火災統計資料に基づく延焼火災の特性

全国の延焼火災の傾向及び政令指定都市と東京23区の延焼火災件数と焼損床面積の分析

CHARACTERISTICS OF FIRE SPREAD BASED ON THE FIRE STATISTICS MATERIAL

National trends of the fire spread and the analysis of fire spread cases and burnout floor area
in Government-decreed cities and Tokyo's 23 wards

松浦 郁実*

Ikumi MATSUURA

About 60,000 fires occur per year in Japan. Of them, over 30,000 cases were building fires. And burnout floor area is about 1,500,000 m² per year. It is preferable to decrease the number and scale of fires. The purpose of this study is to analyze the behavior of fire and its spread. To analyze them, we used fire statistics which is available to the public. At the beginning, the object region was the whole of Japan. The second object is Government-decreed cities and Tokyo's 23 wards. We analyzed the rate which is the fire spread and non-fire spread. Next the research was the correlation between the burnout floor area of the fire origin building and the burnout floor area of buildings damaged by fire spread. The result shows that the Fire spreading is not a special thing as the side of the month. The burnout floor area increases as the number of burnt buildings increases. It is different from each region that the calculation guidelines about burnout floor area. There is poor correlation between the burnout floor area of the origin building and the burnout floor area of damaged buildings.

Keywords: Fire statistics, Burnout floor area, Building fire

火災統計, 焼損床面積, 建物火災

1. はじめに

消防白書によると、日本では建物火災、林野火災、車両火災、船舶火災、航空機火災、その他の火災を含めると毎年約 60,000 件の火災が発生している。そのうち、30,000 件以上が建物火災であり、また、図 1 は各年の火災の規模を示したものであるが、年間約 1,500,000 m²が燃えている¹⁾。このような現状から、火災件数及び火災の規模が小さくなる必要があると考える。理想は火災が無く、火災の規模もない世の中である。しかし、現実的には、失火があり、さらに放火・放火の疑い(10,776 件/年: 全火災の 20.6%)¹⁾がある。延焼火災について、火災統計を用いた既往の研究では、関沢・堀内²⁾が十大都市を対象にアンケート調査によって、焼損面積(現在の焼損床面積)の算定要領について地域ごとに解釈が異なることを考察している。佐藤ら³⁾⁴⁾は建物用途ごとに消防用設備が焼損床面積の拡大に対して奏功しているか考察しており、また、火災の規模を初期消火の失敗に特化し、焼損床面積の大小を支配する要因について分析している。野崎・小林⁵⁾⁶⁾は、非住宅系の建物について小規模から大規模の火災のリスク評価について考察している。

また、延焼現象を対象とした既往の研究のうち、都市火災をテーマとした研究では、亀井⁷⁾は、アンケートによって回収した資料を基に都市別に延焼火災と不延焼火災と小火に分類し、延焼率と大火率の関係を示している。横井⁸⁾は、延焼危険度という関数を定義し、各府県の延焼危険度を算出している。塚越・糸井川⁹⁾は、都市防火

区画を取り囲む延焼遮断帯が、地震時に予想される市街地火災を遮断し得るかどうかを、火災条件、気象条件、延焼遮断帯の構成内容に応じて判定するための評価手法を確立している。村田¹⁰⁾は兵庫県南部地震の被害を踏まえた地域の防災特性の評価を目的としており、地震の被害地域特性に関わる要素との関連を抽出し、整理、分析している。高井ら¹¹⁾は、消防隊員の活動記録と、消防局およびマスコミの映像記録等から解読可能な資料を収集、解析し、最も現実に近い延焼動態について明らかにしようとしている。加藤ら¹²⁾¹³⁾¹⁵⁾は、一連の研究で、現実の市街地に即したモデルに展開させている。齋藤ら¹⁴⁾は、木造密集市街地の改善のために市街地の延焼性状を評価する新たな指標の提案を行い、その妥当性と適用性を検証している。村田ら¹⁶⁾は耐火造・準耐火造建物の火災がどのような場合に周辺へ延焼するのかを明らかにし、市街地の延焼危険性の評価に役立てるとともに延焼しにくい耐火造・準耐火造建物の設計指針のための知見を得ることを目的としている。木村・糸井川¹⁷⁾は、市街地の延焼危険性に影響を与えている要因を把握し、今後市街地火災を低減させていく対策の一助になることを目的としている。シミュレーション、モデルをテーマとした研究では、伊藤¹⁸⁾は延焼について計算式を用いて、風向と延焼角に着目し延焼の期待値を考察している。田村ら¹⁹⁾は、地震時の延焼拡大状況を予測するシステムを開発した。鈴木・吉田²⁰⁾は、確率論的な延焼拡大モデルを取り入れた火災シミュレーションモデルを提案し、可燃物間の延焼過程を考慮した初期

* 東京理科大学大学院 大学院生・修士(工学)

Graduate Student, Tokyo University of Science, M. Eng.

火災段階での発熱速度や煙層温度などの確率分布を求め、可燃物に対し、防火対策を施したときの比較をしている。出口ら²¹⁾は、初期火災時における火災の拡大に影響を及ぼすと考えられる可燃物特性の中から、可燃物配置の影響に着目するため、同程度の燃焼性状を有する同型のクリブを用いた延焼実験を行い、実験結果にもとづいて著者らの旧モデルを改良している。樋本・田中²²⁾は、都市火災の拡大を現象の物理的知見に基づいて定式化することで、より合理的な延焼モデルを開発し、これまで著者らのモデル開発の内容を整理し、その妥当性の検証をしている。飯塚・青木²³⁾は、建物構造や建物用途の遷移構造を分析し、将来延焼危険度が悪化する恐れのある地域の示す特徴を明らかにしている。西野ら²⁴⁾は、計算速度の速さや計算に必要な情報量の節約を重視しつつ、現象の物理的な知見に基づいた準定常的な計算によって、都市火災の延焼性状を簡易に予測する手法を開発している。延焼速度をテーマとした研究では、保野ら²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾は建物火災の延焼速度式（ロジスティック曲線）に関する決定係数法及び数値解析上の問題点について検討している。

以上、これまでの延焼火災について、火災統計を用いた既往の研究では、建物から他の建物へと火が燃え移る延焼火災の特性については未検討である。また、延焼現象をテーマとした既往の研究では多くの研究がされているが、実験値や計算（シミュレーション、モデル）、実際の大規模火災を取り上げているが、実際に発生した小さい火災から大きい火災の延焼火災に着目したものは見当たらない。本稿での大きな特徴は火災統計資料を得て延焼火災の分析を試みることにある。同様の資料を利用した研究はあるが、延焼に特化したものはない。このような、建物から他の建物へと火が燃え移る延焼火災件数が減少することが望ましい。そこで、本稿では、行政情報を利用し、火災件数と焼損床面積を指標にして火元建物と被延焼建物の関係を明らかにし、延焼火災を減少させていきたい。なお、本稿で言う延焼火災の特性とは、出火月、出火時刻、火災規模、建物構造を指している。延焼火災を扱う上で消防力も重要な要因であるが、本稿で対象とする都市では、人口と消防署数の相関係数が0.98であり、消防力は一定数以上の人口の各都市で同等と仮定できると考える。その他、延焼火災の特性として隣棟間隔や開口部の位置、寸法が考えられるが、本稿で利用する資料に記載されてなく、他の資料も調べたが、上述した要素を整理されている資料はなかった。外気風は火災統計資料に記載されているが、どの地点での測定か不明瞭であったため考慮しない。

なお、本稿でいう延焼火災とは、出火した建物から、他の建物に火災が拡大する火災をいう。この出火した建物を火元建物と呼び、火元建物以外の火災によって被害を受けた他の建物すべてを被延焼建物と呼ぶこととする。

2. 研究方法

本研究での延焼火災を減少させる仕組みは、まず近年の火災統計より延焼火災の実態を示す。そして、焼損床面積を指標に火元構造別に分析し、延焼火災件数の減少に有効な火元建物構造を示すことで、延焼火災が減少すると考える。

検討項目として、火災件数と焼損床面積を利用する。火災件数及び焼損床面積のみの分析では単純集計を示し、火災件数及び焼損床面積の両方を使う場合、期待値や割合を示す。

火災の規模の指標として、焼損床面積と焼損表面積^{注1)}があるが、焼損床面積を利用する。既往の研究³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾において、焼損床面積を火災の規模の指標としており、また、火災統計において、年間の火災の規模が焼損床面積の方が大きく（図1）、延焼火災の特性の分析をすることに適していると考えられるためである。火災の規模が大きい方が延焼拡大している可能性が高く、被延焼建物の火災の規模を比較すると、焼損表面積より焼損床面積の方が約4倍多く、結果として、焼損床面積の方が分析に適していると考える。また、焼損床面積と焼損表面積では、定義（算定方法は注1参照）が異なるため、本稿では焼損床面積のみを扱う。

図1 建物火災件数と焼損面積の経年変化（全国：1995-2008）¹⁾

これまで、消防白書¹⁾では延焼火災の火元建物と被延焼建物の火災規模の関係を明らかにすることはできなかった。そこで、本研究では、行政が保有している火災統計データである火災報告^{30)注2)}を利用する。火災報告を利用することで、消防白書には掲載されていない情報から延焼火災の特性を明らかにできる可能性がある。また、筆者が火災報告を入手した期間は、1995年1月1日から2008年12月31日までの14年間分の電子データであり、火災報告によって得られた火災件数は826,278件である。

次に、研究対象であるが、第一に日本全国を対象とし、全ての建物火災と建物の延焼火災を比較して、延焼火災の特性を明らかにする。そのために、出火月、出火時間、火元建物用途別の火災件数の割合、火元建物用途別の延焼火災の火災件数の割合、全ての火元用途別建物火災の焼損床面積と火元用途別火災の被延焼建物のみの焼損床面積の検討、比較を行う。第二に政令指定都市及び東京23区を対象とし、延焼火災の特性を他の行政情報も利用して検討していく。ここでは対象建物を火元建物が戸建て住宅のものを対象とする。戸建て住宅に限定した理由は後述する。また、延焼火災で延焼を受けた建物ではなく火元で建物用途を分類している理由は、火災報告には、被延焼建物の建物用途等の特性が記述されていないためである。対象地域を政令指定都市及び東京23区に限定した理由は、都市部と地方部では都市構造及び消防力等の面で比較が困難であるが、都市部（政令指定都市及び東京23区）では比較できると考える。地方部では、母屋と納屋等の付属建物が同一敷地内にあると予想した。検証の結果、14年間（1995年から2008年）、ある村では、火元が戸建て住宅の場合、全ての火災が延焼火災になり、罹災世帯が1世帯の割合が高い（75.0%以上）結果であった。よって、建物が密集し

ていると思われる政令指定都市及び東京 23 区に着目した。なお、政令指定都市は以下の 17 都市である。札幌市、仙台市、さいたま市、千葉市、横浜市、川崎市、新潟市、静岡市、浜松市、名古屋市、京都市、大阪市、堺市、神戸市、広島市、北九州市、福岡市（2008 年 12 月 31 日時点）。ただし、各都市において、当該期間中に市町村合併がある場合は、合併前の市町村の火災件数も合算している。

なお、本稿でいう相関係数とは、ピアソンの積率相関係数を指す。相関係数は数値で 2 つの数量の関わり合いの度合いがわかる。ただし、相関係数は 2 変数の因果関係を説明するものではない。本稿での相関係数の使用目的は 2 変数のちらばり度合いであり、因果関係を求めることではない（出火月、出火時間及び焼損床面積）。よって、本稿では、ピアソンの積率相関係数が必要と考え利用した。

3. 日本の延焼火災

3.1 延焼火災件数の経年変化

本節では、日本の建物火災の延焼火災件数の推移を概観する。まず、1995 年から 1997 年までの延焼火災件数について、データの除外をする。データの除外を行う理由は、明らかに特異なデータ^{注 3)}が入ることを避けるためである。火災報告のデータを整理した結果、1995 年から 1997 年までは、不自然な延焼火災件数の割合である。よって、日本の延焼火災を調べる場合、1995 年から 1997 年までの日本全国のデータ（図 2 の網掛け部）を除く。

図 2 延焼火災と 1 棟火災件数の経年変化

図 2 より、1998 年以降の延焼火災は、建物火災の全体の約 17% で推移している。一方、1 棟火災は 1998 年から 2002 年にかけて増加しているが、傾向としては建物火災の全体の約 83% を占めて推移している。

3.2 出火月と出火時間

次に、延焼火災が全ての建物火災と出火月及び出火時間に違いがあるのかを確認する。

第一に、出火月であるが、図 3 に示す通り、全ての建物火災の出火件数と延焼火災のみの建物火災の出火月の分布は似ており、相関係数は 0.99 である。どちらの場合でも、12 月から 3 月にかけて火災件数が多く、6 月から 9 月は出火件数が少ない。

第二に、出火時間であるが、図 4 に示す通り、全ての建物火災

図 3 全ての建物火災と延焼火災のみの建物火災別の出火月（1998 年-2008 年）

図 4 全ての建物火災と延焼火災のみの建物火災別の出火時間（1998 年-2008 年）

と延焼のみの建物火災の出火時間の分布は出火月と比べると相関係数は低くなり 0.78 である。どちらの分布も概ね似た分布である。

全ての建物火災では夕方（18 時）にピークが見られるが、延焼火災では 15 時がピークになり、夕方には目立ったピークはない。夕方は、調理時間帯と考えられ、火災は発生するものの、人間の活動時間帯（起床時）なので、火災の早期発見につながり、延焼火災には至りづらいと考えられる。また、延焼火災のピークが 15 時という点では、人間の活動時間帯（起床時）と思われるが、この時間帯は高齢者及び障害をもつ者が 1 人になる可能性が高い時間帯とも考えられる。その場合、火災の早期発見が遅れ延焼に繋がりがやすいのではないだろうか。この時間帯は、近隣住民の助け合いが大切な要素であると考えられる。その結果、火災の早期発見、延焼拡大の防止に繋がるだろう。また、延焼火災について、深夜の 0 時から 3 時位も延焼火災件数が多い。これは、放火が原因と思われる。消防白書によれば、放火が多い時間帯は 0 時から 4 時までである。そのような深夜に放火された場合、火災の早期発見は難しいだろう。また、放火なので、外壁及び外壁付近の可燃物に放火することが考えられる。外壁付近に放火した場合、隣棟間隔が狭ければ、容易に延焼火災に発

展するだろう。このような場合を考えて延焼火災件数減少に貢献するには、外壁周辺に可燃物を置かない、という対策をとることができると考える。

3.3 火元建物用途別の火災件数

これまでは、全ての建物用途を含んだ火災件数の比較であったが、具体的な火元建物用途別の特性を把握するため、火元用途別^{注4)}の火災件数の分布を示す。

まず、全ての建物用途別の火災件数であるが、1998年から2008年までの11年間の建物火災のうち、建物火災は345,405件であり(図5)、延焼火災は11年間の建物火災のうち60,495件である(図6)。

図5 全ての建物火災の火元建物用途別火災件数の割合

図6 延焼火災のみの火元建物用途別火災件数の割合

全ての建物火災(図5)では、戸建て住宅は全体の35%であるが、延焼火災(図6)をみると49%と、ほぼ半数の割合を占めている。この割合の増加は、各建物用途で、戸建て住宅が火を扱う時間が長い建物用途であるからと考えられる。また、全ての建物火災では、共同住宅が2位(17%)であったが、延焼火災では、4位(6%)に減少している。これは、戸建て住宅同様、火を扱う居住系建物用途ではあるが、共同住宅の多くの建物構造が非木造(86.7%)で、延焼拡大しづらいからと思われる。一方、全ての建物火災では、上位5位に入らなかった倉庫が、延焼火災では5位(5%)になっている。倉庫の使用用途を考えると、建物内に多くの収容可燃物が保管しており、他の建物用途より火災荷重が大きいと考えられる。そういった場合、倉庫内で火災が発生すれば、火災荷重大きので、火災が拡大し延焼する可能性が高くなるのではないだろうか。

図7 各建物用途から発生した火災の総焼損床面積 (1998-2008)

図8 各火元建物から発生した火災の被延焼建物の総焼損床面積 (1998-2008)

次に、図7及び図8より、各建物用途から発生した火災の総焼損床面積と被延焼建物の総焼損床面積の1位は戸建て住宅である。これは、図5及び図6で示したように、戸建て住宅の火災件数が多いことも理由の一つであろう。また、図7と図8の戸建て住宅の割合もほぼ同様というのも特徴の一つである。よって、火元建物(戸建て住宅)を除いても、焼損面積の多くを占めているのが戸建て住宅ということが明らかとなった。また、複合建築物について、各建物用途から発生した火災の総焼損床面積では5位(6%)であったが、被延焼建物の総焼損床面積では3位(9%)になっている。これは、火元建物の火災規模より、周囲の建物に影響を及ぼし延焼拡大に至ると推測できる。共同住宅は先述したように、建物構造が非木造の割合が高いことが、焼損床面積が小さい要因の一つであろう。

さらに、火災の規模の分布をみるため、火元が戸建て住宅の各焼損棟数別の総焼損床面積の分布(図9)と被延焼建物の各焼損棟数別の総焼損床面積の分布を示す(図10)。この分析を行うことで、各焼損棟数で火災の規模が異なる、もしくは同様である、ということを示すことを目的としている。なお、戸建て住宅に限定した理由は、火元建物別延焼火災件数(図5)、火元建物別焼損床面積(図8)が1位であるからである。今回、焼損床面積の分布を示すにあたり、1棟焼損した場合(火元建物のみが焼損した場合)、2棟焼損した場合、3棟焼損した場合、4棟焼損した場合、5棟焼損した場合、6棟焼損した場合、7棟以上焼損した場合の7分類に分けてデータ整理

図 10 より、被延焼建物に着目した場合、2 棟火災の場合、焼損床面積が 0 m²の時に累積相対度数が約 0.8 であり、多くの 2 棟火災は

3.3 節で示した通り、戸建て住宅が火元建物用途別の延焼火災件数で約半数を占めており、焼損床面積も大きい。そこで本節から戸建て住宅に限定して分析を進めていく。ここでは、戸建て住宅火災件数と戸建て住宅棟数の関係を確認する。各都市の戸建て住宅の棟数は、公開されている行政情報の住宅・土地統計調査³¹⁾を利用した。火災件数と戸建て住宅建物棟数の相関をみると、相関が高くなっており（相関係数=0.96）（図 11）、都市部の戸建住宅火災の特徴として、建物棟数が大きな要因になっていると考えられる。

図 12 は、政令指定都市及び東京 23 区の戸建て住宅から出火した火災が延焼火災に発展したか、または、1 棟火災であったのかを火災件数と割合で示したものである。図 12 より、多くの都市は延焼火災件数の割合は戸建て住宅火災のうち 20%前後である。ただし、札幌市に関して延焼火災件数の割合が低く、10%程度の割合である。一方、北九州市は延焼火災件数の割合が高く 40%を超えている。札幌市は防火造が多く、戸建て住宅の 91.2% (249,220 棟) を占めており、木造は 5.8% (15,870 棟) なので、延焼火災に発展しづらいと考えられる。一方、北九州市は、木造が 60.4% (115,080 棟) を占めており対象地域の中では一番多い割合である。また、防火造は 30.5% (58,080 棟) であり、防火造の占める割合は比較的小さい都市である。よって、木造の少ない札幌市は延焼火災件数の割合が低い

く、木造の多い北九州市は延焼火災件数の割合が高くなったと考えられる。

図 12 戸建て住宅が火元の延焼火災と1棟火災の割合 (1998年-2008年)

また、図 12 の延焼火災であっても、被延焼建物の焼損床面積が 0 m²である軽微な火災（ぼや）が含まれている。被延焼建物の焼損床面積が 0 m²であるということは、被延焼建物の焼損が立体的に延焼しなかった場合と、立体的に焼損したが被延焼建物の焼損床面積が 0.5 m²未満（焼損床面積は四捨五入で算定される）である場合が考えられる。そこで、延焼火災のうち被延焼建物立体的に延焼拡大した、焼損床面積が 1 m²以上の火災件数と 0 m²であった火災件数に分類し、それぞれの割合を図 13 に示す。

図 13 より、各都市間でばらつきがあり、多くの都市は概ね 20% から 40% の割合の間に被延焼建物の焼損床面積が 1 m²以上の火災件数である。この図は図 12 と比べると都市間でばらつきが大きい。このばらつきの要因は、隣棟間隔が狭いと考えられる都市構造や火災の発見の遅れ、消防隊の現場到着までの時間が考えられる。

図 14 は火災 1 件当たりの火元建物が戸建て住宅の焼損床面積の期待値を示したものである。図より、新潟市の値が全国値より大き

図 13 戸建て住宅が火元の被延焼建物の焼損床面積が 1 m²以上の割合 (1998年-2008年)

図 14 火災 1 件当たりの火元建物が戸建て住宅の焼損床面積の期待値 (1998年-2008年)

くなっている。新潟市は 1 住宅当たりの延べ面積が大きいと考えられ、住宅土地統計調査で確認したところ、全国値は 128.64 m²、新潟市は全国値より大きく 147.64 m²であった。それは、静岡市 (121.95 m²)、浜松市 (130.11 m²)、北九州市 (114.87 m²) の値も大きい傾向である。一方、札幌市 (125.86 m²)、東京 23 区 (108.35 m²)、横浜市 (109.36 m²)、大阪市 (104.46 m²)、堺市 (114.27 m²) の値は小さい傾向である。

図 15 は火災 1 件当たりの被延焼建物の焼損床面積の期待値である。被延焼建物の検討は図 13 でも行ったが、都市により異なる結果となった。まず、全国値以上の都市として、新潟市、静岡市、北九州市がある。この要因としては、上述した通り、延べ面積が大きいと考えられる。一方、札幌市、仙台市、堺市の値が低い。特に札幌市の値の小ささが目立つ。これも、上述した通り、隣棟間隔が広く、延焼拡大しづらいことを示している可能性がある。

図 16 は住宅 1 棟当たりの焼損床面積の期待値である。住宅 1 棟当たりの焼損床面積では、全国値より大きい都市が多数ある。特に、ここでも新潟市の値の大きさが特徴的である。住宅 1 棟当たりの焼損床面積で分析しても、新潟市は規模が大きい。また、全国値より

図 15 火災 1 件当たりの被延焼建物の焼損床面積の期待値 (1998年-2008年)

図 16 住宅 1 棟当たりの焼損床面積の期待値（1998 年-2008 年）

値が小さい都市は、札幌市、東京 23 区、横浜市、京都市、堺市である。これらの都市は、繁華街として発展している都市ではないだろうか。

以上、これらより、都市別に比較する場合、今回使用している火災統計資料では、延焼火災の性質は都市により異なる。このような都市による違いは、焼損床面積の計測は人間が行うものであって、同じ都市であっても担当消防士によって差が生じる可能性がある。

4.3 火元建物構造別火災件数と建物棟数

延焼火災を扱うにあたり、消防力、被延焼建物の構造、隣棟間距離、開口部の位置や構造、外気風等が影響すると考えられるが、1 章で記述した理由により、本節では都市別の火元建物構造に着目する。この分析を行うことで、都市構造に関しては未検討なので、建物構造別に分類し、各都市で建物構造に関しては異なるかどうかを明らかにする目的である。さらに、各都市の建物構造別建物棟数も整理するので、前節で述べたように、都市間での違いも明らかになると考えたためである。

表 1 は、都市別火元建物構造のそれぞれ建物構造毎の建物 1 万棟当たりの出火件数と建物棟数を表したものである。建物 1 万棟当たりの出火件数は、1 棟火災、延焼火災（被延焼建物の焼損床面積が 1 m²以上または被延焼建物の焼損床面積が 0 m²）の 3 分類である。建物棟数は 4.1 節での住宅・土地統計調査を利用した。ただし、火元建物構造を 4 区分に分類した（木造、防火造（防火造、準耐火（木造））、非木造（準耐火（非木造）、耐火）、その他）^{注 5)}。

第一に、各割合の合計（一番右の欄）をみると、延焼火災の割合は 1 棟火災の割合より小さく、都市によって異なるが、概ね 3 倍から 10 倍の差がある。よって、建物 1 万棟当たりの出火件数では、延焼火災になる割合が小さい。ただし、新潟市と北九州市は延焼火災の割合と 1 棟火災の割合は 2 倍以下である。これは、先述した、図 12 から図 16 の特徴と関係があると思われる。特に北九州市は延焼火災の割合が高い。このように、表 1 から延焼火災の割合と 1 棟火災の割合が 3 倍から 10 倍まであり、都市により異なることがみてとれる。

第二に、延焼火災について火元建物構造別にみた場合、防火造に関して、被延焼建物の焼損床面積が 0 m²の出火件数の割合の方が大きい。また、非木造では、どの都市においても延焼火災の割合が小

さい。

これより、火元建物構造が防火造と非木造の建物構造は延焼しづらい建物構造であると考えられる。

4.4 火元建物と被延焼建物の相関

前節までは、延焼火災と 1 棟火災の割合、被延焼建物の焼損床面積 1 m²以上と焼損床面積 0 m²の割合について分析をした。また、被延焼建物に関する情報は焼損棟数と焼損床面積しかなく、焼損棟数については 3 章で論じており、本節では被延焼建物の焼損床面積に着目する。火元建物の火災が被延焼建物にどの程度被害を与えているのかを知るため、火元建物の焼損床面積と被延焼建物の焼損床面積が 1 m²以上の火災事例する焼損床面積の相関関係を考える。なお、ここでも、火元の建物構造が被延焼建物へ影響すると考え、火元建物構造を 4 区分に分類した（木造、防火造（防火造、準耐火（木造））、非木造（準耐火（非木造）、耐火）、その他）。

表 2 は火元建物構造別の火元建物と被延焼建物の焼損床面積の相関を示したものである。ただし、該当セルに火災件数がない場合は斜線「\」を記入しており、火災件数が一桁で母数が少ない場合はハイフン「-」を記入した。母数が少ない場合を除いた理由は、母数が少ないことで相関係数が高くなっている可能性があり、参考にならないためである。火元建物が木造に関してどの都市も相関係数が低く 0.02 から 0.27 程度である。次に、火元建物が防火造に関して、相関係数は 0.23 から 0.64 である。最後に火元建物が非木造及びその他に関しては、全体的に母数が少ない。東京 23 区の木造及び防火造、横浜市の木造のみが 100 件以上であるが、それ以外の項目は母数が少なく、一番相関係数が大きい川崎市の防火造では 12 件である。

具体的にどのような分布形をしているのか、分布図の一例として、母数が一番多い東京 23 区と相関係数が一番高い（相関係数=0.64）川崎市の分布を示す。

表 2 火元建物構造別の焼損床面積と被延焼建物の焼損床面積の相関（1998 年-2008 年）

	火元建物構造							
	木造		防火造		非木造		その他	
	件数	相関係数	件数	相関係数	件数	相関係数	件数	相関係数
札幌市	3	-	11	0.23				
仙台市	41	0.27					1	-
さいたま市	81	0.02	2	-	1	-		
千葉市	45	-0.12	2	-	1	-		
東京23区	160	0.23	136	0.27	4	-	1	-
横浜市	103	0.01	2	-			1	-
川崎市	44	0.06	12	0.64				
新潟市	69	0.13	1	-				
静岡市	69	0.08	3	-	1	-	1	-
浜松市	46	-0.05			1	-	4	-
名古屋市	90	0.18	2	-	1	-		
京都市	84	0.18	5	-	1	-	2	-
大阪市	50	0.04	41	0.30	4	-	1	-
堺市	7	-	7	-	1	-		
神戸市	35	0.27	7	-	2	-	1	-
広島市	37	-0.03	25	0.60	1	-		
北九州市	88	0.21			1	-		
福岡市	34	-0.22	6	-				

表1 都市別火元建物構造の建物1万棟当たりの出火件数と建物棟数（1998年-2008年）

			火元建物構造								合計	
			木造		防火造		非木造		その他			
札幌市	1棟火災（件/1万棟）		10.7		37.0		27.4		11.1		35.1	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	1.9		0.4		0.0		0.0		0.5	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	3.8		3.3		1.4		22.2		3.3	
		建物棟数（棟）	15,870	5.8%	249,220	91.2%	7,290	2.7%	900	0.3%	273,280	100.0%
仙台市	1棟火災（件/1万棟）		79.0		2.1		10.8		1,100.0		36.9	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	5.3		0.0		0.0		100.0		2.4	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	14.3		0.4		0.0		0.0		6.5	
		建物棟数（棟）	77,380	43.9%	90,420	51.3%	8,340	4.7%	100	0.1%	176,240	100.0%
さいたま市	1棟火災（件/1万棟）		81.0		6.3		27.3		157.9		30.7	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	12.9		0.2		0.7		0.0		4.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	20.1		1.5		0.7		26.3		7.1	
		建物棟数（棟）	62,830	30.5%	129,110	62.7%	13,570	6.6%	380	0.2%	205,890	100.0%
千葉市	1棟火災（件/1万棟）		57.5		9.3		36.1		272.7		33.3	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	6.9		0.3		1.3		0.0		3.4	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	13.4		1.6		5.2		90.9		7.3	
		建物棟数（棟）	64,860	46.2%	67,580	48.2%	7,760	5.5%	110	0.1%	140,310	100.0%
東京23区	1棟火災（件/1万棟）		25.7		54.1		41.4		96.3		45.5	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	6.4		2.2		0.3		7.4		3.0	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	8.3		8.3		2.8		51.9		7.7	
		建物棟数（棟）	251,200	25.2%	623,090	62.5%	120,970	12.1%	1,350	0.1%	996,610	100.0%
横浜市	1棟火災（件/1万棟）		86.7		2.1		24.2		0.0		26.6	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	7.4		0.1		0.0		9.4		2.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	15.1		0.5		1.4		9.4		4.6	
		建物棟数（棟）	139,490	27.5%	338,230	66.7%	28,460	5.6%	1,060	0.2%	507,240	100.0%
川崎市	1棟火災（件/1万棟）		58.6		20.6		17.8		125.0		31.8	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	10.3		1.4		0.0		0.0		3.9	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	14.5		3.3		5.9		62.5		6.9	
		建物棟数（棟）	42,660	29.8%	88,400	61.8%	11,810	8.3%	160	0.1%	143,030	100.0%
新潟市	1棟火災（件/1万棟）		39.6		0.8		12.9		200.0		24.3	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	6.9		0.2		0.0		0.0		4.2	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	14.2		0.3		3.2		0.0		8.7	
		建物棟数（棟）	99,490	59.8%	63,840	38.3%	3,090	1.9%	50	0.0%	166,470	100.0%
静岡市	1棟火災（件/1万棟）		46.9		3.8		10.0		1,000.0		27.5	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	9.0		0.6		0.6		166.7		5.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	9.4		0.2		4.1		500.0		5.7	
		建物棟数（棟）	76,800	52.4%	52,690	36.0%	16,960	11.6%	60	0.0%	146,510	100.0%
浜松市	1棟火災（件/1万棟）		46.0		0.9		10.9		1,230.8		29.8	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	4.9		0.0		0.7		153.8		3.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	6.7		0.0		0.0		230.8		4.2	
		建物棟数（棟）	94,620	57.8%	54,990	33.6%	13,760	8.4%	260	0.2%	163,630	100.0%
名古屋市	1棟火災（件/1万棟）		74.2		5.2		28.4		54.1		37.3	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	7.6		0.2		0.2		0.0		3.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	15.9		0.9		1.8		13.5		7.1	
		建物棟数（棟）	118,700	39.5%	120,380	40.1%	60,570	20.2%	740	0.2%	300,390	100.0%
京都市	1棟火災（件/1万棟）		38.2		5.7		13.9		100.0		20.1	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	6.9		0.3		0.5		50.0		3.2	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	12.8		1.4		2.1		50.0		6.3	
		建物棟数（棟）	121,360	42.1%	146,840	51.0%	19,420	6.7%	400	0.1%	288,020	100.0%
大阪市	1棟火災（件/1万棟）		36.9		80.0		55.6		255.8		53.2	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	3.3		4.9		0.6		23.3		3.2	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	8.0		18.7		2.7		69.8		9.9	
		建物棟数（棟）	151,550	50.7%	82,890	27.7%	64,050	21.4%	430	0.1%	298,920	100.0%
堺市	1棟火災（件/1万棟）		30.5		61.9		33.0		90.9		43.8	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	1.1		1.3		0.7		0.0		1.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	4.6		9.9		2.8		45.5		6.7	
		建物棟数（棟）	64,670	47.9%	55,700	41.2%	14,530	10.8%	220	0.2%	135,120	100.0%
神戸市	1棟火災（件/1万棟）		52.8		16.1		35.8		109.6		31.9	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	4.6		0.6		0.7		13.7		2.1	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	9.8		3.3		1.7		13.7		5.4	
		建物棟数（棟）	75,890	34.9%	111,270	51.2%	29,320	13.5%	730	0.3%	217,210	100.0%
広島市	1棟火災（件/1万棟）		39.4		42.3		36.2		187.5		41.0	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	4.6		2.6		0.7		0.0		3.2	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	9.2		8.8		3.3		104.2		8.8	
		建物棟数（棟）	81,290	41.7%	97,840	50.2%	15,180	7.8%	480	0.2%	194,790	100.0%
北九州市	1棟火災（件/1万棟）		40.8		3.6		15.8		105.3		27.3	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	7.6		0.0		0.6		0.0		4.7	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	28.2		2.4		8.8		157.9		18.7	
		建物棟数（棟）	115,080	60.4%	58,080	30.5%	17,120	9.0%	190	0.1%	190,470	100.0%
福岡市	1棟火災（件/1万棟）		39.1		36.7		22.8		67.6		37.2	
	延焼火災	被延焼建物の焼損床面積1㎡以上（件/1万棟）	3.8		1.1		0.0		0.0		2.6	
		被延焼建物の焼損床面積0㎡（件/1万棟）	9.8		7.0		0.9		13.5		8.2	
		建物棟数（棟）	90,070	58.1%	53,150	34.3%	10,950	7.1%	740	0.5%	154,910	100.0%

図 17 東京 23 区の分布図 (1998 年-2008 年)

図 18 川崎市の分布図 (1998 年-2008 年)

図 17 より、木造の相関係数は 0.23、防火造の相関係数は 0.27 であり、全体的に分布している。

図 18 より、木造の相関係数は 0.06、防火造の相関係数は 0.64 であり、防火造に正の相関がみられる。木造は 2 つのグループに分けられる。1 つは火元建物の焼損床面積及び被延焼建物の総焼損床面積が共に小さい部分に分布しているグループである。もう 1 つは火元建物の焼損床面積が小さい時に被延焼建物の総焼損床面積が大きくなり、火元建物の焼損床面積が大きい時に被延焼建物の総焼損床面積が小さくなる負の相関を表しているグループである。ただし、現時点では、このような 2 つのグループがみてとれるが、川崎市の母数がまだ少なく (44 件)、母数が東京 23 区程度 (160 件) に増えれば、現在の分布とは異なる分布をする可能性はある。よって、今後とも追跡調査をする必要があると考える。

これらから、火元建物の焼損床面積と被延焼建物の総焼損床面積の観点では相関係数が低く独立した事象であると考えられ、隣棟間隔や被延焼建物の建物構造にも依存している可能性がある。

5. まとめ

本稿は、火災統計資料に基づき、延焼火災について火災件数と焼損床面積を指標に分析を行った。以下に分析により得られた結果を

記述する。

まず、全国の火災については以下の通りである。

- ・出火月に関して、全ての建物火災の火災件数と延焼火災のみの火災件数には強い相関がある。
- ・延焼火災発生の時間については、特徴的な事柄を示した。特に、深夜の放火、放火の疑いからの延焼拡大の可能性は特筆すべき事項である。
- ・建物用途別の延焼火災件数及び焼損床面積では、戸建て住宅が 1 位である。
- ・火元建物が戸建て住宅からの火災の総焼損床面積の各棟数別では、戸建て住宅火災件数が多いが、火災の規模は大きくない。
- ・火元建物が戸建て住宅からの火災の被延焼建物の焼損床面積の累積度数分布より、焼損床面積 0 m² の割合が大きい。

次に、政令指定都市及び東京 23 区の火元が戸建て住宅からの火災は以下の通りである。

- ・火災件数と建物棟数は強い相関がある。
- ・図 12 から図 16 より、都市別に延焼火災を比較する場合、今回使用する火災統計資料では、都市によって異なる。特に特徴的な都市は札幌市、新潟市、北九州市である。
- ・火元建物構造では、防火造と非木造の建物は延焼しづらい。
- ・火元建物の焼損床面積と被延焼建物の焼損床面積は相関関係が低い。

以上、本稿は、延焼火災における出火時間に関して、推測の考察であったが、要因を探り、延焼火災件数減少に貢献できる可能性がある。また、火元建物構造が防火造か非木造であると延焼しづらい建物構造といえるだろう。都市別の分析より、各都市の違いを明らかにすることができれば、都市の延焼防止の政策に貢献できると考える。

最後に、本研究は戸建て住宅を含め各建物用途が何棟焼損したのかを知る必要があると考えている。しかし、現在の行政から得られるデータからでは、火元建物は特定できるものの、延焼を受けた建物の特性が記述されていないため、延焼を受けた建物用途別の数を知ることができない。また、被延焼建物の構造、火元建物との隣棟距離、開口部の位置や構造も記述されていない。これは、今後の課題として、行政に期待する。

謝辞

本研究にあたって、辻本誠教授、西田幸夫講師、小林恭一教授にご指導頂きました。焼損床面積及び焼損表面積について関澤愛教授にご教示頂きました。また、論文審査員の方々には、本論文を良くするために貴重なご意見を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 平成 21 年版 消防白書: <http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h21/index.html> (2011 年 2 月 10 日参照)
- 2) 関沢愛, 堀内三郎: 焼損面積の算定要領についての問題, 日本火災学会, 火災 27 (1), pp. 42-46, 1977. 2
- 3) 佐藤博臣, 村井裕樹, 志田弘二, 栗岡均: 火災統計データに基づく火災拡大危険度評価法, 日本建築学会環境系論文集, 第 605 号, pp. 1-8, 2006. 7
- 4) 佐藤博臣, 志田弘二, 栗岡均, 村井裕樹: 住宅における焼損床面積分布の火災統計分析, 日本建築学会環境系論文集, 第 614 号, pp. 9-16, 2007. 4
- 5) 野崎洋之, 小林裕: 統計データに基づく火災リスク評価手法について - (そ

- の1) 火災リスク評価手法の全体構成と火災の発生確率－, 日本火災学会, 日本火災学会研究発表会梗概, pp. 350-351, 2004. 5
- 6) 小林裕, 野崎洋之: 統計データに基づく火災リスク評価手法について－(その2) 火災リスク曲線の定式化法の提案－, 日本火災学会, 日本火災学会研究発表会梗概集, pp. 352-353, 2004. 5
- 7) 亀井幸次郎: 延焼火災実数と大火実数との関係, 日本建築学会論文報告集, 第60号, pp. 521-524, 1958. 10
- 8) 横井鎮男: 火災統計からみた府県別延焼危険度, 日本建築学会研究報告, 第4号, pp. 526-527, 1949. 11
- 9) 塚越功, 糸井川栄一: 延焼遮断帯に対する火災外力の想定－都市防火区画の計画における延焼遮断帯の評価に関する研究 その1－, 日本建築学会論文報告集, 第340号, pp. 92-100, 1984. 6
- 10) 村田明子: 兵庫県南部地震の被害と地域特性の関連, 地域安全学会論文報告集 (5), pp. 13-20, 1995. 11
- 11) 高井宏行, 矢野公一, 松井武史, 坊池道昭, 上村雄二: 神戸市における地震火災の発生と延焼動態に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第508号, pp. 137-144, 1998. 6
- 12) 加藤孝明, 小出治: 市街地延焼からみた市街地整備のための性能基準に関する基礎的考察－不燃領域率による性能基準の一般化－, 日本建築学会計画系論文集, 第516号, pp. 185-191, 1999. 2
- 13) 加藤孝明, 久貝壽之, 小出治, 南部世紀夫, 出原至道: 市街地延焼からみた市街地整備のための性能基準に関する基礎的考察 (その2) －有限領域への展開－, 日本建築学会計画系論文集, 第525号, pp. 241-248, 1999. 11
- 14) 齋藤正俊, 熊谷良雄, 糸井川栄一: 火災延焼からみた木造密集市街地改善プログラムの評価手法とその適用性に関する研究, 地域安全学会論文報告集 No. 1, pp. 57-62, 1999. 11
- 15) 加藤孝明, 久貝壽之, 小出治, 南部世紀夫: 市街地延焼からみた市街地整備のための性能基準に関する基礎的考察 (その3) －建物配置の現実化『逐次充填間引き分布』についての考察－, 日本建築学会計画系論文集, 第534号, pp. 163-170, 2000. 8
- 16) 村田明子, 横田英邦, 北後明彦, 室崎益輝: 兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造からの延焼要因, 日本建築学会計画系論文集, 第553号, pp. 1-8, 2002. 3
- 17) 木村雄介, 糸井川栄一: 市街地における延焼危険度の増加要因に関する研究, 地域安全学会論文報告集 No. 10, pp. 21-29, 2008. 11
- 18) 伊藤甫: 火災延焼期待値の研究, 日本建築学会論文集, 第36号, pp. 65-69, 1947. 12
- 19) 田村一彦, 西形國夫, 中村勇人, 阿出川悟: 延焼シミュレーションによる市街地大火の延焼拡大予測, 地域安全学会論文報告集 (3), pp. 293-299, 1993. 5
- 20) 鈴木圭一, 吉田治典: 火災リスク評価のための確率論的な延焼拡大モデルを用いた火災シミュレーション, 日本建築学会環境系論文集, 第567号, pp. 15-19, 2003. 5
- 21) 出口嘉一, 河野守, 辻本誠, 五頭辰紀: 可燃物配置の不規則性を考慮した実験にもとづく火災延焼モデル, 日本建築学会環境系論文集, 第594号, pp. 1-6, 2005. 8
- 22) 樋本圭佑, 田中孝義: 都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発, 日本建築学会環境系論文集, 第607号, pp. 15-22, 2006. 9
- 23) 飯塚裕介, 青木義次: 状態遷移確率モデルを用いた延焼危険度の変化傾向の分析, 日本建築学会計画系論文集, 第612号, pp. 93-98, 2007. 2
- 24) 西野智研, 円谷信一, 樋本圭佑, 田中孝義: 準定常的な計算法を用いた都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発－地震火災時の都市住民避難性状の推定に関する研究－, 日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第647号, pp. 9-18, 2010. 1
- 25) 保野健治郎, 高井宏行, 難波義郎: 建物火災の延焼に関する基礎的研究, 日本火災学会論文報告集, Vol. 32, No. 1, pp. 23-32, 1982
- 26) 保野健治郎, 高井宏行, 難波義郎: ロジスティック曲線による建物火災の延焼速度式に関する基礎的研究, 日本建築学会論文報告集, 第311号, pp. 137-143, 1982. 1
- 27) 保野健治郎, 高井宏行, 難波義郎, 遠木律夫: 定差図法による建物火災の延焼速度式 (ロジスティック曲線) に関する基礎的研究, 日本建築学会論文報告集, 第325号, pp. 155-163, 1984. 3
- 28) 保野健治郎, 難波義郎, 西谷忠彦: 地震時市街地火災の延焼速度式と予測に関する基礎的研究, 日本建築学会計画系論文集, 第501号, pp. 9-15, 1997. 11
- 29) 難波義郎, 保野健治郎: 地震時市街地火災の延焼速度に関する基礎的研究,

- 日本建築学会計画系論文集, 第520号, pp. 1-7, 1999. 6
- 30) 総務省消防庁, 火災報告, 総務省消防庁, 1995年-2008年
- 31) 総務省統計局: 平成15年住宅・土地統計調査, <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2003/index.html> (2011年2月10日参照)

注

- 注1) 既往の研究では, 焼損床面積及び焼損表面積の定義が示されておらず, また, その算定方法が独特なので本稿でこれらの定義を示す. 新火災調査技術教本 (財団法人 東京防災指導協会: 新火災調査技術教本, 東京法令出版株式会社, 1998. 7) によると, 焼損床面積とは, 「建物の焼損が立体的に及んだ場合に, 建物としての機能が失われた部分について, その部分の水平投影面積で算定する」であり, 焼損表面積とは, 「建物の焼損が平面的で, 立体的でない場合に焼損部分を表面積で算定する」と定義されている.
- 注2) 火災報告とは, 火災報告取扱要領ハンドブック (防災行政研究会: 火災報告取扱要領ハンドブック, 東京法令出版株式会社, 2006. 2) の第1号様式 (その1) 及び (その2) を指す. 火災報告の入手方法は総務省消防庁に行政文書開示請求をすることにより電子データを得ることができる. 火災報告の取扱については, 1994年4月21日付けで消防長官から各都道府県知事に通知され1995年1月1日の火災から電子データ化が実施された. 消防白書は, 火災報告を基に作成されている.
- 注3) 1995年のデータについて, 兵庫県南部地震の影響があると考え, 1995年のデータを除き, また, 東京23区に関して, 1995年から1997年まで (延焼火災件数が全体の約96%) の3年間と1998年以降 (延焼火災件数が全体の約10%) では, 延焼火災件数の割合が不自然であった. そこで, 東京23区に関して, 1995年から1997年までの3年間の延焼火災のデータを除く. さらに, 東京23区の火災件数が全体に影響を及ぼすので, 本稿では全国の1995年から1997年までの3年間を除く.
- 注4) 防災行政研究会「火災報告取扱要領ハンドブック」に基づいて分類している.
- 注5) 建物構造の分類は建築基準法に準拠する. 「その他」とは, 木造から耐火構造までに掲げる建築物以外のものをいう.

(2011年4月7日原稿受理, 2011年10月12日採用決定)