

緑のカーテンにおける植物の蒸散作用の効果に関する研究

徳島大学 学生会員 ○谷口 茜

徳島大学 正会員 田村隆雄

徳島大学 正会員 武藤裕則

1. 背景と目的

2015 年 1 月、緑のカーテン事業に積極的に取り組む新居浜市、高松市、上板町を対象として、ヒアリング調査を行ったところ、いずれの自治体も緑のカーテンとよしやすだれとの違いが植物の蒸散であると認識しており、冷却効果がもたらされる原因が植物の蒸散によるものであると理解がなされていることが分かった。ただし、高松市が配布している資料に、「葉っぱから出る水蒸気が熱を奪う」と記載されていることから、自治体および住民が、蒸散作用は空気を直接冷却する効果があると認識していると考えられた。また、緑のカーテンに関する書籍などからも、「蒸散により空気を直接冷却する」と一般に広く認識されていると考えられる。しかし、蒸散による空気の冷却効果に対して否定的な見解がある¹⁾。効果の有無は水を管理する上で重要と考えられる。本研究では、緑のカーテンの蒸散が空気を直接冷却する効果を検証するため、緑のカーテン周辺の温度、湿度、土壌水分量、日射量の観測を行った。その結果から、蒸散量と周辺空気の気温・湿度との関係について考察を行う。また、緑のカーテンに取り組む側にとって、効果を効率的に発揮させるために必要となる情報について考察する。

2. 観測内容

観測対象にした緑のカーテンを図 1 に示す。観測に使用した植物はパッションフルーツで、大きさは高さ 4.0m×幅 2.7m、給水は朝・夕の 2 回とした。観測期間は 2014 年 8 月 1 日から 9 月 15 日である。観測項目は緑のカーテン内外の温度、湿度、土壌水分量、日射量、緑のカーテン表面と内側空間および周辺建物壁面の温度分布である。温度分布の観測は 8 月 21 日(給水は 2 時間おき)に行った。カーテン内部空間の温度分布の観測は、視覚的に捉えるため、美濃紙片に耐熱塗料を塗布したものをタイル状に設置して、サーモトレーサを用いて測定した。観測に使用した機器の配置を図 2 に示す。



図 1 緑のカーテンの設置状況

3. 蒸散が空気を直接冷却する効果の検証

現在、水蒸気の気化熱により周囲から熱を奪い空気を冷却する効果は、冷風扇機やドライミストなどに用いられている。植物の蒸散作用は、植物自身を冷却するために行われる。そこで、植物自身を冷却する以上の水蒸気が蒸散により発生しているとすれば、冷風扇機のように空気を直接冷却する効果があるのではないかと考えた。植物の蒸散はほとんどが葉の裏側で行われているが、カーテン内側の絶対湿度が外側より高いという観測結果が得られれば、蒸散により発生した水蒸気が空気を直接冷却する効果があるといえるのではないかと考える。本研究における検証を行う際のデータの抽出条件を次に示す。条件①土壌水分量が十分にあり、蒸散が活発に行われている 11 時から 12 時までのデータであること、条件②降雨が観測されていないこと。データ数は 244 個である。図 3 および図 4 より、カーテン

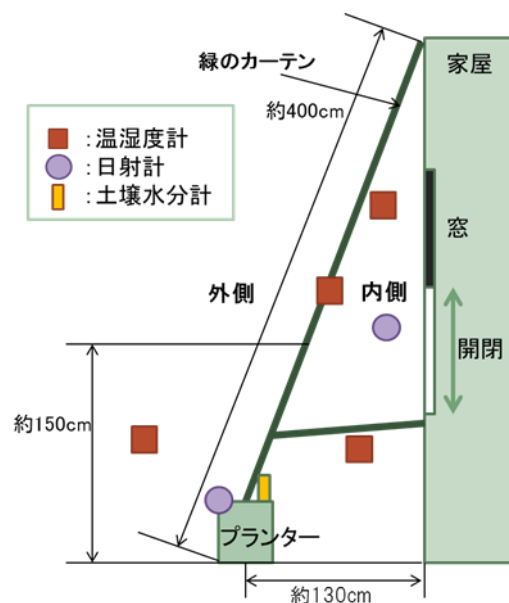


図 2 観測機器配置図

外側より内側の温度が上部、下部ともに低い値をとっている。また、蒸散量の多少に関係なくカーテン内側の温度は上部、下部ともに外側より低くなる様子がみられる。絶対湿度の差(内上-外)が0より大きい値をとるデータ数は14個、約6%であり、絶対湿度の差(内下-外)が0より大きい値をとるデータ数は30個、

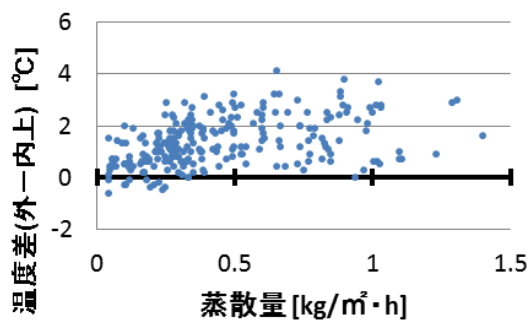


図3 蒸散量とカーテン内外温度の関係

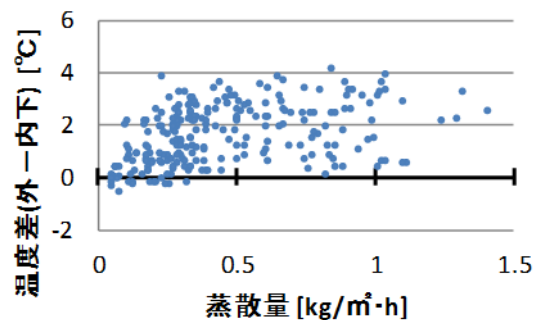


図4 蒸散量とカーテン内外温度の関係

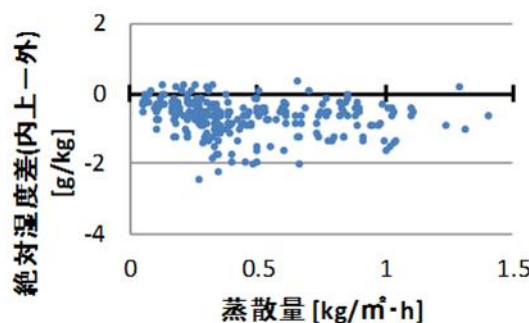


図5 蒸散量とカーテン内外湿度の関係

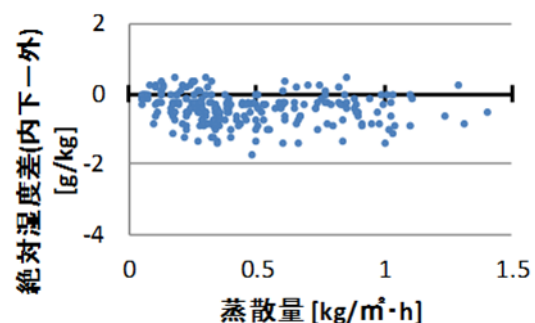


図6 蒸散量とカーテン内外湿度の関係

約12%であった。図5および図6より、蒸散量が多い時であっても、カーテン内側の絶対湿度はほとんどが外側より低い値をとることが分かる。以上から、蒸散がカーテン内側の絶対湿度の増減に影響しているとは考えにくい。図7より、カーテンの表面温度は建物外壁より、比較的低温である。図8より、カーテン内側表面は低温であり、カーテン内側空間の温度は低く保たれていることから、蒸散により植物体が低温に保たれることで、植物体からの熱放射を抑制していることが分かる。しかし、カーテン内側上部の空間は下部に比べ4~4.5℃高くなっている。図1の赤丸で示した部分より、カーテン上部は下部と比較して葉の重なりが少ないことが分かる。

4. まとめ

緑のカーテンの蒸散作用が周辺空気を直接冷却する効果はみられなかった。本研究から、緑のカーテンによる冷却効果は、植物自体が低温に保たれ、赤外放射量が抑制されることによるものであることが分かった。葉の重なりが少ない部分は比較的高温になりやすく、カーテン内部の温度が上がってしまうため、冷却効果を効率的に発揮させるためには、カーテン全体の葉を茂らせる必要があると考えられる。蒸散による空気冷却効果は考えられないことから、活発な蒸散を促そうと給水量や回数を多くする必要はなく、カーテン全体の葉の十分な重なりが得られるように、摘芯や追肥などの日常管理を適切に行うことで、効率的に冷却効果を発揮すると考えられる。また、それらの情報を講習会、ホームページやパンフレットなどで重点的に伝えていくことで、水資源を無駄にしない、効率的に効果を発揮する緑のカーテンへの取り組みが増えることが期待できると考えられる。

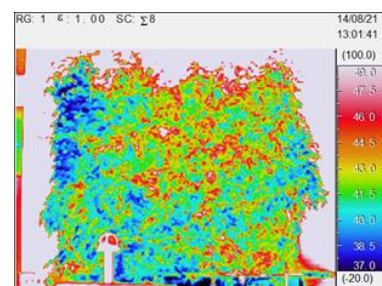


図7 カーテン表面の熱画像

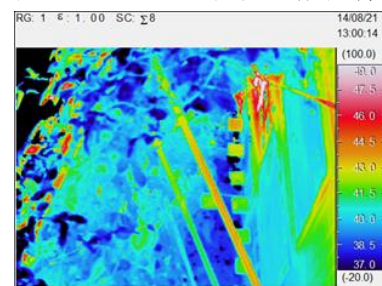


図8 内側空間の熱画像

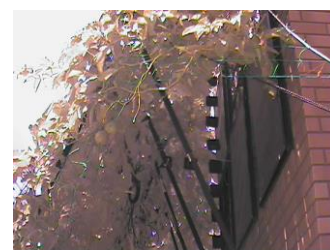


図9 内側空間の可視画像

【参考文献】1) 成田健一：緑のカーテンは周囲空気を冷却するか？，環境情報科学論文集 23, pp.167-172, 2009 年