

# 京都市における文化財周辺の延焼危険性に関する計量的評価 Quantitative Evaluation of Fire Spreading Potential for Surrounding Areas of Cultural Assets in Kyoto City

及川 清昭  
Kiyooki OIKAWA

## 1. はじめに

京都には国宝や重要文化財など数多くの文化遺産が現存しており、それらの文化財を災害から守ることは都市計画上急務の課題となっている。とりわけ、京都市の市街地においては木造建築物の占める割合が高く、火災発生時における延焼危険性の高い地域が多い。そのため文化財自体の防火対策とともに、文化財周辺の一般建物からの延焼を防ぐことが肝要であるが、効率的な延焼対策を講じるためには、文化財周辺の建物の分布現況を精確に把握し、それぞれの文化財に見合った類焼防止策を探求する必要がある。本研究ではこのような問題意識のもとに、建物と空地の分布現況からみた文化財への延焼危険性に焦点を当て、計量的に考察することを目的としている。

昨年度までに、京都市内に分布する文化財と耐火・非耐火建築物のデータベースを構築し、そのデータベースをもとに空地の解析や隣棟距離による延焼危険性の把握を試みたが、本年度はそれをさらに展開し、非耐火建築物の分布状況と隣棟距離に基づいて、文化財周辺地域の延焼危険度の高い地域の抽出を行ったので、その概要を報告する<sup>(1)</sup>。

## 2. 京都市における文化財と建物の構造別データベースの構築

各種の資料を整理し、京都市内に位置する有形文化財のうち、「建造物」に分類されている文化財のリストを作成し、建物ポリゴンとして数値情報化した。抽出した文化財は総計565件で<sup>1)</sup>、建物ポリゴン数としては772である。

また、文化財周辺地域における延焼危険性を把握するために、京都市全域の耐火・非耐火別の建物ポリゴンデータ(約48万棟)を独自に作成した<sup>2)</sup>(図1)。田の字地区や京都駅周辺などの市街地には耐火建築物が多いものの、他の地域はおしなべて非耐火建築物が卓越している。実際、京都市においては、非耐火建築物は棟数で約92%、建築面積では約78%を占め、耐火建築物に比して非常に多いことがわかる。

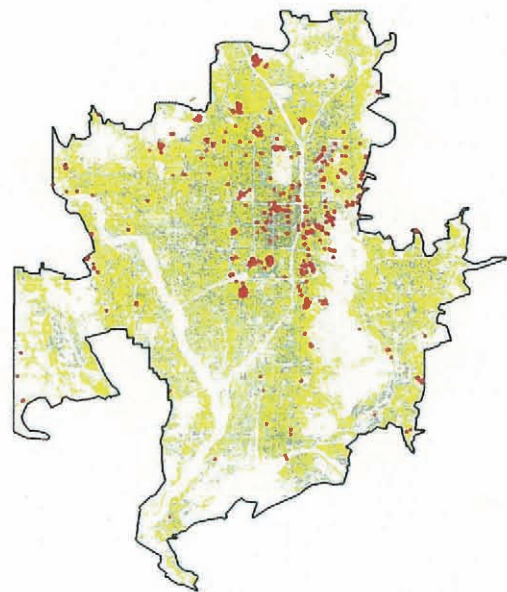


図1. 文化財と非耐火建築物

■文化財 ■非耐火建築物 ■耐火建築物

### 3. 非耐火建築物の分布からみた文化財周辺地域の火災危険性

#### (1) 非耐火建築物間の隙間の計量

通常、地域の火災に対する脆弱性は非耐火建築（または耐火建築）が占める面積や棟数の割合で判断される。京都市においても図2に示すように、不燃領域率（地区面積に対して耐火造建築物や空地などの不燃領域が占める面積比率）によって地区の燃えやすさが計量されている。しかし、単に面積比率のみでは建物の配置上の形態的差異が計量できないという難点がある。例えば図3の(A)・(B)に示すように、建蔽率が同じであっても、非耐火建物が近接している地域(A)のほうが火災に対しては危険であると評価するのが妥当であろう。すなわち、非耐火建物間の狭小な隙間(図3(A)の赤で示した領域)も建物とみなして建築面積に加えたほうが、より延焼の危険性を的確に評価できると考えられる。

そこで、建物間の「隙間」を、建物配置図において半径  $r$  の円が掃過できない領域として定義し(図4)、掃過することができる領域を「有効空地」と呼ぶと、空地(オープンスペース、非建蔽地)は、防災上の観点から建物間の隙間と有効空地に峻別できる。

建物間の隙間の計量に際しては、非耐火建築物の配置図を画像化し(1画素は50cm角)、画像処理技法における図形の「dilation(拡大)」と「erosion(収縮)」という操作を援用する。半径  $r$  の円もデジタル化すると、隙間に相当する部分が抽出可能である。円の直径  $2r$  は隙間の幅に相当し、分析の目的に応じて設定することができる。ここでは、建築基準法における「延焼の恐れのある部分」を参照し、直径を3mに設定して分析を行う。

#### (2) 「みなし非耐火率」とその計量結果

隙間の面積と非耐火建築の建築面積を合わせたものを「みなし非耐火建築面積」と呼び、対象領域の面積に対する割合を「みなし非耐火率」と呼ぶ。この値が高ければ、非耐火建築とその近傍の微小な隙間が多く、延焼に対して有効な空地が少ないことを意味し、火災発生および延焼の危険性が高いと判定できる。

そこで、まず文化財に延焼の危険性を及ぼす周辺地域を、幅員12m(延焼限界距離に相当)以上の道路・河川、または山裾で囲まれた領域に分割する。文化財を含む対象地域は全部で

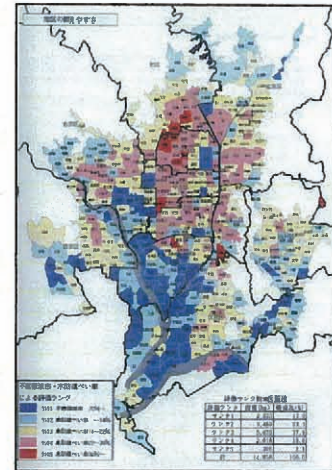
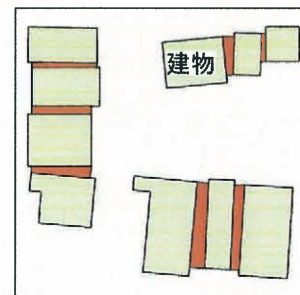
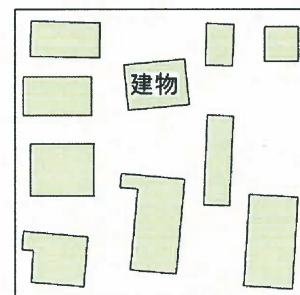


図2. 地区の燃えやすさ  
※「京都市防災都市づくり計画」より引用



(A)



(B)

図3. 建物配置の比較

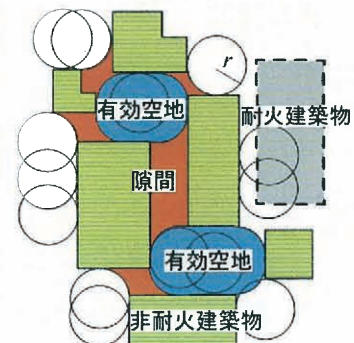


図4. 隙間と有効空地

表 1. みなし非耐火率の高い地域(単位:%, 上位 20 地域)

順位	地域内文化財	非耐火率	みなし非耐火率
1	奥浜家住宅 報土寺 瀬川家住宅 立本寺	47.8	51.8
2	富田屋 浄福寺	47.3	50.7
3	本隆寺 船岡旅館 佐々木家住宅 京都市考古資料館	45.9	50.0
4	多宝千仏石幢 旧帝国京都博物館 豊国神社 河井寛次郎記念	43.7	47.5
5	輪違屋 島原大門 角屋	42.0	46.0
6	日本聖公会	41.5	45.6
7	平野神社 北野天満宮 千本釈迦堂 引接寺 聖ヨゼフ修道院 観音	41.7	45.6
8	小川家住宅	40.1	44.9
9	本願寺 伝道院 燕庵 東本願寺	40.9	44.6
10	大徳寺	41.3	44.4
11	建仁寺 六波羅蜜寺 若宮八幡宮 南座 エンマ	40.3	44.4
12	泰家住宅	38.5	43.2
13	表千家 裏千家 本法寺 妙覚寺 妙顕寺 宝鏡寺	38.8	42.9
14	壬生寺 八木家住宅 八木南家住宅 旧神先家住宅	37.9	41.3
15	武者小路千家 中村宗哲家住宅 旧西陣電話局	37.1	39.8
16	西養寺	35.8	39.5
17	仲家住宅	35.9	39.2
18	檀王法林寺	34.9	39.0
19	旧並河靖之邸 藤井齊成会有鄰館第1館	35.1	38.5
20	長福寺	35.2	38.0

図 5. 非耐火建築物と隙間(みなし非耐火率の高い上位 2 地域)

96 地域に分けられるので、それぞれの地域におけるみなし非耐火率を計量してみる。

耐火建築物は延焼の危険性がないものとみなし、非耐火建築物のみを対象として隙間の幅(円の直径)を 3m として計量すると、96 地域の隙間率(面積比)は、平均で約 2.3%であった<sup>3)</sup>。図 5 はみなし非耐火率の高い区域の非耐火建築物(灰色)と隙間(紫色)を描画した例である。

文化財を含む 96 地域のみなし非耐火率を計量したところ、平均で 27.8%、最大が 51.8%、最小は 0.2%であった。表 1 はみなし非耐火率が高い地域とそ

こに含まれる文化財を示したものである。みなし非耐火率から非耐火率を減じた値が隙間率である。

図 6 は、文化財を含む 96 地域をみなし非耐火率の値によって図化したものである。この図を見ると、以前に寺町や門前町であった地域のように、間口が狭く奥行きが深い町家形式の建物が多い木造密集地域において、みなし非耐火率の値が高く、そこに含まれる文化財の火災発生と延焼の危険性は非常に高いことがわかる。とりわけ、西陣地区を含む南北に連担する一帯に危険地域が集中していることがわかる。

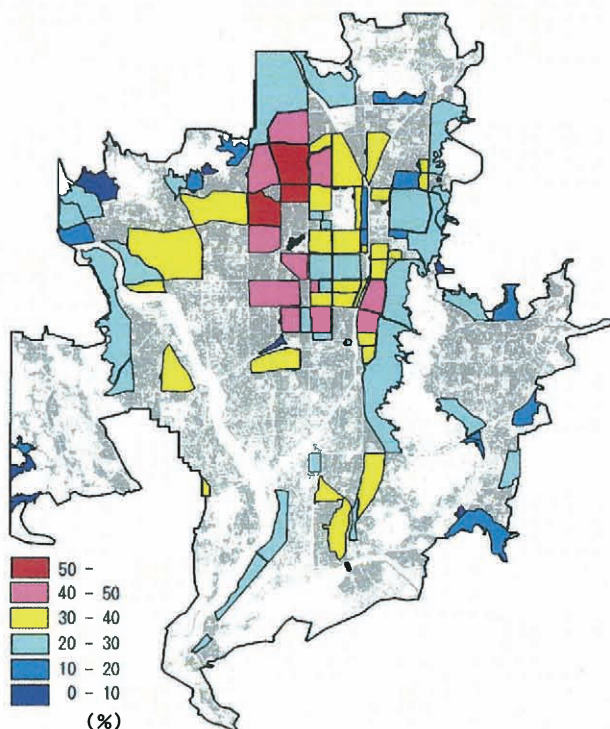


図 6. みなし非耐火率による火災危険地域

#### 4. 隣棟距離に基づく延焼グラフによる文化財への延焼危険性

##### (1) 隣棟距離と延焼グラフ

前章では文化財を含む地域全体の延焼危険性を把握したが、次に文化財近傍の非耐火建築物の分布状況から、文化財自体への延焼危険性を分析してみる。

建物間の延焼危険性を計量するためには、さまざまな要因を加味しなければならないが、詳細な調査・分析は来年度行う予定なので、本論では昨年度と同様に、延焼危険性を評価する上で最も重要な指標のひとつである建物間の隣棟距離を用いて、文化財への延焼危険度の把握を試みる。

隣棟距離とは一つの建物ポリゴンからみた周辺の建物ポリゴンとの最小距離、すなわちポリゴンを構成する線分間の最短距離を指す<sup>4)</sup>(図 7)。ここで、建物間の隣棟距離  $d$  が、延焼限界距離  $d^*=12\text{m}$  以内であるとき延焼の危険性があるとみなし、それぞれの建物ポリゴンをグラフのノード(頂点)に置き換え、辺で連結する。この作業をすべての文化財と非耐火建築物を対象として行う<sup>5)</sup>。作成したグラフを延焼グラフと呼ぶ<sup>(2)</sup>。延焼グラフの中から、文化財を含む連結成分(部分グラフ)を抽出すれば、文化財への延焼危険範囲を表現することができる(図 8)。なお、以降文化財を含む延焼グラフの連結成分自体を延焼グラフと呼ぶ。

延焼グラフは延焼が連担する建物群、すなわちクラスターを表している。限界距離以内の建物間には延焼すると仮定すると、クラスター内で出火した場合、消火活動をしなくても文化財はいずれ燃え尽きる。延焼グラフはいわば延焼の運命共同体ともいえる。図 9 は延焼グラフを構成する非耐火建築物(約 15 万棟)を示したものである<sup>6)</sup>。みなし非耐火率が高い地域にあっても、延焼限界距離内に非耐火建築物が存在しない文化財も多いので(772 棟中 333 棟)、前章図 6 の危険地域より範囲が狭まっている。

##### (2) グラフ上の距離に基づく危険度判定

延焼グラフを構成するノード、すなわち同一クラスター内の建物の焼失確率は、クラスター内での出火確率に等しいことが知られている<sup>(3)</sup>。非耐火建築物が多いほど、火災の発生確率は高くなるので、延焼グラフの総ノード数は火災による消失の危険性そのものを表していることになる。しかし、クラスター内の建物の消失確率は火災の延焼時間を考慮しない場合であり、実際、延焼範囲は時間とともに拡大し、その間に何らかの消火活動があると仮定した方が自然であろう。つまり、

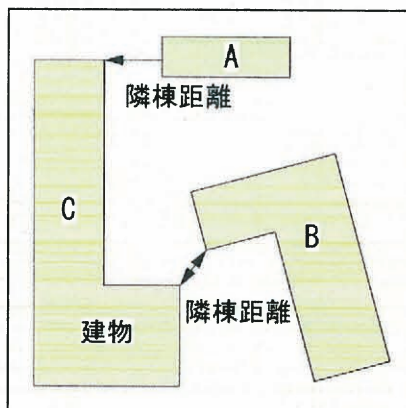


図 7. 隣棟距離

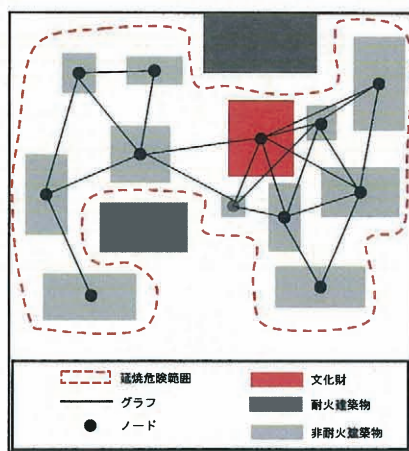


図 8. 延焼グラフ

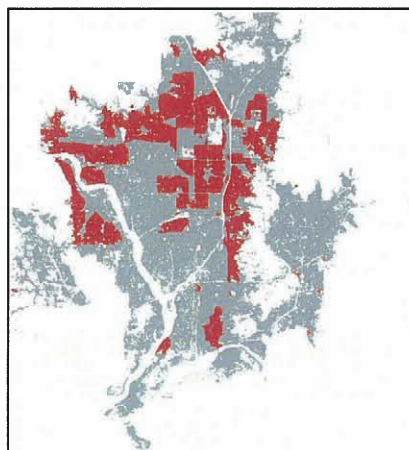


図 9. 延焼グラフを構成する非耐火建築物

総ノード数が同じであっても、文化財の近傍に非耐火建築物が少ないほうが初期消火の可能性が高く、危険性は少ないといえる。そこで、延焼時間を考慮した危険性の評価を試みる。

一般に延焼速度や延焼面積を算定するときに、浜田式や東京消防庁式、糸井川式などが用いられる。延焼速度は建物の構造種別・高さ・形状・開口位置や地形・風向・風速など様々な要因を加味しなければならない。また、出火後の経過時間によっても異なる。しかし、ここでは簡単のために建物の出火確率は同一とみなし、延焼速度は経過時間によらずに一定で<sup>7)</sup>、延焼方向も等方的であるとして、火災の到達時間のみによって危険性を評価してみる。このような単純な仮定によると、延焼グラフ内のある建物で火災が発生すると、文化財への延焼時間は文化財からの距離のみで簡便に評価できる。

ひとつの建物から文化財へ延焼する時間は両者の距離に反比例するので、文化財  $j$  への延焼危険度  $\gamma_j$  は、ひとつの建物  $i$  から文化財へ延焼する時間の総和として、

$$\gamma_j = \sum_{i=1}^n \alpha / d_i$$

$n_j$ : 延焼グラフの総ノード数 - 1

$d_i$ : 建物  $i$  と文化財  $j$  との距離  $\alpha$ : 定数

と表すことができる。ここに、グラフ上の距離は離散的な値 ( $d_i = 1, 2, 3, \dots$ ) をとる。

表 2 は延焼危険度  $\gamma_j$  を計量し、その値が高い文化財を抽出したものである(文化財が複数棟の場合は最も値の高い棟を抽出)。延焼グラフの総ノード数、言い換えれば、クラスターを構成する建物総棟数は 1 から 9,641 と文化財の位置によって大きなばらつきがあるが<sup>8)</sup>、おしなべて総ノード数が多い延焼グラフは危険性が高くなっている。

表 2. 延焼危険度(上位 100 棟)

順位	文化財名称	総ノード数	最大距離	危険度
1	船岡旅館 国登録	6521	42	460.7
2	本隆寺 府指	6521	59	388.7
3	旧徳力彦之助邸 国登	9640	132	357.8
4	八木南家住宅 市登	6545	65	331.6
5	引接寺 国登録	5058	60	326.5
6	佐々木家住宅 国登録	6521	65	323.3
7	壬生寺 国登録	6545	66	305.2
8	奥濱家住宅 市指	3759	39	297.3
9	八木家住宅 市指	6545	70	291.8
10	旧神先家住宅 市指	6545	75	289.2
11	京都市考古資料館 市登	6521	68	284.7
12	妙心寺 国登録	6789	75	278.0
13	聖護院 国登録	4359	93	264.3
14	北野天満宮 国登録	5058	59	260.1
15	瀬川家住宅 国登録	3759	43	257.1
16	大徳寺 国登録	4837	47	235.7
17	妙顕寺 府指	3014	50	232.7
18	伏見稲荷大社 国登録	7456	154	221.7
19	寶塔寺 市指	7460	177	221.7
20	竊土寺 市指	3759	61	219.5
21	島原大門 市登	2353	33	207.2
22	輪瀧屋 市指	2353	34	205.2
23	六波羅蜜寺 市指	2499	56	202.5
24	小川家住宅 市指	3049	43	202.2
25	表千家 市指	3012	45	198.2
26	玉村家住宅 市指	5856	92	198.0
27	京都市学校歴史博物館 国登録	2001	35	198.0
28	西翁院 市指	4363	76	195.6
29	角屋 市指	2353	32	193.9
30	退耕庵 府指	7456	141	191.3
31	重森三玲邸 国登録	4357	87	189.6
32	富田屋 国登録	1852	36	188.2
33	京都ハリストス正教会 市指	2132	29	187.8
34	立法寺 市指	3759	60	186.7
35	長福寺 市指	4361	69	183.5
36	宝鏡寺 市指	3012	44	182.6
37	百石斎 国登録	4366	55	182.3
38	祇園甲部歌舞練場 国登録	2496	46	180.3
39	六孫王神社 市指	3354	96	177.6
40	キンシ正宗 国登録	2133	32	175.6
41	建仁寺 市指	2499	38	174.6
42	西養寺 市指	4461	78	172.8
43	今宮神社 市指	6789	121	170.2
44	天寧寺 市指	2842	55	170.2
45	堀江家住宅 国登録	1974	40	166.8
46	衣立会館 国登録	6789	123	166.6
47	中村宗哲家住宅 国登録	1568	38	165.5
48	泰家住宅 市登	2013	70	163.2
49	岩佐家住宅 市指	2304	90	160.3
50	梅辻家住宅 市指	2304	90	160.3
51	順正清水店 国登録	1281	27	159.6
52	上田家住宅 国登録	1974	45	158.4
53	日本キリスト教団 市指	2132	44	158.4
54	本願寺西山別院 府指	3445	53	158.2
55	本願寺西山別院 府指	3447	54	153.0
56	斎明神社 市登	3311	63	152.8
57	川崎家住宅 市指	1958	32	152.6
58	武者小路千家 国登録	1568	41	152.5
59	上西家住宅 国登録	4357	88	152.5
60	井関家住宅 市登	2304	85	152.2
61	金戒光明寺 市指	4361	83	150.8
62	山口家住宅 国登録	3690	90	145.9
63	燕庵 市指	1897	35	144.9
64	本法寺 府指	3012	49	144.6
65	妙覺寺 府指	3012	60	140.0
66	エンマ 国登録	2496	63	139.6
67	河井寛次郎記念館 国登録	1591	39	139.6
68	福王子神社 市指	3237	65	138.8
69	八坂の塔(法観寺) 市指	1281	31	136.6
70	浄福寺 市指	1854	40	134.9
71	革島 登録	1815	59	133.9
72	本願寺伝道院 市指	1897	37	129.7
73	近又 国登録	1815	72	126.9
74	燈籠町会所 市指	2001	39	125.4
75	若宮八幡宮 市指	2496	68	124.9
76	東寺 世界遺産	3354	105	121.6
77	眞正極楽寺 市指	4357	88	120.4
78	斎藤家住宅 国登録	4358	82	117.8
79	杉本家住宅 市指	2052	84	117.5
80	旧西陣電話局 国登録	1568	52	116.5
81	豊国神社 市指	1591	34	115.6
82	仲家住宅 国登録	2013	45	114.4
83	浄住寺 市指	3692	107	111.6
84	西島家住宅 国登録	2132	46	108.5
85	東本願寺 国登録	1899	40	108.2
86	野口家住宅 市指	1958	55	107.7
87	長江家住宅 市指	2013	83	107.4
88	徳屋旅館 国登録	1815	67	107.3
89	臨川寺 市指	3322	89	103.8
90	下里家住宅 市登	880	26	103.5
91	天神山町会所家 市指	1958	49	102.4
92	天龍寺 市指	3311	90	101.9
93	上賀茂神社 世界遺産	2304	103	101.9
94	西島家住宅 国登録	2132	47	101.2
95	旧毎日新聞社 市登	1815	50	100.7
96	同志社 市指	2840	66	98.7
97	安藤家住宅 国登	1798	62	98.6
98	檀王法林寺 市指	1207	37	97.3
99	京都大学人文科学研究所 国登録	607	18	96.6
100	大覚寺 市指	1686	54	96.2

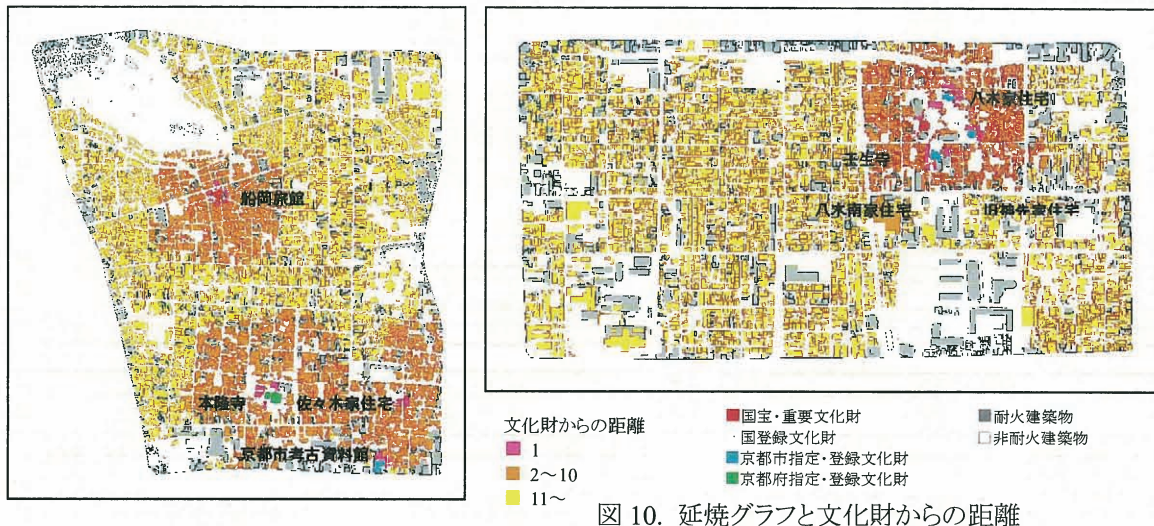


図 10 は延焼グラフを文化財からの距離によって色分けした例であるが、延焼危険度の高い文化財には、この例のように非耐火建築物が密集する地域に位置する住宅や小規模な社寺が多く、延焼対策が非常に困難であることがわかる。

## 5. おわりに

本年度は文化財を含む火災危険地域を「みなし耐火率」という指標によって大まかに抽出するとともに、「延焼グラフ」の距離に基づいて文化財への延焼危険性を評価した。次年度は詳細な現地調査を行い、構造種別の詳細なデータ(裸木造・防火木造・準耐火・耐火別)を整備する予定である。また、詳細な火災シミュレーションを行い、文化財の延焼危険性を把握し、本論で示した延焼危険度の簡略式の精度を検証するつもりである。

### < 註 >

- 1) 文化財の内訳は、世界遺産 14、国宝 40、重要文化財 200、国登録文化財 174、府指定文化財 41、府登録文化財 6、市指定文化財 67、市登録文化財 23 である。
- 2) 作成に際しては、京都市都市計画局の 1/2500 都市計画図における「堅牢建物」(階数が 2 以上の RC 造や耐火鉄骨造の建物)と「高層建物」に分類されている建物を耐火構造とみなし、それ以外はすべてを非耐火構造として一括した。
- 3) 空隙幅 6、9、12m として計量してみると、平均はそれぞれ約 6%、10%、13% であった。
- 4) 図 7 において、建物 A の隣棟距離は建物 C までの距離であるが、建物 C の隣棟距離は建物 B までの距離である。数学における距離空間の条件のうち、三角不等式は満たさないことに注意されたい。
- 5) 延焼限界距離は、本来は建物構造別に設定しなければならず、またその距離もいくつか提案されているが、文献(3)において裸木造の場合の延焼限界距離は 12m とされている。本論における非耐火建築物はすべて裸木造とは限らないが、安全側の数値設定といえる。
- 6) 同一敷地内にある他の非耐火建築物の文化財は、十全な火災発生対策を講じているものとして、延焼グラフのノードには含めない。
- 7) 例えば、阪神・淡路大震災における延焼速度は約 20~40m/h(風速は 2~4m/s)、また、過去の市街地大火におけるものであり、平均延焼速度は約 200m/h(平均風速は約 8~10m/s) であった。
- 8) ノード数が 1 の文化財、すなわち、延焼限界距離に非耐火建築物が存在しない文化財ポリゴンは危険度がゼロはある。そのポリゴン数は 333 であり、全体の約 43% を占めている。

### < 参考文献 >

- (1) 藤原悠佑[2008]: 京都市における文化財周辺の延焼防災に関する研究, 立命館大学修士論文
- (2) 及川清昭[2007]: 京都市における文化財周辺の延焼危険性に関する幾何学的分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp. 759-760.
- (3) 国土交通省国土技術政策総合研究所[2003]: まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発報告書