研究報告

東京都23区の土地利用数値情報に基づく地表面粗度要素としての街並の実状分析

Actual Conditions of Terrain Roughness Evaluated from Numerical Data
of Structural Dimensions in Tokyo

中村 修*¹ 宮下 康一*¹ 植松 康*² 山田 大彦*³

Osamu NAKAMURA Koichi MIYASHITA Yasushi UEMATSU Motohiko YAMADA

SUMMARY

The terrain roughness in the 23 wards of Tokyo cannot be easily evaluated because of a variety of structures with different dimensions. The authors have characterized the city from the viewpoint of terrain roughness, using the numerical data of dimensions of all structures in the 23 wards. The area of the 23 wards was divided into about 2,600 regions with a 500m mesh, and the terrain roughness of each region was analyzed. The results indicate that the regions are classified into the following three groups; that is, (i) regions in which the ratio $R_{f \geq 4}$ of the building area to the mesh area for the buildings with four stories or over is less than 20%, (ii) regions in which $20\% \leq R_{f \geq 4} < 40\%$, and (iii) regions in which $R_{f \geq 4} \geq 40\%$. In addition to the conventional homogeneous terrain roughness, resulting from low-rise buildings, the influence of buildings with four or more stories should be taken into consideration in the evaluation of the wind speed profile for design purpose.

1 はじめに

設計風速は建設地周辺の地表面粗度に応じた風速の鉛直分布を用いて決められる。その際、地表面粗度をどのように評価するかは重要な要素となる。多くの基標準類では地表面粗度を3～5に区分し、運用している。ただし、これらの分類は定性的な表現に基づいて行われるため判断に個人差が出るなど客観性にかける。特に我が国の都市域は高密度で、また、大小の建物が混在するなどの理由で判断が難しい場合も多い。

都市域での粗度を定量化した例として丸田ら¹⁾、大熊ら²⁾、田村ら³⁾および丸山⁴⁾の研究がある。丸田ら

は東京都税務統計年報より建築密度および建物高さを行政区ごとの平均値として示している。大熊らはいくつかの地域について縮尺 1/2500 の都市計画図より平面形状、現地調査により建物階数を調査している。ここでの検討は建物の大きさやばらつきまで評価している。田村らは、主に地表面粗度の経年変化を把握するという目的で、固定資産税台帳から町単位あるいは市単位で延床面積を検討している。丸山は、大熊らと同様に都市計画図より平面形状、現地調査により階数を特徴の異なる3つの市街地について検討している。ここでは、建物の形状や高さを詳細に調査し、モデル化、

*1 風工学研究所 Wind Engineering Institute Co., Ltd.

*2 東北大学 大学院工学研究科都市・建築学専攻、助教授、工博
Assoc. Prof., Department of Architecture and Building Science, Tohoku University, Dr. Eng.

*3 東北大学 未来科学技術共同研究センター、教授、工博
Prof., New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, Dr. Eng.

(原稿受理：平成12年3月1日)

更には建物規模の頻度分布まで示している。

以上の研究は、それぞれ有効なものであるが、東京 23 区全域を考えた場合、一般性をもたせる意味では調査範囲が狭く、また、情報量として必ずしも十分ではない。一方、近年、都市域での建物等に関する電子情報が利用できるようになり、地表面粗度と関連した検討が行われている例もみられる⁵⁾。

筆者らは東京都が作成した 23 区の建物に関する数値情報を利用できる機会を得た。本論では、これを利用して、風速の鉛直分布を決定するための地表面粗度の評価という観点から東京 23 区内の建物の構成や分布を検討する。ここでの検討は、市街地のモデル化に利用できるほか、今後予定している風洞実験の結果との対応により適切な風速の鉛直分布設定の基礎データとなる。

2 都市計画地理情報システム

の概要と本編で用いる用語の定義

東京都の都市計画地理情報システムは、航空測量により作成された地図および土地・建物用途、構造、階数の全数現地調査結果を数値地図情報としたものである。本論で利用するのは東京都 23 区内を 500m メッシュで区分けされた各メッシュ内(以下、500m メッシュと称す)における個々の建物の建築面積および階数である。以下の検討に用いる用語および記号を示すが、ここでの解析が 500m メッシュ内の平均的な値を表すという点で、一般的に都市計画などで用いられているものと異なる点に注意されたい。

$$\text{延床面積率: } R_f = \frac{\sum_{i=1}^n a_{fi}}{A} \quad (1)$$

$$\text{建築面積率: } R_b = \frac{\sum_{i=1}^n a_{bi}}{A} \quad (2)$$

$$\text{加重平均階数: } \bar{f}_w = \frac{\sum_{i=1}^n a_{fi}}{\sum_{i=1}^n a_{bi}} \quad (3)$$

$$\text{平均階数: } \bar{f} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} \quad (4)$$

$$\text{平均建築面積: } \bar{a}_b = \frac{\sum_{i=1}^n a_{bi}}{n} \quad (5)$$

$$\text{平均延床面積: } \bar{a}_f = \frac{\sum_{i=1}^n a_{fi}}{n} \quad (6)$$

A : 対象地域の面積(ここでは、 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^2$)

a_{bi} : 個々の建物の建築面積(m^2)

a_{fi} : 個々の建物の延床面積(m^2), ($= a_{bi} \cdot f_i$)

f_i : 個々の建物の階数

n : 500m メッシュ内の建物棟数

なお、本解析において 500m メッシュ内の建物の全建築面積に対する 4 階以上の建物の建築面積の割合を $R_{f \geq 4}$ として示す。ここで、4 階建て以上の建物の割合に注目した理由は後述する。

以下、ここでの解析に関連し東京都の都市計画地理情報システムのデータについて注意すべき点を示す。

(1) 航空写真からの情報であるので底の部分は建築面積に含まれて評価されるため、建築面積および延床面積は実際の値より大きめに評価される。この影響は木造家屋などで大きい。底も粗度要素として意味のあるものであり、地表面粗度の評価という観点からはこの方がむしろ適していると考えられる。

(2) 延床面積は建築面積に階数を乗じて算定されるが、上述した底の影響およびセットバックが考慮されないため実際の値より大きめに評価される。ちなみに、23 区のセットバックによる影響は容積率に対して 5、6%程度と推測され⁶⁾、比較的小さい。

(3) 500m メッシュラインで区切られる建物は別棟として扱われるため、1つの建物が複数棟とみなされる場合がある。このことより不自然な極小建物のカウントを避けるため、建築面積が 4 m^2 未満および 4 階以上で 9 m^2 未満の建物は除外した。ただし、これは個々の建物に関わる統計値(平均建築面積など)の算定においてのみの対策で、メッシュ内全体の建築面積率や延床面積率のような計算では全数を扱う。

(4) この論文の範囲では直接的に建物高さは扱っていないが、建物の高さに関する情報は階数しかないの、このシステムの情報を用いて地表面粗度を評価しようとするとき、倉庫、工場などで階高が高いものについ

ては注意が必要である。このように階高が高い施設として、専用工場、倉庫・運輸関係施設、スポーツ興業施設、供給処理施設(上下水道施設、卸売市場、廃棄物処理施設など)、農林漁業施設があり、これらの建築面積は全建物の建築面積の12%程度である⁹⁾。

3 建築面積率および延床面積率

3.1 建築面積率および延べ床面積率の分布

図1に都内23区における500mメッシュに対する建築面積率 R_b 、延床面積率 R_f および参考用の主な地点の分布を示す。メッシュの総数は2583個であるが、23区周辺の境界部については、境界となる河川および23区外の地域が少しでも含まれるメッシュは区外の情報がないため対象外とした。図1はそれらを除いた2225個のメッシュについて示したものである。建築面積率および延床面積率の分布に関して特徴ある傾向を以下に示すが、地点は図1に示されるX、Y座標(X,Y)を用いてメッシュ中心位置で表している。

(1) 建築面積率の分布の特徴

- (a) 建築面積率0.15を越える地域がほとんどである。最大は0.50で、これに近い値を示す地点としては虎ノ門・新橋(座標(X,Y)=(47,34))、日本橋(52,39)、銀座(49,35)などがあげられる。
- (b) 全体的な傾向をみると、建築面積率は中心部で大きく周辺にいくにつれ小さめの値となる。ただし、中央部で建築面積率の小さな値を示す地点もみられるが、これらは河川および大公園などである。
- (c) 図1(c)に示されている荒川、中川、隅田川に沿った領域での建築面積率が低くなっている。
- (d) ポイント的に低い建築面積率を示すのは、たとえば、中央部の皇居(47,38)、その北北東方向の上野公園(50,46)、西方の赤坂御用地(42,36)、明治神宮(37,35)などである。その他、公園、霊園、操車場などがある。
- (e) 建築面積率の高い地点として、皇居(47,38)周辺の日比谷、丸の内、大手町(以上、(50,37)付近)、あるいは西方の新宿(37,40)、池袋(40,48)等がある。いずれも商業地で比較的大きな建物が主となる地域である。
- (f) 品川駅の西方約7kmの部分に高い建築面積率が示されているのは荏原(39,22)周辺である。この地域はあまり大きな建物があるわけではなく、住宅を主とす

(a) 建築面積率 R_b

(b) 延床面積率 R_f

(c) 23区の主な地点

Fig.1 都内23区における500mメッシュ内の建築面積率および延床面積率の分布
(Distribution of building area ratio and total floor area ratio)

る比較的小さな建物が密集している地域である。このように建築面積率が大きく延床面積率の比較的小さな地域として、中野(30,41)付近、赤羽(37,57)付近等もある。

(2) 延床面積率の分布の特徴

- (a) 延べ床面積率は7程度まで幅広くあるが、全体の90%以上は2以下である。
- (b) 全体的な傾向は建築面積率と同様であるが、延床面積率が2以上となるメッシュが皇居の周辺部に大きく広がり、その他、新宿、池袋周辺など、明確に読みとることができる。
- (c) 都心部から離れた北西方向に延床面積率2を超える地域(24,54)がみられるが、ここは高層集合住宅が主となる光が丘団地である。この地点の建築面積率は0.24とさほど大きくない。同様の傾向を示す地点として葛西クリーンタウン(65,32)付近もある。他にも、これほど顕著ではないが、同様の傾向を示す団地がいくつかみられる。

3.2 建築面積率と延床面積率との関係

建築面積率 R_b と延床面積率 R_f との関係を図2に示す。なお、ここでの解析では500mメッシュ内のおよそ1/4以上の領域が運河、川、大公園などの空地で占められる場合は対象外とした。対象外としたメッシュは317個で、全体の14%を占める。

図より明らかなように、建築面積率の増加とともに延床面積率も増加する。 $R_f = (2 \sim 4) R_b$ の範囲にデータは集中しているが、ばらつきとしては R_f が大きい方へ広がっている。このような特徴は500mメッシュ内

Fig.2 500mメッシュ内の建築面積率と延床面積率の関係
(Relationship between building area ratio R_b and total floor area ratio R_f in 500m mesh regions)

にある個々の建物の構成により分類することができ、次章で検討する。

4 個々の建物の規模の特徴

4.1 建築面積および階数

23区内全ての建物について建築面積と階数ごとの棟数頻度分布(棟数比率)を表1に示す。同表の縦方向の建築面積は整数の2乗となる値で区切って分類した。階数についてみると、2階建ての割合が非常に高く、次いで1、3階建てが多く、1~3階建ての建物が全体のおよそ90%を占める。また、建築面積では、36~64㎡の建物が多く、100㎡以下の建物が全体の約80%を占め、小規模建物の割合の多いことが示される。

次に500mメッシュ内の建物の全建築面積に対する4階以上の建物の建築面積の割合 $R_{f \geq 4}$ を求めた。

Table 1 個々の建物規模の棟数比率 (Ratio of number of buildings with some specific a_b and f values to the total number of buildings in the 23 wards of Tokyo)

建築面積 \ 階数	1階	2階	3階	4階	5階	6階	7階	8階	9階	10階	11階以上	計
$\leq 16\text{m}^2$	2.511	4.327	0.415	0.077	0.034	0.011	0.008	0.006	0.004	0.003	0.001	7.397
$16\text{m}^2 < \leq 36\text{m}^2$	2.751	18.561	2.054	0.424	0.162	0.044	0.022	0.017	0.011	0.006	0.005	24.057
$36\text{m}^2 < \leq 64\text{m}^2$	2.551	23.281	2.995	0.831	0.368	0.110	0.062	0.047	0.025	0.016	0.006	30.290
$64\text{m}^2 < \leq 100\text{m}^2$	1.570	14.204	2.191	0.765	0.377	0.149	0.099	0.070	0.043	0.026	0.014	19.508
$100\text{m}^2 < \leq 144\text{m}^2$	0.804	5.497	1.209	0.512	0.273	0.134	0.099	0.068	0.050	0.030	0.016	8.892
$144\text{m}^2 < \leq 225\text{m}^2$	0.510	2.292	0.854	0.467	0.274	0.148	0.117	0.086	0.065	0.044	0.035	4.892
$225\text{m}^2 < \leq 400\text{m}^2$	0.288	0.780	0.562	0.383	0.284	0.133	0.109	0.087	0.071	0.051	0.055	2.803
$400\text{m}^2 < \leq 900\text{m}^2$	0.186	0.317	0.313	0.214	0.213	0.098	0.088	0.078	0.065	0.046	0.080	1.698
$900\text{m}^2 < \leq 1600\text{m}^2$	0.045	0.059	0.077	0.068	0.041	0.023	0.021	0.022	0.018	0.013	0.047	0.434
$1600\text{m}^2 <$	0.028	0.026	0.037	0.035	0.018	0.012	0.012	0.010	0.009	0.007	0.035	0.229
計	11.244	69.344	10.707	3.776	2.042	0.862	0.637	0.491	0.361	0.242	0.294	100.000

23 区全域の平均値は 0.23 で、500m メッシュに対する頻度分布は図3に示すようである。同図のように、 $R_{f \geq 4}$ が 0~0.1 および 0.1~0.2 の 500m メッシュの割合がそれぞれ 0.3 近くあり、3階以下の建物が大半を占める地域の比率が高いことがわかる。このような結果より、街並(あるいは地表面粗度)を 4階以上の建物の混入の割合によって次の 3つの型に分類することを考える。

低層型: $R_{f \geq 4}$ が 0.2 未満

混合型: $R_{f \geq 4}$ が 0.2 以上、0.4 未満

中高層型: $R_{f \geq 4}$ が 0.4 以上

4階を境にし、このような分類としたのは以下の理由による。

(1) 3階以下の建物の割合が非常に高い。

Fig.3 4階以上の建物の占める
建築面積比率別の 500m メッシュの頻度
(Histogram of $R_{f \geq 4}$ for 500m mesh regions)

(2) 3階以下の建物の中でも 2階が多く、この状況は従来から風洞実験で行われている均質粗度と同じような傾向を示すことが考えられる。

(3) 大熊ら²⁾の実験結果にみられるように、建築面積率が 0.2 以上と高くなると、建築面積率の増加は粗度としての効果が低下し、一方、高さのばらつきによる影響が強まる。

(4) 以上より、都市域の地表面粗度が風速の鉛直分布へ与える影響を建築面積率と高さのばらつきに分けて考え、高さのばらつきは 4階以上の建物の比率 $R_{f \geq 4}$ を用いるのがよいと考えた。

図2に示した建築面積率と延床面積率の関係を街並別に示すと図4(a)~(c)のようになる。中高層型では建築面積率に対し延床面積率が大きなばらつきをもつが、低層型および混合型では比較的ばらつきは小さい。また、4階以上の建物の増加に伴い全体的に延床面積率が大きくなることが示されている。

我が国の街並の推移は、1, 2階の木造家屋で占められていたものから 3, 4階以上の建物が徐々に増えてきたので、ここで分類した低層型から中高層型への変化として考えることもできる。このことは今後の街並の変化を考える上でも参考となる。

4.2 建築面積と個々の建物の規模との関係

図5, 6に 500m メッシュ内の建物棟数および個々の建物の規模に関する諸量と建築面積率との関係を示す。図5は平均値、図6は変動係数を示す。

Fig.4 街並別の 500m メッシュ内の建築面積率と延床面積率の関係
(Relationship between building area ratio and total floor area ratio in 500m meshes)

(a) 建築面積率と建物棟数

(b) 建築面積率と平均階数

(c) 建築面積率と加重平均階数

(d) 建築面積率と平均建築面積

(e) 建築面積率と平均延床面積

Fig.5 建築面積率と 500m メッシュ内の個々の建物規模に関する平均値の関係
(Plots of number of buildings and the mean values of building dimensions
as a function of the building area ratio A_b for 500m mesh regions)

(a) 建築面積率と階数の変動係数

(b) 建築面積率と建築面積の変動係数

(c) 建築面積率と延床面積の変動係数

Fig.6 建築面積率と500mメッシュ内の個々の建物規模に関する変動係数の関係
(Plots of coefficients variation for several building dimensions
as a function of the building area ratio A_b for 500m mesh regions)

(1) 建築面積率と建物棟数の関係(図5(a))

建物棟数は建築面積率とともに増加する傾向がみられる。低層型から中高層型になるにつれ建物棟数が減る傾向にある。

(2) 建築面積率と平均階数の関係(図5(b), 図6(a))

全データでみると、500mメッシュ内の建物の平均階数は2階付近では密であるが、12階程度まで広くばらつく。低層型や混合型では大半のデータが2階に集中し、ばらつきが小さい。全体的に平均階数は建築面積率の増加に伴い若干ではあるが増加の傾向があ

る。変動係数は0.4~1.0程度の値が多くみられる。

(3) 建築面積率と加重平均階数の関係(図5(c))

全体的に平均階数と同様の傾向を示す。ただし、建築面積率による増加の傾向はほとんどみられない。

(4) 建築面積率と平均建築面積の関係(図5(d), 図6(b))

平均建築面積は全体的に100m²程度のものが多くみられるが、中には特別大きな値を示すものもいくつかある。特に大きな値を示すのは、低層型や混合型では東京湾や運河に隣接する倉庫、卸売市場、工場などが多く建てられている地域で、中高層型では先と同様

の倉庫なども含まれるが大手町のように大規模建物が林立しているような地域が多い。なお、平均建築面積の建築面積率による変化はあまりみられない。変動係数は0.8~3.程度の値が多い。

(5) 建築面積率と平均延床面積の関係(図5(e),図6(o))

全体的な傾向は平均建築面積に似ており、延床面積の比較的小さなものが多く、ごく一部に特別に大きな値を示すものがある。また、建築面積率による変化もあまりみられない。変動係数は2~5程度の値が示される。

5 街並の特徴

3つの型の500mメッシュ例を国土地理院1万分の1地形図を用いて図7に示す。図中にある細線で囲まれた部分が500mメッシュである。ここで示しているのは3つの型に属する街並で建築面積率が約0.2,0.3,0.4のもの、および特徴的な2つのメッシュを示す。各図の下にはメッシュの座標(X,Y)と本解析で求めた諸統計量が示されている。以下に、建築面積による差および街並の型による差に着目して特徴ある傾向を述べる。

5.1 低層型の街並(図7(a),(b),(c))

- (1) 建築面積率の違いが建物棟数の違いとして明確に読みとれる。
- (2) 幅広道路あるいは軌道敷(幅20~30m程度)が1, 2本みられ、その他の道路の量は R_b の値に拘らず同程度である。
- (3) 公園や校庭などの比較的主な空地があるが、建築面積率の増加とともにそれらの面積が小さくなる。
- (4) 建築面積率が増えると商業用の施設が増える。この傾向は以下に示す混合型、中高層型にもみられる。

5.2 混合型の街並(図7(d),(e),(f))

- (1) 低層型と同様、幅広道路や軌道敷が1, 2本あり、その他の道路の量は R_b の値に拘わらず同程度である。
- (2) 低層型に比べ、団地の一部や駅前広場付近などにある比較的大規模な建物が含まれる場合が多い。
- (3) この場合も校庭や公園などの空地がみられる。

5.3 中高層型(図7(g),(h),(i))

- (1) 中高層型の場合も、幅広道路や軌道敷等がみられる。
- (2) 建築面積率の小さいものには郊外にある大規模団地が含まれるものが多い。
- (3) 建築面積率が大きいのは都心域で大規模建物が主となる所である。

5.4 特徴的な街並(図7(j),(k))

- (1) 図7(j)は品川区荏原付近で戸建住宅が密集しており、延床面積率は低いが建築面積率は0.4を越す大きな値となっている。4階以上の建物は5%程度と少ない。ただし、幅広道路や校庭はみられる。
- (2) 図7(k)は建築面積率が0.498であり、23区中でも大きな500mメッシュである。この付近ではほとんどのメッシュで建築面積率が0.4を超えている。この種の地域は都心域で幅広い道路が規則的にあるものが多い。

6 おわりに

23区の建物に関する数値情報より、風速の鉛直分布を評価するための地表面粗度の観点から、建物の構成や分布を検討した。得られた結果をまとめると次に示すようである。

- (1) 河川、運河、大公園、霊園、操車場などが500mメッシュ内の面積の1/3以上を占めるメッシュが全体の14%程度ある。これらのような用途の地域は、建物に注目した本研究では空地として扱っているが、公園や霊園などのように樹木があるものとそうでないものを分ける必要がある。
- (2) 建築面積率は0.1~0.5に分布し、その90%程度は0.15~0.4の範囲にある。
- (3) 延床面積率は0.1~6.6程度まで広く分布するが、90%近くは0.3~1.5の範囲に集中している。
- (4) 建築面積率および延床面積率はともに23区の中央部で大きな値を示し、周辺にいくにつれ小さくなるが、周辺の一部で建築面積率は低いが延床面積率の高い大規模団地がみられる。
- (5) 500mメッシュ内には幅20~30m程度の道路や軌道敷などが1, 2本含まれる。また、校庭や小公園などの空地があるものが多い。

Fig.7 500m メッシュの街並例 (Examples of 500m mesh regions)

図中の記号など

図中の細線で囲まれた部分が 500m メッシュ

表中の記号

X, Y : 座標 R_b : 建築面積率 R_f : 延床面積率

f_4 : 4 階以上の建物の比率(= $R_{f \leq 4}$) n : 建物棟数

$\bar{f}$: 平均階数 $\bar{f}_w$: 荷重平均階数 a_b : 平均建築面積 (m^2)

a_f : 平均延床面積 (m^2) 注) () 内は変動係数

Fig.7(Continued) 500m メッシュの街並例 (Examples of 500 mesh regions)

(6) 多くの建物は3階以下であり、3階以下の建物の棟数の比率は約90%、建築面積の比率は80%程度である。また、中でも2階建てが多く棟数比率で約70%を占める。

(7) 4階以上の建物の建築面積の割合 $R_{f \geq 4}$ をパラメータとして500mメッシュを次のように分類すると、延床面積率、メッシュ内の個々の建物の高さや建築面積等が狭い範囲におさまる。

低層型： $R_{f \geq 4}$ が0.2未満

混合型： $R_{f \geq 4}$ が0.2以上、0.4未満

中高層型： $R_{f \geq 4}$ が0.4以上

それぞれの型に属する500mメッシュの数は、低層型が57%、混合型が26%、中高層型が17%である。

(8) 街並の型を地表面粗度の観点からみると、低層型は2階建てが主であり、従来から風洞実験で検討されている均質粗度と同様の性質を示すものと考えられる。混合型および中高層型では、低層型に対し4階以上の建物の混入割合により、それらが粗度としてどのように影響するかという観点から考えるのが妥当であろう。

(9) 街並の3つの型は、低層型から中高層型へと、我が国の街並の推移としてみることもでき、今後の街並の変化を考える上で参考となる。

以上のことを考慮して、今後以下のような検討を行う。まず、分類された街並型別に建築面積率と風速の鉛直分布との関係について既往の観測結果と対比する。次に風洞実験を行うことによりこれらの関連を整理する。この場合、幅広道路や校庭、小公園などの空地あるいは樹木群を加味する。以上より特徴づけられた街並の組み合わせを考慮し、23区内の風速の鉛直分布を検討する。

謝辞

本調査では、東京都が作成した都市計画地理情報システムを利用した。データの使用に際し、東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 野村希晶助教授に便宜を計っていただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 亀井勇，丸田栄蔵：高層建築物周辺に生ずる強風領域の実験的研究（第2報・鉛直速度分布の粗度パラメータの地域分類および強風領域の地域効果），日本建築学会論文報告集，第264号，1978，pp31-40
- 2) 大熊武司，丸川比佐夫，宮下康一：市街地を対象とした乱流境界層の風洞実験による基礎的研究，第9回風工学シンポジウム論文集，1986，pp.61-66
- 3) 田村幸雄，須田健一，松井源吾：設計基準風速についての一考察 — 建築密度の経年変化を考慮した年最大風速の均質化 —，日本建築学会構造系論文報告集，第400号，1989，pp.101-111
- 4) 丸山敬：市街地における粗度形状について，日本風工会誌，第57号，1993，pp49-58
- 5) 田中洋，横田哲也，畑中章秀：都市域における風特性マップの作成法，第15回風工学シンポジウム論文集，1998，pp.143-148
- 6) 東京都編：東京都の土地利用，東京都政策報道室，平成10年3月，p.23