

地震火災危険分析システムの適用に関する研究*

A Study on The Application of The Fire Risk Analysis System under Great Earthquakes*

二神 透**, 和田 修司***

by Tohru FUTAGAMI, Shuji WADA

1. はじめに

地震大国であり、また、依然として木造住宅が密集する我が国において、地震火災の危険性は、大きな脅威である。従来より、地震規模が大きい場合、同時多発火災の発生による被害の拡大が指摘されている。実際、1995年の阪神・淡路大震災では、100件以上の同時炎上火災が発生し、7000軒もの建物が焼失している。これらの事実は、日本の都市が地震火災の危険性を依然として内在することを強烈に示している。

地震時の同時多発型の延焼火災に対する防災計画の1つに、耐火建物や緑地、オープン・スペースなどを有機的に構成し、延焼の拡大を阻害するブロック化計画が提案されている¹⁾。この基本的な考え方は、日本の都市計画において戦前までさかのぼるが、多くの都市において実施計画レベルに至っていないのが現状である。その理由の1つに、行政や住民が地域防災計画を考える上で、どこがどのように危険なのかというイメージを具体的に認識できないことが上げられよう。

従って、本研究では、この問題を取り上げ、地震火災の危険性を視覚的に提示できる火災延焼シミュレーション・システムを構成することを考える。つぎに、構成したシステムを用いて市街地の火災危険性の分析を行う。そして、火災の延焼に対して脆弱な地域を提示し、延焼阻害要因²⁾である緑地やオープン・スペースを用いたブロック化計画の支援システムの構成と、その評価法について検討を試みる。

* キーワーズ：防災計画、計画情報

** 正会員、学博、愛媛大学工学部環境建設工学科
(愛媛県松山市文京町3番、

TEL089-927-9837、FAX089-927-9837)

*** 学生員、愛媛大学理工学研究科土木海洋工学専攻
(同上)

最後に適用事例を通じて、構成したシステムの操作性、有効性の検討を行う。

2. 地震火災危険分析システムの構成

本研究では、図1に示す地震火災危険分析システムを構成した。このシステムの入力系としては、メッシュ・マップ作成システム、出火地点の設定システム、風向き・風速の設定システムがこれにあたり、出力系としては、地震火災危険提示システムがあたる¹⁾。

まず、メッシュ・マップ作成システムについて説明する。基本的には、対象とする地域の航空写真から、都市構造データとなるメッシュ・マップ・データを作成する。その際、メッシュ・マップの属性は、都市構造物の占有率に応じて、可燃メッシュ、耐火メッシュ、緑地メッシュ、オープンスペース・メッ

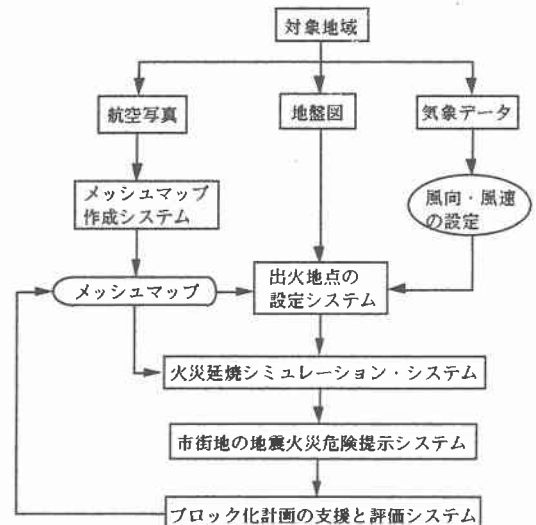


図1 地震火災危険分析システム

シュの4種類に分類される。可燃メッシュは、建ぺい率、建物種別の混成比等のデータを持ち、緑地メッシュについては、樹木高さや密度のデータを入力している。

つぎに、出火地点の設定システムについて説明する。基本となる地震時出火炎上モデルは、地震動の強さと、地盤の種別、木造建物戸数をパラメータとしている。地震動の強さについては、地震の規模を想定すればよい。地盤種別については、対象地域の地盤地図を基に、堅い地盤、中間の地盤、軟弱地盤の3種類に分類する。そして、これらのデータをメッシュ・マップと同様に、メッシュ・データとして採取する。メッシュ内の木造建物戸数は、メッシュ・マップのデータから算定できる。これらのパラメータを用いて、地震規模と地盤、建物の密集度を考慮した出火地点メッシュの算定が可能となる。

この地震火災危険分析システムの特徴は、地震の規模を考慮した延焼危険性を視覚的に提示可能である点と、同時に複数のウィンドウを用いて、航空写真の提示や、詳細メッシュ・マップも情報を読みとれる点である。これらの情報は、延焼を阻止するためのブロック化計画にとって有用であり、また、基本計画の定量的な評価と迅速なフィードバックが可能となる。このブロック化の構成要因として、延焼阻害要因であるオープン・スペースや緑地を用いたブロック化計画を考える。最後に、金沢市を適用事例として、構成したシステムの有効性の検討を行う。

3. 金沢市への適用事例

北陸の中核都市である金沢市は、歴史的町並みを残し、水と緑に富む美しい市街地を構成している。このような都市では、緑地やオープン・スペースを用いた防災計画は、景観面からも魅力的である。

近年の市街地の推移を把握するために、図2に金沢市都市圏のDIDの推移を示す³⁾。この図より、金沢市の市街地は、この20年間で2倍以上に広がっていること、また、近年、既成市街地が西部と南部の地域に広がっていることが分かる。また、それらの地域は、後述する地盤の軟弱な沖積層に立地しており、地震の規模によっては、建物の倒壊危険性が



図2 金沢市におけるDIDの推移

高く、倒壊建物からの出火による地震火災危険性も高くなることが予測される。

(1) シミュレーションによる地震火災危険分析

まず、対象地域となる金沢市のメッシュ・マップを作成する。そこで、金沢市中心部の航空写真上に4km四方の対象地域を選定した。そして、単位メッシュ長を50mとした80×80のメッシュを掛け、ドットカウンター法により、メッシュ内の構造物の占有率を判定し、図1のサブシステムであるメッ

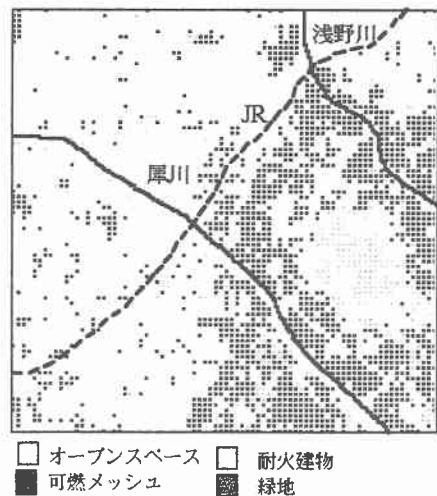


図3 メッシュ・マップ

シュ・マップ作成システムを用いて作成する。その作成されたメッシュ・マップを図3に示す。図3のメッシュ・マップを見ると、犀川・浅野川周辺に市街地が広がっていること、それらの西側は、比較的オープンスペースが広がっていることが分かる。しかし、図2の金沢市のDIDの推移を見ると、これらの地域に人口の増加傾向が見られ、将来的には建物がより密集する可能性の高い地域であることも予測される。つぎに、地盤メッシュ・マップを作成するために、石川県の作成した地盤地図を使用して、地盤の強さを、堅い岩盤、中間の地盤、軟弱である沖積層の3種類に分類した。これらのデータを基に、図4に示す地盤メッシュ・マップを作成した。この地盤メッシュ・マップと図3のメッシュ・マップを比較すると、市街地中心部は硬い地盤の上に立地していることが分かり、また上述した市街地西部の地盤は、軟弱であることが分かる。

つぎに、この地域の気象データは、最近の金沢地方気象台の統計データを使用し、風向を卓越する南西に設定した。風速については、強風時を想定して10m/sと設定した。そして、本適用事例では、地震規模を、昭和25年に発生した福井地震のマグニチュード7.3を想定した。

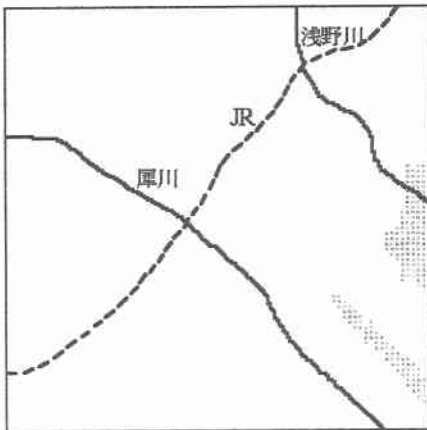
出火点は、確率的に与えられるため、一応、3時間後の焼失面積を特性値として、100回の繰り返し実験を実施した。この一連のシミュレーション結果

を分析した結果、最大焼失面積は135.5haとなり、この場合の出火点数は7ヶ所であった。それらの出火点箇所と地盤メッシュ・マップを対応させると、沖積層が2ヶ所、中間の地盤が4ヶ所、硬い地盤が1ヶ所となっている。それらの発生箇所は、住宅が密集している犀川付近で4ヶ所、台地で2箇所、浅野川近辺で1箇所発生している。図5に最大焼失面積の結果となった、180分後のアウトプット・マップを示す。

この図より、上述した浅野川周辺の木造密集市街地の延焼危険性が高いことが分かる。さらに、実験結果の平均焼失面積に着目すると、その値は36.9haを示し、平均出火点数は2.5ヶ所となった。昭和51年の酒田大火の焼失面積が、22.5haであることを考えると、かなりの規模の火災であることが推測されよう。

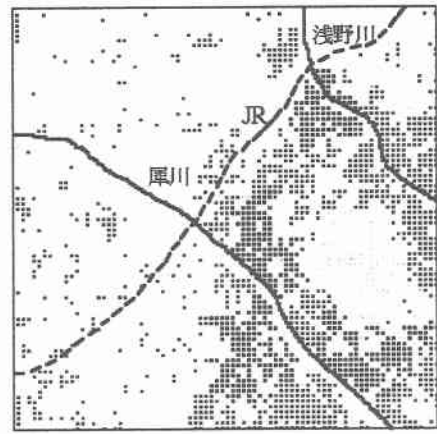
(2) 金沢市のブロック化計画とその評価

上述した金沢市の地震火災分析に基づいて、戦略的な市街地のブロック化計画を行う。そのために、シミュレーション結果を参照して、延焼拡大危険性の大きな箇所や火災が合流する箇所を分析するとともに、詳細画面を用いて、それらの箇所の航空写真や、拡大メッシュ・マップを表示し、ブロック化の箇所をピックアップする。それらの箇所について、基本的には、隣接する都市構造物や地形に合わせ



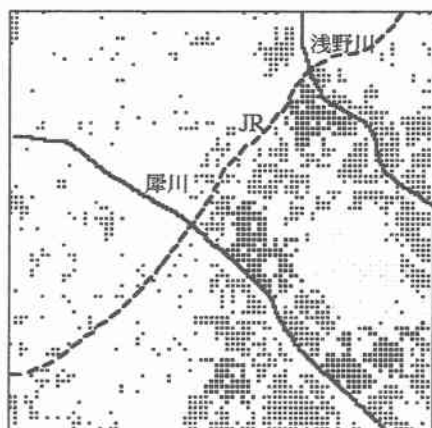
□ ソフト □ 中間 ■ ハード

図4 地盤メッシュ・マップ



■ 延焼

図5 シミュレーション結果(180分)



■ 延焼

図6 ブロック計画の効果(180分)

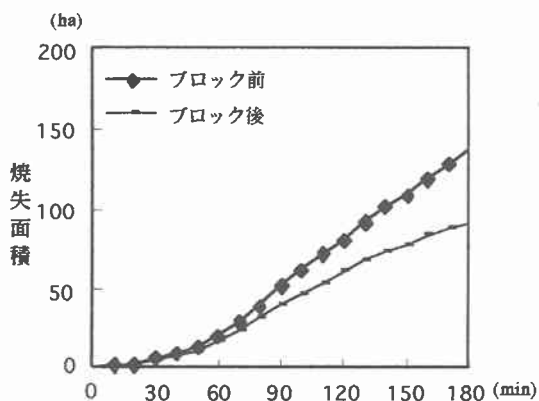


図7 焼失面積の比較

て、耐火建物や緑地、オープン・スペースを配置させてブロック化を行う。この場合、被害の大きい犀川付近に重点をおき、なるべく少ないメッシュ属性の変更で数多くのブロック化ができるように配慮した結果、全体で40メッシュ(10ha)の変更を行い、市街地を16のブロックに分割した。

そして、本計画の効果を定量的に把握・検討するために、最大の焼失面積を与えたケースの出火点を想定して、シミュレーションを実施した。そのブロック計画の効果を図6に示す。ブロック後のシミュレーション結果を見ると、耐火建物、緑地・オープン・スペース等によって、ブロック化された部分で焼け止まっており、延焼阻害要因としての緑

地とオープン・スペースの防火効果が確認できた。

このブロック化の効果を、さらに詳しく分析するために、ブロック前後の焼失面積と経過時間の関係を図7に示す。この図より、本ブロック化案では、焼失面積が時間の経過とともに大幅に減少しており、3時間後では、135.5haから89.8haと約33.7%も減少していることが分かる。本ブロック化案の効果を把握するために、特性値を同じく180分とするシミュレーション実験を100回行い比較した。その結果、平均焼失面積は、36.9haから16.6haと約55%も減少することが分かった。

4. おわりに

本研究では、地震火災の危険性をできるだけ具体的に提示するために、地震規模、地盤特性、木造建物の密集度を考慮した出火炎上モデルを基に、既存のシミュレーション・システムの拡張化を行った。そして、緑地、オープン・スペースといった延焼阻害効果モデルをシミュレーション・システムに拡張化し、都市のブロック化計画支援システムを構成した。そして、このシステムを金沢市に適用した結果、地震火災の危険性を視覚的に提示できることや、ブロック化計画の策定と計画の評価の一連のプロセスのフィードバックが容易に実行可能であることを提示することができ、システムの有効性を示すことができた。今後の課題としては、地図情報とメッシュ・マップの重ね合わせによる出力系の改良を行い、また、メッシュ・マップ等の入力系についても、GISを活用したデータの自動採取法の検討を行いたいと考えている。

〈参考文献〉

- 1) 木俣 昇, 二神 透: 広域火災延焼シミュレーション・システムによる地震火災危険の分析, 土木学会電算機利用に関するシンポジウム [査読] 論文集 13, pp.131-138, 1988
- 2) 二神 透, 木俣 昇: シミュレーションによる地震時市街地火災の延焼阻害要因の分析, 第1回都市直下型地震災害シンポジウム論文集, pp.261-264, 1996
- 3) 金沢市統計書: 金沢市都市政策部情報統計課編, 1996