

映像による熱環境評価の検討

日大生産工 ○高橋 岩仁

1. はじめに

今年3月、東日本を襲った大震災の影響で数多くの方が学校の体育館などで避難所生活を余儀なくされた。避難所生活は多くの問題点があり、避難者は大変な苦労をされていたが、その一つとして夏期における室内の温度上昇が上げられる。エアコンなどの空調設備が乏しく、場合によっては窓を開けることができない過酷な状況下で熱中症などの懸念がニュースなどで大きく取り上げられていた。この室内温度上昇の要因は外気温の影響だけではなく、熱せられた建物外壁面からの熱流の移動が大きい。特に、体育館のような建物の屋根裏はむき出しの鉄筋が使われていることが多く、その鉄筋が熱せられ、対流熱伝達により室内の温度を上昇させる。この対策として、建物に向けて散水する気化熱を利用した方法など考えられるが、緑化による蒸散作用も同様の効果が期待できる。

本研究は、ALCパネルを壁面材とした鉄骨構造のモデルボックスを2体用い、屋上緑化の熱環境への影響を検討した。特に、赤外線熱画像装置を用いて、屋上表面、また屋根裏の鉄筋部分の温度を熱画像により視覚的評価を行った。

2. 実験条件および方法

2. 1 緑化方法

今回、屋上緑化の基盤材として用いた試料は、廃棄物の有効利用を観点に置き、上水汚泥とコンポスト汚泥（下水汚泥）を主原料とし、それに土壤改良材として木炭を配合した。配合比は既往の研究から良好な植生が確認されている、上水汚泥：コンポスト汚泥：木炭=4:4:2（体積比）とした。これに、飛散防止、雨滴衝撃による浸食防止、さらに基盤材相互の粘着力を高めることを目的とし、トビ粉を植物性粘着材として15kg/m³混入した。なお、トビ粉とはコンニャク製造時に排出される純植物性の飛翔廃棄物であり、栄養価が高く、肥料効果も期待される。

緑化方法は、2011年5月21日に9mm厚の木枠に100mm厚の基盤材を入れ、その上にコウライシバ (*Zoysia tenuifolia*) のソッドを張った。木枠の大きさは775mm×585mmとし、底部には水はけ用の孔 (φ15mm)



図-1 モデルボックス



図-2 屋根裏

を72個/m²開け、さらに、水はけを良好にするために、屋上面と木枠設置部分の間にヤシ殻マットを敷いた。なお、散水は2日に1回のペースで行った。

2. 3 実験方法

実験は、本学部校内に2体のモデルボックスを設置し、緑化の有無による熱環境への影響を検討した。図-1, 2にモデルボックス（緑化有り）とボックス内の屋根裏の写真を示す。

測定項目は実験場所における外気温、風速、風向、室内温度、建物屋上面および各壁面の表面温度、日射量、さらに今回のテーマである屋上表面、また屋根裏の鉄筋の温度を赤外線熱画像装置 (TVS-620: 日本アビオニクス株式会社) を用いて測定した。

3. 実験結果および検討

3. 1 測定日気象条件

測定は2011年8月11日の11時から15時まで行った。実験当日は猛暑日であり、実験場所の外気温は最高で38.8℃となった。なお、天候は晴れ、風向・風速は微量のため無風状態として検討した。

3. 2 屋上面および屋根裏の熱画像結果

図-3, 4に最も温度の高い14時の屋上表面と屋根裏の熱画像結果を示す。

まず、屋上表面の結果を見ると、緑化無しの屋上面は緑化有りに比べ赤く、高温であることが視覚的に観測された。これは比熱の低いコンクリートに覆われている緑化無しの屋上面に対し、緑化有りでは植物の蒸散作用により表面温度が低下したためとい

える。なお、この時の表面平均温度は、画像解析から緑化有りで約38℃、緑化無しでは約50℃とその差は約12℃であった。

次に、屋根裏の結果を見ると、屋上表面同様に、大きな差が確認された。屋根裏は測定箇所が同じ材質である鉄筋であるため、屋上表面ほどの差は見られないと考えられたが、実際は同様の差が確認され、屋根裏の平均温度は、緑化有りで約35℃、緑化無しでは約47℃とその差約12℃であった。この要因は、屋上表面における熱流の影響が大きく、この差が室内温度に大きく影響を与えているといえる。

そこで、室内温度および屋上表面の熱流量について検討した。図-5に室内温度、図-6に屋上表面の熱流量の経時変化を示す。なお、熱流量の値はプラスが室内から外気方向へ、マイナスはその逆の流れである。

まず、室内温度を見ると、日中は緑化有りより無しの室温が高く、最大で約5℃の差が生じた。これは、熱画像結果からも分かる通り、屋根裏からの対流熱による影響が大きいといえる。

次に、熱流量の結果を見ると、緑化無しの場合、熱は日中室内に流入しているのに対し、緑化有りは外気方向に流れた。この緑化有りの熱流が外気方向に流れた要因としては、蒸散作用によって熱が放出された用土内部の温度が低く、また用土の熱容量が大きいことが考えられる。なお、この時の壁面からの熱流量は、断熱構造に優れたALCパネルを用いているため、緑化有無の差はあまり見られなかった。したがって、この屋上表面の熱流量が屋根裏の温度、さらに室内温度へ大きく影響を与えたといえる。

4. まとめ

本研究は、赤外線熱画像装置を用いて、屋上緑化の熱環境への影響を視覚的に評価し、以下の知見を得た。

- 1) 赤外線熱画像装置を用いたことにより、屋上緑化による熱環境緩和効果が視覚的に評価された。
- 2) 鉄筋を用いた屋根裏は、日中で平均約47℃と高温になった。なお、緑化有りではこれに対し、平均約12℃の緩和効果が確認された。
- 3) 室内温度は、屋根裏の温度に大きく影響を受け、緑化の有無で最大5℃の差が生じた。
- 4) 緑化の有無によって屋上表面の熱の流れは異なり、緑化有りでは、熱が室内から外気に放出されることが確認された。

今後は、冬期における保温効果などの熱環境を視覚的に評価し、さらに画像解析によって定量的な評価も同時に進める予定である。

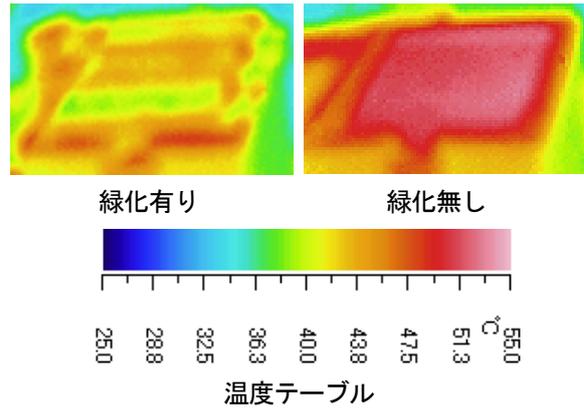


図-3 屋上表面 (14時)

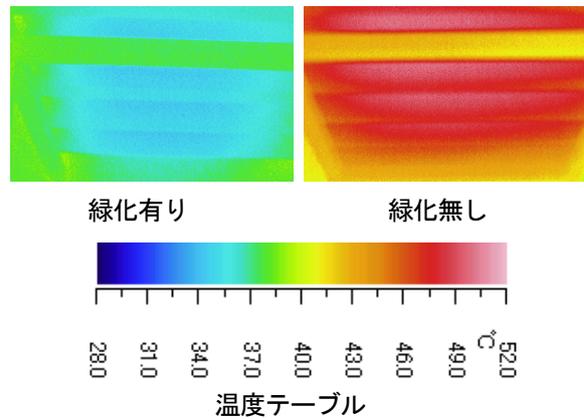


図-4 屋根裏 (14時)

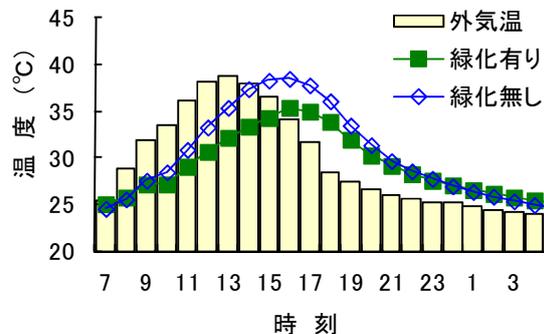


図-5 室内温度の経時変化

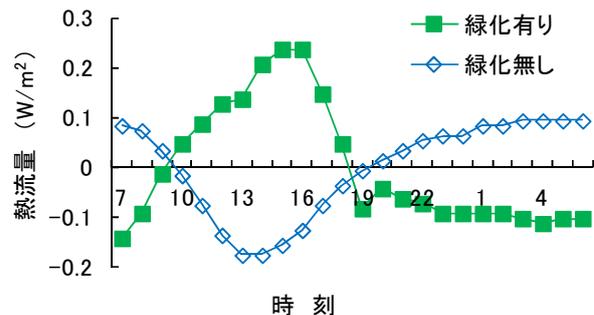


図-6 熱流量の経時変化 (屋上表面)