

[別紙 1]

論文の内容の要旨

論文題目 都市・建築スケールの熱環境改善計画に関する
予測および評価の研究

氏 名 浦野 明

本論文は、実際の都市・街区の熱環境を緩和することを目的とした環境共生計画に対する、定量的な評価を可能にするシステムを開発することを目標に、3次元的に複雑な形態を有する都市・市街地空間の都市気候の状況を予測することを目的とした研究をまとめたものである。

第1章では、都市気候および都市気候緩和策のレビューと本論文の全体構成を示した。

地球温暖化防止京都会議で定められたわが国の二酸化炭素排出量削減目標を受けた都市・建築計画の面での課題として、わが国の民生用電力エネルギーの相当部分を占めている建築物の省エネルギーをいっそう進めることが挙げられる。さらに、単体の建築のみならず、複数の建築物からなる都市の環境負荷を考慮し、環境負荷の小さな都市システムを実現するための取り組みが近年始まり、都市の熱環境を緩和し周辺の自然環境と調和した地域環境を創造しようとする試みがなされている。このような都市の熱環境の緩和が謳われる背景として、「ヒートアイランド現象」をはじめとする都市特有の都市気候の形成が近年大きく注目されている。

新たな環境を創造する、換言すれば環境を改変する可能性のある建設行為を行なう上では、新たに計画される構造物の周辺屋外環境に対する効果・影響を事前に予測し、さらには建築物を通じた屋内環境と屋外環境の物理要素の交換・相互作用を模擬できる数値シミュレーションないし模型実験の技術が必要とされるのは論をまたない。

現在建設行為が行なわれる際に一般的な数100 m以下の空間スケール(マイクロスケール)と、東京周辺でヒートアイランド現象が認められる100 km以上に及ぶ空間スケール(メソスケール)との間には、様々なスケールの熱のバランス・大気の循環が存在する。

メソスケールは、都市全体として容積の配分や建蔽率、緑被率やエネルギーの使い方を制御することが可能であるが、個別の建物の形状を明確に規定できないスケールである。このため本論文では、気温や風を全体の傾向をみるような方法でシミュレーション技術を開発し、ケーススタディとして都市の立体的な再配置の影響を検討した。

一方、マイクロスケールは、街区、建築計画レベルの空間スケールであり、建物や街路の配置やそれらを構成する素材とその配置までも制御可能である。このため、日射・照り返しや表面温度による長波放射の影響が、気温の分布に比べて非常に大きいことを前提にシミュレーション技術を開発し、ケーススタディとして外壁のアルベド、街路樹の影響を検討した。

第2章では、都市のヒートアイランド現象および温熱環境の実態を把握するため、メソスケールおよびマイクロスケールのそれぞれの空間スケールで観測を実施した。メソスケールは、東京を横断する航空機による移動観測をおこない、マイクロスケールは、超音波風速計を中心とした定点観測を実施した。

メソスケールの観測では、約12 kmの距離がある品川と中野の間の300 m～600 mの高度において約1℃の温度上昇が測定された。一方、地上からの加熱によるサーマルの発生のためと思われる上昇・下降流および温度の変動が見られた。

また、マイクロスケールの観測では、住宅地の存在による風速の減衰・乱れの増加のほか、水平方向の拡散による顕熱フラックスの減少効果が確認された。また、4象限解析により、ejectionによる地表面からの暖かい空気塊の上昇は、地表面による熱的影響が比較的強い観測点で顕著に発達

し、一方sweepは建物による運動量への影響が比較的強い観測点で発達する結果が得られた。

第3章では大都市全体の規模の環境緩和計画の効果を定量化する手法を開発した。ケーススタディとして、現状の「都市活動総量」を変化させずに都市の再配置を行った場合の熱環境制御効果を解析することを目的としていくつかの解析を行い、次の結論を得た。

ヒートアイランドの原因を大きく二分した場合、人工排熱の影響は夜間に大きく、地表面被覆の影響は日中に大きい。また、東京都区部を対象に都市活動の立体的再配置を行ったところ、集中型において気温が低下し、分散型では上昇する。これは、高層化に伴って人工熱が上空に排出されるようになり、地表面付近への影響が少なくなるためである。さらに、地区内の建物の平均階高、床面積の合計が同一であれば、規模の小さな建物が多いほど運動量に対するドラッグ効果の影響で風速低減、気温上昇の可能性がある。

第4章では、境界に存在する障害物の影響を考慮したネスティング手法により、広域の風環境の解析結果を狭域の境界条件として用いる方法を示した。本手法によりマルチグリッドシステムを構築することにより、メソスケールの現象と、建設活動が行われる際に一般的な数100 m以下のマイクロスケールの現象の間の空間スケールの差異を埋めることができる。さらに、両方のスケールの現象が複合した現象の解析への対応が可能になると考えられる。

第5章では、マイクロスケールの環境緩和計画として、複雑形状を有する街区における環境改善効果を解析するシステムを提示した。ケーススタディとして、壁面の放射吸収率の変化および街路樹の有無が環境に与える影響の定量化を試みた。

壁面の短波放射吸収率を低くした場合は、空調の消費エネルギーが1平方メートル当たり最大8 W低下する一方、屋外の温熱環境指標が1度以上高くなるというトレードオフの関係を示すことが分かった。一方、街路樹の効果は、SET*が日中で最大3.5度程度低下する結果が示された。

第6章では各章の内容を総括し、残された問題点や今後の展開について触れることで、全体の結論とした。

本研究の今後の展開として、最近進展がある各種緑化材料や燃料電池などの分散型の電熱供給システムの熱特性のモデル化によるモデルの改良をすすめることが挙げられる。

さらに、開発された各スケールの解析手法を実際の建築・都市計画へ適用していくことが必要であると考ええる。

個別の建築・街区の計画では、モデルの出力となる環境負荷を最小限にするような与条件を検討し最適な計画案を検討していくことにより、マイクロスケールの成果の展開が可能になると考えられる。

また第5章の解析では、壁面における発生顕熱の街区への放出がマイクロスケールにおける気温の空間分布に与える影響を無視した。第3章のメソスケールの解析で示したように、街区における熱収支の変化が水平方向に連続して広範囲に分布した場合、メソスケールの気温・風速に与える影響は大きいと考えている。

個別の建築に取り入れられた環境緩和策を首都全体に展開した場合の影響評価が行われれば、マイクロ・メソスケールの解析の有機的な統合によって、建物の省エネルギーと都市気候の緩和の双方が同時に評価することが可能になる。このように、マイクロスケールの街区計画の改良による顕熱発生量の抑制によりメソスケールの気候を改善する方策の効果を定量的に把握していく技術の開発は、今後の課題に残されている。