

- 2 土地利用・土地被覆に着目した簡易な都市熱環境予測手法の開発 とヒートアイランド抑制のための環境共生「メニュー」の提示

Development of the prediction method of urban thermal environment aimed at land use and
land cover and presentation of the environmental symbiosis menu
for the restraint of heat island

(研究期間 平成 13～16 年度)

環境研究グループ

尹 聖皖

Dept. of Environmental Engineering

YOON Seonghwan

This paper describes a wind tunnel experiment and a urban climate simulation system (UCSS) for the examination of the influence of different alternatives for urban planning on the urban thermal environment. In the experiments, the air temperature distribution near a high rise building over surrounding low buildings is investigated. Results of the experiments show that an area with low air temperature is observed just above the upper upstream corner of the building where wind velocity increases towards the building. Furthermore, the case study was performed by UCSS, a) the cooling effect by carrying out the maximum tree-planting in the building site was clarified, and b) the thermal environmental alleviation effect by rooftop planting and ground planting was compared.

【研究目的及び経過】

近年、都市化の進展に伴う土地被覆の人工化や人工排熱量の増大により、ヒートアイランド現象で代表される夏季の熱環境悪化が問題視されている。東京などの大都市では、急速な都市化の進行により地球温暖化の数倍のスピードで気温上昇が進行し、熱中症の増加や夏季ピーク電力の先鋭化を引き起こすと指摘されている。都市の気温上昇には都市構造や地域特性などの様々な要素が複雑に関与している。ヒートアイランド対策を効果的に推進するためには、現象のメカニズムを解明し、対策効果を定量的に検討する必要がある。そのために数値シミュレーション、風洞実験は最も有効な手法と考えられる。

一方、ヒートアイランド現象は、ミクロなスケールの気象、地形、都市構造などの問題から、ミクロなスケールの街区形状、建物空調システムなどの問題が相互に影響しあう複雑なメカニズムである。そのメカニズムを解明するためには、ミクロな視点からの模擬された条件下における風洞実験や、マクロな視点からの都市気候のシミュレーションを併行して進めることが有効である。

そこで本研究では、街区レベルのモデルを用いた風洞実験を行い、ヒートアイランドの要因となるパラメーターと屋外熱環境形成との関係を検討し、有効な対策作成のための基礎資料を整理する。さらに、建築研究所で開発された都市気候予測システム（以下、UCSS）を用いた数値シミュレーションを行い、東京および地方都市を対象に夏季の熱環境についての予測評価を行うことで、ミクロ～マクロな観点からの対策提示を試みる。

【研究内容】

- 1) 温度成層風洞を用いた風洞実験：建築環境分野における従来の風洞実験では、市街地における汚染物の拡散問題、建物群における風通し問題、建物の周辺気流の特性などが検討されてきたが、建物の周辺気温分布の検討はほとんど行われていない。まず、風洞を用いて気温と風が自動計測できるような態勢を揃えた。そして、温度成層風洞を用いて、まずは単純な低層住宅地を再現し、気温・風の分布を計測するとともに、高層建物を建設した場合の気温影響を調べた（図1）¹。
- 2) 都市構造と気温形成の関連性分析：東京都 GIS などを用いて都市構造の統計分析と気温観測値との関連性の考察を行った。GIS データを用いて UCSS 用の入力データを作成した²。
- 3) UCSS を用いた数値シミュレーション：東京に近いが、緑が比較的豊富な地方沿岸都市の逗子市を対象に、UCSS による数値シミュレーションを行い、夏季の典型日における気温分布や風分布を示し、都市緑化・建物緑化の効果を明らかにした³。

【研究結果】

- 1) 温度成層風洞を用いた風洞実験：温度成層風洞を用い、低層建物群の気温・風の分布の計測を行い、高層建物の導入による影響を調べた。得られた結果を以下に示す。
(1) 低層建物を規則的に配置した実験を行うことにより、同じ床面温度を与えた平坦面の場合と比較して建物周辺の気温が上昇することを示すと共に、建物周辺の風通しによっても気温分布が強く影響を受けることを指摘した。

(2)高層建物の導入によりその前面では風速が増加して気温が低下するが、後方循環域では高層建物の高さまで大きく影響を受けて著しく高温化することが解った。しかし、その下流ではダウンウオッシュにより地表面近傍ではむしろ気温が低下する傾向が見られた。

(3)ライン平均値による熱環境の評価方法を提案し、今回の計測結果を用いて評価を行った。高層建物の導入により、鉛直方向の気温はライン平均値として上昇するが、地上近傍においては水平方向の気温のライン平均値は低下する。

2)都市構造と気温形成の関連性分析：東京都 GIS を用いて 15 項目の都市計画情報について統計分析を行い、都市構造の特徴と気温との関連性を検討した。得られた結論は以下の通りである。

(1)主成分分析の結果より、都市構造を規定するのは第 1 主成分として都市開発の度合い、第 2 主成分は高層化の度合いであることが示された。

(2)第 1 主成分得点と第 2 主成分得点のデータを用いたクラスタ分析から、東京都の都市構造を密集住宅地区、倉庫・幹線道路地区、水面地区、樹林地区、高度開発地区、郊外住宅地区の 6 つに分類してマップ化した。

(3)主成分得点と気温観測値を比較した結果、第 1 主成分得点、第 2 主成分得点ともに夜間の気温と正の相関があること、昼間になると相関係数は小さくなる傾向があることが分かった。

3)UCSS を用いた数値シミュレーション：東京に近いが、緑が比較的豊かな地方沿岸都市の一つである逗子市を対象に、UCSS を用いた数値シミュレーションを行い、夏季典型日における熱環境の予測評価を行った。以下に得られた知見を示す。

(1)GIS データとリモートセンシングデータを活用した入力データの作成手順を示し、逗子市を対象にした UCSS による熱環境解析を実施した。計算値と計測値を比較することでその有効性を確認するとともに、市街地周辺の緑が気温形成に及ぼす影響を海風、山風の分布と合わせて考察し、地形などの周辺環境によって夜間の気温、風分布は昼間とは全く異なることを示した。

(2)逗子市市街地において樹木緑化を推進した場合、建物密集地域では 1 以上の気温低下効果があり(図 2)、冷房負荷については最大 279MJ/(Mesh・hr)の削減効果が期待できることが分かった。

(3)空調システム解析をヒートアイランド解析と連成す

ることにより、緑化方法に関する検討を都市スケールで行った。その結果、冷房負荷削減の観点からは屋上緑化が有利で、気温低下の観点からは地上緑化が有利であることが明らかになった。

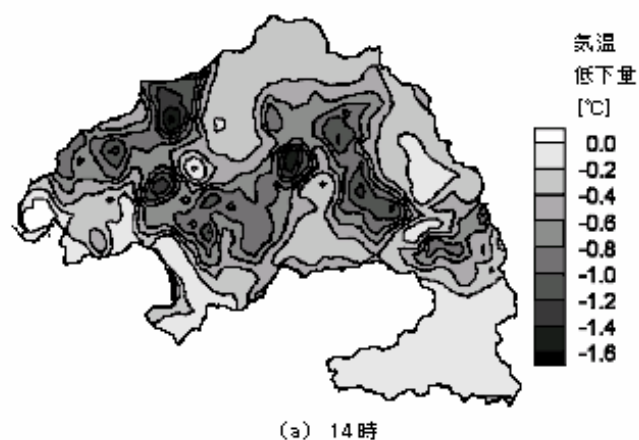
【参考文献】

1. 足永靖信、尹聖皖：床面を加熱した風洞実験による建物の高層化が気温分布に及ぼす影響に関する検討、日本建築学会環境系論文集、No.579、pp.67-71、2004 年 5 月
2. 足永靖信、尹聖皖：東京都 GIS を用いた都市構造の統計分析と気温観測値との関連性、日本建築学会環境系論文集、No.581、pp.81-86、2004 年 7 月
3. 尹聖皖、足永靖信：地方沿岸都市における緑化による夏季熱環境緩和効果に関する数値シミュレーション - 逗子市におけるケーススタディー、日本建築学会環境系論文集、No.577、pp.41-46、2004 年 3 月



高層建物導入後

図 1 温度成層風洞における可視化実験結果
(風は右から左)



(a) 14時

図 2 樹木緑化による気温低下量 (高さ 1.5m)