

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22760449

研究課題名（和文）

出火リスクを考慮した地震時における市街地の火災安全性能評価と出火対策効果の把握

研究課題名（英文）

The fire safety assessment in urban area and the measures of the outbreak-fire in case of the earthquake.

研究代表者

廣井 悠 (HIROI U)

名古屋大学・減災連携研究センター・准教授

研究者番号：50456141

研究成果の概要（和文）：本研究の成果は、東日本大震災のものも含めて地震火災の出火要因とその対策についてである。特に東日本大震災では330件の地震火災のうち、半分が津波火災と言われており、北海道南西沖地震でもみられたこの現象の説明と対策方針の確立が急務と考えた。筆者らによる現地調査と消防・消防団・住民によるヒアリング、実験、アンケートの結果、出火の原因は主に、破壊された家屋によるもの、プロパンガスボンベによるもの、自動車によるもの、と推定されることがわかった。またその対策は、なによりもまず、屋外タンクなど危険物施設の津波対策が挙げられる。気仙沼における実例のように、出火源が何であれ、屋外タンクが流出して海上で火災が発生し、燃えた瓦礫が移動することで広域的な被害を及ぼす可能性もあり、津波被災エリア以外や津波避難ビル等の危険性も増大する。それゆえ、タンクのかさ上げや地中化、再配置など屋外タンクの内容物を津波で流出させない対策が求められる。続いて、残された市街地、つまり高台への延焼を最低限防ぐための戦術、安全な避難場所の確保などが有効と考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this paper, mainly I discuss a spreading fires in the Great East-Japan Earthquake. In the Great East-Japan Earthquake, many serious spreading fires happened in the Tohoku and Kanto district. According to the report of Fire and Disaster Management Agency, 330 fires happened in the Great East-Japan Earthquake. In Urban area on the Sanriku Coast, many large spreading fires were caused by Tsunami. We call it Tsunami Fire. Characteristics of these fires differ greatly among regions. Typical fires that occurred in the Sanriku coastal region arose from a lot of combustible materials, such as houses and vehicles, which were destroyed and swept away by the tsunami waves toward a mountain, caught fire from a source of fire (domestic and other various fuels) drifted there, and spread into town areas and forests. On the other hand, in plain areas where the population and industries were concentrated, a small number of fuels, such as household gas cylinders and vehicles scattered about the town, joined together into a mass of combustible materials, which are estimated to have made a great contribution to potential outbreak or spread of fires. In any region, it is estimated that tsunami fires were caused by a combination of various potential factors such as an electric leakage, a short circuit, and sparks from a crash.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 700,000 | 210,000 | 910,000 |
| 2011年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2012年度 | 600,000 | 180,000 | 780,000 |
| 総計 | 2,200,000 | 660,000 | 2,860,000 |

研究分野：都市防災

科研費の分科・細目：都市計画・建築計画

キーワード：地震火災，東日本大震災，都市防災，出火

1. 研究開始当初の背景

研究開発以前より長い間、わが国の都市空間の安全性を論じるうえで、地震火災被害の軽減は避けて通れない課題であった。特に、関東大震災や阪神・淡路大震災の歴史を紐解くまでもなく、地震時は非常に多くの火災が同時に発生することが予想され、また公設消防がその全てを平常時と同様に消火することは事実上不可能とみられていた。本研究開発プロジェクトではその点を踏まえて、地震時における火災被害の軽減をはかるためには、次の3つのアプローチを総合的に同時追求する必要があるものと考えていた。

- (i) 地震時の出火要因を把握し、それを軽減するための対策の効果を検証する。
- (ii) 地震時の延焼性状の予測手法を確立し、耐火建築物や空地などの延焼阻止効果を評価する。
- (iii) 地震火災発生時に、限りある消防力を最適に運用するための戦術を確立する。

このうち、研究開発当初においては、(ii)および(iii)の視点から都市の火災安全性能を評価するものは多く蓄積があったが、(i)の視点から試みたものは数少なかった。そこで、本研究ではこれら地震火災リスク評価における出火要因の更なる精緻化を目指し、主に(i)の視点に着目し、(ii)および(iii)のシステムとの連携を志向しながら、最終的に出火防止対策の効果とその推進を論ずるものとした。

2. 研究の目的

特に本研究の目的としたのは、「地震時の出火要因を把握し、それを軽減するための対策の効果を検証する」点であった。このため、新たな地震時出火確率の把握手法を提案することを主目的として研究を行った。特に、研究開発期間中に発生した東日本大震災では、これまでの関東大震災・阪神淡路大震災時とは異なる出火が数多く確認された。それゆえ、東日本大震災の事例も含めて、出火のメカニズムを明らかにして出火率のより精緻な把握手法を求めることを研究の主な目標とした。

3. 研究の方法

本研究では、地震火災の出火メカニズムを把握し、その定量的な事前予測を可能にするため、大規模な調査・実験を行い、その上でそれらから得られたデータを用いて分析の枠組みを提案することとした。

4. 研究成果

以下に研究成果を記す。本研究では、4種類の調査・実験を行い、これらを根拠データとした分析を行っている。はじめは、東日本

大震災時に発生した火災調査である。これは2011年3月末～4月に行ったもので、新しい火災調査の手法として、GPSを用いて延焼領域の把握と面積の算出を行っている(深刻な津波被害により地図で現在地を把握することが困難だったため)。結果として、少人数・短期間でほぼ全ての津波火災を把握することができ、下図のように市街地の延焼面積は約78万㎡と予想されることが分かった(ただし下図において、名取市平田橋付近の火災のみ当調査では把握できず、消防研究センターの調査結果)。この研究調査は他の調査機関ではここまで大規模に行っておらず、唯一の成果となる。

表1 東日本大震災時の市街地の延焼面積

| 地区名 | 延焼面積(m ²) | 地区名 | 延焼面積(m ²) |
|---------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 野田村 | 508 | 気仙沼市 弁天町(4) | 337 |
| 大崎町 上町・本町・末広町 | 159,374 | 気仙沼市 弁天町(5) | 108 |
| 大崎町 大橋中学校 | 4,294 | 気仙沼市 弁天町(6) | 326 |
| 大崎町 マスト | 14,934 | 気仙沼市 弁天町(7) | 1,973 |
| 大崎町 新浜地区 | 9,900 | 気仙沼市 弁天町(8) | 1,109 |
| 宮古市 田老(ケラス)地区 | 9,947 | 気仙沼市 弁天町(9) | 267 |
| 山田町 陸中山田駅周辺 | 173,342 | 気仙沼市 弁天町(10) | 175 |
| 山田町 大沢地区 | 2,318 | 気仙沼市 内の脇地区 | 39,976 |
| 山田町 観音地区 | 3,001 | 石巻市 石巻川 | 23,789 |
| 山田町 田の浜(1) | 5,432 | 石巻市 門脇小付坂(1) | 32,792 |
| 山田町 田の浜(2) | 4,457 | 石巻市 門脇小付坂(2) | 18,913 |
| 山田町 田の浜(3) | 8,240 | 石巻市 門脇町 東側 | 334 |
| 大船渡市 | 2,068 | 石巻市 門脇町 港辺(1) | 1,965 |
| 気仙沼市 鷹折地区 | 114,175 | 石巻市 門脇町 港辺(2) | 1,095 |
| 気仙沼市 浪板(1) | 1,017 | 石巻市 門脇町 アパート | 275 |
| 気仙沼市 浪板(2) | 1,572 | 石巻市 蛇田地区 | 334 |
| 気仙沼市 浪板(3) | 439 | 仙台市 青葉区住宅 | 60 |
| 気仙沼市 浪板(4) | 3,870 | 仙台市 泉区住宅 | 66 |
| 気仙沼市 浪板(5) | 2,595 | 仙台市 宮城野区 港四丁目車両流通センター(1) | 1,986 |
| 気仙沼市 浪板(6) | 2,212 | 仙台市 宮城野区 港四丁目車両流通センター(2) | 117 |
| 気仙沼市 大浦地区 | 21,924 | 仙台市 宮城野区 港四丁目倉庫 | 3,676 |
| 気仙沼市 小ヶ汐(1) | 2,446 | 仙台市 宮城野区 港生一丁目 | 1,580 |
| 気仙沼市 小ヶ汐(2) | 8,416 | 仙台市 宮城野区 港生二丁目物流センター | 2,176 |
| 気仙沼市 小ヶ汐(3) | 2,289 | 仙台市 宮城野区 港生二丁目市街地 | 1,924 |
| 気仙沼市 小ヶ汐(4) | 3,532 | 仙台市 宮城野区 牛小倉 | 1,893 |
| 気仙沼市 小ヶ汐(5) | 2,691 | 名取市 閑上地区 ホーム前 | 10,190 |
| 気仙沼市 二の浜 | 3,451 | 名取市 閑上地区 平田橋付近 | 42,000 |
| 気仙沼市 弁天町(1) | 50 | 亶理町 亶理 | 2,879 |
| 気仙沼市 弁天町(2) | 305 | いわき市 久ノ浜地区 | 14,687 |
| 気仙沼市 弁天町(3) | 2,535 | 合計 | 784,088 |

次に、主に消防団などに対して80回程度のヒアリング調査を行っている。これにより、出火メカニズムのヒントを得ることができた。続いて、2011年8月に津波火災の出火実験を消防研究センターで行った。実験の概要は、水を満たした容器にA重油を混ぜ、木材を浮かべて燃焼させるものである。その結果、木材が蠟燭の芯のような役割を果たし、燃焼が長時間継続することが確認された。



図1 火災実験の概要(2011.0815-16)

最後に、消防本部へのアンケート調査を行っている。これにより詳細な出火データの入手ができ、以下のことなどが分かった。

1. 津波火災の火災1件当たりの延焼棟数は約20棟と、地震火災の約13倍であった。
2. 建物火災60件の中で火元の建築物の構造が判明している36件の内訳を調べた結果、その他1件、不明1件を除くと非木造が23件、木造が11件であった。これより、木造建築物に比べて非木造建築物の方が津波火災の火元となりやすいことがわかる。なお、火元となった木造建築物はほとんどが住宅用途であったが、他方で火元となった非木造建築物は共同住宅や工場、イベントホールなどが主な用途であった。
3. 同様に、建物火災60件の中から火元の建築物の高さが判明している34件の内訳を調べた。この結果、1階の建築物からの出火が15件、2階の建築物からの出火が14件となっているが、中には9階、10階のような高層建築物からも出火していることが判明した。
4. 津波火災全149件を火災種別に整理した結果、建物火災は60件、車両火災は32件、船舶が1件、その他(田畑など、不明含む)が54件となっており、建物火災の約半分の車両火災が発生している。
5. 津波火災の発生日時は、3月11日中に発生したものは82件であり、半分程度が当日以降に出火したものであることが明らかになった。

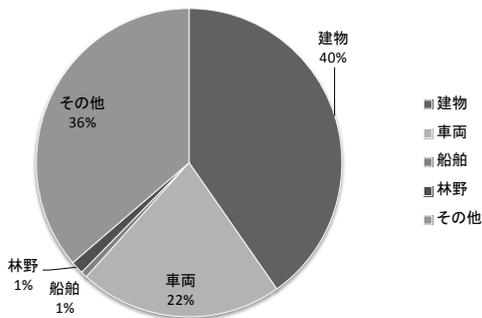


図2 津波火災の火災種別(N=149)

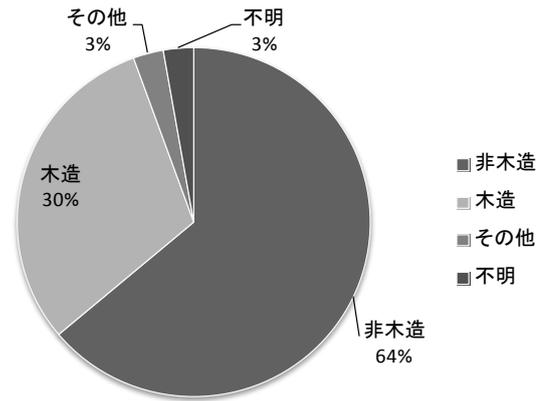


図3 津波火災の火元建築物の構造 (N=36)

ところで、我が国では地震時の出火件数(もしくは出火率)を予測する試みは昭和40年代前半から行われており、古くは河角の方法や水野の方法から現在では東京消防庁による出火危険度測定まで、様々な方法が考案されている。特にこのなかでも、倒壊率と出火率の関係を用いる手法は長年にわたり利用されてきた。ここでは季節係数や火気器具の数量などは考えず、津波被害をうけた市区町村と津波被害をうけなかった市区町村にデータを分類し、単純に全壊棟数と出火件数の関係を見ることとする。結果として、津波被害を受けなかった市区町村においては両者の関係は当てはまりが悪く、決定係数も低かったのに対し、津波被害を受けた市町村においては当てはまりがおおむね良く、決定係数となった。この回帰式は $y = ax + b$ となる(ただし x : 全壊棟数, y : 出火件数)。上記の理由として、今回の震災において津波火災は上述したメカニズムで出火するものと考えられるため、その出火件数は壊れた・流出した家屋の数や津波被害を受けた被災面積の影響を受けるものと考えられる。すなわちこれら全壊棟数が代替した結果、当てはまりが良かったものと考えられる。

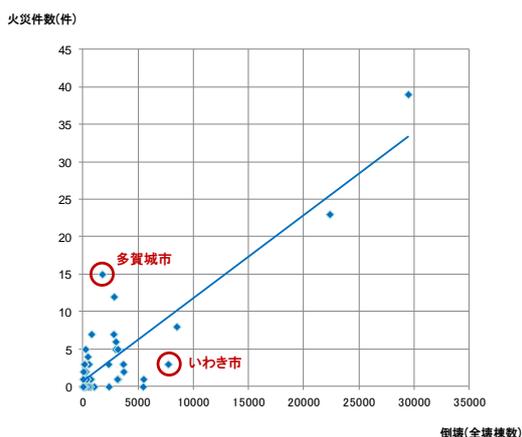


図 4 市区町村別の全壊棟数と火災件数
(津波被災自治体のみ)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. 廣井悠, 山田常圭, 坂本憲昭, 東日本大震災における津波火災の調査概要, 地域安全学会論文集, 査読有, NO. 18, pp. 161-168, 2012.

〔学会発表〕(計 6 件)

1. U HIROI, AI SEKIZAWA, AKIHIKO HOKUGO, TAKAYUKI KANEKO, LIU CHANG, HIROAKI NOTAKE and DAISUKE OIWA, Experimental Study on Walking Speed in the Presence of Obstacles on a Walkway assuming Fire Evacuation in a Department Store, Asia-Oceania Symposium for Fire Science and Technology, 2010
2. 廣井悠, 山田常圭, 坂本憲昭, 山田町の大規模市街地火災及び大槌町での津波火災発生状況, 安全工学シンポジウム 2011 講演予稿集, pp.238-241, 2011.
3. 廣井悠, 坂本憲昭, 山田常圭: 東日本大震災における津波火災の概要と特徴, 地域安全学会梗概集, No.29, pp1-4, 2011.
4. 廣井悠: 東日本大震災における津波火災の概要とその分析, 第 30 回自然災害学会学術講演会講演概要集, pp133-134, 2011.
5. 廣井悠, 坂本憲昭, 山田常圭: 東日本大震災における津波火災の概要とその対

策, 日本火災学会研究発表会概要集, pp116-119, 2012.

6. 廣井悠: 福島県いわき市久ノ浜における津波火災の概要と特徴, 地域安全学会東日本大震災特別論文集, No.1, pp41-42, 2012.

〔図書〕(計 1 件)

1. 火災学会東日本大震災調査委員会(研究代表者が幹事となり編・著), 東日本大震災における津波火災の調査概要, 東日本大震災調査報告書(速報版), 火災学会, 2011.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.u-hiroi.net/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣井 悠 (HIROI U)

名古屋大学・減災連携研究センター・准教授

研究者番号: 50456141

(2) 研究分担者なし