

緑のカーテンの温度低減効果式の考案に関する研究

徳島大学 学生会員 ○竹永翔 徳島大学大学院 正会員 田村隆雄
徳島大学大学院 正会員 武藤裕則

1. 研究の背景と目的：2011 年の東日本大震災に伴い、緑のカーテンは全国的に関心を持たれた。しかし徳島市環境保全課への聞き取り調査から、緑のカーテンを実施している公共施設数は減少してきていることがわかった。緑のカーテンが継続しない理由として、緑のカーテンの効果がわかりにくいということが考えられた。そこで本研究では徳島市内の公共施設でのヒアリング調査と現地観測調査を通し、緑のカーテンの効果がわかりやすく、誰でも簡単に使用することができることを目指した「緑のカーテンの温度低減効果式」を考案する。

2. ヒアリング調査：徳島市内の渭東公民館と市民活力開発センターを対象に、緑のカーテンがなぜ継続されて行われていないのか、実施したことがないのかその理由について調査を行った。その結果、緑のカーテンには視覚的な効果はあるが実際に緑のカーテンの内側の温度がどれくらい下がっているのかわからないといった回答があった。そこで緑のカーテンの効果を実感するには数値化することや、緑のカーテンの蒸散作用による温度低減効果には日射量や土壌水分といったものが関係してくることから、温度低減効果式を提案し、緑のカーテンの効果の定量化や、その効果をさらに高めるために何をすればよいのかを把握できるようにする必要があると考えた。

3. 現地観測調査：現地観測調査では、徳島市内に位置する渭北公民館(南向き)、ときわプラザ(西向き)、ふれあい健康館(東向き)の 3 か所で設置されている緑のカーテンの内外温度差を温度計により計測した。観測期間は、渭北公民館とときわプラザは 2018 年 7 月 31 日から 9 月 13 日、ふれあい健康館は 2018 年 7 月 31 日から 9 月 6 日である。観測期間中、天候が晴れで日平均気温が高かった 4 日間の 6～18 時までの内外温度差を図 1 に示す。施設ごとの最大温度差(○印)は、渭北公民館が約 4℃、ときわプラザが約 2.5℃、ふれあい健康館が約 4.5℃であった。また最大温度差を計測した時間帯に着目すると、ふれあい健康館が午前中、渭北公民館が 12 時前後、ときわプラザが午後に集中していることから、それぞれのカーテンの設置されている方向などが関係していると考ええる。

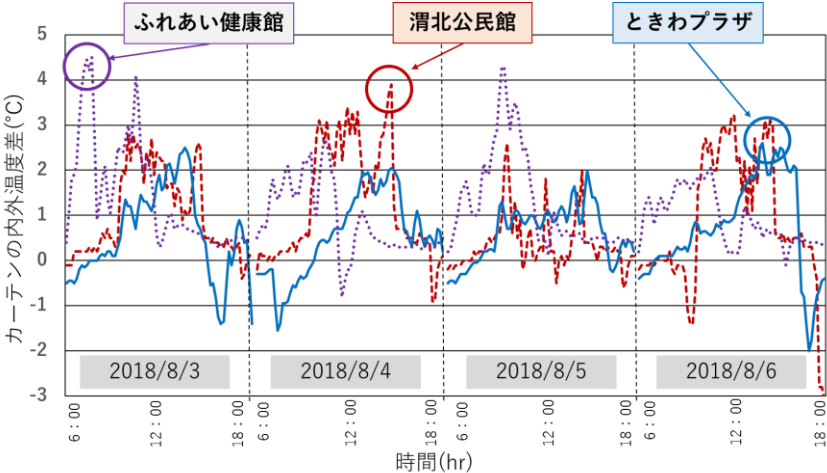


図 1 晴れの日における緑のカーテンの内外温度差

4. 緑のカーテンの温度低減効果式の考案：緑のカーテンの温度低減効果とは、植物が蒸散作用により植物自身の温度上昇を抑制し低温に保つことで、外気温とカーテンの内側に温度差が生じることである。この内外温度差を求めるには蒸散量を考慮する必要がある。そこで 2008 年、上板町役場で実施した緑のカーテンの観測結果から蒸散量に関する因子である外気温、日射量、土壌水分量、風速の重みを重回帰分析から求め、(式 1)の結果を得た。重回帰分析で求められた各因子の係数を表 1 に示す。また温度低減効果式を(式 2)のように定めた。

表 1 各因子の係数

回帰統計		係数	
重相関 R	0.59	X 値1(外気温)	0.293
重決定 R ²	0.35	X 値2(日差量)	0.002
補正 R ²	0.31	X 値3(土壌水分量)	6.391
標準誤差	0.92	X 値4(風速)	0.962
観測数	83	切片	-8.328

$$Y = 0.293 \times X_1 + 0.002 \times X_2 + 6.391 \times X_3 + 0.962 \times X_4 - 8.328 \quad (\text{式 1})$$

$$T = 0.125 \times Y + 0.1 \quad (\text{式 2})$$

ここで Y : 蒸散量の観測値 [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$],
 X_1 : 外気温 [$^{\circ}\text{C}$], X_2 : 日射量 [w/m^2], X_3 : 土壌水分量 [m^3/m^3], X_4 : 風速 [m/s] である. 式の再現性の確認に決定係数および上板町役場の緑のカーテンで観測された観測値と, 式 2 による計算値をグラフにプロットしたもの(図 2)を用いる. 図 2 では推定値と観測値の誤差が 10% 以内の値は赤色で, 誤差が 10% 以上の値は青色で表示している. 決定係数 R^2 は 0.21, 推定値と観測値の絶対値誤差の平均は 0.19°C となっている. 決定係数より温度低減効果式の再現精度としてはあまり良いとは言えない結果になった. 内外温度差の推定値と観測値の誤差が 10% 以内のものは 10% 以上のものに比べて日射量が高いことから, 今回考案した温度低減効果式は, 夏の晴れの日 12 時ごろのような強い日射量に伴い蒸散量が増加した時の条件下で, カーテンの内外温度差を観測値に近い値で再現できていると考える. また今年度観測を実施した 3 ヶ所のデータを用いて朝 (6~10 時), 昼 (10~15 時), 夕方 (15~18 時) の時間帯に分け再現性の確認を行った (図 3~図 5). 図より推定値と観測値の絶対値誤差の平均は朝が 1.2°C , 昼が 1.3°C , 夕方が 1.0°C であり, 温度低減効果式が夕方の時間帯の内外温度差を最も再現できている. しかし誤差が 10% 以内のデータ数は全体の 3% のみで, 今年度実施した 3 ヶ所においても温度低減効果式の再現精度は良いとは言えない結果となった. この理由として, カーテンを設置している方向が違うこと, 実際に観測を実施した施設で日射量や土壌水分量を計測しておらず, 上板町役場と同じ条件, 環境と仮定して計算を実施したこと, 緑のカーテンの葉の茂り具合が例年に比べて良くないことが, 推定値の過大もしくは過小評価されている原因で温度低減効果式に影響を与えていると考えられる.

5. まとめ: 今回考案した温度低減効果式による内外温度差の再現精度はあまり良いとは言えない結果となった. 温度低減効果式は, 蒸散に関する日射量や土壌水分量などの簡単には入手しにくいデータが含まれているが, 緑のカーテンの温度低減効果を知ることのできる式となっている. この温度低減効果式を通して, 自分の緑のカーテンの効果を知りたいと思う人が少しでも増え, 新しく実施や継続する人によって緑のカーテンが普及に繋がっていくことを期待している.

謝辞: 渭北公民館, ときわプラザ, ふれあい健康館の職員の皆様には緑のカーテンの観測調査にご協力いただきありがとうございます. ここに記して感謝の意を表明いたします.

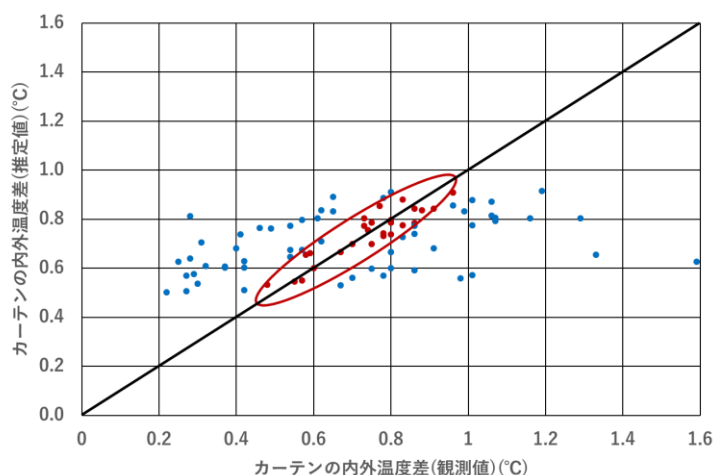


図 2 上板町役場で観測された観測値と (式 2) による計算値の比較

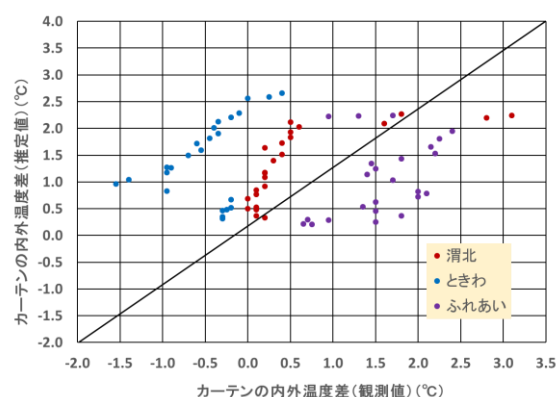


図 3 朝 (6~10 時) の再現性

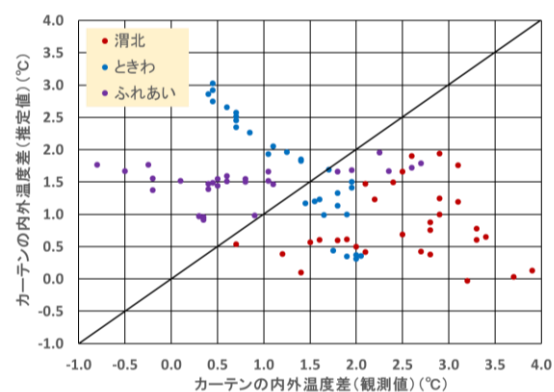


図 4 昼 (10~15 時) の再現性

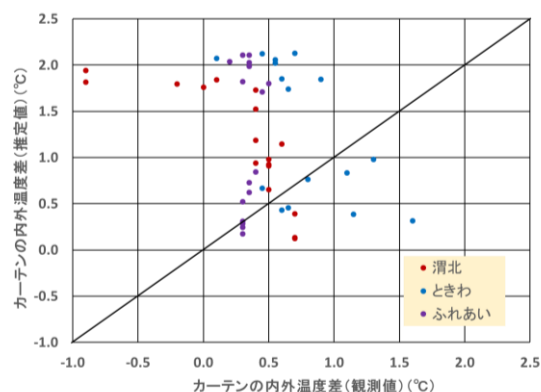


図 5 夕方 (15~18 時) の再現性