

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

STUDY ON FIRES OUTBREAKS AND SPREAD CAUSED BY THE GREAT HANSHIN AND AWAJI EARTHQUAKE IN KOBE CITY

高井 広行*, 矢野 公一**, 松井 武史**, 坊池 道昭***, 上村 雄二***

*Hiroyuki TAKAI, Kouichi YANO, Takeshi MATSUI,
Michiaki BOUIKE and Yuji UEMURA*

Fifty four fires occurred simultaneously in Kobe city area until 6:00am on January 17th. These areas were densely packed with old wooden houses. So fires spread one after another easily until the area about 80ha were burnt. In this paper the situations of fire outbreaks and the fires spreads are discussed mainly on the bases of real spreading fires data which were recorded and surveyed as the media of videos and pictures by Kobe Fire Department and NHK at that day.

Key words: The Great Hanshin and Awaji Earthquake, fire outbreaks, fires spread
阪神・淡路大震災、出火、延焼

1. はじめに

平成7年1月17日、5時46分、淡路島北部（北緯34度36分、東経135度03分、震源の深さ約14km）を震源とするマグニチュード7.2の兵庫県南部地震が発生した。この地震によって、木造建物の多くが倒壊し、非木造建物や高速道路も座屈・倒壊した。さらに、市内各地で火災が同時多発的に発生した。その結果、神戸市においては、12万余棟の家屋が全半壊し、死者4千5百余人、旧市街地付近の木造住宅の多くが倒壊した。負傷者は1万4千人以上、り災世帯は53万世帯を超えたほか、火災は175件（地震発生から10日間）発生し、焼損延べ床面積（以後、焼損面積）は81万㎡を超え、建物の焼失は7,386棟に及んだ。また、市の中心部となる市街地全域において、ライフラインの水道断水、ガス供給の停止、停電、電話不通、鉄道や道路被害等多大な被害を出す大惨事となった。

そのような状況下で、本研究の目的でもある地震火災の原因および延焼動態を明らかにするには十分な資料がなく、詳細に把握できていない。そこで、本研究ではその当日のデータを不十分なながらも現存する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読解可能な資料を収集、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たものである。

従来、延焼動態については旧来の浜田や堀内の理論的なモデルあるいは小規模な実家屋の火災実験データを基礎的な資料と

して議論されることが多かった。しかし、浜田や堀内の理論は木造建物群で構成される市街地を対象として考案されたものであり、都市構造の変化（道路の拡幅、建物の不燃化、植樹や塀等による防火帯の設置等）が著しい現在の街区にその延焼理論（延焼速度式）を実際に適用すれば、ある時点で実際の延焼速度より早めの結果となる。よって、今回の火災の延焼動態を明らかにすることは未知の現象を捕らえることになる。これから^{2)~5)}の新しい防災都市づくりを検討するにあたり、火災による被害^{6)~11)}を最小限にとどめる街区計画を行うための基礎的な資料を提供することとなる。

2. 地震火災の発生状況と被害状況

神戸市では、地震発生の平成7年1月17日（火）5時46分から平成7年1月26日（木）までの地震に関連した火災が多発した期間の10日間を一区切りとして、その間に発生した火災を「地震後10日間火災」と特定することにした。

今回の地震火災の出火時間に関しては、主に「目撃者の証言」及び「消防隊員の覚知」等を根拠に推定した。出火場所については平常火災と同様に火災現場の焼き状況を調査し、さらに、「目撃者の証言」とあわせて特定した。調査において、実際に得られた証言は統一的なものだけではなく、各証言の正確性を検討する必要があった。現場では救助が優先され、火災現場の

* 近畿大学工学部建築学科 教授・工博

** 応用技術株式会社解析事業部

*** 神戸市消防局予防課

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Kinki University, Dr. Eng.
Applied Technology Co., Ltd.
Fire Prevention Division, Kobe Fire Bureau

ガレキは移動され、焼き状況を把握するのに困難な現場もあった。また、焼損面積が広く、状態も全焼状態であり、出火点を判断するのに難しい現場もあった。しかし、これらのデータを総合的な判断材料として推測した。ここでは、そのような調査で判明した火災についての発生状況および被害状況について述べる。

2. 1 地震火災の発生状況

市内では、地震発生直後から10日間に計175件の火災が発生した。このうち、157件が建物からの出火で90%にあたる。このほか、車両からの出火が5件、それ以外の出火が13件である。また、この13件のうち全壊した建物からの出火は6件で、結局建物関連からの出火が合計163件となり、地震火災のほとんどが建物関連の火災である。いま、各行政区別に地震後10日間の火災発生状況を発生時間帯別に表1に示す。

発生日時別の火災発生状況は、地震発生から午前6時00分までの14分間に54件（31%）、午前9時までの3時間14分では79件（45%）、17日中では109件（62%）発生した。地震発生から3日後の19日までの件数が138件（79%）であり、火災発生の大部分は、17日～19日の3日間に集中していることがわかる。

火災は神戸市内の全地域で発生したが、特に火災が集中した

のは東灘区から須磨区の海側沿いの帯状部分であり、これは震度7の地域とほぼ一致している。この地域では、古い木造建物が多く、火災の被害が及んでいない建物についても破損程度がひどく、全壊建物も多い。

区別で発生状況を見ると、東灘区の28件、灘区の22件、中央区の35件、兵庫区の28件、長田区の27件、須磨区の20件の合計160件がこれら6区に発生している。しかし、北区・垂水区・西区などのように、震災の被害が軽微な行政区は、火災発生件数においても15件と10%に満たない。

2. 2 大規模火災の発生状況

いま、焼損面積が5千㎡以上の火災の発生概要を表2に示す。今回の火災で、大規模火災とする焼損面積が5千㎡を越える火災は22件発生した。そのうち1万㎡を越える火災は、長田区で7件、兵庫区で2件、灘区・須磨区で各1件の計11件である。さらに、5万㎡を越える火災は6件発生しており、兵庫区と長田区に集中している。この中でも長田区水笠通で発生した火災は須磨区千歳町4丁目まで延焼拡大し142,945㎡焼失した。大きく延焼拡大した原因の一つとして、当日この地域においては消火栓が断水しており、極端な水利不足に陥っていた。さらに、建物倒壊、道路陥没等による通行障害のため、消火活動そのものが困難であ

表1 行政区別火災発生状況

行政区	合計 (件)	1月17日					18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日
		5:46～	6:00～	7:00～	8:00～	9:00～									
総数	175	54	64	69	79	109	14	15	8	5	3	6	3	9	3
東灘	28	9	10	11	14	17	2	4	1	—	—	2	—	2	—
灘	22	13	13	13	15	17	2	—	1	1	—	—	—	—	1
中央	35	6	10	13	15	20	3	3	3	2	2	1	—	1	—
兵庫	28	9	11	11	13	17	4	3	—	—	1	1	1	1	—
北	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
長田	27	12	13	13	13	17	1	4	2	—	—	1	—	1	1
須磨	20	4	6	7	8	13	2	1	—	—	—	1	1	2	—
垂水	11	—	—	—	—	6	—	—	—	2	—	—	—	2	1
西	2	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—

表2 焼損面積5,000㎡以上の火災発生状況

No.	日 時				発 生 場 所	焼 損 棟 数	焼損延べ床 面積 (㎡)	死 者	出 火 原 因
	発 生	覚 知	鎮 圧	鎮 火					
1	17.05:46	17.05:50	17.20:50	17.22:00	東灘区青木6丁目3～6付近	102	9,970	—	不明
2	17.14:00	17.14:05	18.10:00	19.10:00	東灘区魚崎北町5丁目8～12付近	90	6,510	2	不明
3	17.05:50	17.06:00	17.15:30	18.12:00	灘区六甲町1丁目2～3付近	202	29,160	19	不明
4	17.05:50	17.06:00	17.17:00	17.17:00	灘区琵琶町1丁目1～4番付近	94	9,744	14	不明
5	17.08:00	17.08:10	20.17:00	20.17:00	灘区篠原南町2丁目1番付近	102	8,596	3	不明
6	17.05:48	17.06:00	17.18:00	18.00:00	兵庫区中道通6丁目3付近	45	5,273	25	不明
7	17.05:50	17.05:55	18.05:00	20.03:00	兵庫区湊川町2丁目4番3付近	161	11,500	8	不明
8	17.05:50	17.06:00	19.17:00	24.09:30	兵庫区上沢通3丁目1番35付近	700	94,787	40	不明
9	17.05:47	17.05:49	17.10:00	不明	長田区大道通2丁目24、25番付近	99	7,200	5	不明
10	17.05:47	17.05:49	18.00:00	不明	長田区若松町3丁目1番付近	442	75,840	8	不明
11	17.05:47	17.06:00	17.22:00	不明	長田区西代通4丁目3～2又は1付近	277	19,882	20	不明
12	17.05:47	17.06:00	17.19:00	不明	長田区御蔵通5丁目89付近	225	25,509	27	不明
13	17.05:47	17.06:00	17.22:00	不明	長田区菅原通2丁目70番又は68番付近	751	57,459	60	不明
14	17.05:47	17.06:00	18.00:00	不明	長田区若松町10丁目3付近	997	89,099	73	不明
15	17.09:00	17.11:00	18.14:20	不明	長田区水笠通5丁目5～9付近	1,311	142,945	48	不明
16	17.10:00	17.10:10	17.21:00	不明	長田区久保町5丁目3～8、9付近	405	72,295	5	不明
17	17.11:30	17.12:00	17.19:00	不明	長田区細田町4丁目1～27付近	7	8,274	—	不明
18	17.13:00	17.13:00	17.23:00	不明	長田区御船通4丁目8付近	134	7,914	3	不明
19	17.05:47	17.08:00	18.07:00	01.14:00	須磨区大田町1丁目3～22付近	197	24,137	12	不明
20	17.05:50	17.06:40	17.11:00	17.11:00	須磨区大黒町5丁目5付近	79	5,725	5	不明
21	17.09:00	17.11:30	18.02:00	18.04:00	須磨区千歳町4丁目1～3付近	5	5,656	—	不明
22	17.09:30	17.09:35	18.08:00	29.13:30	須磨区戎町5丁目1付近	109	8,971	2	不明

った。また、多発火災で少ない消防隊員が救助活動と併用して消火活動を行っていた。それに加え、当地区には地場産業であるケミカルシューズ等の化学工場が多く、可燃物も多く存在していた。そのため大規模な火災に移行したものと考えられる。この地区は翌18日の14時頃鎮圧されており、29時間燃え続けた。

ついで、焼損面積の広がったのは兵庫区の上沢通り地区周辺で約9万5千㎡焼損している。この地区は六甲山地の山すそにある地区で、複数の飛び火により延焼し、東部から西部方向へと拡大したことが確認されている。北部は消防隊員等の消火活動が効を奏して延焼が阻止されている。鎮圧は約22時間後である。また、長田区の若松町10丁目（高橋病院周辺地区）周辺地区においても約18時間燃え続け約8万9千㎡を燃え尽くした。他に、5万㎡を超える火災としては長田区の若松町3丁目周辺の約7万6千㎡、長田区久保町5丁目周辺約7万2千㎡、長田区菅原通り2丁目周辺約5万7千㎡となっている。

こうした大規模な火災は鎮圧まで6時間以上かかっており、24時間以上延焼を続けた火災も3件発生した。なお、完全鎮火までの時間となるとさらに長時間を要した火災が多かった。中には数日にも及んだ火災もある。しかし、その反面、地震後の建物火災でも、ぼやや部分焼の火災も多く、隣接建物に燃え移ることなく、火元棟だけで鎮火した火災も76件あった。

2. 3 火災被害の状況

地震火災175件による被害の状況を表3に示す。その被害は家屋7,386棟が焼け落ち、8,596世帯、18,109名が被災した。焼損額では225億円以上もの財産が失われた。また、焼損域から発見された遺体及び遺骨は529体に上った。建物火災は、午前6時までに51件（33%）発生しており、それらの火災で51万4千㎡が焼損し、17日中では79万9千㎡が焼損した。

焼損面積を区別で比較すると、長田区では全市域の焼損面積の64%にあたる52万4千㎡が焼失しており、他の行政区に比べ大きく突出している。次いで兵庫区が全体の16%、12万8千㎡が焼失しており、焼損面積の80%が長田区と兵庫区に集中している。

区別の建物火災1件あたりの被害状況をみると、焼損面積、棟数及び損害額のすべてで長田区が突出しており、1件あたりの火災の規模が大きかったことを示している。火災1件あたりの焼損面積は全市で平均4,681㎡/件と広く、最も焼損面積が広い長田区で19,391㎡/件と想像を絶する広さとなっている。つ

いで、兵庫区の4,579㎡/件、灘区2,968㎡/件、須磨区2,501㎡/件、東灘区1,362㎡/件となっており、都市火災としては未曾有の延焼状況といえよう。

焼損区域内から遺体又は遺骨が発見された火災は、175件中54件で529体が発見されており、発見場所のほとんどが、自宅内となっている。これは、地震が発生した時間が冬の早朝ということもあり、大部分の人々は自宅内で就寝あるいは朝の準備中であつたと思われる。行政区別の焼損区域内から遺体又は遺骨の発見された火災は、灘区が最も多く14件であり、ついで、長田区13件、兵庫区11件、東灘区の8件、中央区の5件、須磨区の3件の順となっている。

2. 4 建物構造別の火災被害状況

損害状況のうち焼損面積と焼損棟数及び損害額はおおむね比例しており、焼損面積が大きくなると、焼損棟数及び損害額も大きくなる。しかし、損害額については、木造建物と非木造建物の1棟あたりの評価額が異なり、実際に非木造建物が木造建物の平均約6倍と大きい。そのため、焼損面積が同じでも焼損区域の中に非木造建物の割合が大きくなると、損害額は大きくなる。いま、区別の建物構造別被害状況を表4に示す。

行政区ごとに焼損建物を構造別で比べると、インナーシティと呼ばれている古い木造建物が多く混在する長田区、兵庫区、須磨区では、焼損棟数の約8割が木造建物で占められており、非木造建物の割合は約2割と低い。また、市街地といわれる東灘区、灘区、中央区では、木造建物の焼損棟数が約6割で、非木造建物の割合が増えている。

3. 大規模火災の延焼動態

ここでは、大規模火災の発生直後から鎮圧までの延焼拡大の状況を現存する映像、写真等の記録から信頼性の高いものだけを用いて解析し、地震火災の延焼拡大の推移を再現することを試みる。この結果は、延焼シミュレーションモデル^{12)~14)}の実証、延焼拡大理論、安全な街区計画のための基礎資料となろう。

3. 1 火災延焼動態の再現

ここで参考にした資料は、消防隊員の火災調査報告書並びに、当日、撮影された写真と映像記録、目撃者の証言を用いた。しかし、手元にある記録には火災の煙等により延焼動態を把握するのにかなり困難なものが多かった。本研究において現実的な

表3 地震火災の被害状況

項目 行政区	火災 総数	焼損延べ 床面積 (㎡)	火災1件 当りの 焼損延床 面積(㎡)	焼失棟数						損害額 (千円)	1件当り の 損害額 (千円)	り災程度		死者 数
				合計	1件当り の棟数	全焼	半焼	部分焼	ぼや			世帯	人員	
全 市	175	819,108	4,681	7,386	42	6,965	80	270	71	22,453,574	128,306	8,596	18,109	529
東灘区	28	38,140	1,362	370	13	327	22	19	2	1,349,771	48,206	482	1,130	48
灘 区	22	65,214	2,964	581	26	465	2	94	0	2,010,903	91,405	1,117	2,074	76
中央区	35	13,700	391	112	3	65	17	22	8	3,940,744	112,592	240	461	24
兵庫区	28	128,187	4,578	1,063	38	940	15	46	52	2,423,529	86,555	1,486	2,821	107
北 区	2	55	28	3	2	1	0	2	0	3,443	1,721	3	8	0
長田区	27	523,546	19,391	4,834	179	4,759	13	61	1	11,558,243	428,083	4,766	10,554	255
須磨区	20	50,025	2,501	442	22	407	9	20	6	1,128,420	56,421	489	1,043	19
垂水区	11	164	15	9	1	1	2	5	1	25,636	2,331	12	23	0
西 区	2	77	39	2	1	0	0	1	1	12,885	6,443	1	5	0

表4 行政区別の建物構造別被害状況

区	構 造	面積(m ²)	割合	棟 数	割合	損害額(千円)	割合
総 数	全 体	819,108	100	7,386	100	22,453,574	100
	木 造	454,010	55.4	5,448	73.8	5,819,384	25.9
	非木造	365,098	44.6	1,938	26.2	16,634,190	74.1
東 灘	全 体	38,140	100	370	100	1,349,771	100
	木 造	23,876	62.6	240	64.8	385,376	28.6
	非木造	14,264	37.4	130	35.2	964,395	71.4
灘	全 体	65,214	100	561	100	2,010,903	100
	木 造	35,244	54.0	349	62.2	424,506	21.1
	非木造	29,970	46.0	212	37.8	1,586,397	78.9
中 央	全 体	13,700	100	112	100	3,940,744	100
	木 造	4,593	33.5	62	55.4	445,304	11.3
	非木造	9,107	66.5	50	44.6	3,495,440	88.7
兵 庫	全 体	128,187	100	1,053	100	2,423,529	100
	木 造	84,732	66.1	782	74.3	642,235	26.5
	非木造	43,455	33.9	271	25.7	1,781,294	73.5
北	全 体	55	100	3	100	3,443	100
	木 造	55	100	3	100	3,443	100
	非木造	—	—	—	—	—	—
長 田	全 体	523,546	100	4,834	100	11,558,243	100
	木 造	281,668	53.8	3,659	75.7	3,640,847	31.5
	非木造	241,878	46.2	1,175	24.3	7,917,396	68.5
須 磨	全 体	50,025	100	442	100	1,128,420	100
	木 造	23,712	47.4	349	79.0	253,895	22.5
	非木造	26,313	52.6	93	21.0	874,525	77.5
垂 水	全 体	164	100	9	100	25,636	100
	木 造	130	79.3	3	33.3	23,778	92.7
	非木造	34	20.7	6	66.7	1,858	7.3
西	全 体	77	100	2	100	12,885	100
	木 造	0	0	1	50.0	0	0
	非木造	77	100	1	50.0	12,885	100

延焼を再現するにあたり、最も有効であったのはビデオ記録であった。これらの映像も、写真資料と同様に消防局調査班と消防機動隊のヘリコプターから撮影されたものが中心であり、他にNHKニュースの録画を用いた。いま、参考とした写真及びビデオの一覧を下記に示す。これらから判明した延焼ラインをチェックラインとし、多くの証言、とくに、現場活動した消防隊員の証言等を考慮し全体の延焼動態について推測した。しかし、10分刻みに延焼ラインが特定できない場合は、実際に上記の資料より推定した延焼確認ラインを用い、その間が等間隔になるように補完し作成した。

① 写真撮影者	撮影日	撮影時間
神戸市消防機動隊	17日	9:24～11:24
神戸市消防機動隊	17日	12:40～14:40
神戸市消防局調査班	17日	14:30～15:50
② ビデオ撮影者	撮影日	撮影時間
神戸市消防機動隊	17日	9:24～11:24
神戸市消防機動隊	17日	12:40～14:40
神戸市消防局調査班	17日	14:30～15:50
神戸市消防機動隊	17日	17:00～17:30
NHK	17日	不明

ここではその結果を延焼延べ床面積が最も広がった長田区の水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区と若松町10丁目周辺（高

橋病院周辺）地区の2地区を例にとり、その延焼過程について述べることにする。

（1）水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区

17日9時00分頃に本地区の東部から出火、同日の19時00分頃にかけて、西方向へと延焼拡大し、翌18日14時20分頃の鎮圧までの約29時間炎上している。この火災現場での延焼拡大の主たる要因をみると、炎上中の木造建物が道路上に倒壊している家屋、あるいはその向かい側の倒壊した建物に延焼拡大している箇所が多く見られたことである。地形的に平坦な地区にもかかわらず比較的幅員の広い道路（6m～8m）でも接炎や輻射熱によって延焼している。とくにこの地域は地場産業であるケミカルシューズ製造工場や家庭内作業所が他の区に比べ多い。過去の火災事例からも大火が多く、他の地区とは違って火災荷重が大きかったものと考えられる。そのため当日の消防隊もその火力の強さと水不足からつぎつぎと転戦、後退を強いられた。その結果、長田区の水笠通5丁目から須磨区の千歳町4丁目に至るまでの焼損延べ床面積142,945㎡が焼失した。焼け止まりの状況は東側が風上となったこともあり、幅員7mの南北道路で止まり、西側は幅員26mの主要地方道（西出・高松・前池線）の南北道路で、北側は幅員30mの主要地方道（神戸・明石線）の東西道路で、南側はJ R山陽線高架（高さ約4m）で、それぞれ焼け止まりとなっている。この火災現場での延焼阻止要因となったものは、最終的には消防隊の防御放水によるものであるが、個々にみると、開口部のない耐火建物の外壁やガソリンスタンドの防火塀、幅員の広い道路（幅の広い道路8～26m）、鉄道の高架（高さ4m）、公園（約2,500㎡）や駐車場等の空地がそれらを支援していることがあげられる。さらに、これに加えて当地区市民の必死の消火活動が功を奏している。いま、火災発生から焼け止まりまでを10分刻みに延焼拡大の様子を前述の火災調査報告書、映像データより解析した。その結果、本地区では10時点（9:40、13:10、14:30、15:30、16:00、17:10、17:20、18:00、18:30、19:00）の延焼ラインが確認できた。このラインをチェックラインとして延焼過程を再現したものを図1に示す。

この図からもわかるように出火から約4～5時間は出火点を取り巻く耐火建物等の影響により、かなり緩やかに延焼しており、その後から急速に拡大している。全体的にみると公園、緑地、ガレージ、空地、大規模な耐火建物等が延焼遅延要因となっている。しかし、延焼が進むに従い、耐火建物等の周りから他の家屋へと延焼拡大しているケースも多く報告されている。

（2）若松町10丁目周辺（高橋病院周辺）地区

17日5時47分頃に本地区の南東部から出火、同日17時頃にかけてつぎつぎと西方へ延焼拡大し、18日0時頃鎮圧状態となるまで炎上し続けた。この延焼拡大の主たる要因をみると、比較的幅員の狭い道路（4m～6m）上に建物が一面瓦礫の山となっていた。そのため、接炎や輻射熱により容易に延焼しているほか、炎上中の木造建物が道路側に倒壊したため隣接建物へ延焼した等が判明している。その結果、若松町10、11丁目、日吉町5、6丁目、海運町2、3丁目、大橋町10丁目等の地区全域、本庄町2丁目の一部へ延焼し、延べ89,099㎡が焼損している。この火災も消防隊の現場への進入が阻害され防御活動が困難であったのは

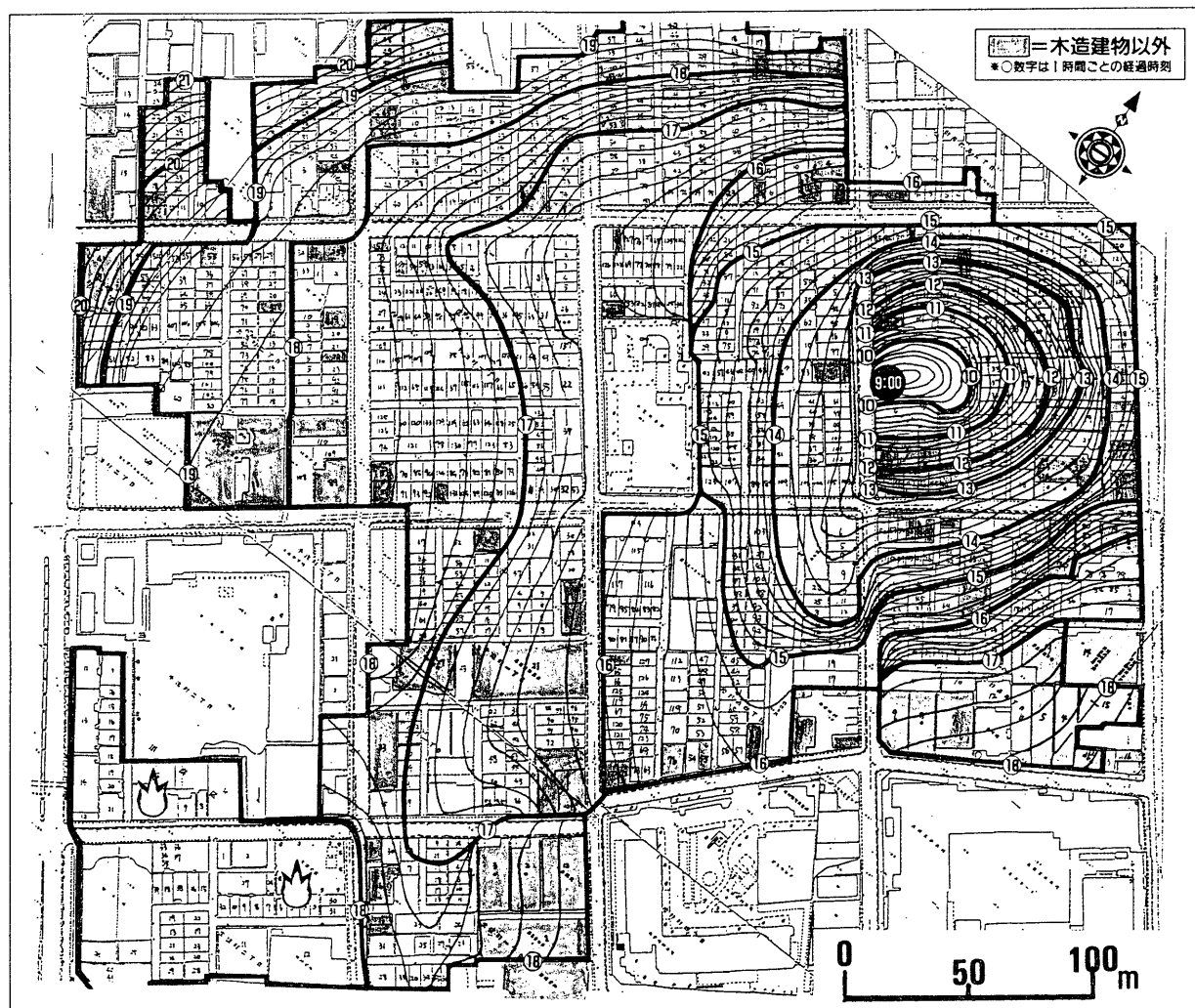


図1 火災発生から焼け止まりまでの延焼過程（水笠公園周辺・10分単位）

前述の地区と同様である。この火災現場では、一部を除き耐火建物の殆どが延焼阻止には役立っておらず公園や空地、道路等が延焼阻止要因となっている。焼け止まりの状況は北側がJRの高架沿い、東側、南側、西側が地区を囲む道路となっている。

すなわち、北側はJR山陽線の高さ4mの高架で、東側は、幅員26mの主要地方道（西出・高松・前池線）、南側は幅員7mの東西道路で、西側は大国公園（180m²）と幅員8mの南北道路で、それぞれ焼け止まりとなっている。いま、火災発生から焼け止まりまでを前述と同様に解析し、本地区では11時点（6：10、6：50、7：30、9：00、10：00、11：00、13：10、14：20、14：55、17：05、19：30）の延焼ラインが確認できた。

10分刻みの延焼過程を図2に示す。この地区の特徴は出火後約2時間風上方向に急速に延焼拡大している。その日の報告書には、数カ所においてガス漏れがあり、火柱が確認されている旨が記されている。しかも、風速は微風であり、延焼力が上回っていた。また、早期に消失した街区は延焼方向に整備されており、さらに、その沿道には木造の長屋が多くみられた。そのような要因が急速な延焼拡大要因となったようである。

3. 2 延焼拡大状況

前節で水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区と若松町10丁目周辺（高橋病院周辺）地区について、実際の延焼動態を10分刻

みで再現した。この図は延焼拡大ラインが密なほど延焼速度が遅く、粗なほど延焼速度が早いことを意味する。本節では、延焼拡大の時系列的変化について示す。実際に、今回のような大規模な都市火災については前例もなく、延焼動態を予測することも困難である。そこで、本対象地区の延焼拡大状況を把握することは、現在の都市構造を反映した安全な街区計画および火災延焼動態を把握するための基礎資料となる。そこで、その拡大状況を表す代表指標として「焼損面積」、「焼損棟数」、「焼損評価額」を用いて延焼過程を見ることにする。これらの時系列の結果は地区の特性、気候条件、消防力の程度等各種の状況によって影響される。

いま、各時間の延焼過程、建物構造による延焼動態を知るために各家屋の建物データを固定資産税台帳から照合して用いたが、これらの家屋番号と実際の家屋を照合するにはかなり困難な作業であった。そこで、データの信頼性を考え、法務局管理の地籍台帳、神戸市土木局作成の建物の輪郭が記入されている詳細地図及びゼンリン発行の住宅地図を用い、火災前に位置していた家屋の詳細を調査した。それらの詳細データと資産台帳データを詳しく検討し火災前の各家屋の状況を照合し基礎データとした。このように作成した全焼損面積と一階全焼損面積、焼損棟数、焼損評価額を前記2地区において集計した結果につ

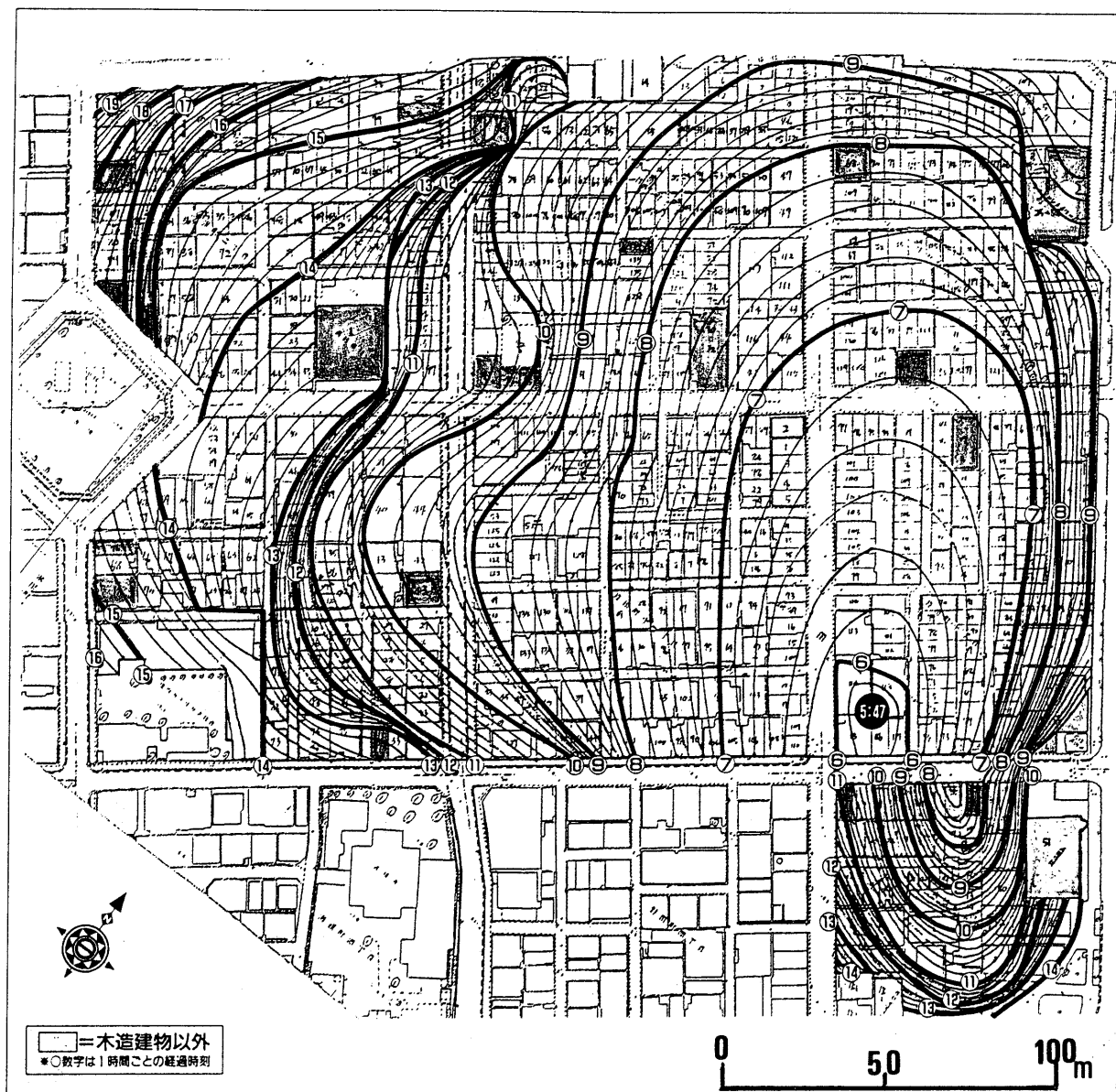


図2 火災発生から焼け止まりまでの延焼過程（高橋病院周辺・10分単位）

いて述べる。

（1）焼損面積

火災発生から30分間ごとに焼損面積を全焼損面積と一階全焼損面積に分類して集計し、その時間経過について前述と同様水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区及び若松町10丁目周辺（高橋病院周辺）地区について示す。

1) 水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区

本地区は火災は、弱い風の中で徐々に炎上し続け、14時頃に地場産業であるケミカルシューズ製造工場や家庭内作業所などに燃え移り19時頃までの約10時間の間に、12万㎡（約1,000棟）を急激に延焼した。さらに、翌日18日の14時20分まで延焼拡大した。とくに出火後6～9時間の間に急激に拡大している。いま、30分間隔で集計した延焼状況を図3に示す。

最も大きく延焼した時間帯は18時からの30分（北北東の2.9m/秒）で1万6千㎡以上延焼し、また、その前後の時間帯でも1万5千㎡から1万6千㎡とわずか90分間で4万5千㎡以上と想像を絶する広さを延焼している。また、14時30分から17時の時間帯で各30分間の焼損面積は5千㎡を超えている。

2) 若松町10丁目周辺（高橋病院周辺）地区

本地区は火災発生から3時間で約4万㎡延焼しており、発生直後急速に拡大しているのが特徴的である。それ以後は風速2m/秒の東よりの弱い風もあって、微増（横ばい状態）になっており、鎮圧されたのは17時から18時頃の間で約7万5千㎡焼失している。最終的に、この周辺の全焼損面積は約8万9千㎡となった。

いま、30分間当たりの焼損面積の状況を図4に示す。最も延焼拡大した時間は、火災発生後約2時間の8時からの30分（東の風2.5m/秒）で約8千㎡延焼している。また、7時から30分間（東北東の2.2m/秒）で同様に約8千㎡近く延焼している。結果的には6時30分より10時30分の4時間にわたり約5万㎡以上の焼損面積を記録した。それ以後、鎮火に向かう様な状況にあったが、14時より30分間（南東の風1.9m/秒）で再び約5千㎡の延焼が見られた。15時30分以後に火の勢いが弱まった。

（2）焼損棟数

ここでは延焼した棟数を30分単位に集計し、その時間経過と焼損棟数の関係を水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区を図5に、若松町10丁目周辺（高橋病院周辺）地区を図6に示す。

両地区とも焼損棟数の時間経過は焼損面積の時間当たりの延焼曲線とほぼ類似した状況にあるといえる。今、地区別にその状況をみる。

1) 水笠通5丁目周辺(水笠公園周辺)地区

全焼損棟数は1,311棟と今回で最も多い被害棟数となっている。とくに、17時30分の時間帯で142棟焼損した。ついで、18時30分台121棟、17時30分台119棟、18時台の時間帯で97棟と30分間で100棟前後の焼損棟数を記録している。

2) 若松町10丁目周辺(高橋病院周辺)地区

本地区は最終的に997棟焼損した。その時間経過は6時30分頃から9時30分頃までに472棟焼損している。とくに、7時台に150棟以上焼損した。また、30分間に80棟以上焼損したのは6時30分から7時(80棟)、7時から7時30分(87棟)、8時から8時30分(83棟)、9時から9時30分(85棟)となっている。

(3) 焼損評価額

つぎに、大規模火災が都市に与える損傷としてどの程度なのか、焼損評価額を用いてみることにする。ここでは、法務局が家屋に対して評価している額を焼損した家屋に当てはめその評価額を前述と同様30分単位で計算したものを水笠通5丁目周辺(水笠公園周辺)地区を図7に、若松町10丁目周辺(高橋病院周辺)地区を図8に示す。

1) 水笠通5丁目周辺(水笠公園周辺)地区

全体的に水笠通5丁目周辺(水笠公園周辺)地区は約24億円以上を焼損し、30分刻みでみると17時30分台が最も被害が大きく約5.7億円の家屋が焼損したことになる。14時以降は1億円以上の焼損評価額を示している。1時間間隔では17時台が約7.7億円程度と大きくついで18時台約4.5億円となっている。

2) 若松町10丁目周辺(高橋病院周辺)地区

若松町10丁目周辺(高橋病院周辺)地区は約12億円以上の焼損合計額に昇っている。いま、30分毎の焼損額をみると9時から30分で約2.4億円、ついで、14時から30分間で約2.0億円、12時から30分間で約1.6億円となっている。1時間間隔では9時台が約2.6億円、14時台で約2.3億円、7時台で約1.7億円となっている。

4. まとめと今後の課題

阪神・淡路大震災に伴う火災の状況については、現在もお調査継続中であり、詳しくはすべての調査が完了するのを待たねばならない。しかし、本研究で取り上げた2地区についてほぼ延焼拡大状況を推定できたと考えられる。

いま、本研究の結果についてここでまとめておく。

- ①地震に関連する火災のうち、約3割が地震直後に出火し、その日のうちに約6割以上の火災が発生した。
- ②地区の特性によって延焼拡大の速度が異なる。
- ③街区幅員が6～8m道路では十分な延焼阻止効果が期待できず、容易に延焼拡大している。
- ④街区の建物の家並み方向、区画道路形態は延焼拡大を助長する要素ともなる。
- ⑤耐火建物でも小規模な建造物は、十分な延焼阻止効果が期待できない。逆に、大規模な建造物においてはある程度阻止効果が伺われる。

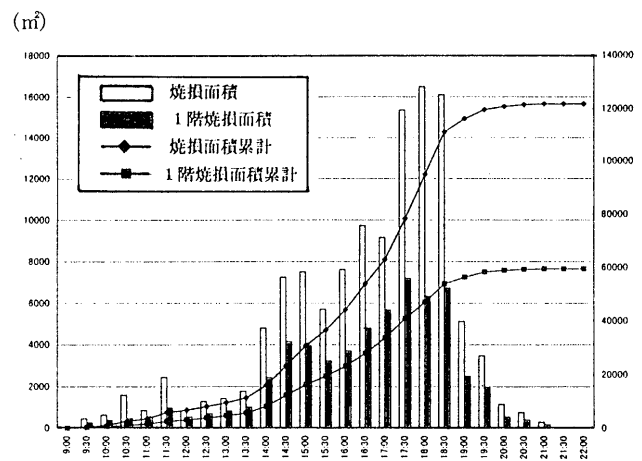


図3 時間経過別焼損面積(水笠公園周辺・30分単位)

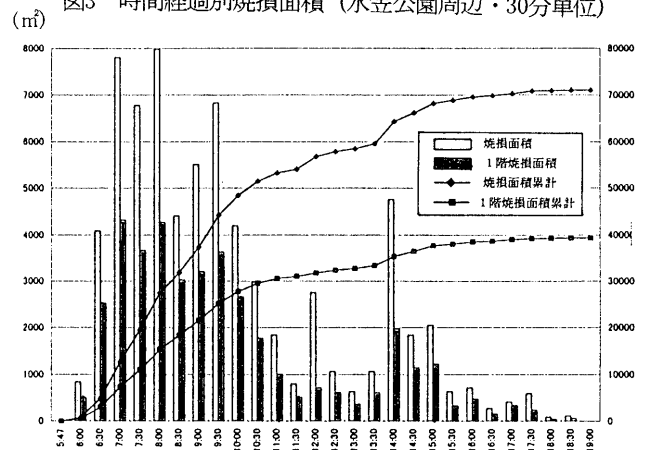


図4 時間経過別焼損面積(高橋病院周辺・30分単位)

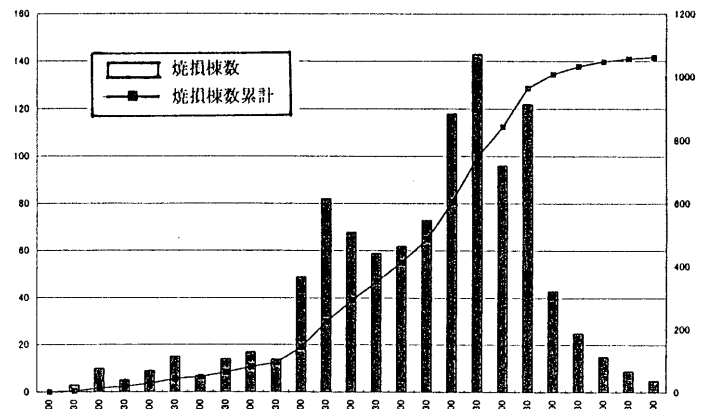


図5 時間経過別焼損棟数(水笠公園周辺・30分単位)

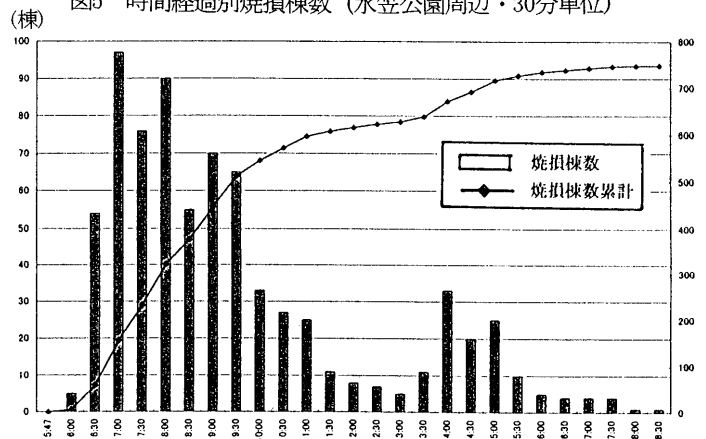


図6 時間経過別焼損棟数(高橋病院周辺・30分単位)

- ⑥延焼阻止要因としては広幅員道路および空地が典型的な要因であったが、防火壁や樹木にも阻止効果がみられた。
- ⑦水笠通5丁目周辺（水笠公園周辺）地区は30分という短時間に最高1万5千㎡、約100棟、評価額で約6億円が延焼している。

これらの結果を踏まえて、安全なまちを計画するには区画街路の整備の見直し（最低12m道路）、沿道の不燃化（家屋の耐火構造化、街路樹の植栽等）、防火壁や緑地帯の計画的配置、消火用水（雨水、井戸、地下水、ビル水、河川、海水等の利用）の確保、危険物施設の不燃化対策、消防力の強化、防災道路の計画的配置等数多くの施策が考えられる。しかし、これらの詳細な具体的検討は今後の研究課題となる。

補注

(1) 火災の発生状況および被害状況は神戸市消防局予防課で調査しまとめたものである。また、被害状況に関しても理財局の固定資産台帳を基礎データとして集計した。

(2) 「鎮圧時刻」と「鎮火時刻」の定義

「鎮圧時刻」：火勢が消防隊の制御下に入り、拡大の危険がなくなったと現場の最高指揮者が認定した時刻

「鎮火時刻」：現場の最高指揮者が再燃の恐れがないと認定した時刻

(3) 本稿で用いた風向・風速のデータ

震災当日は大気常時観測局は停電により、風向・風速の測定がなされておらず、気象データとしては停電の影響がなかった神戸海洋気象台のものを使用せざるを得ない。しかしながら、神戸海洋気象台は高台にあり、本稿で対象とする火災現場（長田区、須磨区）よりも風速が高くなることが考えられるため、適当な補正が必要となる。そこで本稿では、対象地域にもっとも近い測定局である須磨局と神戸海洋気象台の風向・風速の関係を過去のデータ（'91～'94年の1月）をもとに分析を行い、予測式を作成し、その結果（相関係数値約0.95）を当日の風向・風速として用いた。

参考文献

- 堀内三郎：建築防火、p. 175～p. 209朝倉書店
- 高井広行：大震災の教訓と災害に強いまちづくり、都市政策、第79号、1995年4月
- 高井広行：大震災を教訓とした災害に強いまちづくり（上）、（下）、神戸市消防局、雪、No. 531、No. 532、1995年9月、10月
- 高井広行：大震災を教訓とした都市防災計画、神戸市消防局、神戸消防の動き、平成7年版、1996年3月
- 高井広行：都市の計画側面からみた大震災の教訓、大阪交通科学研究会、交通科学、Vol. 25、1996年5月
- 坊池道昭、上村雄二、矢野公一、松井武史、高井広行：神戸市における震災火災の出火と延焼動態に関する一考察、土木学会震災シンポジウム、1996年1月
- 上村雄二、坊池道昭、高井広行、矢野公一、松井武史：神戸市における震災火災の出火と延焼について、日本建築学会大会、1996年9月

(百万円)

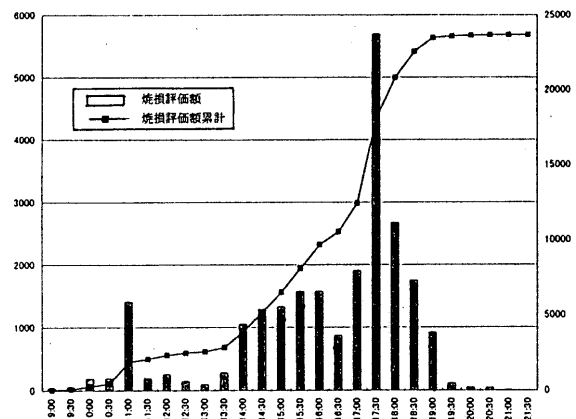


図7 時間経過別焼損評価額（水笠公園周辺・30分単位）

(百万円)

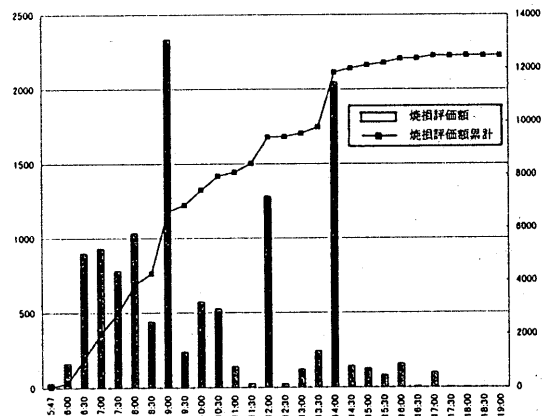


図8 時間経過別焼損評価額（高橋病院周辺・30分単位）

- 高井広行、上村雄二、坊池道昭、矢野公一、松井武史：大震災による大規模火災の延焼メカニズムに関する一考察、日本建築学会大会、1996年9月
- 上村雄二、坊池道昭、高井広行、矢野公一、松井武史：神戸市における震災火災の出火と延焼に関する一考察、土木学会全国大会、1996年9月
- 高井広行、上村雄二、坊池道昭、矢野公一、松井武史：大震災による大規模火災の延焼メカニズムに関する研究、土木学会全国大会、1996年9月
- 上村雄二、坊池道昭、高井広行、矢野公一、松井武史：神戸市における震災火災の出火と延焼メカニズムに関する研究、土木学会土木計画学研究発表会、1996年11月
- 矢野公一、松井武史、高井広行、上村雄二、坊池道昭：震災による大規模火災の延焼シミュレーションに関する研究、日本建築学会大会、1996年9月
- 矢野公一、松井武史、高井広行：神戸市消防局編集、阪神・淡路大震災における火災状況（神戸市域）「第5章 震災による大規模火災の延焼シミュレーション」、1996年8月
- 矢野公一、松井武史、高井広行、上村雄二、坊池道昭：大規模震災火災の延焼シミュレーションに関する研究、土木学会土木計画学研究発表会、1996年11月

(1997年5月30日原稿受理、1997年12月9日採用決定)