

壁面コケ緑化が温熱環境に及ぼす影響に関する実測研究 Measurement Research on Influence that Moss Greening Exerts on Thermal Environment

正会員 ○橋田祥子（明治大学） 正会員 馬 蓉 蓉（明治大学）

正会員 加治屋亮一（明治大学） 正会員 酒井孝司（明治大学）

Shoko HASHIDA*1 Rong Rong MA*1 Ryoichi KAJIYA*1 Koji SAKAI*1

*1Meiji University

A thermal performance of the greening system that used the moss was evaluated. The data of the day to which fine weather had continued after it had rained was analyzed about the summer of 2007. It measured it when a fine day was consecutive. As a result, the moss contains rain water, and the surface temperature of the experiment box in the outside surface temperature, the temperature of the indoor glove, and the ceiling has decreased. When fine weather is consecutive, the effect of the moss has become small.

はじめに

建物緑化の効果は、屋上利用者に対する癒しの効果をはじめ、建物の断熱効果や防音効果、植栽の蒸発散による冷却効果など¹⁾様々である。筆者らはこれまでに屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究^{2) 3) 4) 5)}に取り組んできた。日射遮蔽性や保水力の高い植物の方が、表面温度を下げる効果は大きい。保水力の高い植物の1つとしてコケが注目されている。本稿では低地から亜高山の日当たりの良い場所に生育するコケ植物(蘚類)で、乾燥すると葉を閉じ、水分を含むと葉を広げる特性を持ったため、乾燥に強く生存可能温度域が広いスナゴケ(ギボウシゴケ科シモフリゴケ属) *Ezo-sunagoke (Japonicum)*, *sunagoke (canescens)*による緑化の効果について述べる。

1. コケ緑化実験

1.1 スナゴケについて

コケは水環境に非常に敏感で適切な灌水装置を必要とする⁶⁾が、本実験で用いたスナゴケの特徴は、①生育に土壌を必要としない。②乾燥に強く水が無い状態では仮死状態になるだけで水分が供給されると生物活動を開始する。③散水、施肥は不要で、雨水だけで育ち、維持・管理が容易。④軽量で構造物に負担をかけないとされている。この自重の約20倍の水を保ち、大気が乾燥しても体内の水分を蒸散して命を保つという特徴ゆえに、スナゴケは、灌水設備が不要で、価格、施工性、維持管理コスト面では優位性がある⁷⁾とされている。

1.2 コケ緑化実験の概要

コケ緑化の効果を検証するために、神奈川県川崎市にある明治大学生田キャンパス4号館屋上に実験装置を設置して長期観測を行なった。実験装置は、図-1に示す

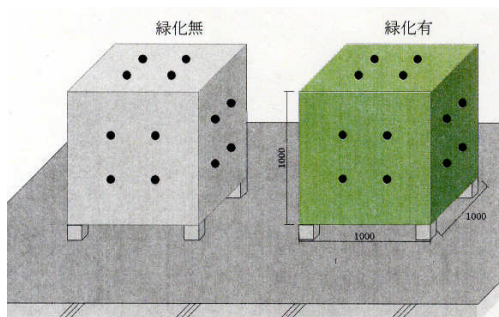
ような、一辺1000mmの立方体のスチール製実験箱である。実験箱は東西に2台設置しており、東側の実験箱には底面を除く5面にコケ緑化を施し、緑化を施した実験箱(以下、コケ有)とした。他方は、緑化を施さない実験箱(以下、コケ無)である。コケ緑化については施工性の良いコケ植生マット(ロックウール7mm下地)を用いた。コケの効果を求める際の比較として、温度特性の比較を行った。各面には2~4箇所の温度測定点を設け、実験箱は、下部の4隅にコンクリートを配置して浮かせて設置した。図-2に熱電対設置の様子を示し、図-3に壁面緑化測定実験概要図およびコケ植生マットの断面模式図、図-4にコケ植生マットの表面写真(乾燥時と降雨後)を示す。なお、周囲の建物は低層であり、実験箱への日影などの影響は無い。



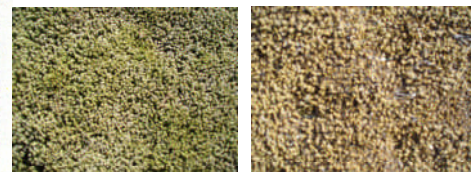
図-1 実験装置設置風景 図-2 熱電対設置風景

表-1 測定項目および機器

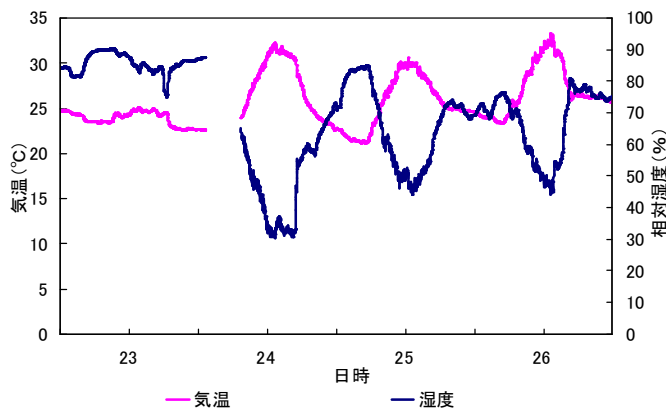
測定項目	測定機器	主な仕様
全天日射量	(株)プリード社製 PCM03A	波長範囲 305~2800nm
風速	(株)プリード社製 034S型	測定範囲 0~60m/s
気温	(株)江崎電気社製熱電対	T型ビニル被覆素線φ0.32mm
湿度	(株)VAISALA社製温湿度計	HUMICAP180高分子薄膜センサ
グローブ温度	(株)安藤計器製工所	球直径 15cm



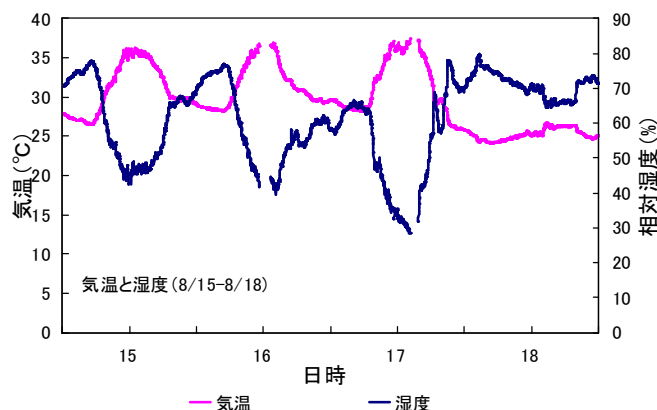
図－3 壁面緑化測定実験概要図（左）コケ植生マット断面構成模式図（右）



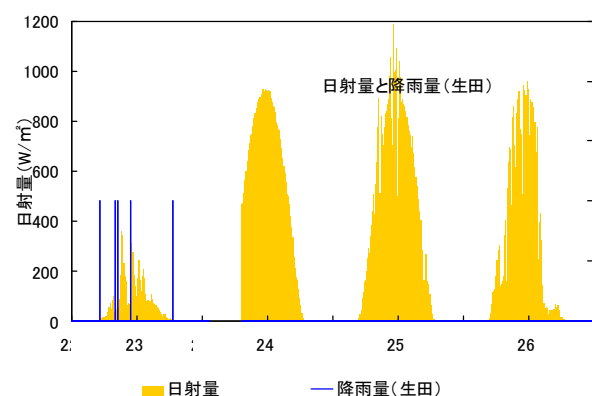
図－4 コケ植生マット（左）降雨後（右）乾燥時



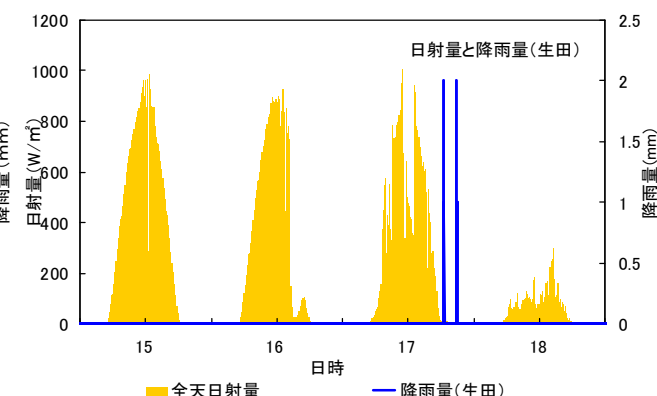
図－5 7/23～7/26の気温・湿度の変化



図－6 8/15～8/18の気温・湿度の変化



図－7 7/23～7/26の日射量と降雨量



図－8 8/15～8/18の日射量と降雨量

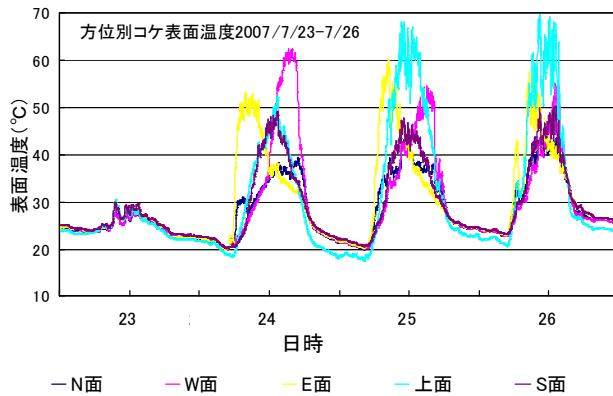
2. 実測結果

2.1 気象測定結果

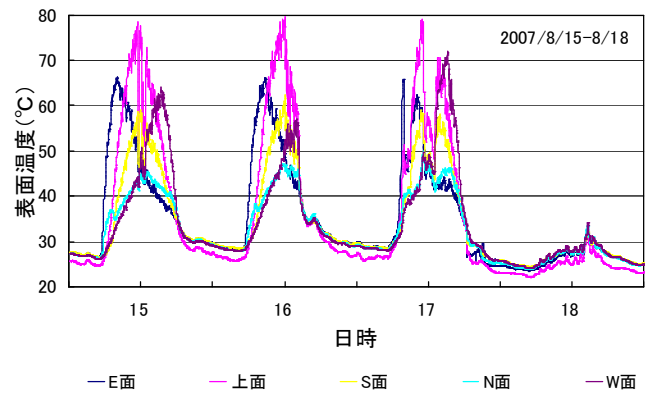
測定は2006年7月から現在まで連続データを記録している。本稿では、コケの保水性と熱的性能を明らかにするため、雨後の連続して晴天が続いた2007年7月23日～2007年7月26日までのデータ（7月24日1時12分～7時25分は欠測）と、3日間連続して酷暑日・熱帯夜が記録された2007年8月15日～8月18日のデータを抽出して解析を行った。図－5、図－6に実測地（生田）で測定した外気温、相対湿度を示し、図－7、図－8に日射量と降す。両日とも日射量はほぼ同様の強さであったが、7月の方は雨後の3日間が連続して晴天、8月の方は3日間連続して晴天の後、降雨があったという条件である。

2.2 表面温度測定結果

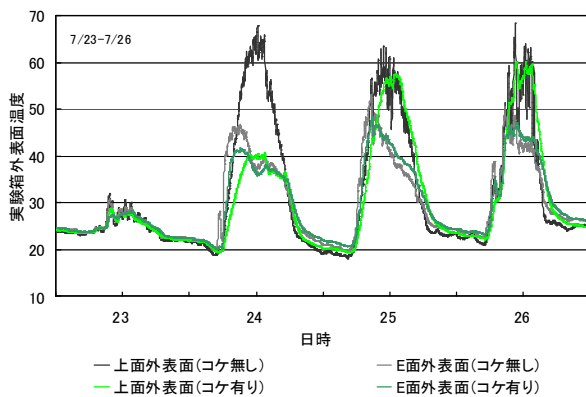
各測定日における、方位別のコケ表面温度、実験箱外表面温度（コケ有り、コケ無し）の測定結果を図－9～図－14に示す。図－9と図－10から雨後1日目（7/24）のコケ無しは午後西面が60℃以上まで昇温したのに対してコケ有りは50℃程度に抑えられた。一方、乾燥して絶乾状態に近い8/15～8/18は3日間共に、80℃まで上昇した。図－11と図－12は上部と東面の実験箱外表面温度（コケ無しとコケ有り）である。雨後、特に上面温度がコケ無しが68℃まで上昇していたが、コケ有りは40℃と低かった。一方、晴天が連続した図－12の比較ではコケ有りもコケ無しも差がなかった。雨後東面のコケ無しの最高は46.5℃でありコケ有りの最高は41.5℃であった。



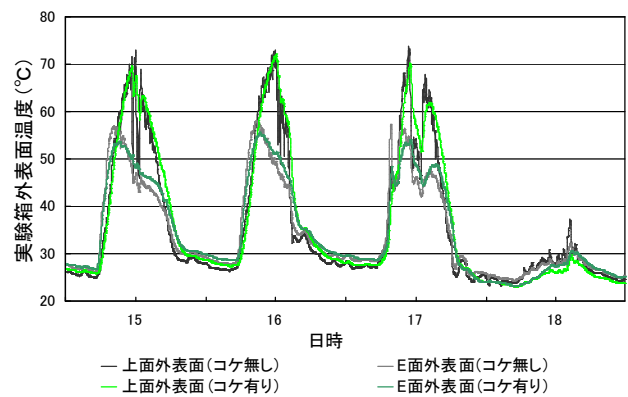
図－9 7/23～7/26 方位別コケ外表面温度



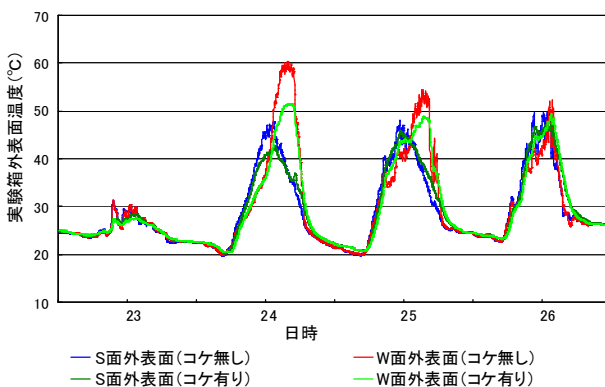
図－10 8/15～8/18 方位別コケ外表面温度



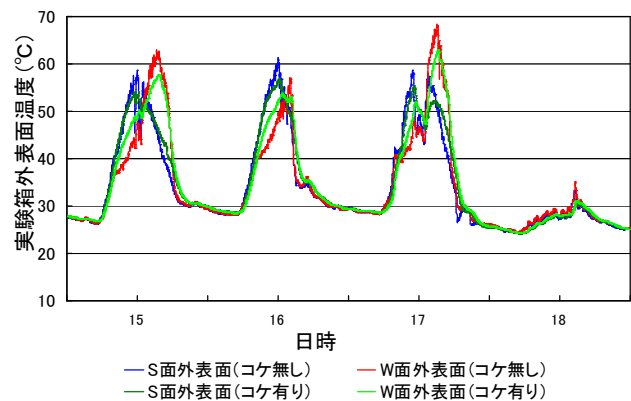
図－11 7/23～7/26 上面と東面の実験箱外表面温度
(コケ有り、コケ無し)



図－12 8/15～8/18 上面と東面の実験箱外表面温度
(コケ有り、コケ無し)



図－13 7/23～7/26 南面と西面の実験箱外表面温度
(コケ有り、コケ無し)



図－14 8/15～8/18 南面と西面の実験箱外表面温度
(コケ有り、コケ無し)

一方、晴天日が連続していた時の、方位別の表面温度の比較では、上面の表面温度に殆ど差が無く、どちらも70℃を超えていた。図－13と図－14は、南面と西面の外表面温度(コケ有り、コケ無し)であるが、雨後は南面ではコケ有りが42.6℃に対してコケ無しは47.5℃まで上昇していた。西面はコケ無しの最高が60℃に対してコケ有りは51.3℃であった。北面については省略するが、北面のコケ無しの最高は39.1℃に対して、コケ有りの最高は37.8℃であり、他の面よりも差は小さかった。

2.3 内部表面温度の測定結果

図－15、図－16に内部天井内表面温度を示す。結果は、雨後1日目ではコケ無しの表面温度は最高66.9℃まで上昇するが、コケ有りの方は41.4℃になった。一方夜間はコケ有りが最低19.3℃に対してコケ無しは18.7℃まで低下した。これはコケによる夜間放射の抑制効果と思われる。また、雨後に晴天日が連続して絶乾状態に近い場合の天井内表面温度はコケ有りもコケ無しも違いがなかった。雨後、内表面温度は北面以外は全てコケ有りの方が2℃～10℃低温になった。晴天日が連続した場合にも内部表面温度は北面以外、コケ有りの方が2℃～4℃低

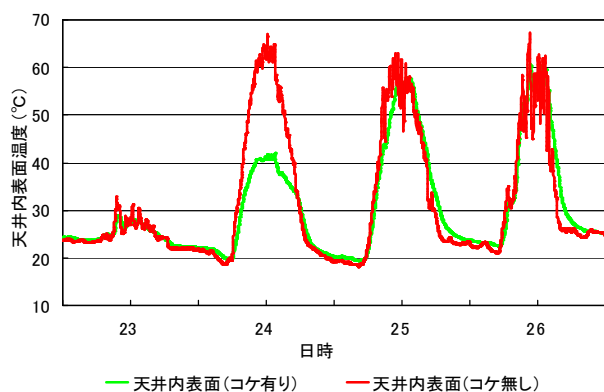


図-15 7/23～7/26 天井内表面温度（コケ有り、コケ無し）

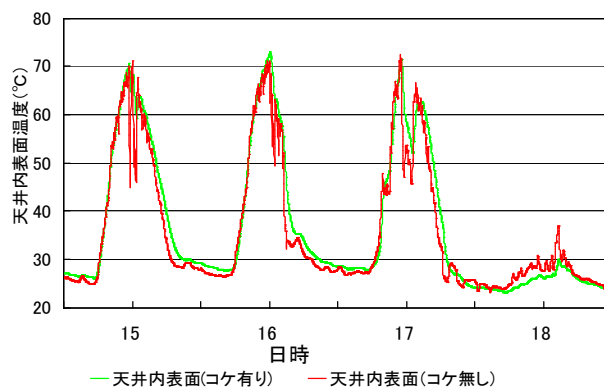


図-16 8/15～8/18 天井内表面温度（コケ有り、コケ無し）

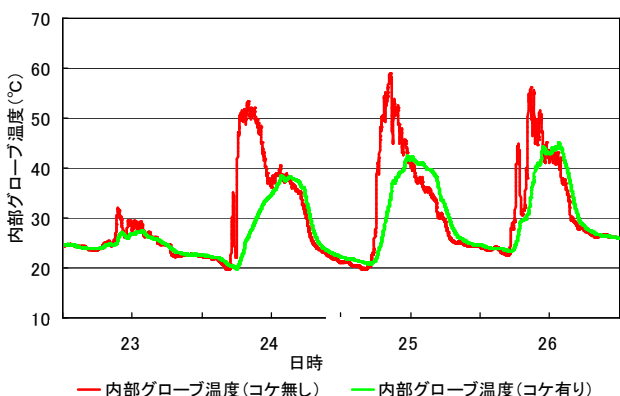


図-17 7/23～7/26 内部グローブ温度（コケ有り、コケ無し）

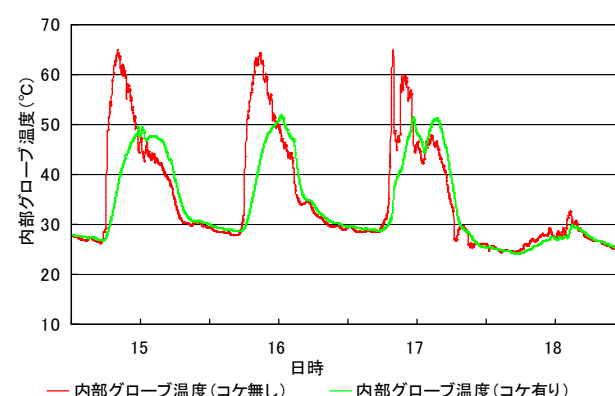


図-18 8/15～8/18 内部グローブ温度（コケ有り、コケ無し）

温が保たれていた。

2.4 内部放射温度の測定結果

雨後の内部における放射温度はコケ無しが最大 53.2°Cであったが、コケ有りは最大 38.4°Cになった。コケ有りの方が放射温度が低い傾向は雨後3日経っても続いていた。また、晴天が連続して絶乾状態に近くなっていた場合でも、内部における放射温度はコケ無しが最大 64.8°Cまで上昇したのに対して、コケ有りは 49.3°Cになった。以上の結果から、コケが絶乾状態になるとコケ表面温度は上昇するが、コケ層が断熱的に働き内部表面温度の上昇が抑えられ、内部放射温度も低減されるという結果を得た。

3. 結果と考察

薄層コケ緑化の効果について、長期実測調査を行い、晴天日と降雨後の比較、コケ有り、コケ無しの比較により、以下の知見を得た。

- 1) コケ緑化システムは降雨後1日～2日間は表面温度の低下効果が見られたが3日目から升温した。
- 2) コケ緑化システムは各面への日射を遮蔽し、夏季の昼間における屋外からの侵入熱と夜間における放熱を減少させ断熱性を向上させるため内部表面温度と内部における放射温度が日中は低下し、夜間は上昇した。

以上の結果から、コケ植生マットシステムは日射遮蔽による熱的性能向上に有効であり、特に雨後3日目までは日射遮蔽と蒸散効果により外表面温度が低く保たれ、ヒートアイランド抑制効果がみられた。晴天日が連続した場合には蒸散効果は低下するが、断熱効果により、内部表面温度とグローブ温度を低減させる効果が見られた。

コケは緑化基盤を非常に薄くできるので、急傾斜の屋根や耐荷重に余裕の無い場所には最適である⁶⁾。ランニングコストを低く抑えたい場合や十分な給水が不可能な場所やメンテナンスの難しい場所、或いは日照が十分に得られない場所には最適な緑化資材である。今後も建築緑化資材として多方面で活用されることが望まれる。

参考文献

- 1) 西川豊宏ら：建物に適用可能な屋上緑化システムの熱的效果と維持管理に関する研究、Journal of JSES, Vol. 33, No. 4, pp. 49-55
- 2) 藤原佑美ら：屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究(第1報コケ植栽による緑化システムの概要と測定実験)、空気調和・衛生工学会, pp. 429-432, 2005. 8
- 3) 臼倉拓人ら：屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究(第2報測定実験データに基づく熱的解析)、空気調和・衛生工学会, pp. 433-436, 2005. 8
- 4) 臼倉拓人ら：屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究(第3報コケ自体の熱特性について)、空気調和・衛生工学会, pp. 429-432, 2005. 8
- 5) 馬蓉蓉ら：コケ植栽による屋上緑化システムの熱的性能に関する研究(第4報長短波放射量と蒸散量測定実験)、空気調和・衛生工学会 2006
- 6) 薄層緑化の効果：安達謙治・吉井康雄, 太陽エネルギー学会 Journal of JSES, Vol. 31, No. 2, pp. 17-20
- 7) 住民の意向を汲んで金属屋根を緑化「モス・インテリ」の導入事例、アースガーディアン, pp. 16-17, 2007. 9