

神戸市における消防計画支援システム開発

—地区情報・被害予測システム—

Study on the development of fire disaster prevention systems in Kobe City

-Area information and hazards display system-*

高井広行**, 矢野公一・松井武史***, 木下茂信****

By Hiroyuki TAKAI**, Kouichi YANO, Takeshi MATSUI***
and Shigenobu KINOSHITA****

1. はじめに

阪神大震災は消防計画においても多くの教訓を残した。とくに、いままでは火災の延焼動態等は街区構造によりその状況を把握するのに困難な点が多々あった。しかし、今回の延焼状況により多くの現象が明らかになってきた。そこで、その教訓を生かし、将来の消防計画を考える上で重要と思われる支援システムを構築したのでここで報告する。まず、神戸市で発生した大火災を中心に延焼動態を分析し、その結果を用いて延焼シュミレーションを、また、その延焼シュミレーションを利用して消防部隊の指揮訓練システムを構築した。さらに、地区の特性を把握するために、知りたい地区の情報および震災時の被害予測結果をパソコン上に見やすく表示するシステムも構築した。

2. 消防計画支援システムの概要

本消防計画支援システムは地区情報支援システム、延焼シュミレーション、部隊訓練システムの3つのシステム(図1)より構成されている。地区情報支援システムは丁目をひとつの単位として地区の情報を段階表示させるものと街区の被害予測結果を表示させるシステムのマクロ的なモデルである。他の2システムは希望する街区で家屋一棟ずつを単位として実行させるミクロモデルである。その中心は延焼シュミレーションであり、そのシステムを用いて延焼動態の性状の分析や街区の延焼被害の診断に用いられる。また、部隊訓練システムとして指揮者に適切な判断を訓練させるシステムと隊員の消火訓練学習システムとして利用が期待されている。

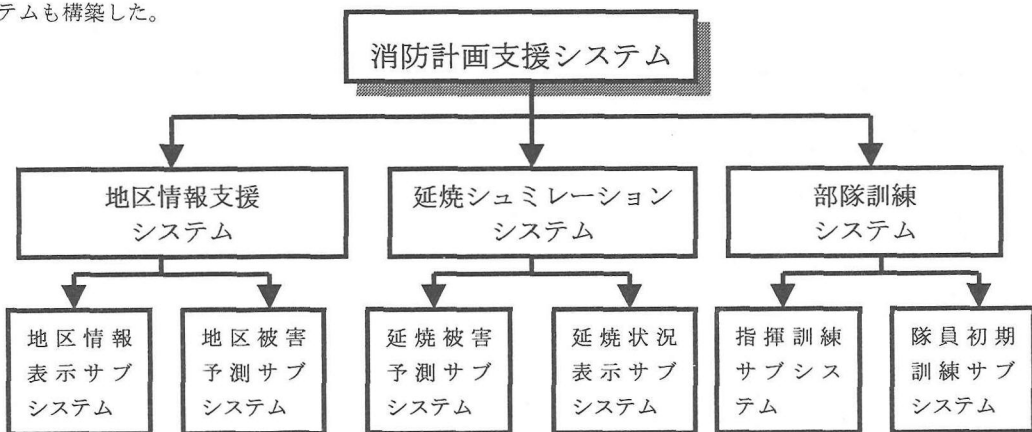


図1 システムの機能概要

*キーワード 防災計画、阪神大震災

**正会員 工博 近畿大学工学部教授(〒739-2115 東広島市高屋うめの辺1番
電話0824-34-7000, FAX 0824-34-7011)

***正会員 応用技術株式会社(〒530-0038 大阪市北区紅梅町6-18,
電話06-354-5430, FAX 06-354-5433)

****正会員 神戸市消防局予防防課(〒650-8570 神戸市中央区加納町6丁目
6番1号 電話078-325-8511, FAX 078-325-8529)

3. 地区情報支援システム

先に述べたように本システムには丁目単位に地区の情報を段階的に表示するシステムと街区の被害予測結果を表示する2つのシステムを提供している。

(1) システムの特徴

* 地区情報表示システム

- ・人口集中・災害弱者等の集中地区の把握
- ・建物用途・構造・施設の分布状況の把握
- ・産業（商業・工業）活動の把握
- ・消火困難地区・延焼危険地区の把握
- ・都市活動・開発動向等の把握
- ・火災・救急事案等の把握

* 被害予測システム

- ・全・半壊・死者数等の被害予測
- ・延焼被害の予測
- ・都市等級・災害危険予測
- ・消防基本計画・防災計画の基礎資料
- ・安全なまちづくり・街区計画の基礎資料
- ・将来の都市計画の基礎資料他

(2) 地区情報データベースと被害予測式データベース

ここでは、地区の特性を幅広く表示するために経済、社会、人口、建築物、都市基盤等の地区指標と、さらに神戸市が作成した町丁目別の木造、非木造別の被害状況（全壊、半壊、焼損等）の指標を合併し、新たな総合的なデータベースを神戸市全9区の町通丁目単位、全2645丁目（居住者がいない地域は除く）について作成した。地区情報データベースの内容は、国勢調査人口、行政地区面積、事業所統計データ、工業統計データ、商業統計データ、救急データ、火災データ、建築動向統計データ、土地家屋データ、被害データ地域特性データ、危険物施設データ等を基に町通丁目単位で集計した187指標からなるデータベースである。地区被害情報データベースは、木造と非木造建物別に被害棟数と延べ床面積について作成した。それらは、①「死者密度（死者数／地区面積）」②「被害（全壊＋半壊＋焼損）率（被害棟数／全家屋棟数）」③「被害（全壊＋半壊＋焼損）率（被害家屋延

べ床面積／全家屋延べ床面積）」④「全壊率（全壊棟数／全家屋棟数）」⑤「半壊率（半壊棟数／全家屋棟数）」⑥「焼損率（焼損家屋棟数／全家屋棟数）」等38被害指標、全データベースは計225指標で構成される。被害予測式データベースは地区特性指標値を説明変数、被害指標を被説明変数として予測式を作成した。用いた式群は、重回帰分析、数量化Ⅰ類分析、数量化Ⅱ類分析を用い作成した。予測式群は、全地区被害指標（38指標）について、全市と各区ごとに重回帰式、数量化Ⅰ類各5種類、数量化Ⅱ類2種類の12種類作成した。全予測式数は4560式となった。

(3) 地区情報支援システム（地区情報・延焼被害予測システム）の構築

本システムの主な機能は

- a. 地区情報表示機能
- b. 延焼被害予測結果

表示の2種類の機能を有しており、必要に応じて容易に選択できる。これらのシステムは主に8つのstepからなっている。

- 1) 対象とする地区（全市あるいは希望区）を選択
- 2) 地区情報表示か地区被害予測表示の選定
- 3) 表示（予測）希望指標の選定
- 4) 予測表示の場合は予測式の選択（重回帰式、数量化Ⅰ類式、数量化Ⅱ類式）
- 5) 分割方法（a自動分割 b手動分割）および分割数の選択
- 6) 結果の表示（画面の拡大、縮小、情報（丁目名の表示）の機能が利用可能）
- 7) 集計結果を各種グラフで表示
- 8) 画面のイメージをプリンタに出力する機能である。

地区情報表示システムの条件設定と全市の人口密度の表示結果について図2～図5に示す。また、被害予測結果システムの条件設定、分割の設定、予測式の選択、結果の表示のインターフェースを図6～図8に示す。

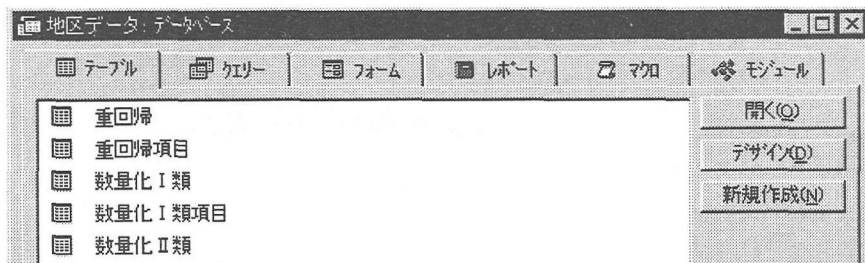


図2 地区データベースの内容

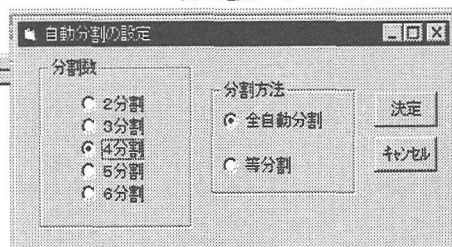


図3 自動分割の設定内容

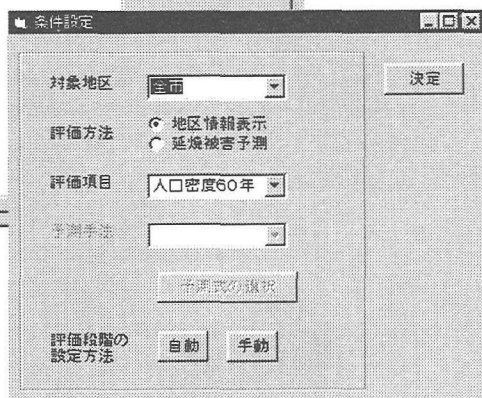


図4 地区情報システムの条件設定の内容

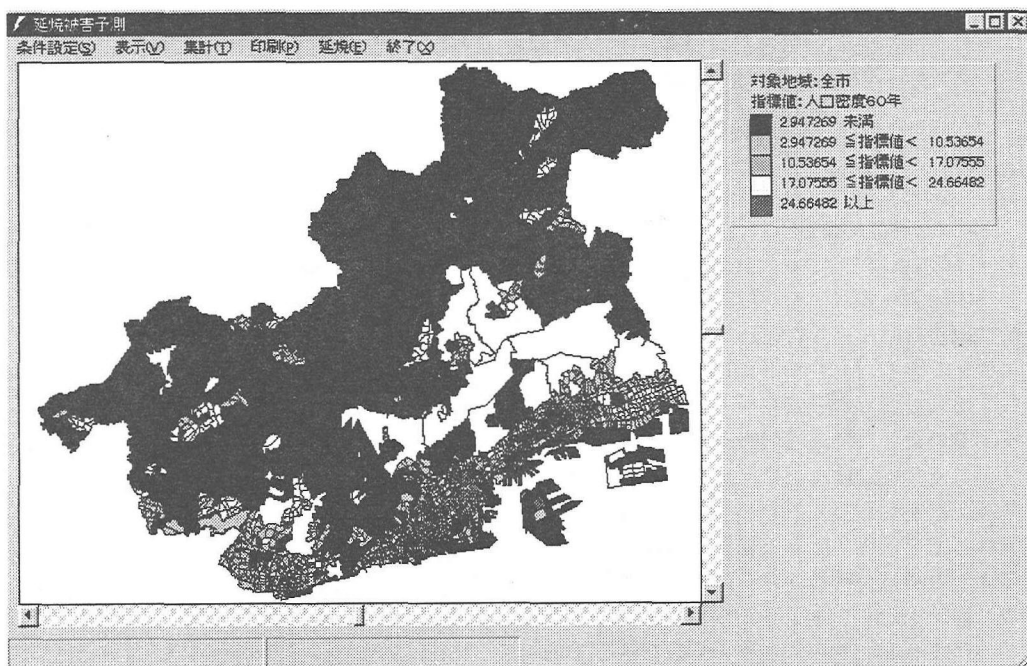


図5 地区情報結果の表示 (全市・人口密度66年)

予測式の選択

対象地区: 全市 評価項目: 全被災数(木道) 予測手法: 重回帰分析

決定

予測式1 R: 0.504
 $Y = 0.001 X_1 + 0 X_2 + 0.007 X_3 + 0 X_4 + 0.007 X_5$
 X1: 世帯数60年 X2: 工業従業者密度60年 X3: 商業従業者密度60年 X4: 住宅用地割合 X5: 農地

予測式2 R: 0.305
 $Y = 0.001 X_1 + 0.001 X_2 + 0.001 X_3 + 0.001 X_4 + 0.001 X_5$
 X1: 世帯数60年 X2: 65歳以上の人口割合 X3: 工業事業所密度60年 X4: 商業事業所密度60年 X5: 農地

予測式3 R: 0.305
 $Y = 0.001 X_1 + 0.001 X_2 + 0.001 X_3 + 0.001 X_4 + 0.001 X_5$
 X1: 人口密度60年 X2: 1世帯当り人口 X3: 工業事業所密度60年 X4: 商業事業所密度60年 X5: 農地

予測式4 R: 0.304
 $Y = 0.001 X_1 + 0.001 X_2 + 0.001 X_3 + 0.001 X_4 + 0.001 X_5$
 X1: 世帯数60年 X2: 65歳以上の人口割合 X3: 工業事業所密度60年 X4: 商業事業所密度60年 X5: 農地

予測式5 R: 0.304
 $Y = 0.001 X_1 + 0.001 X_2 + 0.001 X_3 + 0.001 X_4 + 0.001 X_5$
 X1: 従業者密度 X2: 火災件数 X3: 住宅用地割合 X4: 商業用地割合 X5: 農地

図6 予測式の内容

条件設定

対象地区: 全市 決定

評価方法: ☐ 地区情報表示 ☒ 延焼被害予測

評価項目: 全被災数(木道)

予測手法: 重回帰分析

予測式の選択

評価段階の設定方法: ☐ 自動 ☐ 手動

図7 被害予測システムの条件設定の内容



図8 被害予測結果の表示

対象地域: 長田区

指標値: 被害床面積合計

2312.653 未満	
2312.653 ≤ 指標値 < 5539.982	
5539.982 ≤ 指標値 < 8767.311	
8767.311 以上	

4. まとめと今後の課題

今回の震災は我々に多くの教訓を与えてくれた。災害に強いまちづくりを考える場合災害発生時の経過時間に応じた適切な方策を講じることのできるまちづくりが好ましい。特に発生直後の人命救助の点から最も重要な事案の一つである。そのような経過時間あるいは、その時点の状況に応じた適確な対応方法あるいは被害をできるだけ小さく抑えるための平常時の計画は安全な都市を計画する上で重要な課題となる。このような観点からも、さらに各種の地区特性指標、および新しい地区危険度指標を収集することが望まれる。さらに各種の分析を通じて地区の物理的環境と危険度指標との関係、説明力ある被害予測法の開発等へと発展させていく必要がある。

なお、本システムの開発は(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事業の一環として行ったものである。

最後に本開発に当たり多大な協力を頂いた神戸市消防局坊池道昭氏・上村雄二氏、応用技術株式会社服部佳明氏、伊藤秀昭氏、元神戸市消防局杉山宗義氏に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 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> (財) 神戸市防災安全公社/東京法令出版株式会社発行、1996年8月
- 2) 神戸市消防局編集: 神戸市における地震火災の研究、(財) 神戸市防災安全公社/東京法令出版株式会社発行、1996年11月
- 3) 高井広行、矢野公一、上村雄二: 神戸市における大規模火災に関する研究(防災計画支援システムの構築)、土木学会全国大会、1996年3月
- 4) 高井広行、矢野公一、松井武史、坊池道昭、上村雄二: 神戸市における防災計画支援システムと地震被害予測に関する一考察、土木学会・土木計画学シンポジウム、97、9
- 5) 松井武史、矢野公一、高井広行、坊池道昭、上村雄三: 神戸市における地震火災の研究、日本建築学会大会、96、1