

氏名（本籍）	岡田 牧 （ 東京都 ）		
学位の種類	博 士（ 理学 ）		
学位記番号	博 甲 第 6896 号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Development of New Estimation Formula for Globe Temperature and Polyethylene Chamber for Research of Heat Exchanges on Vegetation Surface: Experimental Approach Based on Heat Budget (新しい黒球温度推定式と植生面上の熱交換調査のためのポリエチレンチャンバーの開発：熱収支に基づいた実験的アプローチ)		
主査	筑波大学准教授	博士（理学）	日下 博幸
副査	筑波大学准教授	理学博士	上野 健一
副査	筑波大学助教	博士（理学）	若月 泰孝
副査	筑波大学教授（連携大学院）	理学博士	藤部 文昭
副査	東京工業大学教授	博士（工学）	神田 学

論 文 の 要 旨

将来の熱ストレスの悪化を見据えて、本研究は熱中症の危険度評価と熱環境の緩和策に注目し、熱収支理論に基づいた黒球温度推定式とポリエチレンチャンバーの開発を行った。

黒球温度推定式の開発では、はじめに既存の黒球温度推定式の適用について調べた。つくば市内の公園にて計測した黒球温度の値と、既存の推定式から得た値を比較した。その結果、既存の推定式には系統的誤差が内在することが分かった。本研究では、黒球の熱収支に基づきながらも、観測や数値モデルから得られる気象要素から黒球温度を推定できる新しい黒球温度推定式を開発した。また、日本の主要都市における長期観測データを利用して、新しい推定式の適用範囲を拡張させた。本研究で開発された黒球温度推定式は、全天日射量に対する黒球温度の非線形応答を適切に評価できる。この非線形応答は風速の変化にも影響されないことも示された。

本研究で開発したポリエチレンチャンバーは、測定区画の天井部分がポリエチレンフィルムで覆われている。チャンバーは、空気の流入口と流出口をもつ長さ1.5mの角チューブ状を為しており、その中の空気は流出口に取付けられている排気ファンによって換気されている。この流出口と流入口の気温差、床面や壁などの表面温度、およびフィルム直上の正味放射量を測定することで、チャンバー内の熱収支を評価することができる。

植生の形態と植生面上の熱交換の関係を調べるために、チャンバー内に入れる葉モデルの熱交換増加実験と特性長変化実験を行った。本実験では、葉の代わりに黒ケント紙を使用した。ポリエチレンチャンバーを使った実験と、簡易熱収支解析から以下のことが明らかになった。表面温度の低い場所は大気の冷熱源として働かない。熱交換面が増加すると、対流熱交換量が増え大気はより冷やされる。但し、この効果は次第に頭打ちになる。熱交換面を分散させると、対流熱伝達係数が増え大気はより冷やされる。但し、この効果も次第に頭打ちになる。

審 査 の 要 旨

本研究は、熱収支と観測に基づく新しい黒球温度推定式の開発と植生面の熱交換解析を目的とした実験装置”ポリエチレンチャンバー”の開発を行ったものである。新しい黒球温度推定式は温暖化時における熱中症危険度指数WBGT(湿球黒球温度)の予測やWBGTの常時モニタリングに有用である。ポリエチレンチャンバーは、効果的な緑化策を講じる前の植生大気冷却に関わる基礎的知見を得ることに有用である。

熱環境の緩和を目指した緑化策の論点は、集合緑地と分散緑地、開いた緑地と鬱蒼とした緑地のそれぞれどちらが有効的であるかに集約される。これらの疑問に答えるためには、植生の形態（熱交換面の多さや分散）と植生面上の熱交換に関わる基礎的な知見が必要となる。これまで、熱収支から放射-対流のバランスを議論する換気チャンバーが有効な手段と考えられた。しかし、一般的なチャンバーは植物の蒸散に必要な短波放射だけを透す素材で作られているため、夜間の放射冷却時の植生面上の熱交換を調査できなかった。正味放射計でも使われているポリエチレンは、薄いフィルム状であるほど長波放射をよく透すことが知られている。本研究は、この薄いポリエチレンフィルムを利用した新しい実験装置ポリエチレンチャンバーを開発した点でオリジナリティーが非常に高い。また、実験装置の開発だけでなく、これを用いた実験と得られたデータの解析、そして、ポリエチレンチャンバーの放射-対流の熱交換系を簡略化した熱収支式を用いた実験の考察も適切に行っている。本研究で得られた植生の幾何と植生面上の熱交換に関わる基礎的知見は、将来の効果的な緑化策に資すると期待される。以上のことから、本論文は博士論文の水準に十分に達していると言える。

平成26年1月20日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。