

保水性建材を用いたヒートアイランド抑制に関する研究

山口大学大学院 フェロー ○羽田野袈裟義、 正 松尾栄治
株式会社内外テクノス 上村くみこ

1. はじめに

近年、都市部の地表近くの熱環境が変化し、都市部の気温が郊外に比べて高くなるいわゆるヒートアイランド現象が大きな社会問題となっている。本研究室では、路面や屋上の温度低減を図った保水性建材を用いた実験を行った¹⁾。本研究では熱収支を気象学的手法から行い、保水性建材の温度低減効果を再評価した。

2. 実験概要

2006年4月と8月に、舗装材や屋上緑化などを想定した新材料を板状に形成したパネルを、宇部市内の山口県産業技術センターの建物屋上（コンクリート打ちっ放しの状態）に設置し実験を行った。すなわち、表-1に示す5種類の材料をそれぞれ30×30cmのパネル状の供試体として3行3列で配置した。その中央パネルの中心点（供試体の上下面）の温度変化を測定した。さらに雨量、日射量、風速、外気温、湿度も30分間隔で自動測定した。供試体③と④の表面には苔を植生した。苔を植生させた理由は、苔には強い生命力があり、細かく切っても、乾燥させても、適切な方法で水分と太陽光を供給すれば、再生し成長する特徴がある²⁾。また苔には土壌の使用量を軽減することで軽量化の効果もある。

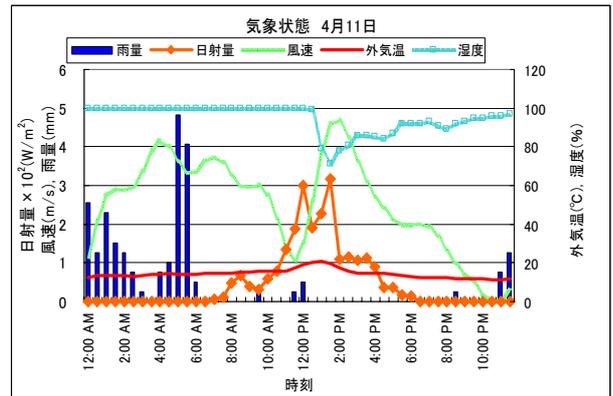
3. 実験結果

2006年4月10日～12日の3日間と8月11日のデータから、雨天2日目である4月11日および8月で日射量が最高値を記録した8月11日の気象状態を図-1(a)～(b)に示す。左縦軸は日射量(×10²: W/m²)、風速(m/s)、雨量(mm) (図-1(a)のみ)を表し、右縦軸は外気温(°C)、湿度(%)を示す。

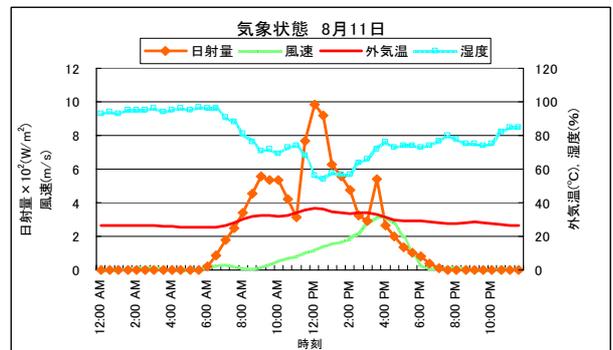
図-1(a)より、4月11日は未明と夜間に雨量があるが、日中は殆ど雨量がない。また、100%あった湿度は正午を過ぎると約70%まで低下し、その後再び上昇に転じている。また、図-1(b)より8月11日は雨量がなく、日射量は日出から正午にかけて上昇し、

表-1 各供試体の特徴

供試体	材質	厚さ(cm)	苔
①	マサ土固化体	1	無
②	ガラス廃材固化体	1	無
③	ガラス廃材固化体	1	有
④	マサ土固化体	1	有
⑤	マサ土固化体	4	無



(a) 4月11日



(b) 8月11日

図-1 気象状態

最高値は8月で最大の985W/m²を記録し、その後日没にかけて減少している。また午前中100%近くあった湿度は日射量の上昇とともに低下し、13時頃から再び緩やかに上昇している。

4. 熱輸送量の検討

4.1 評価方法

地表面では様々なエネルギーが入り出している。そのエネルギー輸送はW/m²で表され、その代表的なものに顕熱輸送量、潜熱輸送量がある。顕熱輸送量とは、相変化を伴わず、投入したエネルギーに比

例して温度が変化する。また潜熱輸送量は水分蒸発の程度を意味するもので、ヒートアイランドの抑制にはこの潜熱輸送が利用される。顕熱と潜熱は地表面での上向きの輸送を正とする。地中伝導熱を無視し、以下のバルク式を用いた³⁾。

$$H = c_p \rho C_H U (T_s - T) \quad (1)$$

$$\ell E = \ell \rho \beta C_H U (q_{SAT} - q) \quad (2)$$

ここで、 H は顕熱輸送量(W/m^2)、 c_p は空気定圧比熱($J/(kg \cdot K)$)、 ρ は空気密度(kg/m^3)、 T_s は地表面温度(K)、 T は気温(K)である。 $C_H U$ は交換速度(m/s)で、裸地面では $C_H U = 0.0027 + 0.0031 U_{1m}$ で求められる。 U_{1m} は地上1mの風速(m/s)である。 ℓ は水の気化の潜熱(J/kg)、 E は単位時間当たりの蒸発量($mm=kg/m^2$)、 β は蒸発効率(%)で各供試体で異なる。 q は大気比湿(g/kg)、 q_{SAT} は T_s に対する飽和比湿(g/kg)である。また H が高いと高温で、 ℓE が高いと蒸発量が多いことを意味している。顕熱輸送量と潜熱輸送量の比 $H/\ell E$ をボーエン比と呼び、局所的な気候を表す重要なパラメータとされている。

4.2 評価方法の例

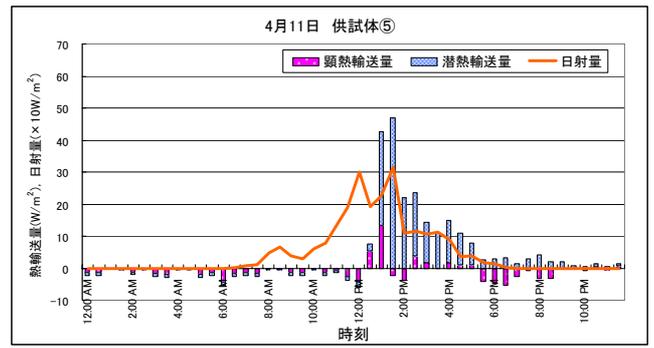
式(1)と(2)により求めた顕熱輸送量と潜熱輸送量の時系列を図-2(a)、(b)に示す。

(1) 4月11日

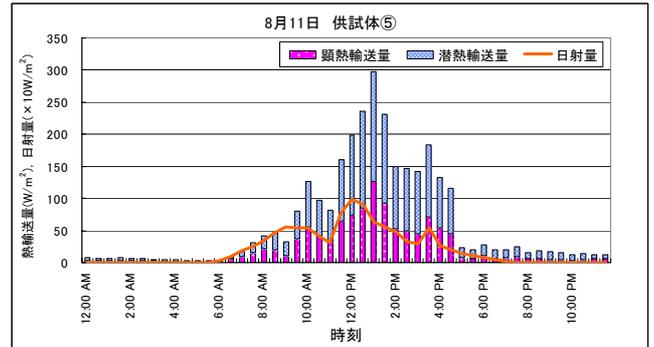
この日は前日に52mmの雨量がある。未明から正午にかけて顕熱輸送、潜熱輸送とも図-2(a)に示すように負の値を示す。これは熱輸送が下向き、すなわち $T_s < T$ であり、湿度が100%近くあるので結露したことを示す。午後には潜熱輸送量が正となっている。これは $q < q_{SAT}$ であるため蒸発が生じていることを示す。さらに、 ℓE の割合が非常に高く、供試体上面では、緑地や水辺のような涼しさを感じることになる。すなわち、新材料の供試体によるヒートアイランド現象抑制の効果が十分発揮したといえる。なお、この日の平均のボーエン比は0.5である。

(2) 8月11日

図-2(b)より顕熱輸送、潜熱輸送とも正で推移している。この日は一日中 $T_s > T$ であり、顕熱輸送は地表面から空気中に向かう、即ち上向きである。潜熱輸送量に関しては、夜半から日出にかけて湿度が100%近くあるため蒸発量が少ない。しかしそれ以外では日射量と共に湿度が低くなり、蒸発が促進され



(a) 4月11日 (供試体⑤)



(b) 8月11日 (供試体⑤)

図-2 熱輸送量

るため潜熱輸送量が増加している。日没後は相対湿度も高くなり蒸発が抑えられるため、潜熱輸送量が小さい値となっている。またこの日の平均のボーエン比は0.7である。最後に4月と8月を比較すると、 ℓE は8月の方が高い。すなわち供試体に水分を十分含ませるだけではなく、ある程度高い日射量が温度低減効果には必要であることが分かった。

5. まとめ

今回、熱収支を気象学の手法から検討した。その結果、保水性建材による温度低減効果を発揮させるには以下の条件が考えられる。

- 供試体に水分を含ませること。
- ある程度の日射量が必要であること。

すなわち、夏場にこの保水性建材に適度に散水することにより、効果的な温度低減が期待できる。

参考文献

- 小畑優：日射によるヒートアイランドの抑制に関する研究，平成18年度山口大学卒業論文
- 株式会社モスグリーンワールド：
<http://www2.big.or.jp/~moscatch/index.html>
- 近藤純正：地表面に近い大気の科学 理解と応用，pp137-149，東京大学出版会，2000