

令和 7 年 6 月 12 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2024

課題番号：19K04768

研究課題名（和文）自然災害を起因とした火災のリスク評価に関する研究

研究課題名（英文）Methodological study on risk assessment of natural-hazard triggered fires

研究代表者

北後 明彦（Hokugo, Akihiko）

神戸大学・都市安全研究センター・名誉教授

研究者番号：30304124

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：自然災害全般を対象とした火災のリスク評価・対応技術の確立のため、次に示す(a)～(c)の課題について研究を実施した。(a)自然災害を起因として発生する火災に関する事例収集については、地震火災及び豪雨・台風時の火災について実施した。(b)自然災害を起因として発生する火災に関する調査方法の確立に関しては、調査方法の変遷や災害間比較などを行った。(c)自然災害を起因として発生する火災の出火メカニズム推定については、地震火災・津波による火災などについての対応行動調査やこれらの火災に対する人々の意識についての事例研究を参照し、消火活動可能性や避難可能性を高める条件を整理した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、火災による災害のメカニズムを把握し、被害軽減をはかる防災研究である。防災研究は、自然科学、社会科学など様々な学術分野においてこれまで様々な研究実績がある学際領域であるが、災害による被害が複雑化・多様化する今後の火災研究を考える上では、地震時のみならず自然災害全般を対象としたリスク評価・対応技術の確立を行っていく上で、基礎的な知見となる。

研究成果の概要（英文）：In order to establish risk assessment and response techniques for fires that occur as a result of natural disasters in general, research was conducted on the following issues (a) to (c). (a) Case studies of fires that occur as a result of natural disasters were collected, focusing on earthquake fires and fires that occur during heavy rains and typhoons. (b) In order to establish research methods for fires that occur as a result of natural disasters, changes in research methods were examined and comparisons were made between disasters. (c) In order to estimate the outbreak mechanism of fires that occur as a result of natural disasters, research on response behavior for earthquake fires and fires caused by tsunamis, etc., and case studies on people's awareness of these fires were referred to, and conditions that increase the possibility of firefighting activities and evacuation were compiled.

研究分野：建築学

キーワード：火災 自然災害 強風 浸水 地震 出火メカニズム データベース 起因

1. 研究開始当初の背景

(1) 市街地における広域火災については、近年では主に「地震」を対象とする形でこれまでもわが国でさまざまな研究が行われている。これらの研究の成果より都市の火災安全性能が高まり、また消防をはじめとした防火に関する社会制度が確立されたことによって首都直下地震などの大都市を襲う災害、南海トラフ巨大地震などの巨大災害、もしくは強風といった劣悪な気象条件下における状況を除き市街地の大規模火災による甚大な被害は低減する傾向にある。人口減少・少子高齢化・低成長といった時代背景を踏まえると、今後の地震火災研究は特殊な状況下における「最悪の現象」をいかにクライシスコントロールするか、という方向へ学術的関心がますます寄せられるものと考えられる。

(2) しかしながら、東日本大震災時における津波火災や2018年7月の西日本豪雨に伴うアルミニウム工場の爆発を起因とした火災、高潮による火災など、近年は必ずしも「地震」のみを原因としない多種多様な火災被害が数多く発生していることも事実である。また、その多くは産業施設における深刻な被害に繋がるという特徴があるため、避難方法なども居住地域における地震火災などとは異なるものである。このような自然災害由来の産業施設における災害は、Natech研究として海外のリスク研究分野で近年は活発に行われてきているものの、わが国では必ずしもこのような研究は進んでおらず、特に火災に焦点を絞ったものは存在しない。しかしながらこの傾向は、気候変動、新しい技術の爆発的な普及、都市・社会の複雑性が進む中で災害が複合的に発生した場合における火災対応の必要性も見据えるとますます重要な概念になっていくと思われ、自然災害を起因とする火災に関する新しい研究分野の体系化が望まれる。

2. 研究の目的

(1) 自然災害を起因とする火災に関するリスク評価手法を構築することで、自然災害由来の火災の多い産業施設・危険物施設のリスクなどが地区レベルで可視化することが可能となり、工場立地に伴うリスクの変遷などをシナリオ付きで示し規制的手段に生かすことを目指し、本研究の学問的問いは、「自然災害に起因する火災現象のリスク評価手法をどのように確立するか」となる。

(2) 従来の「地震」のみを主な対象とした火災研究の限界と質的変遷をふまえ、津波や浸水なども含めた自然災害全般に伴って発生する火災(Natural-hazard triggered Fire)全般を対象として、出火・延焼・消防・避難などを内包した適切なリスク評価手法と、立地規制や避難方法などの対応を模索する新しい研究テーマを構想し、本研究はその第一段階として、これまでの被害事例を特に出火から避難まで網羅的にデータベース化し、リスク評価については「出火」に焦点を絞り、出火予測式の立式をはじめとした自然災害に伴って発生する火災の出火件数予測手法につながるデータ整理を行い、危険物施設の立地規制などへの活用を目指すことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 災害による被害が複雑化・多様化する今後の火災研究を考える上では、地震時のみならず自然災害全般を対象としたリスク評価・対応技術の確立が必要であるので、「自然災害を起因として発生する火災に関する事例収集」、「自然災害を起因として発生する火災に関する調査方法の確立」、「自然災害を起因として発生する火災の出火メカニズム推定」の各項目について、それぞれ過去の事例を参照し、データ及び手法の整理を行う。

(2) 自然災害を起因として発生する火災に関する事例収集

火災の起因となる自然災害として、豪雨・台風・高潮及び地震・津波を取り上げた。

豪雨・台風・高潮を起因として発生する火災について、2018年台風21号による風雨や浸水を起因とした火災について、神戸市消防局、大阪市消防局、泉州南広域消防本部を訪問し、ヒアリング及び資料収集を行った。

令和元年(2019年)房総半島台風(台風第15号)に関連して発生した火災について、市原市消防局にヒアリング調査を行った。

平成30年7月豪雨(2018年西日本豪雨)、平成30年(2018年)台風21号、令和元年(2019年)台風15号及び19号を起因とする火災について、全国の726消防本部宛の質問紙調査依頼を2022年3月に行い、551本部からの回答を基に分析した。

平成28年(2016年)熊本地震の影響を少なからず受けたと考えられる九州地方の全消防本部に質問紙調査を行い、熊本地震における地震火災を網羅的に調査した。

平成30年(2018年)北海道胆振東部地震に起因する火災について北海道内の消防本部に対して電話、対面および書面による調査を行った。

令和6年(2024年)1月1日に発生した能登半島地震に伴って大規模市街地火災や津波火災などの地震火災が複数発生したことを受け現地調査を行うとともに、大規模市街地火災が発生した地域住民への質問紙調査を行った。

(3) 自然災害を起因として発生する火災に関する調査方法の確立

これまでに蓄積した阪神・淡路大震災における火災、東日本大震災における津波火災における

調査手法を参照しながら、台風による風雨や高潮を起因とする 2018 年台風 21 号による風雨や浸水を起因とした火災、令和元年房総半島台風、2016 年熊本地震、2018 年北海道胆振東部地震に関連して発生した火災を例として、自然災害に起因する火災の調査方法の可能性を探った。

(4) 自然災害を起因として発生する火災の出火メカニズム推定

風雨や浸水を起因とした火災の調査結果と本研究グループがこれまでに実施した東日本大震災における津波火災の一部の火災に類似する点が見られることから、一定の出火メカニズムの特定の可能性を探った。また、1923 年の関東大地震による地震火災、1995 年の兵庫県南部地震による地震火災、2011 年の東北地方太平洋沖地震・津波による津波火災などについての対応行動調査やこれらの火災に対しての人々の意識についての事例研究を参照し、消火活動可能性や避難可能性を高める条件を整理した。

4. 研究成果

(1) 自然災害を起因として発生する火災に関する事例収集

以下に示す各自然災害を起因とする火災についての事例を収集した。

平成 30 年(2018 年)台風 21 号では、記録的な高潮となり、風雨や浸水を起因とした火災が大阪湾岸を中心に発生した。以下、調査した消防本部のエリア内で発生した 38 件の火災についての調査結果である。火災種別は、車両火災 16 件、建物火災 13 件、その他火災 9 件であった。火災原因は、電気配線類(自動車以外)16 件、電気配線類(自動車)15 件、その他 4 件で、出火に影響した外的要因は、高潮 21 件、強風 7 件等であった。その他の出火原因の火災の中で、港湾の物流として取り扱われていたコンテナ内のマグネシウム混合物が海水に浸かって発生した火災については、消火活動従事者からのヒアリングにより、台風 21 号上陸前後において、台風に関連する水防活動を優先的に対応する必要がある状況下で、それと並行して台風起因した車両火災やマグネシウム火災の消火活動を平常時と異なる体制で行っている状況が明らかになった。マグネシウム火災が発生したバース内には広い空地があり、かつ住宅地からかなり離れていたため、住民への直接的な被害もなく、約 50 日にわたる消火作業が継続できたが、発生場所が市街地の場合には、消火活動のために道路の封鎖や避難など他への影響も大きかったと考えられる。調査したマグネシウム火災は、想定を超える高潮により発生したもののだが、今後も、海のそばのコンテナバースでは同様の火災が起こる可能性がある。

令和元年(2019 年)房総半島台風に関連して市原市内で発生した 5 件の火災については、激しい風雨による雨漏りでスパークが発生し、電気配線被覆類に着火した危険物一般取扱所の建物火災、太陽電池モジュールでの火災、停電発生時のヒューマンエラーによる火災、停電復旧時に過電流が原因で発生した火災等であった。

平成 30 年 7 月豪雨(2018 年西日本豪雨)、平成 30 年(2018 年)台風 21 号、令和元年(2019 年)台風 15 号及び 19 号を起因とする火災について、231 件について各消防本部から情報を得た。火災種別は、電気が 158 件 68%、自動車が 31 件 13%、化学反応が 8 件 3%、その他 12 件 5%、不明 22 件 10%であった。出火に影響した外的要因は、強風 47 件 20%、風雨 43 件 19%、高潮・浸水 27 件 12%、浸水 24 件 10%などであった。

平成 28 年(2016 年)熊本地震を起因とする火災 18 件の詳細を把握し、東日本大震災と同じく非常用電源からの火災が発生していること、消防活動上の影響や建物の地震による被害があった場合は大規模延焼に繋がりがやすいこと、熊本地震時は初期消火があまり成功していないことなどが示唆された。

平成 30 年(2018 年)北海道胆振東部地震に起因する火災について、12 件に関する情報を得ることができ、原因や火災種別を分類した。原因はろうそくが 5 件(42%)と最多であり、電気配線、及び、潤滑油に高温物接触がともに 2 件(17%)などであり、通電火災の可能性のある事例は 2 件(17%)であった。停電中の明り取りのために灯したろうそくを火源とする火災が 5 件(うち 1 件は死者 1 名)発生している。停電後の復電時の火災とともに、地震後の警戒および予防広報が重要である。

本調査の結果を阪神・淡路大震災や糸魚川大規模火災と比較した結果、地震直後の火気器具停止状況については阪神・淡路大震災と大きく変わるものではなかったが前震の影響があったこと、津波からの避難の影響が火災の覚知や消火・延焼防止活動などに大きな影響を与えたこと、そして本火災のみならず地震火災の覚知や対応行動、避難行動にまだ課題が潜在しているであろうことが判明した。

(2) 自然災害を起因として発生する火災に関する調査方法の確立

2024 年の能登半島地震に伴う大規模市街地火災が発生した地域住民への質問紙調査で、これまでの質問紙調査を整理した質問紙フォーマットに津波による影響を問う質問を加えて実施した。今後の自然災害を起因として発生する火災について、定式化した調査方法を提示したことになる。今後、別のタイプの災害事象による火災が発生した際に迅速に調査を行うことが可能となり、被害軽減のための示唆を社会に発信することに役立つと考えられる。

(3) 自然災害を起因として発生する火災の出火メカニズム推定

自然災害として巨大地震・津波をとりあげ、巨大地震・津波を起因とする火災リスクを中短期的に低減する方策としては、地域の人々の消火活動可能性や避難可能性を高めておき、地震・津波発生後の火災の拡大やそれにともなう人的被害を抑制することである。そこで、1923年の関東大地震による地震火災、1995年の兵庫県南部地震による地震火災などについての対応行動調査等についての事例研究を参照し、消火活動可能性や避難可能性を高める条件を整理した。

近年の調査研究の傾向としては、阪神・淡路大震災以降の通電火災、電気火災の増加に対応して、地震後の出火危険への対応行動に関する調査研究・検討事例が多い傾向がある。今後、消火活動可能性や避難可能性を高める条件の整備の程度に応じた人々の行動モデルを策定し、対応行動の条件整備や対応行動の意識を高める防災教育の実施による火災リスクの低減効果を見込み、これらの条件整備や防災教育の実施程度の目標設定を行うことにより、効果的に被害をなくしていくことにつなげていくことが可能となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Ohtsu Nobuhito, Hokugo Akihiko, Cruz Ana Maria, Sato Yukari, Araki Yuko, Park Hyejeong	4. 巻 -
2. 論文標題 Evacuation of vulnerable people during a Natech: a case study of a flood and factory explosion in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1108/IJDRBE-04-2021-0043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 廣井悠	4. 巻 70
2. 論文標題 水災害と火災 令和元年房総半島台風に関連して発生した火災(市原市の事例)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 火災 (Journal of Japan Association for Fire Science and Engineering)	6. 最初と最後の頁 36-39
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yuko Araki, Akihiko Hokugo, Abel Taiti KonnoPinheiro, Nobuhito Ohtsu, Ana MariaCruze	4. 巻 69
2. 論文標題 Explosion at an aluminum factory caused by the July 2018 Japan floods: Investigation of damages and evacuation activities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Loss Prevention in the Process Industries	6. 最初と最後の頁 104352.1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jlp.2020.104352	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 大津暢人, 廣井悠, 北後明彦	4. 巻 71-2
2. 論文標題 平成30年（2018年）北海道胆振東部地震に起因する火災に関する調査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本火災学会論文集	6. 最初と最後の頁 13-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11196/kasai.71.2_37	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 廣井悠, 岩見達也, 高梨成子, 樋本圭佑, 北後明彦	4. 巻 Vol. 70. No. 1
2. 論文標題 2016年熊本地震に伴って発生した地震火災に関する調査	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本火災学会論文集	6. 最初と最後の頁 27-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11196/kasai.70.1_27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 1件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 大津暢人, 廣井悠, 北後明彦, 花井英枝
2. 発表標題 風水害に伴って発生した火災に関する調査 - 全国722消防本部を対象として -
3. 学会等名 日本火災学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大津暢人, 北後明彦, 山田常圭, 廣井悠, 花井英枝
2. 発表標題 大阪湾岸における浸水および強風に起因する火災 - 2018年台風21号に伴って発生した火災に関する調査(1) -
3. 学会等名 日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 花井英枝, 北後明彦, 山田常圭, 廣井悠, 大津暢人
2. 発表標題 六甲アイランドにおけるマグネシウム火災事例 - 2018年台風21号に伴って発生した火災に関する調査(2) -
3. 学会等名 日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北後明彦
2. 発表標題 地震火災・津波火災の発生・被害拡大を抑制する対応行動の事例研究の整理
3. 学会等名 第16回日本地震工学シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	廣井 悠 (Hiroi Yu) (50456141)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授 (12601)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大津 暢人 (Ohtsu Nobuhito)		
研究協力者	花井 英枝 (Hanai Fusae)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------