

緑のカーテンによる省エネ及びCO₂削減効果の試算

○佐俣満夫、福田亜佐子（横浜市環境科学研究所）

南側に面したガラス窗外側に植えられた 8m²の緑のカーテンを仮定し、7～9月の夏期3ヶ月間での緑のカーテンによる省エネ効果と CO₂削減効果について試算した。その結果、省エネ効果としては、家庭用（8畳）エアコン1台分を毎日1時間から1時間半程度稼働させる程度の効果が推定された。また、CO₂削減量としては杉の木約9本分の削減効果があるものと推測された。

1. はじめに

夏季のヒートアイランド対策として家庭や学校でも手軽に行える緑のカーテンが普及しつつある。緑のカーテンは一般にヘチマ、ゴーヤなどの一年草のつる植物を用い、窓辺の植物の遮熱効果により室内を涼しくさせる効果がある。また、室内への温度低減効果により夏季の冷房時間の短縮としての省エネ効果が期待されている。そのため、近年、緑のカーテン、壁面緑化等の普及に伴う省エネや CO₂の削減効果の推定が望まれている。

一般に行政上求められる効果は夏季の間で緑のカーテンによってどの程度の省エネと CO₂の削減が期待されるかであるから、ここでは夏期（7月～9月）3ヶ月間での冷房施設をもった一般的家庭の緑のカーテンにおける電力の省エネ量と電力による CO₂削減量の試算を行った。

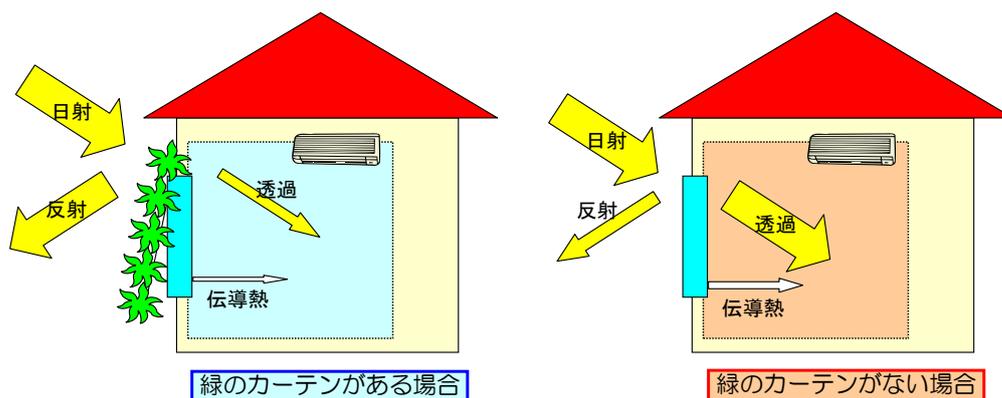


図-1
緑のカーテンのある場合のモデル

図-2
緑のカーテンのない場合のモデル

2. 解析のためのモデルの概要

緑のカーテンのある場合と無い場合での熱移動の概要をそれぞれ図-1,2 に示す。熱の移動には一般に放射、伝熱、対流の3つの形態があるが、ここでは無風状態を仮定すると、室外から室内への熱の流入は放射と伝熱のみとなる。熱の放射による流入は、屋外からの緑のカーテンの有無を通した熱放射の供給は太陽からの日射のみとする。夏期3ヶ月の間には雨天や曇天もあるため、これらも含めて3ヶ月間の全天日射量を用いた。緑のカーテンのある場合は

日射 (全天日射量) → 緑のカーテン+ガラス窓 (日射透過率) → 室内への熱量 (1)
緑のカーテンの無い場合は

日射 (全天日射量) → ガラス窓 (日射透過率) → 室内への熱量 (2)
となる。ガラス面への日射量は、地域別方位別係数で補正する。

また、熱の伝熱による流入は、緑のカーテンのある場合とない場合の熱伝達式を用いて室外から室内への伝熱量を計算した。

この放射+伝熱による熱量を室内に流入した熱量とした。緑のカーテンのある場合と無い場合についてそれぞれ流入熱量を算出し、その差を冷房器の消費熱量で換算することにより、省エネ効果及びCO₂削減効果をそれぞれ計算した。

ここでは、これらのモデルを用いて2m×2mの緑のカーテンを南西及び南東方向のガラス窓2面に設置した場合について以下に試算した。

3. 解析方法と結果

3-1 日射遮蔽効果

緑のカーテンでガラス窓を覆うことにより、日射によって室内へ透過する熱量がどの程度削減されるかを試算する。単位面積あたりのガラス窓面を透過する熱量(日射透過量) $Q_m(\text{kcal/m}^2\text{h})$ は、日射透過率を a 、全天日射量を b 、地域別方位別係数を c とすると、次式で算出される。

$$Q_m = a \times b \times c \quad \dots \dots \dots (1)$$

日射透過率は、一般的な3mmガラス窓¹⁾で $a=0.88$ 、緑のカーテンで覆ったガラス窓²⁾で $a=0.28$ である。次に、地域別方位別係数(神奈川県、南東・南西)³⁾は $c=0.45$ とする。さらに、全天日射量 b は7月から9月の3ヶ月間の東京気象台での全天日射量の積算量を用いた。ここで、緑のカーテンの無い場合の日射透過量を Q_1 、緑のカーテンのある場合の日射透過量を Q_2 として、それぞれ(1)式を計算し、さらに、3ヶ月間の日射量の削減効果を ΔQ_1 とすると

$$\Delta Q_1 = Q_1 - Q_2 = 340,200 \text{ (kJ/m}^2) \dots \dots (2)$$

を得た。

次に、ガラス窓を通して建物内部に伝わる単位面積あたりの熱量(熱貫流量)を $Q(\text{kcal/m}^2\text{h})$ とすると熱伝達式は以下のように与えられる。

$$Q = \frac{1}{\left(\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}\right)} (g_1 - g_i) \quad \dots \dots (3)$$

ここで、 L (ガラス面の厚さ) $=3\text{mm}$ 、 λ (ガラス面の熱伝導率) $=0.86(\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C})$ 、 α_i (室内側熱伝達率) $=8(\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C})$ として、さらに冷房中の室内側ガラス窓表面温度は実測より $\theta_i=26^\circ\text{C}$ とした。 θ_1 は室外ガラス窓の表面温度であるが、これも実測より緑のカーテンの無い場合： $\theta_1=39^\circ\text{C}$ 、緑のカーテンのある場合： $\theta_1=35^\circ\text{C}$ とした。

ここで、緑のカーテンの無い場合の伝熱量を Q_{o1} 、緑のカーテンのある場合の伝熱量を Q_{o2} としてそれぞれ(3)式を計算し、3ヶ月間の削減伝熱量を ΔQ_2 とすると $\Delta Q_2=Q_{o1}-Q_{o2}$ となり、さらに放射と伝熱を合わせた3ヶ月間の全削減熱量を ΔQ とすると、 ΔQ の値は、

$$\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 \quad \dots (4)$$

より得られる。

3-2 緑のカーテンによる省エネ効果

(4)式の計算より、緑のカーテンの設置により夏期3ヶ月間でガラス面の単位面積あたりに削減される熱量は

$$\Delta Q = 481 (\text{MJ}/\text{m}^2) \quad \dots (5)$$

と推定された。

「冷房の消費電力量の削減量の試算」

エアコンの消費電力の削減量 $\Delta E(\text{kWh}/\text{m}^2)$ は次式のようにになる。

$$\Delta E = (\Delta Q/3600) \times (1/C) \quad \dots (6)$$

ここで、 C は一般に冷房COP値(冷房器の消費電力に対する室内を実際に冷やす能力の比)とよばれる定数で、ここでは省エネルギーセンターのデータ⁴⁾より、一般住宅を想定してエアコン冷房能力 2.8kW の製品の冷房COP値より、 $C=4.97$ とした。

「エアコンの消費電力との比較」

8m^2 の緑のカーテンを設置した場合の消費電力削減量を ΔE_o とすれば

$$\Delta E_o = \Delta E \times 8(\text{m}^2) = 228.9 (\text{kWh}) \quad \dots (7)$$

となる。さらに、省エネルギーセンターのデータ⁴⁾より計算したエアコン1台分の夏期3ヶ月分の平均的消費電力量は $H=213(\text{kWh})$ となる。 ΔE_o と H より夏期3ヶ月間の削減電力量に見合った平均的なエアコンの稼働台数： G が得られる。

$$G = \Delta E_o/H = 1.07(\text{台}) \quad \dots (8)$$

これより、 8m^2 の緑のカーテンの設置による省エネ効果は8畳用エアコン約1台分に相当する。この時のエアコンの1日の平均稼働時間は1時間から1時間半程度である。

3-3 緑のカーテンによるCO₂削減効果

地球温暖化対策の推進に関する法律⁵⁾より得られる電力 1kWh あたりのCO₂排出量を CF とすると、緑のカーテンの単位面積あたりのCO₂の排出量： R は次式により計算できる。

$$R(\text{kg-CO}_2/\text{m}^2) = \Delta E \times CF \quad \dots \quad (9)$$

ここで、(9)式の R より、さらに緑のカーテン 8m² での CO₂ 削減量を算出すると 127.0(kg-CO₂)を得る。

また、樹木の CO₂ 吸収量換算として多く用いられている杉の木の本数に換算すると、杉一本の CO₂ 吸収量は 14(kg-CO₂)⁶⁾ なので、CO₂ 削減による杉の本数 = 127/14 = 約 9 本を得る。

4. おわりに

夏期 3 ヶ月間、2m × 2m の緑のカーテンを南西及び南東のガラス窓面に設置した場合を想定して、緑のカーテンによる省エネ効果と CO₂ 削減量を試算した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 緑のカーテンの設置により夏季の冷房の節約が可能であり、緑のカーテンには省エネ効果や CO₂ 削減効果があるものと推測された。
- (2) 緑のカーテンを設置した場合の省エネ効果は、家庭用エアコン約 1 台分を夏期 3 ヶ月（7～9 月）の間、毎日 1 時間から 1 時間半程度稼働させた分に相当するものと推測された。
- (3) 夏期 3 ヶ月間での緑のカーテンの冷房節約による CO₂ 削減量は杉の木約 9 本分に相当するものと推測された。

「参考文献」

- 1) (社) 日本建材産業協会資料
- 2) 梅干野、山下：ツル植物による植栽スクリーンの日射遮へい効果、建築環境工学論文集第 6 号学術論文講演発表会資料
- 3) (財) 建築環境・省エネルギー機構：住宅の次世代省エネルギー基準と指針
- 4) 省エネルギーセンター：省エネ性能カタログ 2006 年夏版
- 5) 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第 3 条
- 6) 環境省・林野庁：地球温暖化防止のための緑の吸収源対策