

屋上緑化による温度低下効果の評価方法について

坂本 陵治

A Preliminary Study on Evaluation of Rooftop Greening Effect

Ryoji SAKAMOTO

Key Word: rooftop greening, temperature moderation, heat insulation

キーワード: 屋上緑化、気温緩和、断熱

はじめに

環境保健研究センター屋上部には、県トライアル発注制度により、2社の緑化工法を取り入れた屋上緑化が施されている。センターではこの工法によって変化する温度推移を把握するため、温度センサーを設置し、センター交流ゾーンに設けた表示装置により温度変化等を常時表示閲覧できることとしている。

温度把握のため、白金抵抗体方式の温度センサーを緑化部の底から約24cm下のコンクリート下部に挿入して測定している。特に夏場の測定結果ではあるが、緑化部とコンクリート部の差はほとんどみられていないのが現状である。

そこで、サーミスタ型温度センサーおよび赤外線サーモグラフィを用いて、屋上緑化部とコンクリート部の表面温度を比較し、屋上緑化の効果を評価したので報告する。

調査方法

緑化表面温度の測定は快晴日が続いた9月10日に行い、緑化部S(サカタ工業社)、緑化部M(マサキエンバック社)およびコンクリート露出部を対象にして実施した。

サーミスタ型温度センサー(T&社 おんどとりJ)をそれぞれの測定部の直上に4機設置して、1時間毎に温度を測定した(図1)。また、屋上部(緑化部およびコンクリート露出部)の温度変化を見るため、赤外線サーモグラフィ(AVIO社 705ST)により、屋上部の上部空間から6:00~18:00の期間1時間毎に撮影記録した。また、屋上緑化下部での温度、屋外での日射放射量および気温の数値は既設の自動測定記録結果を用いた。測定項目および測定点¹⁾を図2に示す。

調査結果および考察

各測定部・測定方式別の温度の経時変化を図3に、屋

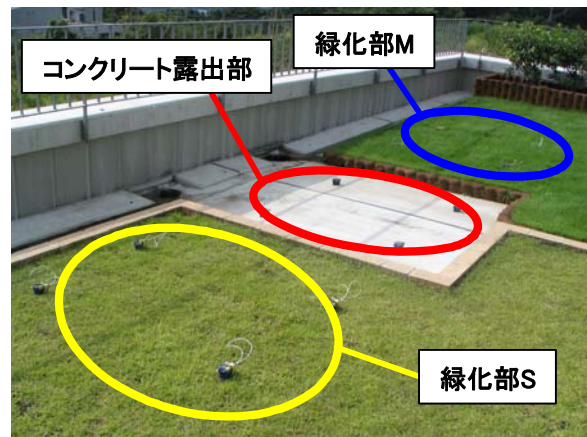


図1 屋上面における温度センサー設置状況

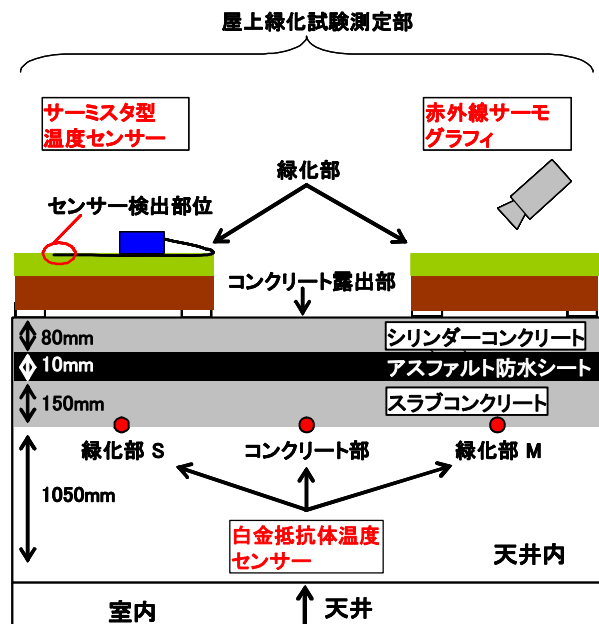


図2 測定項目および測定点

上緑化部およびコンクリート部の外観および赤外線サーモグラフィの画像を図4に示す。

図3の赤外線サーモグラフィによる温度変化は、午前10時から緑化部S、緑化部Mおよびコンクリート露出部において、温度分布に差異が見られた。各測定部における最高温度は、緑化部Sで31.1℃(12時、13時)、緑化部Mで26.7℃(12時)、コンクリート部で43.6℃(13時)であり、緑化部Sとコンクリート部の温度差は12.5℃、緑化部Mとコンクリート部の温度差は16.9℃であった。また、緑化部Sと緑化部Mの最高温度差は4.4℃であった。

一般的な熱収支および放射収支は次の式によって表される²⁾。

$$\text{熱収支式 } Rn = H + IE + G$$

$$\text{放射収支式 } Rn = (1 - a) \times S + L \downarrow - \varepsilon \sigma Ts^4$$

Rn : 正味放射量[W/m²]

H : 顕熱[W/m²]

IE : 潜熱[W/m²]

G : 伝導熱[W/m²]

S : 日射量(短波放射量) [W/m²]

$L \downarrow$: 大気から入射する長波放射量[W/m²]

Ts : 表面温度[K]

σ : ステファン・ボルツマン定数
($= 5.670 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{K}^{-4}$)

a : 各試験体日射反射率(アルベド)

ε : 放射率

この式からわかるとおり、緑化部Sと緑化部Mはほぼ同じ位置であるため、日射量(S)や大気から入射する長波放射量($L \downarrow$)は同じ条件であるが、緑化部Mの方が緑化の密度が高く、日射反射率(a)や潜熱(IE)が大きいことから最高温度差があると考えられる。

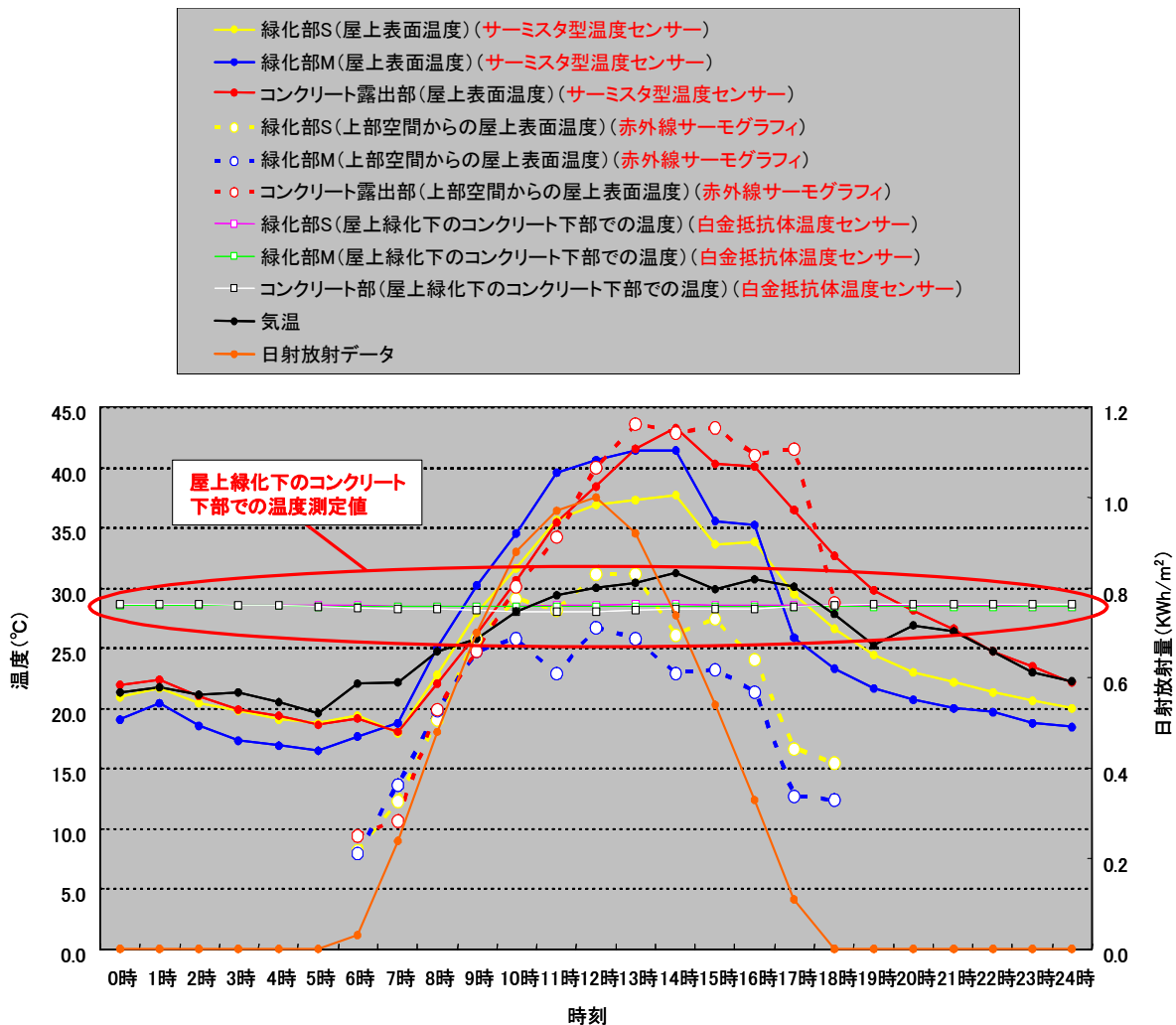


図3 各測定部・測定方式別の温度の経時変化

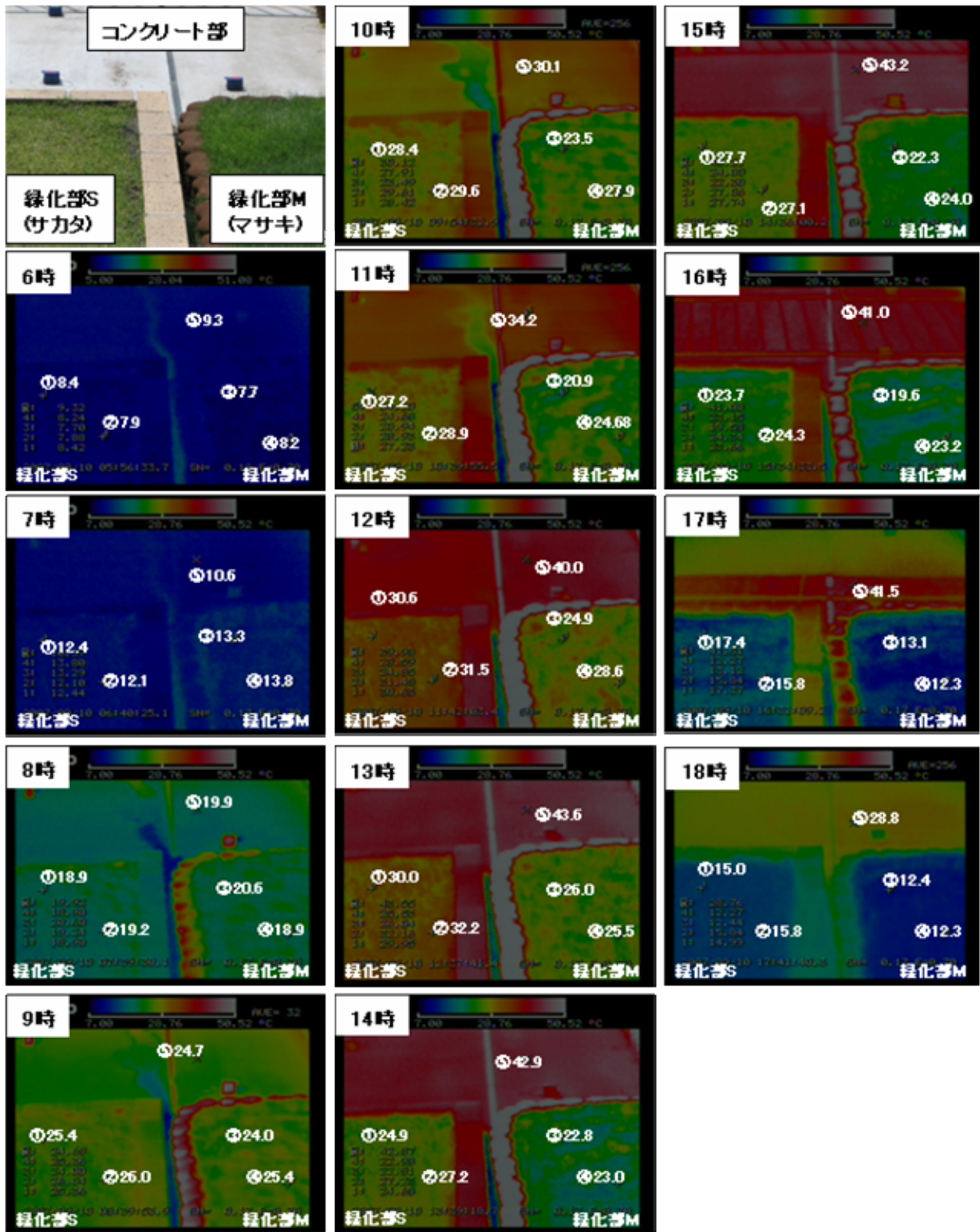


図4 屋上緑化部およびコンクリート露出部の外観および赤外線サーモグラフィの画像

サーミスタ型温度センサーでの測定の最高温度は、緑化部 S で 37.5°C (14 時)、緑化部 M で 41.4°C (13 時)、コンクリート部で 43.2°C (14 時) であった。平均温度は、緑化部 S で 25.7°C、緑化部 M で 25.5°C、コンクリート部で 28.1°C であり、緑化部 S とコンクリート部の平均温度差は 2.4°C、緑化部 M とコンクリート部の平均温度差は 2.6°C であった。

赤外線サーモグラフィとサーミスタ型温度センサーとの温度変化を比較すると、コンクリート部では同様の推移を示したが、緑化部では、サーミスタ型温度センサーは赤外線サーモグラフィの場合と比べて高い温度推移を示した。これは、温度センサーの検出部位に日よけを行わず、検出部を測定部の直上に設置したため、日射の影響を直接受けたためと考えられる。これに対し、赤外線サーモグラフィは対象物の放射温度を測定しているため、サーミスタ型温度センサーとは異なった推移を示した。

屋上面の下に位置するスラブコンクリート下部での平均温度は、緑化部 S で 28.5°C、緑化部 M で 28.4°C、コンクリート部で 28.4°C となり、緑化部とコンクリート部の平均温度差はほとんど見られなかった。これは、温度センサーが屋上面から約 24cm 下部にある共通のスラブコンクリートに挿入されており、対照のコンクリート部の面積が緑化部に対して狭いことやコンクリート内部の熱分散および断熱によって温度が平均化されるため、明確な温度差が出ないものと考えられる。

まとめ

赤外線サーモグラフィによる温度測定結果より、日中において、コンクリート部では最高 43.6°C まで達するが、緑化部では最高でも 31.1°C であり、コンクリート部よりも緑化部の方が明らかに低い温度となることが認められた。今回の

温度測定結果からコンクリート部の緑化により屋上面の温度低減効果が明らかに認められた。

しかし、屋上面の下に設置されている白金抵抗体方式の温度センサーは、設置位置が屋上コンクリート表面から深く、緑化部とコンクリート部の温度を同じ下部で測定していることからコンクリート部での温度値も、緑化の影響を受けた結果と考えられ、日中においては、屋上コンクリート表面の温度を反映していないことが示唆された。以上のことから、緑化面の下部において、屋上緑化の効果をより明確にするためには、対照となる白金抵抗体方式の温度センサーの取り付け位置を屋上コンクリート表面下部に位置するコンクリート面とは異なるコンクリート下部に設置する方がよいと思われる。ただし、先行研究の報告^{1,3)}では、スラブコンクリート下部での緑化による温度低減効果は最大で 3°C 程度であると報告されていることから温度測定部位に関する構造面からの適正位置の選択と併せ、適切な温度測定に十分な配慮が必要である。なお、冬季においては、緑化部とコンクリート部での温度差が夏季とは逆転するものと考えられる。

参考文献

- 1) 東京都環境科学研究所 HP
<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/sympo/okujou.pdf>
- 2) 山口隆子・横山仁・石井康一郎(2005): 軽量薄層型屋上緑化システムにおけるヒートアイランド緩和効果, ランドスケープ研究 68(5), 509-512
- 3) 有馬智・須崎裕一・涌井史郎・油井正昭・飯島健太郎(2005): 屋上緑化における植栽形態別の気温緩和効果および断熱について, ランドスケープ研究 68(5), 499-502