

# ヒートアイランド現象の再現・予測に関する基礎的研究

○三上正男、栗田進、清野直子、青柳暁典、澤井哲滋、  
千葉長、田中泰宙(環境・応用気象研究部)

## 1. はじめに

近年東京など大都市圏では、都市化に伴う気温上昇が顕在化するいわゆるヒートアイランド現象が深刻化している。東京では、年平均気温がこの100年間に3.5度も上昇し、世界の平均気温の上昇幅(0.6~0.7°C)よりも大きな変化を示している。こうした現状に鑑み、政府は平成16年3月に「ヒートアイランド対策大綱」をまとめ、関係各機関が連携した対策の策定と目標値の設定を行った。気象庁でも、ヒートアイランド情報を気候情報課を通じて提供しており、気象研究所においても、都市気象の再現・予測を可能とするヒートアイランド研究の推進が大きな課題となった。

こうした現状にふまえ、気象研究所環境・応用気象研究部では、平成17年度より2年間の経常研究として、「ヒートアイランド現象の再現・予測に関する基礎的研究」を実施してきた。この研究では、(1)東京の高温発現日の事例解析に基づいた「ヒートアイランド現象の実態についての解析」を行うとともに、(2)都市気象モデルの開発を目的とした非静力学モデル(NHM)への都市キャノピー過程の導入、さらには(3)都市内部の風系の再現に有望視されているLESの有用性に関する調査を行った。本発表では、都市気象の再現・予測を目指して進められてきた研究の現状と取り組みを、非静力都市気象モデルの開発を中心に報告する。

## 2. ヒートアイランド現象の実態についての解析

### 2.1. 関東域の高温発現の事例解析

関東地方に顕著な高温が発現した2005年6月25日と28日を事例とし、関東地方のヒートアイランド現象の実態について解析を行った。その結果、関東地方の高温の発現には、海陸風循環および雲も影響している事が事例解析により示された。

6月25日の事例では関東平野全体が晴れて海陸風が顕著に発達し、海陸風循環に伴う気温分布の日変化が見られた。また、高温域も関東ほぼ全域で見られた。一方28日の事例では、高温域は関東南岸部の一部の地域のみが発現した。これは、関東平野北部が雲に覆われたものの、南部では前線に伴う強い西風によるフェーンや太平洋高気圧の大規模下降流の影響を受けたことによると考えられる。

## 2.2. 関東域の高温発現の予備数値実験

上記暑熱事例2ケースについて、都市モデルを含まない気象庁非静力学モデル(NHM)の1km格子によるシミュレーションを行った。その結果、25日の事例では、ほぼ実況と一致する高温域が再現されたが、28日の事例は実況とは異なり関東中部まで高温域を表現してしまうことがわかった。

これらのことより、今回の事例の関東地方などの大きな領域にわたる都市気象を考える場合、総観場や局地循環さらには雲過程などの現実の天気条件が重要であることが示された。大都市圏での、より一般的な気象条件(傾圧性、局地循環、雲・降水)下でのヒートアイランド現象を含む都市気象の再現・予測のためには、NHMをベースとする都市気象モデルを開発する必要がある事がわかった。

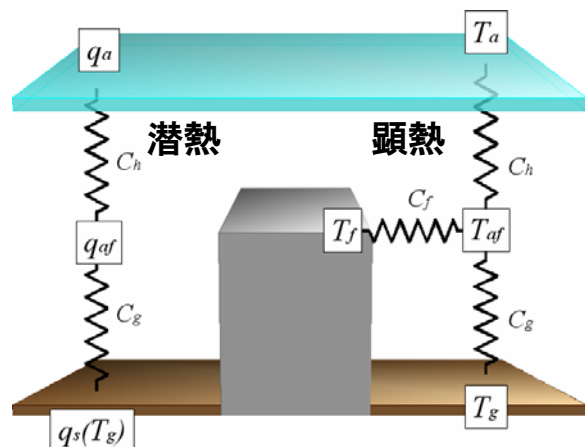
## 3. 都市気象モデルの開発

### 3.1. モデルの概要

本都市気象モデル<sup>(1)</sup>は、気象庁非静力学モデル(JMANHM)に簡易都市キャノピーモデルを組み込んだもので、Deardorff(1978)の植生キャノピーモデルをもとに以下の都市効果を表現する(第1図)。

- ・キャノピー物体とキャノピー内大気との潜熱輸送は無視。
- ・キャノピー物体は地面とは断熱しているとする。
- ・キャノピー物体による天空率や影など放射作用を考慮。

本研究で用いている簡易都市キャノピーモデルでは、キャノピー物体は均一に分布しており、その面積割合をSfで表す。



第1図：都市キャノピーモデルの顕熱輸送と潜熱輸送の模式図。qは比湿、Tは温度、Cは輸送抵抗を表す。

また、キャンपी物体による天空率の減少や地表面への日射の減少など、放射に関わる相互作用を表現するためのパラメータとして $S_v$ を定義する。

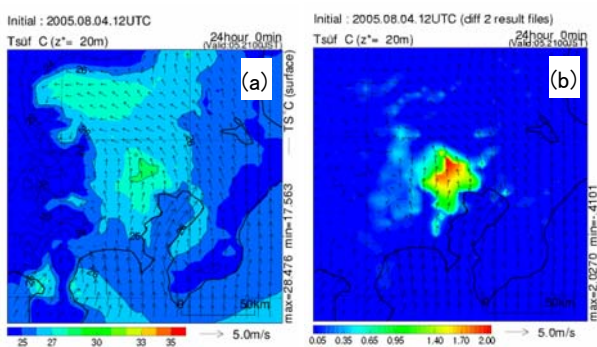
植生キャンピーモデルとの大きな違いは、キャンピー物体との潜熱輸送を考慮しないところである。また、キャンピー物体の温度決定手順も大きく違う。植生キャンピーではキャンピー物体(葉面)の熱容量が非常に小さいと仮定し、潜熱及び顕熱フラックス・放射収支のバランスからキャンピー温度を決定するが、簡易都市キャンピーモデルでは、コンクリートの熱容量を陽に与え、ステップ毎の物体温度が計算される。

### 3. 2. ヒートアイランドの再現実験

本モデルを用い、典型的な晴天弱風日だった2005年8月5日の計算を行った。計算領域は関東全域で、東京の中心部にのみ都市を想定している。水平格子間隔は4kmで8月4日21時(JST)を初期時刻とし、初期値は領域解値、境界値はRSM予報値から与えた。

第1表: 計算に使用したパラメータ

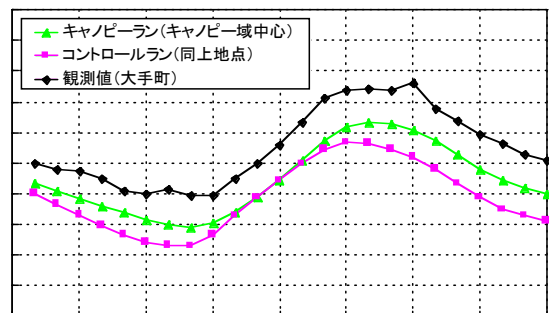
変数	値
キャンピー物体の占める面積割合(sf)	0.5
地面 / ビル相互作用係数( $S_v$ )	0.5
キャンピーゼロ面変位	1.875 [m]
コンクリートの比熱	$2.1 \times 10^6$ [J/m <sup>3</sup> K]
コンクリートの厚さ	1 [cm]
キャンピー物体のアルベド	0.15
地面のアルベド	0.1
地面の蒸発効率	0.1
都市の人工排熱	考慮せず



第2図: 2006年8月5日21時の気温分布と風向風速。(a)はキャンピーラン、(b)はコントロールランとの差分。風向風速はいずれもキャンピーランの値を示す。

初期時刻から24時間後(8月5日21時)の気温分布を見ると、都市キャンピーを考慮した場合(キャンピーラン)は、都市キャンピーを考慮しない従来のモデル(コントロールラン)に比べ夜間の都心部の高温をよく表現することが確認できる(第2図)。

8月4日21時から24時間の東京都心部の地上気温の時系列を、実測値(観測は大手町)、キャンピーラン、およびコントロールランと比較した(第3図)。キャンピーランでは、天空率減少に伴い日の出前の気温低下がコントロールランよりも低く抑えられている。またキャンピー物体の熱容量の効果により、気温変化の位相遅れが表現されており、さらに都心部の潜熱減少効果により日中の最高気温が高くなっている。これらは、いずれもヒートアイランドの効果を示すものであり、ヒートアイランドの再現が本モデルにより可能であることが確認された。



第3図: 2006年8月4日21時~5日21時の地上気温時系列(▲はキャンピーラン、■はコントロールラン、▼は大手町の観測値を示す)。

### 4. まとめ

ヒートアイランド現象を含む都市気象の再現・予測を目的として、気象庁非静力学モデルに都市キャンピーモデルを組み込んだ都市気象モデルを開発した。都市キャンピーモデルには簡易都市キャンピーモデルを用いた。2005年8月5日の関東平野について計算を行ったところ、このモデルはヒートアイランドの基本的特徴である日の出前の最低気温の上昇、気温変化の位相遅れ、日中の最高気温の上昇を再現することが可能であることが確かめられた。

本研究で開発されたモデルは、都市の特性を表す様々なパラメータが用いられているが、数値実験結果によれば、それらパラメータの感度は高く、モデルの再現結果はそれらに大きく左右される。開発されたモデルのパフォーマンスを確かなものにするため、今後ビル群の放射過程等重要な物理過程についての検証が重要であると考えられる。

### 参考文献

- (1) 青柳曉典・清野直子, 2006: 気象庁NHM への簡易都市キャンピーモデルの組み込み。第8回非静力学モデルに関するワークショップ講演予稿集。