

## 論文の内容の要旨

論文題目 東京都心部におけるマトリクス構造を基盤とした  
熱・風環境評価に基づく都市環境計画に関する研究

氏名 高取 千佳

本論文は、東京都心部を対象に、明治初期と現代の都市基盤の詳細なデータベースの構築にもとづき、ランドスケープのマトリクス構造の変遷を分析するとともに、広範囲高解像度での熱・風環境の分析を行うことにより、生態環境と物的環境の双方の評価にもとづく都市環境計画の方法論を構築したものである。

本研究の学術的成果は、以下の五点にまとめられる。

### (1) 明治初期・現代のデータ整備

明治初期・現代の二時期におけるデータベースの構築を行った。明治初期については、正確な投影法を用いている最初期の図面であり、手描きにより建物や樹木が表現されている明治16年陸軍参謀本部測量図のデジタルデータ化を行った。図面内で見られた建物について、約7万棟のデータ化を行い、階高を与えた。緑地は、緑地・農地に関して図面中に見られた凡例ごとにデータ化を行い、現代の凡例と整合性を取るよう再分類を行った。現代は、平成18年東京都都市計画基礎調査より土地利用・建物現況、現存植生図より樹林地に関してデータ整備を行い、建物用途別、道路種類別に建物階高、人工排熱を設定した。

### (2) 東京都心部におけるマトリクス構造の分析

東京都心部において江戸期から現代にかけて、微地形が土地被覆（建物・緑地）を規定してきたことに着目し、微地形とその上部に展開する土地被覆の組み合わせをマトリクス構造として捉える枠組みを提示し、計画原単位を設定した。次に、微地形分類と、土地被覆分類を行い、その組み合わせの主要タイプをランドスケープ・ユニットとして設定した。微地形分類に関しては、地上開度・標高に応じて7分類し、土地被覆分類に関しては、微地形分類と道路分類を合わせた単位内において、建物の高さ別面積占有率と、緑地の種類別面積占有率を算出したのち、主成分分析、クラスタ分類を行い、二時期それぞれについて7分類を行った。また、微地形分類と土地被覆分類を合わせた主要タイプに関しては、特化度を算出し、特に関係の強いタイプを抽出した。

その結果、①明治16年では、崖線－樹林地や谷地・水路網－水面など、土地被覆が自然

立地の特性に規定されていた、②平成 18 年では、全域で高密度化・高層化が進むなかでも、崖線・水路網上の緑地は一部存続し、一方台地・谷地・低地上では、近代以降に整備された箇所で大規模に樹林地が増加していた、等の事実が明らかとなった。以上より、微地形によって規定されてきた土地被覆が、近代化以降に変容した過程が定量的・即地的に解明された。

### (3) 熱・風環境の変化分析

共同研究者である(独)海洋研究開発機構の地球シミュレータを活用し、広範囲高解像度の熱・風シミュレーションを実施するとともに、上空部と地上付近の熱交換関係の変化を明らかとした。海洋研究開発機構との共同研究により、地球シミュレータを活用し、同一気象・地形条件下での、二時期の土地被覆の変化が熱・風環境にもたらす影響を解析した。用いたモデルである MSSG モデルは、地形に沿った流れと建物周りの流れを同時に扱うことができる。よって、本研究においての目的に合うものとして用いた。解析日時は典型的なヒートアイランド日を設定し、南東の風が卓越する夏季の昼間 15 時から 30 分とし、解析範囲は 7.5km 四方かつ高度 400m、解像度は 5m とし、GrADS を用いて解析を行った。まず、高度別の気温・風速分布を分析した結果、高度 100m 以上では水平方向の海風が卓越する一方、高度 50m 以下では、微地形と建物の分布により細かく気温・風速が規定され、その中間の高度 50~100m が、熱交換が活発な高度であった。よって高度 50~100m の風速を分析すると、明治 16 年では、下町低地全体では細かな渦構造が見られる一方、山の手台地にかけては谷筋に応じ水平方向の強風化した箇所では下降流が生じ上空の冷気を地上付近に導入していたこと、平成 18 年では、超高層建築の分布に応じ、風下側では弱風域が、その合間に幅数 100m の強風軸がストライプ状に分布し、強風軸の直下では上空の冷気の地上付近への導入が見られたこと、特に強風軸の直下の大規模な樹林地は、ヒートアイランド分断効果をもつこと、等が明らかとなった。

### (4) マトリクス構造と熱・風環境変化の相関分析

二時期の地上付近の気温変化を規定する要因を、A. ランドスケープ・ユニット、B. 隣接ユニットからの移流、C. 上空との熱交換による移流の三点から明らかとした。まず、A. ランドスケープ・ユニットに関しては、明治 16 年では、微地形分類と、土地被覆分類による指標は、地上付近の気温・風速の分布に有意であることが分かった。一方、平成 18 年では、微地形分類(地上開度)、土地被覆(建蔽率・超高層・高層・樹林地・水面)が有意であったが、標高は有意でなく、また微地形分類による影響よりも超高層や高層による風速の説明力が高いことが明らかとなった。

一方、ランドスケープ・ユニットが水面に隣接する箇所や、強風軸の直下に位置する箇所では、気温低下が顕著な箇所が見られた。特に、緑地として残された箇所では、一部下降流の創出により、明治初期よりも現代の方が気温低下しているユニットも見られた。そ

ここで、ユニット外部からの移流効果による指標を設定し、回帰分析を行った。まず水平方向からの移流としてB. 隣接ユニットに関して、風上側のユニットの土地被覆面積占有率を風下側のユニットに指標として与え、回帰分析を行った。結果、明治16年は、水面・建蔽率が、平成18年は、樹林地・水面・草地・高層が有意であった。次に、垂直方向からの移流としてC. 上空との熱交換に関して、高度40m, 70mの鉛直流の面積占有率を指標として与え回帰分析を行った結果、二時期ともに下降流は有意に気温低減効果を有することが明らかとなった。このように、三つのユニット内外からの指標の有意性が示されたが、このうち、A. ランドスケープ・ユニットの指標である微地形分類・土地被覆分類が最も説明力が高かった。これらより、微地形—土地被覆分類を合わせたマトリクス構造は、東京都心部固有の都市形成の観点を踏まえ、広域的観点からの三次元的変化による海風との対応関係と内部の質（建築・緑地環境）による微細な気象との影響を相互に分析する上での、基礎的単位と成り得ると考えられる。

#### （5）都市環境計画

マトリクス構造を基盤とする熱・風環境評価に基づく新たな都市環境計画論を提示した。まず、有意であったA～Cの要因を基に、熱・風環境評価図を設定した。A. ランドスケープ・ユニットに関しては、微地形上で土地被覆変化によってどのように気温差が生じたのかの要因を分析し、評価を行った。B. 隣接ユニットに関しては、平成18年において有意な指標である水面・樹林地・高層の隣接ユニットの気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。さらに、C. 上空との熱交換に関しては、平成18年高度40m、70mの鉛直流の気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。

次に、3つの評価図を基に、都市環境計画の展開のための緑地の保全・修復・創造の指針図を作成した。具体的には、ランドスケープ・ユニット型、ネットワーク型、立体的都市構造型の三枚の指針図を作成した。ランドスケープ・ユニット型指針図については、二時期より顕著に気温が上昇しているユニットに対し、ユニット別、要因別に緑地の修復に関する指針を設定した。ネットワーク型指針図については、コア（大規模公園等）やネットワーク（崖線上の樹林地や水路網の水面）として緑地が保全・創出されてきたユニットが、ユニット内部の気温上昇抑制効果と、隣接ユニットへの気温低減効果を持つことに着目し、冷気の流入を妨げない一体的な保全政策や、崖線・水路網で消失した樹林地・水面の再生に関する指針を設定した。立体的都市構造型指針図に関しては、大規模な下降流の直下において、緑地が存在することで気温低減効果が顕著であることに着目し、下降流の直下での緑地の創造に関する指針を設定した。最後に、指針図と、緑地の保全・創出に関する現行の都市緑地施策との比較分析を行い、より具体の施策への展開を例示した。

以上、ヒートアイランド現象の緩和に資する熱・風環境評価を踏まえた都市環境計画を構築するために、本研究では分析の枠組みとして東京都心部のマトリクス構造の特質を解明

し、上空から地上付近までの都市気象の階層性を踏まえながら、計画原単位としての有効性を検証した。そして、熱・風環境評価を踏まえた都市環境計画への展開を体系的に論じた。今後の研究の深化発展に向けては、ランドスケープ・ユニットの精緻化と他地域への適用、他の条件（冬季や夜間、異なった風向等）下での評価、解析結果の実測値との比較による精度検証と、メソスケールモデルとの連携による温暖化シナリオ等の初期値の変化に対する頑健性の検証等が課題となる。