用いて住民に豪雨警報を放送している。

地域住民コミュニティにおいては、各コミュニティには少なくとも1名の災害情報担当者が配置され、政府が発表した豪雨警報を住民に共有する役割を担っている。

その他の方法では、携帯電話事業者は、気象災害に関する携帯メッセージを住民に配信している。また、Alipayなどの携帯アプリはユーザーに気象情報を提供している。インターネットを介した情報伝達としては、政府は気象局のウェブサイトを通じて豪雨警報を住民に提供し、WeiboやWeChatの公式アカウントを利用して豪雨警報を発表することができる。

3. 行政側へのヒアリング調査

近年における北京市の豪雨警報発表の実態と問題点を明らかにするため、表2のような警報発表の方針、警報発表の実態と現在の警報発表に関する課題について、2022年9月末に北京市水務局、应急管理局と都市排水集団株式会社にヒアリング調査を実施し、以下の回答を得た。

(1) 警報発表の方針

現在、北京市における防災対策の方針は「二つの主張・三つの転換」である。二つの主張とは、「予防・防御・救助の組み合わせを主張すること」と「平常時の防災と非常時の救助の調和を主張すること」である。三つの転換とは、災害対策の重点を「災害後の救助から災害前の予防へ」、「単一的なハザードへの対応から総合防災へ」と「災害損失の軽減から災害リスクの軽減へ」転換することである。

また、警報で住民に強調したいことは、主に警報に対する関心の喚起と災害意識の向上であった。

(2) 警報発表の実態

- 豪雨災害に関する警報の伝達範囲は北京市全域であるが、浸水害に関する情報の発表は都市部に限定されている。
- 北京市には8,000台以上のデジタルサイネージがあり、数千のコミュニティをカバーし、豪雨警報を発表す

表3 北京市住民へのヒアリングの実施概要

実施日程	2023年8月6日～9月10日
調査形式	対面ヒアリング調査
調査人数	20人
性別	男性：10人 女性：10人
年齢	20・30代：8人、40・50代：7人、60代以上：5人

表4 住民へのヒアリング調査の視点と設問項目

視点	項目
災害経験	
情報入手	平常時の気象情報の収集状況 豪雨時の警報の収集状況 SMSでの浸水リスク情報の入手状況
情報閲覧	最も利用しやすい情報形態 重要であると考えている内容 警戒マークの説明図に対する認識 豪雨警戒マークに関する知識
防災対策の現状への認識	リスクマップへの認識 警報からのリスク判断
警報を踏まえた豪雨の深刻さの把握	
防災行動	実施すべき行動への把握 豪雨への備え
情報共有	要支援者への情報共有の状況 隣人への情報共有の状況
防災教育活動への参加	
警報内容	改善すべき点と理解しにくい点 警報から知りたいこと

る機能を担っている。

- 北京市では、一人暮らしや外出が少ない要支援者に向けて、介護士、各コミュニティの居民委員会の職員やボランティアが特別な「災害に関する定点定期情報サービス」を提供し、政府や行政機関の公式情報、防災ガイドや防災対策などを要支援者に伝えている。
- 浸水リスクマップ(日本のハザードマップに相当する内容であるが、中国では「リスクマップ」と呼ばれている)は北京市全域に向けて発表され、住民は図の説明と浸水リスク分布に関するより詳しい情報を入手できる。

(3) 警報発表の課題

- 北京市では、浸水害に対する専門的な警報や警戒基準がなく、リスク情報の提示だけがされている。
- 要支援者や高齢者に対する警報伝達方法や内容が統一されていない。各コミュニティは実状によって警報発表を行うが、豪雨時の警報伝達状況を把握することが困難である。災害情報担当者に関しても、具体的な配置状況と活動内容が不明である。
- 情報内容において、警戒レベル、豪雨の発生時刻と位置、浸水しやすい地区は住民に提示しているが、住民の防災行動を促進するための行動ガイドに関する内容が少ない。
- 「行政側が住民を救助する」という行政側主導の防災対策に主眼が置かれており、住民主体の対策が強調されていない。
- リスクマップはネット上に公開されているが、住民に周知できる他の方法がない。
- 住民が情報を「見える、理解できる、使える」上で、得られた情報を確実な行動に移せるように工夫することが必要である。住民の豪雨警報に対する関心を喚起するため、情報伝達ツールの活用も課題となる。

表5 住民へのヒアリング調査結果のグルーピング

大グループ	小グループ
警報への理解	豪雨の深刻さの把握
	実施すべき防災行動の認知
災害経験	
防災対策の現状への認識	豪雨警戒マークに関する知識
	リスクマップへの認識
	警報からのリスク判断
災害時の情報取得	重要であると考えられる情報
	防災ガイドへの注意
	警報入手の頻度、能動性
	補足情報の入手
防災意識	豪雨への関心
	豪雨への備え
	共助意識
	自助意識
防災教育活動への参加	
警報内容への意見	文字表現, 図表現

4. 住民の豪雨警報理解の定性的検討と仮説設定

(1) 住民へのヒアリング調査の概要

住民の豪雨警戒情報の理解に対する影響要因を把握するために、行政機関へのヒアリング調査の結果を踏まえ、北京市の都市部に住んでいる住民にもヒアリング調査を行った。住民ごとのヒアリング調査シートを作成した上で、スノーボールサンプリングによってヒアリングを実施し、住民からの回答によってKJ法を利用して整理した。具体的な質問項目(表4)は、災害経験、情報入手活動、情報閲覧の習慣、防災対策の現状への認識、警報を踏まえた豪雨の深刻さの把握、情報共有状況、防災教育活動への参加状況、警報に従った防災行動の実施状況、警報内容への改善要望などである。そして、KJ法による体系的整理の結果を踏まえ、現在の北京市住民の豪雨警報理解に関する課題を検討する。

(2) 住民へのヒアリング調査結果の分類と関連付け

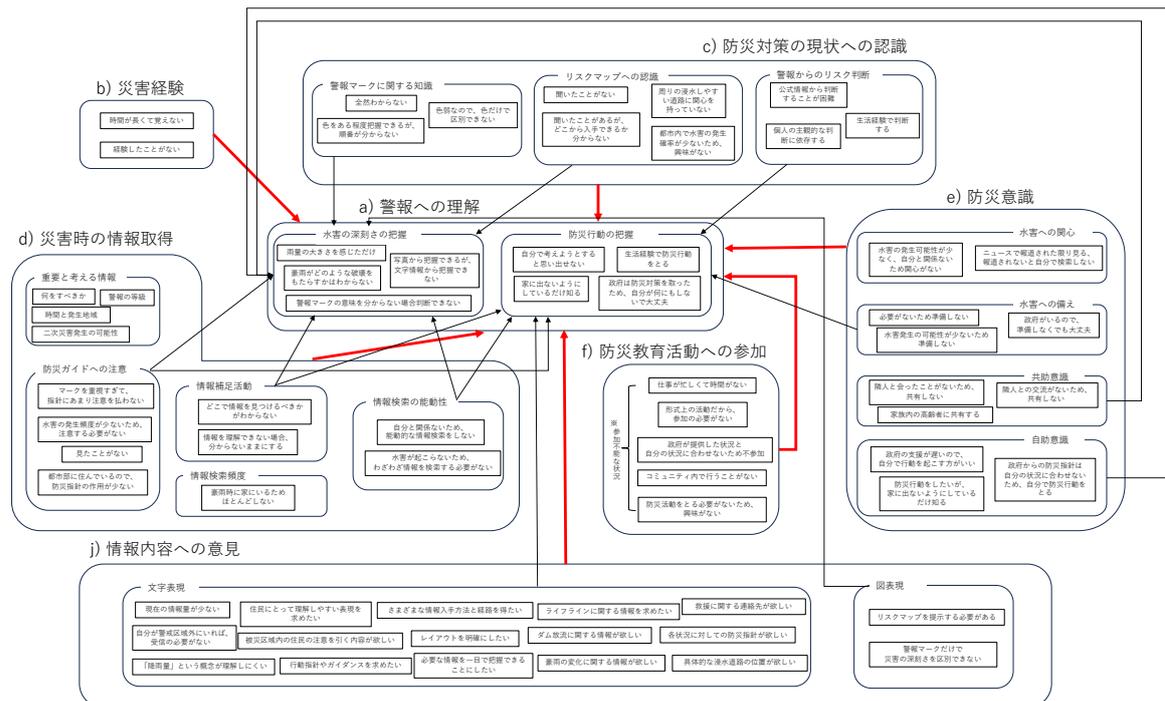


図3 KJ法による住民へのヒアリング調査の結果整理

ヒアリング調査の結果より、都市部に住んでいる住民20名の回答をまとめ、警報理解、災害経験、防災対策への認識や警報の取得などの7つの視点(表5)で分類した結果、66枚のラベルが生成された。本研究のKJ法は、5名の都市防災の専門家と都市防災を専攻する大学院生で討論しながら進め、客観性及び再現性の担保に努めた。

まず、災害情報理解に関する研究⁸⁾⁹⁾を踏まえ、住民の警報理解を二つの部分に分類した。一つ目は、住民が警報から自らが置かれている状況を把握する程度、いわゆる豪雨の深刻さの把握である。二つ目は、住民が警報を入手する際、警戒マークに応じて実施すべき防災行動の把握状況である。この分類ごとに、要因を構造化した結果を図3に示す。

図3のように関連性があると考えられる大グループ間の繋がりを赤い矢印で示し、小グループ間の繋がりを黒い矢印で示す。住民の警報理解という大グループだけではなく、他のグループの間にも関連性があると考えられるが、本稿では、住民の豪雨警報理解の課題とその発生に影響を与える要因を抽出して分析する。

(3) 各グループの詳細

図3のようなKJ法によるヒアリング調査の整理結果より、本節では各グループの詳細について説明する。

a) 警報への理解

住民の「豪雨警報を入手した後、豪雨がどのような破壊をもたらすかはわからない」という回答から、住民は発表された豪雨警報を通じて、豪雨の深刻さをうまく把握できない現状にある。また、「警戒マークの意味が分からない場合、水害の厳しさを判断できない」という状況にある。これらのことから、豪雨の深刻さ、いわゆる豪雨の危険性をどのように評価するかは住民の警報理解に直接に関連すると考えられる。

防災行動の把握について、「実施すべき防災行動を自分で考えようとすると思いつけない」という回答から、住民が発表された豪雨警報を通してどのような防災行動を取るべきかがわからない可能性がある。一部の住民は警報に従って防災行動を取るのではなく、自らの経験による

主観的な判断に依存して防災行動を実施する。ゆえに、住民の防災行動の把握程度の向上も警報理解の促進にとって重要な要素であると考えられる。

b) 災害経験

住民の災害経験について、「水害を経験したことがない」と「期間が長くて覚えていない」という回答があった。北京市は内陸に位置し、過去の水害リスクが少なかったため、災害経験の有無は住民の豪雨の深刻さ、すなわち豪雨に対する危険性の評価に影響する可能性がある。

c) 防災対策の現状への認識

警戒マークに関する知識において、「マークの色をある程度把握できるが、順番が分からない」という回答があった一方で、警戒マークの色の序列と意味が「全然わからない」人もいた。また、北京市政府が公表した「北京市浸水リスク分布図」への認識について、住民は「聞いたことがない」、「聞いたことはあるが、入手できる方法を知らない」というリスクマップの入手の課題があった。さらに、「周りの浸水しやすい道路に関心を持っていない」、「水害の発生確率が少ないため興味がない」との回答から、リスクマップへの関心度が低いと考えられる。そこで、警戒マークに関する知識の把握程度が住民の豪雨に対する危険性評価に対して影響を与えると予想され、リスクマップへの認識も住民の豪雨危険性評価に影響することが窺える。

d) 災害時の情報取得

警報内の防災ガイドに関する回答から、「マークを重視しすぎて、ガイドにあまり注意を払わない」、「見たことがない」などのネガティブな回答が多く存在する。防災ガイドをより明確に住民に提示することにより、住民は豪雨がもたらす被害の発生可能性を理解でき、実施すべき防災行動もより把握できるのではないかと推測される。

情報補足活動と情報検索の能動性について、「どこから電力やライフラインなどの補足情報を得るべきかわからない」、「情報を理解できない場合、分からないままにする」という能動的な情報検索を阻害する状況が存在し、「豪雨時に家にいることで情報検索をしない」場合もある。また「自分と関係ない」、「水害が起こらないと思う」などの理由で、情報を能動的に検索しない事例も挙げられる。そこで、住民の情報補足活動と情報検索の能動性を促すと、住民が入手する情報量が増加して防災行動に対する理解や把握がさらに向上する可能性がある。

e) 防災意識

豪雨への関心について、「豪雨による被害の発生可能性が少なく、自分と関係ないため関心がない」といった考えを持っている人がいる。水害への関心度が低いと、「水害への備え」にも影響があると考えられる。また、「必要がないため準備しない」や「水害発生の可能性が少ないため準備しない」などの防災準備の不足は課題であると同時に、「政府があるので、準備しなくても大丈夫である」という政府への依存も見られた。自助・共助意識に関して、住民は「家族内に情報を共有する」一方で、「交流がない」や「会ったことがない」などの理由で隣人との情報共有をしない人もいる。そこで、日常の非常時持出品の準備、近所との繋がりが住民の警報理解に影響を与えると推察され、行政への依存は警報理解を阻害する可能性がある。

f) 防災教育活動への参加

北京市では、各コミュニティにおいて日常的な防災訓練と災害教育を実施している。具体的な形式として、災害に関する知識を住民に共有した後に、消火器取り扱い訓練や避難ルートに従った避難訓練などの防災訓練を実施する。本稿では、このような活動を「防災教育活動」と

呼ぶこととする。防災教育活動への参加状況において、「形式上の活動であるから、参加の必要がない」、「政府が提供した状況と自分の状況に合わないため不参加」などの不参加の理由を抽出した。

j) 警報内容への意見

文字表現について、「被災区域内の住民の注意を引く内容が欲しい」などの内容の追加に関する意見が見られた。また、「降雨量という概念が理解しにくい」や「地域表現が曖昧であり、自分の場所の被災可能性を把握できない」などの情報内容に対する理解の課題が存在する。図の表現に関して、「警戒マークだけで災害の深刻さを区別できない」ため、「リスクマップを提示することが望まれる」という図の表現を改善する要望がある。警報内容の「レイアウトを明確にしたい」、「必要な情報を一目で把握できるようにしたい」などの構造上の修正意見も確認された。したがって、豪雨警報の内容自体が住民の理解に影響を与える可能性が推察される。

(4) 仮説の設定

以上の検討を踏まえ、KJ法を用いて北京市住民へのヒアリング調査の結果を整理した上で、住民の豪雨警報に対する理解の影響要因に関する仮説を設定した。

- ①：災害経験の有無は豪雨危険性評価に影響を与える。
- ②：警戒マークとリスクマップ(日本のハザードマップに相当)のような防災対策の現状に対する認識は豪雨危険性評価に影響する。
- ③：豪雨時の情報取得は防災活動の把握に影響を与える。
- ④：平常時の非常時持出品の備え、近所との繋がり、行政への依存は住民の防災意識と関連し、豪雨危険性評価と防災活動の把握に影響を与える。
- ⑤：警報の内容や構造も豪雨危険性評価と防災活動の把握に関連する可能性がある。

5. 住民へのアンケート調査

4.で整理した住民の豪雨警報理解の課題とそれに影響を与える要因を検証し、住民の豪雨警報に対する理解を向上させる改善策の方向性を検討するため、北京市の都市部に住んでいる住民にアンケート調査を実施した。

(1) 設問項目

既往研究⁸⁾⁹⁾で述べた警報理解の定義を踏まえ、住民の豪雨警報に対する理解を把握するため、豪雨に対する危険性評価について設問を設けると同時に、各色の警報に応じた実施すべき防災行動についても尋ねた。そして、KJ法から得られた豪雨警報の理解に影響を与える可能性がある災害経験、防災対策の現状への認識、豪雨時の情報取得、防災意識や警報内容などの要因に関する設問を設けた(表6)。

災害経験について、「過去の豪雨災害経験」を住民に尋ねた。また防災現状への認識に関して、「警戒マークに関する知識」、「リスクマップへの認識」と「警報によるリスク判断」に関する5項目の設問を設定した。

豪雨時の情報取得状況について、「警報の把握状況」と「情報補足活動の実施」に関する6項目の設問を設定した。なお、住民の情報入手手段だけではなく、能動的な情報検索の実施の有無についても尋ねた。

住民の豪雨防災意識について、「水害への関心」、「水害への備え」、「近所とのつながり」と「行政への依存」に関す

表6 住民へのアンケートの設問項目

設問項目	
災害経験	Q1 豪雨災害経験
警戒マークの知識	Q2-1 豪雨警戒の危険度について
	Q2-2 豪雨警戒に応じた行動について
リスクマップへの認識	Q3-1 リスクマップの入手経験
	Q3-2 リスクマップの入手方法
リスク判断	Q4 防災行動を実施する基準
防災ガイド	Q5 警戒マークに応じた防災ガイドへの注意
	Q6-1 警報を把握する手段
警報把握状況	Q6-2 警報を把握する頻度
	Q6-3 能動的に警報を把握した経験の有無
	Q6-4 能動的に警報を把握しない理由
	Q7-1 警報以外の豪雨情報の検索
情報補足活動	Q7-2 情報補足活動を実施しない理由
	Q8-1 豪雨に関するニュースなどの関心程度
水害への関心	Q8-2 豪雨に関するニュースの検索頻度
	Q9-1 リスクマップがある場合は 浸水被害の可能性などを確認する意欲
豪雨への備え	Q9-2 非常時持出品の備蓄状況
	Q9-3 非常時持出品を備えない理由
	Q10-1 平常時における隣人との交流頻度
近所とのつながり	Q10-2 豪雨時コミュニティ内の情報共有頻度
	Q11 要支援者に対する援助の役割分担
行政への依存	Q12-1 防災教育活動の有無
防災教育活動参加	Q12-2 防災教育活動への参加頻度
降雨量の概念理解	Q13「降雨量 25～50mm/h」に対する理解
注意喚起の内容への認識	Q14-1 注意喚起に関する内容の把握
	Q14-2 内容を讀まない理由
被災区域の表現	Q15-1 被災区域の表現から災害リスクの判断
	Q15-2 判断できない理由
豪雨に対する危険性評価	Q16-1 人的被害が発生する危険性
	Q16-2 道路浸水が発生する危険性
	Q16-3 家屋浸水が発生する危険性
警報に応じた防災行動の把握	Q17-1 外出活動の実施について
	Q17-2 浸水道路の通過について
	Q17-3 危険地区からの避難について
個人属性	Q18-1 性別
	Q18-2 年齢
	Q18-3 要支援者の有無
	Q18-4 居住年数
	Q18-5 居住形態

表7 アンケート調査の実施状況

実施時間	2024年2月27日～3月7日
調査方法	調査会社に依頼したweb調査
対象者	北京市都市部に住んでいる住民
有効回収数	529票

る8項目の設問を設定した。さらに、防災教育活動への参加状況に関する2つの設問も設けた。

北京市の豪雨警戒内容に対する認知について、「防災ガイドへの注意」、「降雨量という概念に対する理解」、「注意喚起に関する内容への認識」と「地域表現による災害発生可能性への認識」に関する6項目の設問を設定した。

北京市気象局が発表した警報から見ると、2015年～2023年に発表頻度が最も高い警報はオレンジ色警報であるため、オレンジ色警報を例として住民の警報を通じた豪雨に対する危険性評価を尋ねた。警報が発表された際の人的被害、道路浸水と家屋浸水が発生する危険性という3つの項目を設定し、各項目が住民の考えに当てはまる程度を5段階(1:危険性は非常に低い～5:危険性は非常に

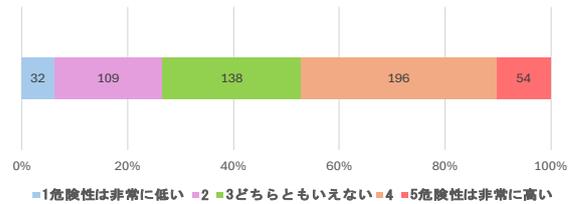


図4 人的被害(死亡)に対する危険性評価 (N=529)

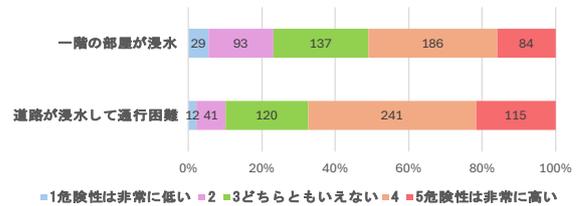


図5 物的被害に対する危険性評価 (N=529)

高い)のリッカート尺度で回答を尋ねた。

防災行動の把握程度に関して、各色の警報が発表された際の、「外出活動の実施」、「浸水道路の通過」と「危険地区からの避難」という3つのシナリオを想定した上で、各色の警報に応じた実施すべき防災行動を尋ねた。

(2) アンケート調査の実施状況

アンケート調査の実施状況を表7に示す。本調査は、「北京市住民の豪雨警戒情報理解に関するアンケート調査」としてWebで実施し、529票の有効回答を得た。回答者の性別については女性が56%、男性が44%であり、女性の方がやや多かった。年齢構成は2023年に北京市が公表した人口分布¹⁵⁾と大きな差はない。約71%の住民の家庭に要援護者(子供・65歳以上の高齢者・障害者など)がいた。

(3) アンケートの単純集計の結果

図4・図5は豪雨に対する危険性評価を尋ねた結果である。オレンジ色警報が発表された際、約47%の住民は豪雨によって人的被害が発生してしまう危険性が高いと思う(非常に高いと思う住民も含む)一方で、約26%の住民は人的被害が発生してしまう危険性が低い(非常に低いと思う住民も含む)と認識していることが分かった。

物的被害に対する危険性評価に関して、約51%の住民は豪雨によって一階の部屋が浸水してしまう危険性が高いと考え、約67%の住民は道路が浸水して通行困難になってしまう危険性が高いと認識していることが明らかになった。これは北京市の豪雨による浸水害リスクの高さを間接的に示唆している。

各色の警報に応じた実施すべき防災行動の把握程度の正解率は、「外出活動を実施する場合」と「危険地区から避難する場合」の双方において、黄色とオレンジ色警報が比較的低位(図6・図7)、住民にとって黄色とオレンジ色警報に応じた防災行動が区別しにくいと考えられる。また、警報の色に関わらず、一部の住民は「外出を控える」、「道路に入ることを避ける」や「迅速に安全な地区に移動する」などのより安全な選択肢を選んでいて、安全確保の観点から納得できるが過剰な面もあり、警報で提示された防災行動をよく把握していないことが間接的に示されたといえる。

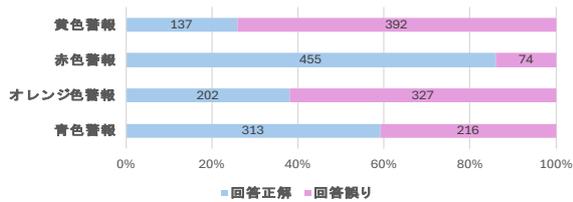


図6 実施すべき防災行動(外出)の回答状況 (N=529)

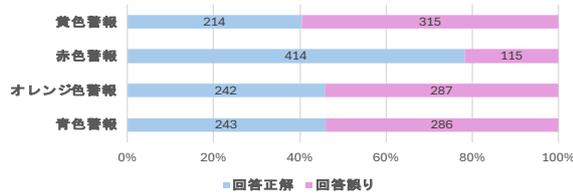
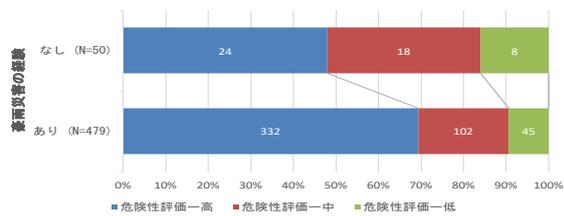


図7 実施すべき防災行動(避難)の回答状況 (N=529)



(カイ二乗検定: $\chi^2=9.343, df=2, p=0.009^{**}$)

図8 道路浸水の危険性評価と災害経験との関連性

6. 豪雨警報の理解に影響を与える要因の分析

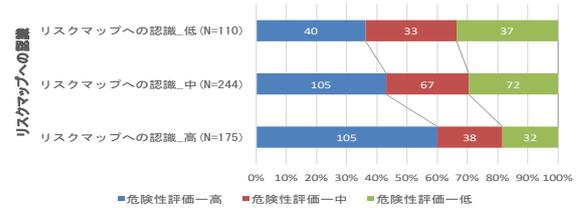
本節から、5段階のリッカート尺度の回答を3段階に変更した上で、クロス集計を実施して特徴的な結果をピックアップし説明する。また、既往研究⁸⁾⁹⁾から得られた知見を踏まえ、警報に対する理解は住民の災害危険性評価に関連する。また、防災行動に関する知識の把握程度も実際の防災行動に繋がっている。そこで、住民の豪雨に対する危険性評価や防災行動知識の把握程度を促進することで、警報理解の向上が可能であると考えられる。

(1) 災害経験と危険性評価との関連性

4.(4)仮説①の災害経験の有無は豪雨危険性評価に影響を与えるについて、豪雨災害経験の有無と住民の道路浸水に対する危険性評価との関連性が確認された。図8より、豪雨災害経験がある住民の方が道路浸水に対する危険性評価が高い。その要因として、近年の豪雨による被害から見ると、道路浸水や道路崩壊の発生頻度が高いため、豪雨災害を経験した住民にとって、豪雨時に道路浸水に関する情報に留意する可能性が高いと考えられる。

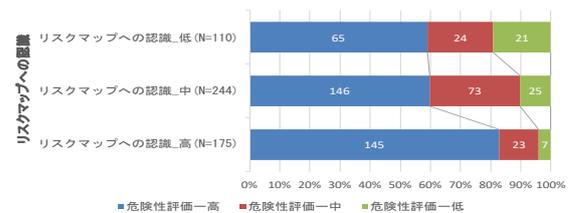
(2) 防災対策現状への認識と危険性評価との関連性

4.(4)仮説②の防災対策の現状に対する認識は豪雨危険性評価に影響するについて、警戒マークへの認識と豪雨による被害に対する危険性評価との関連性は確認されなかったことから、警戒マークの正しい順番を理解しても豪雨の深刻さをよく理解できるわけではないと考えられる。一方、リスクマップへの認識と住民の豪雨による人的被害、道路浸水、家屋浸水に対する危険性評価との強い関連性が確認された。図9～11より、北京市のリスク



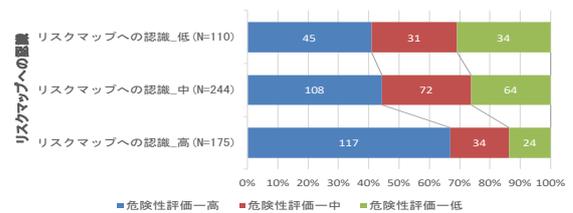
(カイ二乗検定: $\chi^2=19.156, df=4, p<0.001^{***}$)

図9 人的被害の危険性評価とリスクマップへの認識との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=37.48, df=4, p<0.001^{***}$)

図10 道路浸水の危険性評価とリスクマップへの認識との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=27.893, df=4, p<0.001^{***}$)

図11 家屋浸水の危険性評価とリスクマップへの認識との関連性

マップをよく認識している住民は豪雨による被害に対する危険性評価が高いことから、自分の周りにどの程度の浸水リスクがあるかを把握している住民は豪雨をもたらす被害をよく認識していると推察される。

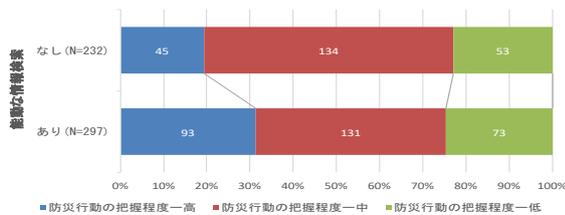
(3) 情報取得と防災活動の把握との関連性

4.(4)仮説③の豪雨時の情報取得について、図12・13により、住民の能動的な情報検索や補足的な情報検索の実施有無と防災行動の把握との関連性が確認された。豪雨時に能動的な情報検索活動を実施する、またはライフラインや電力などの補足情報の検索活動を実施する住民の方が、自分の安全と財産を守るための幅広い情報を入手することができ、各色の警報が発表された際に実施すべき防災行動を詳しく把握できると推察される。

(4) 防災意識と危険性評価や防災活動の把握との関連性

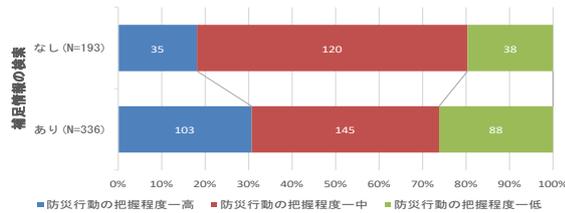
4.(4)仮説④の防災用品の準備、近所との繋がり、行政への依存が警報理解に与える影響について、住民の非常時持出品の備えと防災行動の把握との関連性が確認された。図14より、防災バッグや水・食料を備えている住民の方が防災行動の把握程度が高い。平常時から豪雨に備える姿勢がある住民は防災意識が高く、防災行動を積極的に把握する傾向がある。

隣人との日常的な交流の頻度と住民の豪雨による人的被害、道路浸水、家屋浸水に対する危険性評価との関性が確認された。図15～17より、日常的な交流の頻度が高



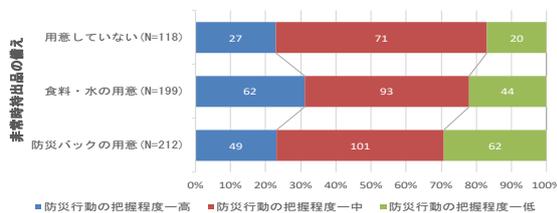
(カイ二乗検定: $\chi^2=12.1, df=2, p=0.002^{**}$)

図 12 防災行動の把握と能動的な情報検索との関連性



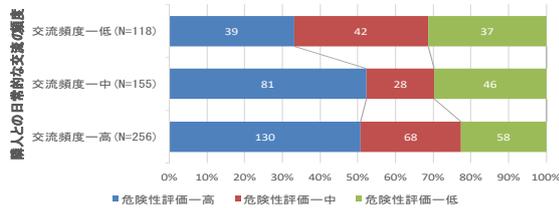
(カイ二乗検定: $\chi^2=18.395, df=2, p<0.001^{***}$)

図 13 防災行動の把握と補足情報の検索との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=11.44, df=2, p=0.022^{*}$)

図 14 防災行動の把握と非常時持出品の備えとの関連性

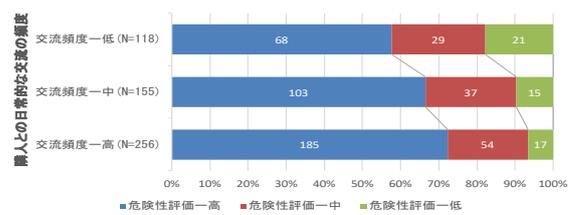


(カイ二乗検定: $\chi^2=17.511, df=4, p=0.002^{**}$)

図 15 人的被害の危険性評価と隣人との日常的な交流の頻度との関連性

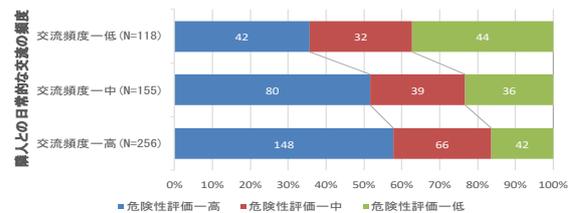
い住民は、豪雨による被害に対する危険性評価が高い。隣人との日常的な交流頻度が少ない住民と比べて、交流をよくする住民は地域コミュニティとのつながりが強く、入手できる情報量がより多いことで、豪雨の危険性をより把握していると推察される。よって、地域とのつながりを強化することで住民の豪雨による被害に対する危険性評価を向上させる可能性があるといえる。

行政への依存程度と住民の豪雨による人的被害、家屋浸水に対する危険性評価との関連性が確認された。図18・図19より、住民の行政への依存程度が低いほど、豪雨による人的被害と家屋浸水に対する危険性評価が高い。しかし、住民の行政への依存程度は高い傾向がある。アンケート調査で住民に要支援者に対する援助の役割分担を尋ねた結果から、54%の住民は「自力で防災行動を取ることが困難な人への救助は、行政が対応すべきである」と思っており、行政への依存が読み取れる。



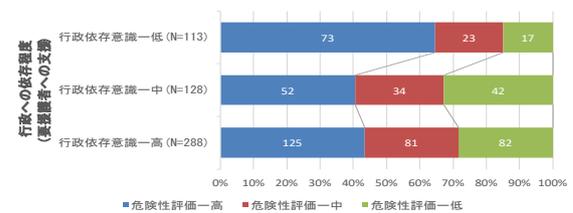
(カイ二乗検定: $\chi^2=13.222, df=4, p=0.01^{*}$)

図 16 道路浸水の危険性評価と隣人との日常的な交流の頻度との関連性



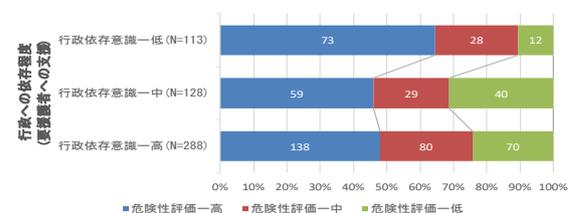
(カイ二乗検定: $\chi^2=23.203, df=4, p<0.001^{***}$)

図 17 家屋浸水の危険性評価と隣人との日常的な交流の頻度との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=19.076, df=4, p=p<0.001^{***}$)

図 18 人的被害の危険性評価と行政への依存程度との関連性



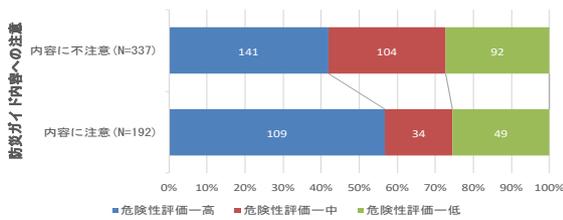
(カイ二乗検定: $\chi^2=17.703, df=4, p=0.001^{**}$)

図 19 家屋浸水の危険性評価と行政への依存程度との関連性

(5) 警報内容と危険性評価や防災活動の把握との関連性

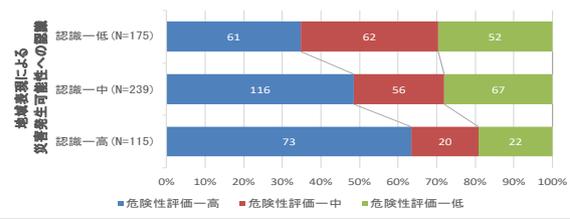
4.(4)仮説⑤について、住民の防災ガイド内容に対する注意と住民の豪雨による人的被害、道路浸水、家屋浸水に対する危険性評価との関連性が確認された。図20~22より、警報内の防災ガイドの内容に注意している住民は、豪雨による被害に対する危険性評価が高い。しかしアンケート調査の結果から、防災ガイドの内容をよく見なかった住民が多く、防災ガイドに気づかなかった住民も存在している。2.(2)で述べた北京市の豪雨警報の構造と4.(3).d)で確認された防災ガイドの表示方法の問題から、警報の構造によって防災ガイドの内容を住民が認識しにくい可能性があると考えられる。

また、地域表現による災害発生可能性への認識と住民の豪雨による人的被害、家屋浸水に対する危険性評価との関連性が確認された。図23・24より、地域表現による



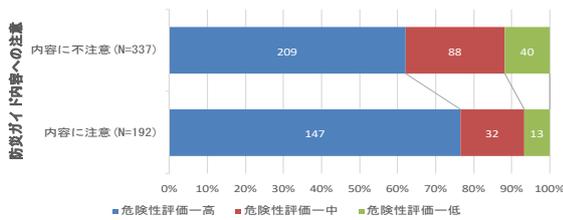
(カイ二乗検定: $\chi^2=14.026, df=2, p<0.001^{***}$)

図 20 人的被害の危険性評価と防災ガイド内容への注意との関連性



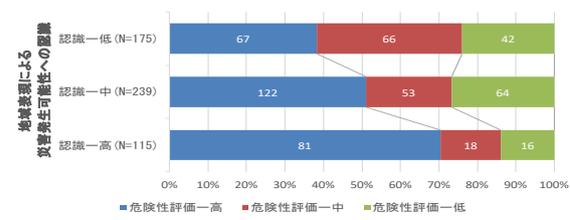
(カイ二乗検定: $\chi^2=25.241, df=4, p<0.001^{***}$)

図 23 人的被害の危険性評価と地域表現による災害発生可能性への認識との関連性



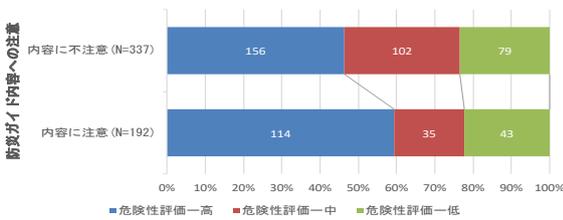
(カイ二乗検定: $\chi^2=11.83, df=2, p=0.003^{**}$)

図 21 道路浸水の危険性評価と防災ガイド内容への注意との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=35.1, df=4, p<0.001^{***}$)

図 24 家屋浸水の危険性評価と地域表現による災害発生可能性への認識との関連性



(カイ二乗検定: $\chi^2=11.005, df=2, p=0.004^{**}$)

図 22 家屋浸水の危険性評価と防災ガイド内容への注意との関連性

災害発生可能性をよく認識している住民は、豪雨による人的被害と家屋浸水に対する危険性評価が高い。ヒアリングで被災区域に関する表現への意見を尋ねた結果について、「山間部や低地などの被災しやすい区域に関する地理表現が曖昧である」などの意見が多く存在している。

一方で、防災ガイドに対する注意と防災行動の把握との関連性が確認されなかった。それは 4.(3).a) で述べた住民の防災活動が個人的な判断に依存することと関係していると考えられる。

(6) 住民の警報理解を向上させる方向性の検討

上記のクロス集計の結果から、住民の豪雨警報理解に影響を与える要因より、豪雨警報理解を向上させるための改善方向性を検討する。

過去の豪雨の被害経験と豪雨危険性評価との関連について、住民へのヒアリング調査の結果から、北京市の現在の防災教育活動には、過去の火災による被害状況を住民に紹介し、火災に関する知識の普及を図る取り組みはあるが、豪雨災害が頻発していることから、火災に限らず過去の豪雨による被災状況も住民に説明し、豪雨が大きな被害をもたらす可能性を強調すべきである。また、6.(1)で豪雨災害経験がある住民の方が道路浸水に対する危険性評価が高いことを示した(図8)。そこで、コミュニティで日常的な防災教育活動を実施する際に、防災訓練や災害知識の紹介に限らず、災害経験者の体験談を共有する場を設ける必要がある。実際の経験に基づいた話を

聞くことによって、住民は豪雨の深刻さをより具体的に理解し、豪雨危険性評価が向上すると推察される。

リスクマップの認識と豪雨危険性評価との関連について、3.(3).の行政へのヒアリング調査結果から、北京市は浸水害に対する専門的な警戒基準がなく、リスク提示情報だけがある。浸水リスクを住民に周知するためには、警報を発表する際にリスクマップの提示が重要であると考えられる。また、6.(2)で北京市のリスクマップをよく認識している住民は豪雨による被害に対する危険性評価が高いことを示した(図9~11)。そこで、豪雨時に住民がリスクマップを確認できるようにすることが重要である。そのためには、住民がリスクマップにアクセスできるように、北京市の豪雨警報にリスクマップの画像または URL を追加することが必要であろう。また、日常的にリスクマップの入手方法や使用方法を住民に伝えることが重要であり、高齢者や障害のある住民がリスクマップを利用しやすくするための工夫も重要である。リスクマップに対する認識を高めることにより、住民の豪雨に対する危険性評価を促進できる可能性がある。

能動的な情報検索と防災行動の把握との関連について、6.(3)で豪雨時に能動的な情報検索活動を実施する住民の方が、実施すべき防災行動を詳しく把握できることを示した(図12・13)。住民の能動的な情報検索を促進するためには、災害情報伝達に関する対策を幅広く実施することが重要であると同時に、生活や財産を守るための情報の入手方法も住民に周知することが不可欠である。具体的には、豪雨警報と防災ガイドを発表するだけでなく、警報文に電力会社や水務局の連絡先やホームページなどのライフラインに関する情報の入手方法を追加することや、人的被害を防止するために、警察、消防や民間の救援会社などの救援に関する連絡先を追加することである。また、日常的な防災教育活動において、ライフラインに関する情報の入手方法を住民に伝えることで、能動的な情報検索活動を促進できると考えられる。

非常時持出品の備えと防災行動の把握との関連について、6.(4)で防災バッグや水・食料を備える住民の方が防災行動の把握程度が高いことを示した(図14)。そこで、

平常時の防災教育活動を通じて非常時持出品の重要性と使い方を住民に周知することが必要である。

隣人との日常的な交流の頻度と豪雨危険性評価との関連について、6. (4)で隣人との日常的な交流の頻度が高い住民は、豪雨による被害に対する危険性評価が高いことを示した(図15~17)。このことから、住民間の交流を促進できる仕組みの整備が大切であると考えられる。防災フェアや防災ワークショップなどの様々なコミュニティ活動を開催し、住民はお互いに交流できる機会を作って信頼関係を構築することで、日常的な交流を促すことが可能であり、豪雨時の情報共有も促進できる。

行政への依存と豪雨危険性評価との関連について、6. (4)で住民の行政への依存程度が低いほど、豪雨による人的被害と家屋浸水に対する危険性評価が高いことを示した(図18・19)。住民の自助・共助意識をさらに向上させるためには、住民の「防災対策は自分と周りの人を守るために実施する」という意識を醸成し、特に要支援者に対する防災や避難活動の積極的な支援を促進することが必要である。また、防災対策の主体となる住民の参加を考慮した地域防災体制の構築も重要である。

警報内容と豪雨危険性評価との関連について、6. (5)で警報内の防災ガイドの内容に注意している住民は、豪雨による被害に対する危険性評価が高いことを示した(図20~22)。住民の豪雨による被害の危険性評価を高めるためには、豪雨時に発表する防災ガイドをより明確に住民に提示することが重要であるといえる。警報文のレイアウトについて、防災ガイドの文字サイズを調整すると同時に、防災ガイドと警戒マークの位置を入れ替えて重要な防災ガイドを先に表示することで、住民がより注意しやすくと考えられる。さらには、「下記の防災ガイドを必ずお読みください」などの防災ガイドの重要性をアピールする内容の追加も重要であると考えられる。

また、6. (5)で述べた通り、地域表現による災害発生可能性をよく認識している住民は、豪雨による人的被害と家屋浸水に対する危険性評価が高い(図23・24)。ゆえに、より具体的な表現で被災の恐れがある地域を住民に伝達することが、住民の豪雨による危険性評価を高める可能性があると考えられる。注意喚起の内容を警報文の最初に表示して赤字や太字で強調することで、住民の注意を引くことが期待される。また、日常的な防災教育活動において、周辺のどの道路や建物が浸水しやすいかなどの潜在的なリスクを住民に周知することが大切である。

以上から、豪雨時の警報発表に関して、警報文の内容にリスクマップやライフラインに関する情報の入手方法を追加し、地理表現をより詳しくすることや、防災ガイドと注意喚起に関する内容を強調するといった警報文の内容全体を改善する必要がある。また、日常的な防災教育活動を重視し、住民の豪雨による被害の発生可能性に対する認識や防災意識及びコミュニティとの繋がりを促進することも重要である。

7. まとめ

本研究では、北京市住民の豪雨警戒情報の理解に対する影響要因を分析し、警報理解を促進するための改善方向性を検討した。まず、行政へのヒアリング調査を実施して豪雨警報伝達の現状と課題を把握した。次に、住民へのヒアリング調査で住民の警報理解を定性的に検討し

て仮説を設定した。そして、アンケート調査を用いて警報理解の影響要因を明確化し、4. (4)で設定した①から⑤の仮説の検証結果を踏まえて、警報理解の促進に向けた示唆が得られた。

6. (1)で豪雨災害経験がある住民の方が道路浸水に対する危険性評価が高いことを示したため、仮説①が検証された。北京市の防災教育活動では、火災に関する知識の普及に重点を置いているが、豪雨に関する知識も説明し、その危険性を強調すべきである。加えて、防災教育活動の一環として、災害経験者の体験談を共有する場を設けることが、豪雨に対する危険性評価の向上につながると推察される。

6. (2)で警戒マークの認識と住民の豪雨危険性評価との関連性は確認されなかったが、北京市のリスクマップをよく認識している住民は豪雨による被害に対する危険性評価が高いことを示したため、仮説②が検証された。平常時のリスクマップの普及方法をさらに開発する必要があるのに加えて、現在の豪雨警報にはリスクマップに関する情報が含まれていないため、リスクマップの画像または入手方法を警報内容に追加することが、豪雨に対する危険性評価の向上に有効であると推察される。

6. (3)で述べた通り、豪雨時に能動的な情報検索活動を実施する住民の方が、実施すべき防災行動を詳しく把握できることを示したため、仮説③が検証された。現在、北京市が発表する豪雨警報の内容に更なる検討が必要であると考えられる。警戒情報と防災ガイドに限らず、水道、電力、救援や市民サービスなどの補足情報の入手方法を追加することで、住民はより幅広い情報を得ることができ、住民が実施すべき防災行動をさらに把握できると推察される。

6. (4)で非常時持出品の備え、近所との繋がり、行政への依存程度と豪雨危険性評価や防災行動の把握程度との関連性を示したため、仮説④が検証された。このことから、コミュニティ活動の一環として防災教育活動の役割を重視すべきである。定期的な開催に限らず、住民の関心を引きつける工夫が必要である。防災教育活動への参加度の向上により、非常時持出品を備える意識を強化しながら、住民同士のつながりを深め、日常的な交流が促進されると推察される。また、防災教育活動によって住民の防災意識を高め、自助・共助意識を醸成して住民が防災の主体となる体制を構築することで、行政への過度な依存を避けることが可能であると推察される。

6. (5)で述べた地域表現による災害発生可能性への認識と豪雨危険性評価との関連性に加え、警報内の防災ガイドの内容に注意している住民は、豪雨による被害に対する危険性評価が高いことを示したため、仮説⑤について、警報内容と豪雨危険性評価との関連性のみ検証された。一方で、警報内容と防災行動の把握との関連性が確認されなかった。住民が防災ガイドの内容をよく見なかった原因として、防災ガイドが警報文よりも小さい文字で記載されており、住民が重要な行動指示を見逃した可能性があると考えられる。防災ガイドの内容も警報文と同等かそれ以上に重要視されるべきである。そこで、防災行動を指示する箇条書きの文字サイズを大きくし、視覚的に目立つように太字、色分け、枠線などの強調した表示をすることで、住民の防災ガイドに対する注意を促し、豪雨に対する危険性評価を促進できると推察される。

以上の知見は、北京市住民における豪雨警報理解の影響要因を明らかにした上で、その改善の方向性を提示しているという点において、既存の先行研究とは一線を画

す成果といえる。また住民の警報理解を向上させるために、警報内容の改善だけではなく、日常的に豪雨被害に対する認知の向上と知識の補足も不可欠である。

今後の課題として、都市部と異なり、農村部には豪雨による浸水リスクに加えて土石流などの土砂災害の発生可能性もあると考えられることから、農村部の住民についても調査する必要がある。また、本研究で明確になった住民の警報理解に対する影響要因を踏まえ、警報の構造や内容の修正やワークショップなどの活動を通じて、住民の豪雨危険性評価と防災行動の把握の促進効果を評価することが重要である。

謝辞

本研究の調査実施にあたり、ご協力いただいた北京市水務局水災害防災処、北京市应急管理局、北京都市排水集団株式会社の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 北京市气象局：<http://www.bjmb.gov.cn>
- 2) 北京市人民政府：关于 2024 年 7・29 暴雨灾害，2024.
- 3) 葉超凡，張一馳，程維明，秦建新，蔣艷：北京市区快速城市化進程中的内涝现状及成因分析，CHINA FLOOD & DROUGHT MANAGEMENT, NO.2, 2018.
- 4) 林倩，金華，李津：北京主要自然灾害预警信息有效传播的調查分析，第 35 回中国气象学会年会，2018.

- 5) 石尾 広武，福田 正己，堤 行彦，澤田 結基：効果的な災害情報伝達方法の検討，都市経営，No.8, p.97-104, 2015.
- 6) 目叶 志桜里，山口 行一，岩崎 義一：洪水時の避難情報が避難意識に与える影響分析，日本都市計画学会. 関西支部研究発表会講演概要集，No.12, p89-92, 2014.
- 7) 浅田 純作，片田 敏孝，及川 康：平成 10 年 8 月末郡山水害における住民の災害情報取得に関する実態分析，水工学論文集，No.44, p.307-312, 2000.
- 8) 本間 基寛：気象・災害情報に対する住民の受容特性について，安全工学 気象災害特集号，Vol.56 No.6, p.424-429, 2017.
- 9) 浅田 純作，片田 敏孝，岡島 大介，小葉竹 重機：洪水避難に関わる情報提供とその住民理解に関する研究，水工学論文集，No.45, p.37-42, 2001.
- 10) 尾崎 平，宮部 修一：都市浸水軽減のための自助促進方策の研究 -情報内容と提供方法のあり方-，水工学論文集，No.52, p535-540, 2008.
- 11) 林倩，李津，石鋒，阮水根：北京主要自然灾害预警信息公众响应现状的研究，第 33 回中国气象学会年会，2016.
- 12) 趙 凡，趙 常軍，蘇 筠：北京 7・21 暴雨灾害前后公众的風險認知变化，自然灾害学报，No.23, 2014.
- 13) 許麗佳，周潔：北京市暴雨预警精准化发布初探，中国新通信，No.15, 2019.
- 14) 北京市气象局：北京市气象灾害警戒信号と防御指南，2019.
- 15) 北京市人民政府：人口統計，2023.

(原稿受付 2024.8.31)

(登載決定 2025.1.25)