

5. ヒートアイランド研究の今後と政策へのかかわり

三上 岳彦*

1. はじめに

近年、夏期になると東京を中心にヒートアイランドによる都市の高温化が話題を呼ぶ。ニューヨークやロンドン、パリといった欧米の諸都市に較べて、緯度が低く夏期には熱帯なみの高温多湿な気候に支配される日本の大都市では、ヒートアイランドに対する一般市民の関心も格段に高い。

こうした関心の高まりに呼応して、都市ヒートアイランドに関する研究も活発になされるようになってきた。本シンポジウムでは、ヒートアイランドがどのように形成されるのかという点に焦点を絞り、とくに熱帯夜の形成メカニズムの解明に向けた最新の研究動向について活発な議論が行われた。ここでは、ヒートアイランド研究の今後の展望と緩和対策をすすめる行政サイドの政策へのかかわりを述べたい。

2. ヒートアイランドの実態解明

ヒートアイランドの形成メカニズムを議論する前提として、実際の都市における気温分布やその日変化・季節変化を正確に把握しておく必要がある。夜間と日中でヒートアイランドの強さや空間パターンにどのような変化が現れるのか、海岸に面した都市と内陸の都市のヒートアイランド構造に違いがあるのか、ヒートアイランドの鉛直構造はどうなっているのか、等々まだ十分に解明されていない。

そこで、1992年に東京都立大学と東京都環境科学研究所の共同研究の一環として、都内100か所の小学校の百葉箱に小型の温湿度データロガーを設置して15分間隔で自動観測を行った。この観測によって、東京都心部を中心とするヒートアイランドの詳細な空間構造が明らかになった(第1図：三上, 1996)。

この観測は1年間だけであったが、得られた観測値は東京のヒートアイランド緩和対策を定量的に把握できるメソスケール数値モデルの入力データとして精度が高く、現況再現シミュレーション結果の検証にも大変有効であることが明らかになった(三上ほか, 1997)。

その後、科学技術振興事業団の研究プロジェクト(CREST)で、1997~1999年に同じく都内及び周辺部の約140か所で同様の観測を行った(Mikami *et al.*, 2000)。そして今回、2002年度夏期から3年間の予定で、従来以上の高精度・高密度の観測システムを東京都内に展開し、ヒートアイランド実態解明と数値モデルによる緩和対策効果の予測を目指している。

今回設置したシステム(METROS)は2種類ある。第1は、都区内20か所の主としてビル屋上部に、風向・風速、気温・湿度、降水量および気圧の自動観測機器を設置し10分間隔で取得したデータをリアルタイムで東京都環境科学研究所と都立大学に無線配信するシステム(METROS20)である。第2は、都区内100か所の小学校百葉箱内に小型の温湿度データロガーを設置し、10分間隔で取得したデータを約50日ごとに回収するシステム(METROS100)である(第2図参照)。

東京都23区内の小学校100校の百葉箱内に、データロガー付温湿度計(日置電機(株)製3641温湿度ロガー)を設置した(約2.5 km メッシュに1地点)。2002年7月15日から10分間隔で温度・湿度の測定を開始し、ロガーに蓄積したデータを約1ヶ月半毎にパソコンで回収している。今回解析に用いたデータは、7月20日~8月31日の期間内で欠測及び異常値を含まない97観測地点データである。この観測システムをMETROSと呼んでいる。

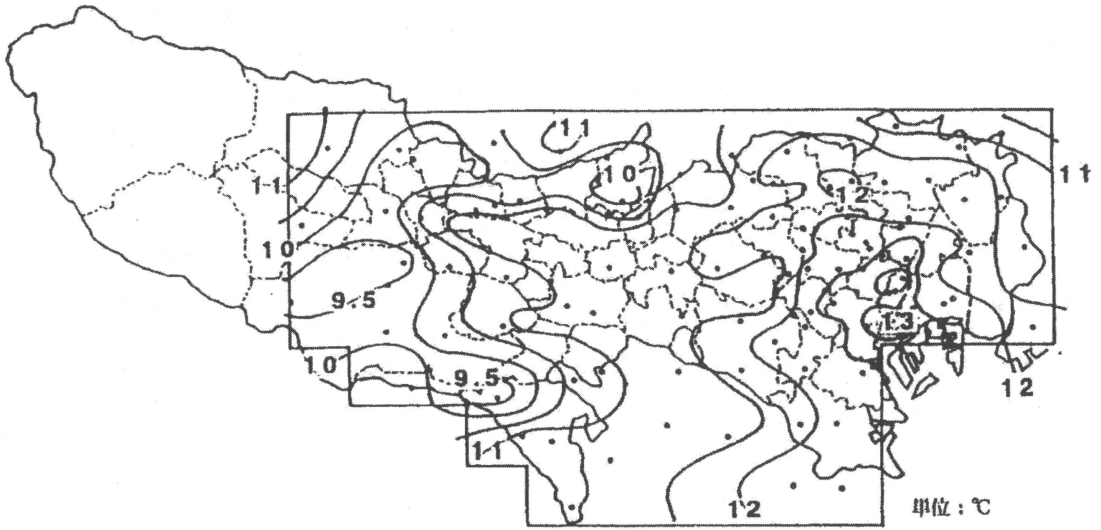
2.1 日最高・日最低気温の分布

日最高気温は、練馬区や板橋区などの内陸部が高い値を示す一方、東京湾の沿岸部では低い値であった(第3図a)。夏期日中は東京湾からの海風が卓越している

* 東京都立大学大学院理学研究科、

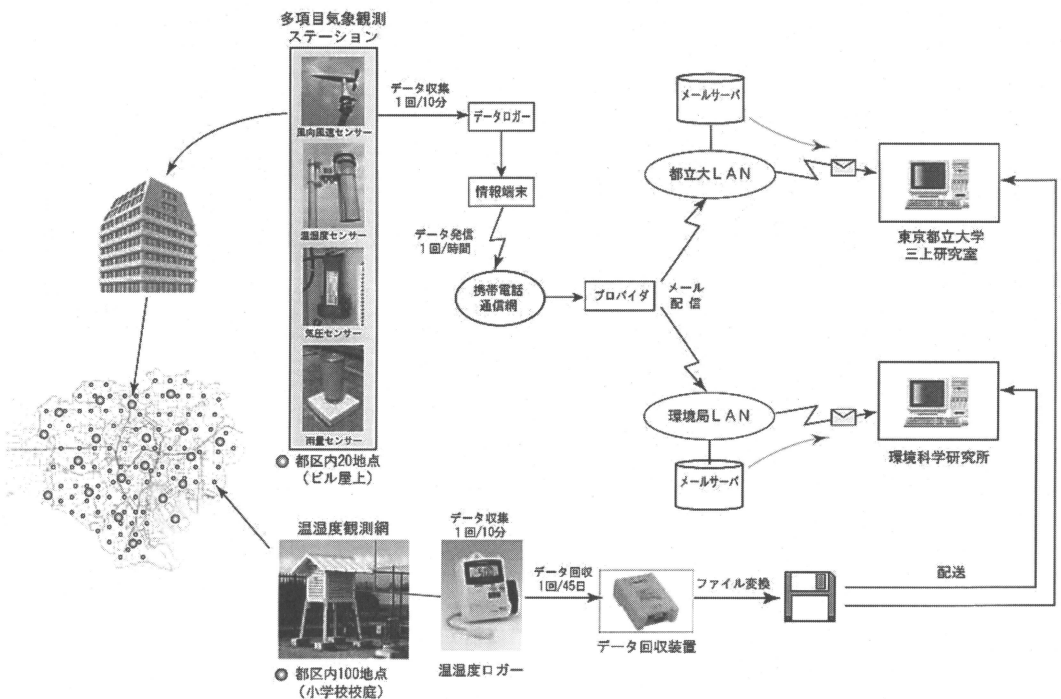
mikami@comp.metro-u.ac.jp

© 2004 日本気象学会



1992. 8. 1~1993. 7. 31

第1図 東京都内の日最低気温の年平均値.



第2図 東京都の高密度・高精度気象観測システム METROS の概念図.

ことから、沿岸部では気温が上昇しにくい。これに対し内陸部では、都心部で暖められた空気が海風により運ばれてくるため、気温が上昇したものと考えられる。

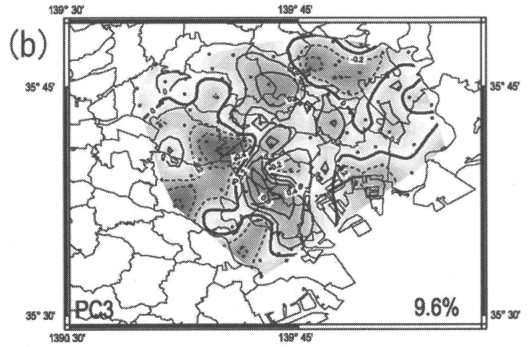
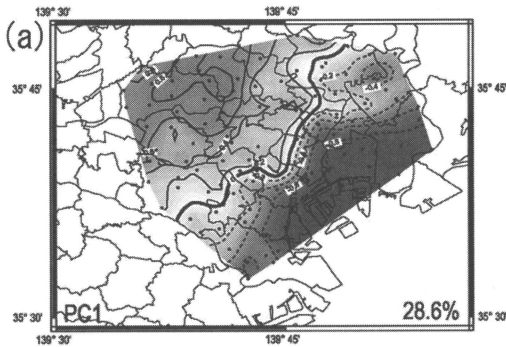
日最低気温は、千代田区や港区などの都心部で高く、明瞭なヒートアイランドを形成している(第3図b)。一方、練馬区や板橋区等の内陸部は低い値を示す。都

(a) 日最高気温平均値 (°C)

(b) 日最低気温平均値 (°C)



第3図 METROS による東京都区内の夏期(2002.7.20-8.31)気温分布. (a) 日最高気温の平均値, (b) 日最低気温の平均値.



第4図 都区内気温観測値の主成分分析から得られた因子負荷量分布. (a) 第1成分, (b) 第3成分.

心部は夜間においても人工排熱の熱源が多い上、蓄熱したアスファルト等からの放熱などにより、内陸部より気温が低下しにくいと考えられる。

都心部は、最高気温、最低気温共に高く、日較差が小さい状況となっている。

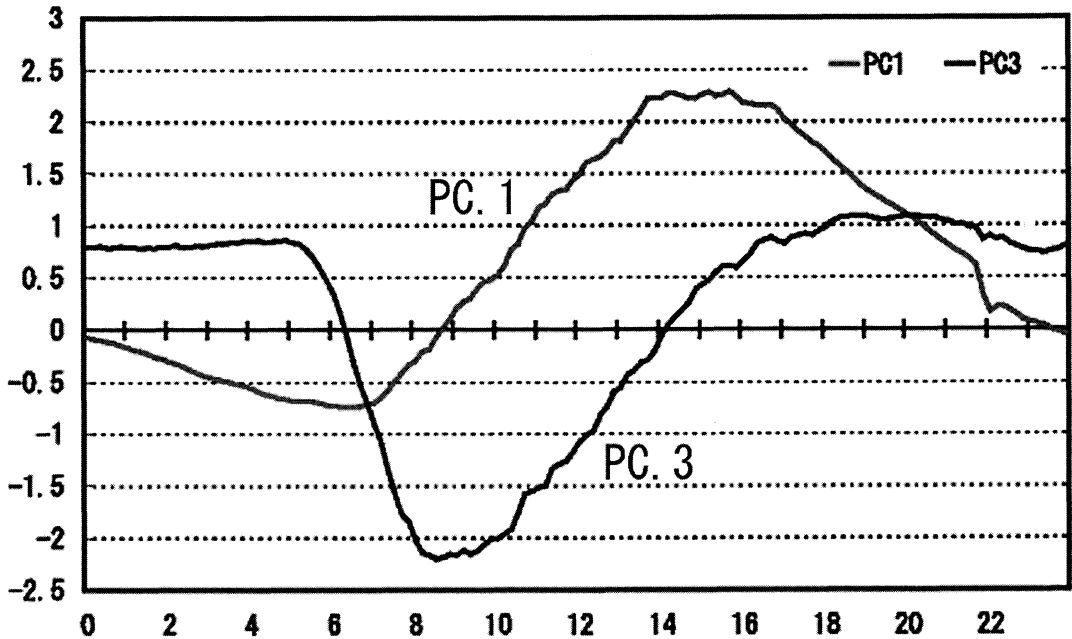
2.2 日変化パターンの分析

97地点の気温データの空間平均偏差に対し主成分分析を適用し、その因子負荷量の空間分布と主成分スコアの日変化パターンについて検討した。第1主成分には、23区部北西と沿岸南東部での逆符号を示す構造が認められ(第4図a)、スコア時系列には明瞭な日周期が認められる(第5図)。北西部で高温を示し、海岸部との温度差が顕著になる時間帯は午後2時から4時の

間に認められる。また、第3主成分にも日周期を伴う成分が検出され(第4図b)、午前9時頃を中心として強いシグナルが現れる(第5図)。この時間帯には品川区付近から北に向かって低温域が広がることが確認されることから、海風の侵入に伴って現れる成分と考えられる。

3. ヒートアイランド研究の今後

ヒートアイランドに関する従来の我が国における研究は、ヒートアイランドの形成メカニズムの解明に重点を置いてデータ解析や数値モデルによるシミュレーションを行う理学的アプローチと、ヒートアイランドの影響評価や緩和対策に関する実験や予測モデル開発



第5図 第1, 第3成分の成分得点日変化.

に重点を置く工学的アプローチに大別される。

前述のように、ヒートアイランドの実態解明には都市内外に多数の観測点を設けて継続的なモニタリングを実施するのが望ましい。このような高密度観測データは、メソスケール数値モデルの入力データやシミュレーション結果の検証データとしても有効であり、国内の主要都市で今後観測態勢が整備されることを期待したい。

数値モデルによるヒートアイランド現象の再現実験の信頼度を高めることは、各種予測モデルの精度向上につながるため、既存のモデルの改良に留まらず、新たな都市気候モデルの開発が期待される。

いずれにせよ、ヒートアイランド問題は、人口が都市に集中することによってエネルギー消費量が増大し、都市化によって地表面が人工化して熱的特性が変化したことが主要因であることは明らかであり、それによる高温化が都市住民だけでなく、動植物生態系にも様々な影響を与えているという点で、きわめて学際的な研究へと発展する可能性を秘めている。

ヒートアイランド緩和策については建築・都市工学分野の研究者の協力が必要になる。また、ヒートアイランドが及ぼす影響については学問分野としても多岐にわたるため、まさに学際的な研究が期待される。

東京では、それほど遠くない将来に真夏の日中の気

温が40°Cを越える可能性も指摘されており、熱中症など高温による健康面への悪影響が懸念される。解明には医学専門研究者の協力が不可欠である。人間だけでなく、生態系への影響も出始めている。亜熱帯産の動植物が増えているという報告もある。これは前にも指摘したように、夏季の高温化よりは、冬季の温暖化の影響が強いと思われる。海面水温の上昇による海洋生物資源への影響も考えられる。生態学や海洋・水産学の研究者とも協力して実態を解明して行かねばならない。

都市空間を取り囲むすべての事象がヒートアイランド現象に関わっている。その意味で、都市を形成する陸域と水域の環境と、それを覆う大気環境がそれぞれに相互作用を及ぼし合っていると考えることもできる。こうした観点から、今後ヒートアイランド問題に関する研究が、それぞれの専門分野で深められると同時に、相互に関連する学際的分野の研究としても発展することを期待したい。

4. 東京都のヒートアイランド対策への関わり

2002年8月、東京都は「ヒートアイランド対策推進会議」を設置し、全庁的な取り組みを確実に進めていくためのステップを踏み出した。2002年11月15日に発表した「重要施策及び平成15年度重点事業」では、「東

京が率先する環境重視の都市づくり」を7つの戦略的取組のひとつと決定し、その中で庁内各局や民間との連携によるヒートアイランド対策を実施していくこととしている。さらに、地球温暖化対策との政策連携を検討し、東京都の温暖化対策の基本方針を策定してヒートアイランド対策の推進を明確に位置付けた。

一方、こうした東京都のヒートアイランド対策に呼応する形で、東京都立大学と東京都環境科学研究所による共同研究が始まった。従来、研究者による研究と行政の対策とが直接結びついて進められるケースはほとんど無かった。東京都環境科学研究所は、都の直轄研究所であるからその研究成果が都の政策と連結しているのは当然とも言えるが、東京都立大学は都の設立した大学ではあるが、そこで行われる研究は独立しており、直接都の政策に反映されることは原則としてない。

初めに紹介した都区内観測システム METROS の設置に関しても、東京都のヒートアイランド対策の一環として、モニタリングが重要であることを大学研究者サイドが提言し、それを共同研究機関である東京都環境科学研究所が都の事業の一部として実施するという形態をとっている。

すなわち事業主体者（予算執行者）はあくまでも東京都であり、大学研究者は都の政策推進を側面から支援するという形で進められている。大学サイドでの研究は自発的に行われており、その研究成果は従来通り国内外の関連学会等で発表し、論文として投稿される。

研究成果は東京都のヒートアイランド対策にも有効に活用されることが望ましいことは言うまでもない。

ここで紹介した東京都のやり方が、他の行政機関と大学等の研究機関との連携にそのまま適用できるとは限らない。いずれにせよ、ヒートアイランド問題は都市住民の日常生活に直接かかわる事柄であり、研究者と行政が密接に連携をとりながら、研究を進めてゆることが望まれる。

なお、参考までに東京都のヒートアイランド対策については下記のホームページに詳しく紹介されているので参照して頂きたい。

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/kikaku/heat/>

参 考 文 献

- 三上岳彦, 1996: 東京におけるヒートアイランドの時空間構造とその長期変動, 総合都市研究, 60, 77-85.
- 三上岳彦, 若林明子, 宇田川満, 伊藤政志, 1997: 東京のヒートアイランドに関する研究(その1)—数値モデルの作成と現況再現シミュレーション—, 東京都環境科学研究所年報, 1997, 38-48.
- Mikami, T., A. Kannari, Y. Yamazoe, C. Suzuki, K. Kimura and S. Kubo, 2000: Investigation of urban heat islands in Tokyo Metropolis based on the ground monitoring system, Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium: WMO/TD, 1026, 491-495.

新刊図書案内

表 題	編 著 者	出 版 者	出版年月	定 価	ISBN	備 考
植生と大気の大4億年 陸域炭素循環のモデ リング	D. J. ベアリン グ F. I. ウッ ド ワード	京都大学学術 出版会	2003.12	¥6,000	4-87698-624-X	訳: 及川武久
地球システム科学の基 礎 変わりつづける大気環 境	T. E. Graedel P. J. Crutzen	学会出版セン ター	2004.01	¥6,800	4-7622-3023-5	訳: 河村公隆 和田直子
農業生態系における炭 素と窒素の循環	農業環境技術研 究所	養賢堂	2004.02	¥3,800	4-8425-0357-2	

注: 表中で定価はすべて本体価格です(特記したものを除く)。