

## 震災時多発火災を想定した消防水利配備に関する一考察

名古屋工業大学 ○学生員 梶田 学  
 名古屋工業大学 正 員 小池 則満  
 名古屋工業大学 正 員 秀島 栄三  
 名古屋工業大学 正 員 山本 幸司

### 1. はじめに

阪神・淡路大震災における神戸市でみられたように、都市直下型地震では被災地の各所で火災が同時多発する。一方、上水道の破損等の理由から消火栓が使用できなかったために、防火水槽や学校プール、河川・運河などの限られた数の消防水利からの中継送水活動をしいられ、平常時とは全く異なる消防活動となった。

しかし、現状の消防法規では消火栓と消火栓以外の消防水利の設置割合が明示されていないなど、震災時多発火災を想定した消防計画は十分なものとはいえない。そこで、本研究では名古屋市の消防署および耐震防火水槽の配置をサンプルとして、多発火災と普通消防車の中継送水に関するシミュレーション・モデルを構築し、震災時における消防水利の設置数、規模、配置について考察する。

### 2. 多発火災の想定

地震発生から 750 分間（約 12 時間）に 100 件の火災が東西 12km 南北 11km の長方形領域内のランダムな位置に発生すると仮定した。

#### ①発火時刻を与える指数分布

地震直後に火災が集中し、時間とともに発生件数が減少するという特徴を指数関数によって表し、その逆関数である式

$$n(t) = a \cdot \exp(-t/b) \quad [0, \infty \text{ 積分}]$$

$$N(t) = ab(1 - \exp(-t/b))$$

$$(t, N) = (720, 100), (360, 75)$$

$$a = 0.343, b = 327.52$$

$$t(m) = -b \cdot \ln(1 - m/ab) \dots (1)$$

(1)から第m番目火災の発火時刻 t(m)を計算した(図1参照)。

#### ②街区面積および焼損面積関数

時間と焼損面積に関するロジスティック曲線の関係式である保野・難波<sup>1)</sup>の式に街区面積および風速(3m/sec)を入力し、火災の各時刻における焼損面積を計算した(図2参照)。また、潜在的な被害面積に差異を設けるため、各火災の街区面積を 100m<sup>2</sup>~1500m<sup>2</sup>(焼損面積関数の適用範囲)で割当てた。

#### ③放水による焼損速度の減少

放水による効果は、焼損速度(t分とt-1分における

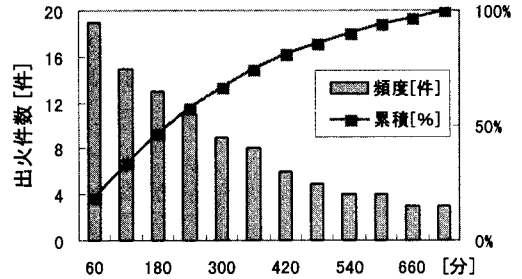


図1 発火件数の時間的変化(100件)

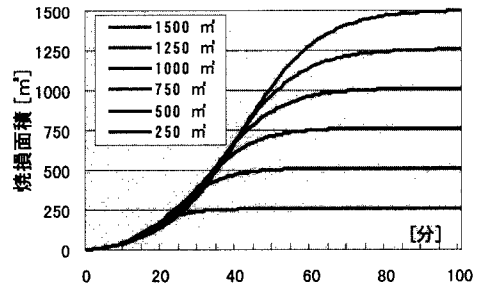


図2 焼損面積の時間的変化(風速2m/s)

焼損面積の差)を減少させるものとして式(2)のように定義した。

$A(T), A(T-1)$ :ロジスティック曲線の焼損面積  
 $A(T) \leq \text{焼損面積}(t-1) < A(T-1)$ をみたすとき  
 焼損速度(t) =  $(A(T) - A(T-1)) - k \cdot \text{放水量} \dots (2)$   
 焼損面積(t) =  $A(T-1) + \text{焼損速度}(t)$   
 焼損速度(t)  $\geq 0, A(T) \geq A(T-1)$

#### ④鎮火条件および延焼条件

ある火災において、焼損速度 4 m<sup>2</sup>/min 以下が 10 分間継続あるいは残存面積(=街区面積-焼損面積)が 10m<sup>2</sup>以下のとき鎮火する。また、焼損速度 30m<sup>2</sup>/min 以上となる時間が 7 分間継続したときに新しい火災が追加されると定義し、1 火災からの延焼は 1 件のみとした。

### 3. 消防車の想定

名古屋市内 62 署所の各 2 台の普通消防車(実際 115 台)が地震後 10 分および 100 分に出動するとし、移動速度 20km/h で目的火災に移動あるいは転戦すると仮定した。また、各車の状態を A:署所待機、B:目的火災に移動中、C:目的火災に到着し活動中、D:

目的火災が鎮火し転戦中と定義し、図3のフローに従って目的火災を決定した。なお、計画配車数とは配車効率(=街区残存面積/1火災に対処する車両数)が最大となるように配車数である。

4. 消防水利配置とシミュレーションの結果

名古屋市実際の耐震水槽配置<sup>2)</sup>(413基、貯水量100m<sup>3</sup>)を基準にし、格子状配置およびランダム配置について全体の総貯水量がほぼ一定になるよう各消防水利点の貯水量および水利点数を設定し、シミュレーションを行った。その結果、4火災バタンの平均値をとると標準である400基(100m<sup>3</sup>)の場合で総焼損面積、延焼火災数等の火災指標が最小となった(図4参照)。200基、300基の「疎」の場合は中継送水距離が増加することから、1火災あたりの対処車両数や放水準備時間が大きくなり、延焼を招くと考えられる。一方、「密」である貯水量50m<sup>3</sup>の場合は、水量の少なさから水利転戦をしいられる回数が多くなり、100m<sup>3</sup>の場合と同程度の結果となったと言える。以上から、「多発火災に対しては50~100m<sup>3</sup>程度の水利をより密にして

いく」ことが有効であると端的にいえる。しかし、現実には、用地問題等により耐震水利の増設は難しいため、学校プールなどを非常時の取水ポイントとして考慮した場合についても検討が必要である。

5. おわりに

従来のメッシュ型の地震火災モデルと異なり、消防車両の集散や中継送水活動の可否、水利転戦などを延焼計算に直接反映させたことが、本研究の特徴である。今後の課題として、任意パラメータや乱数に依存した数値を厳密化、対象地域とより広域化することが挙げられる。なお、本研究では表計算ソフトMicrosoft Excel97のVisual Basic Application を利用し、スプレッドシートの入出力データベースとシミュレーションに連動する図形(図5参照)によって火災・水利・車両の関係を視覚的に把握できるようにした。

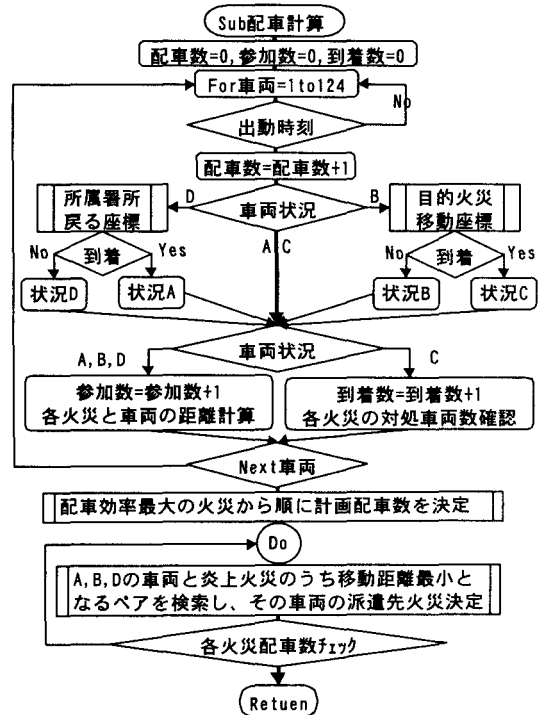


図3 消防車の派遣先火災の決定フロー

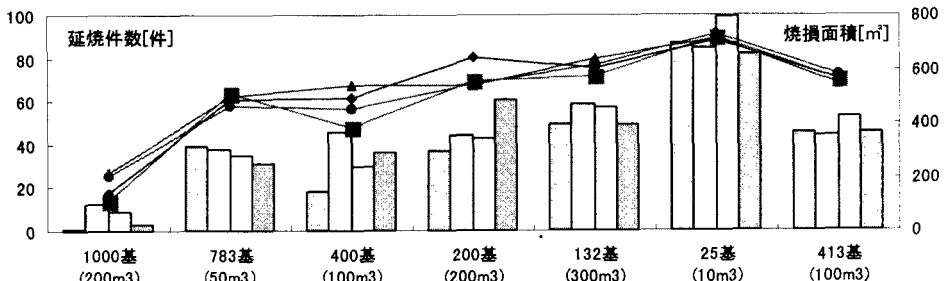


図4 水利種別と延焼件数と平均焼損面積(水利格子状配置、火災4ボタン)

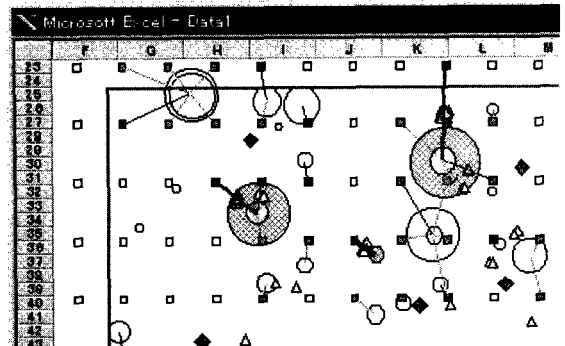


図5 シミュレーションと連動する図形による視覚化

【参考文献】1)保野健次郎,難波義郎,大森豊裕:市街地の建物火災に対応した消防水利計画に関する基礎的研究,土木学会論文集第425号 IV-14 1991.1, 2)名古屋市地域防災計画付属資料 1997