

神戸市における消防計画支援システムの開発
 — 延焼シミュレーションシステム・部隊訓練システム —

Study on the development of fire disaster prevention systems in Kobe City
 -Fire spread simulation system, A fire brigade training system-

伊藤秀昭^{**}・服部佳明^{***}・高井広行^{****}・上村雄二^{*****}

by Hideaki ITO^{**}, Yoshiaki HATTORI^{***}

Hiroyuki TAKAI^{****} and Yuji UEMURA^{*****}

1. はじめに

震災以降、地震や大規模火災への対策や地域の防災計画を検討するにあたって有用な延焼シミュレーションシステムの開発が求められている。

そこで、我々は様々なパラメータや建物属性を考慮に入れた「延焼シミュレーションシステム」と、具体的な応用例である「部隊訓練システム」、各種地域特性指標のデータベースの内容及び統計解析によって被害を予測する「地区情報・被害予測システム」の構築を平成7年3月より行ってきた。本論では、「延焼シミュレーションシステム」、「部隊訓練システム」について触れる。

このシミュレーションシステムに用いた延焼モデルの最大の特徴は、従来の延焼速度に基づくマクロなモデルとは異なり、建物一棟毎に延焼を拡大させるモデルであり、延焼過程を出火、燃焼、伝搬、着火過程に分けて捉えている点である。また、これによって対象地域の実際の建物配置、施設の特性等の詳細な情報をモデルに反映させることが可能となっている点である。(表1)

本論では、延焼シミュレーションの流れとデータの構成・内容について触れ、シミュレーション結果と実際の延焼過程の比較、神戸市消防局を中心とし

*キーワード：防災計画、阪神大震災

**正会員 応用技術株式会社解析事業部
 (〒530-0038 大阪市北区紅梅町 6-18)
 TEL:06-354-5430 FAX:06-354-5433

***非会員 応用技術株式会社解析事業部
 (〒530-0038 大阪市北区紅梅町 6-18)
 TEL:06-354-5430 FAX:06-354-5433

****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)
 TEL:0824-34-7000 FAX:0824-34-7001

*****正会員 神戸市消防局予防部予防課
 (〒650-8570 神戸市中央区加納町 6-5-1)
 TEL:078-325-8511 FAX:078-325-8529

表1 本モデルと延焼速度式を用いたモデルの比較

	本モデル	延焼速度式を用いたモデル
長所	<ul style="list-style-type: none"> 個々の建物の特性を反映できる 消防力の影響の反映が容易 同時多発火災の検討が容易 	<ul style="list-style-type: none"> データが比較的単純で扱いやすい
短所	<ul style="list-style-type: none"> データ項目が多岐にわたっているため、収集・取り扱いが困難 	<ul style="list-style-type: none"> 建物特性、消防力は街区単位でしか考慮できない 同時多発火災で互いに干渉する領域のモデル化が困難

た参加者に実際に使用してもらった上でのアンケート調査結果の2つの観点からの妥当性、部隊訓練システムについては訓練内容の妥当性について考察を行い、今後の展望・課題を探ることを目的とする。

2. シミュレーションの流れとデータの構成

まず、シミュレーション全体の流れは図1に示すとおりである。事前に必要なデータは表2の基礎データである。また、計算データのうち、計算パラメータ、出火条件データ、消防条件データについてはシミュレーション計算時に設定する。計算パラメータでは、構造別火災荷重・構造別着火係数の他、震災による建物倒壊の考慮の有無等を設定可能である。出火条件の設定は、同時多発火災を設定することも可能である。消防条件の設定は、筒先単位で到着時間を設定する。また、隣接関係データは、建物1棟1棟で延焼計算を行うため必要で、地図データ作成時に隣接判定計算を行い作成する。

表2 シミュレーションに必要なデータ

分類	データ名	内容	備考
基礎データ	地図データ	建物の位置関係	
	建物属性データ	構造・1F床面積・総床面積・建物階数・用途	建物1棟ごとに入力
	気象データ	風向・風速	1時間値
計算データ	隣接関係データ	隣接家屋・距離・見通し角+建物属性	地図データと建物属性データより作成
	計算パラメータ	構造別火災荷重・構造別着火係数等	
	出火条件データ	出火点の位置、出火時刻	2点以上の設定も可能
	消防条件	筒先投入時間、本数	筒先単位で設定

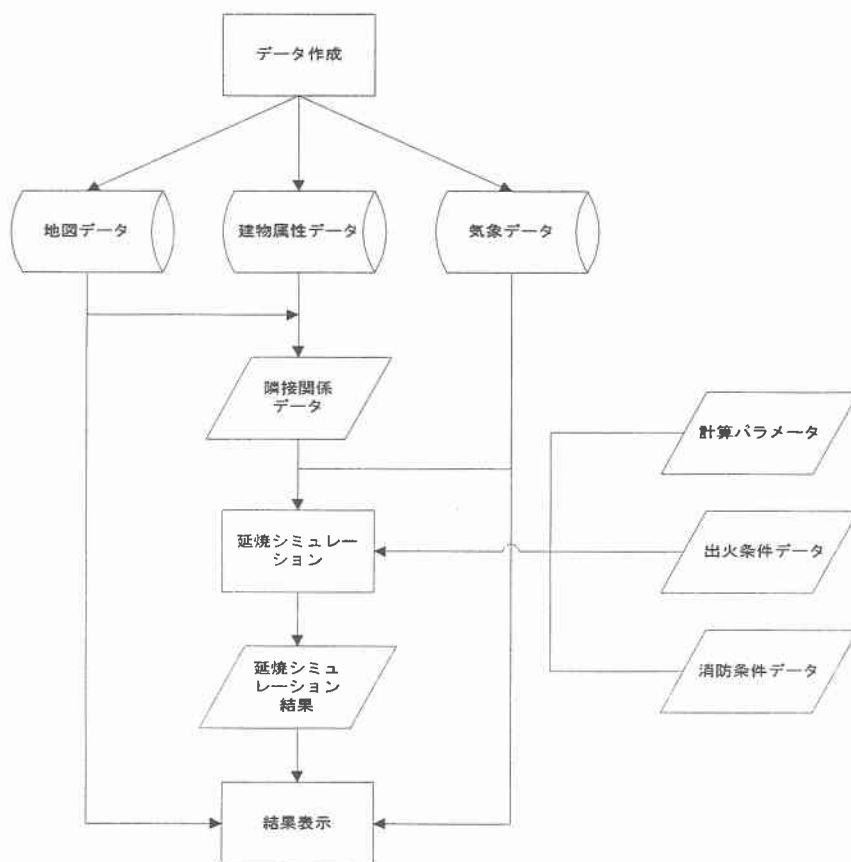


図1 延焼シミュレーションの流れ

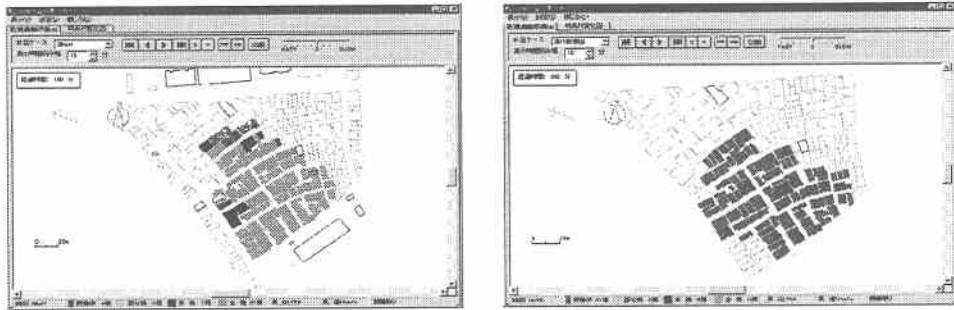


図2 延焼シミュレーションと延焼動態の比較（出火後180分）

3. 延焼シミュレーションの妥当性

(1) 震災時の延焼動態との比較

比較対象とする地区に湊川2丁目地区を選択した。この地域は、震災発生直後の5時50分頃に火災が発生し、延べ11,500㎡（161棟）を焼損、約8時間にわたり延焼した地域である。この地区を選択した理由は、延焼動態が比較的是っきりしていることが挙げられる。

延焼シミュレーションシステムの条件設定を震災当日の状況と出来るだけ同じ状況に設定し、シミュレーションを行った。震災時の大規模火災は、複雑な状況で発生しているため、一概に比較して評価することはできないが、ある程度、傾向を把握することは可能である。

出火後60分の時点で、シミュレーションは全焼6棟を含む30棟が延焼している。それに対して実際の延焼動態では21棟が延焼している。延焼の広がり、どちらもほぼ同じ形をしており、延焼の進行速度もほとんど変わらない。

出火後120分の時点では、シミュレーションでは81棟が延焼しているのに対し、実際の延焼動態は30棟の延焼となっている。ただ、この時点においても延焼の進行方向はどちらも同じである。

出火後180分になると（図2）、シミュレーションでは103棟の延焼に対し、実際の延焼動態では44棟となっている。延焼の進行は、シミュレーションのほうが少し速いといった印象である。

次に、焼け止まり時をみると、シミュレーションでは104棟（全焼94棟、半焼9棟、部分焼1棟）に

対し、実際の延焼動態では122棟となっている。

以上の経過を考察すると、今回のケースでは多少、延焼の進行が速いものの延焼の進行方向や焼け止まりは実際の延焼動態とほぼ同じであると言える。

(2) アンケート調査

ここでは、延焼過程の妥当性について質問を行った。質問内容は図1に示すとおりで、“妥当”、“妥当でない”の2択とした。アンケート参加者には実際の経験に基づいて意見を求めた。これをみると、火災鎮圧時の「焼け止まりライン」では8割以上が“妥当”と答えている。「建物倒壊の影響」は、シミュレーションの設定で建物の倒壊を考慮する場合と考慮しない場合を対比し、妥当性を問うものであるが、この項目でも、8割以上が“妥当”と答えている。また、「気象条件の影響」では全員が“妥当”と答えており、風向・風速の影響が良く表現できているものと思われる。「延焼の広がり方」についても全員が“妥当”と答えている。「消防隊の消火能力」はシミュレーション上で消防隊が消火活動を行った際の火勢の変化についての妥当性を問うものである。ここでも全員が“妥当”と答えており、消火能力について妥当性が認められている。次に、「焼け落ち時間」、「延焼速度」について、5段階（速い、やや速い、妥当、やや遅い、遅い）で質問したところ（図2）、「焼け落ち時間」では8割以上が“妥当”と答えており、一部で“やや早い”との意見が見られた。「延焼速度」についても8割以上が“妥当”と答えている。

以上のアンケートから、シミュレーション結果全般で肯定的な意見が伺える。

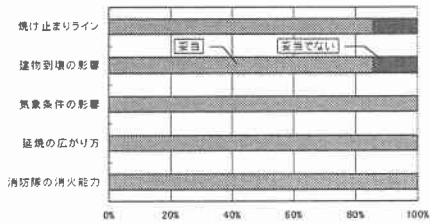


図3 延焼過程のの妥当性(1)

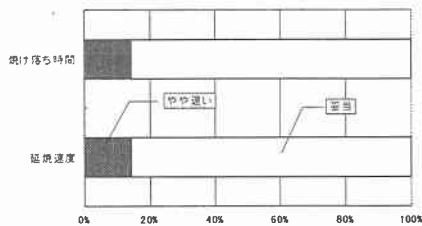


図4 延焼過程の妥当性(2)

4. 部隊訓練システムの妥当性

「部隊訓練システム」は、任意の条件で設定された訓練シナリオのもとで訓練受講者が適切な指揮判断、部隊展開をとりうるかどうかをシミュレーションするシステムであり、訓練実行時の家屋の延焼状態は「延焼シミュレーションシステム」によってシミュレートされる。

「部隊訓練システム」における訓練内容の妥当性についての質問内容は図5に示すとおりで、「良い」「多少改良すべき」「ぜひ改良すべき」の3択とした。「多少改良すべき」との意見が最も多いのは「救助活動」で、主な理由は救助対象の人数が画面情報に示されていないという点であった。また、「2個1戦法」では道路狭隘等の情報、「サポート活動」ではサポート活動を行うための水量に関する情報等、実際の現場で必要な情報が不足しているといった意見が見られた。また、システム全般に対する意見・要望を問う設問では、「突発的な事故（消火栓が使えない・爆発事故・飛び火）」といったことも訓練に反映させるべきではないか」といった意見が見られた。

以上のアンケート結果より、実際の火災現場では非常に多くの情報が必要であり、いかに画面上に現

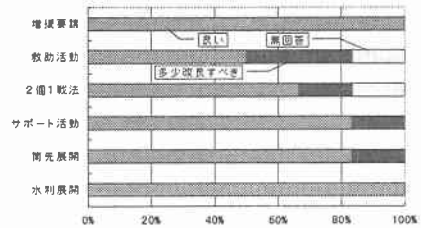


図5 部隊訓練システムの評価

在の火災状況を表現できるかといった点が重要と考えられる。

5. 今後の課題・展望

以上、シミュレーション結果と実際の延焼過程の比較、アンケート調査結果の2点でほぼ妥当という結果を得た。多少延焼速度が速いといった結果が得られたが、シミュレーションの延焼速度が速いのか、それとも実際の延焼動態に要因があるのかを追求していかねばならない。「部隊訓練システム」では、実際の火災現場の情報をさらに追加する必要性が感じられた。

今後の展望としては、現在「延焼シミュレーションシステム」を用いて、地区別の火災危険度を表現するといった利用方法を考案中であり、さらなる研究を続けていきたいと考えている。

なお、本システムの開発はMicrosoft「Visual Basic」を用いてシステム構築を行い、GISライブラリとして(株)ドーンの「GeoBase」を用いた。

最後に本システムの開発に当たり多大な協力を頂いた神戸市消防局 木下茂信氏、応用技術株式会社 矢野公一氏、松井武史氏、元神戸市消防局 杉山宗義氏、今回のアンケート調査に多大なご協力を頂いた神戸市消防局の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 坊池、上村、矢野、松井、高井：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、平成8年1月
- 2) 矢野、松井、高井：震災による大規模火災の延焼シミュレーション、神戸市消防局、平成8年3月
題目：神戸市における大規模火災に関する研究－延焼シミュレーションシステムの構築－
- 3) 日本火災学会：火災便覧、共立出版、1997.5