

地理情報システム (GIS) を用いた延焼性状の解析

学生氏名 渡邊 修吾

指導教員 皆川 勝

1.はじめに

東京の市街地を防災の観点から見みると、広域にわたる木造密集市街地の存在、道路・公園等の公共空間の不足により、災害に対して脆弱な構造をしていることは明らかである。東京都では災害に強い都市作りの推進が緊急の課題となっている。そこでこれからは、都市の災害に対する危険度を明らかにし、今後の災害、防災対策に役立てる事が重要となってくる。兵庫県南部地震では地震により発生した火災の被害も多く、東京でこのような災害が発生したときには、それ以上の被害が生じることは容易に考えられる。本論では、地震により生じる火災に焦点を絞り、対象地区として本学付近を選んで、延焼の拡大について地理情報システム(GIS)を用いて解析する。建蔽率、建物構造(裸木造率、防火造率、耐火造率)等の既知のデータはあらかじめ入力しておき、風速、建物倒壊率、湿度等は、地震が生じたときのデータを扱えるようにし、出火後の延焼性状を予測することで、消火活動等に役立てることを目的としたものである。

2.延焼速度について

下記の東京消防庁による延焼速度式、「東消式 97」を用いて延焼速度を求めた。この式は地域の建蔽率、建物構造、風速、地震加速度等を考慮して、時間ごとの延焼速度 (m/hour) を求める式である。

$$V(t) = \frac{V_f}{1 + (1.3 - e^{-0.3}) \times \{(V_f / V_0) - 1\} \times e^{(-0.5 \times V_f / V_0) \times (V_f - V_0) \times t}}$$

t 時間後の延焼速度 V_0 : 初期延焼速度 V_f : 最終延焼速度

上記の式を用いて、得られる延焼速度を、GIS に結合する。

3.延焼範囲の取り扱い

延焼速度式より求められた 1 時間ごとの延焼速度を用いて、出火点を中心とした延焼範囲を求める。例えば、3 時間後の延焼範囲について、1~3 時間後の延焼速度を合計したものを 3 時間後の延焼距離とし、この値を半径とした円が 3 時間後の延焼範囲となる。

4.GIS による表示

延焼が地域のどの程度広がっているかを、時間を追って表示する。地区面積に対する延焼範囲の割合を延焼率とし、出火点を中心に、東消式 97 を元にして計算した時間ごとの延焼距離を半径としたバッファリング円を描き、延焼範囲がどの程度各地域を被っているかを表示する。色が濃くなるほど延焼率が大きいことを示している。

5.解析条件

解析にあたり、東京消防庁が行った解析をもとに以下のような条件を設定した。地震加速度については、建物の被害も考慮したため以下の値とした。

- ・ 風速 4.0m/s ・ 湿度 25% ・ 地震加速度 400gal
- ・ 建物隣棟間距離 3.0m ・ 建物の一辺の長さ 7.1m
- ・ 建蔽率、建物構造：各地区ごとに入力

6.解析結果

ランダムに出火ポイントを 4 つ設定し、地図上にプロットした。出火から 1 時間後、2 時間後、3 時間後のバッファリ

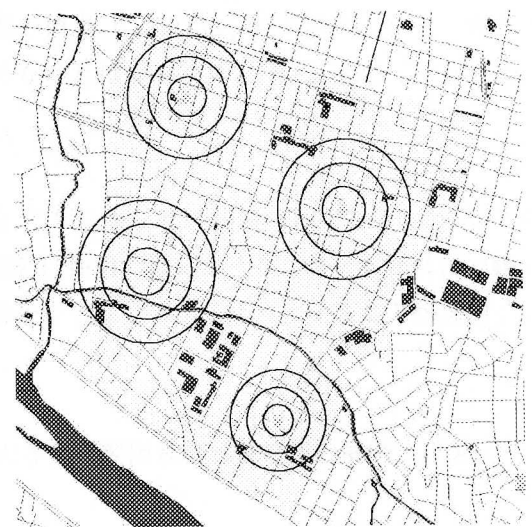


図-1 バッファリングによる延焼範囲の表示

ング円を用いた延焼範囲が図-1である。この円の中に各地区がどのくらいの割合含まれているかを表したのが図-2、図-3である。図-2は計算を容易にするため、町丁目を元にした延焼率を、図-3は、詳細な地区の結果が分かるよう、住所を元にした延焼率を示している。町丁目を元にした解析では、1時間ごとの延焼率の変化が大きく、1時間で地区全体が延焼領域に含まれるといった精度の良くない結果となった。住所を元にした解析では、出火点から遠いほど延焼率が低くなるなど、比較的合理的な結果が得られた。

7. 考察

建蔽率等のデータは、町丁目をいくつか分割したものとなっており、GISで用いる地図データの町丁目にそのまま対応したものではない。そのため、データ入力、町丁目をいくつか分割して行うが、この分割の仕方、地区面積にかなりの開きができてしまう。町丁目を元にした解析で、1時間で地区全体が延焼領域に含まれてしまうといった結果が生じたのは、この地区の面積が小さかったことが原因と思われる。住所を元にした解析では、1棟単位とまではいかないものの、かなり細かいところまで表示が可能である。各住所に個別の建物のデータ、公園等の延焼低減要素を入力できれば、精度の高い解析が行えると考えられる。また、バッファリング円について、その半径の値は、延焼速度をもとに算出しているが、延焼が隣接する地区に及んだ場合は、その地域の延焼速度を使用しなければならないはずである。しかし、今回の解析では、隣接地区に延焼が移っても、出火点の延焼速度を使用した延焼範囲しか表示できなかった。道路等の延焼を低減する要素についても考慮されておらず、環状8号線をはさんでなお、延焼が広がっている点についても、今後考慮しなければならない。地震加速度に関しても複数の条件下での結果を比較することができなかったため、解析、比較を行うこととする。

実際の延焼性状は風速によるところが大きく、風向についても考慮しなければならない。風下は上記の東消式97に風速を代入した延焼速度の値、風上は東消式97に風速0m/sを代入した値、風側は初期延焼速度の値から、それぞれの方向の延焼領域を求めなければならない。しかし、本論では方向についての考慮をすることができなかった。

8. おわりに

今回行った解析では、図-2のような比較的計算量が少ないものでも、作業にかなりの時間が必要となった。図-3の結果を出すまでには、相当な時間を要した。したがって、出火後の消防活動に使用できるようなシステムとは言い難い。この点について、計算を自動的に行えるような機能をGISに追加し、解析を迅速に行えるようにすることが課題といえる。

【参考文献】

- 1) 火災予防審議会答申火災予防審議会: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 平成9年,1997.4.1
- 2) 東京消防庁:地震時における市街地大火の延焼性状の解明と対策,1985.3.31

謝辞

本研究を進めるにあたり、皆川勝助教授、佐藤安雄技師には多大なご指導をいただきました。ありがとうございます。

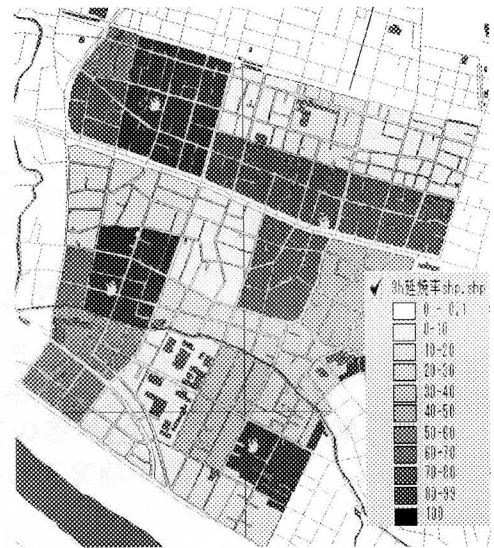


図-2 町丁目を元にした延焼率の結果

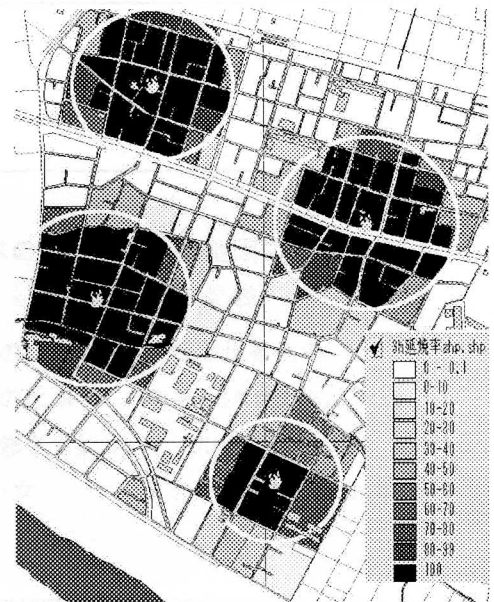


図-3 住所を元にした延焼率の結果