

都市の幾何形状が地表面熱収支へ及ぼす影響

東京工業大学 学生会員 ○福本恵梨子
 東京工業大学 学生会員 下重亮
 東京工業大学 学生会員 須賀マウロ
 東京工業大学 正会員 神田学

1. はじめに

近年成長し続ける都市の影響により都市型水害などが懸念されている．これらを議論する際に重要となるのが都市と大気との間で起こる熱交換過程である．過去にこの熱収支は屋外観測や室内風洞実験，都市を二次元として扱ったモデリング [1] などで議論されてきた．河合ほか [2] は都市の三次元性を考慮した新たなモデル (SUMM) を構築し，東京とバーゼルの一年間の実測熱収支データと比較し，有効性を確認した．

本研究では SUMM を用いて東京都全域を対象とした熱収支のシミュレーションを行い，都市幾何構造がいかに地表面熱収支に影響を及ぼすかを調べることを目的とする．

2. 都市地表面熱収支モデル

大気境界層内の最下層 (接地層) をコントロールボリュームとした時，SUMM が対象とする収支式は

$$Q^* = Q_H + Q_E + \Delta Q_S \quad (1)$$

である．ここに， Q^* ：正味放射量， Q_H ：顕熱フラックス， Q_E ：潜熱フラックス， ΔQ_S ：貯熱量である (単位： $W \ m^{-2}$)．SUMM では接地層内を建物部分と植生部分とに分けて，単純な面積比 (緑比率 λ_v) で関連付けている．建物部分は均一に配置された建物と正方形水平断面からなり，二つの無次元パラメータ (建蔽率 λ_p とフロントルエリアインデックス λ_f) によって表される．これらを含む SUMM への入力値は以下の三項目に分類される：(i) 幾何構造を表すパラメータ (λ_p ， λ_f ， λ_v ，建物高さ H ，など)，(ii) 粗度を表すパラメータ (ゼロ面変位高さ z_d ，粗度長 z_0 など)，(iii) 気象パラメータ．

3. 地表面熱収支の結果

正味の熱の交換は地表面に向かっているので， Q^* は日中正の値を持つ．また， Q_H と Q_E は都心部ではやや低い値を示し，逆に ΔQ_S は大きな値を示している．この結果は以下のような都市構造の影響によると考えられる．低い建物がまばらに配置されているような郊外の都市では，建物による影の量が少ないため日中は高い T_s となる．逆に，高層建物が程よい (図 1 における曲線の最大値を与える) λ_p で配置されているような都心部では地表面が非常に粗くなり，多くの影によって T_s が減少する．その代わりに熱は建物に吸収され， ΔQ_S が増加する．そして，夜間は貯蓄されていた熱が建物から発散され，郊外に比べて T_s を増加させる効果がある．よって，夜間でも Q_H が正であるようなヒートアイランド現象が起これば考えられる．今回のシミュレーションでは人工排熱の影響を考慮していないが，実際は夜間に気温が高いと人は冷房を使う傾向があり，建物からの熱量は増加し，ヒートアイランド

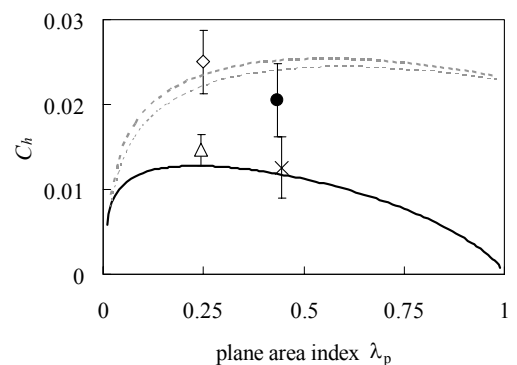


図 1 建蔽率とバルク輸送係数 C_H (粗度長の関数) の関係 [3]

キーワード SUMM, 地表面熱収支

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 神田研究室 TEL03-5734-2768

ド現象はより深刻なものとなり得る。しかし、緑地を含んだ都市では、そこからの蒸発が夜間、さらには日中の過剰な温度上昇を緩和する働きがあることがわかった。

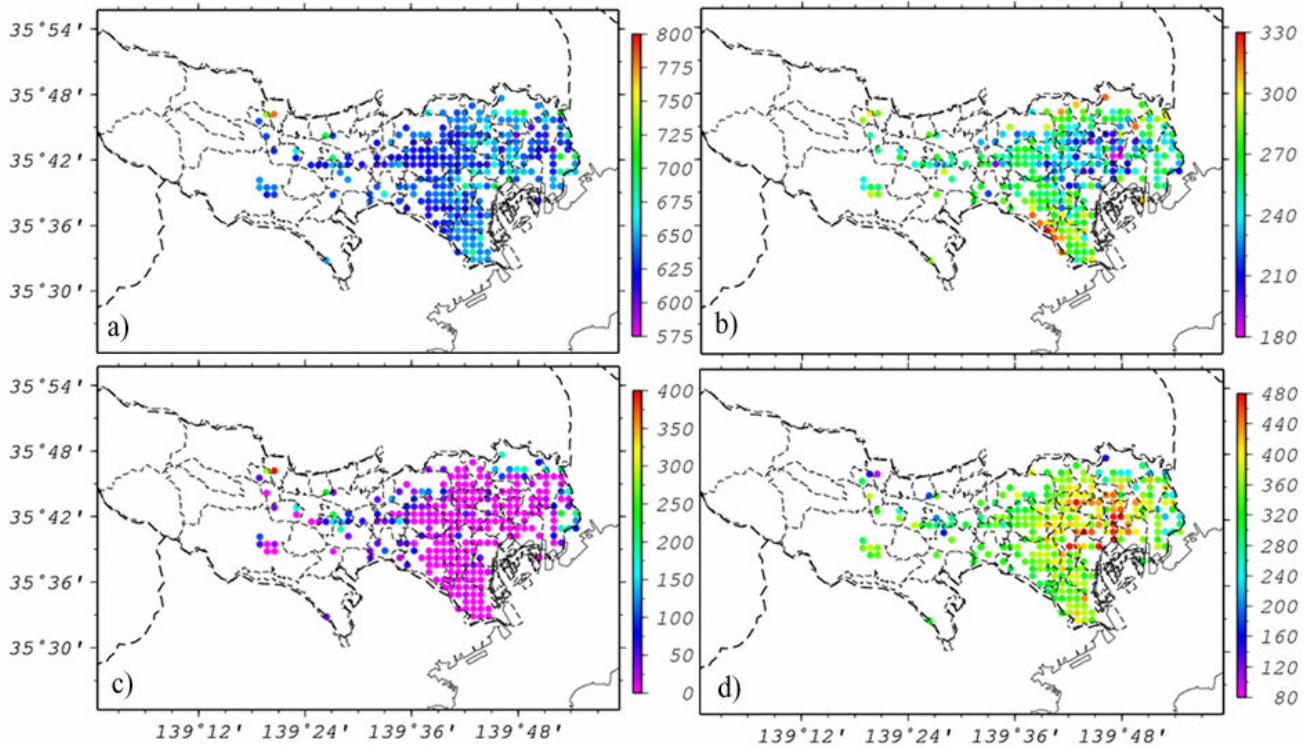


図2 東京都における都市の a) 正味放射量 b) 顕熱フラックス c) 潜熱フラックス d) 貯熱量 (単位: W m^{-2})

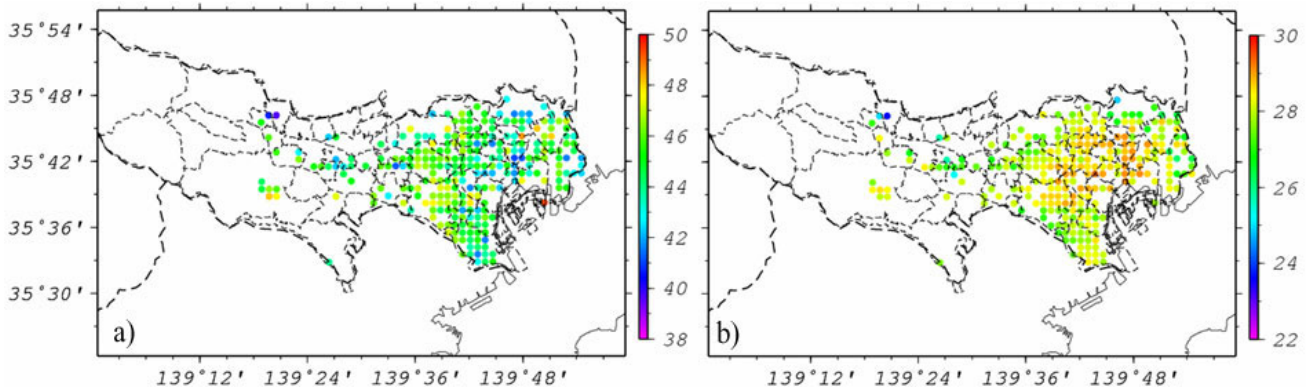


図3 東京都における都市の a) 夜間と b) 日中の地表面温度 (単位: $^{\circ}\text{C}$)

4. おわりに

SUMM を用いて都市の熱収支を解くことによって、都市の幾何構造が熱の交換に影響を与えることが分かった。特に程よい建蔽率の都市は多くの熱を溜め込みやすく、ヒートアイランド現象の原因になっているとも考えられる。一方で、植生が加えられるとこの現象は緩和されたので緑地を増やすことは都市の環境問題改善につながるのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y., and Kimura, F., 2001: A Simple Single-Layer Urban Canopy Model for Atmospheric Models: Comparison with Multi-Layer and Slab Models. *Boundary-Layer Meteorology*, Vol. **101**, 329-358.
- [2] Kawai, T., Mohammad, K. R., Kanda, M., 2009: Evaluation of a Simple Urban Energy Balance Model Using One-year Observed Fluxes from Two Different Cities. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, DOI:10.1175/2008JAMC1891.1.
- [3] Moriizumi, T. and Kanda, M.: Momentum and Heat Transfer Efficiencies over Urban-Like Surfaces. *Tokyo Institute of Technology, Department of International Development Engineering*.