

二次元 GIS を用いた地表面粗度の評価

千葉工業大学生命環境科学科 学生員 ○傳法谷 巽

千葉工業大学生命環境科学科 学生員 武本 瑛

千葉工業大学生命環境科学科 正会員 小田 僚子

1. はじめに

都市型集中豪雨は、過去に下水道で作業員が流されるなどの凄惨な事故を引き起こしている。このような災害を未然に防ぐためにも、その発生メカニズムの解明は重要である。数値気象モデルはその検討手法の一つであり、詳細な時空間データが得られるなどの利点がある。都市集中豪雨などの再現計算に用いられる格子幅は概ね100~1000 m程度であり、そのため個々の建物形状はシミュレーション内で解像されておらず、その影響のみがモデル化され、都市地表面条件として組み込まれている。

都市地表面の空力抵抗はゼロ面変位と粗度によって与えられる。下重¹⁾らは都市の詳細な幾何データを用いて Macdonald²⁾の式からゼロ面変位を算出し、これをシミュレーションに組み込むことで集中豪雨の発生頻度が増えるなどの、都市気象における都市建物空力パラメータの重要性を指摘している。また、Kanda³⁾らは建物高さ分散や最大建物高さなどを新たな説明変数として加え、より詳細なゼロ面変位と粗度のモデルを提案している。このモデルは新たな説明変数を用いることでより多様な都市幾何形状に対応できる一方で、最大建物高さを用いているため領域依存性が懸念される。そこで本研究では、Macdonaldの式とKandaらの式を比較し、領域依存性などについて検討を行う。



(a) 住宅地域

(b) 商業地域

図1 計算対象とした領域の航空写真

2. 地表面粗度の算出方法

地表面粗度を算出するのにあたりゼンリンの電子住宅地図を用いる。この地図から建物の階数情報や建築面積を読み取ることができるが、地表面粗度を求めるのに必要な建物の高さ情報が記載されていない。そこで土地利用用途別に階高さを仮定し、階数を乗じることでおよそその建物高さを算出する。

計算する領域は同じ都市でも用途地域の異なる次の2地点を計算領域とする。

① 住宅地域： 小金井市 NICT 周辺 (図1 a)

② 商業地域： 千葉市海浜幕張駅周辺 (図1 b)

領域の広さはいずれも500m²と1000m²とした。小金井市の計算領域はほとんどが住宅地であり、用途地域は第一種低層住宅地域である。階高さは3mとした。一方、海浜幕張駅周辺は商業地域であるため、小金井市とは対称的に高層建築物が目立ち、一般の住宅は見られない。これらの商業地域の建物における階高さは4mとした。

地表面粗度を次の3通りの方法で算出する。

① Macdonald²⁾らの式による算出

$$\frac{d}{H_{ave}} = 1 + 4.43^{-\lambda_p} (\lambda_p - 1),$$

$$\frac{Z_0(mac)}{H_{ave}} = \left(1 - \frac{d}{H_{ave}}\right) \exp\left[-\left(\frac{C_d}{2\kappa^2} \left(1 - \frac{d}{H_{ave}}\right) \lambda_f\right)^{-0.5}\right].$$

$$\lambda_f = 1.42\lambda_p^2 + 0.4\lambda_p \quad (0.45 > \lambda_p > 0.05)$$

この時dはゼロ面変位、 λ_p は建蔽率、 H_{ave} は平均建物高さ、 λ_f はフロントルエアインデックスである。

② Kanda³⁾の式による算出

$$\frac{d}{H_{max}} = C_0 X^2 + X(a_0 \lambda_p^{b_0} - C_0)$$

$$a_0 = 1.29 \quad b_0 = 0.36 \quad c_0 = -0.17$$

$$X = \frac{\sigma_H + H_{ave}}{H_{max}}$$

$$\frac{Z_0}{Z_0(mac)} = b_1 Y^2 + c_1^2 + a_1$$

$$a_1 = 0.71 \quad b_1 = 20.21 \quad c_1 = -0.77$$

σ_H, H_{max} はそれぞれ高さ分散と最大建物高さであるが、Kandaらはこれらを平均建物高さの関数として以下のように提案している。

$$\sigma_H = 1.05H_{ave} - 3.7$$

$$H_{max} = 12.51\sigma_H$$

③ 地図情報による算出

上記②では H_{max}, σ_H を平均建物高さから推定したが、ここでは地図から読み取った実際の最大建物高さと高さ分散をKandaらの式に当てはめて算出する。

3. 結果と考察

図2は住宅地域における建物高さの建物頻度分布である。全体の90%以上が6m台、9m以上の建築物は5%程度であった。この住宅地域の1000m²の領域からゼロ面変位をMacdonaldの式で算出すると2.9mであった。一方Kandaらの式や地図の情報による算出ではそれぞれ7.9m、6.2mとなった。Macdonaldの式は建物高さ分散を考慮していないため、空力パラメータが比較的小さな値となったと考えられる。地表面粗度はどの算出方法でも1m前後であった。領域の広さを500m²として計算しても、ゼロ面変位、粗度ともに大きな違いは見られなかった。これは都市幾何形状が一様に近いためと考えられる。

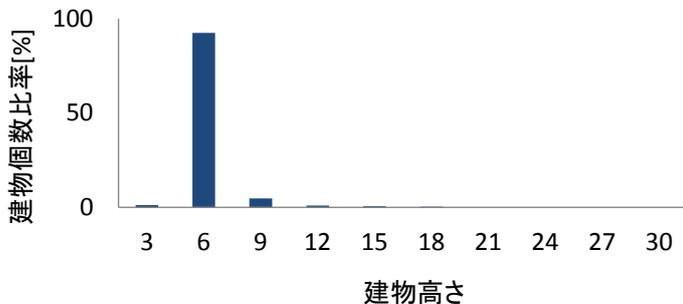


図2 住宅地域 (500m²) ヒストグラム

図3は商業地域の建物高さの頻度分布である。ここでは高層建築物が目立つ。1000m²のときのゼロ面変位はMacdonaldの式で16.0m、Kandaの式で52.0m、地図の情報を用いた算出で59.6mとなった。これらの違いは建物高さ分散の影響と考えられる。地表面粗度はそれぞれ2.7m、5.7m、9.0mであった。

4. まとめ

建物階層地図から建物幾何パラメータを推定し、モデル式を用いてゼロ面変位と粗度長を算出した。Kandaらの式では両パラメータともMacdonaldの式より大きくなった。これは前者のみ建物高さ分散を考慮しているためである。領域依存性に関して、住宅地域で領域の広さに依らずほぼ一定の値、商業地では依存性が見られた。これらは地表面条件の水平一様性の度合いに依存しているためである。

参考文献

- 1) 下重亮, 仲吉信人, 神田学: 都市の幾何形状と地形によって生じる海風の収束が東京の夏季局地的豪雨発生に及ぼす影響, 水工学論文集, 第53巻, 277-282
- 2) Macdonald, R.W., Griffiths, R.F., and Hall, D.J.: An improved method for the estimation of surface roughness of obstacle arrays, Atmospheric Environment, Vol.32, pp1857-1864, 1998
- 3) Kanda, M., Inagaki, A., Miyamoto, T., Gryschka, M. and Raasch, S.: New Aerodynamic Parameterization for Real Urban Surfaces. (in revision).

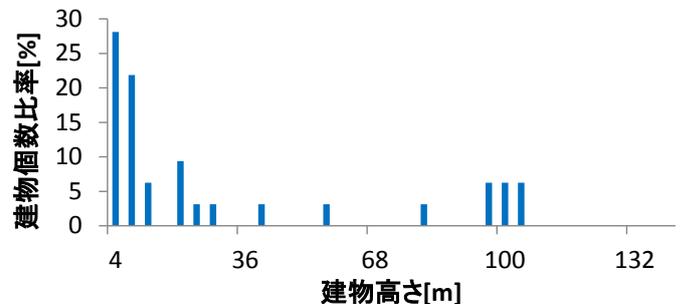


図3 商業地域 (500m²) ヒストグラム