

森林キャノピー代表温度測定 of 検定・検証

(独)土木研究所(CREST,JST) 正会員 ○手計太一 中央大学大学院 学生員 二木 崇
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 地表面における熱収支を正確に把握するためには、対象とする地表面の代表温度を的確に捉えることが必要である。特に、植生層に

表 - 1 観測項目一覧

設置場所	観測項目	観測機材
小石川後楽園	渾球、乾球温度(地上15m)	通風式乾渾球計(英弘精機社製)
	地中熱流量(地中15cm)	熱流板(英弘精機社製)
	林床の正味放射量	放射収支計(英弘精機社製)
	林内鉛直方向の温度	サーミスタ式
	樹冠上の二酸化炭素濃度	二酸化炭素濃度計(ΔT)
	林床の二酸化炭素濃度	二酸化炭素濃度計(富士電気社製)
中大2号館屋上(地上高30m)	地上気圧	気圧計
	全天日射量	全天日射計
	温度湿度	サーミスタ式

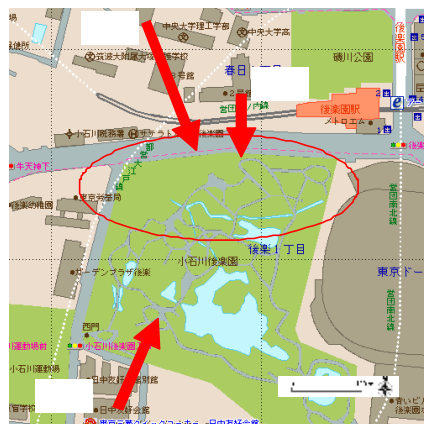


図 - 1 小石川後楽園

地点 : IRT(A) (瞬間値)
地点 : IRT(B) (12.8 秒間の平均値)
地点 : IRT(B) (12.8 秒間の平均値)

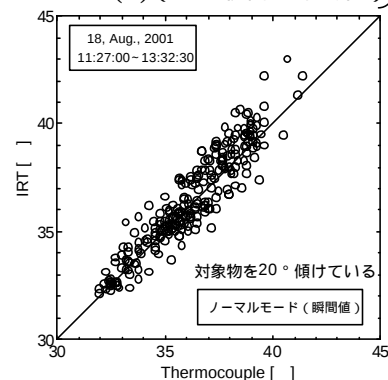


図 - 2 赤外放射温度計と熱電対の比較

おける場合、その代表温度の算定方法によって熱収支の結果が大きく異なる。しかし、森林表面温度、特に葉温を計測したこれまでの研究は非常に少ない。そこで著者らは、森林キャノピー代表温度の測定方法を確立する目的で、赤外放射温度計を用いて森林表面温度の計測を行なった。

2. 観測概要 2001年7月19日から8月9日までの22日間、小石川後楽園(東京都文京区)を対象として微気象観測を行った。観測項目は表-1のとおりである。園内では18mのポールを建て、熱収支観測を行った。本観測では特に、赤外放射温度計2機を用いて、園内の樹林を2方向から同時に計測した。図-1は観測方向を示している。赤外放射温度計Aは瞬間の表面温度の値、赤外放射温度計Bは12.8秒間の平均(0.8秒毎に16回計測したものの平均)の値を測定している。

3. 観測結果 赤外放射温度計Aについて行った熱電対とのキャリブレーションの結果を図-2に示す。検定対象は、耐熱塗料で表面を加工した0.2mm厚の鉄板である。検定の結果、両者は非常に良く一致していることがわかる。図-3は図-1における地点から撮影した熱画像(左図)と地点から撮影した熱画像(右図)である。両者とも対象としている森林群落の表面温度は周辺市街地の表面温度よりも4程度低いことを示している。両図中の□Aの領域の平均温度を本解析における森林表面温度としている。さらに左図中のBのビル屋上表面温度をコンクリートの表面温度として解析した。図-4は図-1における地点と地点から計測した森林表面温度の比較である。異なる2方向から計測した森林表面温度は良く一致している。この2方向からの結果から、森林表面温度の値は、(これまで測定結果に対する疑問点に答えられていないような)赤外放射温度計の設置高度や撮影角度に影響はない。図-5は対象森林群落に対して南(図-1中の地点)からと北(図-1中の地点)から森林表面温度を計測した結果である。上段の図は東京管区気象台における日射量の時系列である。午前10時頃から午後3時頃において、日射があるにもかかわらず森林表面温度が急激に低下している。この現象は、異なる2方向(南北方向)から同時に捉えている。なお、午前9時頃における森林表面温度の低下は、この時間帯において時間積算日射量が1[MJ/m²]にも満たないことが要因であると考えられる。図-6は図-1中の地点から計測したコンクリートの表面

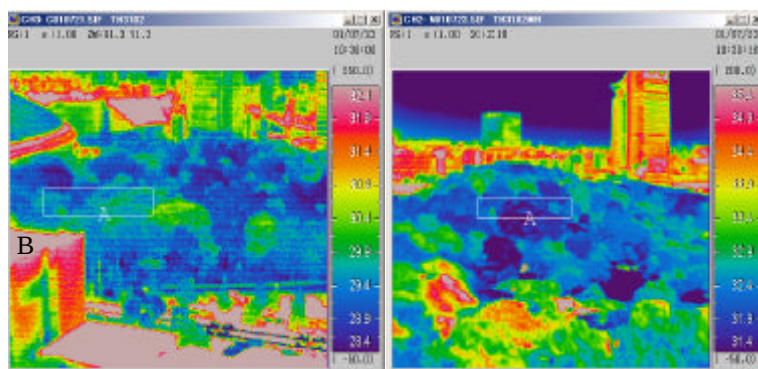


図 - 3 対象群落に向かって南北2方向から赤外放射温度計を用いて撮影した熱画像

キーワード：赤外放射温度計、蒸発散、キャノピー温度
連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市大字南原1番地6 水工研究グループ水理水文チーム

温度と森林表面温度、気温、相対湿度の時系列である。コンクリートの表面温度は日射量の増加ととも

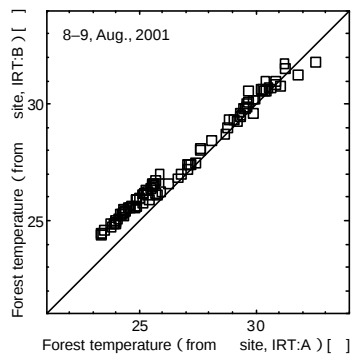


図-4 地点と地点から計測した森林表面温度の比較

もに最高で 37℃まで上昇した。それに対し、森林表面温度は最高で 26℃程度しか上昇しない。この要因として、蒸散活動による森林表面温度の抑制によるものと考えられる。図-7 は 2001 年 7 月 25 日における図-1 中の地点から計測したコンクリートの表面温度と森林表面温度、気温、相対湿度の時系列である。上段の図は東京管区気象台における日射量の時系列である。午前 10 時頃から午後 1 時頃まで日射があるにもかかわらず森林表面温度が急激に低下している。それに対して、コンクリートの表面温度は日射量の増大とともに約 45℃にまで上昇している。これらのことから、人工構造物の表面温度は上昇するにもかかわらず、森林表面温度だけが、ある気象条件を境に急激に低下していることがわかる。午後 2 時頃にコンクリートの表面温度と森林表面温度、気温が急激に低下し、相対湿度が上昇しているのは、降雨によるものである。図-8 は気温と露点温度と森林表面温度、日射量の時系列である。森林表面温度は露点温度をほとんど下回ることではなく、下回ったときでも最大でも計測誤差程度であった。このような森林表面温度の急激な低下の要因は、蒸発散以外にも、根から吸い上げられる水分や樹液の温度が低いことにあると考えられる（樹液説）。

4. まとめ 森林キャノピー代表温度を正確にかつ迅速な計測方法の確立を目的に、赤外放射温度計を用いて森林表面温度の計測を行った。本研究で得られた知見を以下に示す。(1) 異なる 2 方向から同時に森林温度計測を 2 ケース（地点 と 地点 と）行った結果、どこから計測しても森林表面温度は同様の計測結果が得られた。(2) コンクリートの表面温度と森林表面温度を比較した場合、コンクリートの表面温度は日射量の増大とともに急激にその表面温度は上昇する。それに対し、森林表面温度はある大気温度を境に急激に低下する。これは、蒸散活動の活性化に伴うことが樹林群落での微気象観測データから示されている。(3) 以上のことから、赤外放射温度計を用いて森林キャノピー代表温度を計測することは十分の信頼性があるといえる。なお、さらに別の角度から行った検定結果は 2002 年 8 月の水文・水資源学会において報告する。

謝辞: 本研究の遂行にあたり、東京都東部公園事務所、小石川後樂園公園事務所、(財)日中友好会館に多大な協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献: 1) 手計太一・志村光一・山田正・日野幹雄：夏季における葉の表面温度の日変化に関する研究，第 26 回関東支部技術研究発表会講演概要集，11-36，pp.230-231，1999。2) 手計太一，志村光一，山田正，日野幹雄：都市内緑地における葉温の挙動と微気候因子との関係に関する研究，水工学論文集，第 45 巻，pp.265-270，2001。

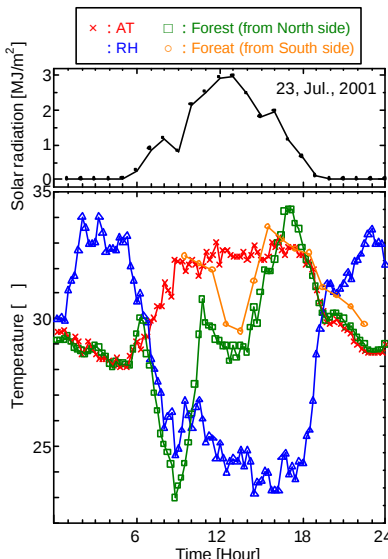


図-5 対象森林群落に対して南（地点）からと北（地点）から計測した森林表面温度と気温、相対湿度の時系列

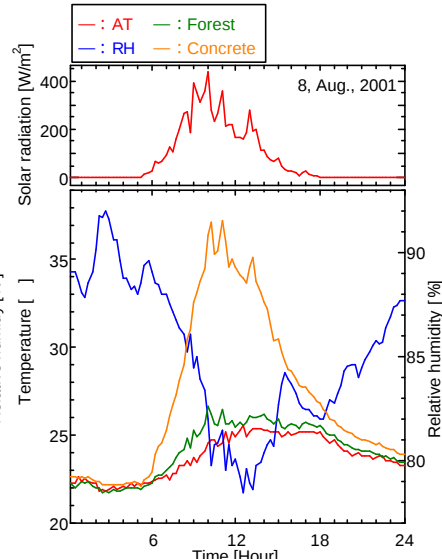


図-6 地点から計測したコンクリートの表面温度と森林表面温度、気温、相対湿度の時系列

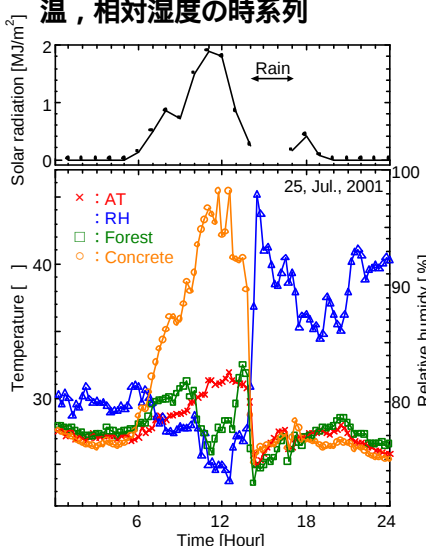


図-7 地点から計測したコンクリートの表面温度と森林表面温度、気温、相対湿度の時系列

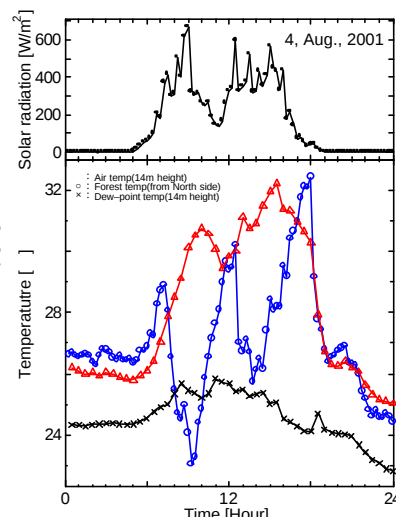


図-8 地点から計測した森林表面温度、気温、露点温度、日射量の時系列