

# 数量化理論による都市火災の危険度評価手法の開発

長崎大学工学部 ○学生員 高田 耕

長崎大学工学部 正 員 杉山和一

## 1. はじめに

我が国のように、木造建築を主体とした都市では、火災は無視することのできない災害である。このことは、昨年の阪神・淡路大震災においても十分に認識されるところである。特に長崎市は、他の都市と比較して平地の少ない斜面都市であることから、災害時における火災による被害が懸念される。本研究では、都市火災の要因となる出火指標、延焼指標、消火困難指標のそれぞれについて、数量化理論第Ⅲ類を適用することにより、都市火災に対する危険度を評価するものである。表-1 アイテム・カテゴリー一覧

## 2. 数量化理論第Ⅲ類<sup>1)</sup>による都市火災の危険度評価

### 2.1 解析手法

解析の流れを図-1に示す。

### 2.2 サンプルの設定

本研究では、サンプル（解析区域）として、長崎市東部の市街地および、住宅地の計150区域を設定した。これらのサンプルには、長崎市消防局が、飲食店が密集、高台地で住宅が密集、署所から遠く住宅が密集、の観点から指定した火災危険区域68区域のうち24区域が含まれる。

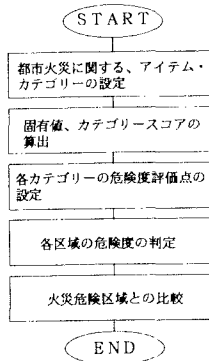


図-1 解析の流れ

### 2.3 都市火災に關与するアイテム・カテゴリーの設定

都市火災に關与する要因として、出火指標、延焼指標、消火困難指標の三つを挙げた。さらに、それぞれに関する11項目のアイテムを設定し、それらのアイテムを2～3のカテゴリーに分類した。表-1はその内容であり、表中の1)～12)はカテゴリー番号を、( )内の数字は、各カテゴリーに反応したサンプル数を示す。なお、消火困難指標の「道路状況」とは、消防車が入れなくなった地点から区域内の最遠地点までの距離である。

### 2.4 固有値、カテゴリースコアの算出

前項で設定したカテゴリーに、数量化理論第Ⅲ類を適用し、カテゴリー数量と固有値を算出した。表-2はその結果得られた延焼指標における固有値である。

### 2.5 各カテゴリーの危険度評価点の設定

表-2より固有値は7次元まで次第に減少し、8次元以降の値とは大差を生じている。したがって、8次元以降のカテゴリー数量は無視して群別分類を行った。まず、各アイテムそれぞれを基準アイテムとして、基準アイテム・カテゴリーとその他のアイテム・カテゴリーの固有値を重みとする7次元ユークリッド距離を算出した。次に全てのアイテム・カテゴリーを、最も距離に近い基準アイテム・カテゴリーの群に帰属させた。それぞれのアイテムを基準とした4通りの群別分類結果のうち、最も信憑性の高い「木造家屋の比率」を基準にとった場合を採用した(表-3参照)。ここに、「木造家屋の比率」については、

| アイテム   |                 | カテゴリー                          |                   |
|--------|-----------------|--------------------------------|-------------------|
| 出火指標   | 人口密度 (人/ha)     | 1) 100未満 (65)<br>3) 150以上 (33) | 2) 100～150未満 (52) |
|        | 飲食店の比率 (%)      | 4) 10未満 (145)<br>5) 10以上 (5)   |                   |
|        | 世帯数 (戸)         | 6) 100未満 (41)<br>8) 250以上 (55) | 7) 100～250未満 (54) |
|        | 災害弱者世帯の比率 (%)   | 9) 5未満 (61)<br>11) 20以上 (20)   | 10) 5～20未満 (70)   |
| 延焼指標   | 延焼率 (%)         | 1) 30未満 (29)<br>3) 30以上 (40)   | 2) 30～50未満 (81)   |
|        | 木造家屋の比率 (%)     | 4) 70未満 (56)<br>6) 90以上 (50)   | 5) 70～90未満 (44)   |
|        | 最大傾斜角 (°)       | 7) 10未満 (75)<br>9) 20以上 (23)   | 8) 10～20未満 (52)   |
|        | オープンスペースの比率 (%) | 10) 50未満 (40)<br>12) 70以上 (30) | 11) 50～70未満 (80)  |
| 消火困難指標 | 道路状況 (m)        | 1) 30未満 (48)<br>3) 60以上 (46)   | 2) 30～60未満 (54)   |
|        | 消防水利状況          | 4) 適合 (76)<br>5) 一部不適合 (44)    |                   |
|        | 署所からの距離 (km)    | 6) 1未満 (91)<br>7) 1以上 (59)     |                   |

表-2 固有値 (延焼指標)

| 次元 | 固有値     |
|----|---------|
| 1  | 0.74092 |
| 2  | 0.51765 |
| 3  | 0.24552 |
| 4  | 0.23853 |
| 5  | 0.14152 |
| 6  | 0.11033 |
| 7  | 0.00550 |
| 8  | 0.00000 |
| 9  | 0.00000 |
| 10 | 0.00000 |
| 11 | 0.00000 |
| 12 | 0.00000 |

その値が大きい程、危険度が増すと考えられることから、カテゴリ4)～6)に、それぞれ順に0、1、2点の危険度評価点を定め、さらに各群に属するアイテム・カテゴリに危険度評価点を与えた(表-4 参照)。

## 2. 6 各区域の危険度判定

表-4より延焼指標で最も危険な区域の評価点は8点となることから、(延焼危険度指数) = (区域の危険度評価点) / 8 とする。同様に、出火危険度指数、消火困難危険度指数を算出し、三つの指数の和を以って危険度評価総合点とした。最後に、危険度評価総合点の高い順にサンプルを面的に5等分することで(図-2 参照)、A～Eの5つのランク分けを行った。各区域のランクの一部を表-5に示す。

## 3. 火災危険区域との比較

表-5から読み取れるように、長崎市消防局が指定している火災危険区域であっても危険度ランクが低いサンプルがみられる。これらは、主に市街地やその周辺に位置しており、前述した結果は、出火指標よりも延焼・消火困難指標による評価の影響が顕著に現われていることに起因するものと考えられる。したがって、急斜面の住宅地の危険度は、全般的に高いものとなっている。

## 4. おわりに

今回の解析結果では、中心市街地の火災危険度は実際よりも低く見積もられた。しかしながら、今回の解析には、高層建築物の指標となる容積率や、交通量などの市街地特有の消火困難指標が入っていない。したがって今後は、これらの指標の導入に対する検討や、より詳細なデータの収集が必要であると判断される。

最後に、本研究を進めるにあたり、資料提供ならびに多大なる御協力を頂いた、長崎市消防局の関係各位に対し厚く御礼を申し上げる次第である。

| アイテム・カテゴリの番号 | 基準アイテム・カテゴリの番号 |
|--------------|----------------|
| 1            | 5              |
| 2            | 6              |
| 3            | 4              |
| 4            | ---            |
| 5            | ---            |
| 6            | ---            |
| 7            | 4              |
| 8            | 6              |
| 9            | 5              |
| 10           | 4              |
| 11           | 6              |
| 12           | 5              |

表-4 危険度評価点(延焼指標)

| アイテム            | 危険度評価点   |            |             |
|-----------------|----------|------------|-------------|
|                 | 0        | 1          | 2           |
| 建蔽率 (%)         | 3) 50以上  | 1) 30未満    | 2) 30～50未満  |
| 木造家屋の比率 (%)     | 4) 70未満  | 5) 70～90未満 | 6) 90以上     |
| 最大傾斜角 (°)       | 7) 10未満  | 9) 20以上    | 8) 10～20未満  |
| オープンスペースの比率 (%) | 10) 50未満 | 12) 70以上   | 11) 50～70未満 |

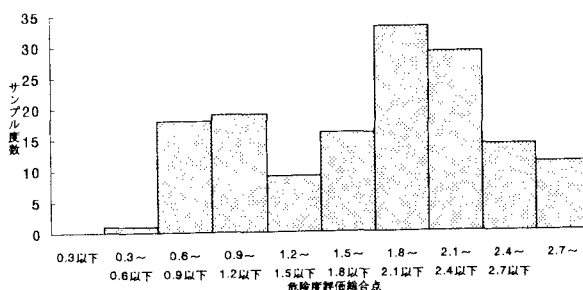


図-2 危険度評価総合点ヒストグラム

表-5 各区域の危険度ランク

| 区域番号 | 危険度ランク | 備考   | 区域番号 | 危険度ランク | 備考   | 区域番号 | 危険度ランク | 備考   |
|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|
| 1    | D      |      | 50   | C      |      | 111  | B      |      |
| 4    | C      |      | 56   | E      |      | 114  | C      |      |
| 14   | B      |      | 66   | E      |      | 115  | D      |      |
| 21   | A      |      | 72   | D      |      | 117  | C      | 危険区域 |
| 24   | C      |      | 77   | C      | 危険区域 | 122  | E      | 危険区域 |
| 25   | A      |      | 81   | E      |      | 126  | D      | 危険区域 |
| 29   | A      | 危険区域 | 93   | E      | 危険区域 | 132  | A      | 危険区域 |
| 32   | B      | 危険区域 | 100  | D      | 危険区域 | 134  | B      | 危険区域 |
| 42   | C      | 危険区域 | 102  | B      | 危険区域 | 141  | A      |      |
| 44   | A      | 危険区域 | 108  | B      |      | 149  | C      |      |

## 【参考文献】

- 1) 田中、脇本：多変量統計解析法，現代数学社，pp.161～pp.171，1983。