

神戸市における大規模火災に関する研究 — 地震被害予測システム構築に関する一考察 —

Study on fire spread in Kobe City

— One consideration on constructing the system of the damage estimation —

高井広行*・矢野公一**・松井武史***・坊池道昭****・上村雄二*****

by Hiroyuki TAKAI*, Kouichi YANO**, Takeshi MATSUI**

Michiaki BOUIKE**** and Yuji UEMURA*****

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6千5百余人、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、焼損面積は81万㎡を超え、建物の焼失は7,388棟に及んだ。また、焼損区域では529名もの遺体および遺骨が発見されたほか、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。

しかし、各地域でその被害状況は異なっており、地区の特性によって特徴がみられる。そこで、地震被害を細かく予測する際、地区の特性を考慮して予測することが望ましい。ここでは、地区別（行政区別）の被害状況および地区特性と被害との関

係、さらに予測を考慮した計画支援のためのシステム構築について述べる。

2. 地区特性指標による被害予測

ここでは、地区特性指標（39指標）をクラスター分析結果で得られた分類・整理し、代表指標を抽出する判断とした。いま、それを説明変数として被害率（木造棟数）、被害率（木造延べ床面積）、木造被害棟数合計について各区別に変数減少法の重回帰分析を行った結果を表1、2、3に示す。これらの結果は各種の組み合わせで分析を行った中より比較的説明されている結果について示した。

まず木造の被害率をみると市全域の重回帰分析の重相関係数は $R=0.707$ と高く、説明変数のうち「世帯密度60年」、「64歳以上人口割合60年」、「工業事業所密度60年」、「商業事業所密度60年」、「震度」が寄与している要因である。また、区別でみると、須磨区が $R=0.820$ ともっとも説明されており、ついで灘区が $R=0.673$ 、東灘区の $R=0.595$ と高い。木造延べ床面積の被害率をみると、全市で $R=0.684$ となっており、区別の結果をみても須磨区（0.798）、灘区（0.674）、中央区（0.658）、兵庫区（0.637）と比較的説明されている。ここでは「人口密度60年」、「一般世帯割合60年」、「工業従業者密度60年」、「商業従業者密度60年」、「震度」が寄与している要因である。

木造の被害棟数合計をみると、全市で $R=0.566$ とやや低い結果となっているが、区別でみると、兵庫区（0.793）、東灘区（0.715）、長田区（0.672）、灘区（0.613）と比較的説明されている。この結果も前分析と同様「世帯総数60年」、「工業事業者密度60年」、「商業従業者密度60年」、「震度」が寄与している要因である。

キーワード：防災計画

* 正員 工博 近畿大学工学部建設学科 教授
(〒739-21 東広島市高屋うめの辺1番)

TEL:0824-34-7000 FAX:0824-34-7011

** 正員 工修 応用技術株式会社

(〒530 大阪市北区南森町1-2-23)

TEL:06-363-3031 FAX:06-363-3032

*** 正員 応用技術株式会社解析事業部

(〒530 大阪市北区紅梅町6-18)

TEL:06-354-5430 FAX:06-354-5433

**** 非会員 兵庫消防署主幹

(〒652 神戸市兵庫区荒田町一丁目21-1)

TEL:078-512-0119

***** 正員 神戸市消防局予防部予防課

(〒650 神戸市中央区加納町6丁目6番1号)

TEL:078-325-8511 FAX:078-325-8529

表 1 被害率（木造棟数）に関する予測結果

	世帯密度 60年	64歳以上人 口割合60年	工業事業 所密度60	商業事業 所密度60	震度	定数項	重相関係 数
市全域	2.479	0.657	15.906	2.245	27.565	14.409	0.707
東灘区	3.244		112.369		18.533	31.535	0.595
灘区	2.456	0.222	99.887		26.264	21.444	0.673
中央区	2.039	0.777	26.514	5.324	11.889	15.394	0.575
兵庫区	0.66	1.325	23.064		16.298	28.38	0.543
長田区	1.993	1.016	10.202	2.753		39.222	0.498
須磨区	5.056	0.451	8.5		30.534	9.261	0.82
垂水区	0.614	1.279				9.4	0.381

表 2 被害率（木造床面積）に関する予測結果

	世帯総数 60年	工業従業者 密度60年	商業従業 者密度60	救急出動 件数56+H3	震度	定数項	重相関係 数
市全域	0.127		0.791	0.157	30.861	4.139	0.566
東灘区	0.119		6.037	1.081	40.235	6.096	0.715
灘区	0.173	3.456	2.365		20.487	1.739	0.613
中央区	0.087				19.464	1.216	0.546
兵庫区	0.289		1.7		9.435	6.043	0.793
長田区	0.312		2.269		10.646	10.426	0.672
須磨区	0.055				50.341	5.699	0.523
垂水区	0.08		3.272			11.59	0.407

表 3 被害棟数合計（木造）に関する予測結果

	世帯総数 60年	工業従業者 密度60年	商業従業 者密度60	救急出動 件数56+H3	震度	定数項	重相関係 数
市全域	0.127		0.791	0.157	30.861	4.139	0.566
東灘区	0.119		6.037	1.081	40.235	6.096	0.715
灘区	0.173	3.456	2.365		20.487	1.739	0.613
中央区	0.087				19.464	1.216	0.546
兵庫区	0.289		1.7		9.435	6.043	0.793
長田区	0.312		2.269		10.646	10.426	0.672
須磨区	0.055				50.341	5.699	0.523
垂水区	0.08		3.272			11.59	0.407

3. 地区防災支援システム

（1）地区防災支援システムの考え方

地域防災計画を考えるためのデータベースは全国の各局において画一的に作成されていないのが現状である。とくに、消防行政においてもこうした地域的特性に対応した部隊編成や活動戦術の導入、消防署所や消防水利の適正な配置、より効果的な防災投資を実現する必要がある。そのような観点から、消防計画において地域特性について調

査、分析し、科学的又は理論的に計画を立案してゆく必要がある。しかし、現在、消防隊員の漠然とした経験と知識により判断されているのが現状である。そこで、ここでは消防を中心に考えたデータベースの作成を行った。このデータベースは人口、産業、経済等の都市の基礎的指標群、建物の種類・構造等の指標群、地理的な情報等の潜在的な要素からなるもの、過去の火災出動件数、救急出動件数、現場到着までの時間、過去の災害情報等の消防関係指標群も考慮している。さらに、

今回の震災による被害をデータベース化したものの両者を用いて地区情報データベースとした。また、各種の地区指標より各区別の地震被害（木造・非木造別の全壊棟数、焼損棟数他）に関する予測式を作成し予測式群データベースとした。単位は丁目である。

ここで作成されたデータベースの活用法およびその機能の主なものについて示す。

- ① 街区の震災危険等の被害予測を行う。
- ② 災害発生時において、最も効果的な部隊編成を実現する。
- ③ 消防水利計画における水利の適正配置に活用する。
- ④ 消防基本計画、地域防災計画における各種計画において活用する。
- ⑤ より効果的な防災投資計画
- ⑥ 災害復旧・復興における街区・都市計画等のための基礎資料として活用する。

(2) 地区防災計画支援システムの構築

本システムは神戸市をモデルに作成しているが、本市と類似した都市または地区に適用できるように考慮した。内容は今回の神戸市における上記の地区情報データと震災被害データを基礎データとして、①地区情報、②被害予測を丁目単位に表示しようとするものである。ここで用いる評価式は重回帰分析等で分析した結果を用いる。すなわち、震災被害データ38指標を被説明変数として各指標に対して複数個の予測式を作成する。ここで用いる説明変数の候補としては地区情報データベースの168指標より各種分析を用いて分類・整理した結果を用いた。表示方法は両サブシステムとも2から6段階表示である。

その支援システムのフローを図1に示す。

4. まとめと今後の課題

阪神・淡路大震災に伴う被害の状況については、現在もお調査継続中のものもあり、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被害指標についてほぼ正確な状況が把握されているものと考えられる。

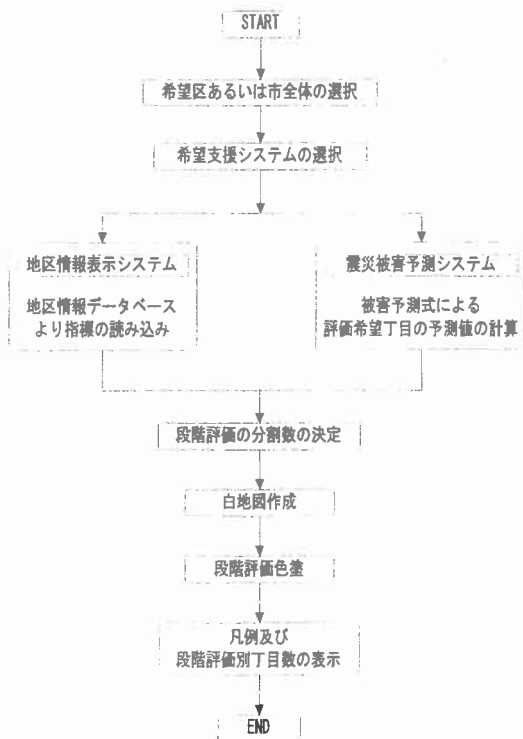


図2 地区被害予測システムのフロー

いま、本研究の結果についてここでまとめておく。

- ① 震度7の地区は他の周辺地区と比べ、地震による被害が甚大である。とくに、被害延床面積割合は長田区82%と殆どの家屋に被害が見られた。
- ② 地震に関連する被害は地区の特性によって特徴的な差異がみられかなり地区特性との関連性がみられる。
- ③ 地区の特性によって延焼拡大の状況が異なる。
- ④ 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。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 防災支援システムは事前に各種の地区特性の状況を視覚的に把握できるものである。
- ⑧ 本システムは他の地区の被害状況を予測するツールとして有用である。

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な検討は今後の研究課題となろう。

また、本防災支援システムの概略は構築できてはいるが、さらに、必要な地区情報、街区情報の追加、説明力のある予測式の作成、他都市に利用できるように汎用的なシステムへと発展させていく必要がある。また、これからの一般的なGISにも適用できるシステムの構築も必要となる。最後に、本研究の一部は（財）阪神・淡路産業復興推進機構の震災地区産業高度化システム開発実証事業の補助を頂いているものである。また、本研究に当たり多大な協力を戴いた本プロジェクトのメンバーでもある元神戸市消防局の杉山宗義氏、応用技術株式会社の服部佳明氏に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1)堀内三郎：建築防火、p.175～p.209朝倉書店
- 2)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
- 3)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
- 4)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
- 5)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
- 6)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状態に関する一考察、土木学会震災シンポジウム、1996年1月
- 7)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
- 8)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
- 9)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
- 10)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
- 11)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
- 12)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一考察、土木学会全国大会、1996年9月
- 13)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
- 14)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
- 15)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