

熱赤外線カメラを用いた熱環境に関する基礎的研究

九州共立大学工学部	正員	亀田 伸裕
同 上	正員	○ 園田 裕虎
同 上		橋本 淳

1. はじめに

生活環境や住環境におよぼす熱の影響について、近年諸氏により種々の研究が行なわれている。しかし広範囲で多数の点の温度を同時に測定することは難しい。そこで非接触法の熱赤外線放射の応用した熱赤外線カメラを用いて測定することが、研究手段として効果的であると考えられる。本稿では、熱赤外線カメラを用いて地表面の温度の類推が可能かを実際の観測を基に検討し、さらに地表面温度の特性を考察する。

2. 観測

観測は1990年9月27日の8時から20時までの12時間と、10月18日の11時から19日の12時までの25時間について、それぞれ1時間間隔で行なった。熱赤外線カメラ(日本電気三栄製 6T62, 温度測定範囲 $-50^{\circ}\text{C}\sim 2000^{\circ}\text{C}$, 最小検知温度差 0.1°C , 測定精度 $\pm 0.5\%$)を共立大学学舎7階から、正面玄関方向の地上に向けて熱赤外線放射温度を測定した。同時に地上の芝地に設置した移動式微風向風速計、アスман乾湿計および放射収支計により、風速、気温および放射収支量を測定した。10月18日の測定では熱電対を用いて接触法による表面温度の測定も合わせて行なった。なお熱赤外線カメラの放射率は1.0に設定した。さらに12月5日の10時から8日の19時までの34時間、15分間隔で、10月18日と同じ場所で熱電対を用いて、芝生、アスファルトおよび裸地の表面温度の測定と放射収支の測定を行なった。

3. 観測結果

3-1 非接触法と接触法による表面温度の比較

図-1(a)~(b)に草地とアスファルト面の非接触法と接触法による表面温度の比較を示す。これによれば全体的に数度の差はあるものの、表面温度の挙動については、ほぼ同様の傾向を示していることが分かる。このことから、熱赤外線カメラによる測定温度は、実際の表面温度を定性的に表していると考えられる。

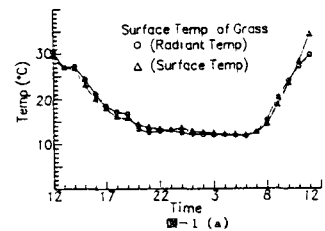


図-1(a)

3-2 放射収支量と温度の関係

図-2は12月5日の放射収支量と芝生の表面温度との関係を示している。これによれば芝生の表面温度との相関係数は0.93となり、高い相関が認められる。また気温の場合0.35、芝生の場合0.93、アスファルトの場合0.82、裸地の場合0.84となった。10月18日の相関係数は気温の場合0.65、芝生の場合0.84、アスファルトの場合0.82となった。9月27日の観測での相関係数は芝生の場合0.75、アスファルトの場合0.68、森の場合0.70、住宅地の場合0.84となった。いずれの場合も気温以外は0.68以上の値となり相関が高いことを示している。次に日射の変化に対する温度の変化はアスファルト、芝生、空気の順で変動が大きいことが分かる。またその温度勾配はいずれの場合も約 $0.02\sim 0.08^{\circ}\text{C}/(\text{Kcal}/\text{m}^2\text{h})$ の範囲にあると考えられる。

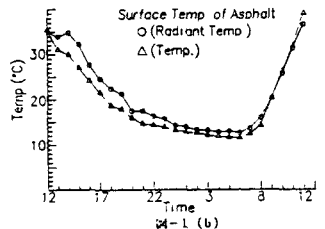


図-1(b)

3-3 風速と温度の関係

図-3は風速と芝生の表面温度との関係を示している。この場合の相関係数は-0.63となった。また気温に対して-0.48、アスファルトに対しては-0.56と相関は認められる

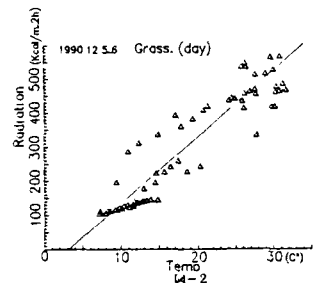


図-2

が、放射収支量と温度の関係に比べると低くなっている。また、すべて負の相関であり、風が強くなれば温度が下がり、風が弱くなれば温度が上がることを示している。なお、最も風の影響を強く受けるのはアスファルトであり、次に芝生、気温の順になっていることが分かる。

3-4 地表面の相違による放射温度の比較

図-4は10月18日正午から翌日の正午までの24時間観測したときの芝生とアスファルト表面の放射温度と時間の関係を比較したものである。また図-5は12月5日観測の放射収支量、芝生表面の温度、アスファルト表面の温度、裸地表面の温度および気温と時間の関係を比較したものである。

図-4、5によれば日の出の日射量の増加と共に表面温度は急上昇し、13時頃にピークが表れる。そして夕方にかけて日射量が減ってくると、表面温度も次第に下降してくる傾向が見られ、日の入り後から日の出直前まで徐々に温度が低下しほぼ気温と同化していくことが分かる。図-4ではアスファルト面の表面温度は全体的に高く、変動も大きいことが分かる。それに比べて芝生面は温度の上昇が抑えられ、変動もアスファルトに比べて小さくなっている。これは芝生が住宅等の熱環境の改善に寄与することが確かめられたと言える。しかし図-5では逆に芝生の方が温度変動が大きく、夜間は温度が低くなっている。これはこの時季にしては気温も比較的高く、また夜間の放射冷却も認められないために、アスファルトや裸地に冷込みの影響がなく熱が保温されていたものと思われる。

また図-6(a)～(b)は芝生とアスファルト表面の放射温度と時間の関係および森と住宅地の放射温度と時間の関係を比較したものである。これによれば、日の出後の温度の上昇速度はアスファルトと住宅地が早い、住宅地については屋根や壁などの建築材料の影響があるものと考えられる。また森と芝生においては表面温度の上昇速度は緩やかに上昇し、13時頃にピークが表れるが、芝生と森はアスファルト、住宅地に比較して顕著なピークが表れていない。これは植物による環境調整作用が働いているものと考えられる。

4 まとめ

- ①熱赤外線カメラによる放射温度は、実際の表面温度を定性的に表していると考えられる。
- ②放射収支量と芝生およびアスファルト等の表面温度との相関は放射収支量と気温との相関に比べて高い。
- ③風速と芝生およびアスファルトの表面温度、風速と気温との相関は認められるが、放射収支量と比べると低い。
- ④表面温度の挙動の特性は、地表面の熱特性と日射量や気温等の気象条件に左右される。

参考文献

- 1) 日本写真測量学会；熱赤外線リモートセンシングの技術と実際、1986
- 2) 成田、関根；アスファルト舗装と土壌面の表面温度長期観測、日本建築学会講演集、1987
- 3) 小林；夏期の外表面熱伝達率に関する研究、日本建築学会講演集、1987

