

## 第4章 まとめ

### 4.1 まとめ

本研究では、津波火災による被害の予測に関する基礎的な研究として、東北地方太平洋沖地震の事例に基づくリスクモデルの構築を検討した。第3章までの検討内容を以下にまとめる。

「第1章 研究の概要」では、本研究の背景・目的、研究の概要を示した。東北地方太平洋沖地震では津波浸水域の至るところで小規模な火災が発生したが、そのメカニズムの多くが未解明である上、全数を把握することができない。そこで、全数のある程度分かる、津波浸水域で発生した建物間の延焼火災に焦点を絞って、リスクモデルの構築を検討することとした。

「第2章 ガレキ堆積状況と津波火災との関係の考察」では、第3章の基礎的な検討として、航空写真および航空レーザ測量データなどを用いて、東北地方太平洋沖地震の津波によるガレキ堆積状況を把握し、津波火災との関係を考察した。女川地区から北側の三陸海岸と石巻東地区から南側の大規模な平野部ではガレキ堆積状況が異なり、津波火災のリスクが前者と後者と異なっていたと考えられることが分かった。

「第3章 事例に基づくリスクモデルの構築」では、第2章の考察に基づいて、東北地方太平洋沖地震の津波火災事例を三陸海岸とそれ以南の大規模な平野部で区別し、津波火災の発生確率や延焼面積などについて、回帰モデルの構築を検討した。

その結果、三陸海岸の事例について、まず津波火災の発生確率を考え、次に津波火災が発生した場合の延焼面積を考える2段階の回帰モデルが構築できた。津波火災の発生確率は流失した建物の密度で、津波火災の延焼面積は流失を免れた建物の数で主に説明する回帰モデルである。この参考として、津波火災の発生件数の回帰モデル、地区内の津波火災のリスクの大きい場所の目安の分かる回帰モデルも構築した。

また、構築したリスクモデルの活用に関して、他の地震や地域に適用するための方法などを考察した。構築したリスクモデルは、大規模な平野への適用には再現性などの課題があること、東北地方太平洋沖地震との諸条件の違いが考慮できないことなどに留意が必要である。

### 4.2 今後の課題

最後に、第3章までの検討内容を踏まえて、今後の課題を取りまとめた。

### (1) 本研究で構築したリスクモデルの改良

東北地方太平洋沖地震以外の国内外の津波火災事例について情報を収集し、リスクモデルの構築に使用するデータの数を増やすことが、構築したリスクモデルの精度向上や大規模な平野における再現性の良いリスクモデルの構築につながる可能性が考えられる。

ただし、国内の津波火災事例については、現状では 1993 年北海道南西沖地震による奥尻島の事例以前のものしかなく、情報収集に制約がある。海外の津波火災事例については、情報収集の制約に加えて、国内と国外の諸条件の違いの取り扱いに留意が必要である。

### (2) より工学的なリスクモデルの構築

本研究で構築したリスクモデルでは、東北地方太平洋沖地震との諸条件の違いを考慮することが難しい。そこで、より工学的なリスクモデルの構築が理想となる。

本研究では、①津波来襲後に至るところで発生した小規模な火災のメカニズムの多くが未解明である、②ガレキ堆積状況を精度よく予測することが難しい、③個々の建物の流失の状況を精度よく予測することが難しいなど、現在の種々の制約のもと、回帰モデルの構築を検討した。

将来、技術が発展し、このような制約が解消されれば、部分的にでもより工学的なモデルに置き換えることで、構築したリスクモデルの精度向上につながる可能性が考えられる。

### (3) 本研究の対象外としたリスクモデルの構築

湾上で発生した気仙沼市の事例や製油所で発生した仙台市の事例、3 日後に発生した気仙沼市の事例については、建物間の延焼メカニズムが異なり、他の津波火災事例と同列に取扱うことができない可能性があるため、本研究の対象外とした。また、東北地方太平洋沖地震では発生しなかった特殊なリスクが隠れている可能性もゼロではない。

これらのリスクの大きさを評価可能なモデルの構築が望まれる。

## 参考文献

- 1) 東日本大震災等調査報告書（速報版）、日本火災学会 東日本大震災調査委員会 編集、2011年11月
- 2) 関澤 愛、東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察、消防科学と情報、No.108 2012. 春、6-11
- 3) Akihiko Hokugo, Tomoaki Nishino, and Takuya Inada, Tsunami Fires After the Great East Japan Earthquake, Journal ref: Journal of Disaster Research, Vol.8, No.4 pp. 584-593, 2013
- 4) 石巻地区広域行政事務組合消防本部、東日本大震災 3.11 石巻広域の消防活動記録、<http://isyoubou.jp/higashinihonkirokusi/higashinihon-kirokusi.html>
- 5) 気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部、東日本大震災の消防活動の記録、[http://www.km-fire.jp/images\\_higashi/higashikatudou.pdf](http://www.km-fire.jp/images_higashi/higashikatudou.pdf)
- 6) 西野 智研、北後 明彦、映像記録の観察を中心とした津波避難ビル周辺で発生する火災の事例研究、日本火災学会論文集、Vol.63 No.1 2013、1-8
- 7) 北後 明彦、東日本大震災における津波火災への対応と2次避難、消防科学と情報、No.108 2012. 春、26-30
- 8) 天笠 雅章、糸井川 栄一、梅本 通孝、津波起因火災における消火活動実態と消火活動困難性に関する研究 - 2011 年東北地方太平洋沖地震における被災地域を対象として -、日本火災学会論文集、Vol.62 No.2・3 2012、33-48
- 9) 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）、平成24年8月29日、[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/index.html)
- 10) 亀井 幸次郎、川越 邦雄、新潟地震の火災調査概報、建築雑誌 VOL.80 No.955、pp.391-401
- 11) 座間 信作、関澤 愛、1993年北海道南西沖地震とその被害について、消研輯報、第47号 1994.3、pp.3-11
- 12) 廣井 悠、津波火災に関する東日本大震災を対象とした質問紙調査の報告と出火件数予測手法の提案、地域安全学会論文集、No.24、pp.1-11、2014.11
- 13) 西野 智研、北後 明彦、津波火災の発生件数の予測手法 その1 出火記録の信頼度不明を考慮した統計モデルの推定、平成27年度日本火災学会研究発表会概要集(2015.5)、266-267
- 14) 今津 雄吾、野竹 宏彰、北後 明彦、今村 文彦、東日本大震災で発生した津波火災における地形的影響の考察と津波火災危険度指標の提案、自然災害科学、Vol.33、No.2、pp.127-143、2014
- 15) 国土交通省、報道発表資料 東日本大震災における緊急排水対策について、[http://www.mlit.go.jp/report/press/river03\\_hh\\_000320.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/river03_hh_000320.html)

- 16) 国土交通省国土地理院、平成 23 年（2011 年）東日本大震災に関する情報提供、  
[http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23\\_tohoku.html](http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html)
- 17) 福岡 巧巳、越村 俊一、航空写真と LiDAR データの統合解析による津波瓦礫の 3 次元マッピング、土木学会論文集 B 2（海岸工学）、Vol. 69、No. 2、2013、I\_1436-I1440
- 18) 国土交通省国土地理院、基盤地図情報サイト、<http://www.gsi.go.jp/kiban/>
- 19) 復興支援調査アーカイブ、<http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>
- 20) 一般社団法人 日本ガス協会、経済産業省 総合資源エネルギー調査会 都市熱エネルギー一部会 ガス安全小委員会 災害対策ワーキンググループ（第 1 回）配付資料 資料 2-2 一般ガス事業者の被害状況、平成 23 年 8 月 4 日、  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/toshinetsu/saigai\\_taisaku\\_wg/001\\_02\\_02.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/toshinetsu/saigai_taisaku_wg/001_02_02.pdf)
- 21) 国土交通省、東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて、<http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi-hukkou-arkaibu.html>
- 22) 久保 拓弥、データ解析のための統計モデリング入門 一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC、岩波書店、2012
- 23) エリオット・ソーバー（著）、松王 政浩（翻訳）、科学と証拠 - 統計の哲学 入門、名古屋大学出版会、2012
- 24) 気象庁、<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 25) 一般社団法人 日本建築学会、建築物荷重指針・同解説（2015）、丸善出版株式会社、2015、563-592

## 謝辞

本研究のため、国土交通省国土地理院、岩手県、宮城県より航空レーザ測量データ等の資料を使用させていただいた。快く応じていただいたことに、感謝の意を表す。

また、統計解析および一部の図の描画には、統計ソフト R (R Core Team, 2013) を使用した。ここに記して感謝の意を表す。

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

(白紙)