

# OS0601 屋上緑化を用いた環境負荷軽減法の実証実験

## Field experimental results on the environmental load reduction by green roof

○ 加藤 千尋 (群馬大学・院)                      鍵田 祥啓 (群馬大学)  
 黒岡 秀次 (日和サービス株式会社) 正 川島 久宜 (群馬大学)  
 正 石間 経章 (群馬大学)

Chihiro KATO, Gunma University, Tenjin-cho 1-5-1, Kiryu, Gunma  
 Yoshihiro YARITA, Gunma University  
 Hidetugu KUROOKA, Nichiwa service LTD.  
 Hisanobu KAWASHIMA, Gunma University  
 Tsuneaki ISHIMA, Gunma University

*Key Words: Greenhouse Effect, Decarbonization, Green roof, Energy Saving, Global Warming*

### 1. 概要

現在地球温暖化がより深刻な問題となってきた。そのため、CO<sub>2</sub>排出量を削減することが重要課題となる。日本における部門別のCO<sub>2</sub>排出量は、産業部門では減少傾向にあるが、一方で、家庭部門や業務部門（オフィスビル等）でのCO<sub>2</sub>排出量は、京都議定書の基準年（1990年）と比較して著しく増加している<sup>①</sup>。地球全体のCO<sub>2</sub>排出量削減に向け、これらの部門での消費エネルギーを削減することが重要である。

本研究では、省エネルギー効果が期待されている屋上緑化に注目する。屋上緑化は、緑化材の断熱効果と植物を含めた蒸散効果により、室内への熱の進入を抑制するため、夏季・冬季におけるエアコンの消費エネルギーを削減することが期待できる。さらに、屋上緑化には、ヒートアイランド現象の緩和、防音性の向上、景観の向上、大気汚染物質の吸収・吸着などの利点がある。

屋上緑化に関する研究、資材の開発は急速に進められているが、一方で、比較実験データの不足から省エネルギー効果を直接比較して議論している例はない。そこで本研究では、2棟のプレハブを建設し、一方の屋上に芝生のマットを設置することで、両方の部屋の温度とエアコンの消費電力を計測し、それらのデータを比較することで、屋上緑化による室内への伝熱特性の評価および消費エネルギー削減効果について明らかにすることを目的とする。

### 2. 実験装置および方法

#### 2.1 緑化基盤材

緑化基盤材には、フォレストエコマット（有限会社古川産業社製）を用いた。フォレストエコマットとは、屋上緑化用に開発された緑化材で、特殊な繊維の袋に土壌が圧入されており、緑化の欠点である土の飛散がないという利点がある。また、1.5m程度の樹木であれば植樹が可能である。今回の実験においては、500mm (L) × 500mm (W) × 50mmH (H) のフォレストエコマットを製作し、その上に高麗芝を養生し緑化を施した。

#### 2.2 計測方法

群馬大学 ATEC (Advanced Technology Research Center) 屋上に、2棟のプレハブ (1.8m (L) × 3.8m (W) × 2.3m (H)) を建設した。このプレハブに同じエアコンをそれぞれ1台ずつ設置し、一方の屋根には緑化（施工面積：1.8m × 3.5m）を施した。両者の室内温度（床面、H=1.0m、天井面、窓際の壁面 H=0.45m）、外面温度（屋上面、緑化材内部）、外気温度（自然通風シェルター内：H=1.5m）、電力量（エアコンの消費電力）について、24時間のデータを収集した。温度は熱電対を用いて1分毎に計測し、データの解析には10分毎のデータを用いた。電力量は5分おきに積算された値を用いた。計測位置の概要および計測機器はFig.1とTable1に示す。

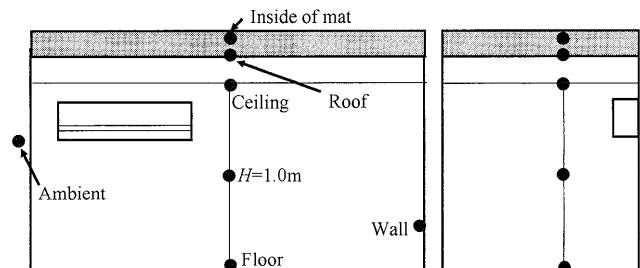


Fig.1 Schematic diagram of the temperature measurement points on the prefabricated container house

Table1 Measurement points of the temperature

|         |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| Indoor  | Floor, H=1.0m, Ceiling(H=2.0m), Wall(H=0.45m)                     |
| Outdoor | Roof, Inside of mat(Depth=0.025m),<br>Ambient temperature(H=1.5m) |

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 エアコン非稼働時の温度変化

2009年7月20日の1日分のエアコン非稼働時の温度変化をFig.2に示す。Fig.2(a), (b), (c)はそれぞれ、外気温度、緑化非施工のプレハブ、緑化施工のプレハブに関する温度履歴を表している。天候は晴れ時々曇りで、この日の外気最高温度は32℃であった。灌水は前日からしていない。

屋上面の温度を比較すると、緑化非施工では、日の出と共に急激に温度が上昇し、午後に日が隠れると温度が急激に下がっている。一方緑化施工では、屋上面の温度変化が緩やかであり、その傾向は緑化材内部の温度変化の履歴と類似している。屋上面での最大温度は、緑化非施工では49℃に達したのに対し、緑化施工では34℃となり、緑化非施工よりも15℃低かった。また、室内天井面の温度を比較した場合、最大温度は緑化非施工で41℃に達したが、緑化施工では35℃となり、緑化非施工より6℃低かった。これらより、屋上緑化によって屋根から室内天井面への熱の進入を軽減できることがわかった。

室内壁面温度を比較すると、両者の最大温度は、緑化非施工では40℃、緑化施工では39℃となり、1℃の差が見られた。両者の違いが小さいことから2棟のプレハブに対して、プレハブ側面から流入する放射熱量はほぼ同程度であることが伺える。

H=1.0mでは緑化非施工では39℃、緑化施工では38℃となり、同じく1℃の差が見られた。これらの温度変化は同じような傾向とな

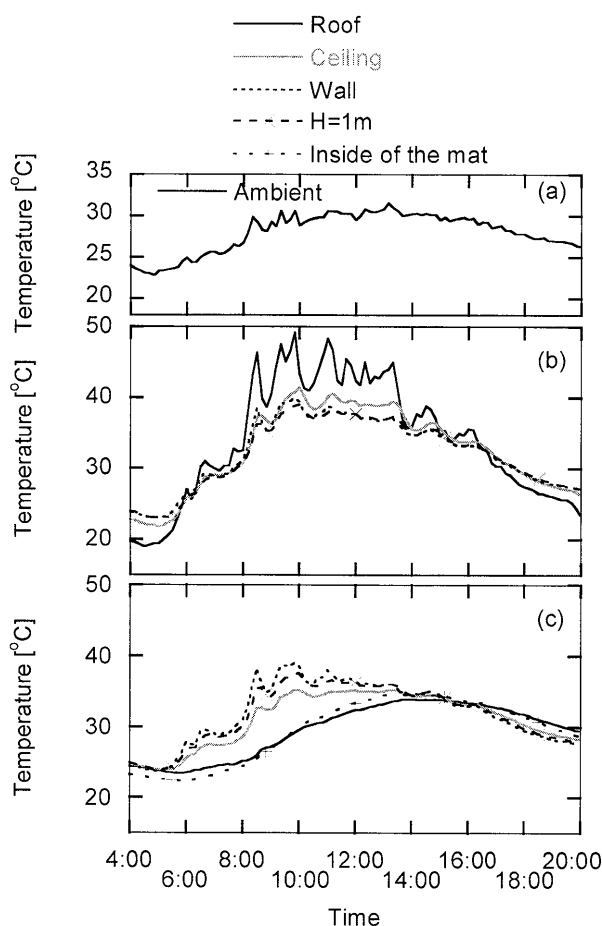


Fig.2 Time history of temperature under the non-air conditioner condition  
(Air conditioner is not running\_2009/07/20)

るものの、1°C程度の温度差を9時頃から14時頃までの間に保ち続けていることがわかり、日中におけるエアコンの稼働状況に影響を与えるものと考えられる。本実験で用いたプレハブでは、施工した緑化面がプレハブ全体の表面積の30%程度であることから、熱の流入は側壁から進入する影響が大きいと考えられる。それを踏まえると、緑化面積が建物の表面積に対する割合の大きな建物においては、より高い熱流入抑制効果が期待される。

### 3.2 エアコン稼働時

晴天となった2009年7月26日の1日分の温度変化をFig.3に示す。外気最高温度は35°Cで、4時から20時までの平均気温は30°Cだった。前日から灌水はしていない。エアコンは26°Cの冷房設定で24時間稼働させた。エアコンを稼働させているため、室内では天井面以外にはほとんど温度差が見られなかった。外面温度が17時30分から18時までに急激に温度が低下しているが、これは夕立の影響である。

屋上面での最大温度は、緑化非施工で56°Cに達したが、緑化施工では36°Cとなり、緑化非施工に比べ18°C低かった。室内天井面での最大温度は緑化非施工で36°Cに達し、緑化施工では32°Cとなり、4°Cの違いが見られた。緑化施工ではほぼ安定した値を推移するのに対して、緑化非施工での室内天井面の温度変化は上下動を繰り返しており、その上下動の幅は最大で9°Cであった。このことから、エアコンの作動回数が多いことがわかる。エアコンの駆動回数は、室内で行動する人間にとって、温度変化によるストレス負荷が高いと考えられることから、緑化は省エネルギー効果以外に、環境改善効果の要素を含むと期待できる。

Fig.3と同じ日のエアコンの消費電力量をFig.4に示す。日の出と共に、両者の消費電力も増加していくが、8時30分頃から緑化施工に比べ、緑化非施工の消費電力が徐々に増加していくことがわか

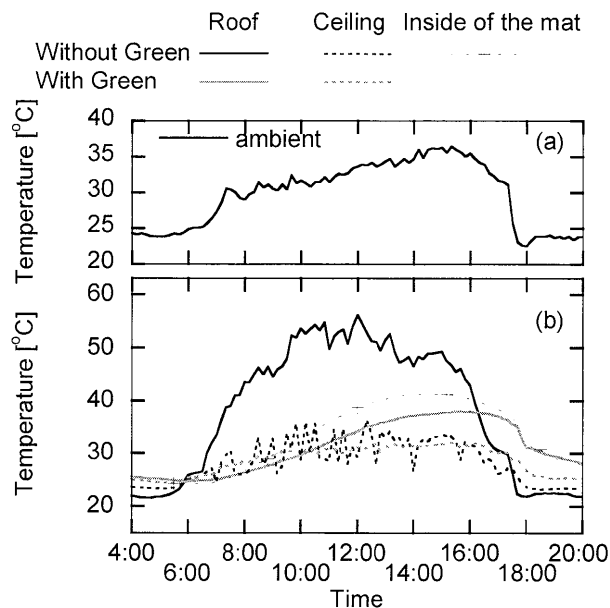


Fig.3 Time history of temperature under the air conditioner condition  
(Air conditioner is running\_2009/07/26)

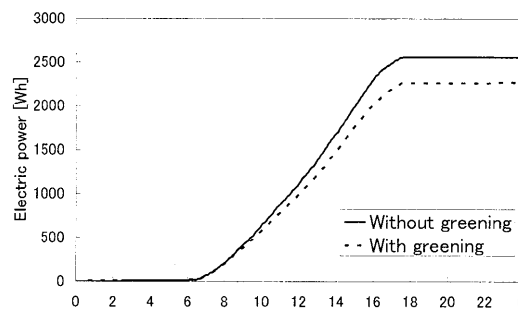


Fig.4 Electric power (2009/07/26)

る。これにより、3.1節で述べた室内での温度差が、エアコンの稼働状況へ影響を与えることが確認できた。また、両者共に、17時30分付近で消費電力が安定した。これは夕立の時刻と一致していると考えられる。一日の積算電力量は、緑化非施工では2560Wh、緑化施工では2270Whとなり、290Whの差が表れ、11%の消費エネルギー削減効果が得られた。

5月12日から6月30日までの50日間、エアコンを20°C冷房設定で24時間稼働させ続けたところ、積算電力量は緑化施工では66.53KWh、緑化非施工では74.26KWhとなった。この両者の差7.73KWhに、CO<sub>2</sub>排出量変換係数0.555 (Kg-CO<sub>2</sub>/KWh) (地球温暖化対策の推進に関する法律により規定された値<sup>(2)</sup>)を適用すると、CO<sub>2</sub>排出量の4.29kgに相当する。

### 4. 結言

1. 屋上を緑化することにより、屋根から室内への熱の流入を抑制し、日中の室内温度を低下することができた。
2. 晴天日の屋上面の温度は、緑化非施工で56°Cであったのに対して、緑化施工では36°Cで、18°Cの差がみられた。
3. エアコンを稼働させた場合、緑化非施工に比べ、緑化施工では11%の消費エネルギー削減効果が確認できた。

### 5. 参考文献

1. 日本経済団体連合会、環境自主行動計画、入手先 (<http://www.keidanren.or.jp/indexj.html>)。
2. 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条、排出係数一覧表、2006。