建物間の隙間に関する定量的分析

QUANTITATIVE ANALYSIS OF GAP BETWEEN BUILDINGS

松宮 かおる*, 鷺崎 桃子**, 及川 清昭***, 郷田 桃代****

*Kaoru MATSUMIYA, Momoko WASHIZAKI, Kiyoaki OIKAWA
and Momoyo GOTA*

The purpose of this study is to propose a method of quantification of the gap between buildings. The gap is defined as an area where a circle of radius r cannot sweep through on a building location map. To extract the gap area, the operations of image processing method are applied.

By applying the proposed method to the building location of Tokyo and Osaka cities, the following results were obtained. 1) The quantity of gap cannot be neglected in urban area. 2) The gap ratios and indices of building density were correlated. 3) High gap ratio areas are located circularly.

Keywords : *Gap between Buildings, Building Placement, Image Processing Method, Density Index, Morphology, Closing*

建物間隙間, 建物配置, 画像処理技法, 密度指標, モルフォロジー, クロージング

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

日本の都市空間における特徴のひとつに、建物間の隙間があげられる。ヨーロッパの都市やイスラーム都市の市街地においては、建物と建物とは密着していることが多いが、日本の市街地においては、建物は敷地の周辺に余白を残しながら離散的に配置され、その結果建物間の隙間、すなわち狭小な空地が毛細血管のように分布していることがわかる（図 1 注1）。規模や形態は様々ではあるが、建物間の隙間は単なる残余空間ではなく、日照や通風の調節・延焼防止・プライバシーの確保などの機能を有している注2）。

日本の都市空間における隙間の存在については、都市計画や建築の分野から様々な視点で論じられることが多く注3）、また、隙間を積極的に活用する建築的な提案注4）～注6）もみられる。しかし、隙間に対する関心の高さにもかかわらず、実際の市街地において建物間の隙間

がどれだけの面積を占め、また、どのように分布しているのかといった基本的かつ広域的な定量的把握は試みられていない状況にある。

そこで本論では、建物間の隙間を計量する幾何学的手法を提案するとともに、実際の市街地における建物配置に適用し、隙間の面積やその量的分布形状、さらには建蔽率や周長率などの密度指標との相関を実証することを目的とする。以下、本論では、次節で既往の関連研究を概観した後、2章では建物間の隙間を幾何学的に定義し、画像処理技法を援用した計量手法を提示する。また、画像処理の具体的な方法について説明する。3章ではその計量手法を東京 23 区と大阪 24 区全域の市街地における建物配置に適用・考察し、4章では隙間の面積の割合と建物密度指標との相関について分析・考察する。適用事例を東京と大阪にしたのは、代表的な大都市であり、建物データも整備されており、市街地特性を把握するには適切であると考えたからである。

1.2 既往研究と本研究の位置づけ

建物間の隙間に関しては、路地空間も含めると様々な視点から研究がなされてきており、例えば隙間の機能や効果の実証的分析注7）や、隙間の防災機能と火災時の危険性に関する研究注8）などがある。しかし、都市空間における隙間を定量的に把握している研究は数少ない。その中で、白石ら注9）は東京都内の地区を対象とし、隣棟間の幅と属

図 1 建物配置の比較

* 立命館大学大学院理工学研究科総合理工学専攻
博士後期課程・工修

** 榊山下設計

*** 立命館大学理工学部建築都市デザイン学科 教授・工博

**** 東京理科大学工学部第一部建築学科 准教授・工博

Doctoral Course in Integrated Science and Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University, M. Eng.
YAMASHITA SEKKEI INC.

Prof., Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University, Dr. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science, Dr. Eng.

図2 等距離圏モデル

図3 中心領域と包絡領域(有効空地)

性に着目して隣棟間隙間率を算出している。また道尾ら⁷⁾は、札幌市市街地の街区を対象とし実地調査を行い、建物間の隙間の数と配置状況を分析している。さらに、野沢⁸⁾は、実態調査によって採光・庭的利用・延焼防止の観点から2mを空地幅の最小値とみなしている。これらの研究は主に隙間の幅と利用実態に関する研究である。

これに対して、建物間の隙間に関連した幾何学的・定量的研究として腰塚の研究⁹⁾があり、建物壁面から距離 r の張り出し部分によって覆われた土地を“使いものにならない微少な空地”であるとみなして、有効空地率を隣棟間隔・棟数密度・建物面積から推定する理論式を導出している。また、郷田の一連の研究^{10)~12)}では、「空隙」を“3次元空間において建物に占められないで残る空間”と定義し、空隙の定量化に際し、仮想円の掃過という幾何学的手法を用いている。この手法では、空隙のうち建物境界からの距離が r 以下の領域を「影響圏域」、その残りを「離隔圏域」と区別し、さらに離隔圏域に中心をもつ半径 r の円群が掃過する領域を「距離 r の包絡領域」、また距離 r の離隔圏域を「距離 r の中心領域」としている(図2、図3^{注4)})。この包絡領域という概念は、ある規模以上のまとまった領域を抽出する際に有効な概念であり、東京都都心部の一部の地域を対象に、包絡領域面積の分析を行っている。

鷲崎・及川ら^{13)~16)}は上記の郷田の研究の展開を図り、「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”と定義し、その計量を試みている。郷田が包絡領域という概念を用いて、ある規模以上のまとまった空地を計量したのに対し、鷲崎・及川らは建物間の隙間という概念を用いて、空地の中でも建物に挟まれた、ある規模以下の土地を計量している(図3)。つまり、両者の研究は相補的な関係にある。また鷲崎・及川らは、建物データの計量に際して、画像処理技法を援用することで、郷田の計量手法を画像処理技法の観点から再定義し、かつ実際の計算時間を短縮している^{注5)}。その結果、広域を対象としたデータ処理も可能となり、東京23区・大阪24区といった広域の隙間量を定量的に把握している。

本論は、これまでの鷲崎・及川らの研究を総括・再編したものであり、特に幾何学的に隙間を明確に定義し、汎用性の高い計量手法に展開した点が特筆されると考えている。なお、本論では対象地域である東京23区および大阪24区の建物配置データを近年のものに更新し、再度計量を行った。また、建物や隙間の密度についても、これまでのような計量メッシュあたりのグロス密度ではなく、新たに、街区面積あたりのネット密度で算定した。

2. 隙間の定義と画像処理技法を援用した計量手法

2.1 建物間の隙間の定義と画像処理技法との対応

隙間とは、ごく自然に定義するならば、ある大きさを持った物体が入れない領域とみなすのが妥当であろう。そこで、本論では前述

したように、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”として定義する(図4)。ただし、この定義にそのまましたとすると、連続平面を対象として計量しなければならず、幾何学的な処理は非常に煩雑になる。そこで、建物配置図を画像化し、半径 r の円に対応するデジタル図形(「構造要素」という)によって、建物配置図を「拡大(dilation)」し、拡大された図形を「収縮(erosion)」するという

図4 隙間の定義

画像処理の操作を援用する。これは、モルフォロジー^{注6)}における建物の“closing”と呼ばれる操作に相当する。モルフォロジーにおける「dilation(拡大)」とは“ずらし重ね”，一方、「erosion(収縮)」とは“掻き取り”と訳される。平面図形を対象としたとき、半径 r の円に対応する構造要素を、その中心が建物の輪郭上を通るように移動させたとき(あるいは、直径 r の円を図形の輪郭線上に接するよう移動させたとき)、円の軌跡分の半径 r だけ拡大させることをdilationといい、また反対に、円の軌跡分の半径 r だけ収縮させることをerosionという(図5)。図2の影響圏域は、dilationした部分に相当する。

建物平面をdilation(拡大)し、その図形をerosion(収縮)する操作をclosingといい、逆に、建物をerosionした後dilationする手法がopeningという操作である。このように、closingとopeningは双対関係にあり、建物配置図でいえば、“建物の、半径 r の円によるclosing”は、“空地の、半径 r の円によるopening”と等価である。closingによって生ずる図形が半径 r の円が掃過できない領域となるので、建物の隙間はその図形から建物平面を除くことにより抽出できる(図6)。このような隙間の計量手法を、ここでは「円掃過法」と呼ぶこととする。また、構造要素となる円を「掃過円」と呼ぶ。

図5 建物平面 dilation と erosion

図6 closingによる隙間の抽出

closing の直感的解釈をいうと、構造要素である半径 r の円を建物の外側から当て、円が建物の内部に入らない状態で接するように動かしたとき、円によって覆われなかった部分が建物の円による closing で得られる領域に相当する (図 6(C))。逆に、空地に対して closing の操作を施せば、建物平面で半径 r の円が掃過できない微小な部分を抽出できる。

このように、半径 r の円が掃過できない領域と定義された隙間が、モルフォロジーにおける画像処理技法と明確に対応付けることができる。

なお、本研究では、建物配置図において円が掃過できない領域の隙間に着目しているが、その反対に、半径 r の円が掃過できる部分に着目すれば、それはある規模以上の集約された空地であり、利活用の可能性の高い「有効空地」(図 3 における包絡領域)といえる。円掃過法を用いれば、半径 r の設定により、その目的に応じた有効空地を抽出・計量することも可能であり¹⁹⁾、円掃過法は建物配置分析において汎用性の高い計量手法といえる。

2.2 建物配置図の画像化処理と掃過円のデジタル形状

円掃過法を実際の建物配置に適用する際には、建物配置図を画像データに変換 (デジタル化) する必要がある。デジタル化、すなわち (0,1) の二値データ化する場合、1 ピクセル (画素) の大きさは細かいほど望ましいが、本研究においては、計算時間を考慮して建物配置図を 50 cm 角の正方形が 1 ピクセルとなるようデジタル処理を施した。

また、構造要素である掃過円は図 7 のようにユークリッド距離を用いる。半径 r の円はデジタル処理されるため、連続平面上の円とは形態的な差異があるが、画素が小さくなるほど正確な円に近似される。また、半径 r が大きくなるほど、デジタル化された円と連続平面上の正円との面積上の相対誤差は小さくなる²⁰⁾。円の直径 $2r$ は、隙間の幅に相当し、半径 r は分析の目的に応じて設定することができる。以下、本論では、掃過円の半径 $r=0.5, 1.0, 1.5$ (m) の 3 段階で隙間を抽出する。1 ピクセルが 50 cm 角であるから、各半径に対する隙間幅 (直径、すなわちピクセルの最大幅) は、それぞれ 1.5m ($r=0.5$)、2.5m ($r=1.0$)、3.5m ($r=1.5$) となる。デジタル化した建物配置図を、ユークリッド距離を用いた掃過円の構造要素により closing することで、隙間の画像データが得られる (図 8)。

図 7 ユークリッド距離に基づく円の形状

図 8 デジタル画像による隙間の抽出

2.3 デジタル化された建物配置図における建物密度指標

建物配置のデータとしてはポリゴンデータを用いるが、配置図をデジタル化した場合、ポリゴンとしての建物と棟数や周長に差異が生じるので、ここで計量上の前提条件を確認しておく。

まず、棟数については、隙間幅 50cm 未満で隣接する建物群が連結したひとつの成分として画像化されることがある (図 9)。つまり、画像処理前後では建物棟数が変わる場合がある。ピクセルが細かいほどこの問題は避けられるが、以下本論でいう建物棟数とは連結成分の数を指すものとする。

建物の周長については、画像上の距離を用いる。すなわち、建物の外形線を構成する画素の midpoint を連結した線の長さを周長とする (図 10)。また、建築面積については連結成分のピクセル数とする。

上述の連結成分数・周長・建築面積を街区のピクセル数で除した値を、連結成分密度・周長率・建蔽率とする。

図 9 画像化前後の連結成分 図 10 デジタル図形における周長

2.4 建物配置データの作成と隙間の計量・描出

建物ポリゴンデータは、東京 23 区については「東京都縮尺 1/2,500 地形図構造化データファイル (ver. 20110401, 株式会社ミッドマップ東京)」を用いた。また、街区データは「数値地図 2500 空間データ基盤 (平成 15 年 2 月 1 日発行, 国土地理院)」を利用した。一方、大阪 24 区については、「大阪市デジタルマッピング地形図 1 : 2500 (2011 年 8 月発行, 財団法人大阪市都市工学情報センター編集)」から建物と街区のみを抽出したデータを使用した (図 11)。

円掃過法による隙間の計量に際しては、①上記の 1/2500 の建物配置・街区のポリゴンデータを整備し<Step 1>、②建物・街区ポリゴンを 1 ピクセルを 50cm としてデジタル化し<Step 2>、上述した計量の前提条件に基づいて、連結成分 (画像化された棟数に相当) の密度 (以下、連結成分密度)・周長率・建蔽率を計量し、③画像処理技法の dilation と erosion の処理を施し (closing)、隙間の抽出・計量を行った<Step 3> (図 12)。図 13 は上記の手続きによって隙間を抽出した例である。掃過円の半径 r の設定ごとに、隙間の画像が抽出される。

隙間・建築面積・周長・連結成分数は、東京 23 区・大阪 24 区全域における総和とともに、対象領域を 100m メッシュと 500m メッシュに区切って計量・描画する²⁸⁾。表 1 に基本統計量を示す。

図 11 建物・街区ポリゴンデータ (左: 東京、右: 大阪)

図 12 データの作成と分析の流れ

図 13 隙間抽出例（大阪市生野区）

3 隙間の面積と分布様態

3.1 隙間率

ある領域内の隙間のピクセル数を面積 $<0.5^2 \times$ ピクセル数（ m^2 ） $>$ に換算した値を隙間量と呼び、換算した街区の面積で除した割合を隙間率と呼び、 λ_r （ $r=0.5, 1.0, 1.5$ ）と表記する。すなわち、隙間率はネット密度に相当する。

東京 23 区・大阪 24 区全域における隙間の計量結果を表 2 に示す。東京 23 区の隙間量をみると、掃過円の半径 $r=0.5\text{m}$ の狭小な隙間量でも約 430ha あり、その隙間率は 0.94%と街区全体の約 1%を占めている。また半径 $r=1.5\text{m}$ のときの隙間量は 1887.9ha となり、隙間率は 4%を超える。これは東京 23 区における街区公園面積（527.6ha）の 3.6 倍にも及ぶ⁹⁾。

一方大阪市の隙間量をみると、 $r=0.5\text{m}$ のときは 127.1ha、 $r=1.5\text{m}$ のときは 425.9ha となっている。隙間率をみると、いずれの半径の場合も東京の隙間率を下回っており、大阪のほうが隙間率は低いことがわかる。ただし半径 $r=1.5\text{m}$ のときの隙間量は、大阪市の街区公園面積（212.8ha）の 2 倍にも及び、東京と同様、隙間が都市空間において決して無視できない量を占めていることがわかる。

3.2 隙間の分布様態

対象領域における隙間率の高い地域^{注 10)}の分布様態を把握するために、100m メッシュ単位で計量し、隙間率 λ_r の分布図を作成した（図 14）。 $\lambda_{0.5}$ の分布図をみると、東京では皇居および隅田川周辺の地域で 3.0%以上の特に隙間率の高いメッシュが集中している。一方、大阪では、 $\lambda_{0.5}$ が 3.0%以上を超える地域は比較的少ないが、大阪城公園の北側の北区・都島区および城東区の東側の一部が隙間率 3.0%以上であり、特に隙間率が高いといえる。

表 1 対象領域基本計量

	メッシュ数		建物ポリゴン数	建物面積（ha）	街区面積（ha）	分析対象領域面積（ha）
	500m	100m				
東京	2662	61059	1938273	12193.9	45863.3	61059.0
大阪	1031	22103	391794	6790.4	16559.4	22103.0

表 2 隙間率

	隙間量（ha）			隙間率（%）			街区面積（ha）
	$r=0.5$	$r=1.0$	$r=1.5$	$r=0.5$	$r=1.0$	$r=1.5$	
東京	429.6	1136.4	1887.9	0.94	2.48	4.12	45863.3
大阪	127.1	282.0	425.9	0.77	1.70	2.57	16559.4

表 3 高隙間率地域上位 5 地域（500m メッシュ）

ランク		1	2	3	4	5		
東京	r=0.5	メッシュ番号	4151	4653	4654	4552	4150	
		地域名	台東区浅草	台東区千束	台東区浅草	台東区北上野	千代田区神田	
	r=1.0	隙間率(%)	4.651	4.454	4.422	4.374	4.332	
		メッシュ番号	4151	4654	2139	5048	4155	
	r=1.5	地域名	台東区浅草	台東区浅草	品川区戸越	北区田端	墨田区亀沢	
		隙間率(%)	7.301	7.183	7.122	7.024	6.991	
	r=1.5	メッシュ番号	1939	2139	5440	2038	1239	
		地域名	品川区豊町	品川区戸越	北区十条	品川区中延	大田区中央	
	大阪	r=0.5	隙間率(%)	10.864	10.805	10.678	10.425	10.173
			メッシュ番号	2731	2521	1938	2831	2537
r=1.0		地域名	北区天満	花区梅香	生野区田島	北区東天満	城東区東中浜	
		隙間率(%)	3.356	3.106	2.707	2.601	2.526	
r=1.5		メッシュ番号	2731	3035	3339	2521	2831	
		地域名	北区天満	都島区都島	旭区清水	花区梅香	北区東天満	
r=1.5		隙間率(%)	5.669	5.057	4.920	4.913	4.740	
		メッシュ番号	2921	3339	2624	3035	2331	
r=1.5		地域名	西淀川区姫島	旭区清水	福島区野田	都島区都島	中央区谷町	
		隙間率(%)	7.296	7.113	7.105	7.053	7.042	

$\lambda_{1.0}$ の分布図をみると、いずれの都市においても隙間率が高い地域は環状に分布するのが特徴的である。すなわち、東京においては JR 山手線沿いに、また、大阪においては JR 大阪環状線沿いに隙間率の高い地域が連担している。特に、隙間率 6.0%以上の非常に隙間率の高い地域は、JR 山手線沿いでは、上野から池袋、また目黒から大崎にかけて集中している。一方、大阪では JR 大阪環状線沿いに、上は京橋付近から、下は今宮駅付近からにかけて広範囲に連担しており、大阪環状線野田駅と桜ノ宮駅付近を中心とする地域にも隙間率 4.0%以上の高い隙間率の地域が集中している。これらの地域は、両都市ともに、木造住宅密集地域となっているのが特徴である。また、 $\lambda_{1.5}$ の場合も、 $\lambda_{1.0}$ の分布と同様の傾向を示すことが確かめられた。

表 3 に、東京・大阪において隙間率 λ_r の最も高い上位 5 地域をまとめた。東京においては、台東区浅草地域の $\lambda_{0.5}=4.7\%$ 、 $\lambda_{1.0}=7.3\%$ 、品川区豊町の $\lambda_{1.5}=10.9\%$ 、大阪では北区天満地域の $\lambda_{0.5}=3.4\%$ 、 $\lambda_{1.0}=5.7\%$ 、西淀川区姫島の $\lambda_{1.5}=7.3\%$ が、それぞれにおいて最も高い隙間率となった。東京では $\lambda_{0.5}$ および $\lambda_{1.0}$ の上位を台東区が占めており、この地域に、特に狭小な隙間を持つエリアが集中しているといえる。図 15 に隙間率 $\lambda_{1.0}$ および $\lambda_{1.5}$ の高かった地域の隙間の分布を示す。どちらの地域においても、街区の中に小規模な建物が密集しており、それぞれの建物間に狭小な隙間が生じていることがみてとれる。

東京・大阪全域を 500m メッシュに分割し、それぞれのメッシュにおける隙間率の頻度分布を図 16 に示す。半径 $r=0.5$ のときの頻度をみると、東京においては、 $\lambda_{0.5}=0.0\sim 2.0\%$ でのメッシュ数が多く、その数は対象領域の全メッシュ数の 9 割を超える。大阪においても同様に、 $\lambda_{0.5}=0\sim 2.0\%$ の範囲内にほぼ全てのメッシュがおさま

図 14 隙間率 λr の分布様態

図 16 隙間率別メッシュ数 (左: 東京, 右: 大阪)

っており、 $\lambda_{0.5}$ が 2% を超える地域が特異であることがわかる (図 16・ $\lambda_{0.5}$ の図を参照)。また東京・大阪の全ての半径 r において、隙間率が 0.25% のときの頻度が出ている。このことから、隙間幅の小さな隙間は、都市の全域にわたり少量存在しているといえる。

4. 隙間率と建物密度指標との相関

隙間率は、建物が建て詰まるにつれて高くなると推測される。すなわち、棟数密度 (本論では連結成分密度) や周長率、建蔽率に依存すると考えられる。また建物が稠密に配置されている場合、建物の周長が長いほど隙間率は高くなると推測される。そこで、ここでは、建物の密度指標との相関を把握してみる。

図 17 は東京・大阪全域を 100m メッシュに分割し、メッシュ単位での建蔽率・周長率・連結成分密度を計量した結果である。図 14 の隙間率の分布図と対応させると、隙間率の高い地域がそれぞれの

図 15 高隙間率地域 (500m メッシュ)

図 17 建蔽率・周長率・連結成分密度の分布様態

密度指標の高い地域と概ね一致していることがみてとれる。

東京と大阪における隙間率と建物密度指標との相関をみるために、500m メッシュにおける隙間率と建蔽率・周長率・連結成分密度の散布図を作成し、相関係数と1次回帰式を求めた(図 18, 表 4 注11)。相関をみると、程度にばらつきはあるものの、隙間率と周長率・連結成分密度に相関があることがわかる。また、概ね隙間の幅が広くなるほど、隙間率と建物間の密度指標とは強い相関を示している。

特に周長率と隙間率は、東京の $\lambda_{0.5}$ の場合を除き、どの掃過円半径においても相関係数 $R^2=0.70\sim0.89$ 程度となっており、強い相関がみられた。これより、建物が密に配置される場合、概ね隙間量は周長に比例すると考えられる。すなわち、周長率からおおよその隙間率が推定できることがわかる。

連結成分密度が増加すると、周長率も高くなり、隙間量がそれにつれて増加すると考えられる。東京においては、連結成分密度と隙間率は、相関係数 $R^2=0.57\sim0.78$ 程度とやや弱い相関をみせたが、大阪においては、 $R^2=0.50\sim0.51$ であり、非常に弱い相関となった。

一方、建蔽率についてみると、東京の $\lambda_{0.5}$ の場合を除き、相関係数 $R^2=0.004\sim0.37$ 程度と、隙間率との間には、あまり相関はみられなかった。特に東京においては、 $\lambda_{1.0}$ では $R^2=0.0044$ 、 $\lambda_{1.5}$ では $R^2=0.1156$ であり、隙間率と建蔽率は無相関であるといえる。これは、同一規模・形態の建物であれば、[周長] $^2 \propto$ [建築面積]という関係があるので、隙間量ともある程度の相関があると推測されるが、しかし、建蔽率は同一規模・形態に加えて配置の偏りにも大きく左右されるため明確な相関が見いだせなかったと考えられる。な

図 18 隙間率と建蔽率・周長率・連結成分密度の相関

表 4 隙間率と建物密度指標との相関係数

隙間率	密度指標	相関係数 R^2		数式	
		東京	大阪	東京	大阪
$\lambda_{0.5}$	建蔽率	0.5230	0.1557	$y = 33.502x$	$y = 42.21x$
	周長率	0.4103	0.7052	$y = 6.691x$	$y = 6.2556x$
	連結成分密度	0.5735	0.4950	$y = 43.342x$	$y = 32.461x$
$\lambda_{1.0}$	建蔽率	0.0044	0.3273	$y = 14.228x$	$y = 19.985x$
	周長率	0.8048	0.8274	$y = 2.8421x$	$y = 2.9555x$
	連結成分密度	0.7647	0.5026	$y = 18.166x$	$y = 15.096x$
$\lambda_{1.5}$	建蔽率	0.1156	0.3678	$y = 8.8502x$	$y = 13.427x$
	周長率	0.8850	0.8580	$y = 1.7675x$	$y = 1.9852x$
	連結成分密度	0.7818	0.5148	$y = 11.233x$	$y = 10.128x$

お、単純な建物配置の場合、建物密度指標から隙間率を推定することも可能で、及川²⁰⁾が示している。

5. まとめと今後の展望

本研究では建物間の隙間を幾何学的に定義し、画像処理技法による隙間の定量化手法を円掃過法として提案した。また、円掃過法を東京 23 区および大阪 24 区における建物配置に適用することにより、都市空間における隙間の量的分布を把握し、主に以下のような知見が得られた。

- ① 隙間率（ネット密度）は、東京 23 区においては掃過円の半径 r が 0.5, 1.0, 1.5 (m) のとき、それぞれ 0.9, 2.5, 4.1 (%), 大阪 24 区においてはそれぞれ、0.8, 1.7, 2.6 (%) と計量され、狭小な隙間もその総和をみると、市街地においては無視できない面積を占めていることが明らかにされた。
- ② 隙間率の高い地域の分布状態をみると、東京 23 区では山手線沿線に環状に連なる地域に集中し、大阪では JR 大阪環状線外周沿いに連担していることがわかった。
- ③ 隙間率と建物密度指標（建蔽率・周長率・連結成分密度）とは相関がみられ、特に周長率とは非常に強い相関がみられた。

本論では、隙間率と建物の密度指標のみとの相関を分析したが、人口密度や木造住宅密集市街地、緑被率との関連があることが予想されるので、今後は都市防災と関連付けながら、計量的に明らかにしたいと考える。また、今回は隙間を計量する際に、建物配置図・掃過円をデジタル処理した上で計量を行ったため、実態の面積とは多少なりとも誤差が生じていると考えられるが、この面積誤差についても検討すべき必須の要件であり、今後の課題としたい。

注

- 注 1) ダマスカスの都市図は、共著者の及川が 2000 年に共同で行った現地調査の結果に基づく。
- 注 2) 日本の都市空間において建物間に隙間が生じる要因には、民法 234 条による境界線からの離隔距離 (50cm) の規定や、個別の敷地ごとに行われる建設工事のための作業空間の確保などがあげられる。また、湿度の高い日本の気候に配慮して、通風・換気を確保するためという環境の説明や、地震によるドミノ倒しや木造建築の火災による延焼を防ぐためという防災の説明も多くなされている。
- 注 3) 例えば、横他 1) は、「日本語ではこうした人工的秩序の間を『すきま』という。『充実』や『埋め尽す』ことが西欧的だとすれば、その対極にある『すき間』は極めて日本的である。」と記している (pp.194)。
- 注 4) 図 2・3 は郷田が論文で用いた図をもとに、本稿説明用に修正したものである。
- 注 5) 郷田は建物のビットマップ上で掃過円に相当するビットマスクを重ね合わせるという操作により演算処理を行っており、描出結果は同じであるが、本論で提案している手法とは異なる。
- 注 6) モルフォロジーに関する技法に関しては参考文献 17), 18) を参照した。
- 注 7) デジタル化された円は、連続平面上の幾何学的な正円とは形態も面積も異なり、計量結果も異なる。本論では、あくまでもデジタル画像上で定義される円と隙間の面積の計量結果を論じている。ちなみに、デジタル化された円と、連続平面上の円との面積誤差は、半径 $r=0.5\text{m}$ のとき 0.465 m^2 , $r=1.0\text{m}$ のとき 0.11 m^2 , $r=1.5\text{m}$ のとき 0.185 m^2 であり、その相対誤差は、半径 $r=0.5\text{m}$ のとき 37.2%, $r=1.0\text{m}$ のとき 3.39%, $r=1.5\text{m}$ のとき 2.53% と、半径が大きくなるにつれ、相対誤差は小さくなる。
- 注 8) 100m メッシュでの計量は、隙間量と各密度指標の具体的な分布様態を示すために用い、500m メッシュでの計量は、隙間率と各密度指標の相関を求める上で、数値的な安定性を確保するために用いた。

注 9) 街区公園の面積は、横浜市 政策局 統計情報課、大都市比較統計年表 (平成 22 年) に基づく。

注 10) ここでは、東京・大阪それぞれの都市において、半径 r ごとに、隙間率の高いメッシュ上位 5% 以上を、隙間率の高い地域の目安とした。よって、東京では、2.23% ($r=0.5\text{m}$)、5.02% ($r=1.0\text{m}$)、7.84% ($r=1.5\text{m}$)、大阪では 1.81% ($r=0.5\text{m}$)、3.70% ($r=1.0\text{m}$)、5.54% ($r=1.5\text{m}$) が高い隙間率の目安となる。

注 11) 隙間率 λ_r と各密度指標の相関図において、原点を通過しない近似直線を求めた場合の相関係数を参考に記す。建蔽率との隙間率 λ_r の相関係数 R^2 は、東京では 0.5158 ($\lambda_{0.5}$)、0.5818 ($\lambda_{1.0}$)、0.5787 ($\lambda_{1.5}$)、大阪では 0.6628 ($\lambda_{0.5}$)、0.6976 ($\lambda_{1.0}$)、0.7001 ($\lambda_{1.5}$) であり、周長率との隙間率 λ_r の相関係数 R^2 は、東京では 0.7381 ($\lambda_{0.5}$)、0.8993 ($\lambda_{1.0}$)、0.9344 ($\lambda_{1.5}$)、大阪では 0.8485 ($\lambda_{0.5}$)、0.9044 ($\lambda_{1.0}$)、0.9178 ($\lambda_{1.5}$)、建蔽率との隙間率 λ_r の相関係数 R^2 は、東京では 0.6933 ($\lambda_{0.5}$)、0.7847 ($\lambda_{1.0}$)、0.7818 ($\lambda_{1.5}$)、大阪では 0.5447 ($\lambda_{0.5}$)、0.532 ($\lambda_{1.0}$)、0.5369 ($\lambda_{1.5}$) となった。

参考文献

- 1) 横文彦他：見えがくする都市、鹿島出版会、1980
- 2) A activity 編集部：A vol.8 東京計画 2000 #01、文芸社ビジュアルアート、2003.12
- 3) 貝島桃代・黒田潤三・塚本由晴著：メイド・イン・トーキョー、鹿島出版会、p.012, 2001
- 4) 金 栄爽・高橋 鷹志：密集住宅地の「住戸群」における路地と隙間の役割に関する研究、日本建築学会計画系論文集、469, pp.87-96, 1995.3
- 5) 腰塚武志・杉田修：隣棟間隔を考慮した市街地の分析、日本都市計画学会学術研究発表会、pp.37-42, 1983
- 6) 白石高志・松村秀一・安藤正雄・宇野求・安孫子義彦・藤井俊二・本堂泰治：都市空間における隣棟間隙の協調利用に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, pp.33-36, 2005.07
- 7) 道尾淳子・那須聖・八代克彦：札幌市市街地における隙間空間に関する研究・その 1：隙間空間の平面寸法による分類、日本建築学会大会学術講演梗概集、F-1, pp.269-270, 2003.07
- 8) 野沢康：空地確保による街区環境の改善手法に関する研究、日本都市計画学会学術研究発表会論文集、pp.703-708, 1993
- 9) 腰塚武志：棟数密度による有効空地の推定、日本都市計画学会学術研究発表会論文集、pp.337-342, 1989
- 10) 郷田桃代：既成市街地における空隙の定量分析－東京の GIS データを用いたケーススタディー、日本都市計画学会学術研究論文集、No.31, pp.13-18, 1996.11
- 11) 郷田桃代：既成市街地における建物と空隙の立体的特性に関する研究－東京の高密度地域を対象としたケーススタディーを通して－、日本都市計画学会学術研究論文集、No.32, pp.493-498, 1997.10
- 12) 郷田桃代：建物に対する方位を考慮した空隙の形態的特性に関する研究－東京の既成市街地における比較分析を通して－、日本都市計画学会学術研究論文集、No.33, pp.49-54, 1998.10
- 13) 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、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp.611-612, 2002.06
- 14) 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 F-1, pp.955-956, 2003.07
- 15) 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 F-1, pp.573-574, 2004.07
- 16) 鷺崎桃子・及川清昭：東京 23 区と大阪 24 区における隙間の分布形態の比較：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 4、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp.1175-1176, 2005.07
- 17) 小畑秀文：モルフォロジー、コロナ社、1996
- 18) J.Serra:Image Analysis and Mathematical Morphology, Academic Press, 1982
- 19) 松宮かおる・及川清昭：大都市における神社境内の防災的活用可能性に関する定量的考察、歴史都市防災論文集 vol.6, pp.251-256, 2012.7.7
- 20) 及川清昭・鷺崎桃子：建物配置図における隙間の面積の定式化、日本建築学会大会学術講演梗概集 F1, pp.1171-1172, 2005

(2013年7月10日原稿受理、2013年11月25日採用決定)