



兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造建物からの延焼要因

村田, 明子
横田, 英邦
北後, 明彦
室崎, 益輝

(Citation)

日本建築学会計画系論文集, 67(553):1-8

(Issue Date)

2002-03-30

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001092>



兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造建物からの延焼要因

FACTORS RELATED TO THE SPREAD OF FIRES FROM FIRE-RESISTANT BUILDINGS AND QUASI-FIRE-RESISTANT BUILDINGS IN THE HYOGO-KEN NAMBU EARTHQUAKE

村田明子*1, 横田英邦*2, 北後明彦*3, 室崎益輝*4
Akiko MURATA, Hidekuni YOKOTA, Akihiko HOKUGO
and Yoshiteru MUROSAKI

The factors relating to the spread of fires from fire-resistant buildings to adjacent buildings during the Hyogo-ken Nambu earthquake were analyzed from the following perspectives.

1. Relationships between the extent of fire damage and seismic damage to building structures, and between the characteristics, including building use, of the buildings of fire origin and occurrence of fire-spread.
2. Relationships between occurrence of fire-spread and distances between burned and adjacent buildings, and structure of adjacent buildings.
3. Relationships between the extent of fire damage to buildings and fire fighting of fire brigade.

Keywords: Earthquake fire, Fire-resistant building, Extent of fire damage, Fire spreading

地震火災, 耐火造建物, 焼損程度, 延焼

1. はじめに

1.1 背景・目的

耐火造・準耐火造建物は、市街地における延焼防止の観点から、一定の加害防止性と受害防止性を要求される。火元建物であった場合は、被害を防火区画内の最小限にとどめることや、たとえ延焼拡大しても隣接建物へ燃え移らないこと（加害防止性）が求められる。一方で、火元建物ではない場合には、火元建物から燃え移らないこと（受害防止性）、たとえ燃え移ったとしても他の建物への延焼を阻止すること（加害防止性）が求められる。しかしながら、兵庫県南部地震のような地震後の火災では、平常時に比べ、耐火造建物であっても隣棟延焼する事例が多い傾向があり¹⁾、耐火造建物の延焼に関して、火元建物特性等がどのような場合に加害防止性能および受害防止性能が保持できなかったのかという条件を明らかにすることは重要である。また、北後²⁾が、耐火造の延焼状況に関する文献調査から「耐火造が木造同様に燃焼していった場合」として木造密集地に単独で存在する小規模耐火造建物の事例を指摘しているように、市街地の建物密度の違いなど、建物の性能のみならず、立地状況の違いも無視できない。

耐火造建物が地震火災被害に遭遇する危険性を考えた場合、火元となる加害危険性と延焼する受害危険性の両者が考えられる。前者は建

物内での延焼拡大危険性に加えて、隣接建物への延焼危険性、即ち、市街地火災の加害建物となる危険性が考えられる。一方、後者は、市街地火災における被害の危険性と考えられる。これまでに地震火災に関する数多くの被害分析が行われているが、耐火造建物の加害性や受害性の観点から調査・分析を行ったものは限られている。

本稿では、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、兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造建物の火災を対象に、集団火災事例と単体火災事例を比較し、地震時の隣棟延焼に関わる要因の考察を行う。

1.2 関連する既往研究・統計

耐火造・準耐火造建物の内部延焼要因および隣棟への延焼要因に関連する既往研究や統計に示された知見を示す。

まず、平常時の耐火造・準耐火造建物の延焼性状に関して、平年の火災統計より、火元建物が耐火造の場合は防火木造や普通木造より建物内部での火災拡大率が小さい³⁾ことが指摘されている。また、平常時の耐火造・準耐火造建物の隣棟距離と類焼条件について、火元が耐火造建物の場合に隣棟へ延焼する事例の9割近くは隣棟距離2m以内

*1 神戸大学大学院自然科学研究科 大学院生

*2 阪急電鉄㈱ 工修

*3 神戸大学都市安全研究センター 助教授・学博

*4 神戸大学都市安全研究センター 教授・工博

Graduate School of Science and Technology, Kobe University

Hankyu Corporation, M. Eng.

Assoc. Prof., Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, Ph. D.

Prof., Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, Dr. Eng.

であり、耐火造建物は隣棟へ延焼しにくい傾向がある⁴⁾ことが指摘されている。外壁仕様や開口条件に基づいて外壁の受熱側危険限界距離やガラスびび割れ限界距離を求めた実験的研究⁵⁾も見られる。

過去の地震火災で火元建物が耐火造建物と判明している事例は、表1に示すように1948年福井地震⁶⁾、1964年新潟地震⁷⁾、1968年十勝沖地震^{8) 9) 10)}、1978年宮城県沖地震¹¹⁾、1983年日本海中部地震^{12) 13)}、1993年釧路沖地震¹⁴⁾で見られるが、いずれも集団火災に至っていない¹⁵⁾。兵庫県南部地震では、火災年報別冊¹⁵⁾によれば、耐火造の6.4%、準耐火非木造の8.2%が延焼しており、木造の24%に比べれば少ないものの、多くの耐火造建物や準耐火造建物から隣棟へ延焼した傾向が見られる。

地震時の耐火造・準耐火造建物の延焼性状に関して、関沢¹⁶⁾は地震後3日間に発生した建物火災のうち火元建物構造が判明した火災について、木造・防火木造、準耐火造、耐火造の順に単体火災割合が大きくなっていると述べている。北後³⁾は、耐火造から出火した場合、危険物や大量の可燃物が蓄積されている状況で集団火災になりやすい傾向を指摘している。火元となった耐火造・準耐火造建物に関する既往研究は、いずれも火災統計の分析や文献調査に基づくものであり、個別の火災事例を掘り下げて検討したものは限られている^{注2)}。そこで、本研究は、限られた情報に基づくものではあるが、過去の地震ではほとんど見られなかった耐火造・準耐火造建物からの隣棟延焼要因の考察を試みるものである。

2 研究の方法

2.1 延焼要因のとりえ方と分析方法

耐火造・準耐火造建物で発生した火災がどのような場合に周辺へ延焼しやすいのかを明らかにするという目的に対して、本稿では以下の考え方に基いて検討する要因を設定した。

地震後の火災では、火災発生時刻や火災発生場所等の出火に関わる条件が火災覚知や初期消火、公設消防活動等に影響を及ぼすと言える。また、地震後の火災における延焼拡大要因として、燃焼を促進する要因には建物内部の可燃物散乱や危険物の漏洩、ガスの漏洩等に関わると考えられる。一方、燃焼を防ぐ要因として建物内の防火区画の存在や隣接建物との距離、初期消火活動等があるが、地震時には、地震による防火区画や開口部の損傷、居住者の避難等に伴う初期覚知不

能および初期消火不能等の影響があると考えられる。さらに、隣棟への延焼に関わる要因として、隣棟距離や隣接建物構造、立地条件、消火活動等に関わると考えられるが、地震時には、地震による隣接建物の損傷、同時多発火災等による消防力不足や消火栓等の水利使用不能の影響があると考えられる。

本稿では、耐火造建物の内部延焼要因および隣棟延焼要因について、兵庫県南部地震時に出火した耐火造・準耐火造建物の火災を対象に、集団火災に拡大した事例と単体火災事例の火元建物特性（構造被害、用途、規模）、火元建物周囲の空地・建物条件（隣棟距離、空地、建物構造）、消火活動を比較し、地震時の隣棟延焼要因の考察を行う。

まず、火災発生時刻や発生場所等の出火に関わる状況を概括的に述べ、次に、火元建物特性、火元建物周囲の空地・建物条件、消火活動の観点から延焼要因の分析・考察を行う。

2.2 対象とする火災事例

本研究では、耐火造・準耐火造建物が火元となり集団火災に延焼した事例が見られた兵庫県南部地震後の火災を対象とした。分析対象とした火災事例は、兵庫県南部地震における出火に関する既稿¹⁷⁾データ（自治省消防研究所¹⁸⁾・建設省建築研究所¹⁹⁾・神戸大学室崎研究室²⁰⁾の火災事例情報を統合し、各消防局へのヒアリング調査等により対象地域外の情報の追加や既存情報の確認を行った資料）をもとに、1995年1月17日～19日の3日間の建物火災事例、および倒壊建物の火災事例（出火時刻不明、小火の事例を除く）のうち、火元建物構造が耐火造・準耐火造建物（RC造・SRC造・S造）の85件とした。地震後3日間を対象としたのは地震に直接的に起因する火災に限定するためである。

対象とした火災事例の概要を表2に示す。表2の番号・出火日時・焼損面積・被害棟数は文献18に基づく。単体火災とは火元建物が部分焼～全焼の火災事例を指し、隣接建物の外壁の一部が焼損した事例（番号31、207、277）も含む。集団火災とは、火元建物の隣棟が外壁のみならず内部延焼し部分焼以上に至った火災事例を指す。

表2より、分析対象85件のうち、集団火災に拡大した事例は16件、単体火災事例は69件で、2割弱が隣棟延焼している。また、集団火災16件の焼損面積は1000m²未満が4件、1000m²以上5000m²未満が6件、5000m²以上10000m²未満が5件、10000m²以上が1件である。単体火災69件を防火区画単位でみた焼損規模（以後、区画焼損規模と称す）で分類すると、出火室の防火区画内にとどまった事例が32件（「出火室部分焼」18件と「出火室全焼」14件）、共同住宅等の一住戸の防火区画を超えて同一階に延焼した「同一階延焼」は8件、層間区画を超えて上階へ延焼した「上階延焼」は19件で、区画焼損規模不明が10件である。

2.3 各火災事例の分析に用いたデータ項目

耐火造・準耐火造建物からの隣棟延焼要因を明らかにするためには焼損面積、焼損棟数等の火災被害情報に加えて、構造被害、建物用途・規模等の火元建物情報、および火元建物に隣接する建物の被害や構造種別、火元建物との距離、消火活動実施状況等の各種データが必要である。そこで、既稿¹⁷⁾データをもとにして、耐火造・準耐火造建物の火災事例の情報（平面図や隣接建物構造等）を記した阪神・淡路大震災報告書編集委員会²¹⁾、日本火災学会²²⁾、建設省建築研究所²³⁾の

表1 過去の地震で出火した耐火造建物の火災事例

地震名称	住所	用途	構造	階数	焼損状況
1948年福井地震	福井市牧島町	学校	RC	—	—（記載なし）
1964年新潟地震	新潟市	工場	RC	—	研究室90㎡、試験器具類
1968年十勝沖地震	八戸市寺崎町	店舗併用戸建住宅	RC	3	半焼70㎡
1968年十勝沖地震	八戸市太久保字町道	学校	木造RC造	2.3	部分焼3㎡、小火
1968年十勝沖地震	三沢市犬落瀬	学校	RC	3	部分焼0㎡
1968年十勝沖地震	札幌市	戸建住宅	RC	4	小火
1978年宮城県沖地震	仙台市荒巻字青葉	学校	RC	8	焼失212㎡
1978年宮城県沖地震	仙台市荒巻字青葉	学校	RC	6	—（記載なし）
1978年宮城県沖地震	仙台市小松島	学校	RC	5	焼失231㎡
1978年宮城県沖地震	仙台市郡山	工場	S	1	重油タンク等配線焼損
1978年宮城県沖地震	多賀城市栄	冷凍工場	S	2	2階69㎡焼失
1983年日本海中部地震	秋田市川元開和町	店舗併用共同住宅	耐火造	2	小火、カーペット若干焼損
1993年釧路沖地震	帯広市稲田町西	学校	耐火造	2	—（記載なし）
1993年釧路沖地震	釧路市末広町	雑居ビル（飲食店）	耐火造	10	部分焼、焼失面積60㎡

表2 耐火造・準耐火造建物から出火した火災事例

番号 (1)	市区 (2)	町丁目 (3)	発生日 (4)	発生 時間 (5)	焼損 面積 (m ²) (6)	焼損 表面 積(m ²) (7)	全焼 (棟) (8)	半焼 (棟) (9)	部分 焼 (棟) (10)	焼損規模(単体火災の 区画焼損規模*) (11)	構造被 害* (12)	構造種別 *1 (13)	火元建物用途* (14)	階数 *1 (15)	延焼 面積 (m ²)*2 (16)	平均隣 棟距離 (m)*2 (17)	最小隣 棟距離 (m)*3 (18)	市民 消火 (19)	公設 消防 *4*5 (20)	道路等 空地 数 (21)	耐火造 等隣接 面数*6 (22)
7	東灘	山南町4丁目	17日	5:50	72				1	単体:上階延焼	なし	RC	共同住宅	7	不明	7.6	2.5	有	無	1	2
9	東灘	住吉本町2丁目	17日	5:51	363				1	単体:上階延焼	なし	RC	共同住宅	4,5	不明	4.5	2.0	有	無	1	不明
10	東灘	岡本8丁目	17日	6:00	323				1	単体:出火室全焼	なし	RC	学校	4,5	不明	36.3	3.8	有	有	2	2*6
15	東灘	本庄町3丁目	17日	13:20	100			1		単体:同一階延焼	なし	S	工場	2	不明	4.4	2.0	有	無	2	1
16	東灘	魚崎北町5丁目	17日	14:00	6510		85	5		単体:同一階延焼	なし	S	店舗	1	不明	3.3	0*3	無	無	2	1
17	東灘	深江北町3丁目	17日	19:00	9				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	共同住宅	7	不明	7.5	4.0	有	有	2	1*6
18	東灘	山南町2丁目	18日	19:05	1596		14	1		単体:同一階延焼	なし	S	工場併用住宅	2	不明	16.4	2.0	有	有*4	1	1
19	東灘	深江南町1丁目	18日	19:15	17				1	単体:同一階延焼	なし	RC	共同住宅	不明	不明	12.5	9.0	不明	有	2	2*6
21	東灘	住吉本町1丁目	19日	9:00	3493		1			単体:上階延焼	なし	RC	事務所	5	3493	5.5	0*3	不明	有	2	1
22	東灘	魚崎北町8丁目	19日	1:05	129				1	単体:不明	なし	RC	共同住宅	5	不明	17.5	3.0	不明	有	1	不明
31	灘	上河原通4丁目	17日	5:50	230		2		4	単体:上階延焼	なし	RC+S	倉庫・戸建住宅	3+1	201+30	5.1	2.5	不明	有	1	2
39	灘	島崎子町1丁目	17日	5:50	1016		1			単体:上階延焼	なし	RC	学校	3	2179	24.0	5.0	有	不明	2	2*6
43	灘	鹿の通3丁目	17日	8:30	3675		36		6	単体:同一階延焼	なし	RC	店舗併用事務所	5	不明	11.4	1.0	有	有	2	1
44	灘	下河原4丁目	17日	14:00	31				1	単体:出火室全焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	4	695	9.3	1.0	不明	有	3	0
47	灘	桜ヶ丘15	18日	7:43	68				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	10	15514	38.8	0	不明	有	3	1
52	中央	脇浜町2丁目	17日	5:46	565					単体:上階延焼	なし	RC	店舗	3	2935	18.4	5.0	不明	無	3	1*6
53	中央	吾妻通6丁目	17日	5:46						単体:上階延焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	6	493	29.0	0*3	有	有	2	0
54	中央	脇浜町1丁目	17日	5:46						単体:不明	なし	RC	工場	3	不明	8.5	3.0	有	有	1	3*6
55	中央	脇浜町2丁目	17日	5:46	470		2		1	単体:同一階延焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	3	342	16.3	0*3	不明	無*5	1	3
57	中央	雲井通4丁目	17日	6:30	40				1	単体:出火室全焼	なし	RC	工場併用共同住宅	5,4	不明	16.9	0*3	有	不明	2	2
59	中央	御幸通6丁目	17日	8:00						単体:上階延焼	なし	RC	事務所	6,5	不明	7.0	0.5	無	不明	2	2*6
60	中央	八幡通1丁目	17日	9:30	45				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	14	2262	27.6	3.5	無	有	2	2*6
61	中央	三宮町1丁目	17日	13:30	1576		9	1	1	単体:同一階延焼	なし	S	事務所	3	不明	9.3	0*3	明	有	2	1
62	中央	生田町1丁目	17日	19:00	28				1	単体:出火室全焼	なし	RC	店舗併用事務所	6	2212	35.5	0*3	有	有	2	1*6
64	中央	磯辺通1丁目	18日	2:20	35				1	単体:上階延焼	なし	RC	事務所・共同住宅	11	8365	11.8	3.0	不明	有	3	1*6
71	中央	海岸通	17日	6:00	133				1	単体:同一階延焼	なし	RC	事務所	9	15977	34.0	6.0	有	無	3	1*6
73	中央	山本通3丁目	17日	7:00	152				1	単体:上階延焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	7	1651	7.8	2.0	不明	有	2	0
74	中央	中山手通4丁目	17日	11:00	30				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	9	1172	14.8	1.0	不明	有	2	0*6
75	中央	中山手通4丁目	17日	15:00	25				1	単体:出火室部分焼	不明	RC	店舗併用共同住宅	4	397	5.3	2.0	不明	有	2	0*6
83	中央	港島中町3丁目	18日	2:00	85				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	14	不明	25.5	0	不明	無	2	2
84	中央	港島4丁目	19日	1:20	3600			1		単体:同一階延焼	不明	S	倉庫	1	不明	28.4	2.5	不明	有	2	2*6
86	兵庫	中道通6丁目	17日	5:48	5273		43		2	単体:同一階延焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	5	不明	7.6	1.5	有	無	3	0*6
90	兵庫	荒川町3丁目	17日	5:50	658		4		3	単体:同一階延焼	なし	S	共同住宅	3	269	3.8	1.0	有	無	2	2
96	兵庫	門田町	17日	6:00	1247		2	1		単体:同一階延焼	なし	RC	工場・事務所・共同住宅	5	813	20.1	1.0	有	無	2	2
97	兵庫	塚本通2丁目	17日	8:00	351		5		1	単体:同一階延焼	なし	S	店舗併用住宅	4	95	6.6	0*3	不明	無*4	2	1
101	兵庫	淡川町5丁目	17日	9:40	61				1	単体:出火室全焼	軽微	RC	共同住宅	不明	2098	7.8	2.0	有	無	1	0*6
117	長田	川西通1丁目	17日	5:47	3133		12			単体:同一階延焼	なし	RC	工場	2	不明	3.1	0*3	無	有	1	2
119	須磨	大田町1丁目	17日	5:47	24137		187	6	4	大規模	不明	RC	工場	2	不明	2.5	0*3	無	無	1	2
120	長田	大塚町2丁目	17日	5:47	125			1		単体:同一階延焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	4	不明	5.9	1.0	有	無	2	0
126	長田	梅ヶ谷町2丁目	17日	5:47	2305		10		1	単体:同一階延焼	なし	S	工場	2	不明	6.0	0*3	不明	無	2	1
127	長田	長安町4丁目	17日	5:50	59				1	単体:出火室全焼	不明	RC	共同住宅	6	1902	7.4	1.0	不明	不明	2	不明
131	長田	細田町4丁目	17日	11:30	8724		5		2	単体:同一階延焼	なし	RC	工場	4	不明	5.6	0*3	不明	無	2	1
132	長田	三番町3丁目	18日	8:30	176		1			単体:上階延焼	なし	RC	戸建住宅	2	176	10.1	2.0	有	無	2	不明
136	長田	宮田町1丁目	19日	22:54	80				1	単体:同一階延焼	なし	S	店舗併用共同住宅	3	369	3.6	0*3	不明	有	2	1
142	西	伊川谷町有瀬	17日	5:55	77				1	単体:不明	小	RC	学校	7	4873	38.2	4.2	不明	有	2	2*6
146	須磨	大黒町5丁目	17日	5:50	5725		79			単体:同一階延焼	なし	S	工場	2	不明	1.8	0*3	不明	有*4	2	0*6
153	須磨	千歳町4丁目	17日	9:00	5656		3		2	単体:同一階延焼	なし	RC	工場	5	3204	3.5	2.0	不明	無*5	1	3
157	須磨	戎町2丁目	18日	10:25	10				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	共同住宅	11	不明	10.0	0*3	不明	不明	2	1*6
164	垂水	堀屋町1丁目	17日	9:20	20				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	共同住宅	8	3213	22.7	9.0	不明	有	3	0*6
166	垂水	舞子坂3丁目	17日	9:50	10				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	3	676	25.5	3.0	不明	有	2	不明
176	尼崎	武庫の里1丁目	17日	5:55	6	10			1	単体:出火室部分焼	なし	S	商材(作業所)	2	240	7.6	0*3	有	有	1	0*6
178	尼崎	西本町6丁目	17日	6:47	10				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	事務所併用共同住宅	4	886	37.1	1.5	有	有	3	0*6
179	尼崎	武庫川町4丁目	17日	7:35	0	3			1	単体:出火室部分焼	不明	S	共同住宅	2	179	4.1	0.5	有	無	1	1*6
187	明石	西新町2丁目	17日	9:50	12				1	単体:出火室全焼	なし	RC	店舗併用共同住宅	4	519	不明	不明	有	有	不明	不明
188	明石	西明石南町3丁目	17日	9:50	18				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	5	1653	不明	不明	有	有	不明	不明
198	西宮	一里山町1丁目	17日	5:47	1204				1	単体:上階延焼	なし	RC	学校	3	不明	19.9	9.0	有	有	3	1
206	西宮	弓馬町9番	17日	6:10	273		4			単体:同一階延焼	なし	S	物販店舗	1	273+4棟	19.5	0*3	無	無	3	1
207	西宮	甲子園門北町	17日	6:30	173		1		3	単体:上階延焼	なし	S+木	店舗併用住宅	2	173+2	2.8	0*3	有	有	1	2
211	西宮	若松町4丁目	17日	6:52	143				1	単体:出火室全焼	なし	RC	共同住宅	6	不明	6.6	1.5	無	有	2	1*6
226	西宮	宮西町	19日	8:11	181				1	単体:上階延焼	なし	S	共同住宅	3	不明	10.9	1.5	有	有	2	1
227	西宮	上霞原町	19日	17:00	570		1			単体:上階延焼	なし	S	共同住宅	3	861+2	1.9	1.5	有	有	1	2
228	西宮	満池谷町	19日	18:00	47				1	単体:同一階延焼	なし	S	戸建住宅	3	不明	2.6	0*3	有	有	2	1
230	芦屋	東山町	17日	5:50	37				1	単体:出火室全焼	なし	S	共同住宅	3	455	5.2	2.0	無	有	2	0*6
232	芦屋	親王塚町	17日	5:55	661				1	単体:上階延焼	なし	RC	共同住宅	6	3586	3.4	1.3	有	無	2	不明
235	芦屋	楠町	17日	6:30	371				1	単体:上階延焼	なし	RC	共同住宅	9	17019	20.9	12.5	有	有	2	1
237	芦屋	川西町	17日	7:00	179				1	単体:上階延焼	なし	RC	店舗併用住宅	3	356	5.6	0*3	有	有	2	不明
238	芦屋	精道町	17日	8:00	489		1			単体:上階延焼	なし	RC	共同住宅	3	489	9.6	0*3	有	有	2	不明
240	芦屋	平田町	18日	12:00	1	134			1	単体:出火室部分焼	不明	RC	飲食店	2	326	27.3	1.0	有	無	2	不明
244	伊丹	千鶴1丁目	17日	5:48	0	16			1	単体:出火室部分焼	なし	RC	事務所	8	25518	30.3	5.0	有	有	3	1
245	伊丹	池尻6丁目	17日	6:55	2				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	共同住宅	10	13227	16.0	10.0	有	有	3	0*6
246	伊丹	西台1丁目	17日	7:00	19	10			1	単体:出火室部分焼	なし	S	店舗併用共同住宅	4	572	5.0	3.7	不明	有	1	1*6
247	伊丹	東有岡5丁目	17日	7:05	0	23			1	単体:出火室部分焼	なし	S	共同住宅	2	269	6.8	3.0	有	有	1	不明
248	伊丹	中野東1丁目	17日	7:13	20				1	単体:出火室部分焼	なし	RC	共同住宅	4	934	27.6	15.0	有	有	4	0
256	宝塚	中山寺1丁目	17日	5:50		10			1	単体:上階延焼	なし	S	店舗・事務所・共同住宅	6	2240	20.4	0*3	不明	有	3	1*6
257	宝塚	南ひばりヶ丘2丁目	17日	11:27	3				1	単体:出火室部分焼											

資料等の情報により補足した。消火活動実施状況については上記資料に加え、神戸市消防局へのヒアリング調査により補足した。集団火災の火元建物は確定されていない場合が多いため、消防局およびその他の調査結果で推定した信頼性の高い推定情報を含む。

隣棟距離は、主として1995年1月時点の住宅地図を用いて、火元建物四方の各隣棟距離を測定し、平均隣棟距離、最小隣棟距離を算出した。火元建物および隣接建物ともに建物形状が記載されているものは建物外形間の最も近い部分の距離を計測し、火元建物もしくは隣接建物のいずれかの建物形状が記載されているものは建物外形と隣地境界線までの距離を計測した。建物形状がいずれも記載されておらず隣地境界線のみ引いてあるものは隣棟距離0（厳密な距離ではなく、非常に近接した状態を表す）と判断した。隣接建物の構造種別は、建築研究所の文献¹⁹⁾²³⁾等に表示された隣接建物の構造種別データを用いた。データがないものは、住宅地図や写真等の情報に基づいて推定した。

隣接建物の被害に関して、集団火災では、火元建物以外の建物から回り込んで延焼した例も見られ、正確な延焼方向が判断できない場合があるため、延焼方向を考慮せず延焼の有無のみを判断した。道路を越えた建物へ延焼した事例があるため、火元建物が面する道路・空地等を隔てた向かいにある建物も隣接建物とした。

消火活動については市民消火活動および公設消防活動の有無を調べた。集団火災に対する公設消防活動は、火元建物周辺への延焼を防ぐための消火活動に限定するため、放水開始時間により活動の有無を判断した。放水開始時間が火災発知後1時間以内の場合には火元建物から隣への延焼を防ぐための消火活動が行われたと判断し、火災発知後1時間以降に放水を開始した場合には火元建物以外の建物に延焼していた場合が多いと考えて、火元建物への消火活動は行われなかったと判断した。また、公設消防活動が行われた記録があり、放水開始時間不明の場合は、火災発知時間が出火後1時間以降の場合には既に複数の建物へ延焼している状況が多いと考えて、「公設消防活動なし」と判断した。それ以外の場合は「公設消防活動あり」とした。

集団火災の火元となった耐火造建物の開口部条件や火災前の開口部損傷状況、隣棟への延焼経路等の情報はほとんどないため、本稿では言及しない。漏洩ガスが延焼拡大に与える影響は大きいと考えられるが適切なデータがないため対象外とした。

3. 耐火造・準耐火造建物からの出火状況の概要

耐火造・準耐火造建物からの出火時刻、火災発生場所の立地条件を概括的に述べる。

単体火災69件の出火時刻は地震発生後3時間までが約6割を占めており、集団火災16件の出火時刻についても地震発生後3時間までが約7割を占めている。単体火災と集団火災で出火時刻の違いは特に見られない。

火災発生場所について、単体火災は神戸市内で発生したのが約半数(35件)で、大阪市(7件)、西宮市(6件)、芦屋市(6件)等の周辺都市が多いのに対し、集団火災は西宮市の1件を除くと全て神戸市内で発生しており、震度が大きく被害が集中した兵庫区、長田区、須磨区等でやや多くなっている。

集団火災事例には、火元建物用途や立地条件等から、以下の四つの

パターンがある傾向²⁴⁾が見られる。即ち、(1)工場の比率の高い住工混合地に立地する事例で、工場や商店の倉庫にあった危険物等によって火勢が強く、容易に延焼した事例、(2)店舗など可燃物が多いビルで火災が発生し、周辺の木造住宅に延焼した事例、(3)都心部に多く、以前は木造密集商業地であった所に鉄骨造等が密集して建てられた地域で、耐火造間で延焼した事例、(4)共同住宅・併用共同住宅が大きく倒壊し、出火炎上して倒れ込んでいた隣家に延焼した事例、である。

(4)以外は、建て詰まった地域で発生しており、出火建物と隣接建物の隣棟間隔が十分でないものが多い傾向が見られる。

以上より、震度が大きく建物被害が大きかった地域で多く出火しているものの、集団火災事例と単体火災事例の間で出火状況の違いは明らかではない。集団火災事例の発生した場所は幾つかのパターンが見られるため、次節で立地条件に関する定量的な観点から分析を行う。

4 耐火造・準耐火造建物から隣棟への延焼要因

4. 1 火元となった耐火造・準耐火造の建物特性

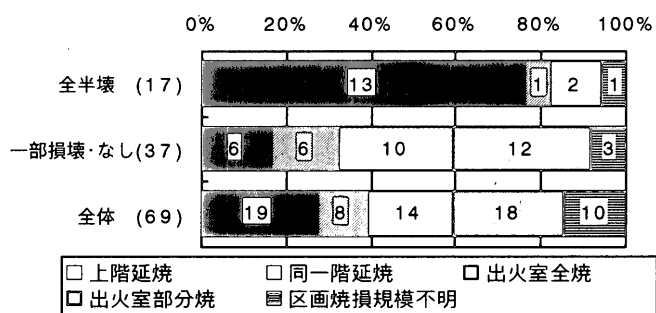
(1) 火元となった耐火造・準耐火造建物の構造被害

単体火災事例の火元建物の構造被害は、無被害が半数(35件)で最も多く、全半壊が約4分の1(17件)、一部損壊2件、不明15件である。構造被害と建物内部延焼状況の関連を図1に示す。図1より、全半壊建物で上階延焼した事例は約76%(13件)に対し、無被害建物で上階延焼した事例は約17%(6件)に過ぎない。建物内部が住戸単位で防火区画されている共同住宅の場合、上階延焼した共同住宅(併用含む)9件のうち8件は構造被害が大きかったことに示されるように、構造被害が大きい建物はそうでない建物に比べて上階延焼しやすく、構造被害が延焼拡大に影響したと考えられる。構造別にみると、耐火造・準耐火造ともに同様で、全半壊建物は建物内部で延焼拡大している傾向が見られた。

集団火災事例の火元建物の構造被害は、全半壊が約6割(10件)を占め、被害なし5件、不明1件である。集団火災の火元建物は、単体火災の火元建物に比べて、構造被害が大きい傾向がある。構造被害がなかった集団火災事例5件の火元建物用途は工場や店舗等であり、危険物や大量の可燃物等により延焼拡大したと考えられる。一方、火元建物の構造被害が大きかった単体火災事例の立地状況をみると、道路に囲まれた角地に立地する傾向²⁴⁾が見られ、単体火災事例にとどまったのは周辺が建て詰まっていなかったことも一因と考えられる。

(2) 火元となった耐火造・準耐火造建物の用途・規模

火元建物用途別の焼損規模(単体火災の区画焼損規模および集団火



* 全体の値には構造被害不明の15件を含む

図1 単体火災の火元建物構造被害別にみた区画焼損規模

災)について、上から集団火災となった割合が高い順に図2に示した。図2より、工場や店舗、併用住宅、複合用途等で集団火災となった割合が高い一方、共同住宅や学校等では単体火災の割合が高い。特に、共同住宅や併用共同住宅では「出火室全焼」や「出火室部分焼」の割合が高く、出火室内で火災がとどまった割合が高い。火元建物が工場や店舗の場合に他へ延焼した事例が多い傾向が見られ、危険物や多量の可燃物が燃え方の激しさに影響したと考えられる。なお、店舗・飲食店、併用戸建住宅、事務所、共同住宅で集団火災となったのは全て準耐火造であり、構造の違いによる影響も大きい。

平常時と地震時の用途別延焼状況を検討するため、兵庫県南部地震時¹⁵⁾と平常時²⁵⁾の建物用途・構造別延焼率^{注3)}(地震時の耐火造・準耐火造建物の火災件数が5件以上の用途のみ)を図3に示す。図3より、学校は平常時・地震時ともに延焼率が低い一方、耐火造・準耐火造の工場や準耐火造の非特定複合用途、準耐火造の共同住宅、耐火造の事務所等では地震時の延焼率が平常時より高くなっている傾向が見られる。兵庫県南部地震の火元建物特性を表す結果となっていることは否めないが、工場や複合用途建物では、地震時には平常時の何倍も延焼しやすい傾向があると考えられる。

次に、建物規模と延焼状況の関連を検討するため、集団火災事例および単体火災事例(全半焼と部分焼に分類)の火元建物延床面積(母数:面積不明の事例を除いた51件)を累積度数%で図4に示した。図4より、集団火災の火元建物の約8割、全半焼した単体火災の火元建物の約7割が延床面積1000m²以下であり、部分焼にとどまった事例に比べて規模が小さい傾向がある。規模の大きな建物は内部の防火区画により燃え広がらない一方、小規模の建物は内部の防火区画がほとんどないと考えられるため全半焼しやすいと考えられる。なお、集団火災の火元建物で延床面積500m²以下の4件は全て準耐火造であり、準耐火造の小規模建物は集団火災になりやすいことが伺える。

以上より、火元建物特性としての構造被害および用途・規模の各要因と延焼要因の関連が示された。地震により構造的損傷を受けた耐火造・準耐火造建物では、防火区画や開口部が損傷等により延焼拡大しやすい傾向が示され、危険物や可燃物の多い用途では地震時に延焼しやすい傾向や小規模建物では延焼拡大しやすい傾向が示された。

4. 2 火元建物周囲の空地・建物条件

単体火災事例では、可燃物量や消火活動、気象条件等によっては隣棟への延焼危険性があったと考えられる。また、集団火災事例は延焼しなかった側を含め、四方の隣接建物への延焼危険性があったと考えられる。そこで、火元建物と、道路を含めた四方の隣接建物との距離、および道路等の空地面積と隣接建物の構造種別の面から分析を行う。

(1) 火元建物と隣接建物間の隣棟距離

火元建物の周囲の隣接建物が類焼した場合と類焼しなかった場合の隣棟距離を比較するため、隣棟距離を類焼の有無別に累積度数%で図5にプロットした(母数:距離不明の面を除いた298面)。図5に示す「集団火災:類焼なし面」は、集団火災の火元建物周囲で類焼しなかった隣接建物について、火元建物からの距離をプロットしたものであり、「集団火災:類焼あり面」は、類焼した隣接建物について、火元建物からの距離をプロットした。また、「単体火災:類焼なし面」では、単体火災の火元建物周囲の隣接建物について、火元建物からの距

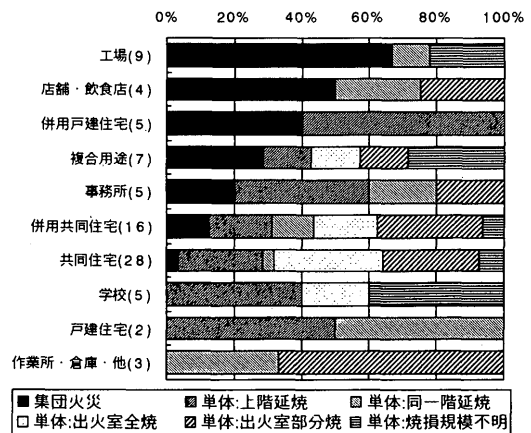


図2 火元建物用途と焼損規模(単体火災の区画焼損規模・集団火災)(但し、火元建物用途不明の1件を除く)

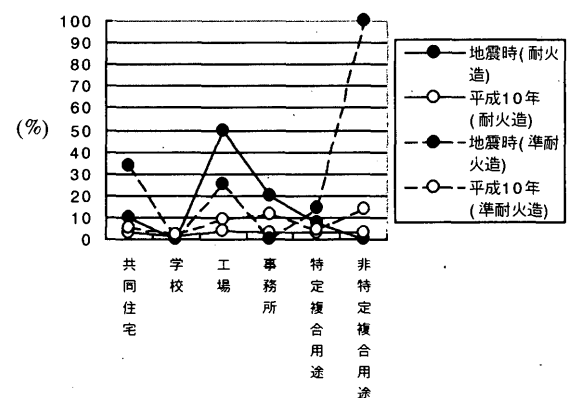


図3 地震時と平常時の用途別延焼率(構造別)

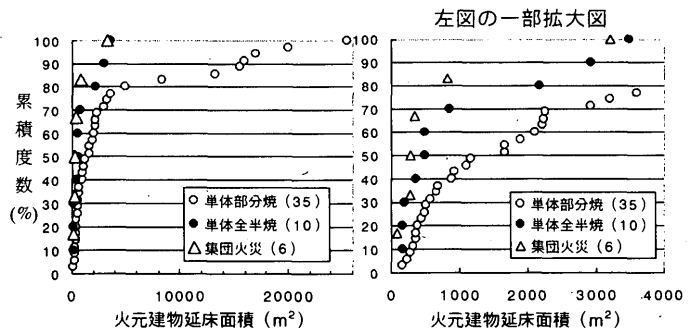
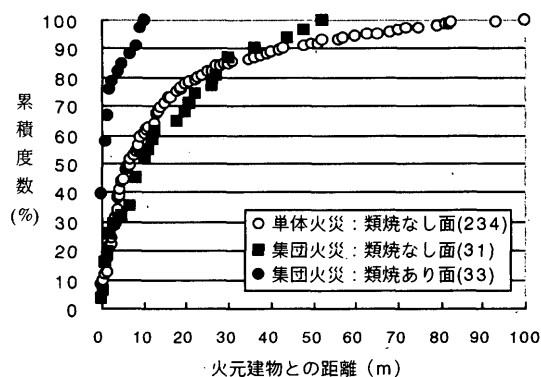


図4 火元建物の延床面積(単体火災の全半焼・部分焼と集団火災)(面積不明の集団火災10件・単体火災24件を除く)



* 距離0は厳密な値ではなく非常に近接した状態を表す

図5 隣接建物の類焼の有無別にみた隣棟距離(単体火災は隣棟距離不明10件×4面と海岸や山で隣接建物がない事例の2面を除く)

離をプロットした。当然ながら「単体火災：類焼あり面」は存在しない。図5より、「類焼あり面」即ち、類焼した隣接建物と火元建物との距離は大部分が非常に近接した状態であった一方、集団火災事例で類焼しなかった隣接建物や単体火災事例の隣接建物は、類焼した建物に比べ、火元建物との距離が離れていた傾向が見られる。

次に、単体火災事例と集団火災事例の周辺建物密度を比較するため、集団火災および単体火災事例の各火元建物の四方の平均隣棟距離を累積度数%で図6に表した（母数：隣棟距離不明の10件を除いた75件）。集団火災事例16件の平均隣棟距離の平均値は8.6mに対し、単体火災事例59件の平均値は15.3mで約2倍の違いが見られ、集団火災事例では単体火災事例に比べて、平均隣棟距離が小さい傾向が見られる。なお、単体火災事例は、火元建物が複数の道路に面する角地にある場合が多く、それが平均隣棟距離が大きい一因と考えられる。

最も近接する建物との距離が延焼の有無に影響すると考えられるため、集団火災および単体火災事例の各火元建物の四方の最小隣棟距離を累積度数%で図7に表した（母数：隣棟距離不明の10件を除いた75件）。図7より、集団火災の火元建物は、最小隣棟距離が全て2m以内で、単体火災の火元建物に比べて、最も近接する建物との距離が非常に小さかった傾向が伺える。

図6および図7より、集団火災事例の火元建物は、単体火災事例に比べて、周囲が建て詰まっており、隣接建物と近接していた傾向が示された。こうした結果は隣棟距離のみならず、消火活動、火元建物用途、延焼方向等のさまざまな要因が関わった結果であることは言うまでもないものの、隣棟距離の違いは隣接建物の延焼の有無と関わりが強いことが伺える。

(2) 道路等の空地面数と隣接建物の構造

道路・空地等に2面以上面する角地に位置する影響を検討するため、道路や河川、線路、屋外駐車場等の空地に面する面数を図8の左に示した。また、隣接建物の構造が耐火造・準耐火造であった影響を検討するため、単体火災事例と集団火災事例を対象に、隣接建物のうち耐火造・準耐火造建物に隣接する面数を図8の右に示す（左右の図の母数：不明の事例20件を除いた65件）。右図では、道路等の空地の影響を除外するため、火元建物と道路・空地等を隔てた向かい側にある建物は除いた。

左図より、集団火災事例は空地に1～2面のみ面する割合が高いのに対し、単体火災事例では空地に2面以上面する割合が高く、単体火災の火元建物は集団火災の火元建物より多くの道路に面した角地であった場合が多い傾向が見られる。一方、右図より、集団火災事例は耐火造・準耐火造建物に2面～3面隣接する割合が高いのに対し、単体火災事例では、耐火造・準耐火造建物に1面～2面隣接する割合が高い。したがって、隣接建物の構造が耐火造・準耐火造建物であっても必ずしも隣棟への延焼が防がれたとは言いきれない。

以上より、消火活動や建物の構造的被害など多様な要因が関わった結果ではあるものの、火元建物周囲の空地・建物条件に関して、四方のうち一面でも最小隣棟距離が非常に小さい、道路等の空地に面する面が少ない等の条件で延焼しやすい傾向が示された。

4. 3 消火活動

単体火災の区画焼損規模と消火活動状況の関連について図9に示す

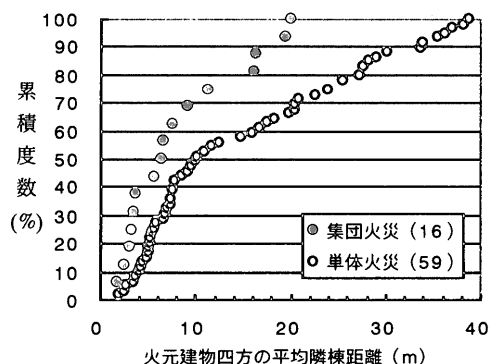


図6 火元建物四方の平均隣棟距離
(隣棟距離不明の単体火災事例10件を除く)

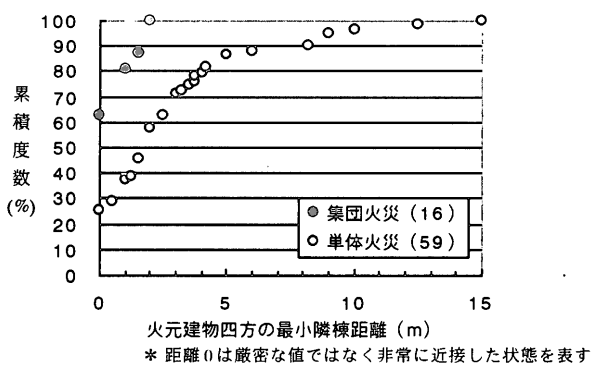


図7 火元建物四方の最小隣棟距離
(隣棟距離不明の単体火災事例10件を除く)

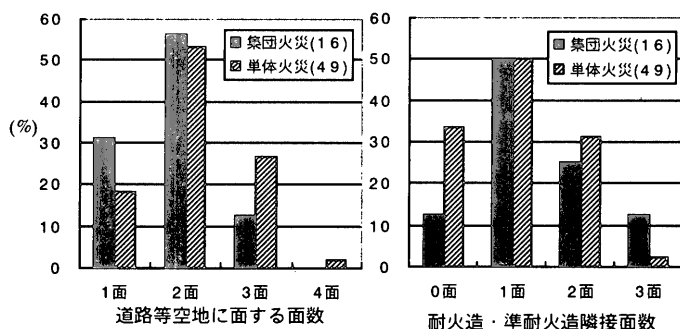


図8 火元建物四方の道路等空地隣接面数と耐火造・準耐火造隣接面数
(隣接建物の構造不明の事例20件を除く)

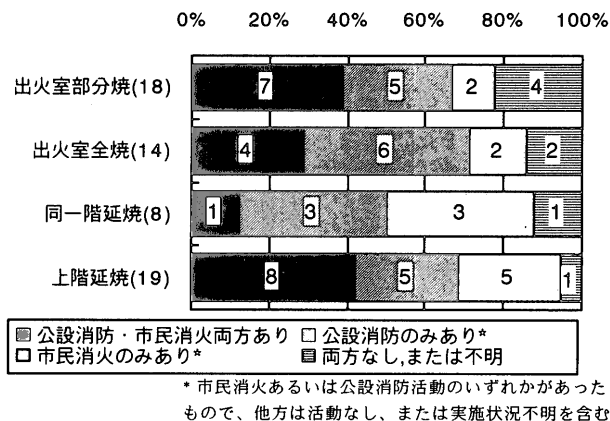


図9 単体火災事例の区画焼損規模と消火活動の有無
(区画焼損規模不明の事例10件を除く)

(母数：不明の事例10件を除く59件)。図9より、「出火室部分焼」「上階延焼」の場合に、公設消防活動と市民消火の両方が行われた割合が高い。これは、「出火室部分焼」の場合は住民等の初期消火と公設消防活動が奏功した結果として焼損規模が小さくとどまったと考えられる。一方、「上階延焼」の場合は、共同住宅等で火災が拡大し住民が延焼を防ぐために消火活動を行ったことを表していると考えられる。

次に、単体火災および集団火災事例の消火活動状況を図10に示す。図10より、単体火災では公設消防活動と市民消火の両方が行われた割合が約3割と高い。また、単体火災では公設消防活動が行われた割合（公設消防・市民消火の両方、および公設消防のみ）が集団火災事例に比べて高い。集団火災の大部分が神戸市内で発生したのに対し、単体火災の半数は神戸市以外であったため、公設消防力が十分投入できたことが集団火災に至らなかった一因と考えられる。

集団火災の火元建物付近における初期消火活動の情報は少なく、「市民が出火直後、消火器30本で消火したが消えなかった（事例90）」、「付近住民が井戸から水をくみ、隣接建物や火元建物にかけた（事例96）」等の記録が見られる程度である。集団火災の消火活動に関して、危険物や大量の可燃物による急速な火災拡大（例えば事例126,131）や、水不足による幾度もの水利転戦等非効率的な消火活動をよぎなくされた（例えば事例18,43）等の記録があり、火災拡大を抑えることが困難だった状況が推察できる。

4. 4 各要因を用いた隣棟延焼の有無の判別

前節までに示した火元建物の構造被害、用途・規模、隣棟距離、消火活動等の各要因はそれぞれ隣棟延焼の有無に大きな影響を与えたことが推測できた。そこで、有意な影響を持つ要因により隣棟延焼の有無の予測・判別を試みるため、各データがそろっている44事例（集団火災7・単体火災37；公設消防活動や最小隣棟距離に関する不確定な事例を除く）を対象として数量化II類（質的変数による判別分析²⁶⁾）による分析を行った。外的基準（目的変数）を隣棟延焼の有無とし、説明変数を構造被害（大、軽微・無）、構造（耐火造、準耐火造）、公設消防の有無、建物用途、延床面積、最小隣棟距離、道路等の空地以外の面数とした。延床面積は1000m²未満・5000m²未満・5000m²以上、最小隣棟距離は2m未満・2m以上に分け、建物用途は危険物保有等の観点から、工場（併用含む）、店舗（併用含む）、事務所他（併用含む）、住宅の4つの建物用途タイプに分類した。併用建物は危険性が高い用途に分類し、例えば工場併用事務所は工場、店舗併用事務所は店舗、事務所併用住宅は事務所に分類した。

以上の条件で、変数を判別関数に取り入れることの統計的有意性を表す分散比F²⁶⁾を基準として段階的に変数選択を行った結果、最終的に判別式(1)が得られた。自由度二重調整判別効率(D²⁷⁾²⁶⁾による誤判率は14.2%であり、精度は高くないものの、一定の判別率が

$$y = 7.434 + a + b + c + d \quad \text{式(1)}$$

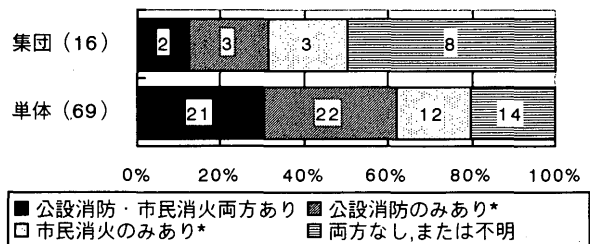
y：正の値は隣棟延焼なし、負の値は隣棟延焼あり、を表す。但し、兵庫県南部地震後に発生した火災と同等の条件に限る。

a：構造被害の有無に関わる値；軽微または無＝0、被害大＝－4.343

b：最小隣棟距離に関わる値；2m以上＝0、2m未満＝－2.769

c：公設消防の有無に関わる値；公設消防活動あり＝0、活動なし＝－2.758

d：建物用途タイプに関わる値；住宅＝0、事務所他（併用含む）＝－0.908、店舗（併用含む）＝－2.552、工場（併用含む）＝－6.597



* 市民消火あるいは公設消防活動のいずれかがあったもので、他方は活動なし、または実施状況不明を含む

図10 集団火災・単体火災毎にみた消火活動の有無と種類

得られた。ジャックナイフ法²⁶⁾による判別を行った結果、44件中7件が誤答となった。判別を誤った事例は単体火災事例7件（表2の15, 47, 52, 54, 120, 226, 227）で、四つの変数a～dのうち二つ以上がマイナス値になるためと考えられる。これらのうち、最小隣棟距離2m未満で構造被害が大きい共同住宅である3事例（47, 226, 227）は、式(1)の計算上は正の値、即ち、隣棟延焼なしとなるものの、0に近い値のため誤ったと思われる。なお、ジャックナイフ法より判定が緩やかな一般的な判定法を用いた場合には誤答が4件となり、上記の3事例（47, 226, 227）は正しく判別できた。

上記の解析は限られた事例を対象としたものであり、事例やデータの増減により採用される説明変数は多少変化するものではあるが、隣棟延焼の有無を表す説明変数に選ばれたのは、F値の大きい順に、構造被害、最小隣棟距離、公設消防の有無、建物用途タイプであり、これらの変数が隣棟延焼の有無に寄与する傾向が見られる。構造の違い（耐火造・準耐火造）や道路に面する面数等の要因は隣棟延焼の有無との関わりが強いと考えられるが、44事例を対象とした場合には、これらの変数を判別関数に採用することの有意性は低く、採用されなかった。今後、集団火災事例の火元建物の延床面積、単体火災事例の火元建物四方の最小隣棟距離等、不足している情報を追加することができれば、判別率の精度を向上させることが可能と考えられる。

5. おわりに

兵庫県南部地震後3日間の耐火造・準耐火造建物の火災を対象として、市街地火災における加害性の観点から内部延焼要因および隣棟延焼要因を考察した結果、構造被害、用途・規模、火元建物周囲の空地・建物条件、消火活動等と焼損規模もしくは隣棟延焼の有無の間の関連が示された。本稿で明らかになった知見を以下に示す。

- (1) 地震後の火災に関して、火元建物特性と焼損規模および隣棟延焼の有無の関係を示した。火元建物特性について、構造被害の大小と焼損規模の関連を示し、建物の構造被害が地震後の延焼拡大要因の一つであることを述べた。また、危険物を扱う工場や可燃物の多い店舗等の用途、および小規模建物の場合に隣棟延焼しやすい傾向を示し、建物用途や規模が隣棟延焼要因の一つであることを示した。
- (2) 火元建物周囲の空地・建物条件について、隣棟延焼の有無と隣棟距離の関係を定量的に示した。最小隣棟距離が小さい場合に延焼しやすい傾向や、平均隣棟距離で表した建物密度の違いが隣棟延焼の有無に関わる傾向が確かめられた。また、道路等の空地に2面以上面している等の立地条件が隣棟延焼の有無に関与している傾向を示し

た。

(3) 消火活動の有無と隣棟延焼の有無、および単体火災の区画焼損規模の間の傾向を示した。また、隣棟延焼に関わる各要因を用いて隣棟延焼の有無の判別式を作成した結果、構造被害、最小隣棟距離、公設消防活動、建物用途を変数とする式が得られ、それらの変数が隣棟延焼の有無に寄与する傾向を示した。

以上の結果より、地震後に耐火造・準耐火造建物で出火した場合、下記条件の多くを満たした場合に隣棟へ延焼しやすくなると考えられる。即ち、工場や可燃物の多い店舗等の用途で出火した場合、地震によって構造体が損傷した建物で出火し耐火性能を保持できなかった場合、隣接建物の一棟との距離が非常に小さい場合、道路等の空地に二面以上面していない場合、さらに初期消火や公設消防活動が奏功しない場合が挙げられる。

今後、市街地火災における受害防止性の観点から、延焼経路や焼け止まりとなった耐火造・準耐火造建物の類焼要因の分析を行う必要がある。

謝辞

情報提供にご協力いただいた明石市消防本部、芦屋市消防本部、尼崎市消防局、伊丹市消防局、大阪市消防局、神戸市消防局、西宮市消防局、宝塚市消防本部、豊中市消防本部に深く感謝します。特にご協力いただいた神戸市消防局の鍵本主査、村上課長に謝意を表します。また、参考文献に利用した各報告書執筆者の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 室崎益輝：被害状況の全体概要、兵庫県南部地震時の火災被害から何を学ぶか、1995年度日本建築学会大会防火部門研究協議会資料、pp.3～6、1995年8月
- 2) 北後明彦：耐火造建築物の延焼をめぐる諸問題、日本建築学会都市防火小委員会：地震大火をなくせるのか、第1回都市防火シンポジウム資料、pp.47～50、1998年12月
- 3) 堀内三郎、室崎益輝ほか：地震時出火に関する研究-建物内における火災の拡大とその要因分析- 建築学会論文報告集280号、pp.123～136、1979年6月
- 4) 三菱総合研究所：地震時の市街地大火における準耐火・耐火造建築物の延焼性状の解明に関する調査研究報告書、pp.39～40、平成12年3月
- 5) 日本損害保険協会、東京理科大学火災科学研究所：建物の火災被害想定に関する調査・研究報告書 一隣接建物への延焼危険予測に関する研究一、pp.1～51、1999年3月
- 6) 北陸震災調査特別委員会：昭和23年福井地震震害調査報告 II 建築部門、pp.201～218、1951年
- 7) 消防庁：新潟地震火災に関する研究、pp.40～68、昭和40年3月
- 8) 日本建築学会：1968年十勝沖地震災害調査報告、pp.710、昭和43年12月
- 9) 青森県：青森県大震災の記録 昭和43年の十勝沖地震、pp.262～274、昭和44年3月
- 10) 東京都防災会議：1968年十勝沖地震における石油ストーブ等火器による出火機構（追跡）調査報告書、pp.38～49、昭和44年11月
- 11) 東京都：1978年宮城県沖地震に関する調査報告書、pp.70～71、昭和54年6月
- 12) 日本建築学会：1982年浦河沖地震・1983年日本海中部地震災害調査報告、pp.177、昭和59年2月
- 13) 東京消防庁：昭和58年(1983年)日本海中部地震調査報告書、pp.27～28、pp.54～57、昭和58年8月
- 14) 全国消防長会：平成5年(1993年)釧路沖地震被害調査報告書、pp.17～

26、1993年3月

- 15) 自治省消防庁：平成7年火災年報別冊（阪神・淡路大震災における火災統計）、pp.17、pp.45、平成10年2月
- 16) 関沢愛：出火および消火活動をめぐる諸問題、日本建築学会都市防火小委員会：地震大火をなくせるのか、第1回都市防火シンポジウム資料、pp.3～10、1998年12月
- 17) 村田明子、岩見達也ほか：1995年兵庫県南部地震における出火機構の分析、日本建築学会計画系論文集、no.548、pp.1～8、2001年10月
- 18) 鈴木恵子、松原美之：1995年兵庫県南部地震後10日間の出火状況、消防輯報、第49号、1995年
- 19) 建設省建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査中間報告書、pp.495～514、pp.517～525、pp.618～662、1995年
- 20) 神戸大学工学部建設学科室崎研究室、地域環境防災研究所：阪神・淡路大震災時の火災の延焼状況調査報告書、1995年
- 21) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告建築編—6 火災・情報システム、pp.73～80（北後執筆担当部分）、1999年
- 22) 日本火災学会：1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書、pp.128～135（北後執筆担当部分）、1996年11月
- 23) 建設省建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書、pp.222～227（北後執筆担当部分）、pp.193～206、1996年
- 24) 村田明子、北後明彦：地震火災における耐火造建築物からの隣棟延焼要因、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.177～178、2000年9月
- 25) 自治省消防庁：平成10年火災年報、pp.16、pp.63～65、平成11年11月
- 26) 日本科学技術研修所編：JUSE-MAによる多変量解析、pp.87～104、pp.115～144、日科技連出版社、1997年

注

注1) 関東大地震について、以下の2つの文献では火元建物構造の記載がなく、耐火造からの延焼火災の有無に関わる情報が得られなかった。

- ・井上一之：帝都大火災誌、震災予防調査会報告、第百號（戌）、岩波書店、大正14年3月
- ・中村清二：大地震による東京火災調査報告、震災予防調査会報告、第百號（戌）、岩波書店、大正14年3月

注2) 一部の文献（阪神・淡路大震災調査報告編集委員会²¹⁾、日本火災学会²²⁾）には、耐火造・準耐火造建物の火災の事例が報告されている。

注3) 延焼率とは、全出火件数に対する延焼件数（火元建物以外の別棟へ延焼した火災件数）の割合を示す。

（2001年5月10日原稿受理、2001年11月16日採用決定）