

廃棄物利用した屋上緑化の熱環境緩和に関する研究

日本大学（院） 学生会員 ○鈴木 紀裕 日本大学 正会員 大木 宜章
日本大学 正会員 高橋 岩仁 日本大学（院） 江村 和朗

1. はじめに

都市化の進行に伴い、コンクリートやアスファルトなど無機質系構造物の地表面に占める割合が高くなり、都市部において熱環境に大きく影響を与えている。これら、無機質系構造物に到達した太陽電磁波は表面を熱しながら内部へ浸透（蓄熱）する。熱せられた表面は、大気との接触により対流熱伝達を起こし、気温を上昇させる。さらに、蓄熱されたエネルギーは夜間など外気温の低下とともに放出され、ヒートアイランド現象などの要因となる。この無機質系構造物に対し、土壌表面は、水分を含んでおり、さらに植生が存在すると、植生の持つ蒸散作用などにより熱が奪われ、大気への熱の伝達が抑えられる。このような背景から、緑化が注目されており、特にわが国の都市部のように緑化可能面積が少ない地域では無機質系構造物との共存が図れる屋上緑化は有効な手段といえる。

本研究は、緑化による熱環境緩和効果を実験的手法により定量的に評価することを目的とした。なお、緑化に用いた基盤材は、廃棄物の有効利用を観点におき、既往の報告で良好な植生が確認されている、上水汚泥（以後、上水と記す）・コンポスト化した下水汚泥（以後、コンポストと記す）、さらに基盤改良材として木炭を混合して用いた。

2. 実験方法および条件

2.1 緑化方法の概要

今回用いた緑化基盤材は、上水・コンポストを主原料とし、これに基盤改良材として木炭を混合させた。配合は体積比で上水：コンポスト：木炭＝4：4：2とした。なお、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、コンニャク生成時に排出される飛翔廃棄物を植生性粘着材として1m³当たり15kg混入した。使用植生はコウライシバとメキシコマンネングサの2種類とし、植生の相違による検討も行った。緑化方法は2010年6月2日に9mm厚の木枠に100mm厚の上

記基盤材を入れ、コウライシバはソットを貼り、メキシコマンネングサは苗を植えた。なお、木枠の底部に排水孔（φ10mm）を72個/m²開け、さらに水はけの効率を上げるためにアスファルト面と木枠設置部分に10mm厚のヤシ殻マットを敷いた。

2.2 実験方法および測定項目

測定は実験場所における外気温・風速・各サンプルの表面温度・長波および短波放射量の5項目を1時間間隔で30時間行った。なお、今回は「アスファルト面」、「基盤材のみ（以後、植生なしと記す）」、「コウライシバ」、「メキシコマンネングサ（以後、マンネングサと記す）」の4種類を比較対象物として、熱環境への影響を検討した。

2.3 測定日基本条件

図1に測定日（8月4日6時～8月5日11時）の日射量と外気温の経時変化を示す。なお、ここでの日射量は長短波放射計から得られた下向短波量とする。

日射量・外気温ともに正午12時～14時で非常に高い値を示し、最大日射量約950W・m²、外気温約40℃付近となった。天候は晴れ、風向・風速は微量のため自然対流として扱った。

3. 実験結果および検討

3.1 表面温度測定結果

図2に表面温度の経時変化を示す。

まず、緑化の有無で比較すると、表面温度に大きな差が生じた。特に、日中の温度差は大きく、13時で最大20℃以上となった。これは、緑化有りの場合、植生の蒸散作用により、表面温度が低下したためといえる。次に、植生の種別比較では、コウライシバに対しマンネングサは表面温度が高い値を示した。これは、葉の表皮に存在する気孔の数がマンネングサの方が少ないため、蒸散作用に差異が生じた為と考えられる。なお、最大時で最も表面温度が高かったのはアスファルトで約55℃、逆に低かったのはコウライシバで約35℃であった。

キーワード：屋上緑化、廃棄物利用、熱環境、対流熱伝達、長短波収支量

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2434

3.2 対流熱伝達量計算結果

図3に対流熱伝達量の経時変化を示す。

まず、緑化有りの結果では、コウライシバ、マンネングサともにほぼ対流熱は0となった。これは図2から、表面温度と外気温にほとんど差が無かったことに起因している。特に、コウライシバは外気温より低い温度で推移した。これに対し、緑化無しは日中に対流熱が大きく現れ、特にアスファルトは13時において最大 $80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上となった。これより、緑化により外気温へ与える対流熱の緩和効果が図れたといえる。

3.3 長・短波放射収支量

図4に長波放射収支量（以後、長波収支量と記す）の経時変化を示す。なお、長波収支量とは下向長波量から上向長波量を引いた値であり、値が大きくなるほど下向長波量が高いことを示している。また、短波放射収支量（以後、短波収支量と記す）についても同様のことがいえる。

長波収支量は、全てのサンプルにおいてマイナスの値を示しており、大気への放出が確認された。緑化の有無で比較すると、日中から夜間にかけ最大で約 $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ の差が見られた。これは、比熱が低く熱伝導率の高いアスファルト面である緑化無しに対し、有りでは植生の蒸散作用により熱が分散されたためといえる。なお、紙面の都合上、短波収支量の結果は記載していないが、結果としては、全表面ともほぼ同様な傾向を示し、アルベド（反射能）が低く同量の短波エネルギーを吸収しているといえる。

4. おわりに

本研究は廃棄物利用した屋上緑化の熱環境緩和に関して研究を行い、以下の知見を得た。

- 1) 対流熱伝達量の結果から、アスファルト面と植生なしでは $50 \sim 80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ の結果に対し、緑化有りの熱伝達量はほぼ見られなかった。
- 2) 長波収支量の結果から、緑化の有無によって差異が生じ、日中から夜間にかけ最大で約 $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ の差が見られた。これは比熱が低く熱伝導率の高いアスファルト面である緑化無しに対し、有りでは植生の蒸散作用により熱が使用されたためといえる。

以上のことより、廃棄物を基盤材に用いた緑化による熱環境緩和効果が定量的に評価できた。

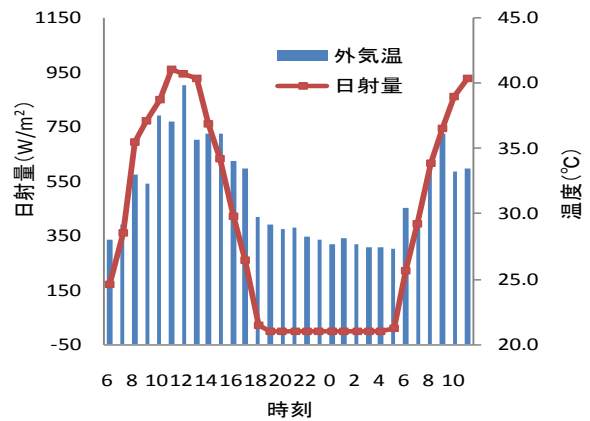


図1 日射量・外気温の経時変化

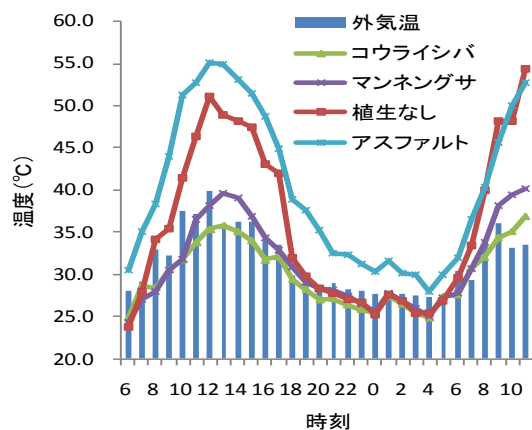


図2 表面温度の経時変化

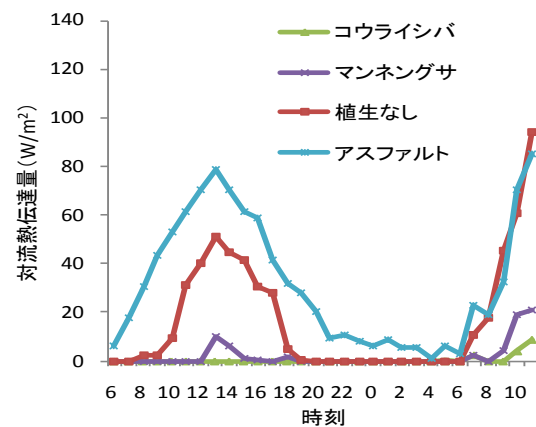


図3 対流熱伝達量の経時変化

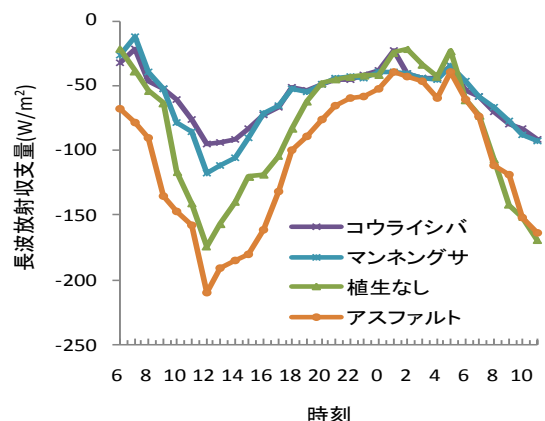


図4 長波放射収支量の経時変化