

VII-26 ミニモデルハウスを用いた屋上緑化の有効性の検証

高知工科大学社会システム工学科 学生会員 ○中田智子
高知工科大学大学院 学生会員 馬淵 泰
高知工科大学 正員 村上雅博

1. はじめに

屋上緑化には、「地球温暖化防止」、「省エネルギー」、「土地の有効利用」、「憩いの場の提供」、「建物景観の向上」などのメリットがある。東京都では、「東京都における自然の保護と回復に関する条例」の制定で、敷地面積 1,000 m²以上の民間施設及び 250 m²以上の公共施設を対象に、新築等の機会に敷地と屋上に緑化を義務付けており、屋上緑化の事例は急速に増えてきている。しかし、現状では、屋上緑化が建物の表面温度低下に効果があることは知られているが、室内における省エネ効果についての、定量的な検討例は少ない。

本研究では、屋上緑化の有無や屋上緑化手法の違いによる熱環境特性（室温）をミニモデルハウスを用いて把握し、屋上緑化の有効性を室温の差から評価した。

2. 実験方法

ミニモデルハウスは、木製の屋根、土壌のみ、コウライシバ (*Zoyia matrella*)、葉面積が小さく葉面積密度の高いツルニチニチソウ (*Vinca Major*)、葉面積が大きく葉面積密度の少ないクロトン (*Codiaeum variegatum*)、屋根の表面全体にアスファルトを塗ったモデルハウスの計 6 パターンを設定した。

ミニモデルハウスを用いた熱環境調査は、ミニモデルハウスの室内を閉めきった状態で、天井表面と屋根表面、室内にデジタル温度計(佐藤計量器製作所(株)SK-L200TH、AND(株)AD-5648)を設置するとともに、屋上の土壌にガラス温度計(シンワ測定(株)水銀温度計 72516)による目視で地中温度を、土壌水分計(大起理化工業(株)ML2)により土壌含水率を計測し、室内温度との関連性を調査した。さらに、ミニモデルハウスの屋根全体の温度を比較できるように、建物の屋上から熱赤外線カメラ(日本電気三栄(株)製 TH-5100)を用いて屋根の表面温度を測定した。また、植物の蒸散効果の測定手法として、植物 1 個体を一定の水量(300cc 程度)を入れたフラスコの中に入れ、フラスコの水の減り具合から蒸散量を測定した(図 1 参照)。

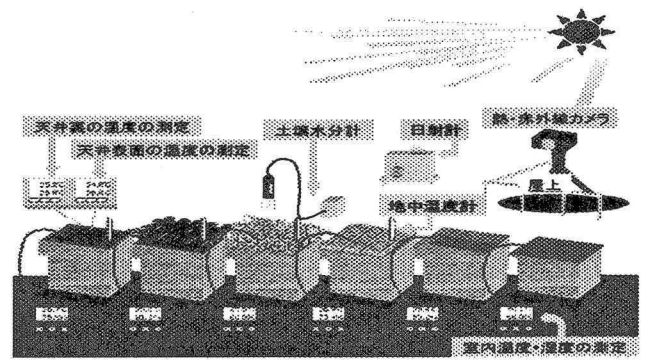


図 1 実験方法

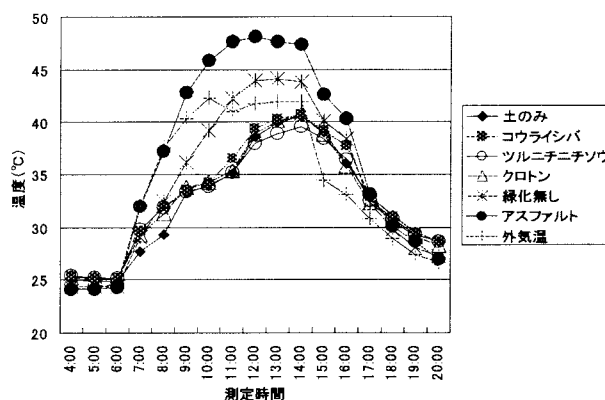
3. 各ミニモデルハウスの室内・室外温度計測結果

木製の屋根のモデル及びアスファルトと緑化したモデルの室内・室外の最高気温を比較すると、室内と室外の温度差は 17.4℃から 28.2℃、室内温度 1.6℃から 8.5℃あり、木製の屋根のモデル及びアスファルトの屋根は非常に温度が高く快適ではないことが言える。土のみのモデルと緑化したモデルを比較すると、緑化した方が表面温度 4.0℃から 6.1℃、室内温度 0.6℃から 1.3℃低く、その違いは影の効果と蒸散効果だと考えられる。緑化モデルの中では、ツルニチニチソウ (*Vinca Major*) が 39.6℃と、他の緑化モデルと比較して約 1℃室温が低く三項目中一番低温を保っている(表 1)。これは、植栽面積あたりの葉面積密度(LAD)が絡んでいると考えられる。

次に、緑化パターン別の室内温度を比較した場合を図 2 に示す。8 月 22 日におけるミニモデルハウスの室内温度の変化をみると、6 時(日の出)を境にそれぞれのモデル表面温度に変化が現れはじめ、午前 9 時には木製の屋根のモデルが 36.1℃、アスファルトのモデルの表面温度が 42.8℃と上昇しており、この時点で緑化しているモデルと比べて 10℃近く温度差が出ていることが分かる。室内温度のピーク時は 12 時から 14 時までの間で、緑化しているモデルは約 40.0℃、アスファルトのモデルは 47.8℃と、温度差は 7.8℃にもなる。また、ピーク時を過ぎて日落ちてくる 17 時以降には、アスファルトのモデルの室内温度が急激に下がりはじめ

表1 ミニモデルハウス室内・室外温度表(最高気温)

	6/29 (晴天)		7/15 (曇り)		8/22 (晴天)		9/9 (晴天)	
	最高気温(℃)		最高気温(℃)		最高気温(℃)		最高気温(℃)	
外気温	36.6		33.8		41.9		41.1	
	表面	室内	表面	室内	表面	室内	表面	室内
木製	47.9	35.7	41.4	35.0	57.9	44.1	40.7	40.4
アスファルト	—	—	48.9	36.9	63.9	48.1	47.7	42.5
土壌のみ	35.5	33.9	35.7	34.1	51.9	40.6	28.3	38.9
コウライシバ (Zoysia)	31.6	34.1	31.8	33.0	37.7	40.7	28.2	39.2
ツルニチニチソウ (Vinca Major)	30.5	32.8	29.6	32.8	38.6	39.6	27.0	37.9
クロトン (Codiaeum variegatum)	33.2	33.0	30.8	32.8	40.9	40.7	26.4	38.4

図2 緑化パターン別の室内温度
変化測定結果(2003年8月22日)

め、土のみのモデルと緑化したモデルハウスの室内温度ピーク時からの温度変化は 8.8~10.1℃であったが、木製のモデルの場合 14.8℃、アスファルトのモデルの場合では 18.0℃と温度差に違いが出ており、屋根に何も乗せていないモデルの室内温度の日較差が植生系と比較して極端に大きいことが分かる。このことは、木製の屋根のモデルとアスファルトのモデルは非常に住み辛い環境にあることを示している。

4. 屋内におけるエネルギー消費低減効果

屋上緑化の室内温度低下効果における環境経済的な便益について、電気料金削減効果の観点から評価した。なお、評価にあたっては、屋上ミニモデルハウスと同材質の屋上 550 m²を仮定し、そのうち 400 m²(ミニモデルハウスの屋根の面積: 0.3869 m²)のエリアを屋上緑化すると仮定した。また、電気料金の試算の際には、2℃低下した場合に 5.4 円/日/m² (0.56kWh/m²)の電気量節約効果があるとの調査結果⁽¹⁾を適用し、算定式(1)により算出した。

木製の屋根のミニモデルハウスの電気料金を基準にして各ミニモデルハウスの夏季の電気料金緩和量を比較すると、アスファルトのモデルの場合 23,058 ~48,850 円/日電気料金が木製の屋根より出費が必要と試算された。これに対し、屋上緑化の効果としては、52,200 円/日(コウライシバ)~102,724 円/日(クロトン)の電気料金緩和効果が期待でき、土のみのモデルも最高 82,347 円/日の節電効果が期待できる。このように概算ではあるが屋上緑化は確実にエネルギー消費を低減できることを示しており、屋上に土壌を設置し散水するだけでも断熱効果および潜熱による室内温度低下効果があることが示された(表2参照)。

5. 今後の課題

今後の課題は、年間を通じた温暖化緩和効果を検討するとともに、影の効果や葉面積密度(LAD)を変化させた場合の温度低下効果について定量的に把握する。また、ミニモデルハウスの室内・室外の温度変化を年間を通して測定し、ミニモデルハウスの熱伝導拡散モデルにてシミュレーションを行い、実際の屋上緑化による室内温度低下効果を推定する一連の調査研究が必要である。

<参考資料>

(1) <http://www.sumiheji.co.jp/service/main/sermain.html>: 屋上緑化とは

$$Em = ((Sm - Am) / t) / Ma * Ee * Pa \dots (1)$$

Em: 電気料金節約量(円/日)

Sm: 木製の屋根のミニモデルハウスの室内温度結果(℃/日)

Am: 土壌のみ、アスファルト、コウライシバ(Zoysia matrella)、ツルニチニチソウ(Vinca Major)、クロトン(Codiaeum variegatum)の各ミニモデル別の室内温度結果(℃/日)

t: 室温(℃)

Ma: ミニモデルハウスの屋根の面積、0.3869(m²)

Ee: 室温が2℃低下した場合の電気量節約効果、5.4(円/日/m²)

Pa: 評価対象面積、400(m²)

表2 屋内における各月の電気料金緩和量

	土のみ	クロトン (Codiaeum variegatum)	ツルニチニチソウ (Vinca Major)	コウライシバ (Zoysia matrella)	アスファルト
6月29日	76,764	102,724	74,252	11,724	—
7月15日	26,798	47,733	44,942	25,960	48,850
8月22日	82,347	72,298	76,764	52,200	23,058
9月20日	51,641	56,666	53,874	25,402	48,012

正の値が節約量、負の値が出費量