

気象モデルのための都市植生オアシス効果のモデリング

東京工業大学 学生会員 近藤 由美
東京工業大学 正会員 神田 学

1. はじめに

植生面積が小さく且つ植生が独立している点在植生の蒸散量は、一様に広がっている植生からの蒸散量よりも大きい。この現象はオアシス効果と呼ばれ広く知られている。都市においては公園の樹木、庭木、街路樹など点在植生が多くあり、都市気象に対するオアシス効果のインパクトは大きいと思われるが、体系化はなされていない。本報告では過去の文献をレビューし、オアシス効果の定義を明確にした上で、オアシス効果を都市メソスケール気象モデルに反映させるためにオアシス係数を提案する。

2. オアシス効果の定義

これまで「オアシス効果」は多様な意味で用いられ、定義が確立されていない。そこでまず、オアシス効果の定義を明確にする。オアシス効果は表現上、絶対的オアシス効果と相対的オアシス効果に分類される。絶対的オアシス効果とは、熱収支の上で潜熱が正味放射量よりも大きくなる現象を意味する。

$$\frac{Q_E}{Q_s} > 1 \quad (2.1),$$

この現象は地表面の状態が周囲よりも冷たく湿った条件であれば、蒸発散が促進されさらに顕熱が下向きになることで潜熱が正味放射量を上回るという現象である。

これに対して相対的オアシス効果とは、植生が一様に連続している時の蒸散量と比較して、点在植生からの単位面積あたりの蒸散量が大きくなる現象を意味する。(Fig.1)この現象は2つの移流効果、leading-edge 効果と clothesline 効果に起因している (Oke,1978)。

(Fig.2,3)

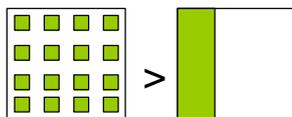


Fig.1 相対的オアシス効果の概念図

3. オアシス係数の提案

3.1.オアシス係数の導入

オアシス効果を気象モデルに反映させるためにオアシス係数 κ の提案を行う。オアシス係数 κ を「グリッドが植生 100%である時の植生単位面積あたりの蒸発散量に対する、対象としているグリッドの植生単位面積あたりの蒸散量の比」と定義し、以下の式で表す。

$$\kappa = \frac{\kappa_{lead} \times \kappa_{cloth}}{\alpha} \quad (3.1),$$

κ_{lead} : オアシス係数への leading-edge 効果の寄与,

κ_{cloth} : オアシス係数への clothesline 効果の寄与,

α : オアシス同士の相互干渉補正係数。

$$\kappa_{lead} = \left(\frac{X}{x}\right)^{0.1} = \left(\left(\frac{A_{veg}}{N}\right)^{-0.5}\right)^{0.1} = \left(\frac{A_{veg}}{N}\right)^{-0.05} \quad (3.2),$$

$$\kappa_{cloth} = \frac{x+h}{x} = 1 + \frac{h}{x} = 1 + \frac{h}{\frac{X}{N}} = 1 + \frac{h}{\frac{X}{N}} \left(\frac{A_{veg}}{N}\right)^{0.5} \quad (3.3),$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{N}\right)^{-0.05} \left(1 + \frac{h}{\frac{X}{N}} \left(\frac{1}{N}\right)^{0.5}\right) \quad (3.4).$$

X : グリッド一辺の長さ, x : 植生一辺の長さ,

A_{veg} : 緑被率, N : 緑地の箇所数

h : 植生の高さ

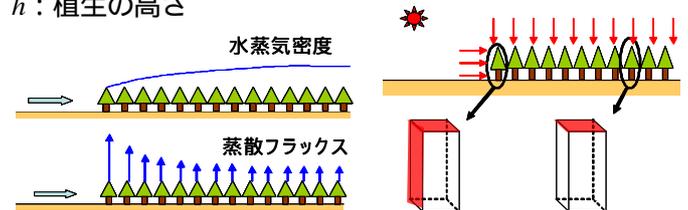


Fig.2 leading-edge 効果の概念図

Fig.3 clothesline 効果の概念図

キーワード オアシス効果, 都市気象, 植生気象, 水文気象

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 TEL 03-5734-2768

3.2. κ_{lead} の再評価

κ_{lead} について従来近藤(1981)によって提案されていたものを再評価するために、神田(1996)による土壌-植生-大気モデルを用いて数値シミュレーションを行い、新たに κ_{lead} を算出した。後者は大気安定度、スカラー粗度などを現実の気象モデルを使用して決めており、前者はそれを無視したモデルとなっている。Fig.4 は粗度と大気安定度を変えた4つの条件下で求めた κ_{lead} を示したものである。Fig.5 は κ_{lead} の比較を示す。これより、従来提案されていた κ_{lead} の方が今回新たに求めた κ_{lead} よりも大きいことがわかる。

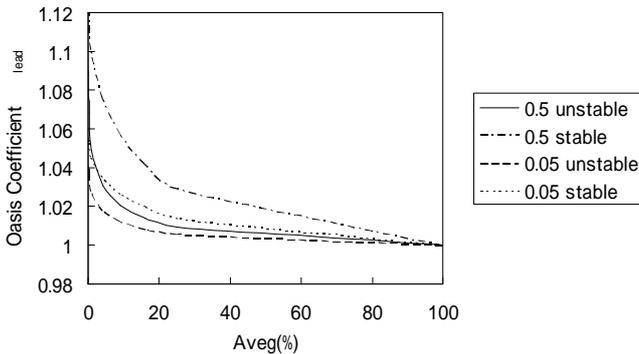


Fig.4 数値シミュレーションから求めた κ_{lead}
(凡例の左：粗度，右：大気安定度)

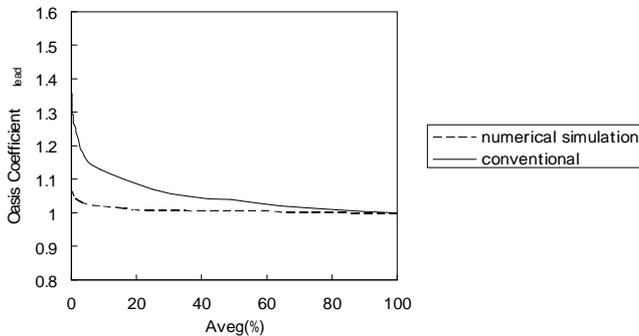


Fig.5 κ_{lead} の比較

3.3. 実測値のプロット

オアシス係数の実測値 (Moriwaki,2004, Hagishima,2007, Spronken-Smith,2000) をモデル式と比較した。モデル式は実測値と完全には一致していないが、実測値は A_{veg} が小さいほどオアシス係数が大きくなっており、概ねの傾向はよく表せているといえる。

また、気象モデルに導入するためには都市を代表するような N , A_{veg} の値が必要である。このため目黒区のデータから $N=1476$, $A_{veg}=17.1\%$ と算出した。当面はこれを都市の代表値として用いることができる。

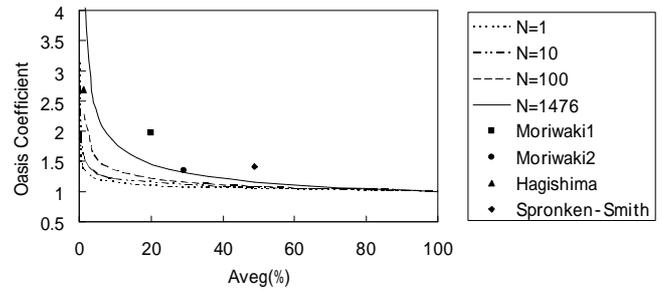


Fig.6 実測値のプロット

4. 結論

オアシス効果に関する本研究から以下の結論が得られた。

- 1) オアシス効果は絶対的オアシス効果と相対的オアシス効果の2つに分類することができる。これらは leading-edge 効果と clothesline 効果の2つの移流効果の上に成り立っている。
- 2) 気象モデルにオアシス効果を反映させるためにオアシス係数 k を導入し、 κ_{lead} , κ_{cloth} , α の3つのパラメータを用いて表した。
- 3) 従来の κ_{lead} を新たに数値シミュレーションから求めた κ_{lead} と比較検証したところ、従来の κ_{lead} は今回求めた κ_{lead} よりも大きいことがわかった。
- 4) 今回提案したモデルは実測値と完全には一致しないものの、 A_{veg} が小さくなるとオアシス係数が大きくなるという概ねの傾向は一致しているといえる。

5. 参考文献

- 1) 近藤純正,1981: 大気境界層の科学 pp171-182:東京堂出版
- 2) Oke,T.,R., 1978: Boundary Layer Climate.; Methun& Co LTD
- 3) Kanda,M.,1996: Development of Soil-Plant-Atmosphere Modeling: Proceeding of symposium on environment and fluid, Japan Society of Fluid Mechanics, 1, 421-422
- 4) Moriwaki,R., and Kanda,M., 2004: Seasonal and diurnal fluxes of radiation, heat, water vapor, and carbon dioxide over a suburban area: *J. Appl. Meteor.*, **43**, 1700-1710
- 5) Hagishima,A., Narita,K., Tanimoto,J., 2007: Field experiment on transpiration from isolated urban plants: *Hydrol. Processes*.
- 6) Spronken-Smith,R.,A., Oke,T.,R., Lowry,W.,P., 2000: Advection and the surface energy balance across an irrigated urban park: *Int. J. Climatol.*, **20**, 1033-1047
- 7) Meguro Ward Office Website:
<http://www.city.meguro.tokyo.jp/midori/pdf/plan/gplan3.pdf>