

中央大学理工学部 学生員 ○手計太一

中央大学理工学部 正会員 志村光一

中央大学理工学部 正会員 山田 正

中央大学総合政策学部 正会員 日野幹雄

1. はじめに 都市内緑地とその周辺の微気象データは非常に少ないのが実状である。本研究の目的は緑地による都市の気候緩和作用の解明である。1999年8月、小石川後楽園（東京都文京区）において1ヶ月間の微気象観測を行った。

2. 観測概要 観測対象は小石川後楽園（東京都文京区）である。観測期間は1999年8月の1ヶ月間。観測地点は、小石川後楽園内1点と小石川後楽園より約30m離れた中央大学校舎内1点である。観測項目は表-1に示す。さらに中央大学校舎内から赤外放射温度計を用いて小石川後楽園を撮影した。撮影地点より森林表層までの水平距離は30m、測定距離は32m、照射角度は69°である。今回観測した植物は落葉樹（ムキ、ケキ）、常緑広葉樹（シイ、クス）である。どの植物も高さ20m付近の葉の表面を観測した。

小石川後楽園(林内)	中央大学校内(林外)
通風式乾湿球計	通風式乾湿球計
放射収支計	日射計
熱流板	サーモグラフィ
二酸化炭素濃度計	
熱線式風速計	

表-1 観測機器項目

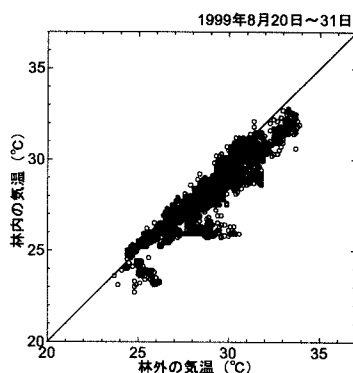


図-1 林内の気温と林外の気温との関係

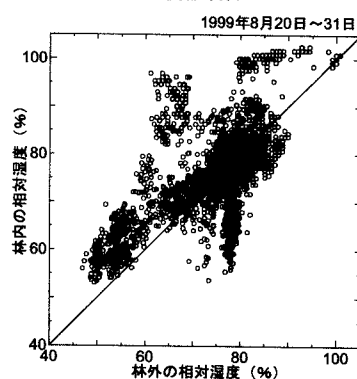


図-2 林外の相対湿度と林内の相対湿度

3. 観測結果と考察 3.1 林内と林外

外の気象環境の比較

本論文では、中央大学校舎内を林外、小石川後楽園内を林内と定義する。図-1は8月20日から31日までの林外の気温と林内の気温の関係である。林外の気温の方が林内の気温よりも高いことがわかる。最高で4.7℃高いときがある。図-2は8月20日から31日までの林外の相対湿度と

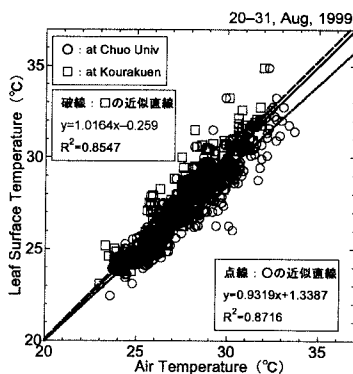


図-3 気温と葉の表面温度の関係

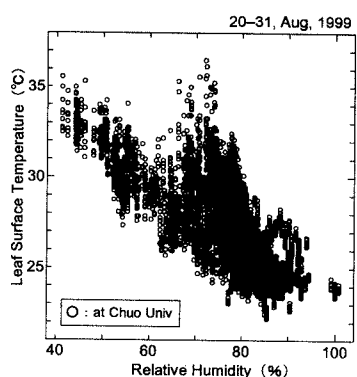


図-4 相対湿度と葉の表面温度の関係

林内の相対湿度の関係である。林内の相対湿度の方が林外よりも高い傾向にある。 **3.2 葉の表面温度と気象要素との関係** 図-3は8月20日から31日までの林内、林外の気温と葉の表面温度の関係である。林内の気温と葉の表面温度はほとんど同じである。林外の気温上昇とともに葉の表面温度は減少する傾向にある。図-4は林外の相対湿度と葉の表面温度の関係である。相対湿度の低下に従い葉の表面温度は上昇することがわかる。

3.3 小石川後楽園内の二酸化炭素濃度の挙動 図-5は8月16日の林内の気温と樹林（ケヤキ）内高さ8mの位置の二酸化炭素濃度の関係である。図中の直線は最小二乗法で回帰したものである。気温が高いときに二酸化炭

キーワード：ヒートアイランド、蒸発散、飽差、葉温、サーモグラフ

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03(3817)1805, FAX03(3817)1803

素濃度は低いことがわかる。これは樹木が光合成をおこなっていると考えられる。この観測結果は、観測期間中の晴天日において毎日観測された。図-6 は葉の表面温度と二酸化炭素濃度の関係である。図中の直線は最小二乗法で回帰したものである。葉の表面温度が高い時に二酸化炭素濃度は低い傾向にある。

3.4 小石川後楽園内の熱収支
熱収支法において、地表面の熱収支は以下の式で与えられる。

$$R_n = H + IE + G$$

ここで R_n は正味放射量 (W/m^2)、 H は顕熱 flux (W/m^2)、 IE は潜熱 flux (W/m^2)、 G は地中熱流量 (W/m^2) をあらわす。

小石川後楽園内の潜熱、顕熱の算定を Bowen 比法を用いて求めた。Bowen 比法は、正味放射量 R_n と地中熱流量 G を観測し、以下の式を用いて蒸発散量 E と顕熱輸送量 H を求める方法である。 T_1 、 T_2 、 q_1 、 q_2 は 2 高度での気温と比湿をあらわす。 c_p は空気 の定圧比熱 ($1.006 \times 10^3 J/kg \cdot K$)、 l は水の気化の潜熱 (J/kg) である。

$$E = \frac{R_n - G}{l(Bo + 1)} \quad H = Bo \times IE \quad Bo = \frac{c_p (T_1 - T_2)}{l(q_1 - q_2)}$$

図-7 は 8 月 21 日に観測した正味放射量と地中熱流量、上述の Bowen 比法を用いて求めた潜熱 flux と顕熱 flux の時系列である。この図から、Bowen 比法で求めた潜熱 flux と顕熱 flux の値の合計と観測値である正味放射量と地中熱流量の差とが良く一致していることがわかる。正味放射量の最大値は $532.7(W/m^2)$ である。そのときの潜熱 flux は $332.8(W/m^2)$ 、顕熱 flux は $199.8(W/m^2)$ であった。正味放射量の約 6 割が潜熱となり水蒸気を発生させていることがわかる。

次に、Bowen 比法で求めた潜熱 flux から蒸発散量を求めた。

$$IE = L \times E \quad L = 2.50 \times 10^6 - 2400T$$

ここで、 L は蒸発の潜熱、 T は気温、 E は蒸発散量である。

図-8 は 8 月 20 日と 21 日の葉の表面温度と上記で求めた蒸発散量との関係である。葉の表面温度が $29^\circ C$ 以上の範囲で蒸発散量が多くなっていることがわかる。

4. まとめ 観測結果をまとめると以下の知見が得られた。1) 林内と林外の気象環境を比較すると、林外は高温低湿、林内は低温高湿であった。2) 葉の表面温度は林外の気温とほとんど同じであることがわかった。林外の気温が上昇するとともに葉の表面温度は低下する傾向にある。これは、葉の表面温度が $29^\circ C$ 以上の範囲で蒸発散量が多くなっているという結果と同じ傾向である。3) Bowen 比法を用いて求めた潜熱 flux、顕熱 flux の合計は観測値である正味放射量と地中熱流量の差と良く一致した。4) 蒸発散量の最大値から小石川後楽園全体の放出する水分を求めると、1 秒間に最大 12.25 リットルであった。 <参考文献>近藤純正 (1994)：水環境の気象学，朝倉書店

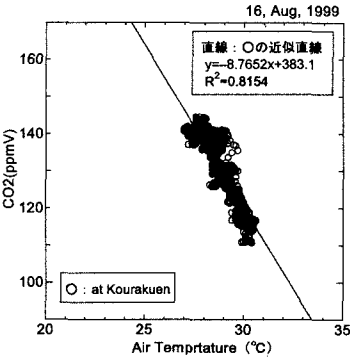


図-5 気温と二酸化炭素濃度の関係

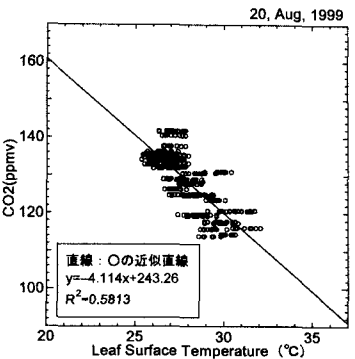


図-6 葉の表面温度と二酸化炭素濃度の関係

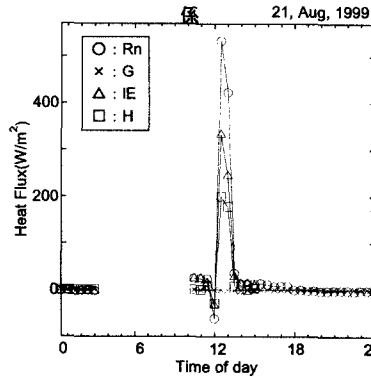


図-7 観測した正味放射量、地中熱量と Bowen 比法で算定した顕熱、潜熱の時系列

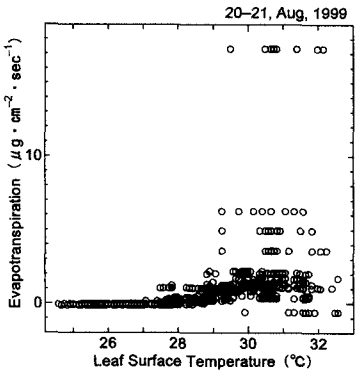


図-8 葉の表面温度と蒸発散量の関係