

実験的手法による屋上緑化の熱環境に関する研究

日大生産工（ポスト・ドクター）○高橋 岩仁
日大生産工 大木 宜章 川岸 梅和

1. 序文

近年、地球温暖化や都市域でのヒートアイランド現象に起因する気象変化、都市型集中豪雨が大きな問題となっている。この原因として都市化による地表面の熱特性変化、つまり工業材料による高温化と蓄熱量の増加が挙げられる。

本研究はこれらの問題に対し、屋上緑化に視点をおき、一般的な実建物を想定したモデルボックスを用い、実験的手法により屋上緑化の熱環境への影響に関する研究を行った。既に平成17年度の実験では、室内熱環境へ与える影響を壁面および屋上面からの熱流量、室内温度から検討し、屋上緑化の効果を確認した。さらに、対流熱伝達量を表面温度から計算し、外気への影響も検討した。なお、その効果は真夏日において、緑化有りで無しに比べ、室内温度は最大で約5℃下がっており、また、外気への対流熱伝達量も屋上面だけ比較すると約1/9の減少が確認された。

本年度は、長短波放射計により天空と地表からのエネルギーの収支量を求め、熱環境との関係を検討した。さらに、赤外線熱画像装置を用い、表面温度を可視観測した。

2. 実験条件および方法

実験は日本大学生産工学部校内に写真-1のモデルボックスを設置し、緑化有無による熱環境を検討した。モデルボックスは外寸横幅900mm、高さ1500mm、奥行き1800mmとし、規格材料などにより、実際の住居と同様なボックスとした。すなわち、屋上部分はコンクリート（熱伝導率： $1.6\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、比熱： $840\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、最大厚：140mm）を主体とし、壁面は断熱効果に優れたALCパネル



写真-1 モデルボックス設置状況
（左：緑化有り 右：緑化無し）

（熱伝導率： $0.17\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、比熱： $1047\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、厚：50mm）を用いた。なお、骨組みには鋼材を使用し、屋上表面は1.5mmのFRP塗布防水加工を施した。

緑化方法は12mm厚の木枠に100mm厚の用土を入れ、その上にコウライシバを芝付けし、屋上面に設置した。なお、木枠の底部に排水孔（ $\phi 10\text{mm}$ ）を72個/ m^2 開け、さらに水はけの効率を上げるため、屋上面と木枠設置部分に10mm厚のヤシ殻マットを敷いた。

測定は外気温・風量・風向・室内温度・日射量・建物全体の表面温度と熱流量の7項目に加え、長短波放射量および赤外線熱画像を行った。なお、長短波放射量は英弘精機製の長短波放射計を用い、赤外線熱画像は日本アビオニクス株式会社製のTVS-620を使用した。ここで、長短波放射計とは、 $0.3\sim 3\mu\text{m}$ 域の短波放射量（日射量）と $5\sim 50\mu\text{m}$ 域の長波放射量（赤外放射量）が下向きおよび上向き放射として同時に独立して測定することが可能な測器である。

Study on the Effect of Rooftop Planting to the Heat Environment by an Experimental Method

Iwahito TAKAHASHI , Takaaki OHOKI and Umekazu KAWAGISHI

3. 実験結果

3. 1 測定日基本条件

測定は年間を通して行ったが、ここで使用したデータは2006年8月3日～4日を用いた。図-1に測定日の日射量と外気温の経時変化を示す。

日射量は、朝方に東面、日中に屋上および南面、夕方に西面が高い値を示した。外気温は12時で最大39.1℃、夜間の最低気温も24℃であった。なお、天候は晴れ、風向・風量は微量のため無風状態として検討した。

3. 2 長波放射量結果

図-2に屋上面の長波放射量の経時変化を示す。

これより、下向き放射量は緑化有無とも同様な傾向を示し、日中から夕方にかけて若干上昇したもののほぼ400W/m²で横ばい状態であった。それに対し、上向き放射量は緑化有無により大きく異なり、緑化無しでは日中から夜中にかけて高く、逆に夜中から日中までは低い値を示した。一般に、長波放射量は地表面がコンクリートなどの構造物の場合、その収支量は等しくなる。このことから、緑化無しの放射量の変動はこの理論に当てはまるといえる。しかし、緑化有りでは常に下向き放射量より上向き放射量の方が低い値を示した。これは天空からの放射エネルギーが蓄熱されているのではなく、植物の蒸散作用により熱が奪われたことに起因しているといえ、緑化による大気への熱の放出削減が確認された。

3. 3 赤外線熱画像結果

図-3に太陽高度が最も高い12時の赤外線熱画像結果を示す。なお、ここではモノクロのため確認が困難であるが、この図は白いところほど高い温度を示している。

これより、緑化無しの屋上面は緑化有りに比べ白く、高温であることが視的観測された。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。また、この時の表面温度は緑化有りでは約46℃、緑化無しでは約54℃とその差は8℃であった。なお、緑化有りの屋上面において中央部分に横線が見えるが、これは木枠部分である。

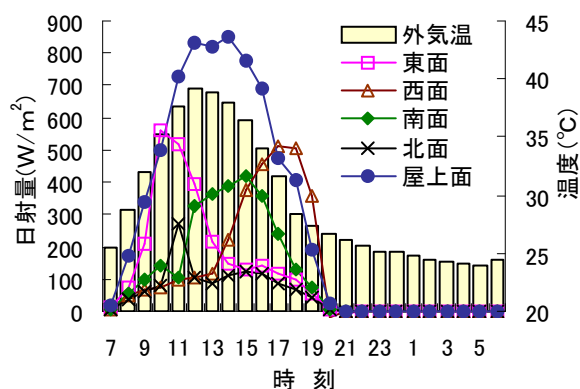


図-1 測定日気象条件 (2006年8月3日～4日)

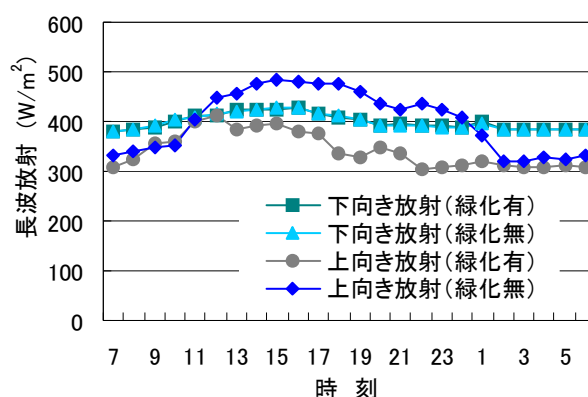


図-2 長波放射量 (2006年8月3日～4日)

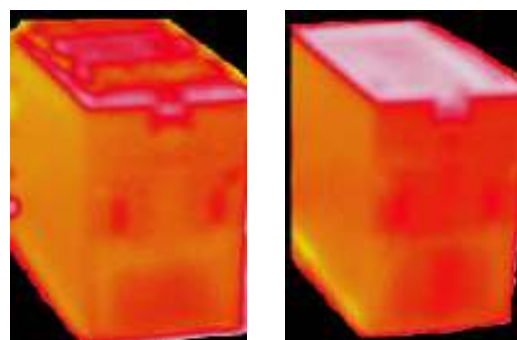


図-3 赤外線熱画像結果 (2006年8月3日12時)
(左: 緑化有り 右: 緑化無し)

4. まとめ

本研究は実験的手法により屋上緑化の熱環境に関する研究を行った。特に本年度は天空と地表からの長波放射収支量について検討した。この結果、緑化無しでは1日当たりの積算収支量がほぼ等しかったが、緑化有りでは常に上向き放射量の方が低い値を示し、緑化の蒸散作用といえる大気への熱の放出削減が確認された。また、赤外線熱画像装置からも緑化による表面温度の低下が視的観測された。