

空間延焼特性を考慮した震後延焼シミュレーション

武蔵工業大学 大学院 学生会員 ○ 佐藤 陽平
 武蔵工業大学 工学部 正会員 小池 武
 武蔵工業大学 工学部 学生会員 小川 浩由

1. はじめに

都市内の木造家屋密集地区では、地震火災による甚大な被害を受ける危険性が高い。特に、1995年に起こった兵庫県南部地震では都市内に大きな被害をもたらした。日本火災学会の1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書¹⁾によると、耐火性建物や空き地が火災焼け止まりに関与していることが判明している。本研究では、都市内の木造家屋密集地域や耐火性建物、空き地などの空間延焼特性を考慮した地震火災の延焼動態を予測するシミュレーション手法を開発する。

2. 対象地域

図1,2はそれぞれ兵庫県南部地震による久保町と若松町の延焼、焼けど止まり動態図と時間的延焼拡大パターンを示したものである¹⁾。表1,2は上記対象地区の各時間帯の平均風速と延焼速度観測値を示している。表2の平均風速は表1のものとは比べ2倍以上速いため、延焼速度もそれに伴って速くなっている。また、既往の調査研究によると、兵庫県南部地震で被害の大きかった2地区は、狭小な敷地内における木造住宅割合が高い地区である。

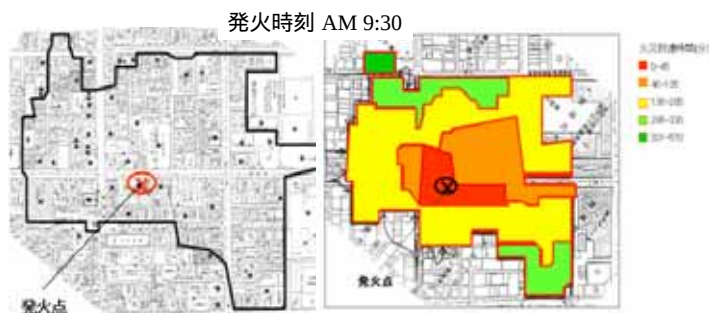
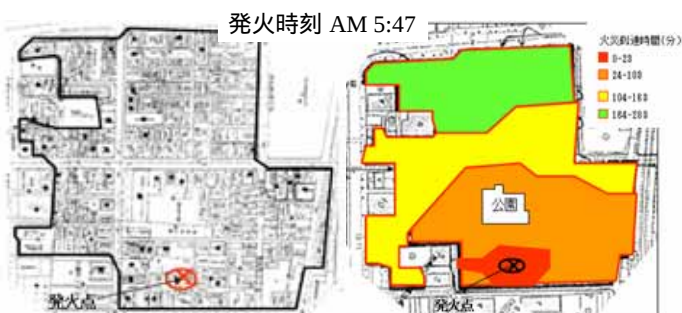
図1. 久保町の延焼範囲と時間的拡大パターン¹⁾図2. 若松町の延焼範囲と時間的拡大パターン¹⁾

表1. 神戸市長田区久保町6丁目周辺の火災延焼条件

時間帯	平均風速(m/sec)	延焼速度観測値(m/h)
11:15 ~ 13:15	1.0	23.0
13:15 ~ 15:00	1.9	26.0

表2. 神戸市長田区若松町3丁目周辺の火災延焼条件¹⁾

時間帯	平均風速(m/sec)	延焼速度観測値(m/h)
5:47 ~ 7:30	3.8	64.0
7:30 ~ 8:30	3.2	70.0
8:30 ~ 10:30	2.5	30.0

3. 解析方法

第2節の延焼動態図では、地区内の火災延焼速度は必ずしも一様ではなく、木造家屋の密集率や耐火性建築の割合によって変化する。そこで、局所的な火災延焼速度を考慮する為に、東京消防庁の計算式²⁾を以下のように修正する。

$$V(t, x) = \frac{C \cdot V_f(x)}{1 + (1.3 - 0.3e^{-0.3t}) \left(\frac{V_f(x)}{V_0(x)} - 1 \right) \exp \left[-\frac{0.5V_f(x)}{V_f(x) - V_0(x)} t \right]} \quad (1)$$

$$V_f = \frac{V_u + V_1 \exp(-50(k - 0.14))}{1 + \exp(-50(k - 0.14))} \quad (2)$$

$$V_0 = \delta(U) \cdot g(h) \cdot (1 - c') \quad (3)$$

V_u : 耐火造率、風速、初期延焼速度の関数

V_1 : 建蔽率、耐火造率、風速、初期延焼速度の関数

V_f : 最終延焼速度(m/h) k : 風速、建蔽率の関数

δ : 風速の関数 $g(h)$: 湿度の関数

c' : 耐火造率 U : 風速(m/h)

t : 経過時間(h) C : 補正係数

ここで、補正係数 C はシミュレーション結果を実際の延焼被害に補正するための係数とする。具体的な解析は、耐火性建物や空き地等を考慮して対象地区をメッシュで区切り、それぞれのメッシュに延焼パラメータを与え、メッシュ単位で(1),(2),(3)式を用いて火災延焼速度を求める。表3は、対象地区の延焼パラメータの代表値である。

表3. 市街地属性推計値¹⁾

	木造率(%)	防火木造率(%)	耐火造率(%)	建蔽率(%)	建物一辺長(m)
久保町	15.4	34.3	50.3	59.5	7.43
若松町	15.3	34.1	50.6	41.1	6.67

4. 火災延焼シミュレーションの結果

図3,5にシミュレーション結果を示す。また図4,6は、時間ごとの延焼面積率を表したものである。ここで延焼面積率は、延焼面積率=(延焼面積)/(全面積)と定義する。

キーワード: 震後火災 シミュレーション 東消式

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-3703-3111

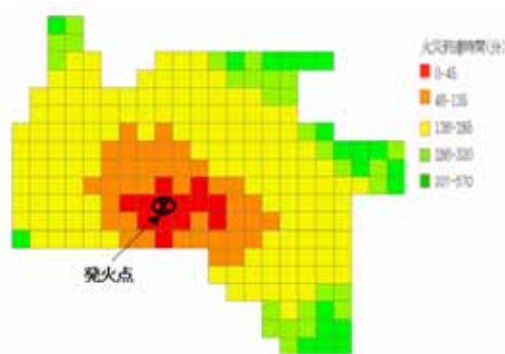


図3．神戸市長田区久保町 6 丁目周辺の火災延焼シミュレーション結果(C=1.1)

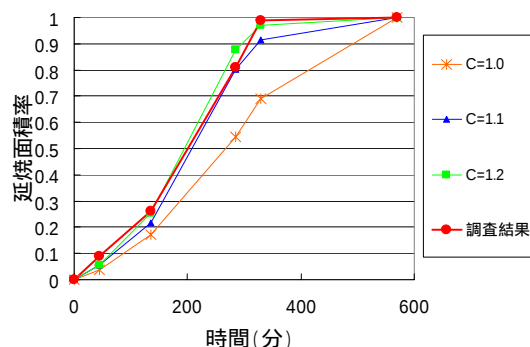


図4．久保町のシミュレーション結果における延焼面積率と時間の関係

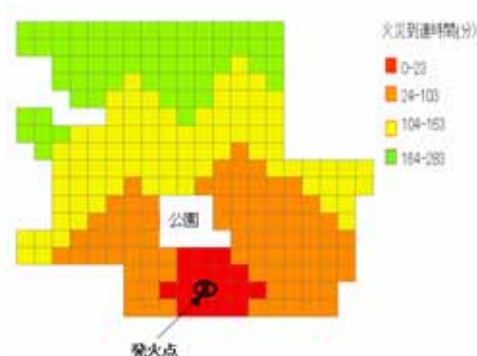


図5．神戸市長田区若松町 3 丁目周辺の火災延焼シミュレーション結果(C=2.4)

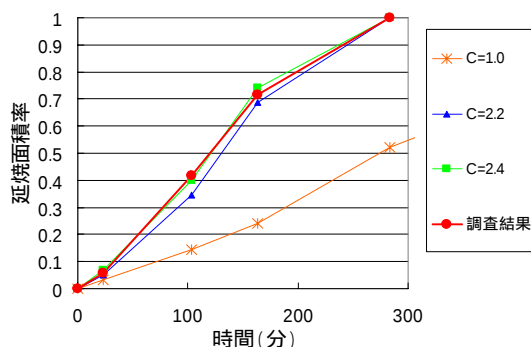


図6．若松町のシミュレーション結果における延焼面積率と時間の関係

久保町の結果では、わずかな補正で調査結果と適合し、精度が高いと言える。また、延焼パターンは必ずしも対称ではなく、調査結果と同じように東側に伸びるように広がっている。これは、発火地点の北側と西側に幅員の広い道路があり、南側には耐火性建物が密集しているので、そのことを考慮してシミュレートしていると言える。

若松町の補正なしの延焼シミュレーション結果では精度が極めて低く、調査結果に適合しなかった。しかし、補正係数を $C=2.4$ とすると、調査結果とほぼ一致する結果が得られた。

5．補正係数によるシミュレーション精度

補正係数 C は解析の精度を示すものである。ここでは、若松町のシミュレーション結果において、精度が低いシミュレーション結果になった原因を述べる。図7, 8 は初期延焼速度に対する最終延焼速度の割合を示したものである。 V_u は延焼シミュレーションで、建蔽率などのパラメータを変化させたときの最終延焼速度の最大値を示したものである。これらの図から、対象地域の各メッシュに与える市街地属性の代表値により、2～3 倍程度の延焼速度の違いが発生することが読み取れる。これにより、若松町ではメッシュの代表値と実際の市街地属性値との差が原因であると考えられる。

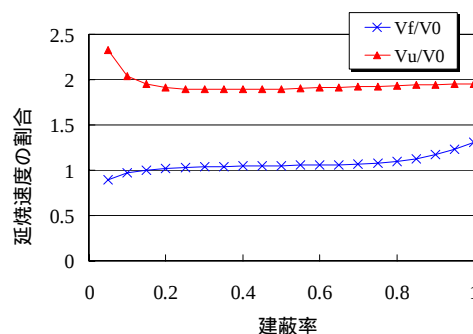


図7．建蔽率と延焼速度の割合

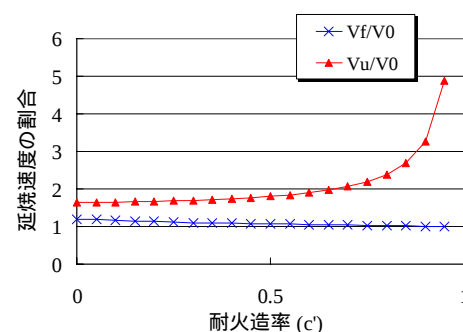


図8．耐火率と延焼速度の割合

6．結論

本研究では、都市内の木造家屋密集地域や、耐火性建物、空き地などの空間延焼特性を考慮した震後火災延焼シミュレーション手法の開発を行った。そして、阪神大震災における延焼被害の時間的拡大パターンと比較検証を行った結果、精度の高いシミュレーションと低いシミュレーションが得られた。今後精度を向上させるには、メッシュの規模を小さくし、メッシュの市街地属性の代表値と実際の属性値の差を小さくする必要がある。

参考文献

- 1) 日本火災学会：1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書，P54～P110，1996年11月
- 2) 内閣府：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
URL: <http://www.bousai.go.jp/manual/k-3-a.htm>