

# 特定研究「壁面緑化による温度上昇抑制効果と夏季の健康に関する研究」 平成 22 年度報告書

山梨県環境科学研究所 生気象学研究室 宇野 忠

依頼元：山梨県 森林環境部 環境創造課

研究期間：平成 21 年度～平成 22 年度

## 【研究目的】

地球温暖化、ヒートアイランド現象などの気温上昇が世界規模で問題となっている。その対策のために様々な取り組みがなされており、国などの大規模なレベルでの対策が進む中で、民間や市民へのさらなる啓蒙・啓発の必要性が求められている。

そのためには身近な生活において実施できる温暖化対策を目に見える形で定量化し、その効果を実施者が実感できることが重要である。また、夏季日中に高温環境が形成される甲府盆地地域において温熱環境を改善する手段として、温暖化を促進せず室内温度を調節する方法を推進する必要がある。

壁面や窓際でゴーヤなどのツル植物を育て、建物の温度上昇を抑える「緑のカーテン」の取り組みが、県内に広がりつつあることから、その温度上昇抑制効果等を精査し、省エネ効果、夏季の生活環境、健康への影響を明らかとする。それにより有効な設置手法の提案や普及促進につながる知見の提出を目的とする。

平成 21 年度において、サーモビューア（赤外線カメラ）、温湿度計、風速計、Globe 温度計による温熱環境測定によって緑のカーテンの設置が設置建物の屋外と屋内の温熱環境の改善に効果を示すことを明らかとした。また、緑のカーテンの生育状況により屋内への風の導入に違いが見られ、窓を解放する運用を前提とした場合（学校など）において葉の間引きなどの対応が有効であることを示した。

平成 22 年度では、緑のカーテンと同様な効果があると考えられる「スダレ」を併設し、温熱環境へ与える両者の違いを検討し、緑のカーテンとスダレの効果的な使用方法を提案することを目的とする。

## 【サーモビューア撮影によるスダレと緑のカーテンの比較】

平成 22 年 8 月 22 日南アルプス市役所西別館において緑のカーテンに隣接するベランダにスダレ（200cm×180cm、2 枚）を設置し、サーモビューアカメラによる赤外線画像の撮影により表面温度の分布の違いを比較した（図 1）。その結果、緑のカーテンの表面温度は約 36.3℃（低い場所では 33℃前後）に対し、スダレの表面温度は約 38.8℃と 2.5℃の違いが見られた。このことから緑のカーテン、スダレともに太陽光を遮り温熱環境を改善する効果が認められるが、緑のカーテン自体の温度は葉

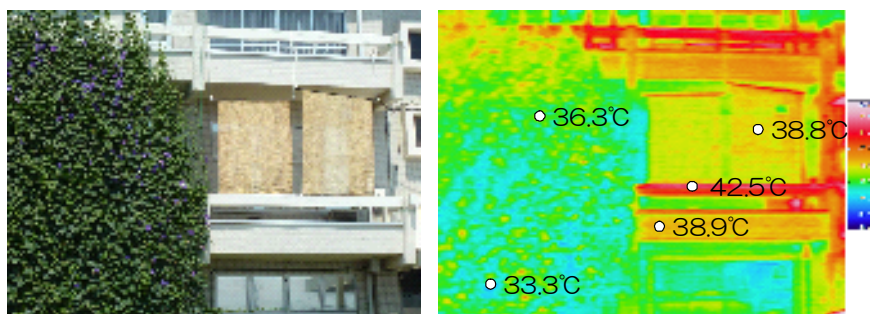


図 1. 緑のカーテンとスダレのサーモビューア撮影画像  
(南アルプス市西別館)

の蒸散作用で上昇しにくく、高い温度となってしまうスタレと比較して緑のカーテン自身からの放射熱が低く抑えられ温熱環境の改善に効果が高いことが示された。

### 【緑のカーテンとスタレ設置時での温熱環境測定】

甲府市立舞鶴小学校（平成 22 年 8 月 5 日）、南アルプス市役所西別館（平成 22 年 8 月 22 日～23 日）の緑のカーテンを設置している建物において緑のカーテンにスタレ（200cm×180cm、1枚または 2 枚）を併設し、屋外と屋内での温熱環境の連続測定を行った。測定項目は温度、相対湿度、Globe 温度、風速である。温度、相対湿度は強制通風式の測定装置により直射日光を避け、常時通風状態で測定した。Globe 温度は黒球温度計（直径 15cm）により測定し、Globe 温度とした。測定装置は地上 120cm の高さに設置し、5 分間隔でデータを蓄積した（図 2）。



図 2. 緑のカーテンとスタレの温熱環境測定風景

甲府市立舞鶴小学校での屋外の温度の推移を図 3 に示す。測定器は緑のカーテン、スタレの日影部、何も無い状態では日向に設置した。何も無い状態と比較しスタレ設置にて  $0.42 \pm 0.22^\circ\text{C}$ 、緑のカーテン設置で  $1.24 \pm 0.28^\circ\text{C}$  低く気温が推移し、緑のカーテンとスタレ共に温度上昇抑制効果が見られるが、スタレと比較して緑のカーテンの効果が高いことが確認できた。

黒球温度計による Globe 温度の推移を図 4 に示す。Globe 温度は熱放射量を示しており、人体への熱の蓄積に重要なファクターである。熱中症は温度と熱放射量が増加することにより体温が上昇し、罹患することから最近では温度と Globe 温度を加味した熱中症指数として WBGT 値が用いられている。何も無い状態に比べスタレでは  $6.22 \pm 2.77^\circ\text{C}$ 、緑のカーテンでは  $8.53 \pm 2.73^\circ\text{C}$  低い値で推移し、共に太陽光を遮ることにより放射熱量の抑制に高い効果が見られるものの放射熱量の抑制においても緑のカーテンが高い効果を示した。

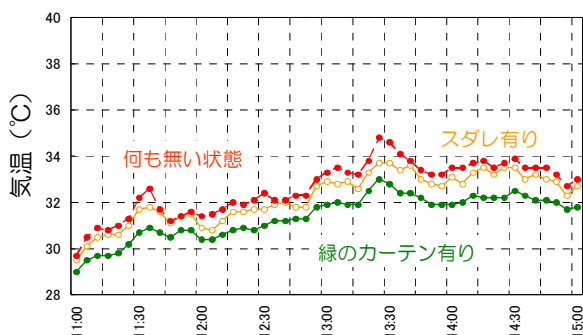


図 3. 緑のカーテンとスタレによる屋外気温の違い  
（甲府市立舞鶴小学）

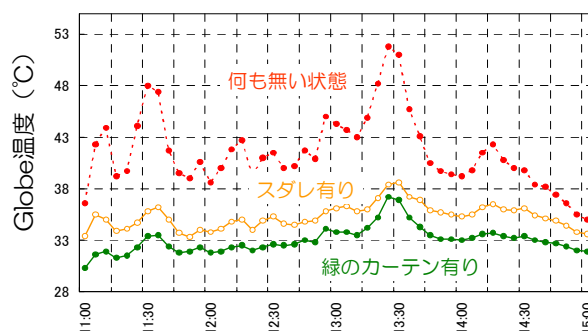


図 4. 緑のカーテンとスタレによる放射熱の違い  
（甲府市立舞鶴小学校）

南アルプス市役所西別館での屋内の温度、放射熱の推移を図 5 に示す。緑のカーテン、スタレの設置場所により午後の日が傾く時には横からの太陽光の屋内への侵入が見られたため午後の

データは除外し、日の出からの午前中（5時10分～12時00分）において比較した。スタレに比べ、緑のカーテン設置屋内で気温において $0.71 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ 、輻射熱量において $0.76 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$ 低い値を示し、屋内においてもスタレに比べ緑のカーテンの温熱環境改善効果が高いことが示された。

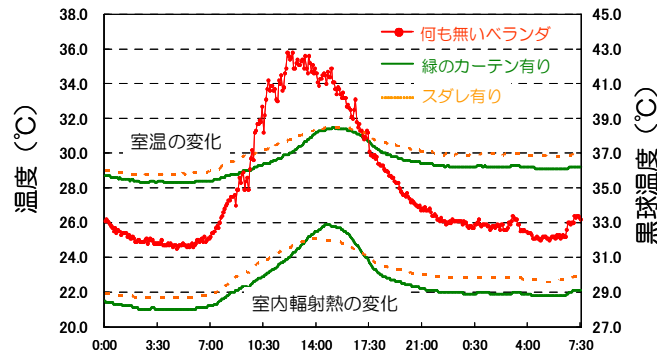


図 5. 緑のカーテンとスタレによる屋内温度、輻射熱の違い  
(南アルプス市役所西別館)

屋内環境の快適感に対する緑のカーテンとスタレ設置の影響を図 5 に示す。屋内環境での過ごしやすさは温度だけで決まるのではなく湿度や熱輻射量など様々な要因に左右される。一般的によく用いられる指標の一つとして不快指数が上げられるが、不快指数は温度と湿度により算出され、不十分である。温度、相対湿度、熱輻射量、風速から快適感の指標である新有効温度 SET\* を算出し快適感への影響を検討した。スタレに比べ、室内の輻射熱は前述の斜陽が挿し込む午後 2 時まで緑のカーテンにより抑えられているが、風速はスタレを設置した部屋において強く SET\* の値を比較すると緑のカーテンに比べ、スタレを設置部屋が高い結果となった。これは、南アルプス市役所西別館の緑のカーテンが良好に生育しており、かなり厚いカーテンとなり風通しが悪くなっていることに起因していると考えられる。この建物においては空調を使用することが多いため、窓は閉めきった状態で運用することが前提にあるので風の導入は重視しておらず、遮

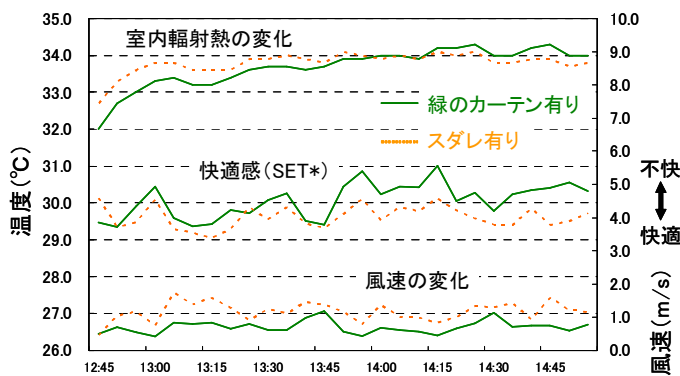


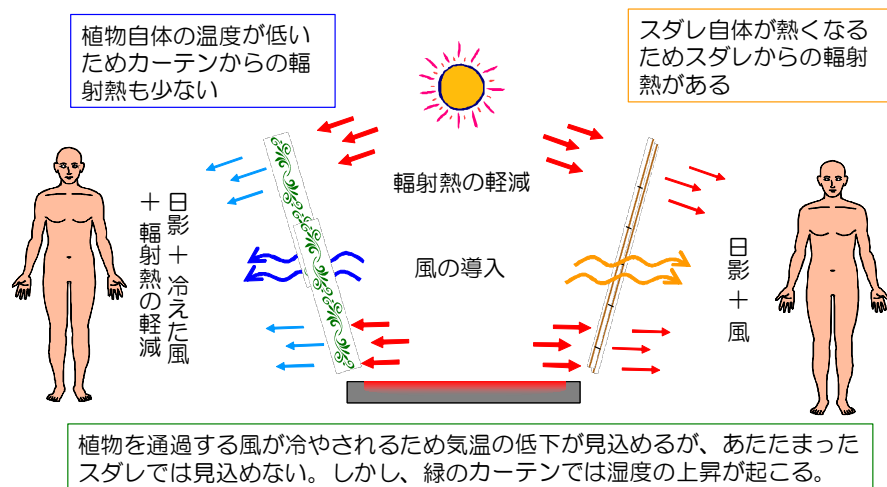
図 6. 緑のカーテンとスタレによる屋内過ごしやすさの違い

光効果を最大限に生かす設置であったためだと思われる。本来なら学校などに設置されている窓を開放し風の導入を前提とした緑のカーテンで測定を行わなければならなかった。しかし、今回の結果から葉の間引きなどにより風を上手く導入できなければ快適感においてスタレより不快な状態に陥る可能性が示唆された。

【H22 年度温熱環境調査まとめ】

今回の調査結果から緑のカーテン、スタレともに太陽光を遮り日影を形成することにより建物、屋内へ蓄積される輻射熱量の減少を見込めることが確認できた。さらに、スタレに比較し緑のカーテンは輻射熱量の蓄積、屋外気温の上昇、屋内温度の上昇を抑制する効果が高いことが明らかとなった。これは緑のカーテンが太陽光を受けても葉の蒸散作用でカーテン自体の温度上昇が抑えられる一方、スタレ自体は高温となり、スタレからの輻射熱が高くなることが影響していると考えられる。また、今回の調査では設置条件により明確な結果が得られなかったが、平成 21 年度

調査の結果から緑のカーテンを通過する風は冷却されるが、高温となったスタレを通過する風の冷却は望めず、同程度の風を屋内に導入した場合、スタレと比較して緑のカーテン設置は温熱的快適性の改善につながる事が予想される。



しかし、緑のカーテンの生育には手間とコスト、時間がかかるため手軽に導入できるスタレのメリットを活かす運用法が重要となってくる。緑のカーテンの生育初期や育成不足の状態では葉の密集度が十分でなく、温熱環境を改善する効果が少ない。この状況下にて緑のカーテン上部へ裏側からスタレを併設させることにより、スタレの遮光効果と緑のカーテンの冷却効果がそれぞれ補完する運用を行うことにより高い温熱環境改善効果が発揮される可能性が考えられる。また、建物の広範囲を覆うことができ、建物自体への蓄熱抑制や夜間の部屋の温度の上昇抑制が期待できる緑のカーテンに対し、狭い範囲を簡易に遮光して放射熱量を抑制することができるスタレのそれぞれの特徴を生かした使い方をすることにより夏季の温熱環境の改善、省エネに効果的につなげることができる可能性を今回の結果から提案する。

### 【H21年度、H22年度温熱環境調査まとめ】

- ①緑のカーテンにより屋外の温度上昇（緑のカーテン裏）、建物への蓄熱が抑えられていた。
- ②建物への蓄熱が抑えられることが、夜間の室温上昇の抑制に効果的であると考えられる。  
⇒寝室に施工することにより、熱帯夜などによる不眠などの睡眠に関する健康問題の解決や夜間の空調使用の削減（都市温暖化緩和）につながる。
- ③窓を締め切った室内の温度は緑のカーテンがある部屋において昼夜とも低く推移した。  
⇒エアコンを使用する建物や部屋には厚い緑のカーテンが省エネに効果は高いと考えられる。
- ④窓を開放する場合は、風をうまく導入することにより室内の快適性は向上した。  
⇒エアコンを使用せず健康的な夏を過ごすための緑のカーテンの実施は、葉の間引きなどをおこない風をうまく利用することが重要と考えられる。
- ⑤スタレに比べて緑のカーテンは屋外気温上昇、屋内温度上昇、放射熱量増加を効果的に抑制する。
- ⑥スタレは太陽光の遮光による暑さの緩和効果を手軽に安価に得ることができる。
- ⑦緑のカーテンとスタレを上手に併用することにより効果的に温熱環境の改善が行える可能性がある。

緑のカーテンの設置は省エネ効果に加えて、夏の生活や健康改善に有効な手段であると考えられる。



### 【緑のカーテンと健康についてのアンケート調査結果】

平成 22 年夏季、緑のカーテン実施者 40 名について緑のカーテンが人々の健康、健康意識に与える影響を調査するため「緑のカーテンと健康についてのアンケート」にてアンケート調査をおこなった。

アンケート回収率は 250 名中 40 名回答で 16%であった。男性 10 名、女性 28 名、無回答 2 名で 50 歳以上の方が 80%を占めている。緑のカーテンを設置した方角は南向きが 61.9%で最も多く、次いで西向き 21.4%である。また、設置した部屋は居間が 58.1%と最も多かったが、寝室が 20.9%と昨年の 6.5%から増加しており、熱帯夜対策を念頭に設置された傾向がみられる。緑のカーテンの被覆率は 78%の方々が 7 割以上を超えており、緑のカーテンの効果が十分に発揮されると考えられている被覆率 6 割を多くの方が達成している状況であった。夏の暑さ涼しさについて 85%の方が涼しさを感じており、過ごしやすさと快適感については 35%前後の方が特に変化を感じていないが、50%の方が過ごしやすくなった、57.5%の方が快適さを感じている。この結果は緑のカーテンの温熱環境への影響調査において見られた気温上昇抑制、建物への蓄熱や輻射熱の抑制、風の有効利用による効果と考えられる。

しかし、夏の疲労感については 72.5%の方が改善効果を感じず、寝室への緑のカーテンの施工が 20.9%に増えたにもかかわらず「睡眠の時間が増えた」10%、「質の向上を感じた」14.7%と多少の効果は見られるが、著しい改善には至っていない。70%の方は夏の健康維持に対し少なからず意識するようになったと回答しており、緑のカーテンを通じて夏を健康的に過ごすための意識の向上に非常に高い効果があると考えられる。さらに 72.5%の方が冷房病予防の効果を少しでも感じており効果があることが予想されるが、緑のカーテンにどのような冷房病予防の効果があるのか、今後の科学的な調査が必要である。また、ストレスの感じ方において 27.5%の方がストレスが和らいだと答えており、以上から色々と課題はみられるが、緑のカーテンが夏季の生活環境を過ごしやすしいものとするために効果的であることが明らかとなった

緑のカーテンの普及は、環境に対する意識の改革だけでなく、夏の熱中症予防や熱帯夜による睡眠の質の改善をはじめとした、夏に健康で快適な生活をおくるための知識を得るための健康意識の改革に結びつくことが期待できる。

平成 22 年度緑のカーテンと健康についてのアンケート集計結果

Q1 性別

男性	25.0%
女性	70.0%
無回答	5.0%

Q2 年代

10歳代	0.0%
20歳代	0.0%
30歳代	10.0%
40歳代	10.0%
50歳代	22.5%
60歳代	35.0%
70歳代以上	22.5%
無回答	0.0%

Q3 方角(複数回答可)

北	0.0%
北東	0.0%
東	4.8%
南東	2.4%
南	61.9%
南西	9.5%
西	21.4%
北西	0.0%

Q4 部屋の種類(複数回答可)

居間	58.1%
寝室	20.9%
キッチン	2.3%
その他	18.6%
無回答	0.0%

Q5 被覆範囲

全体	51.2%
7割	26.8%
半分	17.1%
2割	2.4%
少し	2.4%
無回答	0.0%

Q6 緑のカーテン設置による暑さ・涼しさ

暑くなった	0.0%
少し暑くなった	0.0%
特に変わらない	12.5%
少し涼しくなった	60.0%
涼しくなった	25.0%
無回答	2.5%

Q7 夏の過ごしやすさ

非常に過ごしやすかった	5.0%
過ごしやすかった	50.0%
特に変わらない	37.5%
過ごしにくかった	2.5%
非常に過ごしにくかった	0.0%
無回答	5.0%

Q8 快適感

非常に快適であった	5.0%
快適であった	57.5%
特に変わらない	35.0%
不快であった	0.0%
非常に不快であった	0.0%
無回答	2.5%

Q9 夏の間の疲れやすさ・疲労感

非常に疲れた	0.0%
疲れた	5.0%
特に変わらない	67.5%
疲れにくかった	20.0%
非常に疲れにくかった	0.0%
無回答	7.5%

Q10 夏の睡眠時間

非常に増えた	0.0%
増えた	10.0%
特に変わらない	75.0%
減った	5.0%
非常に減った	0.0%
無回答	10.0%

Q11 睡眠の質

朝までぐっすり眠れた	4.9%
目覚めが良くなった	9.8%
特に変わらない	68.3%
起床までに何度か目が覚めた	9.8%
なかなか寝付けず頻繁に目が覚めた	0.0%
無回答	7.3%

Q12 夏の健康維持に対する意識

非常に意識するようになった	5.0%
意識するようになった	65.0%
意識に変化は無かった	22.5%
意識しなくなった	0.0%
無回答	7.5%

Q13 緑のカーテン設置部屋の使用状況(複数回答)

使用範囲が広がった	2.5%
使用時間が増えた	20.0%
特に変わらなかった	70.0%
使用時間が減った	0.0%
使用範囲が狭まった	0.0%
無回答	7.5%

Q14 ストレスの感じ方

強くストレスを感じた	0.0%
ストレスを感じた	0.0%
ストレスは感じなかった	60.0%
ストレスが和らいだ	27.5%
無回答	5.4%

Q15 冷房病予防の効果

特に役立たなかった	15.0%
少し効果があった	30.0%
効果があった	35.0%
非常に効果があった	7.5%
無回答	12.5%