

夏期における東京都内の気温分布について

—2007年～2009年における観測結果—

横山 仁 安藤 晴夫 大久保 さゆり* 赤坂 郁美** 高橋 一之

(*非常勤研究員、**現・海洋研究開発機構)

要　旨

都内に高密度に配置された気温観測網のデータをもとに、夏期における東京都内の気温分布を調べた。日最高気温は、区部だけでなく多摩東部においても高い傾向が認められたが、熱中症との関連が深い30°C以上の時間割合は、多摩部では低く、区部の主として都心から北および北西方向にかけて高い傾向が認められた。熱帯夜日数等の夜間から早朝にかけてみられる高温現象は、都心及び東京湾岸を中心とした地域で顕著な傾向が認められた。気温分布と緑地率との関係を調べたところ、緑地率の高いところほど、気温が低くなっていることがわかり、その傾向は特に、熱帯夜日数や日最低気温において明瞭であった。

キーワード：ヒートアイランド、気温分布、30°C以上の時間割合、緑地率

Realities of Air Temperature Distribution in Summer in Tokyo

—Observation results since 2007 to 2009—

YOKOYAMA Hitoshi, ANDO Haruo, OOKUBO Sayuri*, AKASAKA Ikumi**, TAKAHASHI Kazuyuki

*Associate researcher, **JAMSTEC

Summary

We examined the realities of urban heat island phenomena in Tokyo in summer by analyzing data of the high density heat island observation net. As a result, it became clear that the detailed reality of heat island in Tokyo. Main results were as follows. Daily maximum air temperature was high in not only Tokyo wards but also the east part of Tama. On the other hand, ratio of Periods $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ which are said to be closely related to heat disorder was low in Tama and high in the area from central Tokyo toward the northern and northwest area. Numbers of $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C days}$ (tropical night) was high in the area from central Tokyo toward Tokyo bay; appeared from late mid-night to early morning. By analyzing relationship between distribution of air temperature and ratio of green space, there was negative correlation, especially tropical night and daily minimum air temperature was higher.

Key words: Urban Heat Island, Air Temperature Distribution, Ratio of Periods $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$, Ratio of Green Space

1はじめに

一般に、ヒートアイランド現象と呼ばれる都市の温暖化現象は、熱中症など人体への影響のほか、生態系の変化、大気汚染物質濃度の上昇、集中豪雨の発生、エネルギー消費の増加など多くの事象への関与が指摘されている^{1,2)}。東京都においても、ヒートアイランド現象に対する都民の関心の高まりに対し、行政上の重要課題の一つとして全庁的な取組みを開始している。なかでも、平成15年3月に策定された「ヒートアイランド対策取組方針」をはじめ、人工排熱や地表面被覆の違いが、大気に与える影響（熱負荷）を示した「熱環境マップ」、さらには、これに基づいた区部4箇所における「ヒートアイランド対策推進エリア」の設定、そして、「ヒートアイランド対策ガイドライン」の作成など、国や区等との連携を図りながら、さまざまな対策を推進している^{2)~4)}。

こうしたなか、東京都環境科学研究所においても、これらの施策を支援するため、従来からヒートアイランドに関する研究に取り組んできており^{5)~8)}、特に、2002年に東京都立大学（現：首都大学東京）との共同研究により開始した高密度な気温等の連続観測網（METROS）を整備し、より詳細なヒートアイランドの実態を明らかにしてきた^{9)~11)}。ここでは、2007年～2009年の気温観測結果をもとに、近年の夏期における都内の気温分布の実態を報告する。

2 観測方法

東京都内（奥多摩町、日の出町、檜原村を除く）にある小学校160校の百葉箱内に、データロガー付温湿度計（3641温湿度ロガー、日置電機（株））を設置し、10分間隔で気温、湿度を測定した。設置場所の選定にあたっては、設置間隔、百葉箱の品質、百葉箱設置場所の空間代表性等を考慮し決定した。観測方法等の詳細については、安藤（2003）、横山（2005）に詳しく述べられているのでここでは省略する。本報では、観測結果の平均値や出現頻度等を平面補間し、未観測地点の状況等も含めた気温分布等について解析した。

3 結果と考察

（1）東京都内における夏期の気温分布の特徴

図1に、2007年～2009年までの3年間の夏期の日最高気温平均値の分布を示す。図から、日最高気温は都内全

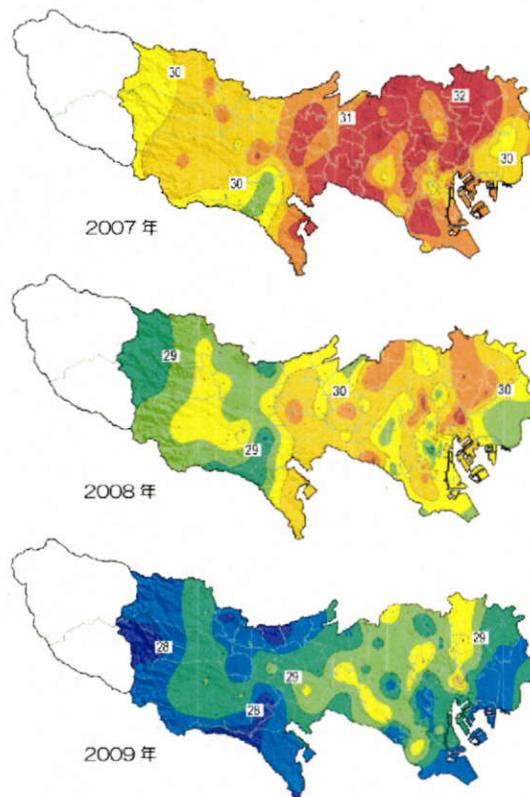


図1. 夏期における日最高気温平均値（℃）の分布
(各年とも7月20日～9月30日の平均値)

域で、年を追って低下している状況が分かる。これは、気候の年次変動によるものであり、ヒートアイランド対策によるものとは考えにくい。分布の傾向は3年間とも類似しており、区部の東部を除く地域から多摩の東部にかけて高い傾向が認められる。

以下で、3年間のうちで最も気温が高かった2007年の観測結果について検討する。

①真夏日日数分布および日最高気温分布（図2）

真夏日日数（図2-a）は、区部では、江戸川・江東・港・世田谷を除くほとんどの区で45日以上の日数を記録しているが、多摩においても東部では、真夏日日数が多い地域が認められる。一方、多摩南部には、町田・八王子等のように、40日未満と日数の少ないエリアがある。日最高気温分布（図2-b）についても、真夏日日数と同様の分布の傾向が認められ、区部から多摩東部にかけて高い。これらの地域は日中、気温が高くなりやすいエリ

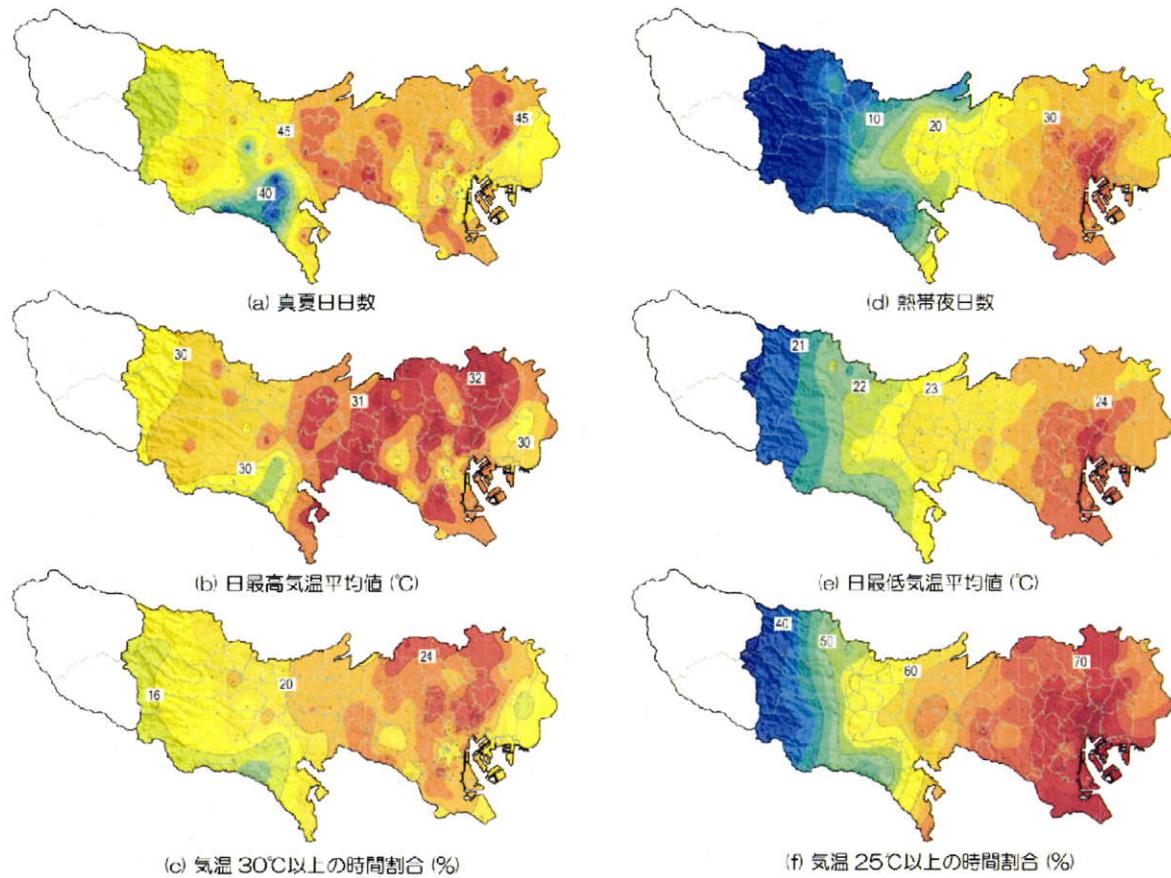


図2. 2007年における観測結果（いずれも、7月20日～9月30日の平均値）

アであるということができる。

②気温 30°C以上の時間割合分布

日中の暑さを示す指標として、真夏日日数や日最高気温があるが、近年これらのほかに、気温が 30°C を超えた時間数（割合）を指標とする場合がある。気温が 30°C 以上になると、急激に熱中症搬送者数が増えることが知られている¹¹⁾ことから、ヒートアイランドによる都民生活への影響を考える上で非常に重要な指標といえる。真夏日日数、日最高気温では、多日数、高温であった多摩東部地域が、気温 30°C 以上の時間割合でみると（図 2-c）、区部に比べ相対的に少なくなっている。一方、区部中央部から北部にかけては、真夏日日数や日最高気温と同様に多い地域が広がっている。これらのことから、区部中央部から北部にかけての地域は、熱中症に対し特に注意が必要な地域と考えられる。

③熱帯夜日数、日最低気温、気温 25°C 以上の時間割合

夜間から早朝にかけての気温の特徴を示すものとして、熱帯夜日数（図 2-d）、日最低気温（図 2-e）、気温 25°C 以上の時間割合（図 2-f）などがある。ともに、寝苦しさの指標といえるが、中でも熱帯夜日数は気温 30°C 以上の時間割合とともに、熱中症との関連が指摘されている¹²⁾。

分布をみると、日最高気温や真夏日日数等の日中の気温分布を示す指標とは異なり、区部中央部の都心付近から東京湾岸を中心とした地域にみられ、いわゆるヒートアイランド（熱の島）の形状を呈している。東京都では、ヒートアイランド対策の目標の一つとして、熱帯夜日数を 20 日程度に削減することを掲げたが¹³⁾、現状では区部中央部から南部のほとんどの地域で 30 日を超えている。20 日を下回っている地域は区部にはみられず、20 日以下の地域は多摩中部以西となっている。行政目標としての熱帯夜日数の削減は、実感的にはとらえやすいものの、科学的な定量指標とするには取り扱いににくい面がある。熱帯夜日数と日最低気温、25°C 以上の時間割合の各図を比較してみると、熱帯夜日数 20 日の等値線が、ほぼ日最低気温 23°C、気温 25°C 以上の時間割合 60% の等値線と一致している。このことから、定量的な指標としては、これらを基準とできるものと考えられる。ところで、図 2(d)で、多摩部における等値線が西側に深く食い込む形状をしているが、ほぼ鉄道や道路等の主要幹線に沿う形で湾曲している点で興味深い。詳細は不明であるが、主要幹線沿線の市街地化に伴うものと推察される。

(2) 気温の地域特性と緑地との関係

ヒートアイランド現象緩和のための地表面被覆対策の中でも、緑化推進対策は特に効果が高いことが示されている（たとえば、田村ら¹⁴⁾、2005）。そこで、3年間のうちで最も気温の高かった2007年の観測結果から、気温の集計値の空間分布と、各観測地点周辺の緑地面積の割合（以下、緑地率と記す）との関係について検討した。緑地率の算出には、東京都都市計画地理情報システムによる平成18年度土地利用現況（区部）データセットを用いた¹⁵⁾。ここでは、「公園、運動場等」「農用地」「原野」「森林」に分類された部分を緑地と定義し、山田（1995）の研究結果を参考に、各観測点から半径500mの領域における緑地面積／総面積を求め、緑地率とした。気温の指標には、対象期間とした2007年夏期の各観測点の熱帯夜日数、気温30°C以上の時間割合、日最高気温の平均値、日最低気温の平均値を用い、求めた緑地率との回帰分析を行なった。図3に各観測点から半径500mの範囲の緑地率と気温の各指標との関係を示す。4つの指標ともに有意な負の相関関係を示しており、緑地率の高いところほど気温が低くなることがわかる。各指標の中でも、熱帯夜日数や日最低気温との相関係数が特に高く、緑地率（緑被率）は最低気温との関係が深いとする既往の観測結果とほぼ一致した結果が得られた¹⁶⁾⁻¹⁸⁾。緑地がもたらす気候緩和効果は、緑陰や蒸発散によるものとすれば、基本的には日中に主として発揮されるものと考えられる。にもかかわらず、気温と緑地率との関係は日中の最高気温ではなく、主に夜間～早朝に現れる最低気温や熱帯夜との相関が高いとする結果が得られた。日中は、一般に大気の状態が不安定となりやすく、大気の混合が活発となり、明瞭な気温差として現れにくい。それに対し、夜間は大気が安定しやすく放射冷却等の影響も加わり、両者の相関がより明確に現れるためと考えられる。また、日中の最高気温は、観測地点のより近傍の環境に左右されやすいと考えられ、実際に緑地内で観測された事例では、最高気温との相関が最も高いことが示されている（たとえば、山田¹⁹⁾、1995）。4つの指標のうち最も相関の低かった日最高気温平均値は、日中の暑さに関連する指標であるが、湾岸地帯に低い地点が多く、内陸に行くにつれて高い地点が多くなる傾向が認められることから（図1）、日最高気温には海風による影響が大きく関与しているものと考えられる。ただし、同じ湾岸近郊でありながら、

江戸川区をはじめとした湾岸部の東部で低いのに対して、中央部や南部が高いのは、沿岸における人工被覆面の多さや緑地率の違いによるものと推察される。

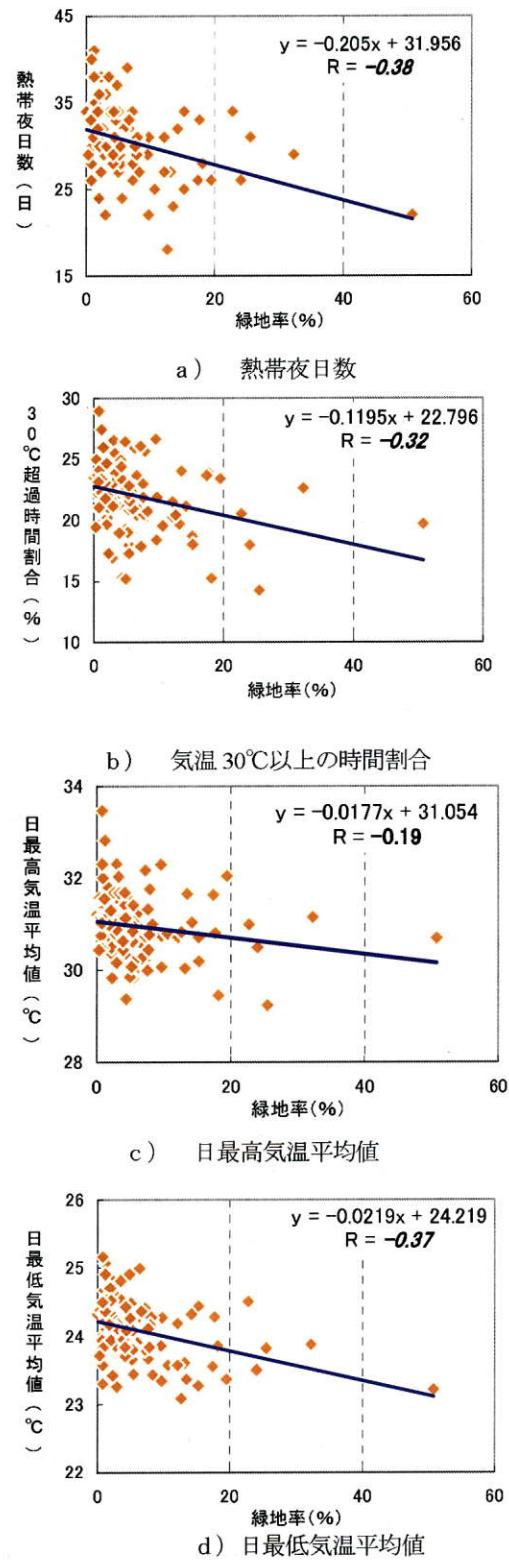


図3 気温集計値と半径500m内緑地率の散布図
相関係数の太字は5%有意、斜体は1%有意を示す

4まとめ

高密度観測網による気温測定の結果、気温の年変動にともない値は各年で異なるものの、分布は類似した傾向を示した。本研究により明らかとなった主な点は以下の通りである。

- ①真夏日日数や日最高気温が多い（高い）地域は、区部だけでなく多摩東部にも認められたが、熱中症との関連が深いとされる気温30℃以上の時間割合は、多摩部で小さく、区部の中心部から北部にかけて大きい傾向が認められた。このことから、同地域は、熱中症に対し特に注意を要する地域であると考えられた。
- ②熱帯夜日数や日最低気温等夜間から早朝にかけて気温が高い地域は、都心及び東京湾岸を中心とした地域にみられ、ヒートアイランド（熱の島）を形成していた。
- ③気温分布と緑地率との関係を解析した結果、緑地率が高い地域ほど、気温が低い傾向にあった。また、その傾向は特に、熱帯夜日数や日最低気温で顕著であった。

引用文献

- 1) 環境省：平成16年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書、pp.118 (2005).
- 2) 東京都：ヒートアイランド対策取組方針～環境都市東京の実現に向けて～、pp.43 (2003).
- 3) 東京都：熱環境マップとヒートアイランド対策推進エリア、
<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/maperia.html> (2005).
- 4) 東京都：ヒートアイランド対策ガイドライン、pp.26(2005).
- 5) 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).
- 6) 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).
- 7) 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).
- 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).
- 9) 安藤晴夫・塩田勉・森島済・小林茂喜・石井康一郎・泉岳樹・三上岳彦：2002年夏期における都区部気温分布の特徴について、東京都環境科学研究所年報2003、 pp.81-87 (2003).
- 10) 三上岳彦・安藤晴夫・横山仁・山口隆子・石井康一郎・塩田勉・森島済・小林茂喜・泉岳樹：東京都区内における夏期ヒートアイランドの時空間変動、東京都環境科学研究所年報2004、 pp.11-17 (2004).
- 11) 横山仁・山口隆子・石井康一郎・安藤晴夫・三上岳彦：夏期における都区部気温分布の特徴について－2002年～2004年までのMETROS観測結果－、東京都環境科学研究所年報2005、 pp.81-87 (2005).
- 12) 中井誠一：熱中症死亡数と気象条件-日本における21年間の観察、日本気象学会誌、30(4), 169-177(1993).
- 13) 東京都：東京都環境基本計画、pp.161 (2002).
- 14) 田村英寿、石井康一郎、横山仁：東京23区におけるヒートアイランド対策導入効果の数値予測、東京都環境科学研究所年報 2005、 10-18(2005).
- 15) 東京都都市整備局：平成18年度東京都都市計画地理情報システム(2007).
- 16) 三上岳彦：都市内部における公園緑地の気候、お茶の水女子大学人文科学紀要、35、 21-36 (1982).
- 17) 成田健一：都市内緑地の環境調節効果に関する実測研究、日本建築学会中国支部研究報告集、18、273-276 (1994).
- 18) 浜田 崇、三上岳彦：都市内緑地のクールアイランド現象-明治神宮・代々木公園を事例として-、地理学評論、67A-8、 518-529 (1994).
- 19) 山田宏之：都市気温分布と緑地分布の関連についての都市間比較、ランドスケープ研究 58-5, 253-256(1995).