Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-12-05

1995年兵庫県南部地震における出火機構の分析 : 過去の地震火災事例との比較による考察

村田, 明子
岩見, 達也
北後, 明彦
室崎, 益輝

(Citation)
日本建築学会計画系論文集,66(548):1-8

(Issue Date)
2001-10-30

(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/20.500.14094/90001091

Architectural Institute of Japan

【カテゴリーII】

日本建築学会計画系論文集　第548号，1-8，2001年10月
J. Archit. Plann. Environ. Eng., AIJ, No. 548, 1-8, Oct., 2001

1995年兵庫県南部地震における出火機構の分析
—過去の地震火災事例との比較による考察—

MECHANISM OF THE OUTBREAK OF FIRE IN THE 1995 HYOGO-KEN NAMBU EARTHQUAKE
—In comparison with past earthquake fire cases—

村田明子*，岩見達也**，北後明彦***，室崎益輝****
Akiko MURATA, Tatsuya IWAMI, Akihiko HOKUGO and Yoshiteru MUROSAKI

Historically and up to the present day, many fires have been generated by earthquake disasters. Although such fires have all occurred under widely different circumstances, for example, seasons, times, places, building types, and cooking and heating apparatus including the types of energy sources, it is important to analyze the mechanism by which the fires break out after earthquakes by comparing recent cases with past disasters.

In this paper, we analyze the mechanism of the outbreak of fire after the 1995 Hyogo-ken Nambu Earthquake, and discuss the transition of this mechanism in comparison with past cases.

Keywords: *Earthquake fire, Hyogo-ken Nambu earthquake, Outbreak of fire, mechanism of outbreak of fire*
地震火災，兵庫県南部地震，出火，出火機構

1．はじめに

1．1　背景・目的

地震時の火災は，平常時の火災に比べて発生頻度が低いため，過去の事例は季節や時刻，発生場所，発生当時の社会環境や建築物の性能，使用機器等の状況がそれぞれ異なっている。また，平常時に比べ，出火原因や火元建物の情報が不明の場合が多く，分析可能なデータが少ないため，平常時火災のように統計的な傾向をとらえることは困難である。しかしながら，地震時の火災（以下，地震火災と称する）が都市や人々に与える被害は甚大であり，過去の火災事例を，例えば地震の揺れに伴う火源の発生や着火物との接触といった出火機構の観点から分析することは，地震火災対策（建物や設備のハード面および人の行動）の検討や被害予測を行う上で重要である。また，兵庫県南部地震で複数事例見られ，部分焼にもなった鑑賞魚用ヒーターによる出火は三陸はるか沖地震でも同様の経過で小火が発生しており，過去の出火原因を見直すことは今後の出火防止対策に役立つと考えられる。

本研究は，地震火災による建築物の被害を予防し軽減するための対策の提案，および地震火災による建築物および地域レベルの被害予測手法の開発を最終的な目標としており，本稿では兵庫県南部地震時の出火に至る経過（以後，出火機構と称す）の分析とともに，過去の地震時出火機構の分析をふまえて，社会状況の変化に伴う出火機構の変容に関する考察を行う。

1．2　既往研究の概要と本研究の位置づけ

地震火災に関する研究は，地震時出火件数の予測方法に関して，河角[1]，水野[2]やそれをふまえた建設省建築研究所[3]のように統計的に出火件数を予測する方法と，出火原因毎の出火に至るメカニズムを仮定し積み上げ的に出火件数を予測する東京消防庁[4]の方法がある。前者は，出火率を地震動の大きさの代替変数としての建築物の被害状況（全壊率や被害率）によって説明しようとするものであり，係数として発災時刻や季節が扱われていることが多い[5]。これは，さまざまな出火に至る経過（出火機構）を個別に考慮せず，地震による火災発生件数を統計的に予測するための手法であると言える。

一方，地震火災の出火機構に関する研究として，過去の地震火災の出火原因に関する調査研究が数多くあり，東京消防庁[6]は火気器具保有状況調査や器具の振動実験，器具の出火機構のフォールトツリー分析等詳細な検討を行っている。小林[7][8]は，関東地震以降の主な地震における出火状況を建物用途・出火原因別に分析し，今後予想される地震火災の出火傾向について考察している。また，(財) 消防科学総合センター[9]では，兵庫県南部地震の詳細な出火原因の整理と火気器具

* 神戸大学大学院自然科学研究科　大学院生　Graduate School of Science and Technology, Kobe University
** 独立行政法人建築研究所住宅・都市研究グループ　研究員・工修　Research Engineer, Department of Housing and Urban Planning, Building Research Institute, M. Eng.
*** 神戸大学都市安全研究センター　助教授・学術博士　Associate Prof., Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, Ph. D.
**** 神戸大学都市安全研究センター　教授・工博　Prof., Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, Dr. Eng.

NII-Electronic Library Service

毎の対策の提言を行っている。

兵庫県南部地震では，過去の多くの地震とは異なり，地震発生から長時間経過した後にも地震に起因する火災が多く発生する傾向が見られた。例えば，室崎[10]は，出火時刻と出火原因の関連について，石油やガスによる出火は地震直後1時間以内に発生しており，電気関連の火災は1時間以上経過した後に発生した割合が高いことを示している。したがって，今後の都市部における地震火災の全体像をとらえるためには，使用中の火気器具からの地震直後の出火のみを想定した建物倒壊率による回帰式に加えて，発災時刻や季節，機器使用状況に依存せず発生する火災を考慮することが必要である。そのためには，過去の火災事例についても，火源の発生した経過や着火物と接触した経過のような出火機構の観点から見直す必要がある。また，平常時の火災では火源・経過・着火物で分類されている出火機構のとらえ方を，地震の影響を考慮した形で見直す必要がある。以上の問題意識をふまえて，本報では，地震火災の出火機構に関する研究の一環として，兵庫県南部地震を含め，過去の地震火災の出火機構を火源や着火物との接触の観点から分析し考察を行った。

2．兵庫県南部地震の火災事例の出火機構

2．1　出火機構のとらえ方

火災は，「火災報告」で定められた発火源・経過・着火物の3つの角度から調査が行われ，それぞれ細分化された分類コードによって記録整理されており[11]，社会の変化に応じて改正が図られている[12]。しかし，地震火災についても平常時の火災と同じ分類であり，鈴木・松原[13]が地震火災では発火源・経過・着火物のそれぞれに地震の影響が考えられるため，平常時火災と同じ分類を適用した分析への限界を指摘しているように，地震時の出火機構を分析する目的に対しては，「火災報告」の分類では十分ではないと考えられる。

出火機構のとらえ方について，鈴木・松原[13]は，兵庫県南部地震の火災事例を対象に，発火側と着火側に分け，発火側を熱源の有無による器具種別（電気機器・熱源機器・その他）で分類し，着火側を着火物とその発生経過の観点から「ガス供給系統の損傷によるガス漏洩」「他の可燃物の漏洩」「可燃物の移動」「発火側の移動転倒」に分類している。室崎ら[14]は，火災発生経過の特徴を，兵庫県南部地震の火災事例を対象に，発熱要因・接触要因毎に熱源の発生時期や着火物との接触時期に着目したパターン分類を行っている。

本稿では，図1のように熱源の発生時期に着目し，地震前に熱源が存在していた「熱源あり」型（地震発生時使用中で，停電復旧後出火したものを含む），地震の衝撃により熱源が発生したタイプのうち，地震直後の電気配線短絡やスパーク，薬品混合等の「熱源発生（衝撃）」型と地震の衝撃でスイッチが入り停電復旧時に発生した「熱源発生（衝撃＋通電）」型に分け，さらに地震後の生活再開により発生した「熱源発生（復旧・再開）」型に分類することにした。一方，熱源と着火物が接触した要因を「地震により接触」「地震後の活動で接触」「常に接触（地震以前より接触）」の3つに分類した。

「熱源あり」型の出火は発災時刻や季節，火気器具等の保有・使用状況との関わりが強い一方，「熱源発生（衝撃）（衝撃＋通電）」型の出火は時刻や使用状況等と無関係で，建物被害率との関わりが強いと考えられる。さらに，地震規模に応じて発生する火災として「熱源発生（復旧・再開）」型をとらえることができる。一方，接触要因にも地震動の大きさに影響されるものとそうでないものが存在し，そのため，発熱要因・接触要因の組合せによって地震動の影響，時刻や季節，使用状況との関係がそれぞれ異なる。

2．2　兵庫県南部地震の火災事例の出火機構

兵庫県南部地震の火災事例の個別情報を示した既往文献[15][16][17]とその内容を表1に示す。建物火災の出火機構をとらえるためには火源等の火災情報に加えて火元建物情報が必要と考えられる。そこで，対象地域が広く火災情報が詳しい文献15）をもとに，火元建物情報が詳しい文献16）17）の情報を加え，消防局へのヒアリング

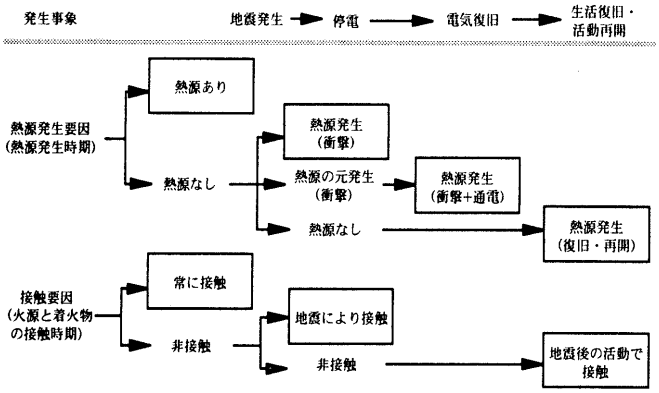

図1　熱源の発生要因と着火物との接触要因の分類

表1　既存の火災事例リストの記載情報

		自治省消防研究所[15]	神戸大学室崎研究室[16]	建設省建築研究所[17]
対象地域		阪神周辺23消防本部管轄地域（兵庫県・大阪府）	神戸市，尼崎市，西宮市，芦屋市	神戸市，芦屋市，西宮市，尼崎市，宝塚市，伊丹市，川西市，明石市
対象期間		1995年1月17日～26日（10日間）	1995年1月17日～19日（3日間）	1995年1月17日～19日（3日間）
対象件数		340件	160件	150件
火災情報	火災種別	全火災（建物・車両・林野・その他）	建物火災	建物火災
	時刻情報	発生，覚知，鎮圧，鎮火の各時刻	出火日時	出火日時，最盛時刻，鎮火時刻
	場所	記載あり（町丁目）	記載あり（町丁目、一部建物名称）	記載あり（町丁目）
	原因	出火源	出火原因（推定含む）	出火原因（推定含む）
	焼損情報	焼損面積，焼損表面積，焼損規模別棟数	焼失面積，焼損棟数，建物焼損状況	建物焼損状況
	その他	罹災世帯数・罹災人員数，死亡・負傷数	罹災世帯数，被災耐火建築物数，火災概要，炎上状況	炎上状況，周囲の焼失状況，延焼の有無
火元建物情報		－	用途，構造，階数，出火家屋被害	用途，構造，階数，被害状況
その他の情報		覚知方法（消防への通報方法）	風向・風速，ガス臭の有無，マイコンメーターの有無，電気復旧時期，覚知時の対応，避難時の余裕，在館者の有無と居場所，出火場所，公設消防・市民消火活動，鎮火理由，ガレキ整理時期	風向・風速，覚知時の対応，公設消防・市民消火活動
情報収集方法		各消防局の情報の集約・整理	現地調査・ヒアリング	現地調査・ヒアリング

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

表2　本稿で用いた火災事例の概要　（対象：熱源発生要因が「その他」および「不明」を除く132件。熱源発生要因別に二重罫線で分けた。）

熱源発生要因	消防研究所[15]番号	建築研究所[17]番号	市区	建物被害	発生時刻	接触要因	焼損規模	火源
熱源あり	3	－	東灘区	不明	～1時間後	地震により接触	全焼	石油ストーブ
	7	99	東灘区	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	石油ストーブ
	24	97	東灘区	不明	～4日後	地震により接触	小火	熱帯魚用ヒーター
	54	48	中央区	全壊	～1時間後	不明	半焼	焼却炉
	68	52	中央区	不明	～6日後	常に接触	部分焼	熱帯魚器具コード
	70	45	中央区	全壊	～1時間後	地震により接触	集団	石油ストーブ
	73	47	中央区	なし	～3時間後	地震により接触	部分焼	熱帯魚用ヒーター
	87	－	兵庫区	不明	～1時間後	不明	小火	風呂かまど
	88	31	兵庫区	不明	～1時間後	地震により接触	集団	ガスボイラー
	92	－	兵庫区	不明	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	小火	風呂かまど
	93	28	兵庫区	全壊	～1時間後	地震により接触	大規模	ガスコンロ
	99	30	兵庫区	全壊	～6時間後	地震により接触	大規模	七輪コンロ
	127	－	長田区	不明	～1時間後	地震により接触	部分焼	ろうそく
	144	10	須磨区	全壊	～1時間後	地震により接触	全焼	石油ストーブ
	150	－	須磨区	不明	～6時間後	地震により接触	小火	熱帯魚用ヒーター
	156	－	須磨区	不明	～2日後	地震により接触	部分焼	熱帯魚用ヒーター
	164	179	垂水区	なし	～6時間後	地震により接触	部分焼	電気コンロ
	166	178	垂水区	なし	～6時間後	地震により接触	部分焼	電気スタンド
	169	－	垂水区	不明	～5日後	常に接触	部分焼	パネルヒーターの配線コード
	171	－	垂水区	不明	～9日後	不明	小火	熱帯魚用ヒーター
	174	147	尼崎市	なし	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	部分焼	貯湯式湯沸器
	175	145	尼崎市	なし	～1時間後	地震により接触	集団	石油ストーブ
	176	－	尼崎市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	溶離金属
	178	174	尼崎市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	鑑賞魚用ヒーター
	179	－	尼崎市	不明	～3時間後	地震により接触	部分焼	鑑賞魚用ヒーター
	180	148	尼崎市	なし	～6時間後	地震により接触	小火	電気ストーブ
	186	－	明石市	なし	～6時間後	地震により接触	小火	電気ストーブ
	187	－	明石市	なし	～6時間後	地震により接触	部分焼	熱帯魚用ヒーター
	188	－	明石市	なし	～6時間後	地震により接触	部分焼	電気ストーブ
	189	－	明石市	なし	～6時間後	不明	小火	電気ストーブ
	204	－	西宮市	なし	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	小火	ガス湯沸器
	210	130	西宮市	全壊	～1時間後	地震により接触	集団	練炭堀こたつ
	215	128	西宮市	なし	～3時間後	地震により接触	小火	電気ストーブ
	216	－	西宮市	なし	～3時間後	不明	小火	水槽用ヒーター
	218	143	西宮市	なし	～3時間後	不明	小火	熱帯魚用ポンプモーター
	230	109	芦屋市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	練炭火鉢
	231	170	芦屋市	全壊	～1時間後	地震により接触	集団	石油ファンヒーター
	242	171	芦屋市	全壊	～3日後	地震により接触	部分焼	電気暖房機
	245	189	伊丹市	なし	～3時間後	地震により接触	部分焼	熱帯魚用ヒーター
	247	191	伊丹市	なし	～3時間後	常に接触	部分焼	電気コンロ
	257	185	宝塚市	軽微	～6時間後	地震により接触	部分焼	鑑賞魚用ヒーター
	270	－	津名郡	不明	～1時間後	不明	半焼	ガステーブル
	275	－	大阪市	不明	～1時間後	地震により接触	小火	都市ガス工業炉
	279	－	大阪市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	鑑賞魚用ヒーター
	280	－	大阪市	なし	～3時間後	その他（輻射熱）	部分焼	電気ストーブ
	284	－	大阪市	なし	～3時間後	常に接触	半焼	電気敷布団
	286	－	大阪市	なし	～6時間後	地震により接触（地震で漏洩）	半焼	都市ガス湯沸器
	292	－	大阪市	なし	～3日後	その他（地震と無関係）	部分焼	都市ガステーブル
	297	－	大阪市	なし	～7日後	その他（地震と無関係）	小火	都市ガステーブル
	300	－	大阪市	なし	～7日後	その他（地震と無関係）	小火	都市ガスコンロ
	316	－	豊中市	不明	～3日後	その他（地震と無関係）	部分焼	天ぷら油の消し忘れ
	317	－	豊中市	不明	～6日後	その他（地震と無関係）	部分焼	コンロの消し忘れ
	325	－	高槻市	不明	～1時間後	地震により接触	小火	石油ストーブ
	331	－	三島郡	不明	～12時間後	不明	部分焼	作業ランプ
	332	－	堺市	なし	～1時間後	不明	部分焼	高温の固体溶解金属
	336	－	堺市	なし	～4日後	その他（地震と無関係）	小火	天ぷら油の過熱発火
	非該当	－	尼崎市	不明	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	小火	風呂の種火
発生〔衝撃〕	2	－	東灘区	不明	～1時間後	不明	部分焼	配電用変圧器
	9	92	東灘区	全壊	～1時間後	地震により接触	部分焼	車両の電気配線
	10	96	東灘区	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	化学薬品
	71	53	中央区	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	化学薬品
	190	9	明石市	全壊	～6時間後	地震により接触（地震で漏洩）	部分焼	屋内配線
	198	131	西宮市	なし	～1時間後	地震により接触	半焼	化学薬品（硝酸類）
	199	127	西宮市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	化学薬品（金属ナトリウム）
	212	133	西宮市	全壊	～3時間後	不明	全焼	屋内配線
	213	125	西宮市	なし	～3時間後	不明	全焼	電気アンカ
発生〔衝撃〕	232	110	芦屋市	全壊	～1時間後	地震により接触	部分焼	不明
	235	111	芦屋市	全壊	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	部分焼	不明
	237	113	芦屋市	全壊	～3時間後	地震により接触（地震で漏洩）	半焼	不明
	238	106	芦屋市	全壊	～3時間後	地震により接触	全焼	不明
	243	188	伊丹市	なし	～1時間後	地震により接触	小火	ビニールコード
	244	187	伊丹市	なし	～1時間後	常に接触	部分焼	蓄電池
	255	183	宝塚市	全壊	～1時間後	常に接触	部分焼	蓄電池
	256	184	宝塚市	全壊	～1時間後	常に接触	部分焼	電灯電話等の配線
	258	186	宝塚市	半壊	～12時間後	常に接触	集団	屋内配線
	265	195	川西市	不明	～1時間後	地震により接触	部分焼	ポリ容器より漏れた灯油
	269	－	三原郡	不明	～1時間後	不明	小火	衝撃摩擦による花火
	273	－	大阪市	なし	～1時間後	常に接触	部分焼	電磁開閉器
	278	－	大阪市	なし	～1時間後	不明	小火	他のガス油類道具装置
	281	－	大阪市	なし	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	小火	自動開閉器
	282	－	大阪市	なし	～3時間後	不明	部分焼	コンセント
	308	－	豊中市	不明	～1時間後	地震により接触（地震で漏洩）	部分焼	屋内配線
	311	－	豊中市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	その他電気機器
	312	－	豊中市	なし	～3時間後	不明	小火	器具付コード
	320	－	吹田市	なし	～1時間後	地震により接触	部分焼	化学薬品が落下し反応
	321	－	吹田市	なし	～1時間後	地震により接触	小火	化学薬品が落下し反応
	非該当	－	尼崎市	不明	～1時間後	不明	小火	テレビ内部配線
発生〔衝撃＋通電〕	38	－	灘区	不明	～1時間後	常に接触	部分焼	冷蔵庫コードプラグ
	45	78	灘区	なし	～12時間後	地震により接触	部分焼	電気ストーブ
	72	－	中央区	不明	～1時間後	常に接触	部分焼	歯科技工用モーターのコード
	74	46	中央区	なし	～6時間後	常に接触	部分焼	ビデオデッキ電源コード
	75	－	中央区	不明	～12時間後	地震により接触	部分焼	電気スタンド
	80	61	中央区	軽微	～5日後	地震により接触	小火	印刷機の電源コード
	81	－	中央区	なし	～3時間後	地震により接触	部分焼	電気トースター
	82	－	中央区	不明	～3時間後	地震により接触	小火	電気ストーブ
	83	62	中央区	なし	～2日後	地震により接触	部分焼	電気スタンド
	98	－	兵庫区	不明	～3時間後	地震により接触	小火	電気ストーブ
	100	－	兵庫区	不明	～6時間後	不明	半焼	電気ストーブ
	106	－	兵庫区	不明	～2日後	常に接触	部分焼	コンセント
	112	－	兵庫区	不明	～8日後	常に接触	部分焼	蛍光灯の電源コード
	155	11	須磨区	全壊	～6時間後	地震により接触（地震で漏洩）	小火	屋外配線の被覆損傷箇所
	159	－	須磨区	不明	～7日後	常に接触	小火	テーブルタップ
	165	180	垂水区	なし	～6時間後	地震により接触	半焼	電気ストーブ
	167	181	垂水区	なし	～6時間後	不明	部分焼	電気トースター
	168	182	垂水区	全壊	～24時間後	地震により接触	小火	屋内配線
	222	136	西宮市	半壊	～12時間後	不明	小火	屋内配線
	240	107	芦屋市	不明	～2日後	地震により接触	部分焼	器具付コード
	248	192	伊丹市	なし	～3時間後	地震により接触	部分焼	テレビ
	249	193	伊丹市	全壊	～3時間後	地震により接触（地震で漏洩）	全焼	その他
	314	－	豊中市	不明	～2日後	地震により接触	部分焼	電気ストーブ
	326	－	高槻市	なし	～3日後	不明	小火	モーター配線
発生〔復旧・再開〕	17	100	東灘区	なし	～24時間後	地震により接触	部分焼	ろうそく
	26	－	東灘区	不明	～7日後	地震により接触	部分焼	電気ストーブ
	28	98	東灘区	不明	～9日後	地震により接触	部分焼	電気コンロ
	48	－	灘区	不明	～3日後	不明	部分焼	電子レンジ
	79	－	中央区	不明	～4日後	不明	小火	電気ストーブ
	114	176	北区	なし	～12時間後	地震後の活動で接触（地震で漏洩）	部分焼	都市ガスコンロ
	115	－	北区	なし	～8日後	その他（地震と無関係）	部分焼	石油ストーブ
	163	－	垂水区	不明	～6時間後	地震後の活動で接触（地震で漏洩）	部分焼	蛍光灯のスイッチ部分
	170	－	垂水区	不明	～5日後	その他（地震と無関係）	半焼	電気ストーブ
	181	175	尼崎市	なし	～24時間後	地震後の活動で接触（地震で漏洩）	部分焼	ろうそく
	192	－	明石市	不明	～2日後	その他（地震と無関係）	小火	石油ストーブ
	217	123	西宮市	なし	～3時間後	不明	集団	ろうそく
	224	135	西宮市	なし	～2日後	不明	部分焼	インターホン配線
	228	129	西宮市	なし	～3日後	不明	半焼	電気ストーブ
	266	196	川西市	不明	～1時間後	不明	小火	明かりとりのろうそく
	268	－	川西市	なし	～9日後	常に接触	集団	石油ストーブ
	290	－	大阪市	なし	～2日後	地震により接触	集団	石油ストーブ
	293	－	大阪市	なし	～4日後	常に接触	部分焼	器具付きコード
	302	－	大阪市	なし	～9日後	地震後の活動で接触	部分焼	灯明
	310	－	豊中市	不明	～1時間後	地震後の活動で接触	小火	ろうそく
	333	－	堺市	なし	～2日後	不明	小火	風呂かまど

注）表2に示した火源は文献15）16）17）および消防局へのヒアリングを統合した結果であり、各消防局の公表統計では火源不明となっている場合がある。

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

により文献16）17）の対象外の地域の情報を追加，確認した。ヒアリング調査は火災事例数の多い神戸市，尼崎市，芦屋市，伊丹市，西宮市，明石市，宝塚市，豊中市，大阪市を対象として2000年7月～9月に実施した。出火機構解明の観点から小火も分析対象とした。分析対象は，1995年1月17日～26日の建物火災及び建物倒壊による火災で，文献15）の出火原因不明の事例を消防局の推定および住民ヒアリング情報で補完し，出火原因情報（火源・経過・着火物の一部）が得られた181件（神戸市57・大阪市26・西宮市17・芦屋市11・尼崎市10・明石市10・豊中市9・伊丹市7・宝塚市7ほか）とした。本稿では，地震火災を地震を契機とした直接的および間接的な要因による火災と幅広くとらえ，神戸市で地震に起因する火災発生が10日間に及んだことをふまえて，他地域における同様の影響を考慮し，地震後10日間を対象とした。上記より，本データは平成7年火災年報別冊[18]に比べ，出火原因不明が少なく地震火災以外を一部含むという特徴がある。データの一部を表2に示す。

2．1節で示した熱源発生要因と接触要因の観点から，兵庫県南部地震時の火災事例を分析した結果を以下に示す。熱源発生要因のタイプ（図2）は，「熱源あり」57件，「熱源発生（衝撃）」30件，「熱源発生（衝撃＋通電）」24件，「熱源発生（復旧・再開）」21件，「その他」（放火や地震と無関係な火災）42件，「不明」7件である。接触要因のタイプ（図3）は，「地震により接触」78件，「地震後の活動で接触」5件，「常に接触」18件，「その他」（放火や地震と無関係な火災）43件，「不明」37件である。

熱源発生要因毎の接触要因をみると（図4），「熱源あり」型は「地震により接触」が最も多く，「熱源発生（衝撃）（衝撃＋通電）」型の二つは「地震により接触」に次いで「常に接触」が多い。このタイプは，地震による建物倒壊に伴い電気配線等が損傷し，直後にスパークする事例や通電時に短絡出火する事例のように，常に接触している電線被覆に着火したケースが多い。「熱源発生（復旧・再開）」型は，「地震後の活動で接触」型が最も多く，例えば，火をつけたろうそくを放置していて着火した事例（表2：消防研究所[15]番号17，310）や，ガスが充満した室内で，照明器具のスイッチをオフにした際の火花（表2：同番号163）やろうそくの持ち込み（表2：同番号181）により着火した事例，復旧のため電気のブレーカーをオンにした結果，電熱器具が加熱し出火した事例（表2：同番号28，79）がある。

建物被害と熱源発生要因の関連を図5に示す（被害状況不明を除く）。地震の衝撃により熱源が発生した「熱源発生（衝撃）」型は，他に比べて被害が大きい傾向がある。地震による建物の損傷が激しかったため，電気配線が損傷・短絡し出火に至ったパターンを示し

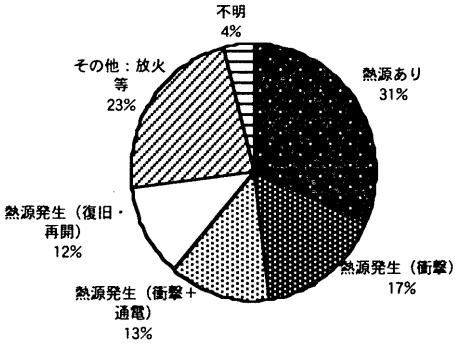

図2　熱源が発生した要因

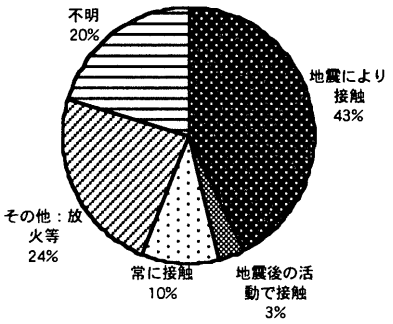

図3　着火物との接触要因

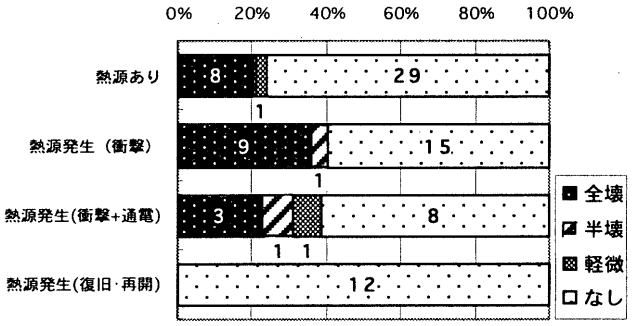

図5　熱源発生要因タイプ毎にみた火元建物の被害状況

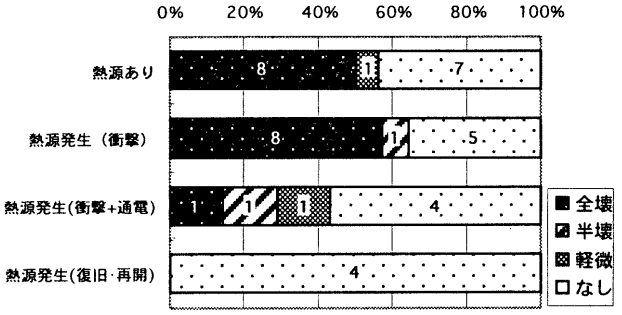

図6　熱源発生要因タイプ毎の火元建物被害状況（震度7地域の市区）

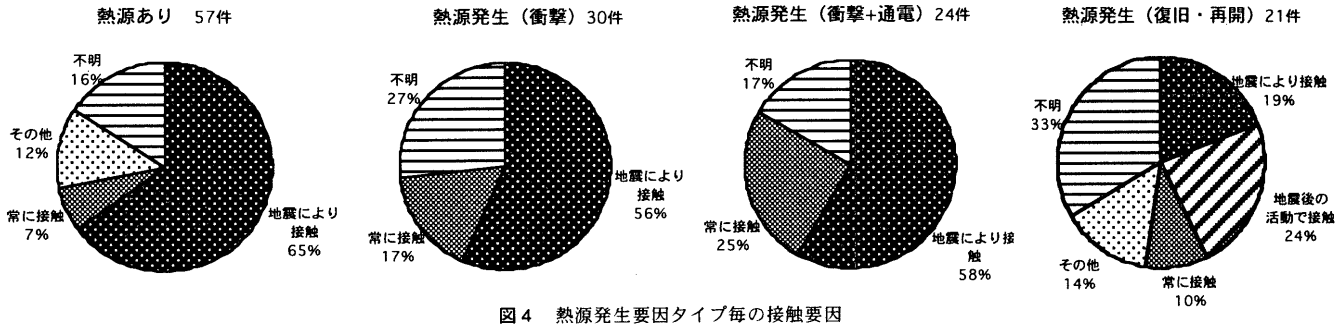

図4　熱源発生要因タイプ毎の接触要因

NII-Electronic Library Service

ていると考えられる。なお，「熱源発生（衝撃）」型のうち火源が薬品の場合（6件）は建物被害なし4件・不明2件で，建物被害との関連はない。「熱源発生（復旧・再開）」型は建物被害がなく，被害のない建物では地震直後の生活再開に伴う出火が起こり得ることを示している。建物被害は震度との関わりが強いため，震度7地域を含む神戸市須磨区・長田区・兵庫区・中央区・灘区・東灘区，芦屋市，西宮市，宝塚市，淡路島の事例のみの場合（以後，震度7地域とする）と比較を行う。震度7地域では「熱源あり」「熱源発生（衝撃）」型の半数強が全半壊であるに対し，「熱源発生（衝撃＋通電）」型は被害が少ない（図6）。

震度7地域について，熱源発生要因と焼損規模の関連を図7に示す。「熱源あり」型で集団・大規模火災（焼損面積1000m^{2}以上）になった割合が高く，「熱源発生（衝撃＋通電）」型は全て部分焼以下である。「熱源あり」型で集団・大規模火災となった火源の内訳は石油・ガス・練炭・七輪で，建物被害も大きい。一方，部分焼・小火となった火源はその半数が鑑賞魚用ヒーターである。以上より，熱源発生要因と建物被害，焼損規模の関連について「地震前に熱源のあった建物が全半壊した結果，集団火災に至った」「建物が大きく壊れた衝撃で熱源が発生し全半焼した」「被害の少ない建物で通電時に出火し部分焼以下にとどまった」という主なパターンが推定できる。

出火時刻と熱源発生要因の関連は，図8より，「熱源あり」「熱源発生（衝撃）」型は地震直後の出火件数が多い。「熱源発生（衝撃＋通電）」型は電気が復旧した3～6時間後と1～2日後が多く，「熱源発生（復旧・再開）」型は2日後以降も継続している。「熱源あり」

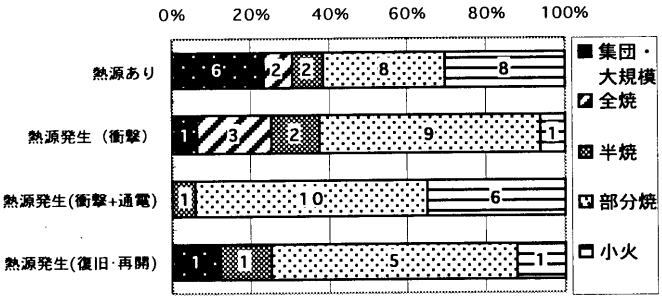

図7　熱源発生要因タイプ毎の焼損規模（震度7地域の市区）

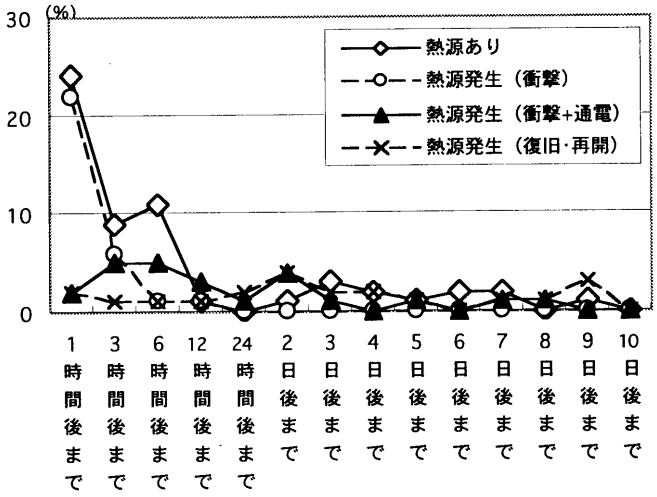

図8　熱源発生要因タイプ毎の出火時刻

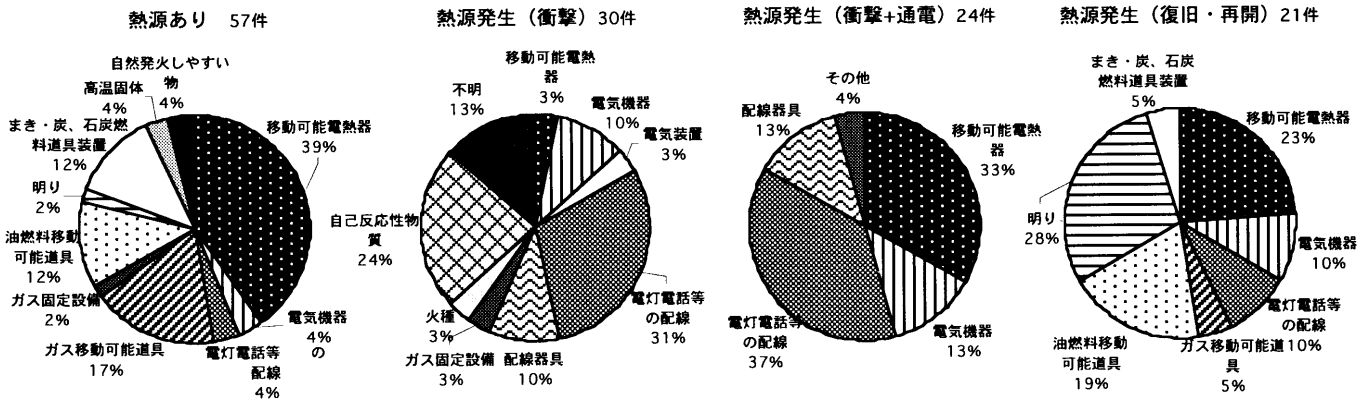

図9　熱源発生要因タイプ毎の火源種別

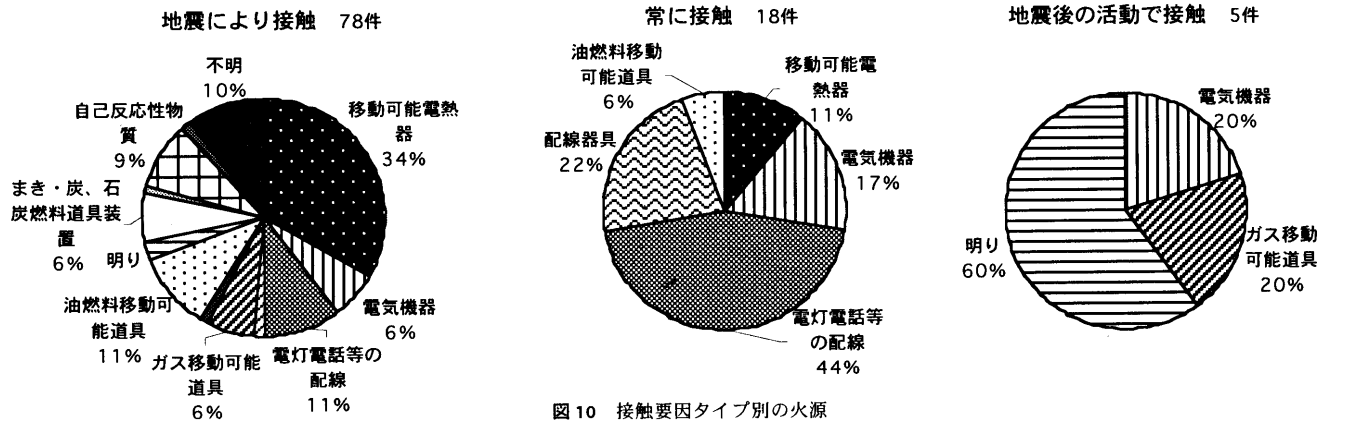

図10　接触要因タイプ別の火源

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

型で3～6時間後の出火件数が増えているのは使用中の電熱器具で通電時に出火したケースを表している。

次に，熱源発生要因のタイプ毎に火源の種別を示す（図9）。火源の分類は火災統計の分類コード（火災報告取扱要領ハンドブックに基づく）に準じた。「熱源あり」型（57件）は鑑賞魚用ヒーター(13)，電気ストーブ(6)を代表とする「移動可能な電熱器」が約4割で最も多く，ガス湯沸器(4)，ガステーブル(3)，ガスコンロ(3)等の「ガス移動可能道具」，石油ストーブ(6)等の「油燃料移動可能道具」，「まき・炭，石炭燃料道具装置」が続く。「熱源発生（衝撃）」型（30件）は「電灯電話等の配線」が3割を占めるなど電気関連が半数で，薬品(7)を示す「自己反応性物質」が約4分の1を占めている。「熱源発生（衝撃＋通電）」型（24件）は「電灯電話等の配線」「移動可能電熱器」がそれぞれ3分の1を占め，家具の転倒により電気ストーブのスイッチがONになる例(6)や配線の短絡で通電後に出火した事例が多い。「熱源発生（復旧・再開）」型（21件）は，「明り（ろうそく）」が約3割を占め，電気ストーブ(4)等の「移動可能電熱器」，石油ストーブ(4)等の「油燃料移動可能道具」が続く。

同様に，接触要因のタイプ毎に火源の種別を示す（図10）。「地震により接触」型（78件）は，電気ストーブ(12)，観賞魚用ヒーター(10)等の「移動可能電熱器」が3分の1を占め，「電灯電話等の配線」，石油ストーブ(7)等の「油燃料移動可能道具」，薬品(7)を示す「自己反応性物質」等が多い。移動可能な機器が半数を占め，地震時に着火物と接触しやすいという危険性を表している。「常に接触」型（18件）は，「電灯電話等の配線」が半数を占め，「配線器具」「電気機器」が次に多く，常に接触している電気配線コードの電線と被覆物のように電気関連が大部分を占めている。「地震後の活動で接触」型は5件と件数が少なく，明り（ろうそく）が多い。

3．過去の地震火災をふまえた出火機構の変容の考察

3．1　過去の地震火災の出火機構

過去の主な地震火災事例を対象として，出火原因を2.1節で示した熱源発生要因・接触要因のタイプで分類した。対象としたのは以下の条件を満たす火災事例とした。

a)1923年関東地震以降で震度5以上の地震

b)小火以外の建物火災が2件以上ある

対象とした過去の地震火災事例を表3に示す。表3以外に上記条件を満たす事例には，1925年北但馬地震，1927年北丹後地震，1930年北伊豆地震，1943年鳥取地震，1944年東南海地震，1952年十勝沖地震，1993年北海道南西沖地震等があるが，各事例毎の出火原因や火元建物情報が不十分であるため除外した。出火件数・震度はそれぞれ参考文献に基づく。各地震で最も震度の大きい地域周辺で発生した火災事例とした。小火についても個別情報が得られた事

表3　対象とした過去の地震火災事例

名称	日時	震度	最大震度地域	出火件数	対象数	対象事例の内訳	参考文献
1923年関東地震	9月1日11時58分	6	東京市15区	98	90	東京市15区（小火24件含む）	8) 19) 20)
1948年福井地震	6月28日16時13分	7	福井市	24	24	福井市（小火1件含む）	8) 21)
1964年新潟地震	6月16日13時1分	6	栗島浦村・鶴岡市	12	12	新潟市9・朝日村1・松代町1・豊栄町1（小火3件含む）	22)
1968年十勝沖地震	5月16日9時49分	5	青森市・八戸市・十和田市・三沢市	21	30	青森市7・八戸市6・十和田市14・三沢市3（小火17件含む）	9) 23) 24) 25)
1978年宮城県沖地震	6月12日17時14分	5	仙台市	12	12	仙台市8・多賀城市1・気仙沼市1・河北町1・志波姫町1（小火5件含む）	8) 9) 26)
1993年釧路沖地震	1月15日20時06分	6	釧路市	11	9	釧路市7・帯広市2（小火4件含む）	9) 27) 28)
1994年三陸はるか沖地震	12月28日21時19分	6	八戸市	7	9	八戸市7・岩手町1・田子町1（小火6件含む）	9) 29)
1995年兵庫県南部地震	1月17日5時46分	7	神戸市・芦屋市・西宮市・宝塚市・北淡町・一宮町・津名町	285	181	神戸市57・大阪市26・西宮市17・芦屋市11・尼崎市10・明石市10・豊中市9・伊丹市7・宝塚市7ほか（小火65件含む）	15) 16) 17) 18)

注）表3の対象数は各参考文献に示された小火を含む事例の数で出火件数より多い場合がある。

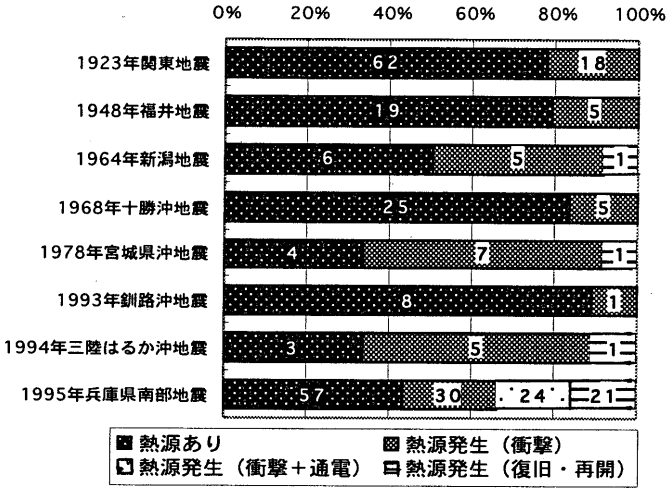

図11　過去の地震火災における熱源発生要因　（その他・不明を除く）

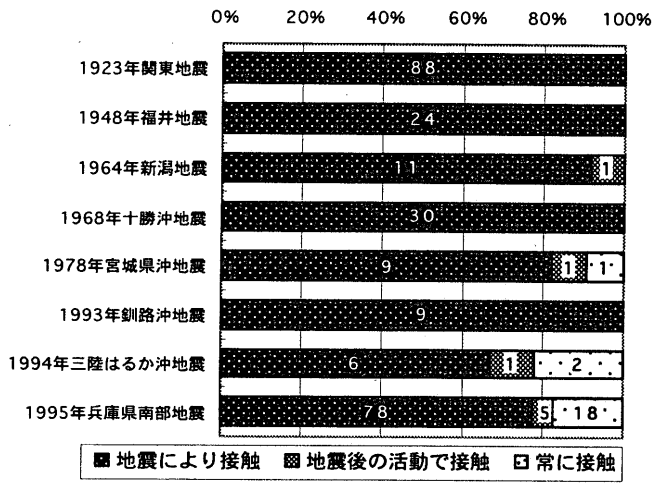

図12　過去の地震火災における接触要因　（不明を除く）

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

例は分析対象とした。各地震の発生した季節や時刻，発生場所は異なるが，それらの影響については現段階では考慮していない。

各地震における火災事例の熱源発生要因タイプを図11に示す（不明やその他の事例を除く）。関東地震では「熱源あり」型が最も多い一方，「熱源発生（衝撃）」型が時代を経るにつれて増加し，兵庫県南部地震で「熱源発生（衝撃＋通電）」型が新たに出現している。接触要因タイプを図12に示す（不明やその他の事例を除く）。「地震により接触」が大部分であったものの，三陸はるか沖地震以降は「常に接触」「地震後の活動で接触」型が一定割合を占めている傾向がある。これは，電気機器や配線の普及により，電気配線の短絡のように，地震による損傷および通電で熱源が発生し，通常接触している被覆物に着火する電気火災の増加を示している。

関東地震と兵庫県南部地震を対象に，発災後24時間までの出火時刻の割合を図13に示す。関東地震ではかまど等でくすぶるため発災後1～3時間までの出火がほとんどであるのに対し，兵庫県南部地震では通電時の出火や地震後の生活復旧に際しての出火が多かったことから，3時間後以降の出火の割合が多くなっている。

各地震の火源種別を図14に示す（火源不明の事例を除く）。1923年関東地震，1948年福井地震当時の「まき・炭・石炭燃料装具装置（かまど・七輪等）」と「自己反応性物質（薬品）」の二種類に対し，1964年新潟地震は重油燃料施設の影響が強く「油燃料固定装置」が顕著であり，1968年十勝沖地震は「油燃料移動可能道具（石油ストーブ・石油コンロ等）」が目立っており，1978年宮城県沖地震以降「ガス移動可能道具」が一定割合を占めるようになっており，さらに，1993年釧路沖地震以降「移動可能な電熱器具」など電気関連が大きな割合を占めるように変化している。熱源エネルギーの変化に伴う火源の推移について既往文献[30]等で述べているように，図14より70年間に火源の種類が多様化した傾向が確かめられた。

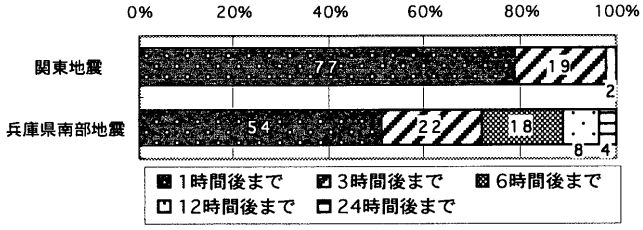

図13 関東地震と兵庫県南部地震の出火時刻（発生後24時間まで）

3．2 社会変化に伴う地震時出火機構の変容

1923年関東地震や1948年福井地震，1968年十勝沖地震に代表される過去の地震火災では，熱源発生要因が「熱源あり」型，即ち使用中の石油ストーブやガスコンロ等の暖房・炊事用火気器具や固形燃料による火気器具であり，接触要因は「地震により接触」型，即ち火気器具の転倒や可燃物の火気器具上への落下によるものが大部分で，地震直後数時間以内に出火するパターンがほとんどであった。ところが，兵庫県南部地震では地震後長期にわたって出火しており，発生時刻の影響もあり，地震前に熱源があった「熱源あり」型より，「熱源発生（衝撃）（衝撃＋通電）」型が多くなっている。1994年三陸はるか沖地震以降，熱源と着火物の接触要因も「常に接触」型や「地震後の活動で接触」型の増加傾向が見られる。関東地震から約70年が経過し，近年の地震では，生活様式の変化に伴う調理・暖房用熱源の変化や新たな機器の出現および普及など，火源や建物をとりまく社会環境の変化に伴って地震後の出火機構の全体像が大きく変容しており，今後も変化していくと考えられる。

一方，70年前に比べ減少傾向ながら一定程度発生する火源の一つが薬品であり，学校，研究施設等では，さらなる対策が重要である。

地震時の出火機構の変化の理由として，1）裸火の代用としてのガス・電気による調理・暖房機器の普及，2）器具の耐震安全性の改良（例えば石油ストーブ）やマイコンメーター等の燃料供給遮断装置の普及，3）生活様式の変化に伴う新たな電気・電熱器具の増加と普及，が挙げられる。今後の地震時出火防止に向けて，器具レベルの対策に加え，マイコンメーターやブレーカー等，電気・ガス

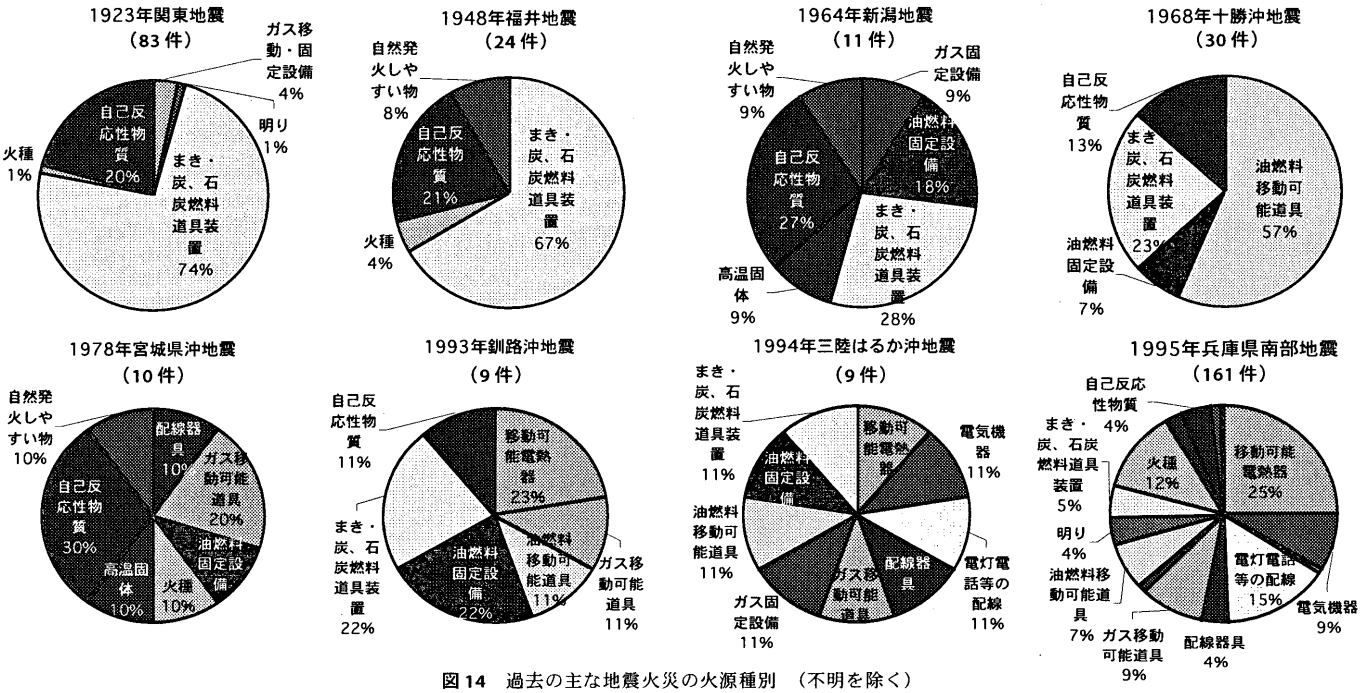

図14 過去の主な地震火災の火源種別 （不明を除く）

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

供給システムの耐震安全対策の向上，薬品の地震時落下・混合防止対策等が重要である。また，地域毎の火気器具・電気機器使用状況を考慮したきめ細やかな出火件数予測手法が必要である。

4．まとめと提言

本稿で得られた主な知見を以下に示す。

（1）地震時の出火機構の分類方法として，熱源発生要因を地震以前に熱源が存在した「熱源あり」，地震の衝撃により発生した「熱源発生（衝撃）」，衝撃および通電で発生した「熱源発生（衝撃＋通電）」，地震後の生活再開により発生した「熱源発生（復旧・再開）」に分け，着火物との接触要因を「地震により接触」「地震後の活動で接触」「常に接触（地震以前より）」に分ける方法を示した。出火件数予測に適用する上で，「熱源あり」型は発災時刻や季節，火気器具等の保有・使用状況との関わりが強い一方，「熱源発生（衝撃，衝撃＋通電）」型は時刻や季節，使用状況と無関係に建物被害率に基づいて予測可能と考えられる。さらに，地震規模に応じて発生する火災として「熱源発生（復旧・再開）」型をとらえることができる。

（2）兵庫県南部地震では，火気器具の変化，器具の耐震安全性向上およびマイコンメーター普及に加え，発災時刻も相まって，従来の「地震前に熱源あり」型の出火が少ない一方で，衝撃や通電による熱源発生タイプが多く，復旧・再開時に発生したタイプも見られた。衝撃や通電による熱源発生タイプは，電気配線損傷やガスもれに関わる出火や電熱器具等からの出火が多い傾向が見られた。地震直後に加えて，通電後や生活復旧時のように出火時刻の長期化が明らかになった。「熱源あり」型は焼損規模が大きく，地震の衝撃による熱源発生タイプは建物被害が大きい傾向が見られ，通電による熱源発生タイプは建物被害が少なく単体火災にとどまる傾向が見られた。

（3）1923年関東地震等の過去の地震火災では，熱源発生要因が「熱源あり」型で，接触要因も「地震により接触」型が大部分であったのに対し，兵庫県南部地震では熱源発生要因が多様化し，接触要因も電気配線など「常に接触（地震以前より接触）」型が増加している傾向が明らかになった。出火時刻も関東地震の発災後1～3時間に対し，兵庫県南部地震では長期間にわたる傾向が見られた。火源の推移を見ると，関東地震・福井地震当時のかまど・七輪等と薬品の二種類に対し，電気・電熱機器や配線，ガス機器が加わり，熱源エネルギーの変化に伴う火源の種類の多様化傾向が確かめられた。

（4）関東地震から約70年経過し，近年の地震では出火時刻の長期化とともに地震の衝撃による火源発生や常に接触している被覆物等への着火が多く見られ，生活様式やエネルギー変化に伴う調理・暖房用熱源の変化や新たな機器の出現・普及等，火源や建物をとりまく社会環境の変化に伴う出火機構の全体像の変容が確かめられた。

今後，個別器具レベルに加え，エネルギー供給システムの耐震安全対策の推進とともに，建物特性と出火機構の関連の解明の上で，出火機構の変容を踏まえた建物の耐震安全対策の推進が望まれる。

関東地震では出火建物の多くが隣棟延焼したのに対し，兵庫県南部地震では単体火災にとどまった事例が多い。その一方で耐火造建物で出火し隣棟延焼した事例が見られた。今後，兵庫県南部地震の火災を対象に，耐火造建物の隣棟延焼状況の分析を行う予定である。

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。

参考文献

1）浜田稔他：建築防火論　建築学大系21，彰国社，pp.421，昭和50年7月
2）水野弘之，堀内三郎：地震時の出火件数の予測に関する研究，日本建築学会論文報告集，第250号，pp.81～90，昭和51年12月
3）棚橋一郎，岩河信文ほか：市街地における出火・延焼の予測手法に関する研究，建築研究報告，第102号，1983年
4）東京消防庁火災予防審議会：地域別出火危険度と対策について，1974年
5）熊谷良雄：阪神大震災からの教訓　平成7年度火災学会講演討論会テキスト，pp.2～17，1996. 1
6）例えば，火災予防審議会：直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策，東京消防庁，平成9年3月
7）小林正美：1923年関東地震における出火状況の分析　都市地震火災の出火状況の予測に関する研究（第一報），日本建築学会論文報告集，第337号，pp.99～105，昭和59年3月
8）小林正美：関東地震以降の主な地震における出火状況の分析　都市地震火災の出火状況の予測に関する研究（第二報），日本建築学会論文報告集，第338号，pp.115～121，昭和59年4月
9）（財）消防科学総合センター：地震時における出火防止対策のあり方に関する調査検討報告書，1998. 3
10）室崎益輝：兵庫県南部地震における火災原因に関する研究，pp. 216～219，平成7年度日本火災学会研究発表会概要集，1995. 5
11）関沢愛：出火および消火活動をめぐる諸問題，第1回都市防火シンポジウム資料，pp.3～10，1998. 12
12）例えば，吉村修：火災報告取扱要領の改正について，火災，213号，vol.44，no.6，1994. 12
13）鈴木恵子，松原美之：兵庫県南部地震後の火災の発生シナリオ，平成10年度火災学会概要集，pp.154～157，1998年
14）室崎益輝，岩見達也：2.4火災発生の特徴　阪神・淡路大震災調査報告　建築編－6　火災・情報システム，阪神・淡路大震災調査報告編集委員会，日本建築学会，pp.65～72，1998. 10
15）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，消研輯報，第49号，1995年
16）神戸大学室崎研究室・（株）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. 3
17）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.618～662，1995. 8
18）自治省消防庁：平成7年火災年報別冊，平成10年2月
19）井上一之，帝都大火災誌，震災予防調査会報告，第百號（戊），岩波書店，大正14年3月
20）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（戊），岩波書店，大正14年3月
21）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，1951年
22）消防庁：新潟地震火災に関する研究，昭和40年
23）日本建築学会，1968年十勝沖地震災害調査報告，昭和43年12月
24）青森県：青森県大震災の記録　昭和43年の十勝沖地震，昭和44年3月
25）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，昭和44年11月
26）東京都：1978年宮城県沖地震に関する調査報告書，昭和54年6月
27）宮川覺：釧路沖地震の消防活動等について，平成5年度火災学会講演討論会テキスト，pp.1～12，日本火災学会，1994年
28）全国消防長会：平成5年(1993年)釧路沖地震被害調査報告書，1993. 3
29）日本建築学会：1994年三陸はるか沖地震災害調査報告，1996. 9
30）熊谷良雄・糸井川栄一：地震時の出火と都市構造，大都市と直下の地震－阪神・淡路大震災の教訓と東京の直下の地震－，pp187～pp.215，東京都立大学都市研究所，1998年9月

（2000年12月8日原稿受理，2001年5月23日採用決定）

NII-Electronic Library Service