

選好意識データを用いた 災害時の避難行動モデルの推定 ～足立区千住地区を対象にして～

高田 和幸¹・金野 貴紘²・藤生 慎³

¹正会員 東京電機大学 理工学部建築・都市環境学系 (〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)
E-mail:takada@g.dendai.ac.jp

²学生非会員 東京電機大学 理工学部建築・都市環境学系 (〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)
E-mail:11rg045@ms.dendai.ac.jp

³正会員 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 (〒921-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

足立区千住地区はM7以上の地震が発生した場合に、建物倒壊、火災・延焼の危険性が極めて高く、まちの総合危険度も高い地区であることが示されている。また、荒川が氾濫した場合、千住地区では、住宅街が深さ5m以上浸水する危険性が示されている。このように千住地区では地震時に他の災害が複合的に起こる可能性があり、その被害は甚大なものとされる。そして千住地区の防災計画では災害洪水被害が発生した状況下における地震の発生といった複合的に災害が発生した際の避難の検討は十分でない。そこで本研究では、千住地区に関わりのある居住者・従業者を対象に、「防災」、「減災」に対する意識や災害時にとる避難行動モデルを推定し、当該地区の安全避難のあり方について検討することにした。

Key Words : complex disaster, evacuation, consciousness analysis, behavior model

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東北地方を中心に甚大な被害を及ぼした。震災の発生から3年が経過し、震災・津波等に対する防災対策が見直され、被害低減を図る減災に対する取り組みがこれまで以上に求められるようになった。

一方、内閣府の中央防災会議は、世界的に大規模な水害が多発していること、従前よりも都市機能が集積しており大規模水害が発生した際には、その人的・物的被害が甚大となり、さらに復旧・復興に要する費用・時間が多大となること等を踏まえ、2012年9月に「首都圏大規模水害対策大綱」¹⁾を発表し、利根川や荒川の洪水氾濫、東京湾の高潮浸水による被害を最小限にとどめるための予防対策や応急対策、復旧・復興対策等に関する国と地方、官と民の責任と役割分担を明確にした。

また2014年3月に開催された中央防災会議の資料「大規模地震防災・減災対策大綱(案)」²⁾の中には、大規模な地震災害によって海岸や河川の堤防等が被災した直後に風水害が発生するような、地震と風水害等が複合的に発生した場合の被害想定や防災対策に関する調査研究についても今後推進していくことが記されている。

これらのことを踏まえ、本研究では、東京都区内にお



図1 千住地区の火災危険度、総合危険度²⁾

いて、震災と水害という異なる災害の危険度が高い「足立区千住地区」を研究対象地区に選定した。

足立区地域防災計画³⁾によると、千住地域は、建築密度が高く、不燃化率が低いため、防災上多くの課題が残された地区であり、また東京都が5年ごとに実施している地域危険度測定調査⁴⁾においても、建物倒壊の危険性、

火災・延焼の危険性が極めて高い場所が多く、総合危険度が高い地区に指定されている（図1）。なお足立区地域防災計画³⁾によると、千住地区の地震発生後の火災からの避難場所は、地区北部の荒川沿いに指定されている。

一方、国土交通省河川局は、荒川が氾濫した際、荒川と隅田川に挟まれた千住地区では、深さ 5m 以上浸水する危険性を示している。この情報は「足立区洪水ハザードマップ⁴⁾」にも記されている（図2）。なお洪水発生の危険性がある場合、千住地区では南方に位置する北区・台東区・文京区といった区外へ避難することを推奨している。

上記の通り、千住地区では災害の種類によって避難する方向が異なっており、複合災害の発生の危険性が高まった際に、当地区に関わりのある方々が避難時に混乱を生じることが懸念される。

一方、首都直下地震が発生した際、その発生時刻によって被害、そして避難の状況が大きく異なることが予想される。千住地域においても、住民のみならず、従業者、通学者、さらに千住地域を通過中の電車利用者や自動車利用者など当事者も多様となる。

そこで本研究では、これら当事者の中から、特に関わりが強い「居住者」と「従業者」に着目し、これら双方を被験者とするアンケート調査を行い、当地区の被害想定、避難方法の認知状況、災害の発生状況に応じた避難行動などに関するデータを収集した。そして分析を通じて避難行動における課題の抽出を行うこととした。

2. 既往研究

北千住地区は地震・水害の両方の防災対策が必要な地域であることを第1章で述べた。本章では、地震および水害研究において本研究と関連の深い既往研究をレビューし、本研究の位置づけを整理する。

千住地区に関わりのある当事者の中から、地区内の「居住者」と「従業者」を被験者とするアンケート調査を実施した。

高田ら⁵⁾によるアンケートの基礎集計において、居住者よりも従業者に、避難方法を知らない方が多くいることが明らかとなった。東日本大震災以降、帰宅困難者を生み出さないための対策、帰宅困難者への対応策については積極的に展開が図られているが、千住地域のように火災危険度の高い地区においては、従業者を安全に避難する対策にも注力することが必要であることが詳細に述べられている。本研究ではアンケート結果を用いて、今後の防災計画について基礎情報となる、居住者と従業者の避難に関する意志決定モデルの推定を行う。

3. 千住住民の災害時避難選択に関する分析

アンケート調査では、災害の状況毎の避難行動に関する意識調査を実施した。設定した災害の状況 a~e を表 1 に示す。被験者には、提示した災害の状況を想定して頂き、避難の有無、避難場所、避難手段などを回答して頂いた。

はじめに、「居住者」が回答した避難方法と、足立区の推奨する避難方法が、どれだけ一致しているかを確認した。

状況 a では、火の手は見え煙のみ確認できる状況であり、避難において若干の余裕がある状況と判断し、正答を「足立区指定の地震火災時における一時避難場所および荒川河川敷緑地への避難」と定めた。

状況 b では、出火がありライフラインにも影響が出ていることから早急な避難が必要な状況と判断し、正答を「広域避難場所への避難」とした。

状況 c は洪水の危険性があり避難勧告が発令されていることから、正答を「足立区指定の堤防決壊前の一時集合場所、浸水しない区外、広域避難場所への避難」とした。

状況 d、e は複合災害時であり指定の避難方法は提示されていないが、正答を「堤防決壊前の一時集合場所、浸水しない区外、荒川河川敷以外の広域避難場所への避難」とした。

設定した状況 a~e の下での避難方法の正誤の結果を表 2 に示す。

表に示されている通り、状況 a における正答率は高いが、その他の状況における正答率は低い結果となった。

状況 b においては、出火が確認できる状態ながらもすぐに荒川河川敷に避難しようとする者は少なく、近隣の小学校等に避難する回答が多く見られた。状況 c において

表 1 災害状況の設定内容

	状況 a	状況 b	状況 c	状況 d	状況 e
想定した状況	避難しないケース	広域避難所に集まるケース	千住地区外に避難するケース	避難者が橋に集まるケース	千住地区から避難できないケース
洪水発生の危険性	—	—	堤防決壊の恐れがある	堤防決壊の恐れがある	堤防決壊の恐れがある
地震発生後の火災の状況	火の手は見えないが、煙があがっている	延焼拡大の恐れがある	—	延焼拡大の恐れがある	延焼拡大の恐れがある
歩行者道・車道の混雑状況	—	スムーズに通行できない	—	—	スムーズに通行できない
ライフラインの被害状況	—	電気・水道・ガスが寸断している	—	電気・水道・ガスが寸断している	—

は、マンションやデパートなどの高層建物に避難するという回答が多くみられ、区指定の避難場所へ避難する者は少なかった。状況 d, e の複合災害についても同様の結果であった。

以上のことから住民は、各災害状況に対応して避難を行っているが、区指定の避難場所とは異なる施設に避難する機会が多いことが明らかとなった。区が推奨する避難方法が住民に十分浸透していないことから、避難方法の理解度を高める必要がある。

4. 避難選択行動モデルの推定

水害時の避難の階層構造を図2に示す。設定した状況 a~e の下での避難行動に関する回答結果を用いて、住民および従業者の避難の有無の2項選択ロジットモデルを推定した(表3)。

避難選択行動モデルを推定した結果、「道路の混雑の有無」や「ライフラインの途絶」をしている場合には居住者・従業者ともに避難せずに留まる結果となった。

避難選択行動モデルを用いて居住者・従業者の各災害状況別の避難選択確率を表4に示す。居住者は煙が上がっている場合、延焼拡大の恐れがある場合、道路混雑がある場合に避難選択確率が低くなることが明らかとなった。従業者は、延焼拡大の恐れがある場合や堤防が決壊する恐れがある場合には、避難選択確率が低くなる結果となった。一方、延焼拡大と堤防決壊が同時に起こった場合には居住者は避難選択割合が高くなる結果となった。このことから、火災と水害が複合的に生じた場合には、孤立する可能性が高くなることから居住者の避難割合が高くなったと考えられる。

水害時の避難行動は住宅の階数に影響される可能性があることから住宅の階数に関する変数を採用し避難行動選択モデルを構築した。千住地区の洪水の想定浸水深は5.0mであることから、住宅の階数に関して1~2階ダミー、3階ダミーを採用した。住宅の階数を考慮した避難行動選択モデルを推定した結果、低層階の居住者ほど避難行動を起こしやすい結果となった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、震災と水害という異なる災害の危険度が高い「足立区千住地区」を対象にして、当地区内の「居住者」および「従業者・通学者」の災害と避難に関する意識分析を行い、対応すべき課題の抽出を行った。

千住住民の災害時避難選択に関する分析において、住民の避難場所選択は災害に対して正しい被害想定が認識されていないことから、正しい避難場所を選択出来ていないことが分かった。千住地区は火災危険度が高い地区であることから、従業者・通学者に対しても安全な避難

表2 避難方法の正答率

	正答数	誤答数	正答率
状況a	102	87	0.540
状況b	36	189	0.160
状況c	26	245	0.096
状況d	44	228	0.162
状況e	36	216	0.143

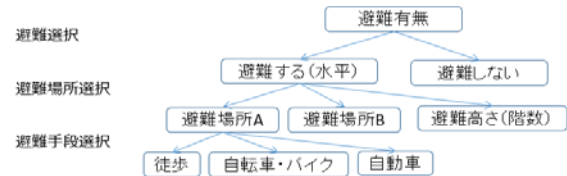


図2 避難行動の階層構造

表3 避難行動選択モデルの推定結果1

説明変数	居住者		従業者	
	推定値	t値	推定値	t値
煙が見える(ダミー)	0.225	2.057	0.099	0.736
延焼の危険性あり(ダミー)	0.821	6.807	0.701	1.677
洪水の危険性あり(ダミー)	1.423	-10.263	0.929	6.194
道路混雑あり(ダミー)	-0.961	-4.202	-0.12	-0.439
ライフライン途絶(ダミー)	-0.658	-2.787	-0.065	-0.238
初期尤度	-951.4		-658.8	
最終尤度	-233.5		-154.3	
尤度比	0.7545		0.7658	
修正済み尤度比	0.7493		0.7582	
的中率	73.30%		74.40%	
サンプル数	1639		1080	

表4 居住者・従業者の避難選択確率の推計

煙があがっている	延焼拡大の恐れあり	堤防決壊の恐れあり	道路混雑あり	避難選択確率(居住者)	避難選択確率(従業者)
1	0	0	0	55.6%	48.0%
0	1	0	0	69.4%	46.6%
0	1	0	1	46.5%	65.8%
0	0	1	0	80.7%	47.7%
0	0	1	1	61.4%	66.7%
0	1	1	0	90.5%	46.1%
0	1	1	1	78.4%	65.1%

表5 避難行動選択モデルの推定結果2

説明変数	推定値	t値
煙が見える(ダミー)	0.216	1.966
延焼の危険性あり(ダミー)	0.640	2.013
洪水の危険性あり(ダミー)	-1.738	-8.941
道路混雑あり(ダミー)	-0.005	-0.026
ライフライン途絶(ダミー)	0.194	0.930
住宅の階数(1・2階ダミー)	1.684	8.964
住宅の階数(3階ダミー)	1.098	5.472
初期尤度	-1115.4	
最終尤度	-1033.2	
尤度比	0.0738	
修正済み尤度比	0.0657	
的中率	56.47%	
サンプル数	1615	

が実行できるよう対応を図ることが必要である一方住民に対していかに指定避難場所を認知させるかを検討することも重要である

千住住民および従業員の避難選択モデルの推定について住民の避難選択において洪水時は対象者の居住形態の階層高さが非常に大きな要因として働いていることが分かった。足立区の避難計画を考える際、低層に居住している方の行動を考えることが重要である。

参考文献

1) 「首都圏大規模水害対策大綱」, 内閣府中央防災会議
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/31/pdf/31_gijiroku.pdf

- 2) 大規模地震防災・減災対策大綱 (案)
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/34/pdf/34_siryos3-2.pdf
- 3) 足立区防災会議：足立区地域防災計画震災対策編 (H24)
- 4) 東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査報告書 (第7回), 2013. 9
- 5) 足立区：足立区洪水ハザードマップ, 2007
- 6) 高田・大原・藤生・山下：複合災害からの避難に関する意識分析—東京都足立区千住地区を対象として—, 第49回土木計画学研究発表会講演集, 2014.

Consciousness Analysis of Evacuation from Complex Disaster

Kazuyuki TAKADA, Takahiro KONNO and Makoto FUJII

In this study, Adachi-ku Senju district in Tokyo was selected as the investigated district of this study because Senju district has been designated by the Tokyo Metropolitan Government as the area with both high fire risk and high flood risk. Questionnaire survey was conducted for the residents, employees and students in Senju district to collect the data regarding the knowledge of damage estimates of Senju district, knowledge of evacuation method at the time of big earthquake, and evacuation behavior at the time of the disaster occurrence. As the results of aggregative analysis, it became clear that there are several problems in Senju district such that the employees have a tendency not to accurately understand the damage estimates and the evacuation method, both the residents and the employees have a tendency to underestimate the flood risk, and some residents try to evacuate from the flood by going up the lower floor (2nd floor) of the residence under the situation that fire spread and flood are occurring at the same time.