

隣棟建物への延焼阻止に関する調査研究

苫米地 守*, 森尻 宏*, 富田 功*

概 要

火元建物から隣棟建物へ火災が拡大する類焼現象において、その類焼機構上の火元建物からの加害性の要因と、隣棟建物における受害性要因を究明することは、隣棟建物への延焼阻止を考える上で必要不可欠である。ここでは、平成13年に東京消防庁管内で発生した2棟以上焼損した延焼火災100件について、被害状況、隣棟建物構造、隣棟間隔、気象状況、消防隊の消火活動等についてデータベース化をし、類焼現象においてその要因の統計的相関関係を調査するとともに、消防隊の活動効果を評価する簡易的な指標を作成し、その有効性について検討した。

1 はじめに

実火災において、延焼の要因を究明することで消防活動上有益な情報が得られるのは明らかである。延焼の要因については、対象建物の燃焼性、対象建物の燃焼量、気象条件、火元建物からの隣棟間距離、屋根、軒裏、壁、開口部などの部位の防火性、人為的条件、消火活動の有無、市街地条件などが考えられる。しかし、実火災の多くはそうした要因が複雑に関連しており、これらの因果関係を詳細に分析することは難しい。

本研究では、実火災時における延焼火災の様々な要因の中から、延焼拡大にその影響が強いと思われる、気象条件、火元建物構造、延焼被害建物構造、隣棟間距離、消防隊活動効果等について統計的に集計を行い、延焼火災における基礎的なデータベースを作成するとともに、建物火災の初期状態と終息状態の二つの要素から、消防隊の活動効果を評価する簡易的な指標を

作成し、その有効性について検討し、延焼火災におけるその要因の相関関係を統計的に解明することを目的とした。

2 調査方法

本研究では、東京消防庁の各消防署から警防部警防課に報告された消防活動記録をもとに、隣棟にまで被害が拡大した延焼火災における気象条件、火元建物構造、延焼被害建物構造、隣棟間距離、消防隊活動効果等について調査を行った。以下に示す方法で各消防活動記録よりデータを抽出し、単純化することでデータベース化を行った。

また、消防活動報告からデータを抽出した項目については表2.1に示す。

表 2.1 データ抽出項目

発災日時	気象条件					被害状況						
	天候	風位	風速 (m/s)	気温 (℃)	湿度 (%)	被害棟数	焼損床面積 合計(m ²)	焼損床面積 の割合(%)	耐火造 棟数	準耐火造 棟数	防火造 棟数	木造 棟数
火元建物												
構造	階層	建築面積 (m ²)	延べ面積 (m ²)	焼損床面積 (m ²)	焼損表面積 (m ²)	程度	到着時 状況	消火 判定	放水 口数	/		
周囲建物N												
位置 方向	構造	階層	建築面積 (m ²)	延べ面積 (m ²)	焼損床面積 (m ²)	焼損表面積 (m ²)	程度	隣棟間 距離(m)	延焼側面 長さ(m)	到着時 状況	消火 判定	放水 口数

*第一研究室

(1) 調査対象火災

平成13年1月から7月に、東京消防庁管内で発生した2棟以上焼損した隣棟延焼火災100件を任意に抽出し、調査対象火災とした。

(2) 建物配置

火元建物からの延焼経路と風向等の影響を把握するため、図2.1に示すような単純建物位置モデルを作成し、データ化した。

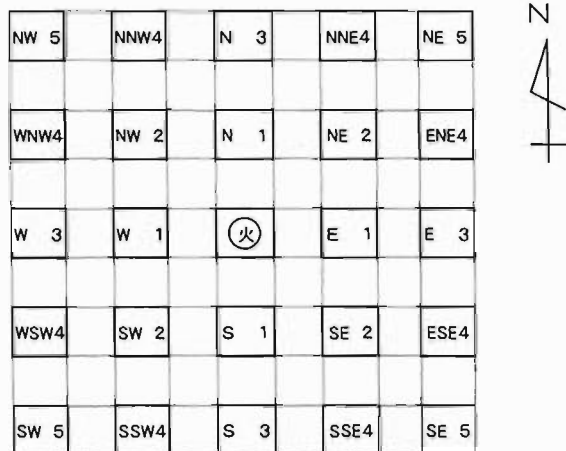


図2.1 建物位置モデル

(3) 気象条件

延焼火災発生時における気象として、天気、風向、風速、湿度、温度についてデータ化した。

(4) 建物構造

火元建物並びに延焼被害建物の建物構造（木造、防火造、準耐火造、耐火造に分類）、建築面積、建築延面積についてデータ化した。

(5) 隣棟間距離

火元建物と延焼被害建物の隣棟間距離を消防活動図から計測し、壁面から壁面までの最短距離を算出した。

表3.1 延焼被害基本統計量

	延焼被害棟数 (棟数)	焼損床面積 (㎡)	焼損床面積の割合	延焼焼損床面積 (㎡)	延焼焼損表面積 (㎡)
平均	3.6	72.52	0.203	11.94	14.38
メジアン	3	63.5	0.154	0	0
モード	2	20	1	0	0
標準偏差	1.56	46.32	0.182	29.32	30.42
分散	2.44	2145.5	0.033	859.77	925.21
最小	2	10	0.012	0	0
最大	10	241	1	150	202
標本数	100	100	100	100	100

3 結果

(1) 延焼被害内容

延焼被害棟数、焼損床面積、焼損床面積の割合（焼損床面積／延面積）、延焼表面積（火元建物を除く、隣棟被害建物の焼損床面積の合計）、延焼表面積（火元建物を除く、隣棟被害建物の焼損表面積の合計）の基本統計量を表3.1に示す。

(2) 気象条件と延焼被害

調査対象となった気象状況についてまとめた結果を、表3.2及び表3.3に記した。また風向に関しては、風下に隣棟建物がある場合には「1」、ない場合には「0」で条件分けし、パラメータ得点を与えた。

火災に影響を与える特異事象として気象条件を考える場合、火災警報の発令基準が考えられる。東京消防庁管内では、気象条件による火災警報発令の基準は、「東京消防庁消防信号に関する規定」に基づき、次のように定められている。

- ・ 実効湿度が50%以下であって、最小湿度が25%以下になる見込みのとき
- ・ 実効湿度が60%以下であって、最小湿度が30%以下になり、平均風速10m以上の風が吹く見込みのとき
- ・ 平均風速13m以上の風が吹く見込みのとき

今回の調査対象については上記に示す火災警報発令基準の該当する気象条件はなかったため、特異事象に対する検討は特に行わなかった。

表3.2 天気の構成

天気	件数	割合(%)
快晴	35	35
晴	27	27
曇り	31	31
雨	5	5
雪	2	2
計	100	100

表3.3 風向、風速、気温、湿度の基本統計量

	風向先に隣棟建物の有無(有=1,無=0)	風速(m/s)	気温(°C)	湿度(%)
平均	0.7	3.1	14.7	51.3
メジアン	1	2.6	13.1	50
モード	1	2.1	14.5	46
標準偏差	0.461	1.69	9.22	17.66
分散	0.212	2.88	84.98	311.9
最小	0	0.4	1.1	17
最大	1	11.3	34.1	87
標本数	100	100	100	100

(3) 建物構造

調査対象となった出火建物及び延焼被害建物構造(木造、防火造、準耐火造、耐火造)については表 3.4 に示す。また、建物構造別の焼損床面積の割合(焼損床面積/延面積)を表 3.5 に示す。

表 3.4 火元建物及び延焼建物構造別比率

構造	火元建物		延焼被害建物		合計建物 (火元建物と 延焼被害建物)	
	個数	割合(%)	個数	割合(%)	個数	割合(%)
木造	38	38.00	73	28.08	111	30.83
防火造	54	54.00	140	53.85	194	53.89
準耐火造	6	6.00	12	4.62	18	5.00
耐火造	2	2.00	35	13.46	37	10.28
計	100		260	100	360	100

表 3.5 建物構造別焼損床面積の割合

構造	平均焼損床面積の割合(%)		
	火元建物	延焼被害建物	合計建物
木造	0.929	0.274	0.498
防火造	0.534	0.036	0.171
準耐火造	0.365	0.001	0.122
耐火造	0.346	0.005	0.023

(4) 隣棟間距離

火元建物と被害建物の隣棟間距離を消防活動区から計測し、算出した。延焼被害建物構造別(木造、防火造、準耐火造、耐火造)の隣棟間距離について集計した結果を表 3.6 に示す。

また、建物構造別の延焼経路における平均隣棟間隔距離を表 3.7 に示す。さらに、延焼経路別による延焼建物の被害程度(全焼、半焼、部分焼、ぼや)と、平均隣棟間距離を表 3.8 に示す。

表 3.6 構造別隣棟間距離内容

	木造距離 (m)	防火造距離 (m)	準耐火造距離 (m)	耐火造距離 (m)
平均	2.43	2.42	2.39	1.83
メジアン	1.93	1.75	1.60	1.10
モード	1.00	3.00	0.40	0.80
標準偏差	1.82	2.31	2.23	1.90
分散	3.31	5.32	4.96	3.59
最小	0.10	0.10	0.20	0.10
最大	10.80	15.50	6.95	9.00
標本数	72	141	12	35

表 3.7 構造別延焼経路における内容

構造別 延焼経路	該当 数	平均隣棟 間隔(m)	構造別 延焼経路	該当 数	平均隣棟 間隔(m)	構造別 延焼経路	該当 数	平均隣棟 間隔(m)	構造別 延焼経路	該当 数	平均隣棟 間隔(m)	計
木→木	55	2.57	防→木	17	2.37	準→木	1	1.20	耐→木	0	0.00	
木→防	53	2.49	防→防	82	2.24	準→防	2	0.60	耐→防	2	0.63	
木→準	4	4.41	防→準	7	1.41	準→準	1	1.10	耐→準	0	0.00	
木→耐	13	2.14	防→耐	15	1.38	準→耐	4	2.63	耐→耐	4	1.91	
計	125		計	121		計	8		計	6		260
割合	48%		割合	47%		割合	3%		割合	2%		100%

注) 「木→木」は、木造建物から木造建物に類焼したケースを示し、以下同様に「防」は防火造建物、「準」は準耐火建物、「耐」は耐火造建物を示す。

表 3.8 構造別延焼経路における焼損程度、平均隣棟間隔

構造別延焼経路	焼損程度	該当数	割合 (%)	平均隣棟間隔 (m)	構造別延焼経路	焼損程度	該当数	割合 (%)	平均隣棟間隔 (m)	構造別延焼経路	焼損程度	該当数	割合 (%)	平均隣棟間隔 (m)	構造別延焼経路	焼損程度	該当数	割合 (%)	平均隣棟間隔 (m)
木→木	全焼	15	0.27	1.59	防→木	全焼	1	0.06	2.40	準→木	全焼	0			耐→木	全焼	0		
	半焼	7	0.13	1.72		半焼	1	0.06	4.00		半焼	0				半焼	0		
	部分	10	0.18	2.28		部分	5	0.29	1.38		部分	0				部分	0		
	ぼや	23	0.42	3.59		ぼや	10	0.59	2.70		ぼや	1	1.00	1.20		ぼや	0		
木→防	全焼	3	0.06	1.30	防→防	全焼	0			準→防	全焼	0			耐→防	全焼	0		
	半焼	1	0.02	0.90		半焼	3	0.04	0.83		半焼	0				半焼	0		
	部分	13	0.25	1.63		部分	17	0.21	1.67		部分	1	0.50	0.60		部分	1	0.50	0.16
	ぼや	36	0.68	2.94		ぼや	62	0.76	2.46		ぼや	1	0.50	0.60		ぼや	1	0.50	1.10
木→準	全焼	0			防→準	全焼	0			準→準	全焼	0			耐→準	全焼	0		
	半焼	0				半焼	0				半焼	0				半焼	0		
	部分	2	0.50	5.25		部分	4	0.57	1.53		部分	0				部分	0		
	ぼや	2	0.50	3.58		ぼや	3	0.43	1.27		ぼや	1	1.00	1.10		ぼや	0		
木→耐	全焼	0			防→耐	全焼	0			準→耐	全焼	0			耐→耐	全焼	0		
	半焼	0				半焼	0				半焼	0				半焼	0		
	部分	9	0.69	1.06		部分	5	0.33	1.16		部分	0				部分	2	0.50	0.68
	ぼや	4	0.31	4.59		ぼや	10	0.67	1.50		ぼや	4	1.00	2.63		ぼや	2	0.50	3.15

注) 「木→木」は、木造建物から木造建物に類焼したケースを示し、以下同様に「防」は防火造建物、「準」は準耐火建物、「耐」は耐火造建物を示す。

4 考察

(1) 延焼被害内容

本研究の 100 件の調査対象においては、火元建物 1 棟あたり平均 2.6 棟の被害棟数、平均焼損床面積 72.5 m²、平均焼損床面積の割合 (焼損床面積/延面積) 0.203、平均延焼床面積 11.94 m²、平均延焼焼損床面積 14.38 m² が得られた。平均延焼焼損床面積、平均延焼焼損表面積が、比較的小さいのは市街地延焼火災といった規模に比べると比較的小規模な延焼火災を調査対象火災にしたことによるものと思われる。

(2) 気象条件と延焼被害

延焼火災において、風向、風速、湿度が延焼被害度に対して大きな関係があると一般的に言われていることであるが、今回の調査においては表 4.1 に示すように、風向、風速、湿度と延焼被害度の相関関係は決定係数の値から、その関係のあてはまりは薄いものと見られる。また、同様に表 4.2 に示す焼損床面積の割合と風向、風速、湿度の回帰分析結果からも重決定係数の値が 0.173 以下であり、一般に関係を有することが示される値にはいたらないことから、その関係のあてはまりは薄いものと見られる。

表 4.1 風向・風速・湿度と延焼被害の相関関係

x	y	近似一次式	決定係数R ²
風向先の隣棟建物の有無	延焼被害棟数	y=0.143x+4.048	0.0240
	焼損床面積	y=3.301x+62.155	0.0146
	焼損床面積の割合	y=0.0161x+0.152	0.0226
	延焼焼損床面積	y=2.845x+3.001	0.0271
	延焼焼損表面積	y=0.289x+13.472	0.0003
風速	延焼被害棟数	y=0.905x+2.967	0.0710
	焼損床面積	y=24.362x+55.467	0.0587
	焼損床面積の割合	y=0.0257x+0.185	0.0042
	延焼焼損床面積	y=9.724x+5.133	0.0233
	延焼焼損表面積	y=13.829x+4.70	0.0438
湿度	延焼被害棟数	y=-0.0237x+4.816	0.0716
	焼損床面積	y=-0.321x+88.987	0.0150
	焼損床面積の割合	y=-0.0003x+0.188	0.0007
	延焼焼損床面積	y=-0.071x+15.586	0.0018
	延焼焼損表面積	y=-0.641x+47.288	0.1385

表 4.2 焼損床面積の割合と風向・風速・湿度の回帰分析結果

回帰統計		独立変数等	係数	標準誤差	確立変数
重相関 R	0.173	切片	0.0973	0.0799	1.2181
重決定 R ²	0.030	風向先に隣棟建物の有無	0.0292	0.0406	0.7183
標準誤差	0.182	風速 (m/s)	0.0167	0.0109	1.5387
観測数	100	湿度 (%)	0.0006	0.0011	0.5908

このことは、今回調査した延焼建物火災においては、過去の大火と呼ばれる火災と比較すると、調査した延焼建物火災の規模は平均焼損床面積 72.5 m² と比較的小さいものであるために、その燃焼に寄与する量は小さく、風向、風速、湿度の影響は微小なものと思われる。

また、平成 13 年東京消防庁統計白書 第 23 表 気象と火災との相関を参考に、平成 13 年度の年間約 4000 件の建物火災統計から判断すると、湿度 50%未満での延焼火災 1 件当りの焼損床面積 30.7 m²、湿度 50%以上 60%未満での延焼火災 1 件当りの焼損床面積 43.6 m²、湿度 60%以上 70%未満での延焼火災 1 件当りの焼損床面積 35.0 m²、湿度 70%以上での延焼火災 1 件当りの焼損床面積 32.8 m² となっており、湿度の高低と延焼火災 1 件当りの焼損床面積の相関関係は薄いものと判断される。

風速に関しては、毎秒 1m 単位での延焼火災 1 件当りの焼損床面積は、1~2m/s で 32.6 m²、2~3m/s で 35.3 m²、3~4m/s で 35.8 m²、4~5m/s で 30.9 m²、5~6m/s で 38.3 m²、6~7m/s で 25.6 m²、7~8m/s で 39.2 m²、8~9m/s で 36.9 m²、9~10m/s で 11.3 m²、10m/s 以上で 1.8 m² となっており、風速の強弱と延焼火災 1 件当りの焼損床面積の相関関係は薄いものと判断される。

さらに、平成 9 年から平成 13 年までの 5 年間の東京消防庁統計白書 第 23 表 気象と火災の相関から、5 年間の建物火災約 19000 件を参考に調査したところ、それぞれの年度において湿度の高低による延焼火災 1 件当りの焼損床面積の相関関係は薄く、また風速の強弱と延焼火災 1 件当りの焼損床面積の相関関係は薄いものと判断される。

(3) 建物構造

表 3.5 建物構造別の焼損床面積の割合 (焼損床面積/延面積) 結果を図 4.1 に示す。グラフより、多項式近似が適切と判断し、次数を 2 次式で与え近似式を求めた。

図 4.1 に示すように、建物構造の違いにより平均焼損床面積の割合にそれぞれ差異が見られた。木造、防火造、準耐火造、耐火造と建物の不燃化が進むにつれて、平均焼損床面積の割合が減少していく傾向が見られた。減少傾向を二次式で近似したもの自由度調整決定係数 R² は 0.957 となり、近似二次式が高い精度を示しているものと考えられる。よって、建物構造の不燃化が進むにつれて、延焼被害が軽減される傾向があると判断される。

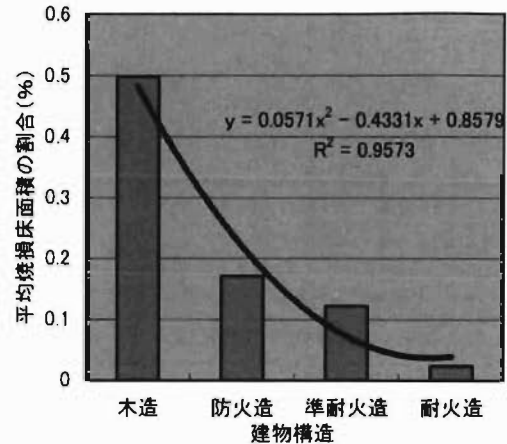


図 4.1 建物構造別焼損床面積の割合

平成 12 年度 第 6 回 東京都市街地状況調査から、特別区と多摩地区との合計の東京都建物構造別比率は、木造 15%、防火造 57%、準耐火造 13%、耐火造 15%となっている。

また、表 3.4 より出火建物及び延焼被害建物構造別比率は、木造 31%、防火造 54%、準耐火造 5%、耐火造 10%となっている。これらと比較すると、延焼被害構造の木造の構成比が、市街地状況構造の 2.07 倍となっている。

このことは、市街地状況調査と延焼被害建物構造を比較して、隣棟への延焼機構において木造建物構造は、防火造、準耐火造、耐火造に比べ、延焼性が高いと判断される。

また、建物構造が延焼火災の要因であることを、より明確なものとするため、「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方法とその適用性に関する研究」で用いられた、斉藤の不燃化指数の式を用いて、検討した。

<不燃化指数>

不燃化指数 α は、単位体積当たりの不燃化を示す無次元の値であり、領域全てが木造建築物であるとき「1」となり、他の構造が増加する。つまり、不燃化が進むにつれて、0.36 (全耐火化) に近づく。

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^4 k_i s_i}{S_E} \quad (4-1)$$

$$S_E = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 \quad (4-2)$$

$$k_1 = 0.36 \quad k_2 = 0.64 \quad k_3 = 0.71 \quad k_4 = 1.00$$

s_1 : 耐火造建面積 s_2 : 準耐火造建面積

s_3 : 防火造建面積 s_4 : 木造建面積

補正係数 k_i は火災統計を元に算出している。

不燃化指数と焼損床面積の割合の相関関係図を図 4.2 に示す。また、相関関係グラフから近似式を二次式で与えた。

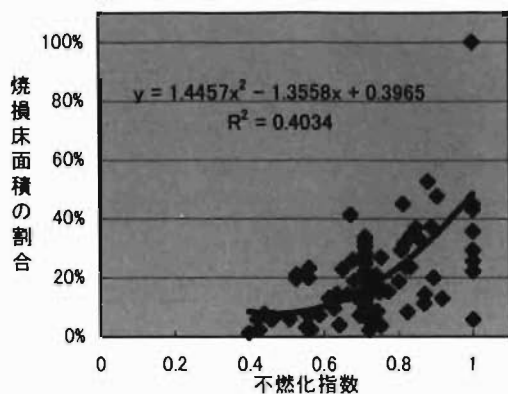


図4.2 不燃化指数と焼損床面積の割合の散布図

図 4.2 に示すように、不燃化指数の増加に対して、焼損床面積の割合が増加していく傾向が見られた。

増加傾向を二次式で近似したところ自由度調整決定係数 R^2 は 0.403 となり、近似二次式が高い精度を示しているものではない。このことは、不燃化指数を算出する際に用いる補正係数 K_i が絶対的定数ではなく、火災統計から算出したものであることに起因すると考えられ、可変量定数として用いられるべきものと考えられる。

(4) 隣棟間距離

表 3.6 に示すように、延焼被害が見られた建物に対しての、出火建物からの平均隣棟間距離は、構造別にみて木造 2.4m、防火造 2.4m、準耐火造 2.4m、耐火造 1.8m と耐火造以外の構造ではほとんど定量的なものとなった。

表 3.8 に示した延焼経路別による延焼建物の被害程度(全焼、半焼、部分焼、ぼや)をもとに、調査対象数が 50 以上の構造別延焼経路と平均隣棟間隔の関係を調べるため「木造建物から木造建物への延焼」によるものを図 4.3、「木造建物から防火造建物への延焼」によるものを図 4.4、「防火造建物から防火造建物への延焼」によるものを図 4.5 にそれぞれ示した。

図 4.3 に示すように、木造建物同士の延焼においては全焼、半焼、部分焼、ぼやと焼損程度が軽減されていくにつれて、平均隣棟間隔が増加していく傾向がみられた。増加傾向を二次式で近似したものの自由度調整決定係数 R^2 は 0.997 となり、近似二次式が高い精度を示しているものと考えられる。よって、同構造建物においては、隣棟間隔の大小に付随してその延焼程度も大きく関係してくると判断できる。

また、図 4.4 に示すように、木造建物から防火造建物への延焼においては、全焼、半焼、部分焼、ぼやと焼損程度が軽減されていくにつれて、概ね平均隣棟間隔が増加していく傾向がみられた。増加傾向を二次式で近似したものの自由度調整決定係数 R^2 は 0.993 となり、近似二次式が高い精度を示しているものと考えられる。よって、同構造建物においては、隣棟間隔の大小に付随してその延焼程度も大きく関係してくると判断できる。

図 4.5 に示すように、防火造建物から防火造建物への延焼に

おいては、全焼、半焼、部分焼、ぼやと焼損程度が軽減されていくにつれて、平均隣棟間隔が増加していく傾向がみられた。増加傾向を二次式で近似したものの自由度調整決定係数 R^2 は 0.999 となり、近似二次式が高い精度を示しているものと考えられる。よって、同構造建物においては、隣棟間隔の大小に付随してその延焼程度も大きく関係してくると判断できる。

また、図 4.3、4.4、4.5 の平均隣棟間隔を比較するにあたり、図 4.6 を作成した。

図 4.6 から木造建物同士の延焼した場合の平均隣棟間隔に比べ、木造建物から防火造建物に延焼した場合の平均隣棟間隔は、その差に概ね一定の幅がみられる。これは、延焼被害側建物において、その構造によりある一定の距離を確保することでその延焼被害を軽減することに繋がると考えられる。

加えて、木造建物から防火造建物に延焼した場合の平均隣棟間隔と防火造建物から防火造建物に延焼した場合の平均隣棟間隔は、防火造建物に延焼しての全焼火災がサンプリングされなかったことを除けば、その焼損程度別の平均隣棟間隔の増加傾向はおおむね似た形となっている。これは、延焼被害側の建物構造によらず、延焼被害側の建物構造によって、延焼被害に対しての平均隣棟間隔による被害程度が影響を受けるものと考えられる。

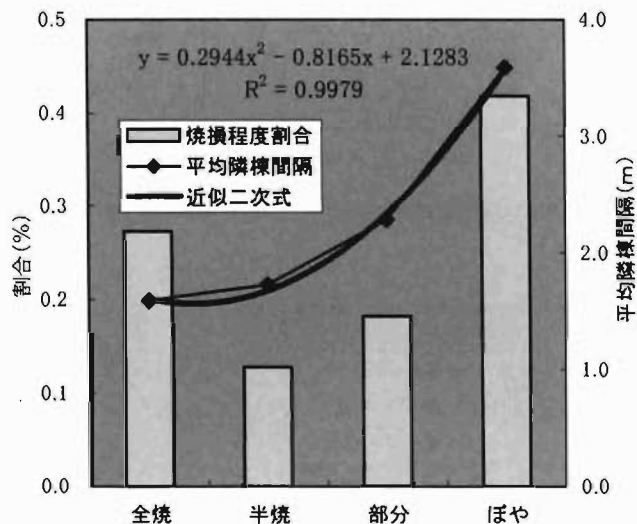


図 4.3 木造建物から木造建物への延焼被害程度・平均隣棟間隔

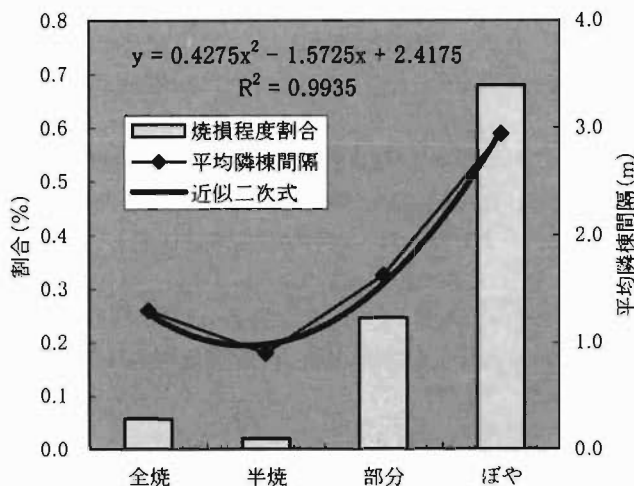


図 4.4 木造建物から防火造建物への延焼被害程度・平均隣棟間隔

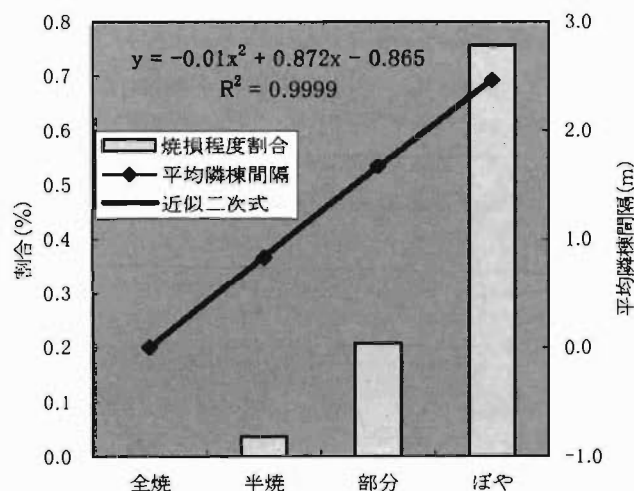


図 4.5 防火造建物から防火造建物への延焼被害程度・平均隣棟間隔

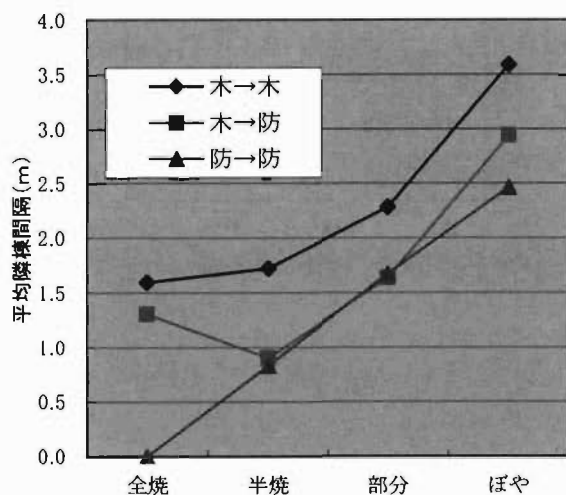


図 4.6 構造別延焼経路による平均隣棟間隔

(5) 簡易的消防隊活動効果指数

延焼火災において被害軽減の要因を支配するものとして消防隊の活動効果が挙げられる。現在東京消防庁で用いられている市街地延焼シミュレーションにおいての火災の消火判定は、消防隊の活動口数を乗じた包囲周長と火面周長の大小を比較し、建物被害状況を収束、延焼阻止、拡大のパラメータに分けて判定している。

本研究では、消防活動報告から消防隊の到着時の被害建物の状況、消火活動後の延焼建物の状況の前後のパラメータから消防活動の効果を単純予測する。この評価方式を簡易的消防隊活動効果指数とし、検討を行った。

(簡易的消防隊活動効果指数)

簡易的消防隊活動効果指数 γ は、火元建物および隣棟延焼被害建物のそれぞれに対して、消火活動に従事した隊がその建物に到着したときの状況を 4 パターン(火炎確認、黒煙確認、白煙確認、煙なし)に分類し、(4-3)式の焼損床面積を延面積で割った焼損床面積の割合の逆割合の平均値を算出し、表 4.3 に示すパラメータ得点として与えた。

次に、火元建物および隣棟延焼被害建物がどういった状況に至ったかを 3 パターン (収束、延焼阻止、拡大) に分類し、(4-4)式の焼損床面積を延面積で割った焼損床面積の割合の逆割合の平均値を算出し、表 4.4 に示すパラメータ得点として与えた。

この 2 つのパラメータ得点を (4-5) 式を用いて算出し消防隊の活動効果を判定する。簡易的消防隊活動効果指数 γ の値が、最大値となる「1」に近づくほど、延焼火災における消防隊の活動効果は高いものと判断し、延焼火災を拡大させてしまった時には、 γ の値は「0」に漸近していくものとしている。

$$u_{ai} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{S_{fik}}{S_{nik}} \quad (4-3)$$

$i = 1, 2, 3, 4$ S_f = 焼損床面積 S_n = 延面積

表 4.3 到着時の状況の得点表

火炎確認 : u_{a1}	0.333
黒煙確認 : u_{a2}	0.740
白煙確認 : u_{a3}	0.922
煙なし : u_{a4}	0.993

$$v_{aj} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{S_{fjk}}{S_{nj}} \quad (4-4)$$

$j = 1, 2, 3$ S_f = 焼損床面積 S_n = 延面積

表 4.4 建物の被害状況の得点表

収束 : Va1	0.982
延焼阻止 : Va2	0.706
拡大 : Va3	0.091

$$\gamma = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n u_{ai} v_{aj} \quad (4-5)$$

$i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3$

簡易的消防隊活動効果指数と焼損床面積の相関関係図を図 4.7 に示す。また、相関関係グラフから近似式を一次式で与えた。

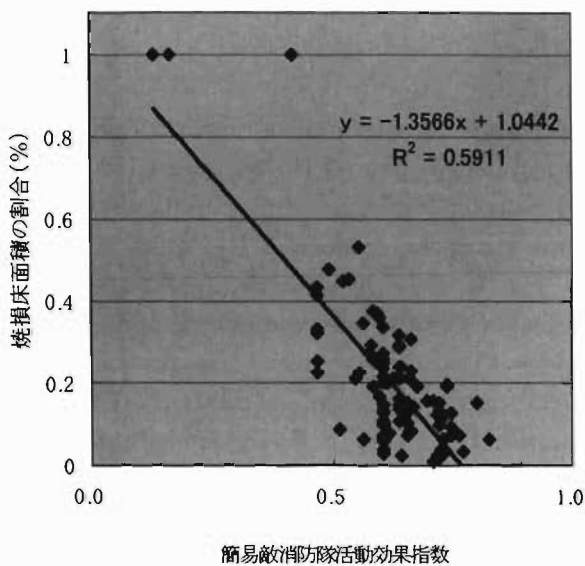


図 4.7 簡易的消防隊活動効果指数と焼損床面積の割合

図 4.7 に示すように、簡易的消防隊活動効果指数の増加に対して、焼損床面積の割合が減少していく傾向が見られた。図 3.1 のグラフより、曲線回帰が可能と推測し、その減少傾向を二次式で近似し、一次近似式の自由度調整決定係数 R^2 は 0.591 となり、単回帰で相関関係の認められる程度の決定係数が得られたことにより、隣棟延焼火災において簡易的消防隊活動効果指数が有効なものであると結論づけられる。

本研究においては、消防隊に活動効果についての評価指数は建物火災の消防隊の到着時と活動終了時の二つの要素という数少ない要素ではあるが、焼損床面積との関係を単純ながら求めることができたと思われる。今後は、放水口数、放水時間等を考慮することで、消防隊の活動評価のひとつのパラメータとなっていく可能性があるものと思われる。

5 まとめ

本研究では、気象条件、建物構造、隣棟間距離、消防隊活動効果のそれぞれについて、小規模延焼火災におけるそれぞれの要因影響を統計的に分析した。また、簡易的消防隊活動効果指

数を導入し、小規模延焼火災におけるその妥当性を検証した。

延焼の要因については、噴出火炎の外壁、軒裏、窓等に接触しての着火からくる延焼、噴出火炎の輻射熱により、隣接建物の外壁材や内部の可燃物の着火による延焼、出火建物から放出される火の粉による延焼といった要素に対して、その燃焼の複雑性が多岐の要因が絡みあっているため、一つの結論に到達できていないのが現状である。

今回は、当庁が作成した消防活動報告を基に読み取った延焼火災のデータをもとに集計した結果から、その延焼要因について検討を試みたものである。本研究では、建物構造と隣棟間距離がその延焼火災の焼損床面積の割合に影響を過分に与える事の正当性をより厳密に評価した。また延焼火災における消防隊の活動効果を、簡易的消防隊活動効果を作成することで、延焼火災での消防隊の活動評価のパラメータのひとつになりうるものとしてその有効性について評価した。

今後はこれを踏まえ、より厳密にマクロ延焼火災、マイクロ延焼火災双方に具体性のある研究にしていくには、詳細なデータの入手と解析ならびに分析の必要がある。延焼受害性、延焼加害性の双方を考慮し、その火炎の細密な延焼経路、屋根、軒裏、壁、開口部等の防火性や窓等の開口の有無等、様々な基礎データを集積していくことが望まれる。延焼要因の各要素を主成分分析等を用いて、その要因があたえる影響の強弱を調査していくことも必要である。基礎データの充実により、延焼の因果関係をより鮮明に解明していくことが可能と思われる。

【参考文献】

- 1) 斉藤正俊 他 2 名 : 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 (1999) 地域安全学会査読論文
- 2) 東京消防庁 1996~2000. 『第 50~54 回 東京消防庁統計書 (平成 9~13 年)』東京消防庁総務部企画課
- 3) 東京消防庁 1999. 『第 6 回 東京都の市街地状況調査報告書』東京消防庁防災部防災課
- 4) 東京消防庁 1999. 『地域・防災データブック』東京消防庁防災部防災課
- 5) 東京消防庁 1999・2000. 『平成 13・14 年版 火災の実態』東京消防庁予防部調査課

INVESTIGATION AND RESEARCH ON PREVENTING SPREAD OF FIRES TO ADJACENT BUILDINGS

Mamoru TOMABECHI* , Hiroshi MORIJIRI* , Isao TOMITA*

Abstract

In order to better understand how fires spread from the building of origin to adjacent buildings, it is necessary to investigate the structural causes behind the spreading of a fire from the building of origin, the causes behind an adjacent building's susceptibility to such spread, and possible obstructive measures. In this study we examined 100 cases of fires damaging at least two buildings within the Tokyo Fire Department's jurisdiction for the year 2001. We compiled a database including information such as the degree and type of damage, structure of adjacent buildings, distance between buildings, weather conditions, and firefighting measures employed. In addition to examining statistical correlations between such factors, we created a simple indicator for evaluating the impact of firefighting efforts and analyzed its effectiveness.

*First Laboratory