

(様式第3号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名: 淑 敏

題目: 緑陰形成による駐車場の熱環境改善効果の定量的評価に関する研究  
(Study on the Quantitative Evaluation of Green Shade  
in the Thermal Environment of Parking Lots)

---

本研究は、駐車場の緑化がその熱環境の改善にもたらす効果を定量的に把握することを目的として行った。近年、日本の諸都市ではヒートアイランド現象が深刻化しており、とくに大都市ではその傾向が著しい。その対策として、国や地方自治体では、緑化施策として屋上緑化と壁面緑化を推進しつつある。しかし、都市部で土地利用上大きな面積割合を占める駐車場の緑化は立ち遅れている。本研究は、施策の動向や技術開発上の課題、既往研究を踏まえ、駐車場緑化によって都市に新たな冷却面を創出するために、とくに緑陰駐車場を注目し、芝生化駐車場と比較検討しながら、緑陰形成によって発揮される熱環境改善効果を定量的に把握することを目的とした。また、これに基づいて、現実的な想定のもとで、熱環境の改善に配慮した緑化駐車場の設計案を検討した。

本論文は5章から構成されており、各章の内容は以下の通りである。

第1章では、研究の背景と必要性として、ヒートアイランド現象の具体的原因を、①産業活動に伴う排熱、②水面や緑地の減少、③構造物による蓄熱、④建造物による風が弱まる、⑤二酸化炭素による大気の放射バランスが変わる、との5点に整理した。このうち、②及び③の緩和策として屋上緑化、壁面緑化に続いて駐車場緑化が試行されている。本章では、芝生化緑化に比べて技術開発と普及が立ち後れている緑陰駐車場に注目し、緑陰形成による駐車場の熱環境改善効果を定量的に評価することの研究の必要性と意義を整理した。また、既往研究を概括して、本研究の位置づけを行った上で、本研究の目的を明確にした。

第2章では、日射遮蔽棚による駐車場の熱環境改善効果を定量的に評価した。そのため、アスファルト舗装された駐車場に日射遮蔽棚を設置して、その日陰の地表面温度、駐車車輛の車内・車体温度等を測定し、日向及び芝生地のもので比較した。その結果、夏期の昼間、日射遮蔽棚下では、地表面温度が日向と比べて最大22.2℃、芝生地の地表面よりも2℃～5℃程度低かった。また、車内・車体温度は、12℃～30℃程度低く、日陰の車内気温は、外気温とほとんど同じになる時もあった。日射遮蔽に用いたネットの被覆率は、地表面及び車内・車体温度低減効果に強く影響したが、被覆率が80%以上になると効果は頭打ちとなった。また、ツル植物を用いた場合、夏期の日中、葉からの蒸散作用により、葉表面温度は低く維持されていた。植物は非生物的な日射遮蔽素材よりも輻射熱低減効果が大きいことが明らかになった。

第3章では、異なる緑化タイプの駐車場の熱環境改善効果を比較した。そのため、日向の

アスファルト舗装と、日向の芝生地、樹木緑陰下のアスファルト舗装、樹木緑陰下の芝生地において、同時にその地表面温度、黒球温度、気温(地上0.1m, 0.5m, 1.0m, 1.5m)、車内気温・車体温度を測定した。その結果、夏季の昼間(9時~19時)に日向のアスファルトと比較した地表面温度の低減効果が最も大きかったのは樹木緑陰下の芝生地で平均約17.9℃であり、黒球温度の低減効果もまた最も大きく平均約8.8℃であった。気温(地上0.5m, 1.0m, 1.5m)の低減効果はいずれの緑化タイプでも認められなかった。車内気温の低減効果は、樹木緑陰下の芝生地と樹木緑陰下のアスファルトにおいて同程度で平均約11.3℃であった。また、MRT(平均放射温度)の低減効果が最も大きかったのは樹木緑陰下の芝生地で平均約27.4℃であった。一方、夜間(20時~翌朝4時)に地表面温度の低減効果が最も大きかったのは日向の芝生地で、平均約4.0℃であった。黒球温度とMRTの低減効果が最も大きかったのは日向の芝生地で、それぞれ平均約1.5℃と約2.0℃であった。夜間、気温の低減効果はいずれの緑化タイプでも認められ、効果が最も大きかったのは樹木緑陰下の芝生地で、地上1.5mで平均約1.8℃であった。昼間に樹木緑陰で体感される涼しさは気温差によるものではなく、放射環境による差異であった。一方、夜間には緑化によって気温の低下が引き起こされており、ヒートアイランド現象の緩和が期待できた。駐車場の熱環境改善のためには、樹木による緑陰形成と芝生化の組み合わせが最も望ましいと言える。

第4章では、第2章及び第3章での実験結果を踏まえて、熱環境改善に配慮した緑化駐車場の設計について検討した。そのため、まず、既存の緑化手法を大きく「芝生化」と「緑陰形成」に分け、さらにそれぞれを数タイプに細分化して、個々の緑化手法の長所・短所等について論じた。次に、熱環境の改善効果が最大限に発揮できるような駐車場の緑化手法について検討した。

第5章では、第1章から第4章までの検討の結果得られた成果を結論としてとりまとめるとともに、駐車場緑化の展望について述べ、また、研究上及び緑化技術開発上の課題を整理した。研究上の課題は、駐車場の熱環境の把握に関して、①季節や天候条件の違いなどに配慮して測定する、②用いるツル植物の種類・被覆率や灌水量などを変えて温度低減効果や蒸散量を比較する、③放射収支を測定して、緑陰駐車場の熱環境モデルを構築する、④緑化面積と熱環境の改善効果の関係についてリモートセンシング等を用いて把握する、との4点に整理した。また、駐車場の緑化技術開発に関しては、①緑陰形成と芝生化を組み合わせた緑化の実証実験が必要であること、②ツル植物の被覆率を変えて、緑陰下での芝の生育について実証実験により研究する必要があること、③エンジン熱の影響やタイヤの踏圧、長時間駐車による被陰等での芝の損傷について検討する必要がある、との3点に整理した。さらに、都市緑化への応用可能性については、①駐車場緑化は、現在の都市緑化の推進となっている屋上緑化と壁面緑化と同等の可能性を有しており、ヒートアイランドの緩和に有効な手段の一つとなる、②実測値を用いた実証性の高い緑化駐車場の設計手法の確立により、熱環境改善効果が具体的に示され、緑化の担い手である住民や企業等が緑化の必要性を具体的かつ客観的に認識することが可能となる、③駐車場緑化が都市の熱環境改善に果たす役割に関する研究蓄積は、緑化政策の利点(有効性)を社会に広く正しく理解してもらうことに寄与するとの3点に整理した。

最後に、緑による駐車場の熱環境の改善は、都市の熱環境改善として手法として有効であり、今後、さらなる研究、技術開発及び普及を継続していく必要がある旨を記した。