

2002年夏期における都区部の気温分布の特徴について

安藤 晴夫 塩田 勉* 森島 濟** 小島 茂喜** 石井康一郎
泉 岳樹*** 三上 岳彦***

(*現東京都水道局金町浄水場 **非常勤研究員 ***東京都立大学大学院)

要 旨

東京都内のヒートアイランド現象の実態を把握するために、2002年度に都内120地点に高密度の気象観測システムを設置した。その観測データから、2002年7、8月の都内の気温分布の特徴が明らかになった。日最高気温の平均値は概ね33 で都心から北側にかけて高く、東京湾岸では低かった。日最低気温平均値は25 前後で都心部から南側が高かった。真夏日数と熱帯夜日数についても同様な傾向が認められた。この気象観測データに主成分分析を適用して、気温分布の時間変動特性が明らかになった。

キーワード：ヒートアイランド、東京、気温分布、主成分分析

Spatial Structure of Summer Temperatures over the Urban Area of Tokyo in 2002

Haruo Ando, Tsutomu Shioda*, Wataru Morishima**, Shigeki Kojima**,
Koichiro Ishii, Takeki Izumi*** and Takehiko Mikami***

*The Bureau of Waterworks, **Associate Researcher,

***Tokyo Metropolitan University

Summary

In order to clarify the spatial and temporal variations of the urban heat island phenomena in Tokyo metropolis, we settled 120 automated meteorological stations which provide high density observational data in July, 2002. As a result, very detailed temperature patterns were found based on the observational data in the summer (July 20 - August 31) of 2002. Spatially averaged means of daily maximum temperatures were around 33 degrees, in which temperatures were higher from central Tokyo toward the northern part and were relatively lower along the bayside area. means of daily minimum temperatures (spatial average was around 25 degrees) were higher in the central part of Tokyo toward south. The similar spatial characteristics were found in the number of days with tropical nights (daily minimum temperature exceeds 25 degrees) and mid-summer days (daily maximum temperature exceeds 30 degrees). Principal Component Analysis for temperature anomaly patterns in summer days clarifies a proper spatial and temporal structure of urban heat islands in Tokyo.

Key words : Heat Island, Tokyo, Temperature, Principal Component Analysis

1 はじめに

大都市の高温化、いわゆるヒートアイランド現象については、近年、単なる生活上の不快感だけにとどまらず、熱大気汚染という、より深刻な環境問題として捉えなお

され、各方面でその対策が検討されている¹⁾。

東京都においても、熱中症や都市型集中豪雨の増加、光化学オキシダント濃度の上昇等とヒートアイランド現象との関連が取りざたされ、人々の関心も高まるなかで、

両者の気温の観測方法は異なり、大手町の場合には、強制通風下（通風筒内）での観測であるのに対し、METROSの場合は、自然通風下（百葉箱内）で観測された結果である。また、METROSのデータは、全地点の平均値について、大手町のデータと比較した。さらに、時間値の求め方も異なり、METROSでは毎正時から10分間隔で計6個のデータの平均値を時間値としたのに対し、大手町のデータは、毎正時の瞬時値が時間値となっている。

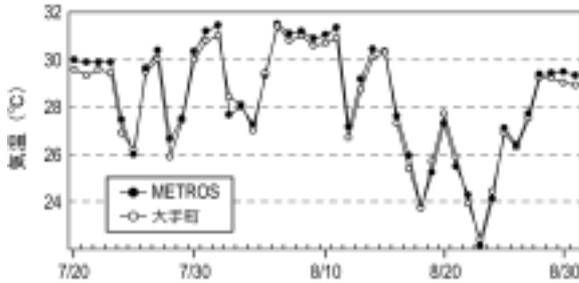


図3 METROSと大手町の日平均気温の比較

図3は、METROSと大手町の日平均気温の推移を比較したものである。気温が高いグラフの山の部分では、いつもMETROSの気温(●)の方が高めの傾向を示している。一方、気温の谷の部分については、大手町(○)の方が高い場合も認められる。図4は、気温の時間値について比較したもので、両者の変動傾向は非常によく一致していることが分かる。しかし詳細に見ると、日平均気温のグラフで認められたピーク時にMETROSの気温が高い傾向が、より顕著に現れている。図5は、こうした傾向を確かめるために、気温差と時刻との関係を箱ヒゲ図に表したもので、正の値はMETROSデータの値の方が高いことを示している。図5によれば、4時～9時頃までMETROSの値は大手町より若干低いのに対し、11時～23

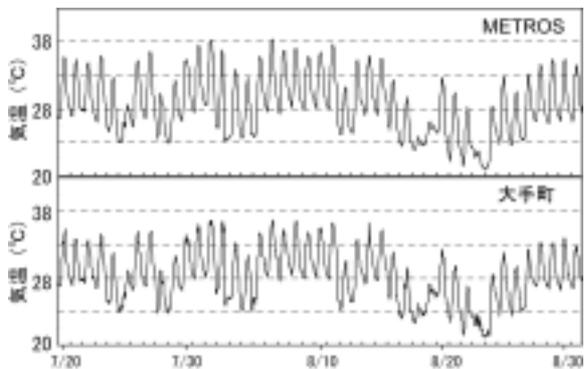


図4 METROSと大手町の時間平均気温の比較

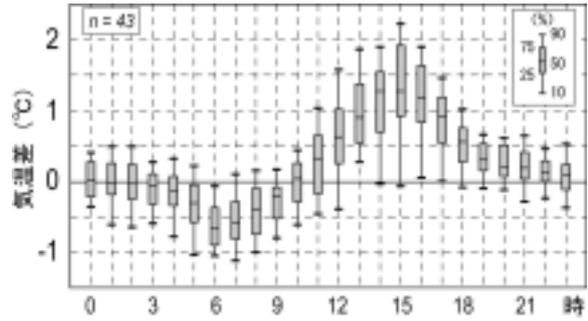


図5 METROSと大手町の時刻による気温差の変化

時頃までは逆に高い傾向が認められる。その差を50%値でみると、METROSの値は、6時頃に約-0.6で最も低めになり、15時頃には約1.2で最も高めになる。こうした両者の気温差の傾向は、METROSの値が区部全域の平均値であるため、後述するように日較差の大きい地点のデータも含んでいるのに対して、大手町の値は比較的東京湾に近く、日較差が小さい地点での観測結果であることに起因すると考えられる。ただし、結論的には、観測方法等に違いがあるにもかかわらず、両者の値は非常によく一致することが確認できた。

(2) 2002年夏期の気温状況

2002年の関東地方は前述のように7月20日に梅雨が明けた。図6は、その後の気温の推移をMETROS(全地点平均値)の日平均気温、日最低気温、日最高気温によって示したものである。8月末までの43日間のうち、日最高気温が30を超えた日は35日、日最低気温が25を超えた日は22日であった。またこれらの日数は、大手町のデータについて計数した結果でも全く同じであった。7月下旬から8月上旬には、35を超える日が7日間も出現した。日最高気温が最も高かったのは8月6日で、36.3であった。また、図6に示すように、気温が高かった8月上旬まで東京都内ではほぼ連日光化学スモッグ注意報が発令された(なお8月1日には千葉県で警報発令)。

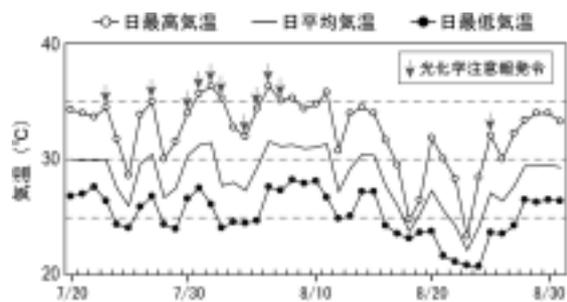


図6 2002年夏期の気温の推移(METROS全地点平均値)

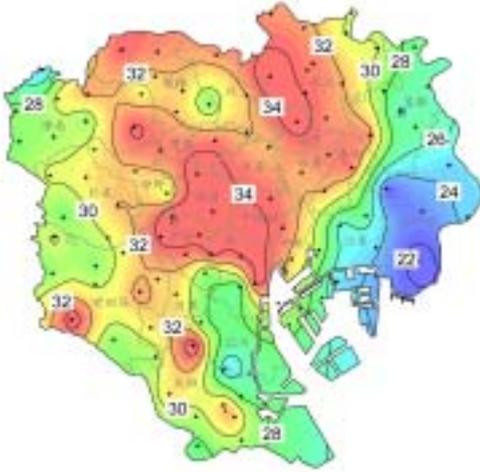


图 8-1 30 超過時間割合 (%)

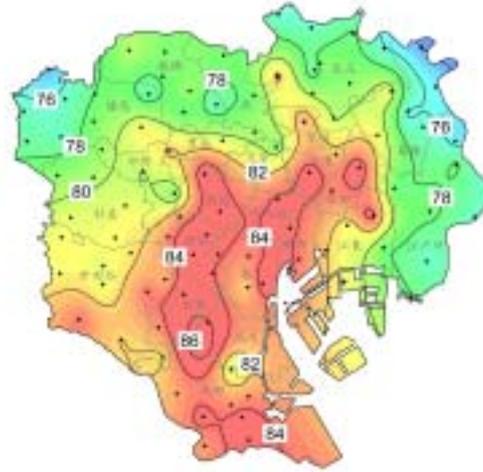


图 8-2 25 超過時間割合 (%)

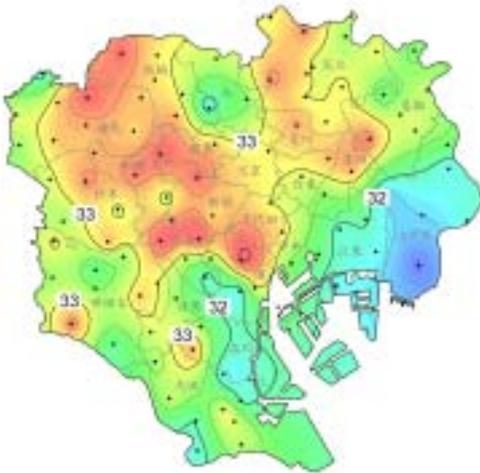


图 9-1 日最高气温平均值 ()

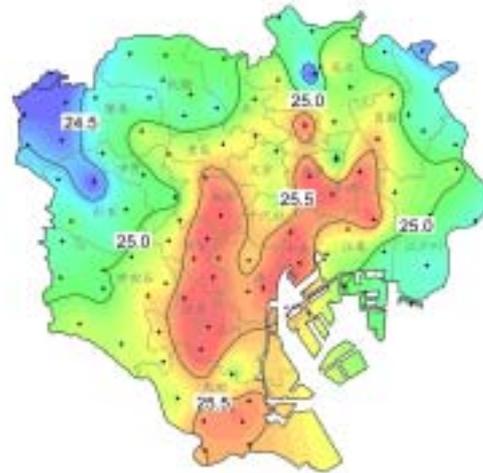


图 9-2 日最低气温平均值 ()

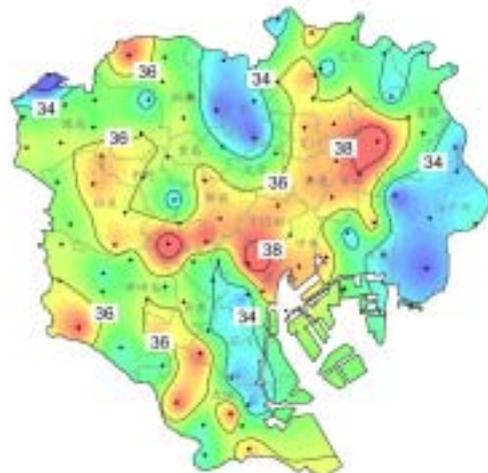


图10-1 真夏日日数

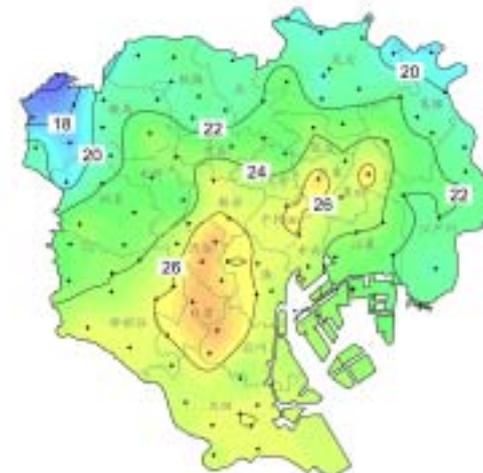


图10-2 熱帯夜日数

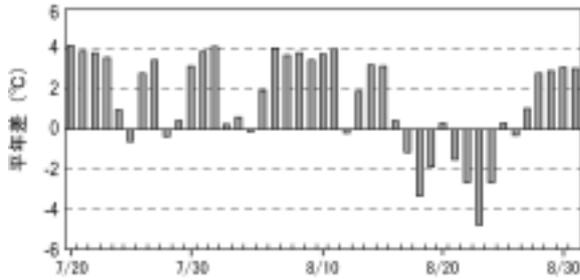


図7 日平均気温の平年差

図7は、METROSの日平均気温と大手町の平年値(1971～2000年)との差を表したグラフで、正の値は、その日の気温が平年値より高かったことを示している。図7によれば、8月中旬までは、日平均気温が平年値より3～4度も高い日が続いた。そして、それ以降は台風13号等の影響により、平年値より気温の低い日が続いたが、8月下旬には再び気温が高くなった。

このように、2002年の梅雨明け以後の気温は平年よりかなり高めであった。

(3) 気温分布の特徴

各地点のMETROSの気温データ(10分値)を平均値や出現頻度等の数値に集約し、それを平面補間して各種の気温分布図を作成した。それらの地域的特徴について以下に述べる。なお、図中の黒丸は、観測地点の位置を示している。

ア 30、25 を超えた時間割合の分布

図8は、気温が30及び25を越えた時間割合の平面分布図である。

30を超えた時間の割合が最も高かった地域は、千代田・港・新宿・渋谷区や練馬区の東寄りの地域及び荒川・足立区など、主に都心部とその北側の地域に広がり、その値は34%以上であった。一方、その周辺地域では30%を下回り、特に東京湾岸に位置する江東・江戸川区などでは、その割合が26%以下で、他の地域と比較して値がかなり小さかった。30を超える時刻は、1日で最も気温が高くなる昼過ぎに多いことから、この割合が高いことは、日中の気温が上昇し易い地域であると考えられる。

一方、25を超えた時間の割合は、新宿・渋谷・目黒区を中心とする地域から南側と、台東・千代田・中央区から墨田・江東区まで広がる地域で高く、その割合は84%前後であった。それに対して、埼玉県と千葉県

境に近い地域ではその割合が80%以下で低かった。25を超える時間の割合が高い地点は、気温が25以下に下がり難い地点と言い換えることもできる。すなわち夜間の気温が下がり難い地点であることを示している。

イ 日最高気温と日最低気温の分布

図9は、日最高気温及び日最低気温の43日間の平均値の平面分布である。日最高気温は14～15時頃、日最低気温は夜明け前の5～6時頃に記録されることが多い。したがって図9は、それらの時間帯の平均的な気温分布を表していると考えられる。

日最高気温が33以上の高い地域は、都心部の港・渋谷区から北西方向に、新宿・豊島・中野区、さらに内陸部の練馬・板橋区まで広がっていた。一方、江東・江戸川区、品川区などの東京湾の沿岸部ではそれより1以上低かった。

日最低気温が25.5を超える高い地域は、大田区や新宿・渋谷・目黒区、港・中央区、台東・墨田・江東区など都心部の東京湾岸に近い地域で、図8の25を超える時間割合の高い地域とほとんど重複している。それに対して、内陸部の練馬・杉並区周辺では低い傾向を示している。

日最高及び最低気温のそれぞれの地域格差は、どちらも最大で1.5程度であった。

ウ 真夏日日数、熱帯夜日数の分布

真夏日は、日最高気温が30を、熱帯夜は日最低気温が25を超えた日と定義されている。

図10は、43日間の真夏日と熱帯夜の日数を示している。前述のように、全域平均ではこの期間の真夏日日数は35日前後、熱帯夜日数は22日前後で、それぞれ全日数の約80%、約50%を占めている。

真夏日は、渋谷区、千代田・港区、墨田・葛飾区が36～38日で最も多かった。一方少なかった地域は、東京湾に近い品川区や江東・江戸川区と、内陸部の北区で34日以下であった。

熱帯夜は、品川・目黒・渋谷区を中心とした地域と千代田・台東区を中心とした地域が26～27日で最も多かったのに対し、埼玉県及び千葉県との県境に近い地域では、22日以下で相対的に少なかった。

エ 気温の日較差

高温の日が続いた8月6日から11日までを典型的な夏日と考え、その間の平均日較差(最高気温と最低気温の

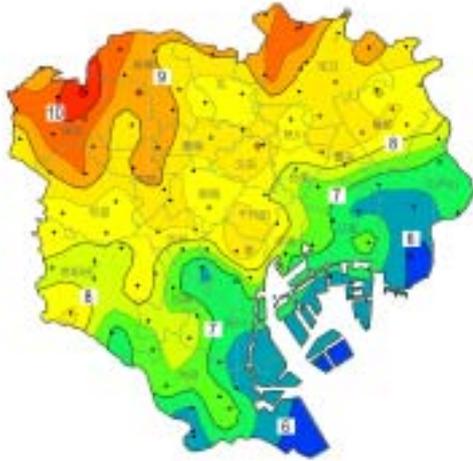


図11 気温の日較差 ()
2002年8月6日～11日の平均値

差)の分布図を作成して地域的な特徴を検討した(図11)。図11によれば、日較差は東京湾岸の地域が約6で最も小さく、北部に行くほどその値が大きくなり、練馬・板橋区、足立区では9を越えていた。

(4) 気温の日変化パターンの解析

気温は、主に日射や海陸風循環などの影響によって日周的な変化をするが、その振幅や位相は各地点の特性により異なる。すなわち、全域の気温分布を終日観察すれ

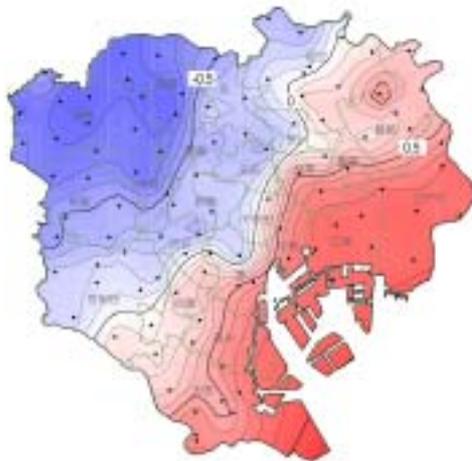


図12 第1主成分の因子負荷量の空間分布

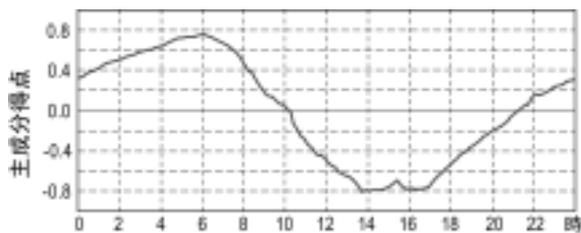


図13 第1主成分得点の日間変動特性

ば、相対的な気温の高低が時刻により変化することは、日最高気温と日最低気温の分布が異なることから予想される。そこで、各地点の気温偏差(地点の気温と全域の平均気温との差)に主成分分析を適用して、気温分布の日変化パターンを検討した。

累積寄与率は第1、第2、第3主成分まででそれぞれ約30、50、60%であった。

第1主成分の因子負荷量の平面分布を図12に示す。23区北西の内陸部と南東の沿岸部を結ぶ線に沿って因子負荷量の値が変化し、正負が逆転する構造が認められる。すなわち、相対的な気温の高低が、内陸部と沿岸部では逆の傾向を示している。第1主成分得点の時刻別平均値を図13に示す。主成分得点は、各地点で計算される”因子負荷量×気温偏差”の値の総和に比例する。すなわち、今回の場合、因子負荷量の符号により地点を沿岸部と内陸部に分けて単純化すると

主成分得点

沿岸部の因子負荷量(正)×沿岸部の気温偏差

+ 内陸部の因子負荷量(負)×内陸部の気温偏差

と考えられる。この式から、気温偏差に関して、沿岸部が正、内陸部では負の場合に主成分得点が最も高くなり、両者の正負が全く逆の場合には主成分得点は最も低くなることが分かる。この式と図13から、主成分得点が最も高い朝6時頃は、沿岸部の気温偏差が正で、内陸部が負の場合に相当し、14～16時には内陸部の気温偏差が正で、沿岸部の気温偏差が負になっていると考えられる。言い換えれば、6時頃には沿岸部の気温が、14～16時頃は内陸部の気温が相対的に最も高くなるという気温の日変化パターンが存在することが解析結果から明確に認められる。

(5) 気温分布に関係する要因

これまで、様々な集計方法に基づいて作成した気温の平面分布図を示したが、その地域的特徴は概ね次のように要約できる。

30 超過時間割合や日最高気温、真夏日日数は昼間の気温の状況を表すと考えられる。すなわち、昼間の気温は都心部から北西方向の内陸部で高く、沿岸部では、それほど気温が上がらない。

25 超過時間割合や日最低気温、熱帯夜日数は、夜間(明け方)の気温の状況を表し、この時間帯の気温は、都心部から南西側で高く、内陸部の地域では低い。

このように都内の各地域が、昼と夜の気温の高低によ

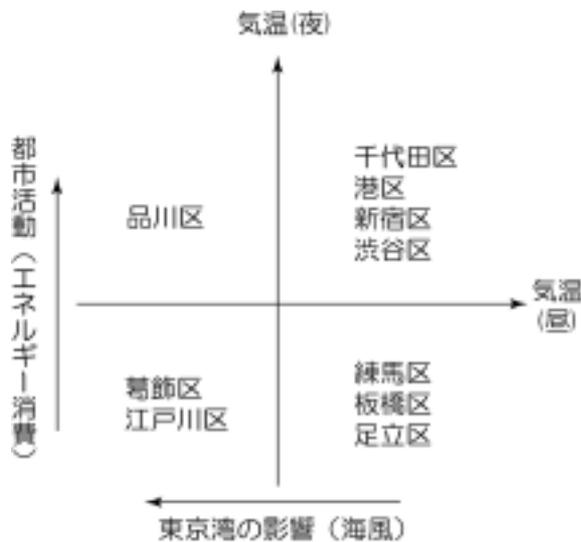


図14 気温による地域分類とその要因

って、特徴付けられる。そこで、昼と夜の気温を2軸とした平面に、気温の高低が顕著な区を割り付け、その特徴を調べた(図14)。実際には、区によって面積も観測地点数も異なり、同一区内でも熱環境の差が大きいことは各種分布図からも明らかであるが、気温分布の地域差が都市活動(エネルギー消費)の大きさと、東京湾の影響(海風による冷却効果)に強く関連していることが図14から推察される。

4 おわりに

本報告では、2002年夏期の気温の観測結果から、都内の気温分布の特徴について述べた。地域の気温がどのような要因によって決まっているのかを明らかにすることは、ヒートアイランド対策の効果を予測する上でも重要である。そのため、地域別の熱収支や風の状況などのいわゆる背景情報と気温との関連について、その後の観測で得られた気象データも含めて解析を行い、今後、報告していきたい。

参考文献

- 1) 環境省:平成13年度ヒートアイランド対策手法調査検討業務報告書、pp.106 (2002)。
- 2) 東京都:ヒートアイランド対策取組方針、pp.43 (2003)。
- 3) 宇田川満、早福正孝、伊藤政志:赤外線撮像装置による地表面温度分布 -公園緑地周辺-、1991-2東京都環境科学研究所年報、pp.46-53 (1991)。

- 4) 伊藤政志、宇田川満、早福正孝:最近の東京における都市気温分布の変化について(その2)、1992東京都環境科学研究所年報、pp.39-43(1992)。
- 5) 伊藤政志、宇田川満、三上岳彦:東京都内の気温分布について(その1)、1994東京都環境科学研究所年報、pp.35-46 (1994)。
- 6) 甲斐 憲次、伊藤政志、宇田川満、糸賀勝美:環八雲の発生条件に関する気候学的研究 - 1989年8月の統計解析について -、1994東京都環境科学研究所年報、pp.27-34 (1994)。
- 7) 三上岳彦、若林明子、宇田川 満、伊藤政志: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-、1997東京都環境科学研究所年報、pp.38-48 (1997)。
- 8) 三上岳彦、若林明子、宇田川 満、伊藤政志:東京のヒートアイランドに関する研究(その2) -ヒートアイランド改善対策とその効果-、1997東京都環境科学研究所年報、pp.49-56 (1997)。