

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

A Geometrical Analysis of Fire Spreading Potential for Surrounding Areas of Cultural Assets in Kyoto City

及川 清昭
Kiyooki OIKAWA

1. はじめに

非戦災都市である京都市には寺社をはじめとして数多くの文化遺産が現存しているが、中でも国宝や重要文化財に指定された歴史的建造物は市内随所に分布している。これらの文化財を火災被害から守ることは都市計画上の急務の課題となっている。

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度の高い地域が多い。文化財の火災被害を軽減するためには、文化財自体への防災設備の設置や自衛消防体制、火災予防指導といった域内の防火・消火対策に加えて、文化財周辺の一般建物からの延焼を防ぐ必要がある。そのためには、周辺市街地の不燃化・耐震化を促進することが肝要とされているが、効率的な防火対策を講じるためには、文化財周辺の建物の分布現況を把握し、それぞれの地域に見合った類焼防止策を検討する必要がある。

本研究ではこのような問題意識のもとに、建物や空地の配置・分布現況からみた文化財の延焼防止に焦点を当て、特に形態学的な側面から計量的に考察することを目的としている。昨年度は京都市内に分布する文化財および耐火・非耐火建築物のデータベースを構築したが、今年度はそのデータベースをもとに、非耐火建築物間の隣棟距離からみた文化財の延焼危険性の把握を試みたので、その概要を報告する。

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

(1) 文化財データベースの構築・整備

京都市には、文化財保護法により指定を受けた国宝や重要文化財、京都府・京都市指定登録文化財など多数の文化財が現存している。さらに、世界遺産に登録されている文化遺産も多い。そこで、各種の資料を整理し、京都市内に位置する有形文化財の内、「建造物」に分類されている文化財のリストを作成した。

列挙した文化財は総計565件であり、その内訳は、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。



図1 京都市の文化財分布

表1 文化財の名称と棟数

No.	名称	棟	No.	名称	棟	No.	名称	棟	No.	名称	棟
1	小川家住宅	3	61	柳原銀行記念資料館	1	121	伴家住宅	4	181	大徳寺	29
2	二条城	8	62	倉掛神社	1	122	旧神先家住宅	1	182	南禅寺	2
3	王生寺	1	63	六孫王神社	1	123	野口家住宅	3	183	東照宮	1
4	知恩院	10	64	浄住寺	1	124	八木南家住宅	1	184	金地院	1
5	安養寺	2	65	大原野神社	1	125	川崎家住宅	5	185	天授庵	1
6	八坂神社	7	66	地藏院	1	126	藤田家住宅	1	186	禅林寺	6
7	高台寺	4	67	壹尾神社	1	127	上西家住宅	1	187	順正南禅寺本店	1
8	旧日本銀行京都支店	5	68	西養寺	1	128	重森三玲郎	1	188	喜多家住宅	1
9	達仁寺	3	69	飛鳥田神社	1	129	斎藤家住宅	1	189	駒井家住宅	1
10	八坂の塔(法観寺)	1	70	天穂日命神社	1	130	百石齋	1	190	京都大学人文科学研究所	3
11	六波羅蜜寺	2	71	良正院府登	2	131	京都大学総合人間学部	5	191	知恩寺	3
12	清水寺	11	72	本願寺西山別院	2	132	京都大学基督教青年会会館	1	192	京都大学 学部	1
13	本國寺	1	73	万寿寺府登	1	133	京都大学本部	4	193	泉涌寺	8
14	豊国神社	1	74	観喜光寺	1	134	船岡旅館	1	194	伏見稲荷大社	2
15	蓮華王院本堂	2	75	十輪寺	1	135	旧西陣電話局	1	195	東福寺	13
16	多宝千仏石幢	1	76	SACRA	1	136	京都大学楽友会館	1	196	退耕庵	1
17	旧帝國京都博物館	2	77	日本生命	2	137	関西日仏学館	1	197	智積院	3
18	燕庵	1	78	平楽寺書店	1	138	瀬川家住宅	1	198	妙法院	1
19	本願寺	4	79	西島家住宅	2	139	武者小路千家	1	199	岩佐家住宅	1
20	龍谷大学	3	80	俵屋旅館	1	140	平安女学院明治館	1	200	梅辻家住宅	1
21	角屋	1	81	日本聖公会	1	141	中村宗哲家住宅	1	201	安藤家住宅	2
22	梅小路機関車庫	1	82	鳥津創業記念資料館	1	142	鶴の塔北村美術館	2	202	安楽寺	6
23	長福寺	1	83	キンシ正宗	1	143	同志社女子大学	2	203	井筒家住宅	1
24	松屋大社	2	84	近又	6	144	佐々木家住宅	1	204	イトシ・ノリ	1
25	西芳寺	2	85	仲家住宅	1	145	富田屋	2	205	密蔵庵	1
26	善峰寺	1	86	嶋	1	146	旧京都中央電話局上分局	3	206	清涼寺	4
27	東寺	18	87	幾松	3	147	大谷大学尊源館	1	207	衣笠会館	1
28	観智院	1	88	家邊	1	148	聖ゾセフ修道院	1	208	堀江家住宅	1
29	寶塔寺	1	89	草島登	1	149	本隆寺	1	209	大河内山荘	3
30	藤森神社	1	90	文椿	1	150	本法寺	7	210	上田家住宅	1
31	安楽寿院	1	91	南座	1	151	妙鏡寺	5	211	同志社フルトビ・スハウス	1
32	御香宮神社	3	92	旧並河端之邸	3	152	妙覚寺	1	212	旧小林家住宅	1
33	与禰神社	1	93	祇園閣大雲院	2	153	下御霊神社	1	213	平岡八幡宮	1
34	勧修寺	8	94	菊水	1	154	大丸ヴィラ	1	214	斎明神社	1
35	醍醐寺	4	95	エンマ	1	155	京都市考古資料館	1	215	臨川寺	2
36	法界寺	1	96	順正清水店	1	156	観音寺	1	216	今宮神社	1
37	檀王法林寺	1	97	河井寛次郎記念館	6	157	宝鏡寺	1	217	満願寺	1
38	藤井育成会有鄰館	1	98	祇園甲部歌舞練場	2	158	聖アグネス教会	1	218	光雲寺	2
39	旧京都中央電話局	2	99	パビリオン・コート	5	159	浄福寺	1	219	靈鑑寺	1
40	行願寺	3	100	旧京都市立有濟	1	160	興漢家住宅	1	220	涌泉寺	3
41	京都ハリス正教会	1	101	山口家住宅	1	161	天寧寺	4	221	平安神宮指市	4
42	日本キリスト教団	1	102	富士ラビット	1	162	広隆寺	3	222	立法寺	1
43	廣誠院	1	103	旧徳力彦之助邸	1	163	京都府旧本舎	1	223	新鳥裏旧邸	1
44	旧毎日新聞社	1	104	下里家住宅	1	164	永運院府登	1	224	大將軍神社	1
45	中央郵便局	1	105	フランソワ喫茶室	1	165	眞正極楽寺	2	225	寛勝院	1
46	新熊野神社	1	106	鳥羽三	1	166	西翁寺	1	226	大覚寺	4
47	瀧尾神社	1	107	京都市学校歴史博物館	1	167	金成光明寺	3	227	天龍寺	23
48	若宮八幡宮	1	108	杉本家住宅	15	168	聖護院	1	228	妙心寺	29
49	養源院	1	109	十四番	1	169	吉田神社	1	229	慈照寺銀閣	15
50	長楽館	1	110	近鉄瀬川橋梁	1	170	旧武徳殿	1	230	仁和寺	15
51	尊勝院	1	111	たかな町会所家	1	171	報土寺	1	231	龍安寺	3
52	粟田神社	1	112	東本願寺	3	172	冷泉家	1	232	金閣寺	43
53	山科神社	1	113	天神山町会所家	2	173	同志社	6	233	福王子神社	1
54	日向大神宮	3	114	小結柳町会所家	3	174	表千家	3	234	曼殊院	1
55	毘沙門堂	24	115	八木家住宅	4	175	引接寺	1	235	正傳寺	6
56	八幡宮	1	116	竹田の火の見やぐら	1	176	相国寺	1	236	上賀茂神社	58
57	輪違屋	2	117	玉村家住宅	1	177	千本釈迦堂	1			
58	本願寺伝道院	1	118	長江家住宅	1	178	北野天満宮	9			
59	旧二条駅	1	119	藜家住宅	1	179	平野神社	21			
60	島原大門	1	120	燈籠町会所	1	180	下賀茂神社	40			
									計		772

作成した文化財リストの住所をもとに場所と建物を特定し、文化財に該当する建物ポリゴンをCAD上で編集し、565件の文化財の配置図を作成した(図1)。棟数(ポリゴン数)としては772棟である。また、文化財を寺名などでまとめると、名称としては236である。その名称と、文化財として指定されている棟数(ポリゴン数)の一覧を表1に示す。

(2) 建物の耐火・非耐火別構造データベースの構築・整備

文化財周辺地域における延焼危険性を把握するためには、建物の構造別データが必要であるが、詳細なデータ(裸木造・防火木造・準(簡易)耐火・耐火別)は入手できなかったため、耐火/非耐火別の建物ポリゴンデータを独自に作成した(約48万棟)。その際、1/2500都市計画図(京都市都市計画局)において「堅牢建物」および「高層建物」と分類されている建物を耐火構造とみなし、

それ以外はすべて非耐火建築物として一括した¹⁾。図2・図3は耐火・非耐火別の建築物の分布図である。いわゆる田の字地区には耐火建築物が多いが、耐火・非耐火建築物が市全域に渡って混在分布していることが見て取れる。

表2は耐火・非耐火別の棟数(ポリゴン数)と建築面積の集計表である。この表には文化財の集計データも付している。この表をみると、京都市においては、非耐火建築物は棟数で9割以上、建築面積では8割近くを占め、耐火建築物に比して非常に多いことがわかる。

表2 文化財と耐火/非耐火別建築物の棟数と建築面積

	棟数	(%)	建築面積(m ²)	(%)
耐火建築物	36,127	7.56	9,878,861	21.60
非耐火建築	441,156	92.29	35,524,318	77.66
文化財	713	0.15	340,643	0.74
計	477,996	100	45,743,822	100

3. 建物間の隣棟距離の定義

建物間の延焼危険性を計量するためには、構造種別はもとより、地形・風向・風速・開口位置など、さまざまな要因を加味しなければならない。しかし、多くのパラメータを用いると、条件ごとに結果が異なり、逆にわかりにくいときがある。そこで、本論ではひとつの簡単な方法として、建物間の「隣棟距離」のみで延焼危険性を把握してみる。ここで、隣棟距離とは建物ポリゴン間の最小距離、すなわち、それぞれのポリゴンを構成する線分間の最小距離と定義する²⁾(図4)。

延焼について計量的評価を行う場合、建物ポリゴンのバッファ領域を用いることがよくあるが、ここでの定義はバッファと同様の概念に基づいている。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ものの、解析上は有用な定義となっている。

4. 隣棟距離からみた文化財周辺地域の延焼危険性

文化財の近傍に非耐火建築物が多く分布しているほど、文化財の延焼危険性が高いと判断できる。そこで、文化財とその周辺の非耐火建築物との隣棟距離を計量してみると、隣棟距離50m以内に非耐火建築物が存在しない文化財ポリゴンは148棟であった。これらは比較的延焼

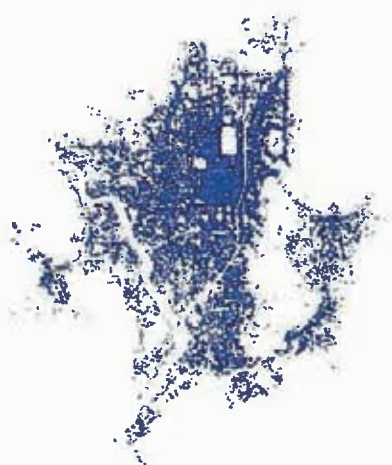


図2 耐火建築物の分布

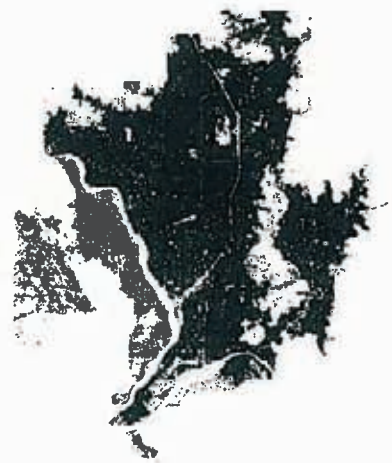


図3 非耐火建築物の分布



図4 建物間の隣棟距離

危険性が少ないと判断できる。一方、隣棟距離 10m 以内に非耐火建築物が存在する文化財ポリゴンは 414 棟であった。すなわち、京都市における過半の文化財は 10m 近傍に非耐火建築物が存在し、延焼の危険性が高いことがわかった。特に、隣棟距離 10m 以内の非耐火建築物の総建築面積が 500m² を超える文化財は 137 棟あり、2 割近くの文化財は延焼の危険性が高い地域に存在していることが明らかになった。

5. 隣棟距離に基づく延焼グラフによる文化財周辺地域の延焼危険性

(1) 延焼グラフの定義と作成方法

上記のように、隣棟距離の距離帯別の計量によって、文化財周辺の大きな延焼危険性は把握できるが、実際どれほど危険なのか、次に、グラフ理論を援用して更に詳細に計量してみる。

いま、2 つの非耐火建築物間の隣棟距離 d が、限界延焼距離 d^* 以内であるとき延焼の危険性ありとみなし、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、辺で連結するものとする。このグラフを「延焼グラフ」と呼ぶ。耐火建築物は延焼の危険性がないとみなし、文化財ポリゴンと非耐火建築物を対象として延焼グラフを作成する。作成したグラフの中から、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できる(図 5)。

延焼危険性をグラフに置き換える長所は、例えば、延焼の連鎖が可視化され(頂点に連結する辺の数「次数」が計量できる)、どの辺を遮断すれば延焼食い止めることができるかが容易に把握できること、また、危険度をノード間の距離に基づいて計量可能であることなどがあげられる。

延焼グラフの形態は延焼限界距離 d^* の設定によって異なる。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、本論では非耐火建築物を一括しているので、 $d^*=12\text{m}$ と設定した³⁾。

(2) 延焼グラフにおける含む連結成分のノード数

図 6 は、延焼グラフにおけるそれぞれの「連結成分」、言い換えれば、各文化財の延焼危険範囲内にある建物棟数別のヒストグラムである(計 772 ポリゴン)。

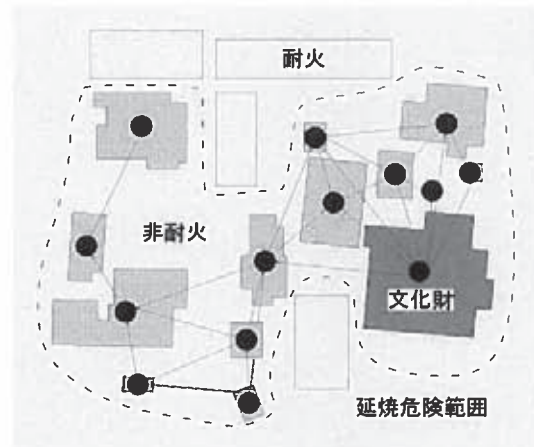


図 5 延焼グラフと連結成分

この図をみると、文化財によって構成ノード数にばらつきが多いことがわかる。ノード数が1(文化財自体)、すなわち孤立点ということは、延焼限界距離内に非耐火建築物がないということであり(333棟)、これらの文化財は延焼の危険性はほとんどないといえる。また、ノード数が10以内で構成される文化財は437である。これらの文化財周辺には延焼危険性のある建物が10棟以内なので、比較的延焼対策が講じやすいと判断できる。特に、隣接次数1次の頂点数が1または2の文化財、言い換えれば直接延焼を被る可能性のある建物が1軒または2軒の文化財は140である。これらの文化財も、より防火対策が講じやすいといえる。

一方、多数のノードで構成される文化財周辺は、非耐火建築物が連担し、延焼の連鎖に巻き込まれる危険性が高いことを意味している。ただし広範囲の場合、文化財からのグラフ上の距離が100を

超える建物(100軒以上先の建物から延焼するという)も含んでおり、現実性を考えると、総ノード数のみで単純に危険性を判断するには注意を要する。

それぞれの文化財の延焼危険範囲には重複が多いが、図7は、その範囲に含まれる建物を抽出したものである(約15万棟)。つまり、非耐火建築物全体の約1/3が、文化財への延焼危険性を孕んでいるということである。ちなみに、文化財からのグラフ上の距離が1の建物、すなわち文化財ポリゴンから延焼限界距離12m以内にある非耐火建築物は1,807棟である。

表3は延焼グラフにおいて1次の頂点数が10以上、すなわち延焼限界距離以内に10棟以上の非耐火建築物が存在する文化財を抽出したものである。この表には2次および3次の頂点数も記している。これらの文化財は特に延焼の危険性が高いと判断されるので、特別な対策を講ずる必要があると考えられる。

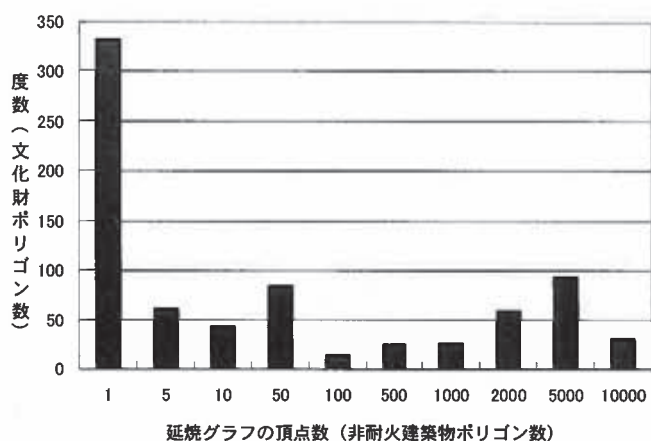


図6 構成ノード数別のヒストグラム

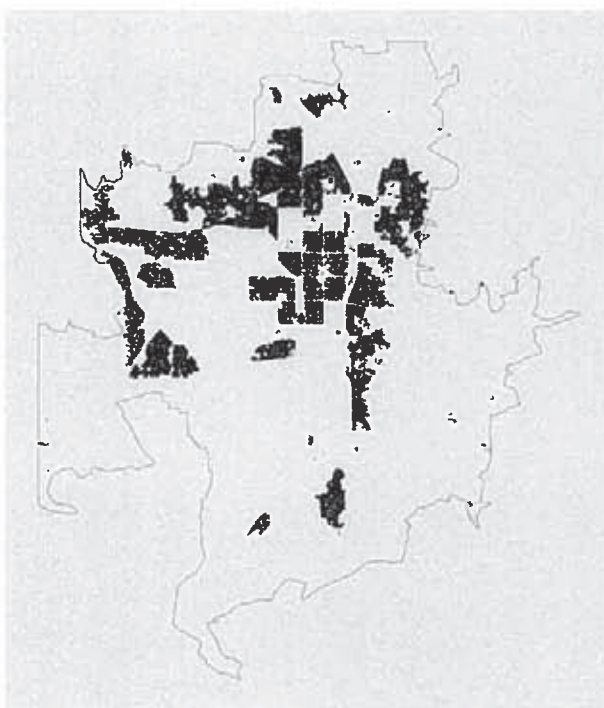


図7 文化財の延焼危険範囲にある建物

6. おわりに

本論では研究の初期段階として、延焼の危険性を限界距離を超えるか否かという2値で判定したが、本来、延焼危険性は確率で計量されるべきである。つまり、グラフの辺に重みをつける必要がある。また、グラフのノードには建物の面積で重みをつけることも考えられる。このようなグラフの作成方法に加えて、作成したグラフを、辺頂点比・辺充足率・ベッチ数・サイクル比・近接度・連結度・クリーク数・ブリッジ数などの各種のグラフ指数によって分析することも今後の課題としたい。

<註>

- 1) 京都市都市計画図における堅牢建物とは、階数が2以上のRC造や耐火鉄骨造の建物を表している。高層建物は耐火構造とみなすことができるので、堅牢建物と高層建物が耐火建築物になり、それ以外が非耐火建築物といえる。なお、この分類ではRC造や耐火鉄骨造の平屋は非耐火とみなされるが、その数は無視できるほど少ないと考えられる。
- 2) 隣棟距離(または隣棟間隔)の定義は参考文献(1)を参照している。
- 3) 文献(2)において裸木造の場合の延焼限界距離として用いられている。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。

<参考文献>

- (1) 及川清昭他(1991): 隣棟間隔による市街地の分析手法について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.589-590
- (2) 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
- (3) 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

表3 延焼危険性の高い文化財

文化財No.	建物No.	頂点数(建物数)			
		1次	2次	3次	
134	船岡旅館 国登録	307	24	52	77
210	上田家住宅 国登録	551	22	26	33
107	京都市学校歴史博物館 国登録	242	18	34	47
35	醍醐寺 世界遺産	114	16	3	0
81	日本聖公会 国登録	196	15	29	33
124	八木南家住宅 市登	286	15	36	45
193	泉涌寺	506	14	4	3
117	玉村家住宅 市指	274	14	20	24
96	順正清水店 国登録	221	14	42	39
181	大徳寺	477	13	5	0
109	十四春 国登録	258	13	14	16
104	下里家住宅 市登	239	13	17	32
103	旧徳力彦之助邸 国登	238	13	21	26
144	佐々木家住宅 国登録	319	13	24	42
72	本願寺西山別院 府指	184	12	2	7
228	妙心寺	601	12	7	13
29	寶塔寺	99	12	9	28
157	宝鏡寺 市指	345	12	10	16
89	葎 登録	211	12	16	18
159	浄福寺 市指	347	12	18	30
21	角屋	72	12	19	29
175	引接寺	378	12	28	45
168	聖護院	364	12	33	44
97	河井寛次郎記念館 国登録	222	12	36	43
9	建仁寺	40	11	0	0
228	妙心寺	616	11	2	2
184	金地院	483	11	5	4
78	平楽寺番店 国登録	192	11	7	5
88	家邊 国登録	210	11	11	3
151	妙顕寺 府指	337	11	14	28
41	京都ハリストス正教会 市指	126	11	16	23
226	大覚寺	574	11	16	19
160	奥深家住宅	348	11	17	40
171	報土寺	367	11	17	31
122	旧神先家住宅 市指	282	11	17	28
203	井関家住宅 市登	539	11	18	29
98	祇園甲部歌舞練場 国登録	229	11	26	52
156	観音寺 市指	344	11	34	30
181	大徳寺	475	10	2	2
193	泉涌寺	505	10	3	1
182	南禅寺	480	10	4	3
113	天神山町会所家 市指	265	10	7	7
24	松尾大社	75	10	7	5
150	本法寺 府指	328	10	8	9
181	大徳寺	460	10	10	9
196	退耕庵 府指	524	10	11	19
42	日本キリスト教団 市指	127	10	12	12
145	富田屋 国登録	321	10	15	25
95	エンマ 国登録	220	10	15	17
73	万寿寺 府登	186	10	17	24
84	近又 国登録	200	10	18	27
1	小川家住宅	2	10	18	25
119	泰家住宅 市登	276	10	21	42
139	武者小路千家 国登録	312	10	21	34
97	河井寛次郎記念館 国登録	225	10	23	43
174	表千家	376	10	23	26
208	堀江家住宅 国登録	547	10	26	38
155	京都市考古資料館 市登	343	10	27	23