

IV-66

消防署所の配置に関する一考察

近畿大学工学部	正会員○難 波 義 郎
同	同 保野健治郎
同	同 大 森 豊 裕
日本上下水道設計(株)	同 松 岡 秀 男

1. はじめに

阪神・淡路大震災では多くの犠牲者と市街地が灰塵と化し、地震時の危機管理、消防体制に多くの課題を残した。一方、我が国においては日常の火災においても年間6万件の火災と約2千人の被害を出していることは周知の通りである。

筆者らは20年前頃から、いろいろな都市の比較的最近の詳細な平常時火災データ並びに阪神・淡路大震災における大規模火災について整理し直し、一連の「ロジスティック曲線による延焼速度式^{1),2)}」を提案するとともに火災延焼現象のモデル化を試みている。この火災モデルは、焼け止まりや消火による延焼阻止を考慮しており建物の延焼状況を焼損面積で表現できることを示している。本稿では、筆者らの火災モデルを用いて、地域の平常時の火災危険度を検討し、消防署所の適正な配置に関する分析を行なった結果について述べる。

2. 火災危険度と消防署所の配置

神戸市を対象に、年間（予想）焼損面積との関連において署所の配置の検討を行なう。火災延焼モデルおよび延焼阻止モデルにより任意の建物状況、自然条件および消火活動などの諸条件のもとで焼損面積を推定することができる。一方、年間予想焼損面積は、メッシュ（縦375m×横500m）ごとに出火件数と1火災当たり予想焼損面積を用いて算出するものとする。消火開始までの時間は、①潜伏時間（出火から発見まで）+②通報所要時間（発見から通報まで）+③駆けつけ時間（覚知から現着までの時間）+④放水準備時間により求めることができる。

署所の配置と関係するのは「③駆けつけ時間」のみである。駆けつけ時間の計算には、距離と平均走行速度が必要である。メッシュ間の距離は、地図上

で各メッシュの中心をそれぞれ結ぶ道程を計測した道程距離を用いた。この道程距離とメッシュ間の直線距離の関係は、比例的な関係で近似することができる。神戸市の場合の消防車両が使用する道路においては、地区によって異なるが、道程距離は直線距離の1.2～2.1倍程度となっている。したがって、当該地域の状況に応じた倍率を直線距離に掛けて道程距離を計算することもできる。

さらに、各ゾーンにおける消防車両の平均走行速度は火災資料より、駆けつけ時間を算出することができる。駆けつけ時間以外は過去の火災資料からの平均値を採用するものとすれば、任意の位置のメッシュにおける出火から消火開始までの経過時間を求めることができる。

出火からの経過時間や建物状況等によって、前述の火災モデルを適用すれば、消火開始時の焼損面積および放水による延焼阻止効果を考慮した焼損面積を求めることができる。そこで、消防車両の総走行距離が最小となる位置を数値計画モデルによって求め、最適配置による予想焼損面積と現在の立地場所による焼損面積との比較検討を行なう。この際、単純に消防車両の総走行距離が最小となる場合と世帯数で重み付け（間接的に出火頻度を考慮）した場合を求めている。

神戸市全域において、署所が現在地の場合と総走行距離最小の場合ならびに世帯数を考慮した場合の年間予想焼損面積の算定結果をTable1に示す。それぞれの場合の年間焼損面積は、過去の統計値と比較すればその差は約-19㎡、-209㎡および-335㎡となっている。また、各ゾーンの署所の現在位置と各種最適配置案（メッシュ番号）については、一致しているゾーンおよび1km以内にあるものがほとんど

キーワード：消防署、火災、配置

連絡先（住所：東広島市高屋うめの辺1番 近畿大学工学部 電話：0824-34-7000 FAX：0824-34-7011）

Table1 Comparison of burn-out area in annual(m²)

Item	Prediction of burn-out area			Average in statistics*
	Wooden	Fire proof	Total	
Location of fire station				
Case of present	4,692	4,312	9,004	9,023
Case of minimization of total traveled distance	4,589	4,226	8,815	
Case that the family number is considered	4,517	4,181	8,698	

* value from 1988 to 1990

であり、郊外の有馬出張所および西消防署の2ゾーンだけが離れた位置にある。

3. 消防署所の配置モデル

出火棟を全焼で止めるか風下隣家再使用可能にするには、駆けつけ時間は10分以内に抑えなければならないと考えられているが、北区の有馬出張所および西区の西消防署は、管轄区域が広く、駆けつけ時間は10分を越えている。そこで、これらの地域にいくつかの消防署所を設置するのが適切であるかという問題を検討した。すなわち、駆けつけ時間が10分を越えるメッシュが存在する場合は、消防管轄区域を2分割または3分割等にして、活動域を区分して、駆けつけ時間を10分以下に短縮させるような署所の配置案を検討する。いくつかに分けられた各々の地域で総走行距離を最小にするための配置モデルは、以下のように定式化することができる。

目的関数

$$z_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{1,j} \times x_{1j}, \quad z_2 = \sum_{i=2}^n \sum_{j=2}^n d_{2,j} \times x_{2j} \quad (1)$$

を制約条件

$$x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1, \quad x_2 + x_3 + \dots + x_m = 1$$

$$m_1 + m_2 + \dots = M,$$

$$d_{1,1} < d_{1,2}, \quad d_{1,1} < d_{1,3}, \quad \dots, \quad d_{2,2} < d_{2,3}, \quad d_{2,2} < d_{2,3}, \quad \dots \quad (2)$$

のもとで最小化せよ。

ここに、 $z_1, z_2, \dots$:地域1,2,...の総走行距離、 $d_{i,j}$:メッシュ(設置候補)からjメッシュまでの距離、

$$x_{1j}, x_{2j}, \dots \begin{cases} = 1 & (\text{署所が設置される時}) \\ = 0 & (\text{署所が設置されない時}) \end{cases}$$

$i_1, i_2, \dots$:地域1,2,...の設置候補メッシュの通し番号、 $j_1, j_2, \dots$:地域1,2,...の可住地メッシュの通し番号、 $m_1, m_2, \dots$:地域1,2,...のメッシュの総数(未知)、 M :全地域のメッシュ総数(与件)、 $k_1, k_2, \dots$:地域1,2,...の外周に位置するメッシュの通し番号。

ここでは、西署を対象とした地域の計算結果のみ

を示す。この場合の距離は直線距離から道程距離を計算したが、当該地域の倍率は約1.3であった。また、消防車両の平均走行速度は、消防庁の消防力基準では24m/hとなっているが、当該地域は約34m/hであった。

さて、前述の配置モデルを適用し地域を2分割してみると、Fig.1に示す実線で区分されるが、 z_1 と z_2 のパレート解として適切な署所の配置案はメッシュ番号23と63である。しかし、この場合でも到着までの時間が10分を越えるメッシュが存在する。そこで、地域を3分割してみると、Fig.1に示すような破線で区分され、しかも10分以内に全メッシュに到着できることがわかる。この場合の署所の配置案はメッシュ番号4, 38および54である。

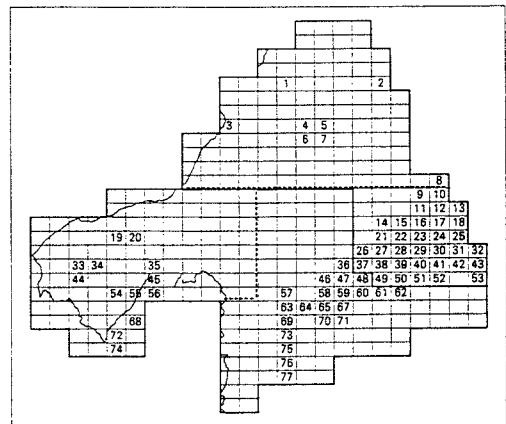


Fig.1 Result about the division of Nishi ward

4. まとめ

以上のように、筆者らの火災モデルおよび数計画法を適用した配置計画モデルによって予想焼損面積を考慮した消防署所の配置案の検討ができることがわかった。しかし、これを実際の消防署所の配置問題として評価する場合には、地理的な自然条件や社会条件をはじめ、消防署所の移設・増設の建設費用などの財政上・政策上あるいはその他の制約を考慮するなどの検討課題が残されている。

参考文献 1) 保野健治郎ほか: ロジスティック曲線による建物火災の延焼速度式に関する基礎的研究, 日本建築学会論文報告集, 311, 137 ~ 144 (1982)

2) 平常時および地震時火災の所要消防力および火面周長に関する基礎的研究, 日本火災学会論文報告集, 47, 1・2 (1998) ほか