

平成 27 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：室内環境

研究期間：H27 年度～ H29 年度 [平成 28 年度も研究継続]

課題番号：152007

研究課題名（和文）：亜熱帯気候におけるマンションベランダ緑化が室内温熱環境に与える影響

研究課題名（英文）：The influence of vertical greenery on mansion balcony to indoor thermal environment in sub-tropical climate areas.

研究代表者：蔡 耀賢

交付決定額（当該年度）：258,000 円

※平成 27 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

近年、地球環境問題により、エコシティが世界的に都市発展方針の主流となり、緑化による都市生態環境の改善やヒートアイランドの緩和効果に関する研究が数多く提出された。台湾の都市は高密度化となっており、密集市街地に位置するマンションの屋上・壁面緑化などの緑化に関する推進活動も多かったが、気候に相応しい植生の選択や緑化の維持管理などについて適切な対応が行われない場合、植生が枯れることによって生態促進や熱環境改善の効果が得られないことも少なくなかった。

一方、緑化の集中管理の問題に対して、マンションのベランダにおける緑化は壁面緑化に比べ、住民による日々の維持管理が簡単である。日射遮蔽効果のみならず、風を通す際に温度削減により夏場の自然通風を利用できる時間を増やし、省エネルギー効果をもたらすことが期待できる。しかし、植生モデルやベランダの形や風向・風速などの複雑な要素が室内温熱環境にどれだけの影響を与えるか、すなわちベランダ緑化による温熱環境の改善に関する研究が少なかった。

本研究では、都市環境のマンションベランダ緑化に着目し、維持管理の簡単なベランダ緑化・菜園による温熱環境の改善を検討する。台湾は亜熱帯に位置し、日射遮蔽のためにベランダの奥行きを長く設けることが多い（台湾の建築基準法では、マンションベランダの奥行きが 2メートル以内の場合、容積率に記入しない奨励規定がある）。よって、多様なベランダ緑化を柔軟に対応することが可能と思われる。

本研究では、台湾を含めた亜熱帯気候に合わせたマンションベランダの緑化法を提案するため、研究目的を以下に示す：

- (1) 気候に相応しい植生を選択し、既成の蒸散モデルの適用性を検討する。
- (2) マンション及びベランダの構成により、周辺の風向・風速を分析する。
- (3) 提案緑化手法が室内温熱環境に与える影響を明らかにする。

2. 研究の方法

本研究では、鉢植えされたアラマンダ (*Allamanda*, 学名 *Urechites lutea*) を対象とする。アラマンダはキョウチクトウ科の一属であり、性質が強く作りやすいので、熱帯地方で広く栽培されている。研究方法について、蒸散実験、人工気候室実験及び CFD シミュレーションを行う。

本研究では、台湾・成功大学建築学科でアラマンダの蒸散実験を行う。実験では、重量測定を用いて蒸散量を求め、日射量や温湿度などの気象観測データと比較・分析し、植生の蒸散モデルを構築する (図 1)。

一方、東京工芸大学・風工学センターで行われる実験は、マルチファン人工気候室を用いて自然風を再現した上、植物による室内温熱環境の測定実験を行い、マンションベランダ周辺風向・風速及び植生前後の風速減衰を検討する (図 2)。最後に、CFD シミュレーションを用いて検討を行った。

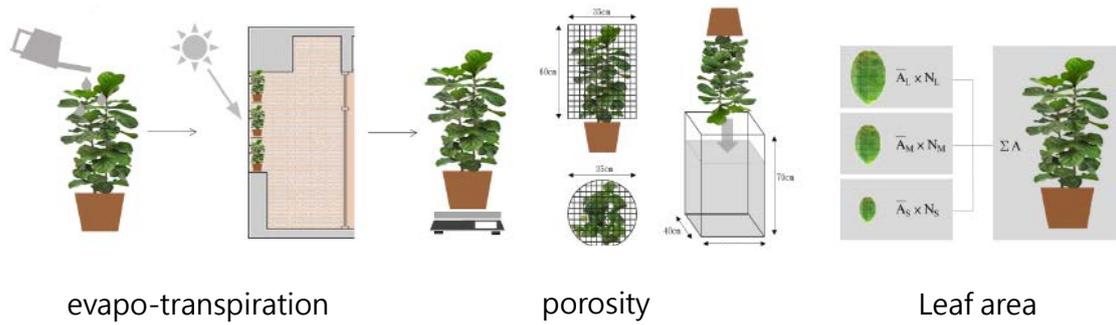


図 1

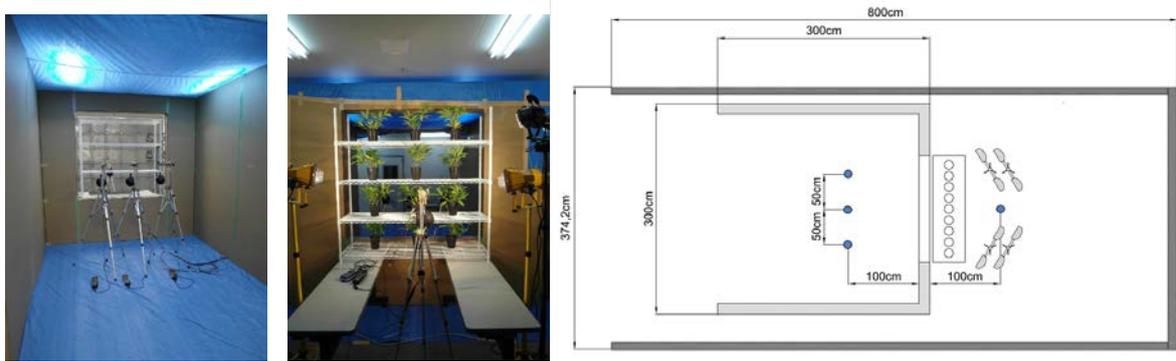


図 2 東京工芸大学・風工学センターの人工気候室の測定状況

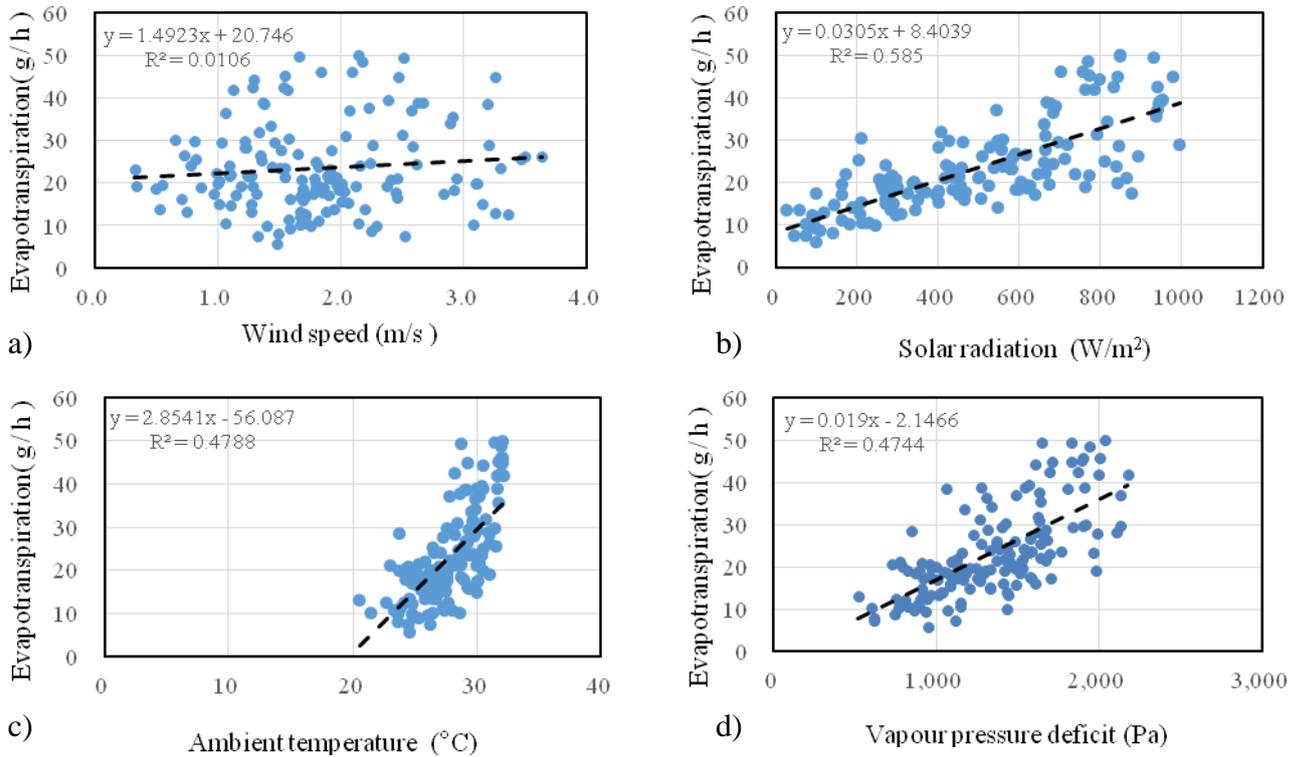


図 3 蒸散速度と環境要素の関係

3. 研究成果

2015年の春に台湾でアラマンダの蒸散実験を行った結果を図3に示す。蒸散速度は風速と関連性が低く($R^2=0.0106$)が、日射量や気温や飽差(飽和水蒸気圧の差)との関連性が高いことが分かった($R^2=0.474\sim 0.585$)。

本研究では Baille et al. (1994)が提案したモデルを参考にし、日射量及び飽差を変数にした蒸散モデルを最小二乗法により作成し、式 1 に示す。

$$f(E) = 0.022G + 0.009D \quad (1)$$

また、蒸散モデルを検証するため、2016 年の春に実験を行い、測定した日射量及び飽差を用いて予測値を求め、蒸散実験の結果と比較した (図 4)。その結果、予測値と実験値の R^2 が 0.7035 に達し、高い信頼性を示した。

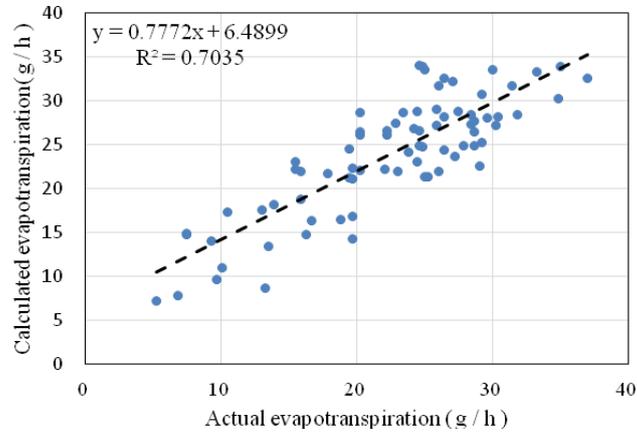


図4 蒸散量の予測値と実験値の比較 (適用性検証)

一方、植栽による風速減衰の性情を把握するため、2015 年の 10 月に東京工芸大学・風工学センターの人口気候室を用いてダンボールで作成した実大ベランダ緑化実験を行った。

実験では台湾住宅のベランダを想定し、高さ 280 c m、開口部 160 c m×150 c m のベランダを対象とした。実大実験を行うため、ダンボールの力学特性を考慮した 3D 構造を設計し、人口気候室内に組み立てた (図 5)。

植栽設置を実験パターンとして、風速設定を 1.8 m/s 及び 1 m/s とし (ベランダ直前の測定結果は 1.6 m/s と 0.8 m/s であった)、植栽の設置は 0、12 鉢、24 鉢及び 36 鉢とし、ベランダ前後の風速測定を行った (図 6)。

また、125W のハロゲンライトを 2 体設置し、日射が風の流れに与える影響を確認した。その結果、日射が風速にほとんど影響がないことが分かった。

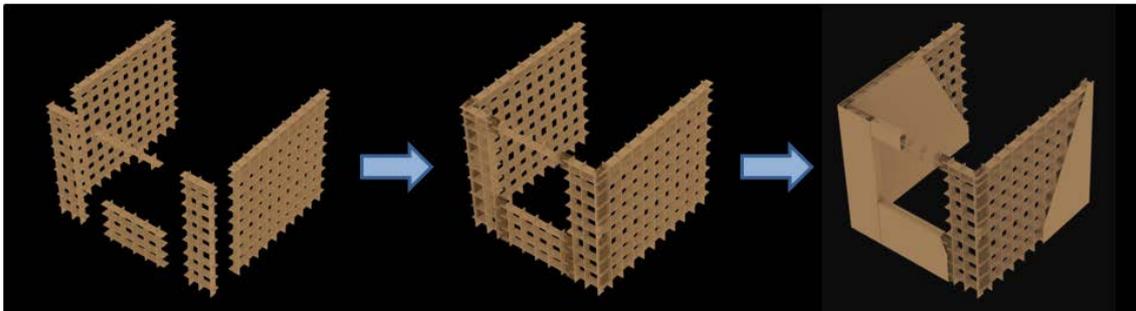


図5 ダンボールによるベランダの組み立て図



図6 測定パターン

風がベランダの植栽を通過する際の風速減衰現象を予測するため、CFD (Flow Designer) による数値解析を行い、実験の結果と比較した。数値解析では、流入・流出や乱流強度等の境界条件を実験で測定した値とした。また、植栽の数値モデルは阿藤ら (2015) が提案したものを採用し、アラマンダの LAI (Leaf Area Index) の測定値を与えた。

CFD 解析の風速分布を図 7 に示す。無植栽のベランダに比べ、植栽を設置した場合、部屋の奥まで風速が高くなっていることが分かった。これは、断面の縮小による風速の増加が原因と考えられる。また、鉢数の増加による風速減衰の違いが見られなかった。

ベランダ前後の風速の実験値及び解析結果を比較した結果 (図 8)、CFD 予測の信頼性が高いと考えられる ($R^2=0.944$)。

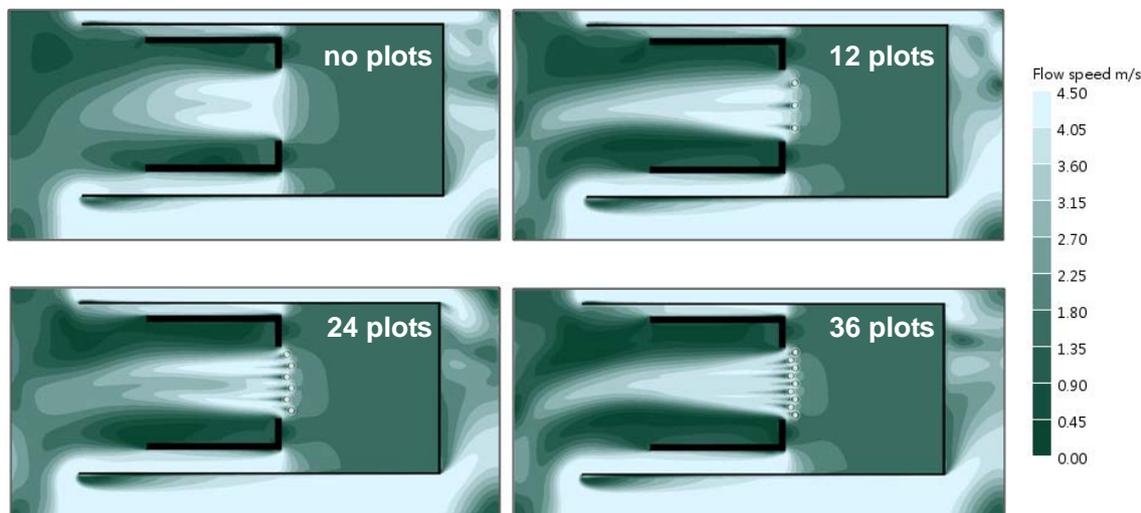


図 7 CFD の風速分布結果

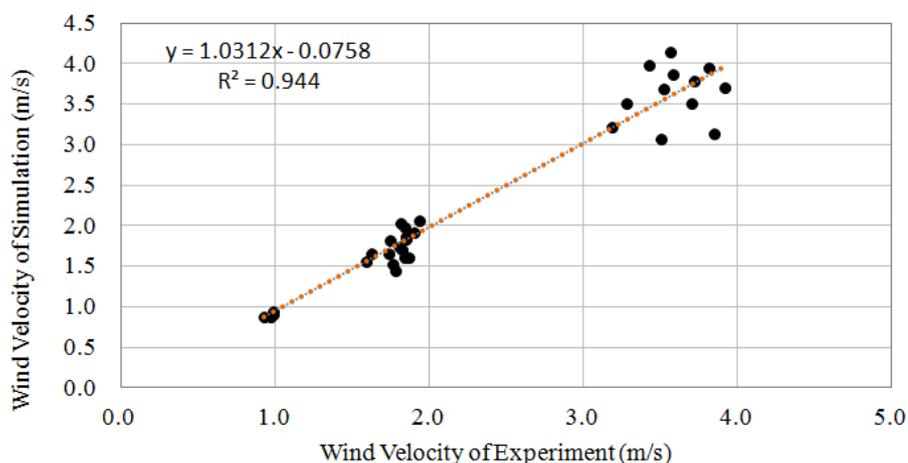


図 8 実験値及び CFD 結果の比較

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

Jui-Yen Lin, Chien-Hsun Lin, Yaw-Shyan Tsay: A model for prediction evapotranspiration rate of wild allamanda for living wall systems, Indoor Air 2016, Ghent(Belgium), Jul. 3-8, 2016. (Accepted)

[雑誌論文] (計 件)

[学会発表] (計 1 件)

[図書] (計 件)

[その他]

産業財産権, ホームページ等

5. 研究組織

(1) 研究代表者

蔡 耀賢 (成功大学・建築学科・准教授)

(2) 研究分担者

張 偉栄 (東京工芸大学・工学部・准授)

黄 柔嫻 (嘉義大学・景觀学科・助教)

林 睿言 (成功大学・建築学科・大学院生)

謝 昀昊 (成功大学・建築学科・大学院生)