

ユニットハウスにおけるグリーンカーテンによる 夏期の熱負荷低減効果の検証

青木貴均^{*1}・石川伸介^{*2}・池田 穰^{*1}

ヒートアイランド対策や節電を目的として、窓面につる性の植物を植栽して建物への熱負荷を低減するグリーンカーテンと呼ばれる壁面緑化技術が注目を集めており、環境省の学校エコ改修・環境教育モデル事業の一環として導入を図るケースもある。本検討では、通常の建物に比べて断熱性が小さいユニットハウスを対象として、グリーンカーテンによる熱負荷・エネルギー消費量の削減効果について測定・検証を行った。その結果、グリーンカーテンの有無により、空調機を用いなかった場合、ピーク時のユニットハウス室内温度が4.6℃低下した。また、空調機を利用した場合も顕著な消費電力量の差が見られ、1週間平均値で約40%の削減効果が得られた。

キーワード：省エネルギー、熱負荷低減、緑化、日射遮蔽、グリーンカーテン

1. はじめに

ヒートアイランド対策及び節電対策の一環として、グリーンカーテンと呼ばれる壁面緑化が様々な分野で広がりをみせている。これらは、一般家庭及び建物の外壁や窓の外側に設置したネット上に、ヘチマやゴーヤ等のつる性植物を生育させたものであり、日射を和らげるとともに、葉の蒸散作用により周辺の温度を下げる効果もあるとされている。

一方、建築現場では事務所として、ユニットハウス（以下、ハウス）と呼ばれるプレハブ式建物を用いることが多いが、これらは断熱性などの環境性能に乏しい点がある。

そこで、このハウスにグリーンカーテンを設置した場合、ウレタンなどの断熱材施工が既に行われており、高い省エネルギー等級を取得しているRC造・SRC造の建物よりも、ハウス自体の断熱性能が小さい分、グリーンカーテンの熱負荷低減に関する性能が顕著に表れ、より大きな遮熱・断熱効果が得られるものと考えた。ここでは、グリーンカーテン内の気温や壁面温度・室内温度の低減効果ならびに、空調機を使用した際の消費電力量の削減効果について検討した。

2. グリーンカーテンについて

2.1 作り方

施工に必要なもの（プランター、苗など）の画像を図-1に、グリーンカーテンに用いるゴーヤの花・実の写真を写真-1に示す。

ゴーヤの生育期間は主に4月～6月までの期間である。

まず、プランターの底に鉢底石を敷き、土をほぐした状態にする。プランターは深さ30cm以上のサイズが望ましい。その後、水に2時間程度浸した状態の種を準備し、別途用意したポットの中に種を植える。土の深さは1cm程度を目安とする。

本葉が2～3枚出た状態で生育状態が悪い葉を間引く。その後、植物の親ヅル（一番太い中心の茎）が1m程度に達した段階で、ヅルの先を2～3cm切ることで横にヅルが



図-1 施工に必要なもの（イメージ画像）



写真-1 ゴーヤの花と実

*1 環境開発部 *2 建築研究第二部

広がり、面を形成するようになる。灌水はプランターの下の穴から水が出てくるまで与えるとよい。また、開花・結実後は追肥を行う。

固形肥料の場合は1ヵ月に1度の頻度で与え、液体肥料の場合は1週間に1度、灌水時に水の代わりとして与える。

2.2 設置方法

様々な設置方法があるが、代表的なものについて紹介する。

1) 棒組み自立タイプ

地面に杭を打って支柱を括りつけた後で、支柱間に張ったネットに植物を這わせるものであり、屋外・庭で見られるタイプの1つ。窓からの距離に余裕を持たせ、パゴラ風に天井もグリーンカーテンで覆えば、日陰を多く作ることができる。

2) 軒下取り付けタイプ

軒下や庇に丸金具（ヒートン）を取り付け、ネットを張る竿を吊る方法であり、屋外・庭で用いられる。1)と同様に、最も良く見られるタイプの1つ。金具は軒下の奥に取り付けることで、ツタが屋根に伝うのを防ぐことができる。

3) 台移動タイプ

ベランダ・バルコニーで良く見られるタイプであり、キャスター付きの組み立て式台に支柱となる棒を固定し、棒の間にネットを張った後に植物を這わせるタイプ。可動式なので、時間帯に応じた日差し対策も可能。

4) 固定タイプ

ベランダの床と天井に、つっぱり式のポールで支柱を

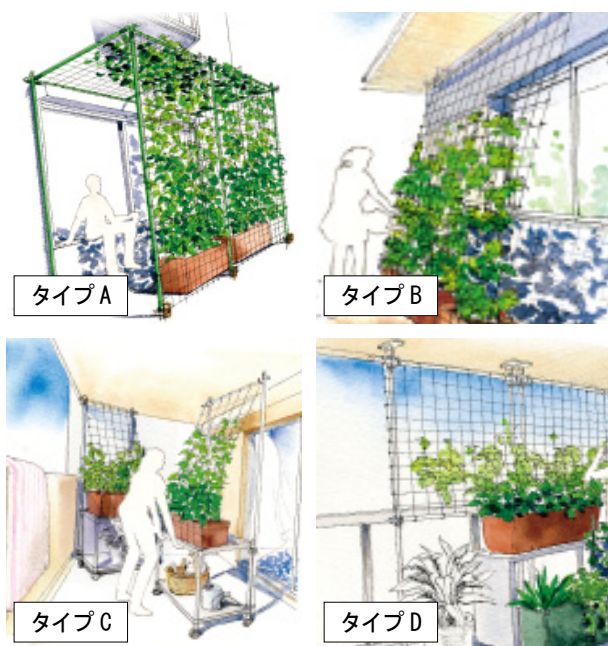


図-2 各設置タイプイメージ図
(出展：グリーンカーテンプロジェクト 2013 HP)

作り、ネットを張って土台を作る。ポールへの荷重が大きくなりやすいので、植物の繁茂量には充分注意する。

なお、現場のハウスではベランダはあまり見られないため、2)の軒下取り付けタイプを用いることが多く、今回の試験でも上記2)のタイプを用いて検討した。各タイプのイメージ図を図-2に示す。

3. 実測調査

3.1 概要

温度測定は夏期に実施し、かつ2年間に分けて行った。1年目は外気温度とグリーンカーテン内気温の変化を測定した。2年目はグリーンカーテンの施工による、ハウス内の室内温度・部材表面温度並びに消費電力量削減効果を調査した。

両方の試験ともにハウス（間口：2,150mm，奥行き：4,500mm，高さ2,100mm）を2棟用意し、一棟は外壁南面にグリーンカーテンを施工し、もう一棟は未施工の状態にした。

1年目は外壁南面かつゴーヤのみのカーテンを作成したが、2年目はどの植物が施工に有利かという調査も兼ねて、複数の植物種によるカーテン（アサガオ、ゴーヤ、ヘチマ、ユウガオ）の施工を行った。

灌水は両者とも午前7時と午後1時に10分間の自動灌水とした。また、植物の状況を観察して、適宜施肥を行った。

3.2 試験A（1年目）

温度計はおんどとり（型式：RTR-502，株式会社 ティアンドティ）を用いて、南面にて測定した（写真-2）。グリーンカーテンを構成しているビニール網に針金を通し、針金でプラスチックケースを吊るした後、おんどとりをケース内に設置した。温度は5分間隔で1週間連続測定し



写真-2 グリーンカーテン写真（試験A）

た。測定期間は2011年9月1日～9月7日であった。また、グリーンカーテン内の気温と外気温を比較することで、外気温とグリーンカーテンによる温度低減効果の相関について調査した。なお、日射の影響を避けるために、プラスチックケースの表面にアルミ箔のテープを巻いた。計測器の設置状況図を図-3に、おんどりの設置状況写真を写真-3、写真-4に示す。

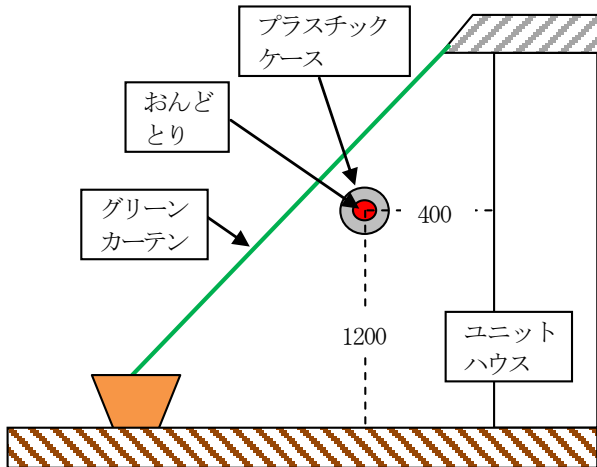


図-3 計測器設置状況 (試験A-南面のみ設置)



写真-3 おんどり設置状況
(試験A-グリーンカーテン内気温計測時)



写真-4 おんどり設置状況
(試験A-外気温度計測時)

3.3 試験B (2年目)

ハウス周辺のグリーンカーテン設置状況を図-4に示す。また、ハウスへのグリーンカーテン設置時写真を写真-5、写真-6に示す。

実験1では空調機を使用せず、窓や扉を閉めた状態で、それぞれのハウス内温度と部材表面温度の計測を行った。

実験2ではハウス備え付けの空調機を使用し、一定温度(26℃)下で連続運転する条件で消費電力量の計測を行った。

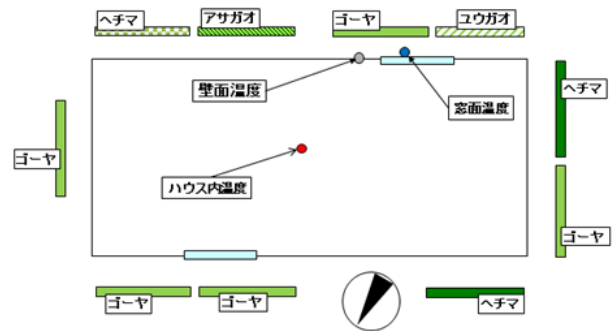


図-4 グリーンカーテン設置状況 (試験B)



写真-5 グリーンカーテン設置状況 (試験B-北側)

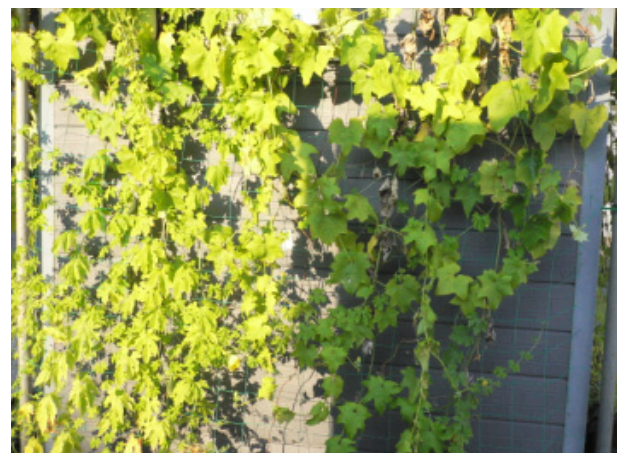


写真-6 グリーンカーテン設置状況 (試験B-西側)

3.3.1 実験1

表面温度については、ハウスの各部材面に熱電対を設置し、データロガーを用いて、5分間隔でモニタリング計測を行った。測定箇所は外壁面（材質はガルバリウム鋼板）、窓面（ガラス）の2点とした。ハウス内の温度は「おんどとり」、外気温は強制通風式気温形（型式：41382VC/LC2, 英弘精機 株式会社）を用いて計測した。写真-7に設置状況を示す。測定日は2012年8月13日とした。

3.3.2 実験2

ハウス内の空調機設定温度を26℃とし、1週間連続運転を行った際の消費電力を積算して、グリーンカーテンを施工したハウスと未施工時ハウスで比較した。晴天時・雨天時の天候間並びに1週間積算値の2ケースで比較した。空調機は両者とも、同じ型式のルームエアコン（日立ルームエアコン、型式：RAS-KJ22Z, 日立アプライアンス 株式会社）を用いた。計測期間は2012年8月28日～2012年9月4日とした。

4. 試験結果

4.1 試験A（1年目）

グリーンカーテン内気温と外気温の測定結果を図-5と図-6にそれぞれ示す。また、晴天時（9/6・9/7の2日間）の気温とグリーンカーテンとの温度差を縦軸とした温度低減効果グラフを図-7に示す。

グリーンカーテン内の空気温度と外気温を比較したところ、晴天時の昼間に顕著な差が表れたが、夜間ではほとんど変化が見られなかった。また、気温状況とグリーンカーテンの温度低減効果の相関性について見たところ、気温が30℃以前の状況では、0～1℃前後の温度差で推移していたが、気温が30℃を超えた辺りから低減効果が上昇し、35℃を超えた時点で温度低減効果が3～4℃になる



写真-7 強制通風式気温計

ことが示された。

2013年の東京の気象庁記録では、真夏日[最高気温30℃以上]が56日、猛暑日[最高気温35℃以上]が14日となっており、夏場はグリーンカーテンの日陰を利用した温度低減効果が顕著に見られると考えられる。

4.2.1 実験1

図-8に壁面温度、図-9に窓面温度、図-10にハウス内気温の測定結果をそれぞれ示す。

壁面温度の測定結果から、グリーンカーテンを施工した場合、主に午前中にかけて表面温度の低下が見られ、最も差が大きい正午付近においては、最大で15.8℃の温度低減効果が見られた。

一方、午後温度差が小さくなる傾向が表れているが、

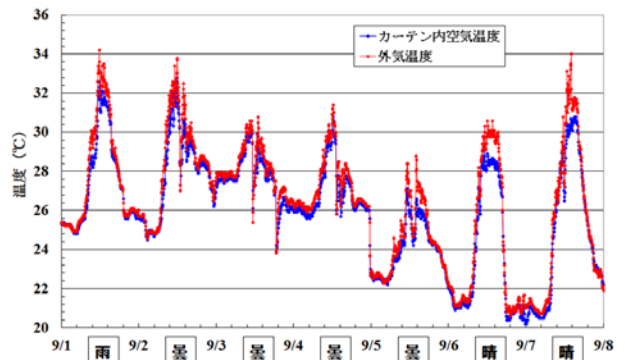


図-5 1週間気温比較結果（試験A）

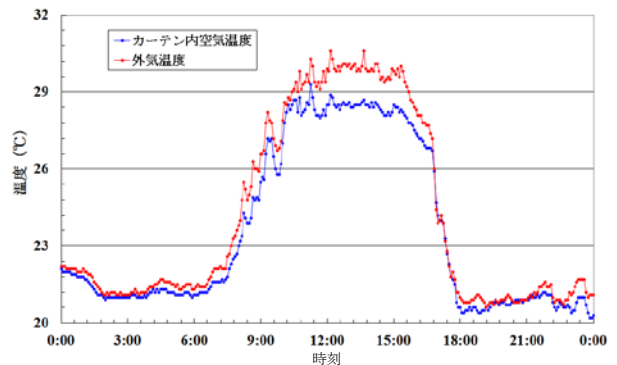


図-6 24時間気温比較結果（試験A - 2011/9/6）

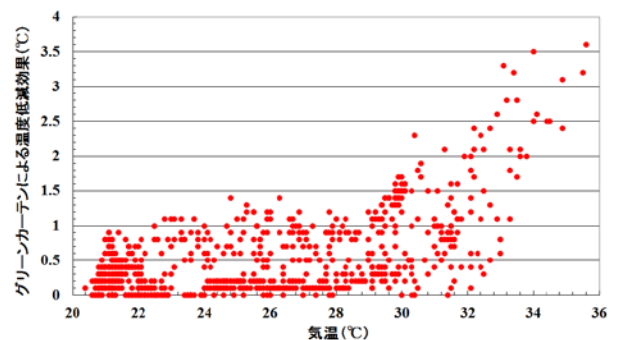


図-7 グリーンカーテンによる温度低減効果（試験A）

これは時間が経過するにつれての日射の傾きが変化するため、日陰の配置や植物間の隙間などの影響から、日射の遮蔽効果が低下するためと考えられる。

窓面温度も壁面と同様に、時間帯によって温度差にばらつきが見られるものの、正午前に最大で5.0℃の温度低減効果が表れた。

ハウス内の室温の変動は、各表面温度の結果に比べて緩やかであり、正午に最大で4.7℃の温度差が表れた。

4.2.2 実験2

図-11に1週間(2012年8月28日～2012年9月4日)分の消費電力量を示す。グリーンカーテン未施工時の夏期1週間におけるハウス内空調機による消費電力量は255.5kWhであった。

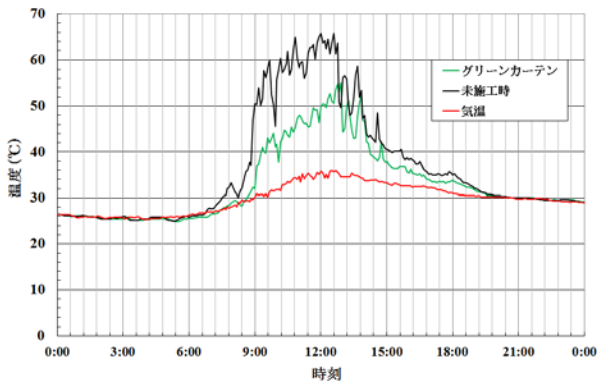


図-8 壁面温度測定結果(試験B)

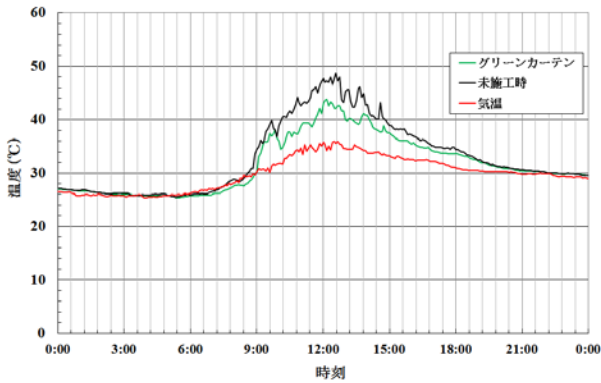


図-9 窓面温度測定結果(試験B)

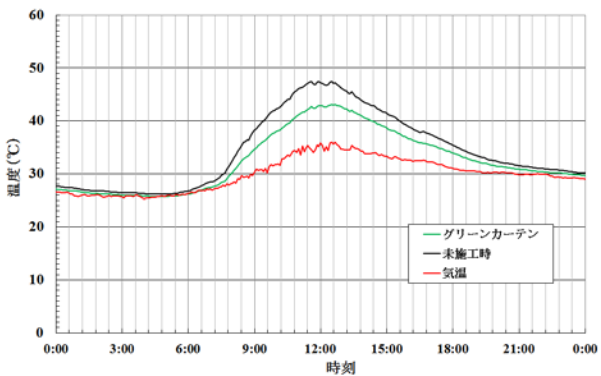


図-10 ハウス内気温測定結果(試験B)

一方、グリーンカーテンを施工した場合は151.8kWhとなり、約40.0%の削減効果が見られた。

今回の検討で得られた結果に基づいて、消費電力量によるコスト並びにCO₂排出量削減効果の試算を行ったところ、夏場の晴天時にグリーンカーテンを施工することで、1日当たりの電気代で332.0円、CO₂量換算で5.33kgの削減効果と評価された(電力量料金は22.43円/kWh、二酸化炭素換算係数は0.36として計算した)。

現在は震災などの影響もあり、火力発電所を中心に稼働しているため、電力量料金・二酸化炭素換算係数ともに上昇しており、削減効果はさらに高まるものと思われる。

5 現場への適用

当社では

グリーンカーテンのみならず、様々な省エネルギー・環境対応技術を搭載した仮設ハウス「エコハウス」の現場展開を行っている。主なメニューを以下に示す。

① 省エネ型空調機 + 高効率照明装置

従来の仮設建物用エアコンや蛍光灯では、旧型の空調

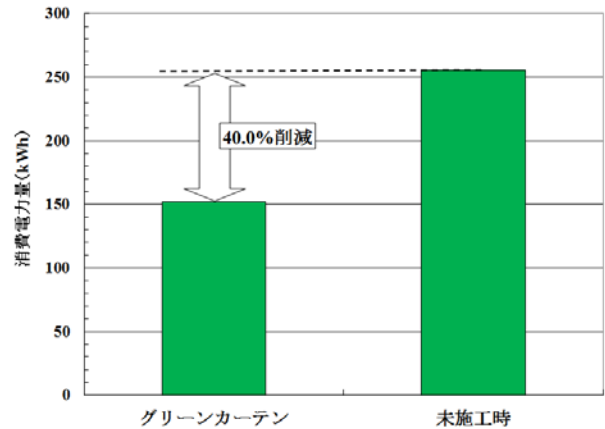


図-11 1週間消費電力量測定結果(2012年8月28日～2012年9月4日)

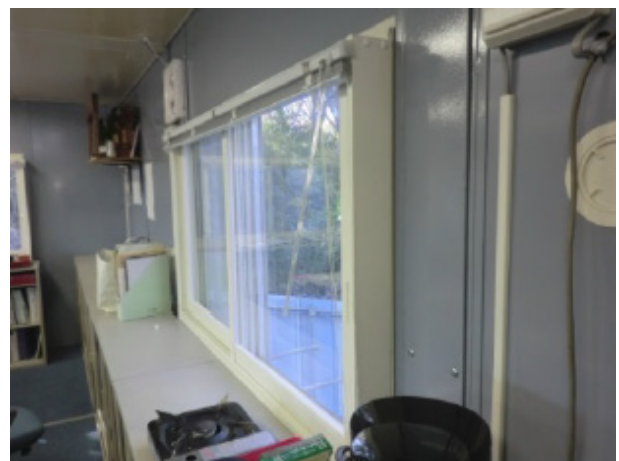
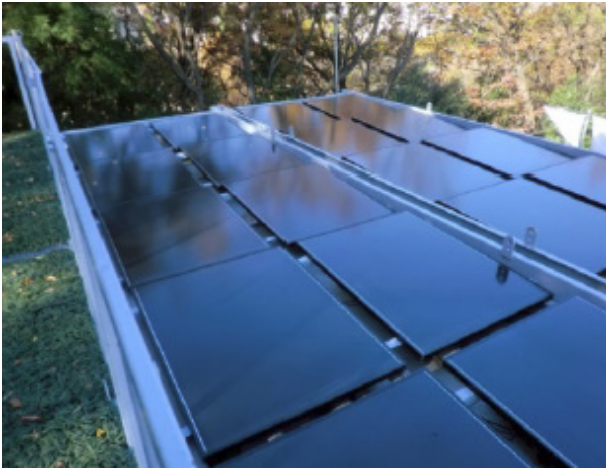


写真-8 二重サッシ



写真－9 太陽光発電システム



写真－10 屋上緑化システム

機や照明が多く利用されている。高効率の空調機やLED照明などを用いることにより、消費電力の削減につながる。

② 二重サッシ (写真－8)

通常のサッシと比べて防露性、遮音性、断熱性、気密性に優れる。通常のもので変更することで、エネルギーの50%以上を削減可能。

③ 太陽光発電システム (写真－9)

商用電力と系統連携させることで、購入電力量の減少や売電も可能となる。

④ 屋上緑化システム (写真－10)

屋上緑化による植栽の蒸散効果により、夏場の断熱効果が期待できる。

⑤ その他

断熱材の無いユニットハウスの熱負荷削減対策として、適宜屋根に散水するシステムや、簡易的な断熱材を用いるシステムがある。

参 考 文 献

- 1) 梶田奈保子: 緑のカーテンによる温度低減効果, 愛知県環境調査センター所報, 37, pp.13-21, 2009
- 2) 加藤真司他: 集合住宅における緑のカーテンの温熱環境改善効果研究, 日本緑化工学会誌, Vol. 38, No. 1, pp. 39-44, 2012
- 3) NPO 法人 緑のカーテン応援団・編: 緑のカーテンの育て方・楽しみ方, 創森社, p79, 2009
- 4) 岡崎沙織他: 屋上および壁面植栽が教室の温熱環境に与える影響に関する実測解析, pp575-576, 2006

Verification of Heat Load Reduction by a "Green Curtain"
on a Prefabricated House in the Summer Season

Takahiro AOKI, Shinsuke ISHIKAWA and Yutaka IKEDA

The use of eco-walls (called "green curtains") is spreading rapidly due to the heat-island effect and has become an electricity-saving measure in recent years. Otherwise, prefabricated houses are convenient and so are frequently used at construction worksites, but they have some aspects with inferior environmental performance, such as insulation properties, compared with RC or SRC buildings.

Then, when inhibition and insulation efficiency could be improved at the surface of a wall by constructing a green curtain, it was thought that a higher consumed energy reduction effect was acquired, compared with RC or SRC buildings, and insulation properties are comparatively high. So we tried this examination.