

3) - 4 津波火災延焼性状の物理的予測手法に関する研究 【基盤】

Study on a Physics-Based Method for Predicting Tsunami-Induced Fire

(研究期間 平成 26～27 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

西野 智研
Tomoaki Nishino

The final goal of this study is to develop a simulation model for fire spread in tsunami inundation area, called "tsunami-induced fire spread simulation". This development aims to prepare a computational tool for evaluating tsunami-induced fire risks by the collaboration with the proven numerical simulation of tsunamis. In this study, the following sub-models have been developed and validated by using the data of damage due to the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami: (1) a statistical model for building destruction probability due to tsunami, (2) a physics-based model for the drift and accumulation of combustible materials, and (3) a statistical model for number of tsunami-induced fire ignitions.

【研究目的】

東北地方太平洋沖地震では、津波の浸水域で数多くの火災が発生し、その一部が大規模な延焼火災に発展した。こうした火災は「津波火災」と呼ばれ、家屋や自動車、LP ガスボンベなど、津波に押し流された可燃物が浸水域に集積し、何らかの要因で着火して、周辺の可燃物に燃え広がることが多い。特に、津波からの一時避難場所となった建物が、津波火災によって被害を受けた事例や、津波火災が林野に延焼し、自然地形の高台が被害を受けた事例が確認されている。しかし、現在の津波避難計画では、津波火災への対応は、ほとんど検討されていない。この原因として、津波火災の工学的な予測手法が検討されてこなかったことで、津波火災の危険性を定量的に評価することが困難なことが挙げられる。

そこで本研究では、津波火災のシミュレーションモデルを開発することで、将来に巨大津波が発生した場合の津波火災の危険性を、定量的に評価するための計算ツールの整備を目的とする。開発するツールが、将来的に防災まちづくりの実務において活用され、津波火災対策の検討支援につながることを目指す。

【研究成果】

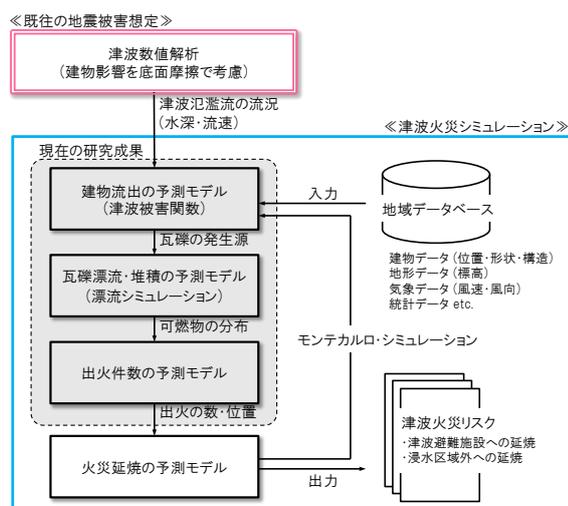
図 1 に、本研究で構想する津波火災シミュレーションの枠組みを示す。本研究では、地震被害想定において実績のある津波数値解析との連携を前提とし、津波氾濫流の流況が既知であるとして、モデル開発を進める。ここでは、津波火災の可燃物として、地域によらず普遍的に存在する建物に着目し、津波火災を、①建物が津波により破壊され、押し流される「流出」、②構造材や家財といった可燃物が漂流し、ガレキとなって津波の引いた所に堆積する「漂流・堆積」、③ガレキに何らかのエネルギーが付与されて着火する「出火」、④火災が周辺のガレキに燃え移り、浸水域を燃え広がる「延焼」、の 4 種類の現象に分解し、各現象を予測するモデルを整備することで、全体像の予測につなげる。本研究期間では、

- ①建物の流出確率を予測する統計モデル
- ②可燃物の漂流・堆積性状を予測する物理モデル
- ③津波火災の発生件数を予測する統計モデル

を開発し、東北地方太平洋沖地震の被害データを用いて、モデルの検証を行った。

1) 建物の流出確率を予測する統計モデル¹⁾

東北地方太平洋沖地震津波における建物被害情報を活用し、建物の流出確率を構造別に予測可能な津波被害



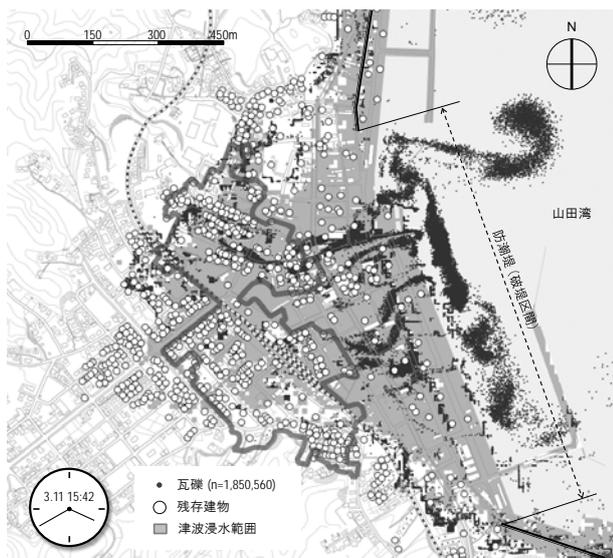


図 2 可燃物の漂流シミュレーションの例 (山田町)

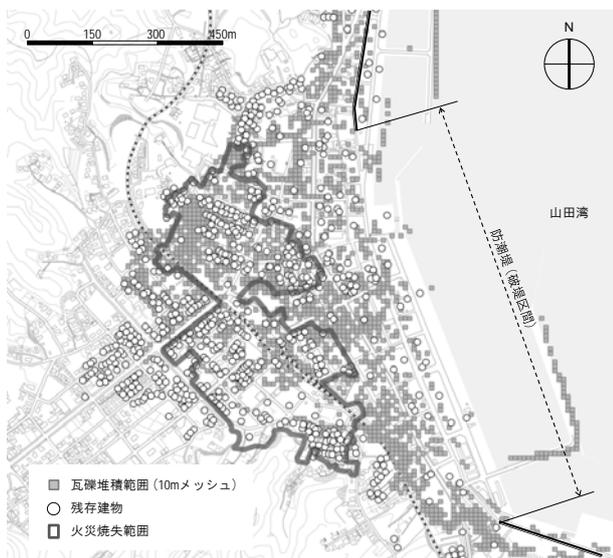


図 3 地震から 6 時間後の可燃物の堆積範囲 (山田町)

関数の推定を行った。この被害情報には、当該津波の浸水区域に存在した全ての建物について、構造別・階数別・被害状況別の棟数が、0.5m 区切りの浸水深カテゴリで集計されており、国土交通省によりインターネット上で公開されている。ここでは、各地域の建物被害情報を合わせた全地域のデータを活用し、当該津波の浸水区域における被害の全体的な特性を反映した津波被害関数を、ロジスティック回帰により推定した。

2) 可燃物の漂流・堆積性状を予測する物理モデル¹⁾

津波によって建物から流出する可燃物が、浸水域のどこにどの程度堆積するのかを、物理的に予測するモデルを開発した。このモデルでは、流出可燃物に作用する力の釣り合いを時系列に解くことで、可燃物の位置を個

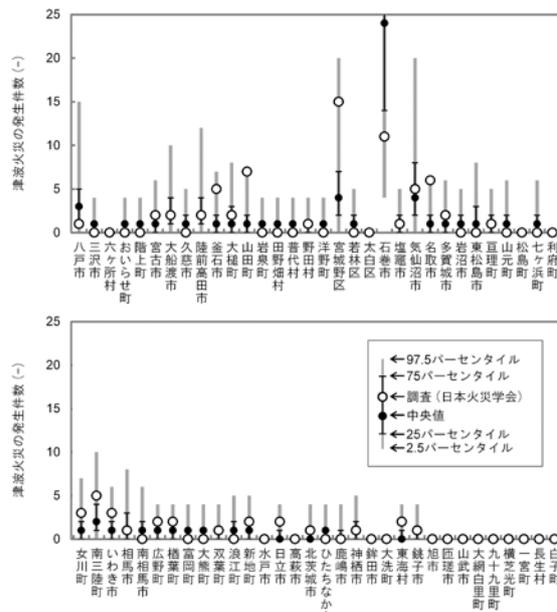


図 4 津波火災の発生件数の予測結果 (東北地震)

別に追跡し、浸水域全体での可燃物の空間分布の評価につなげる。また、モデルを東北地方太平洋沖地震の津波に適用し、津波火災のあった岩手県山田町を対象にした可燃物漂流シミュレーションを行った (図 2)。ここでは、予測される可燃物の集積範囲と、現地調査から把握された津波火災の焼失範囲を比較することで、モデルの検証を行った (図 3)。

3) 津波火災の発生件数を予測する統計モデル²⁾

日本火災学会の調査により整備された東北地方太平洋沖地震の出火記録を活用し、津波火災の発生件数を予測する統計モデルの推定を行った。ここでは、3月12日0時までに、津波の浸水区域で発生した火災を出火記録から把握し、これを津波により被災した64の市区町村ごとに集計することで、数理モデルを当てはめるカウントデータとした。津波火災の発生件数がポアソン分布に従うことを仮定し、カウントデータに当てはめる数理モデルとして、一般化線形混合モデルを採用した結果、流失車両数、LPガスボンベ流失世帯数、浸水工業地域面積の3つの説明変数によって、津波火災の発生件数を概ね予測できることを確認した (図 4)。

【参考文献】

- 1) 西野ほか：津波火災シミュレーションに向けた建物から流出する可燃物の時空間分布予測モデル，日本建築学会環境系論文集，2015年
- 2) 西野ほか：一般化線形混合モデルを用いた津波火災の発生件数の予測手法，日本建築学会環境系論文集，2015年