

植生面における熱交換解析のためのポリエチレンチャンバー

岡田 牧¹ 岡田 益己² 日下 博幸³

¹筑波大院 生命環境, ²岩手大 農, ³筑波大 計算科学

1. 背景

都市内緑地はヒートアイランド対策の1つとして期待されている。緑地が周囲の市街地よりも低温であることは一般的にも知られているものの、都市大気を効率的に冷却するための緑地規模や配置について、明確な答えは出ていない。例えば、大規模緑地から周囲市街地への冷気のにじみ出しが夜間に観測されたり、緑地内で気温が低い箇所が冷却源として注目されたりしているが、一方で小規模植生を分散して配置する方が市街地の大気を効率的に冷却するという報告もある。市街地と緑地との熱交換を考えると、熱交換が活発なほど、緑地の温度が上昇し、市街地の温度が低下するはずであり、緑地の温度が低いことが必ずしも冷却効果を高めることにならない。熱交換は、植生の配置や熱交換面積（例えば、葉面積）に支配されるため、これらの関係を明らかにすることが重要である。

植生面における熱収支解析に、風洞実験装置は古くから利用されてきた。例えば、日野・神田（1989）はアクリル板製の風洞付ライシメーターを使い、植生の蒸散により気温や CO₂ 濃度などの大気環境が改善されることを明らかにした。アクリル板は、短波放射をよく透す一方、長波放射に対して不透明であり、夜間の放射冷却時の植生面における熱交換を再現することは難しい。このアクリル板に対してポリエチレンフィルムは、短波放射・長波放射ともによく透す性質をもち、薄いフィルムほど透過率が高くなる。そこで本研究は、この放射特性を利用した新しい実験装置“ポリエチレンチャンバー（以下、PE チャンバー）”を開発し、モデル植生面における熱交換の計測を試みた。

2. 手法

2.1 PE チャンバーの概要

PE チャンバーの図面と使用部材をそれぞれ図 1 と表 1 に示す。PE チャンバーは全長 1.51m のトンネル形で、排気ファン（MD625-B12, オリエンタルモーター社製）を用いてチャンバー内の空気を換気した。流入方向から3つのエリア（inlet section, PE section, outlet section）に分けた。PE section をポリエチレンフィルム（透過率：0.85, 反射率：0.11, 射出率：0.04）で覆い、これにより短波並びに長波放射を実現した。PE section にモデル植生を入れて、その熱収支とくに対流による熱交換を解析した。

2.2 測定方法

PE チャンバー内の inlet (outlet) section の気温、床面の表面温度の計測には、φ0.32mm の銅-コンスタンタン熱電対を使用した。床・側壁を通して伝導する熱量を推定するために、PE section の床・側壁の断熱材内外の表面温度差を熱電対で計測した。正味放射量の計測には正味放射計（Q7, REBS 社製）を使用した。これら全ての計測値をデータロガー（CR-1000, Campbell Scientific 社製）に1秒間隔で記録し、解析には1分平均値を使用した。

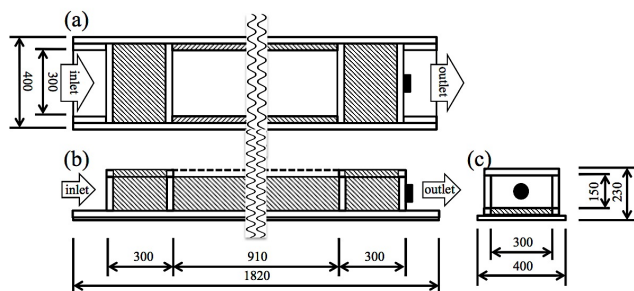


図 1 PE チャンバーの図面。(a) 平面図, (b) 立面図, (c) 排気側から見た断面図。斜線が引かれている箇所は、押出発砲ポリスチレン板スタイロフォームを表す。数値の単位は mm。

表 1 使用部材とその使用箇所の対応表。

使用箇所	使用部材
土台・骨組み	木材
床・側壁・inlet (outlet) section の天井	スタイロフォーム (厚さ 30mm)
PE section の外枠	ポリエチレンフィルム (厚さ 0.02mm)
床内面	黒ケント紙
側壁内面	アルミニウムホイル

3. 結果

ケーブルヒーター（23W, φ3mm）を PE section に入れることで、チャンバー内で生成される熱量に対する PE チャンバーの応答を調べた。その結果、チャンバー内の対流熱伝達量のうち 94%の熱量が換気によってチャンバー外に輸送されることが示した。

ポリエチレンフィルムは完全透明でないため、フィルムの上と下で正味放射量が異なる。そこで晴天夜間に正味放射計をフィルム上下に置くことで、正味放射量の違いを調べた。この実験より、PE チャンバーにおいてフィルム上の正味放射量を計測することで、フィルム下の正味放射量を推定できることを明らかにした。

熱交換面積の違いによる対流熱伝達量の変化について、PE section に何も入れない場合とモデル葉を入れた（熱交換面積を増やす）場合を比較した。モデル葉の温度は床面よりも高くなったが、モデル葉を入れることで、対流熱伝達量が増え、チャンバー内を通る空気がより冷却されることを明らかにした。

今後、実際の植物を使った実験や、植生のフィン効果に関する実験を行う予定である。

謝辞

本研究は、文部科学省「気候変動適応推進プログラム（RECCA）」の支援により実施された。