

土地可燃性指標に関する基礎的研究

金沢大学工学部 正員 木俣 昇 学生員 ○檜山 幹

1. はじめに

木造建造物を好むわが国の都市では、大規模な木造住宅密集地帯を抱えており、多くの都市では防火性に優れた都市整備が急務となっている。それは、単なる耐火造化の推進ではなく、伝統的建築物遺産や景観との共生に配慮したものであることが望ましい。われわれは国土庁の土地環境モデル事業の一貫としてそのような整備計画のための指標について検討し、土地可燃性指標と、火災延焼シミュレーションを基礎におくその算定法を提案した<sup>1)</sup>。本論文では、その概要を報告するとともに、そのキーファクターである“地域のブロック数”という考え方について若干の考察を行う。

2. 土地可燃性指標算定システムの概要

(1) 土地可燃性指標の定義と算定法

市街地火災には、出火・炎上、延焼拡大、および消火の3種の側面がある。市街地火災の危険性は、①出火危険性、②延焼拡大危険性、および③消防力の3点から総合評価する必要がある。土地可燃性とは、出火・炎上・火災が土地の特性（土地被覆状況・気象条件）により拡大する潜在的危険性と定義し、この算定法を提案した。

この指標は、国土庁が整備を進めている土地環境データを入力とする、火災延焼シミュレーションを用いて算定される。それに使用するシミュレーションシステムは、延焼速度式と輻射熱モデルを基礎に、メッシュマップ化された市街地での延焼拡大を、一定時間増分法でシミュレートするものである。

このシステムで使用するメッシュマップは、  
A：可燃メッシュ、B：耐火造メッシュ  
G：緑地メッシュ、\_\_\_：空地メッシュ  
という4種類の属性区分を持つもので、航空写真を基に作成される。

また、このシステムの検証は、酒田大火（S51.10.29）に対して行われており、風横方向には過大評価となるが、風下については十分な水準にあることが確認されている<sup>2)</sup>。

(2) シミュレーション条件と算定結果

まず、金沢市の15地区のマップ（1km×1km）と、メッシュ属性をすべてAとした基準マップの計16個のメッシュマップを使用し、次に、風向・風速は、金沢市の夏期・冬期における平均風速の最大値とその風向（表-1）を用い、出火点はその風上側に各々5箇所ランダムに設定し、150分後の焼失面積を算定した。16個のマップの平均焼失面積(EF)と、それに分散を加えたYの値を表-2に示す。土地可燃性指標は、基準マップの焼失面積(SF)との相対評価による5ランク値とし、EFを用いたものをIF1、Yを用いたものをIF2（基準表は省略）として表-2の右列に示している。ここでは、これらの数値が小さい

表-1 シミュレーションの風条件

| 地区    | 風       | ケース1(冬) | ケース2(夏) |
|-------|---------|---------|---------|
| 1～4   | 風向      | N       | W       |
|       | 風速(m/s) | 7       | 7       |
| 5～8   | 風向      | W       | W       |
|       | 風速(m/s) | 8       | 7       |
| 9～12  | 風向      | W       | W       |
|       | 風速(m/s) | 6       | 6       |
| 13～15 | 風向      | N       | W       |
|       | 風速(m/s) | 7       | 7       |
| 基準    | 風向      | —       | —       |
|       | 風速(m/s) | 10      |         |

表-2 シミュレーション結果

| 地区        | EF<br>(平均) | Y     | X1 | X2 | X3 | IF1 | IF2 |
|-----------|------------|-------|----|----|----|-----|-----|
| 1         | 163.2      | 214.7 | 43 | 17 | 7  | 4   | 3   |
| 2         | 138.1      | 199.8 | 34 | 16 | 7  | 4   | 3   |
| 3         | 131.9      | 204.2 | 45 | 19 | 7  | 4   | 3   |
| 4         | 265.3      | 357.5 | 54 | 11 | 7  | 3   | 2   |
| 5-W       | 124        | 198.6 | 36 | 19 | 8  | 7   | 4   |
| 5-S       | 101.8      | 162.0 |    |    | 7  |     |     |
| 6-W       | 95.6       | 119.6 |    |    | 8  |     |     |
| 6-S       | 67.6       | 88.8  | 33 | 23 | 7  | 4   | 4   |
| 7-W       | 234.6      | 290.6 | 36 | 12 | 8  | 7   | 3   |
| 7-S       | 237.6      | 287.7 |    |    | 7  |     |     |
| 8-W       | 139.4      | 206.6 |    |    | 8  |     |     |
| 8-S       | 142.8      | 167.7 | 37 | 19 | 7  | 4   | 4   |
| 9         | 48.6       | 70.7  | 30 | 21 | 6  | 5   | 4   |
| 10        | 148.6      | 207.2 | 45 | 16 | 6  | 4   | 3   |
| 11        | 231.0      | 319.8 | 39 | 7  | 6  | 3   | 3   |
| 12        | 195.8      | 255.1 | 37 | 10 | 6  | 4   | 3   |
| 13        | 66.3       | 91.1  | 25 | 21 | 7  | 4   | 4   |
| 14        | 138.8      | 185.4 | 33 | 17 | 7  | 4   | 4   |
| 15        | 148.4      | 225.1 | 37 | 15 | 7  | 4   | 3   |
| 基準        | 663.0      | 663.0 | 64 | 1  | 10 | -   | -   |
| W:冬期、S:夏期 |            |       |    |    |    |     |     |

ほど危険度が高いことを意味する。金沢市のこの15地区では、第4地区のみがIF2でランクが2となり、この地区が最も危険という判定となった。2つの指標、即ち、分散の考慮の有無による差違は、8地域で見られ、本指標値の性質上、より厳しい後者を使用することを提案している。

### 3. メタモデルの作成と考察

#### (1) 回帰式の作成

上述のシミュレーション結果をつぎの3変数、 $X1$ :(木造建物混成比) $\times$ (平均建ぺい率) $\times 100$ 、 $X2$ :地区のブロック数、および $X3$ :風速の回帰式で説明できるのかの検討を行った。ここでブロック数とは、当該マップにおいて“可燃メッシュ群が不燃・緑地・空地のほぼ連続な帯で囲まれているような集合体(ブロック)の総数”を指すとしている。その結果、

$$Y = 4.50X1 - 14.45X2 + 39.29X3$$

という回帰式を得ることができた。

この回帰式の各検定の結果は表-3の判定者Aの1列目に示されている。相関は0.996と非常に高く、また、T検定からはブロック数が大きく延焼を左右するファクターであることも判る。換言すれば、ある一定の地域を緑地・空地で包囲する整備も大火の防止につながることを意味し、その意味では1.で意図していた指標となっているといえよう。

#### (2) ブロック数の算定法の考察

前述したようにブロック数が重要な要素となるが、その算定は分析者がメッシュマップを見て判断している。この主観的判断の影響を調べるために若干の実験を行った。まずB、Cの判定者にAと同様の定義を示し、各マップのブロック数を算定してもらった。その結果を表-4に示す。一方、自動的な判定に向けて、境界線での判定基準を検討し、図-1のような基準を設けた。それによる算定値も表-4に示してある。これらのブロック数を用いて、再度回帰式の係数と検定を行った。その結果を表-3のB、C、および基準の行に示す。

相関ではAの結果が最も高いが、主観による場合には変動がある。基準化による方法では相関は0.945とAよりは低い、それでも十分

に高い値が得られ、このような基準化の方向で更に検討すべきと考える。またT検定の結果から風速が他の2つの変数と比較して小さな値となっている。これは金沢市という地域特性を評価するために今回のシミュレーションでは風速が6~8(m/s)といった狭い範囲のものが使用されていることによる。指標化に際しては、シミュレーション実験時の風速の設定法を再考する必要があるだろう。

表-3 メタモデルの検証結果

| 判定者  | R2乗検定 | F検定    | T検定(建ぺい率) | T検定(ブロック数) | T検定(風速) |
|------|-------|--------|-----------|------------|---------|
| A    | 0.996 | 1485.1 | 16.20     | 43.00      | 20.09   |
| B    | 0.922 | 67.32  | 6.878     | 8.624      | 2.189   |
| C    | 0.875 | 39.49  | 6.338     | 6.287      | 0.939   |
| 分割基準 | 0.945 | 97.14  | 8.141     | 10.57      | 2.638   |

表-4 ブロック数の算定結果

| 判定者    | A   | B   | C   | 基準  |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| ブロック総数 | 317 | 196 | 151 | 156 |



境界と見なすケース(空欄はB,Gでも可)

図-1 境界の判断基準

### 4. あとがき

本研究では、火災延焼シミュレーションによる金沢市における土地可燃性の指標化について報告した。また、メタモデルによってシミュレーションを行わずに指標が算定できる可能性とその課題を示した。今後の課題としては、メタモデルの一般化に向けて、使用するメッシュマップの数と内容、風速・風向の設定法、出火点の数の再検討と、ここで提案したブロック数の自動判定システムの開発などに取り組みたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 木俣 昇、吉田 正邦、大我 晴敏：シミュレーションによる土地可燃性指標、財団法人 土地総合研究所 「新たな土地分類調査に関する検討業務報告書」、397~421、1998。
- 2) 木俣 昇：大震災避難計画のためのメッシュ型火災延焼シミュレーション・システムに関する検証、JORSJ、30-1、59~86、1987。