

II-3 緑地(芝地)における、顕熱・潜熱について ～シンチレーション法を用いた現地観測～

高知工科大学大学院 学生員 ○森進一郎
高知工科大学大学院 学生員 馬淵 泰
高知工科大学 正会員 村上雅博

1.はじめに

大都市の大気環境の一つの大きな特徴として、都市の気温が郊外と比較して高く、相対湿度が低くなるヒートアイランド現象が問題となってきている。都市の熱収支(正味放射・顕熱・潜熱・地中熱流量)の実体を明らかにするには、点から面(線)のレベルに観測範囲を広げることが求められており、シンチロメータを利用した観測方法が検討されている。

本論の目的は、シンチロメータを用いて緑地(芝地)の熱収支を夏期と冬期の二時期において観測し、芝地の顕熱・潜熱を検討することである。

2.観測の概要

観測は、高知工科大学のグランド脇の芝地を利用し、夏期は2003年19日～22日の3日間、冬期は2004年2月17日～20日の3日間の観測を行った。周辺は芝地の両サイドに樹木が植栽されている(図-2. 参照)。

熱収支測定システム(シンチレーション法)を用いた観測項目は、顕熱フラックス・潜熱フラックス・地中熱フラックス・日射量・放射収支からなる(図-1. 参照)。また、芝地の表面温度を観測するために赤外線熱画像装置(NEC 三栄製 TH5100)を使用した。

3.シンチレーション法

現在、熱収支を計測する方法は、計測地点(代表点)の空間平均値により提案する方法が一般的である。しかし、都市の熱収支を把握するためには、その空間の代表的な熱収支が必要である。この問題を解決する方法

として、シンチロメータを利用したシンチレーション法がある。今回使用したシンチロメータ(Sintec 製 SLS-40)は、50m～250m離れた2地点間でレーザー光を送受信し、乱流による大気の屈折率を検出することにより、長光路の平均的な乱流状態を測定する事が出来る。この原理を利用して、顕熱・運動フラックスなどを算定する方法がシンチレーション法であり、顕熱は以下の式(1)(2)(3)で求められる。

$$H = -C_p \rho u_* T_* \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$C_T^2 (Kz)^{2/3} T_*^{-2} = 4\beta_1 \left\{ 1 - 7\frac{z}{L} + 75\left(\frac{z}{L}\right)^2 \right\}^{-1/3} \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

$$\varepsilon K z u_*^{-3} = \left(1 - 3\frac{z}{L} \right)^{-1} - \frac{z}{L} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

H; 顕熱, C_p ; 空気の定圧比熱, ρ ; 空気の密度, u_* ; 摩擦速度, T_* ; 摩擦温度, C_T ; 温度の構造関数, K; カルマン定数 0.4, z ; シンチロメータの地表面からの高さ,

β_1 ; Obukhov-Corrsin 定数 0.86, L; モニン-オブコフ長, ε ; エネルギー消散率

その他の計測項目は以下の熱収支式(4)より求める。

$$Rn = H + IE + G \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

Rn; 正味放射, H; 顕熱, IE; 潜熱, G; 地中熱流量

正味放射・地中熱流量は、熱収支測定システムにより計測し、顕熱はシンチレーション法により算出し、残りの潜熱は式(4)から算出する。

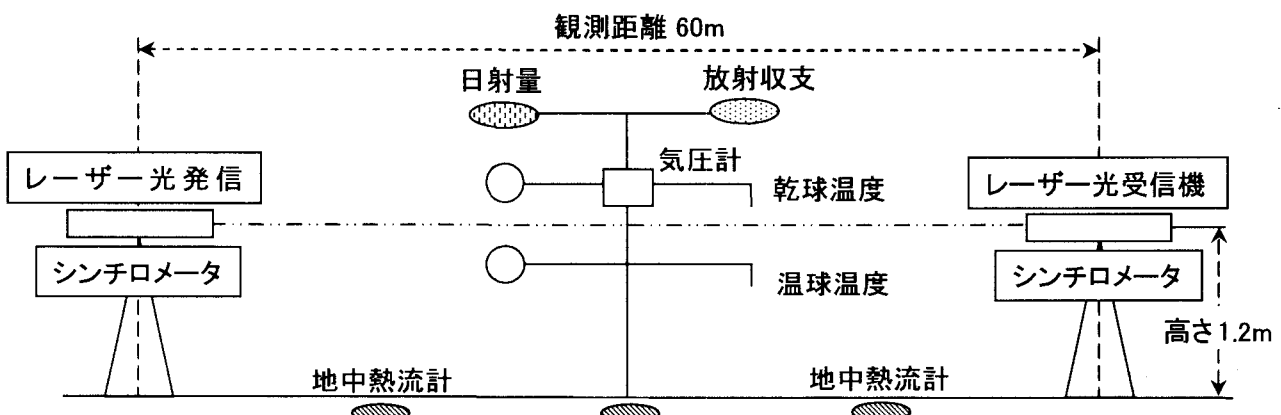


図-1. 熱収支観測装置・概要

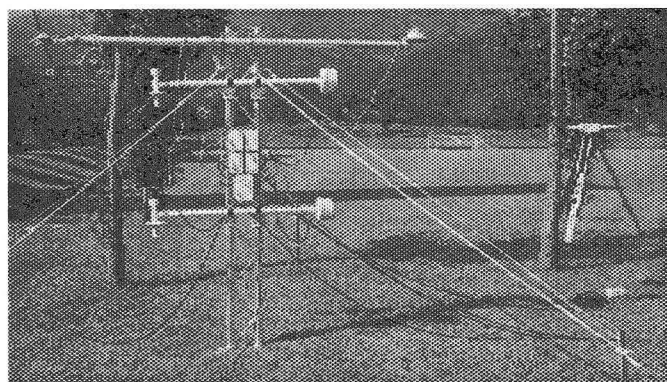


図-2. 夏期の観測風景

4. 観測の結果と考察

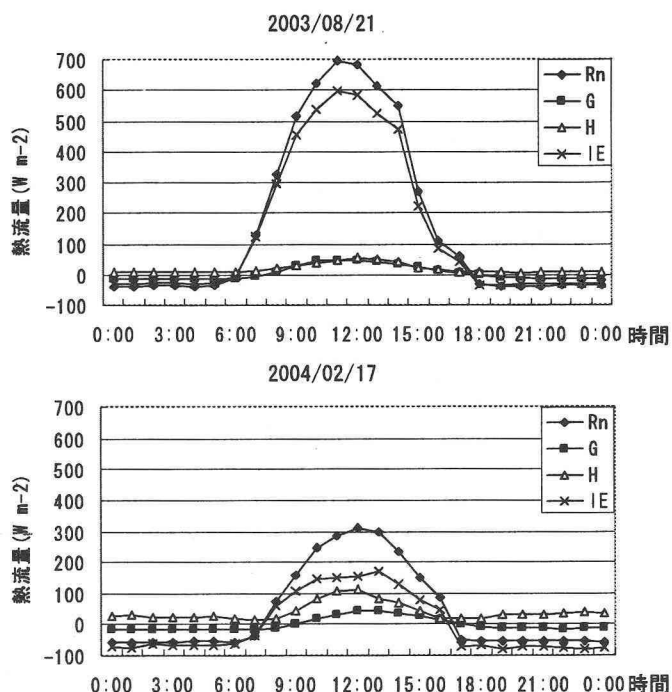


図-3. 夏期と冬期の熱収支

シンチレーション法を使った熱収支の結果を図-3に示す。観測は、夏期の代表として8月21日、冬期の代表として2月17日を取り上げる。熱収支の観測は、2分ごとにデータを取得したが、結果をグラフとして表現するために1時間を平均したものを採用した。

ヒートアイランド現象を緩和させるために効果のある、潜熱(IE)は、夏期と冬期を比べると、夏期のほうが明らかに冬期より高い。12:00を見ると、夏期が約 600W/m^2 に対し冬期は約 150W/m^2 と冬期の4倍程度ある。これは、夏期は日射量が多く、芝生の光合成が多く行われることで出る蒸散効果が大きく関係していると考えられる。

顕熱(H)は、夏期と冬期を比べた場合、夏期の顕熱のほうが冬期の顕熱より低い。12:00を見ると、夏期が約 50W/m^2 に対し冬期は約 110W/m^2 と約2倍である。これは、芝生表面と、地表面から高さ1.2mに設置した温

度計の温度差が夏期は、12:00で約 10°C 夜間は、ほとんど温度差はないが、冬期は12:00で約 16°C 夜間も約 7°C と温度差があったため、地表面から上空への熱の対流が盛んとなり、顕熱が高くなったと考えられる。(図-4.

参照)

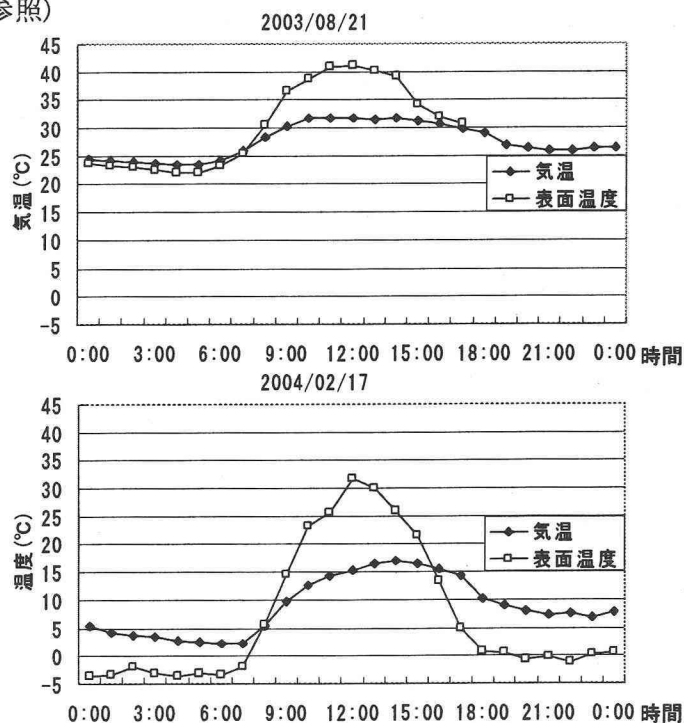


図-4. 夏期と冬期の気温と芝地の表面温度

地中熱流量(G)には、夏期と冬期では大きな違いは無かった。正味放射(Rn)は、夏期が約 700W/m^2 に対して冬期は約 300W/m^2 と約2倍であった。

5. 今後の課題

今回の観測では、芝地のみの熱収支観測であったため、夏期と冬期の比較のみしか行うことができなかった。しかし、都市のヒートアイランド現象を検証するためには多くの異なる地表面被覆(草木・樹木・アスファルト等)の熱収支観測を行う必要がある。それらの地表面の熱収支を把握することで、ヒートアイランド現象に対するクールアイランド効果を熱収支の視点から検証する方向性を見いだすことができる。

参考文献

- 1) 近藤純正 (1994) 環境の気象学-地表面の水収支・熱収支-
- 2) 日本農業気象学会 (1997) 新編農業気象学用語解説集-生物生産と環境の科学-
- 3) 神田学・高柳百合子・横山仁・森脇亮 (1997) 銀座オフィスビル街における熱収支特性, 水文・水資源学会誌, Vol.10 pp329-336