

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5報) コケ植栽と芝植栽の蒸発散作用の比較

Study on the Thermal Characteristics of Rooftop Greening System of Moss planting
(Part5) Comparison of Evaporation Actions of Moss planting and Grass planting

学生会員 ○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)

正会員 久保 隆太郎 (熊本大学)

正 会 員 橋田 祥子 (明治大学)

Rongrong MA*¹ Ryoichi KAJIYA*¹ Koji SAKAI*¹ Ryutaro KUBO *² Shoko HASHIDA*¹*¹ Meiji University. *² Kumamoto University.

The measurement experiment of the evapotranspiration was done by using the moss planting and the turf planting. As a result, 1) The relation of the amount of evaporation to the metrological data was clarified. 2) It was shown that the evaporation scatter action of the moss planting was effective in the heat improvement around the rooftop in summer.

はじめに

既報^{1),2)}では、コケ植栽による屋上緑化システムの測定実験を行い、焼け込み防止・照り返し防止効果があることを確認した。また、コケ有とコケ無の試験体を用いて、蒸発散量について測定実験を行い、コケ植栽の蒸発散能力が優れており、冷却効果があることを示した。また、長短波放射量測定実験により、屋上緑化システムの日射の照り返し防止効果を検証した。

本報では、夏季・冬季におけるコケ植栽と芝植栽の蒸発散作用について比較検証を行ったので報告する。

1. 測定実験概要

コケ植栽及び芝植栽の蒸発散作用を比較・検証するため、コケ植栽と芝植栽の試験体を用いて、蒸発散作用による試験体の質量と温度の変化、蒸発散作用に影響する気象データの測定を行った。図-1に蒸発散測定実験の概要を示す。表-1に蒸発散測定実験の測定項目と測定機器を示す。蒸発散量を直接測定するのは困難であるため、水を含ませた試験体を電子天秤に乗せ、減少した質量を蒸発散量とした。なお、トレイ下部の排水用の穴はシリコンで塞ぎ、蒸発散以外の水分の流出を抑えた。また、側面からの熱の流出入を防ぐため、トレイ側面を押出法ポリスチレンフォーム保温板で囲った。また、蒸発散に伴う温度の比較を行うため、各試験体表面・内部及びトレイ下部に温度測定点を設けた。周辺環境のデータは屋上緑化システムの気象データを採用し、コケ植栽近傍の風速は、三次元超音波風速計をコケ試験体から20cmの上部に設置して測定した。

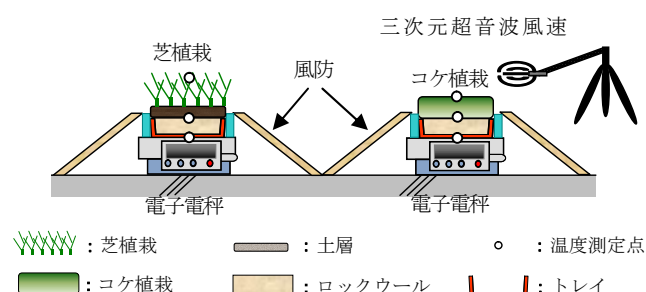


図-1 蒸発散測定実験の概要

表-1 蒸発散測定実験の測定機器

測定項目	測定機器		
	名称(型番)	メーカー	主な仕様
温度	熱電対 (0.32×12PT G=1)	江藤電気株	T型、ビニル被覆、素線径0.32mm
温湿度	温湿度プローブ (HMP45A/HMP46D)	VAISALA株	湿度計:HUMICAP180高分子薄膜センサ 温度計:厚膜抵抗センサ(Pt100、Pt1000)
日射量	全天日射計 (PCM-03A)	株ブリード	波長範囲:305~2800nm
雨量	雨量計 (370)	株ブリード	転倒升方式:分解度0.5mm/min
風向・風速	風向風速計 (034s)	株ブリード	測定範囲:風速0~60m/s、風向0~360°
近傍の風速	超音波風速計 (DA-600)	株カイジョーソニック	測定範囲:風速0~20m/s、演習精度:1%以内
質量	電子天秤 (GP-20KR)	株イー・アンド・デイ	秤量:21kg、目安:1g 補助表示:0.1g、使用範囲:5~21kg

2. 測定実験結果

図-2に夏季(2007/07/31~2007/08/02)と図-4に冬季(2007/12/25~2007/12/27)における蒸発散実験測定データ(気象概況、試験体の質量変化及び蒸発量、試験体温度変化)を、図-3に夏季と図-5に冬季における蒸発量と気候の相関関係及び飽差と蒸発量の関係を示す。測定実験結果より、蒸発量は夏季においてコケ植栽の方が多少多く、冬季において同程度の値が認められた。これは

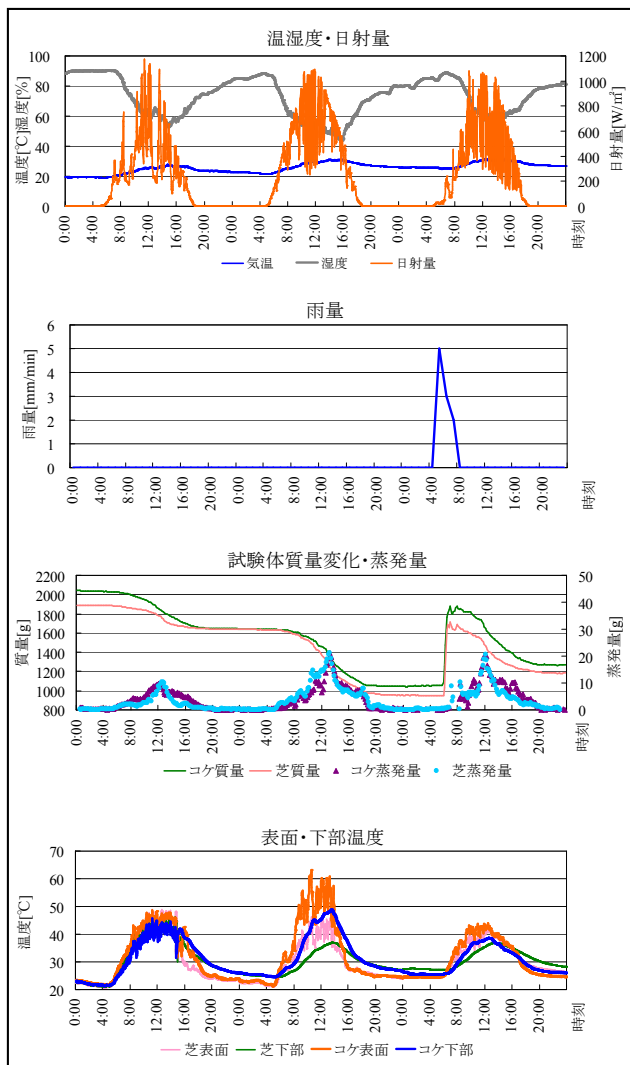


図-2 夏季蒸発散実験の測定結果

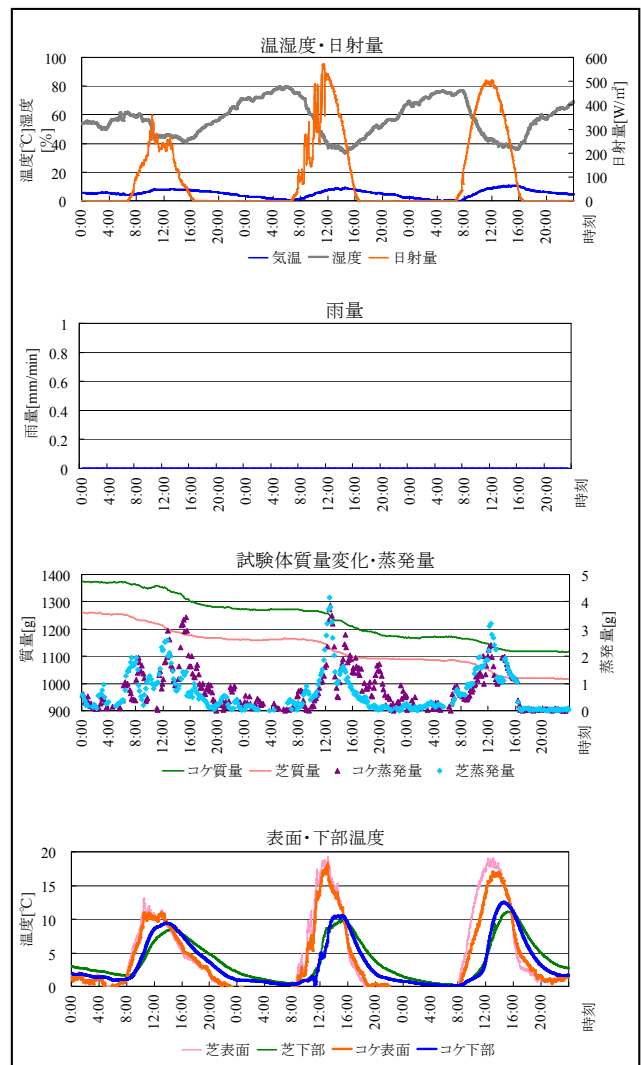


図-4 冬季蒸発散実験の測定結果

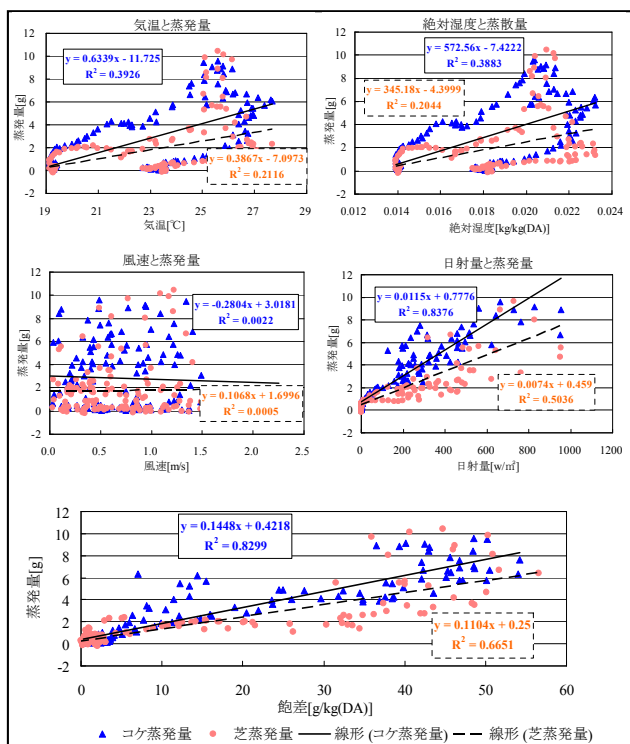


図-3 夏季蒸発量と気候の関係

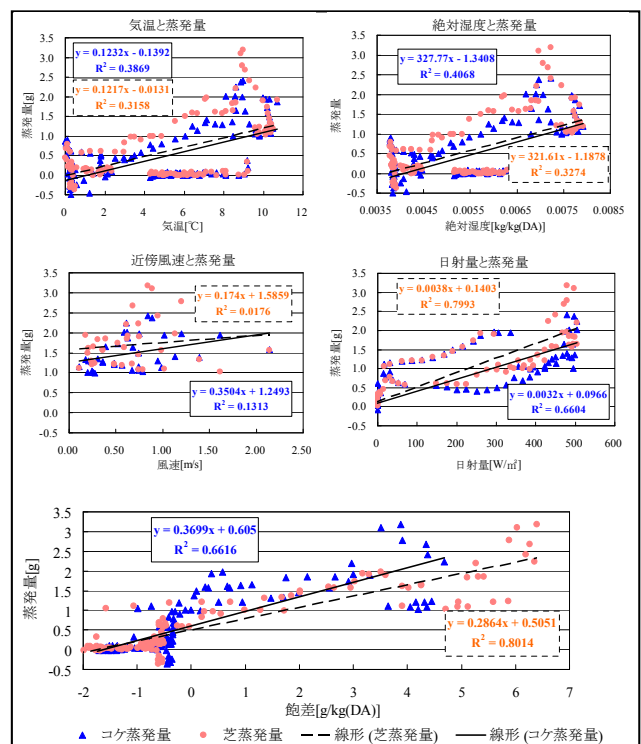


図-5 冬季蒸発量と気候の関係

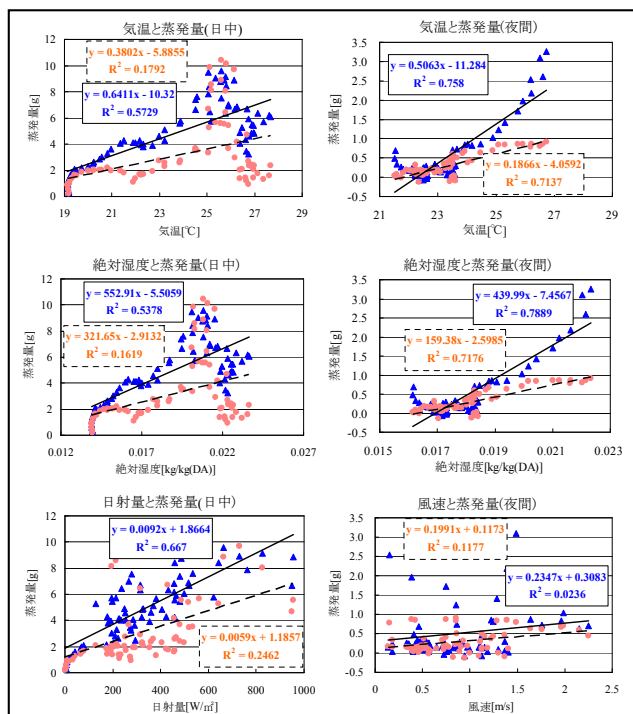


図-6 7月31日蒸発量と気候の関係

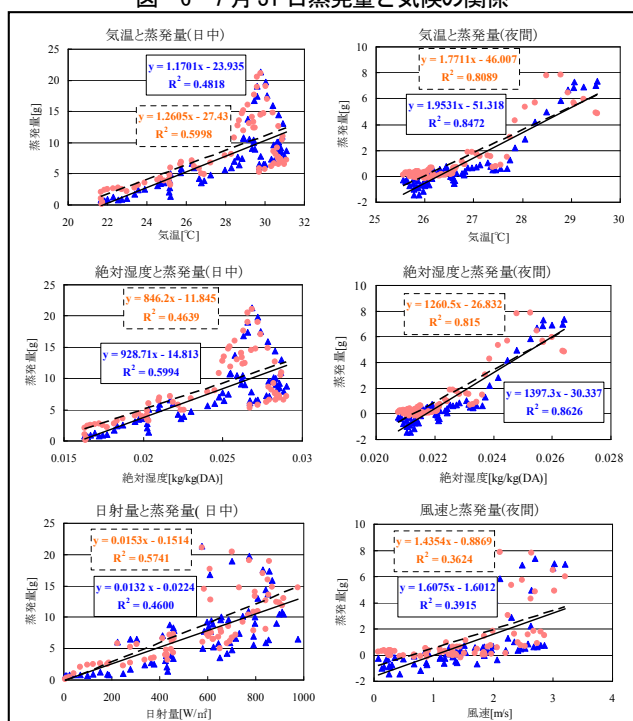


図-7 8月1日蒸発量と気候の関係

一般に植物は温度上昇を抑制するため蒸散を行うが、コケは、乾燥時に体内の水分を蒸散するという特性があることと、芝の方が生存可能温度域が狭いことに起因していると考えられる。試験体表面温度と下部温度に関しては、夏季の日中において芝植栽の下部温度がコケ植栽より低く、冬季の夜間は芝植栽の下部温度が高くなり、芝植栽の断熱性能が認められた。これは芝植栽の土層の断熱性の影響が考えられる。蒸発量の測定精度を確認するための、飽差（試験体表面飽和絶対湿度－外気飽和絶対湿度）と蒸発量の関係を調べたところ、高い相関が得ら

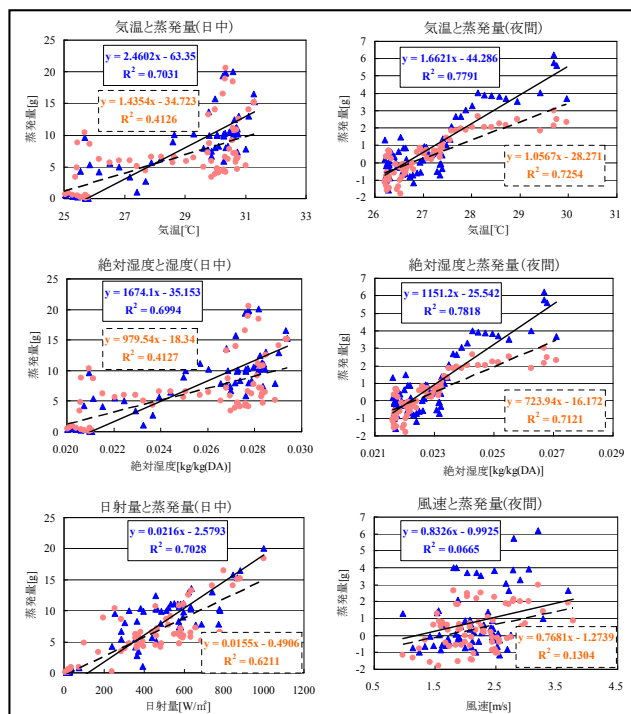


図-8 8月2日蒸発量と気候の関係

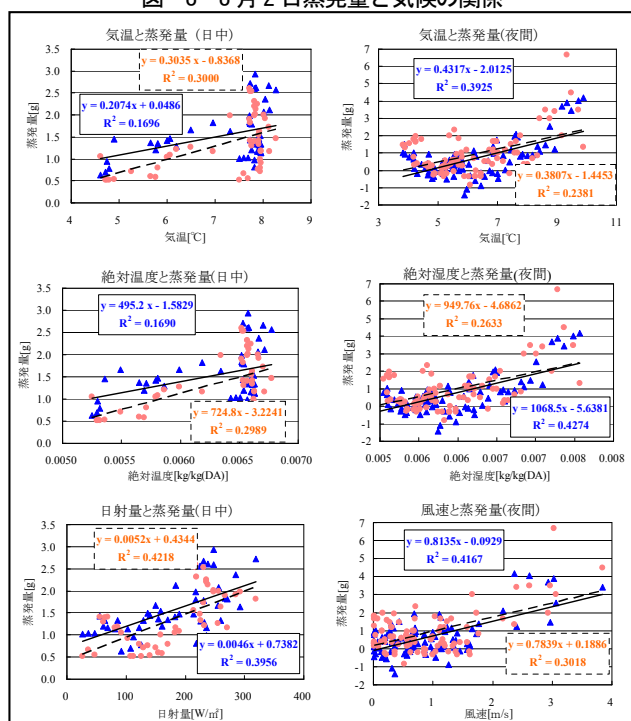


図-9 12月25日蒸発量と気候の関係

れた。また、蒸発量と外気気候の関係においては、コケ・芝植栽共に、日射量とは相関関係が認められた。風向風速計による風速と蒸発量の関係は得られなかった。図-5に見られるように試験体近傍の風速との検証を行ったところ多少高い相関となった。蒸発散作用は日射と飽差の影響が大きいと考えられる。

夏季の日中(5:00~17:00)と夜間(17:00~翌日5:00)における蒸発量と気候の関係を図-6(7/31)、図-7(8/1)、図-8(8/2)に示す。図-9(12/25)、図-10(12/26)、図-11(12/27)に冬季の日中(8:00~

16:00) と夜間(16:00～翌日 8:00)における蒸発量と気候の関係を示す。夏季において、日中の蒸発量は日射量、気温、絶対湿度と高い相関関係が認められ、コケ植栽は芝植栽より高い相関が得られた。夜間の蒸発量はコケ・芝植栽共に、気温・絶対湿度とは良い相関が見られた。冬季において、日中と夜間共に蒸発量と外気気候の相関は夏季より低くなった。これは冬季における植栽の蒸発散作用が低いことが考えられる。

図-6～図-11のデータの単回帰分析結果に基づいて、気象データにより蒸発散量を予測するために、日中は比較的相関の高かった気温、絶対湿度及び日射量を用い、夜間は気温、絶対湿度及び風速を用いて重回帰解析を行った。以下に結果を示す。

1) 7/31 日中:

$$W_k = -33.83 + 4.33t + (-3484.87)\phi + 0.1089I \quad \text{.....(1)}$$

$$W_s = -35.47 + 4.81t + (-4062.52)\phi + 0.0028I \quad \text{.....(2)}$$

2) 7/31 夜間:

$$W_k = 38.62 + (-5.83)t + 5392.86\phi + 0.1089v \quad \text{.....(3)}$$

$$W_s = 1.43 + (-0.51)t + 578.63\phi + 0.0846v \quad \text{.....(4)}$$

3) 12/27 日中:

$$W_k = -2.78 + (-0.19)t + 742.77\phi + 0.0017I \quad \text{.....(5)}$$

$$W_s = -1.07 + (-0.02)t + 268.14\phi + 0.0028I \quad \text{.....(6)}$$

4) 12/27 夜間:

$$W_k = -9.12 + (-0.66)t + 2444.74\phi + (-0.099)v \quad \text{.....(7)}$$

$$W_s = -19.84 + (-1.69)t + 5369.15\phi + (-0.3265)v \quad \text{.....(8)}$$

ここに、

$$\begin{aligned} W_k &: \text{コケ蒸発量}[\text{g}] & W_s &: \text{芝蒸発量}[\text{g}] \\ t &: \text{気温}[\text{°C}] & \phi &: \text{絶対湿度}[\text{kg/kg(DA)}] \\ I &: \text{日射量}[\text{W/m}^2] & v &: \text{風速}[\text{m/s}] \end{aligned}$$

各重回帰解析の寄与率(R^2)は(1)式の $R^2=0.833$ 、(2)式の $R^2=0.339$ 、(3)式の $R^2=0.950$ 、(4)式の $R^2=0.735$ 、(5)式の $R^2=0.587$ 、(6)式の $R^2=0.546$ 、(7)式の $R^2=0.591$ 、(8)式の $R^2=0.845$ となった。コケ植栽の7/31の日中・夜間の寄与率が高い相関を示した。芝植栽は12/27の夜間を除いて低い相関となった。

3. まとめ

コケ植栽による屋上緑化のヒートアイランド現象の緩和効果を定量的に評価するために、蒸発散量の測定実験を行い、コケ植栽と芝植栽を用いて、蒸発散作用について気象データとの相関の検討を行った。

夏季の保水状態において、コケ植栽の蒸発散量が芝植栽の方より多く、コケ植栽屋上緑化周りの熱改善効果が認められる。猛暑だった2007年の夏で、乾燥に強く、絶乾状態では枯死しているように見えても水分(雨水)を補給することで甦生する強い生命力が認められた。冬季の保水状態において、コケ植栽と芝植栽の蒸発散量が同程度の値が認められた。

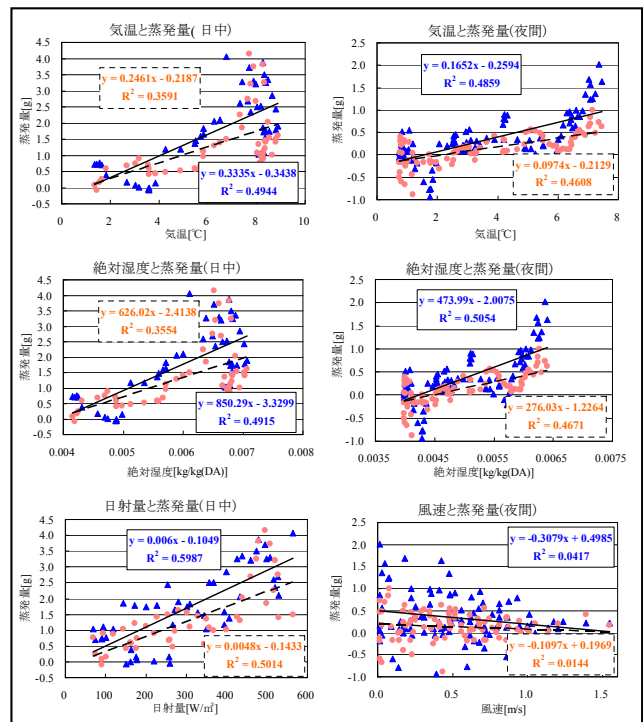


図-10 12月26日蒸発量と気候の関係

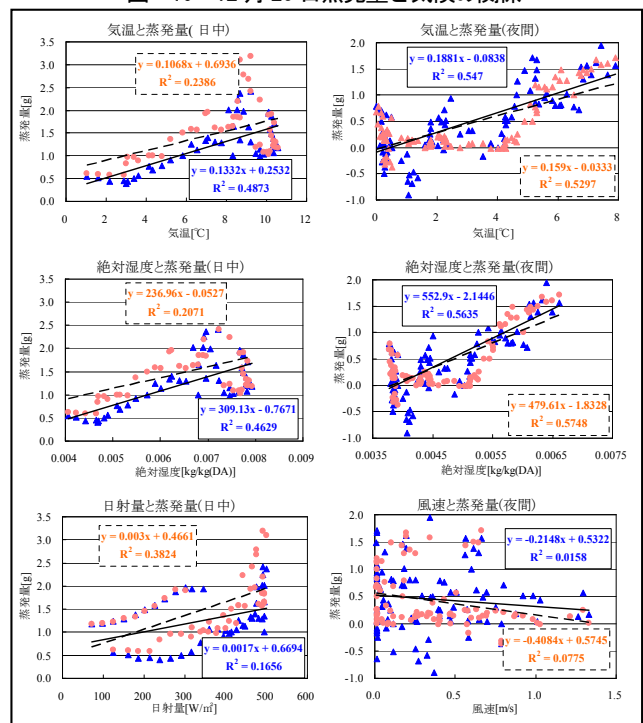


図-11 12月27日蒸発量と気候の関係

参考文献

- 1) 加治屋ら: 屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究、空気調和・衛生工学会、(第1報～第4報)、2005-2007
- 2) 加治屋ら: 屋上のコケ植栽による熱的性能に関する研究、(その1)～(その2)、日本建築仕上学会学術講演会研究発表論文集、pp. 171-178、2004. 10
- 3) 三坂ら: 軽量・薄層型屋上緑化技術のヒートアイランド緩和効果の定量評価に関する研究、日本建築学会技術報告集 pp. 195-198、2005. 06
- 4) 梅干野ら: 屋上芝生植栽の熱的特性に関する実験研究 (その1)～(その10)、日本建築学会大会学術講演梗概集 1991-1993