

大都市における寺社境内の防災的活用可能性に関する定量的考察

A Quantitative Analysis on Utilization of Precincts of Temples and Shrines for Disaster Prevention in Large Cities

松宮かおる¹・及川清昭²

Kaoru Matsumiya and Kiyoaki Oikawa

¹立命館大学大学院 理工学研究科総合理工学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)
Doctor course student, Graduate School, Ritsumeikan University, Dept. of

²立命館大学教授 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)
Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Architecture and Urban Design

The purpose of this paper is to clarify the characteristics in morphology and distribution of precincts of temples and shrines in large cities and to obtain basic data for disaster prevention. The research methods are as follows. Firstly we examined distribution pattern, nearest neighbor measure, shape index and perimeter ratio of adjacent road of temples and shrines. After that, we calculated the amount of effective open space by using disk sweeping method in morphology. The main finding of this study is that precincts of shrine have more potential for the utilization of open spaces and short-term evacuation site in the city than that of temples.

Keywords : *Temples and Shrines, Effective Open Space, Disk Sweeping Method, Short-term Evacuation Site*

1. はじめに

民間空地には様々な種類があるが、市街地にも広く存在し、自由に出入りできる等、地域との距離が近い民間空地のひとつとして寺院・神社境内（以下、寺社境内）が挙げられる。市街地に広範に分布している寺社境内は、単に宗教施設としての機能に止まらず、貴重な緑地資源として、また火災時における延焼防止や一時的な避難場所としても活用可能である。境内空間は、都市公園の代替やそれを補完する機能も有しているといえる²⁾。本研究は、大都市の市街地に分布している寺社境内に焦点を当て、その都市内における分布特性、および敷地自体の形状や建物配置の形態的特性を抽出し、マクロな視点とミクロな視点の双方から分析を行うことで、寺社境内の都市内空地、および避難場所としての活用可能性に関する知見を得ることを目的としている。

2. 研究対象都市と分析指標

都市における寺社境内空間に関する先行研究はこれまでも数多くなされてきており、刀根らは、東京都における寺社境内の敷地形状や分布様態を分析し、寺社境内の都市防災や緑地としての有用性を明らかにしている¹⁾。また、藤原らは刀根らの研究を継承し、京都市、大阪市のデータを加え²⁾、さらに加藤らは、名古屋市のデータを加え、名古屋市・東京23区・大阪市・京都市の4都市における寺社境内敷地の形態および分布様態の比較分析を行っている。本研究では以上の先行研究を踏まえ、新たに神戸市を中心とした兵庫県阪神地域¹⁾(以下、阪神地域)における神社境内の敷地・建物・緑地ポリゴンを作成し、5都市間での比較分析を行う。比較する分析指標は、数密度・面積比・分布パターン・形態係数・接道率である。

また、これまでの研究では、都市における寺院・神社の境内空間の分布特性・形態的特性のみに着目し、寺院・神社の境内空間を境内の敷地ポリゴンで一様に扱っており、敷地内部の建物配置や緑地などには着目されていない(図1)。寺社境内の中には、建築物が境内に数多く建ち、空地がほとんど存在しないものもあれば、ほとんどが空地のものもあり、境内によって敷地に対する空地の割合が異なる。そのため、寺社境内敷地を一様に空地として扱っては、空地としての有効性が正確に考察できていないと言える。そこで本研究では敷地ポリゴンに加え、建物および緑地ポリゴンデータの整備を行った。



図1 作成ポリゴンの差異 既往研究¹⁾³⁾(左)本研究(右)

本研究では既往の研究手法に則り、まず3章では寺院・神社のポリゴンデータの作成について述べ、次に4章では寺院・神社の境内分布特性、敷地形態の特性を計量し都市間比較を行った上で、5章ではさらに対象地を絞り境内の内部空間にも着目し、どの程度の有効な空地面積が存在するかを明らかにし、その用途別有効面積を計量することで、寺院・神社の境内空間が都市内空地として有効に利用される可能性をより正確に分析する。

3. 寺院・神社のポリゴンデータの作成

寺社境内の分析を行うにあたって、寺社境内の都市全体での総面積や総数、寺社の分布、また個々の寺社境内の形態や面積といった空間的な情報が必要である。しかし、刀根・藤原らによる研究で使用された「MAPPLE DIGITAL DATA -MAPPLE10000-」(昭文社)や2500分の1地図、住宅地図では大規模な寺院・神社は描画されているものの、小規模な寺院・神社は描画なされていない。また、位置データのみで敷地形状のデータが明確でない地図も多く存在する。そのため既存の地図データを利用した分析では、正確性に欠けるため、本研究では東京大学空間情報科学センターのCSIS空間データ共有システムを用いて、独自の寺院・神社の境内ポリゴンを作成する。その際、本研究ではできる限り正確な寺社境内の現状を把握するため、地図に記載されている寺社境内ではなく、役所に宗教法人として登録されている寺社境内の全てを分析対象とし、データの作成を行った。対象とする寺院・神社は、兵庫県が所轄する宗教法人名簿(平成19年)に記載されている包括団体の項で、神社本庁と仏教系の宗派名が記載されているものに限り、採用した。

また本研究では寺社境内空間のポリゴンデータの作成にあたり、東京大学空間情報科学センターのCSIS空間データ共有システムから共同利用する「Zmap Town II 兵庫県データセット」を使用した。そのうち、建物・施設境界・道路・歩道のデータを基に、Arc Viewを使用して、寺社境内空間の敷地ポリゴン・建物ポリゴン・緑地ポリゴンを作成した(図2)。



図2 寺院(左)神社(右)の分布(阪神地域)
※他都市の分布は前報²⁾参照

4. 寺社境内の都市内分布特性

(1) 数密度と境内面積

数密度(1km²あたりのポリゴン数)を比較すると、いずれの都市においても、神社より寺院の方が高い結果となった。一方、面積比(都市面積に対する境内面積の総和)をみると各都市間でのばらつきはあるが、寺社境内の合計で0.17~0.77%となっている(表1)。公園と比較してみると、大阪市・京都市・名古屋市では寺社境内の数密度の合計値が公園の数密度を上回ってお

表1 5 都市間における数密度と面積の比較

		阪神地域	東京23区	大阪市	京都市	名古屋市
対象地域面積(km ²)		353.5	621.5	222.0	827.9	326.5
数	寺院境内数	691	2211	880	1680	987
	神社境内数	285	969	184	404	549
	寺社境内数合計	976	3180	1064	2084	1536
	公園数	1586※	5701	969	1095	1470
数密度(km ⁻²)	寺院数密度	1.95	3.56	3.97	2.03	3.02
	神社数密度	0.81	1.56	0.83	0.49	1.68
	寺社数密度合計	2.76	5.12	4.80	2.52	4.70
	公園数密度	4.48※	9.17	4.36	1.32	4.50
面積(km ²)	寺院境内総面積	1.13	0.88	1.24	2.79	1.56
	神社境内総面積	0.93	0.21	0.48	2.16	0.96
	公園面積	25.48※	38.74	9.31	6.96	18.07
	面積比(%)	0.32	0.14	0.56	0.34	0.48
面積比(%)	神社面積比	0.26	0.03	0.21	0.26	0.29
	寺社面積比合計	0.58	0.17	0.77	0.60	0.77
	公園面積比	7.20※	6.23	4.19	0.84	5.53

※神戸市のみデータ

り、特に京都市の場合、寺社境内の数密度の合計値 $2.52(\text{km}^{-2})$ は公園の数密度 $1.32(\text{km}^{-2})$ と比較し約2倍である。また面積に関しても京都市の寺社境内の面積比合計値 0.60% は公園の面積比 0.84% に迫る値であり、5都市間の中で最も寺社境内の都市内空地としての重要性が認められる。

(2) 分布パターンの判定

対象地域内の寺院・神社の分布パターンを判定するため、最近隣指標(R指標)を利用し、寺院・神社間の比較、5都市間での比較を行った。最近隣指標分析では、対象領域におけるすべての境内重心から最近隣の寺社境内までの距離(最近隣距離 図3)を求め、R指標をもとに5都市間での分布様態の比較分析を行う。以下にR指標の定義式(1)を示す。

$$R = \frac{r_0}{r_E} = 2r_0\sqrt{\rho} \quad (1)$$

r_0 : 分布する境内同士の最近隣距離の平均値
 r_E : ポアソンモデルにおける最近隣距離の期待値
 ρ : 境内の数密度

完全なランダム型分布の場合 $R=1$ となるが、集合に偏りがある場合 $R < 1$ となり、0に近づくほど凝集の程度が高い。この際、対象地域の境界までの距離が計測上の最近隣距離よりも短いポリゴンに関しては実際の最近隣距離と異なる可能性を考え、除外した(図4)。分析の結果、阪神地区寺院のR指標は0.710、神社が0.970であり、神社境内は都市内に概ねランダムに分布していることがわかった(図5)。5都市間での比較すると、全ての都市において、寺院よりも神社の方がランダムな分布様態をしている結果となった。すなわち、神社の分布には偏りが少なく、都市内の任意の地点からのアクセス距離の公平性を有することが明らかとなった。また、阪神地区の寺社境内は、他の都市と比較して最もR指標の値が大きい、すなわち任意の地点から境内までの平均距離が短く、アクセス距離の公平性が保たれるため、空地としての利活用の可能性が大きいといえる。



図3 最近隣距離



図4 計測除外ポリゴン

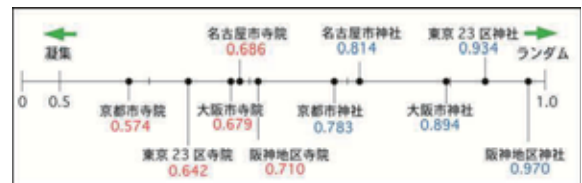


図5 最近隣距離

(3) 敷地形状の複雑性

一般に、境内の敷地形状が単純であるほど、空地としての利活用の可能性が高いと判断される。対象地における境内敷地の複雑性を把握するために、形態係数を用いて5都市間での比較を行った。形態係数Fとは閉じた図形の複雑性を示す指標であり、図形の面積をS、周囲長をLとすると、次式(2)であらわされる。図形が円であるとき形態係数は1となり、円との差異が大きい(図形が複雑な)ほど0に近づく。

$$F = 4\pi s/L^2 \quad (2)$$

分析の結果、阪神地域における寺院の形態係数は0.67、神社が0.60と差はほとんど見られなかった。5都市間の比較においても、寺院・神社間に共通する特性はみられないことが確かめられた(表2)。

表2 5都市間での形態係数比較

	阪神地域	東京23区	大阪市	京都市	名古屋市
寺院ポリゴン数	691	212	870	71	874
寺院境内形態係数	0.67	0.63	0.68	0.56	0.63
神社ポリゴン数	285	58	178	21	408
神社境内形態係数	0.60	0.65	0.65	0.58	0.63

(4) 接道率による街路に対する開放性

都市内空地としての認知可能性を定量的に把握するために、境内敷地の接道率(敷地の周長のうち街路に接している長さの割合; 図6)を計量した。接道率は敷地が街路に対して開放的であるか閉鎖的であるかを表しているといえる。

5 都市間での接道率の平均を比較した結果、全ての都市において、寺院境内よりも神社境内において接道率が高いという結果が得られた(表 3)。すなわち、神社境内は寺院境内より街路に対する開放性が高く、街路空間から認知されやすい傾向にあるといえる。また、接道率の高さは街路からのアクセスが容易であることも意味し、避難場所としても利活用の可能性が高いといえる。また阪神地域において接道率の構成比の分布図を作成したところ、50%以上の接道率を有する境内の割合は寺院が 31.15%、神社が 40.85%と、寺院境内よりも神社境内の方が 10%近く、高い接道率を有する境内数が多いことがわかった(図 7)。

表 3 境内敷地の接道率の比較

	阪神地域	東京23区	大阪市	京都市	名古屋市
寺院ポリゴン数	687	355	870	71	874
寺院接道率(%)	40.9	38.4	39.2	40.8	32.6
神社ポリゴン数	284	58	178	21	408
神社接道率(%)	42.8	48.9	46.7	48.8	40.4

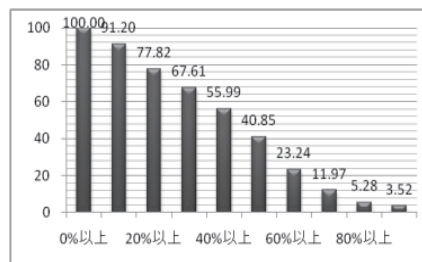
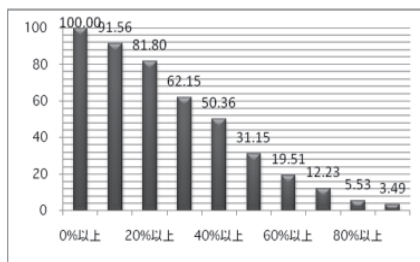


図 7 寺院(左)と神社(右)の接道率分布(阪神地域)



図 6 ポリゴンの接道部分

5. 境内の有効空地分析

実際に境内がオープンスペースとして機能しうる有効な空地进行をどれだけ備えているかを計量するには、境内の建物配置を考慮する必要がある。そこで、ここではモルフォロジーにおける closing/opening という手法⁽²⁾を用いて有効空地の計量を試みる。

(1) 円掃過法による有効空地の計量

空地とは建物が建っていない土地、すなわち非建蔽地とみなした場合、その量を表す指標として空地率がある。しかし、空地率は単なる面積比で計量されるもので、空地のもつ形態上の差異が計量できないという欠点がある。例えば図 8 に示すように、同じ空地率であっても集約している空地のほうが利活用の可能性があり、有効に働くと考えられる。そこで、いま便宜的に、空地を建物間の”隙間”と”有効空地”に二分してみる(図 9)。隙間とは、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、隙間以外の空地を有効空地と呼ぶ。隙間と有効空地の計量に際しては、建物配置図を画像化し(ここでは 1 画素を 50cm に設定)、半径 r の円に対応するデジタル図形(図 10)によって、画像化された建物平面を拡大(dilation)し、その後、収縮(erosion)するという方法を適用する^(6,7)。これは、モルフォロジーにおける opening と呼ばれる操作に相当し(ここでは「円掃過法」と呼ぶ)、その処理の結果、隙間が抽出可能である。隙間と建物配置を除いた部分が有効空地である(図 11)。半径 r の値は分析の目的に応じて設定することができる。



図 8 建物配置による空地率

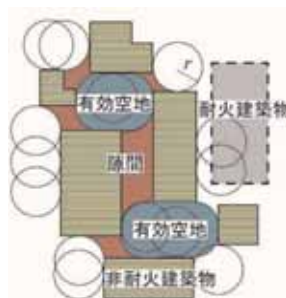


図 9 有効空地と隙間

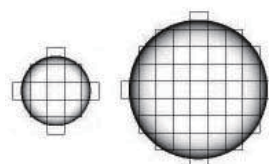


図 10 デジタル化された円

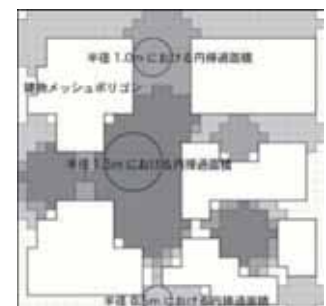


図 11 有効空地の抽出

(2) 有効空地の計量結果

ここでは寺社境内を災害時の一時避難場所として利用する場合を想定して、掃過円の半径 r を 0.5m・1.5m・2.5m・5.5m・7.0m・8.0m・14.0m に設定し、寺社境内の敷地・建物ポリゴンデータの整備が整っている阪神地域を対象として、円掃過法による有効空地を計量した⁵⁾。分析に使用する半径 r の設定と計量した半径 r における有効空地面積の災害時における利用目的、さらに解析結果のうち、寺院・神社の有効空地の総面積と境内内に有効空地を有する寺社境内の総数をそれぞれ表 4 に示す。

表 4 r の設定要因と解析結果

r	有効空地の利用目的	寺院 (境内数)	神社 (境内数)
0.5m	人の生活行動における最低範囲である直径 1m の円の掃過できる空地	0.78km ² (681)	0.81km ² (284)
1.5m	災害時の復興支援を行う陸上自衛隊のトラックの通行可能幅	0.74km ² (641)	0.80km ² (284)
2.5m	被災者の生活を守る陸上自衛隊が所持する簡易テントの設置可能領域	0.69km ² (683)	0.78km ² (280)
5.5m	1m ² /人を基準としたときの災害時の一時避難場所設置基準である 100 人の避難可能領域	0.56km ² (412)	0.70km ² (255)
7.0m	災害時の緊急救助用ヘリコプターの着陸可能領域	0.48km ² (314)	0.65km ² (231)
8.0m	2m ² /人を基準としたときの災害時の一時避難場所設置基準である 100 人の避難可能領域	0.44km ² (251)	0.62km ² (205)
14.0m	救援物資等搬入用ヘリコプター着陸可能領域	0.27km ² (85)	0.44km ² (102)

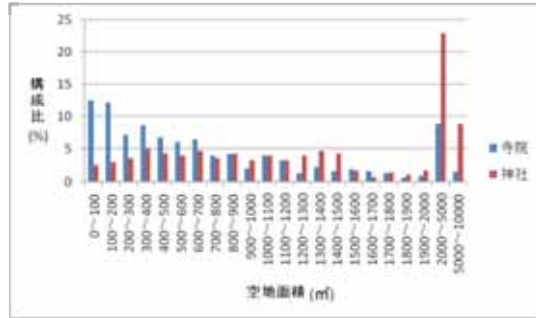


図 12 空地面積ごとの寺院・神社構成比

阪神地域における寺社境内空地の総面積を計量すると、寺院 0.79k m²、神社 0.81k m²であった。境内敷地の総面積を比較した場合は、寺院 1.13 k m²、神社 0.93 k m²と、寺院の方が神社よりも大きな値を示したが（表 1）、空地面積の合計を比較した場合は、神社の方が寺院よりも大きな値を示し、改めて神社境内の空地としての有効性が明らかになった。図 12 は寺院・神社の空地面積別の構成比である。寺院は空地面積 0～500 m²における構成比が最も高く、神社は空地面積 2000～5000 m²における構成比が 22.9%と非常に高い割合となった。このことから神社境内空間の空地利用可能性は高いといえる。

有効空地の抽出結果のうち、寺院・神社それぞれの建物配置の特徴を表した例を図 13 に示す。寺院境内と神社境内の建物の配置を比較すると、寺院の建物は比較的分散しており、神社の建物は集中している傾向が見られた。そのため神社の境内空間は比較的大きな有効空地が得られることが多く、実際の数値データからも、掃過円の半径が大きな空地を確保できる境内は、寺院境内よりも神社境内の方が多くわかる。また有効空地が非連結となり、複数の領域を別の目的で利用できる境内も認められた。例えば金蓮寺においては、半径 $r=2.5$ m における有効空地の総和が 2,655 m²であることから、約 135 張の災害時支援テントを設置することができ、また $r=5.5$ m における有効な空地が 2103 m²であることから、災害時に 1 m²/人の面積を確保するとすれば、約 2,100 人の被災者が収容可能である。

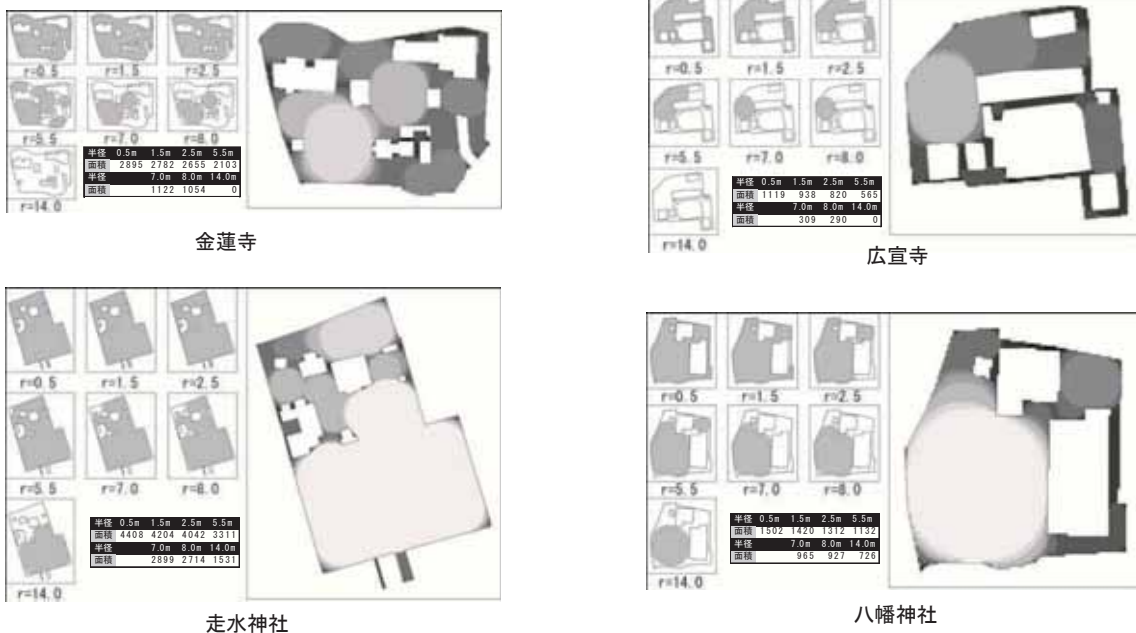


図 13 円掃過法による有効空地抽出結果

さらに全ての掃過円の半径において有効な空地の面積合計は、寺院よりも神社の方が大きい値を示した(図 14)。特に半径 $r=14.0\text{m}$ の有効空地解析においては、有効な面積を有する神社の数が寺院の数を上回り、大規模な空地を確保することのできる境内は寺院よりも神社の方が数・面積ともに多いことが明らかになった。また、それぞれの半径ごとの有効空地を有する境内の数とその比率をみると、寺院と神社には大きな差ができ、平均 30%以上もの開きがみられる(図 15)。これより、神社境内は様々な目的に応じて使用可能な有効性の高い境内空地を有しており、寺院境内よりも、都市内空地としての有用性が高いことが確認できた。神戸市などの大都市においては避難所の不足が問題として挙げられており⁸⁾、特に神社境内の避難所としての活用が期待される。

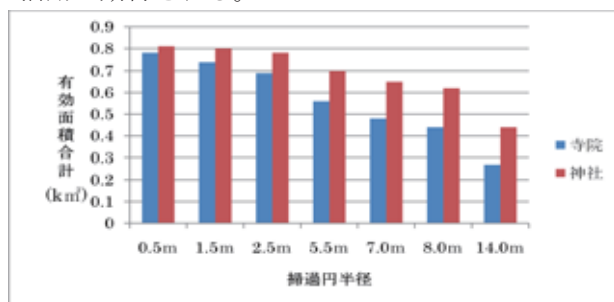


図 14 半径 r における有効空地面積

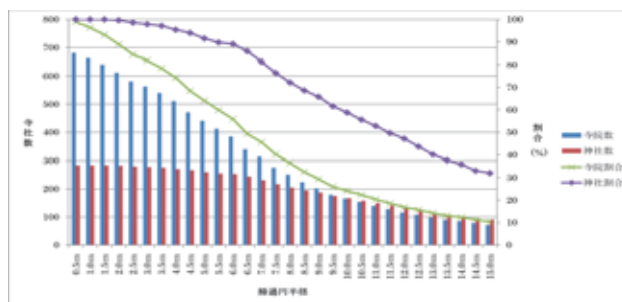


図 15 半径 r における有効な空地を有する境内数とその比率

6. おわりに

ひとくちに境内といっても、寺院と神社では都市内分布と敷地形態特性には差異がみられることが明らかとなった。寺院は神社より数密度が高いが、凝集分布の傾向にあり、これに対して神社はランダム分布に近い上、接道率も高い。また円掃過法による有効空地の解析からも、神社境内は寺院境内と比較し、大規模な有効空地を有しているという結果が得られた。すなわち、定量的には、神社境内の方が寺院境内と比べ、都市生活者に公平に開放的な空地を提供でき、さらに使用可能な有効性の高い境内空地を有しているという意味で、都市内空地として、とりわけ避難場所としての利活用の可能性が高いといえる⁽³⁾。

また、本研究では、円掃過法を使用する際に、寺社境内敷地を建物が建っている土地(建蔽地)と、建っていない土地(非建蔽地)の 2 種類に区分し、植栽配置を加味せず、非建蔽地を空地として計量を行ったが、一般に寺社境内には多くの樹木が存在しており、その存在を考慮せず一括りに非建蔽地を空地として扱う方法では、精確な結果は得られないと考えられる。しかしながら、樹木の樹幹配置や樹種の調査には多くの時間が必要とされるため、この点に関しては今後の課題としたい。

注釈

- (1) 本研究では神戸市を中心とし、尼崎市、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、川西市を含めた兵庫県阪神地域を対象とした。先行研究で対象とされてきた東京都 23 区、大阪市、名古屋市、京都市の 4 都市と都市の規模を合わせるため、複数都市を一括して対象としている。
- (2) 半径 r の円に対応する構造要素で建物平面を dilation (拡大) した後 erosion (縮小) する手法を closing といい、またその反対に建物平面を erosion (縮小) した後 dilation (拡大) する手法を opening という⁹⁾。
- (3) 空地の解析に加えて、境内の緑地ポリゴンも作成したが、その計量結果によると、寺院の緑被率は 16.0%、神社のそれが 58.5% となった。緑被率の観点からも、神社の優位性が確かめられた。

参考文献

- 1) 刀根令子・及川清昭・浅見泰司：東京における寺社境内の形態的特徴と都市緑地環境への貢献，GIS—理論と応用，地理情報システム学会，13巻・2号，pp.129-137，2005
- 2) 藤原悠佑・及川清昭：京都と大阪における寺社境内の敷地形状と分布様態に関する数理的考察，日本建築学会大会学術講演梗概集 F1，pp.447-448，2006
- 3) 井上僚平・武田史朗・及川清昭：大阪市における寺社境内の分布特性・形態的特性と避難空間としての寄与に関する研究，歴史都市防災論文集 Vol.3，pp.223-228，2009
- 4) 藤井健史・松宮かおる・及川清昭：大都市における寺社境内の分布と形態特性に関する定量的考察 その 1.5 都市間における分布パターンと敷地形状の比較分析，日本建築学会大会学術講演梗概集 F1，pp.1051-1052，2010
- 5) 松宮かおる・藤井健史・及川清昭：大都市における寺社境内の分布と形態特性に関する定量的考察その 2. 円掃過法による有効空地の計量，日本建築学会大会学術講演梗概集 F1，pp.1053-1054，2010
- 6) 鷺崎桃子・刀根令子・及川清昭：画像処理技法による建物間の隙間の定量化に関する研究—その 2，日本建築学会大会学術講演梗概集 F1，pp.955-956，2003
- 7) 鷺崎桃子・及川清昭：大阪市における隙間量と建物の密度指標との関係，画像処理技法による建物間の隙間の定量化に関する研究 その 3，日本建築学会大会学術講演梗概集 F1，pp.508-509，2004
- 8) 天国邦博・呂恒俊・望月利男：阪神・淡路大震災における避難者実態に関する考察，地域安全学会論文報告集 (6)，pp.223-234，1996-11
- 9) 小畑秀文：モルフォロジー，コロナ社，1996 年