

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 ダカール ソバカル

近年都市のヒートアイランドの問題が都市の環境管理の大きな課題となってきた。都市の気温の上昇は著しく、とりわけ夏期には、それが更なる空調用のエネルギー消費の増大を招き、また人間の居住環境を悪化させている。ところがこのヒートアイランド問題については、その解析、予測、あるいは対策の有効性についての研究がまだ十分な成果を挙げていない状況にある。

本研究では、実際の東京を対象に取り上げ、それぞれの建物におけるエネルギー消費に起因する人工的な熱の排出と、建物表面の物理特性が東京における人為的な温度上昇に与える影響をシミュレーションにより明らかにし、ヒートアイランド対策の効果を評価することを目指している。この中で、建物による蓄熱効果を含んだ形で人工排熱の時間変化を表現していること、実際の東京の建物情報データを元にこれらの人工排熱の面的な分布を与えていることに特に新たな展開がある。

本論文は英文で「Improvement of urban thermal environment by managing heat discharge (排熱管理による都市熱環境の改善)」と題し、全9章からなる。

第1章 "Introduction" では、本研究の背景、目的、意義を述べている。とりわけ、この熱環境の問題が世界的にも重要であることを述べ、本研究の目的を明確化している。

第2章 "Literature review" では、都市の気温上昇の実態とそのメカニズム、提案されている緩和策についてレビューし、また熱環境に関するモデル研究の手法としての街区規模でのシミュレーションと、本研究で用いるメソスケールでのシミュレーションについてその研究の現況をレビューし、課題を明らかにしている。

第3章は "Overall methodological framework" である。本論文においては、東京都の建物情報データの解析、建物単位での空調モデル、熱環境のメソスケールモデルを組み合わせ解析を進めているが、それらの解析手法をどのような手順・組み合わせで行うことによって研究の目的を達成しようとしているかを整理して示したのが本章である。

第4章は "Land and building analysis" である。この章では、地理情報システム(GIS)を用いた解析を行っている。東京23区の全建物についてのポリゴンデータを元にして、23区内の用途別の建物床面積の面的な分布を明らかにすると共に、用途別の比率、建物の大きさの解析結果を元にして本研究で詳細に建物単位での空調エネルギー消費と人工排熱の解析を行うべき建物用途を抽出している。

第5章は "Building heat discharge simulation" であり、既往の建物空調モデルを用いながらも、通常この種のモデルでは本研究に必要な人工排熱の排出量が出力として与えられないので、人工排熱を熱収支から与えるように新たな解析の展開を行っている。この解

析方法を用いることによって、従来のようにエネルギー消費量で代用することなく人工排熱を表現することが可能になり、夜間の建物からの放熱など、建物の蓄熱による熱環境への影響を正しく把握することが可能になった。この点は既往の研究を大きく発展させたものとして評価できる。

第6章は "Heat discharges in Tokyo" である。本章では、建物情報の解析結果と、建物モデルによる解析の結果を組み合わせることによって、東京における人工排熱の面的な分布の一日の間の変化を示すと共に、高さ毎の排熱量も表現している。これらの結果は次の章の熱環境モデルへの入力条件になるだけでなく、それ自身が人間活動によるインパクトの分布を示すものとして有用である。

第7章は "Meso-scale numerical simulations" で、メソスケールモデルによる解析の結果である。この章では用いたモデルと境界条件、初期条件を詳細に明らかにした上でシミュレーション結果を示している。夏期の静穏な気象条件の下での気温の分布と人工排熱の寄与分を定量的に表している。

第8章は "Scenario analysis" で、熱環境対策として大きく二つの種類の対策を考えてその効果をシミュレーションで明らかにしている。第一は人工排熱対策で、排熱の排出位置を建物屋上、もしくは地上に集中する方式の効果、クーリングタワーを用いて潜熱として熱を排出する空調システムへの変更である。これらの対策は都心部で有効で、0.6°C程度の温度低下を達成できることが予測された。もう一つの対策は建物や道路の素材を反射率の高いものに変更する対策で、この対策ではより広域の効果が日中に見込めることが明らかになった。

第9章は "Conclusion" で、本研究で得られた成果をまとめている。

本研究は、様々な要因が複合的に関与している都市の熱環境に対して、実際の都市の建物情報を組み合わせて人工排熱の寄与を明らかにすると共に対策効果を予測したものであり、その独創性、有用性、発展性、得られた成果には大きなものがある。本論文は環境工学の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。