

論文

新宿新都心地区における夏季気温の水平・鉛直分布

三上 岳彦 田口 晶彦* 伊藤 政志
(非常勤研究員) (東京都立大学)

宇田川 満 早福 正孝 朝来野 国彦

* 現所属：日本気象協会

要 旨

都庁をはじめとする高層ビルが建ち並ぶ新宿新都心地区とその周辺部において、夏季気温の水平・鉛直分布の継続的観測を行なった。水平分布については、自記温度計とサーミスタ温度計を用いて、定点ならびに移動観測を実施した。鉛直分布については、新宿住友ビル（高度200m）の北西側外壁と屋上の7箇所自記温度計を取り付け、約1ヵ月間の継続観測を行なった。

新宿新都心地区の夏季の気温水平分布は、新宿駅を中心とする高温域と、西口の新宿中央公園や東側の新宿御苑などの公園緑地と周辺部の低温域で特徴づけられる。駅周辺の高温域形成には、地下鉄や地下街などによる地面下層からの加熱も寄与している。

新宿住友ビル外壁を利用した気温鉛直分布の観測から、夏季の夜間から早朝にかけて、100～120mの高度帯に弱い逆転が見出された。気圧配置型別に気温鉛直分布を調べた結果、夏型・移動性高気圧型・台風型の場合に、15時前後に高度120mまでの層で強い逆転が生じていたが、おそらく温度計を取り付けたビル壁面の日射による加熱が原因ではないかと考えられる。

1 はじめに

近年、都市化の進展にともなって、都心部の気温が郊外に較べて高温となるヒートアイランド現象が顕著になっている。新都心新宿地区においても、高層ビルが集中するようになり、それにともなって気温の水平分布や鉛直分布にも変化が生じている可能性が高い。

気温の水平分布については、松本ら¹⁾によって、東京全域を対象とした年平均気温、年平均最高・最低気温、1月と8月の平均最低気温の調査結果があり、1976-78年と1985-87年の気温分布パターンが明らかにされている。東京のような巨大都市の場合、都心部を中心とする大規模なヒートアイランドの内部に、新宿、池袋、渋谷といった繁華街を核とする二次的なヒートアイランドが形成されると考えられる。また、都内に点在する公園緑地は、その内部が低温に保たれ、いわゆるクールアイランドを形成しているが、その影響が周辺市街地にも及んでいることが指摘されている²⁾。

一方、大都市やその郊外における気温の鉛直分布については、アメリカの諸都市をはじめとして多くの観測例

があるが^{3),4)}、東京での実測調査は従来あまり行われていない。1970年代に行われた「南関東大気環境調査」の一環として、都心（大手町）と郊外（小金井・町田）における気温鉛直分布の日変化が調査された⁵⁾。それによると、夜半から早朝にかけて、郊外では高度100m以下に接地逆転層が形成されたが、都心部では高度200m付近まで気温が遞減しており、朝6時頃に高度200m～250mの層で逆転が起こっていた。したがって、気温の鉛直分布でみる限り、都心部（大手町）では、夜間から早朝にかけても地表面による大気の加熱が継続していたことになる。東京の場合、ヒートアイランドの上限（クロスオーバーの出現する高度）は、深夜から明け方にかけて最大となり、高度350m～400mに達するとされている⁶⁾。本稿の対象とする新宿地区では、冬季に係留気球による観測が行われたことがあるが⁷⁾、晴天時の夜間から早朝にかけて高度150m以下に強い接地逆転層が出現している。

このように、大都市内部の気温鉛直分布については、季節や天候状態が大きく影響していると考えられるため、高度別に自記温度計を設置して、ある程度長期間に

わたって連続的に観測データを収録する必要がある。しかし、現在のところ、そうした継続的測定を行なっているのは、都内では東京タワーだけであり、200m級の高層ビルが建ち並ぶ新宿新都心地区では測定は行われていない。都市の大気汚染の実態解明とその的確な予測のためにも、気温鉛直分布の日変化・季節変化や天候状態・気圧配置との関係などを実測に基づいて調査・把握しておく必要がある。

本稿の目的は、1991年度に新宿新都心地区で行なった気温の実測調査をもとに、夏季気温の水平・鉛直分布の実態と要因を明らかにすることである。気温鉛直分布については、継続観測の行われている東京タワーの実測値との比較を試みる。

2 調査方法

(1) 調査場所および調査期間

図1に調査地域の概要を示す。新宿駅を中心として西口には、都庁ビルをはじめとする高度200m級の高層ビル街と、その西側には新宿中央公園があり、北側と南側には住宅地が密集し、さらに南側には明治神宮から代々木公園に続く大規模な緑地が立地する。一方、新宿駅の東口には、隣接して歌舞伎町などの繁華街が広がり、南側には新宿御苑（面積58.3ヘクタール）の広大な緑地が



図1 調査地域および測定点配置図

存在する。御苑の北側には事業所ビルが建ち並び、靖国通り以北は住宅街となっている。気温の鉛直分布を測定した住友ビルは、屋上面の高さ200mの三角形をした高層建築で、西口高層ビル街の中央北側に位置している。

(2) 気温水平分布の観測

自記温度計による定点および移動観測を行なった。自記温度計は、IBC社製のマイクロデータロガー（通称MDL）を使用した。定点は、図1に示す8地点のほか、明治神宮内と新宿御苑北側の四谷第七小学校に設け、1991年7月25日～8月31日の期間について10分間隔で気温データを収録した。百葉箱のない地点については、日射よけのセンサーカバー（外側を白く塗装した円筒形の塩化ビニル樹脂で、長さ20cm、口径6cm）を取り付けた。また、1991年8月26日の早朝に、サーミスタ温度計を用いて自動車による移動観測を行ない、午前5時現在の気温分布図を作成した。

(3) 気温鉛直分布の観測

新宿住友ビルの北西側避難バルコニーの外壁にMDL

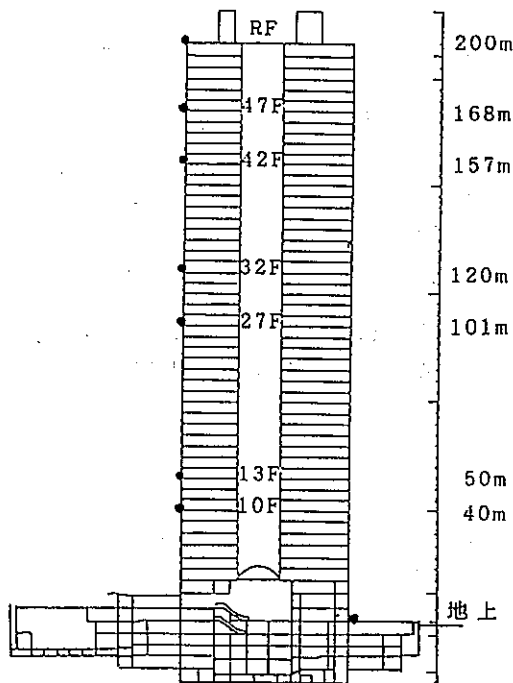


図2 新宿住友ビル鉛直気温測定点と高度

自記温度計（MDL）は、北西側のバルコニーの外壁に設置した

を取り付けて、0m（地上）、40m、50m、101m、120m、157m、168m、200m（屋上）の各高度別に気温の連続測定を行なった（図2）。MDLにはセンサーカバー（前記）を取り付け、10分間隔で気温データを収録した。気温測定は、図2に示した8点で行なったが、200m高度は北西側屋上面の高度1mに設置した。また、地上については、ビル西側の前庭にある植え込みに設置した。

測定結果のうち、200m（屋上）のデータに異常値が検出されたため今回は分析の対象から除外した。また、地上のデータについても、明らかに日射の影響と思われる異常高温が正午前後に検出されたため、高度0mの代替値として定点気温観測値（新宿御苑と明治神宮を除く）の全地点平均値を使用した。住友ビル地上データと全地点平均値データの日変化を比較してみると、図3に示すように、日射の影響を受けない夜間の気温にはほとんど差が認められないため、昼間についても全地点平均値で代替して差し支えないと判断した。

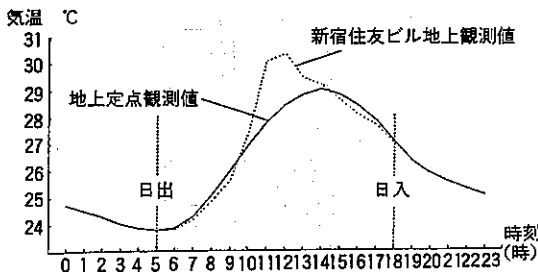


図3 新宿住友ビル地上観測値と地上定点観測値の全平均値との比較（1991.7.25-8.31の平均値）

3 気温の水平分布

図4は、1991年8月26日午前5時現在の気温分布図である。早朝で交通量が少なく、日射の影響も無いために、気温分布に影響するのは主として都市構造物の熱容量や放射特性であると考えられる。新宿駅の北側に高温域の中心があり、西口に隣接する中層ビル街にも高温域がみられる。この地域には地下鉄や地下街が延びており、夜間にも人間活動によるエネルギー放出や人工的熱源があるため、地下から地上に向かう熱の流れが存在すると考えられる。21.0℃の等温線で囲まれた領域は、東

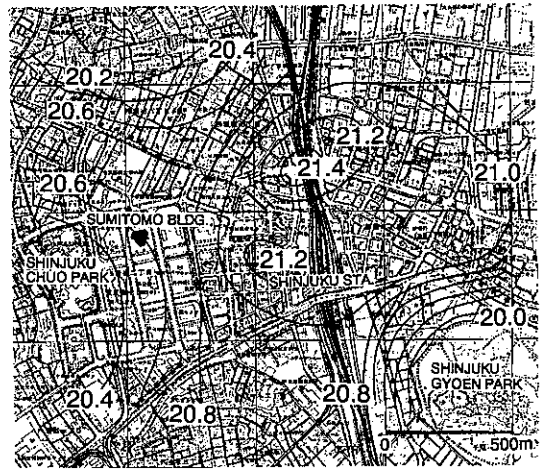


図4 夏季早朝の気温分布（1991.8.26 5:00 a.m.）

口の繁華街に広がっており、西側と南側の公園緑地が低温域を形成していることがわかる。今回、新宿御苑内では観測を行っていないが、御苑に近接した地域が低温になっていることや、過去における御苑内外での気温観測結果から、御苑がクールアイランドとして機能していると推察される。

一方、西口の高層ビル街は、新宿駅の高温域と西側の新宿中央公園にはさまれて、ほぼ対象地域全体の平均的気温を示している。新宿新都心地区におけるこのような「東高西低」の気温分布パターンは、大局的には地表面構成物質の熱的特性の違いによって生ずると考えられるから、夜間から早朝にかけてだけでなく、昼間の日射がある時間帯にも出現することが期待される。ただし、昼間、高層ビルの陰になる部分で日射の影響が弱まり、局地的なクールアイランドが形成される可能性がある。

4 気温の鉛直分布

(1) 高度別気温減率の日変化

図5は、夏季（1991.7.26-8.31）の住友ビルにおける高度別気温減率を1時間毎に平均して、その日変化を示したものである。すべて地上気温を基準（0℃）にした偏差で表してある。気温減率が高度100mについて0.5℃以上通減した場合を「通減」、同じく0.0℃以上の上昇があった場合を「逆転」、両者の中間を「等温」と定義した。

高度101m～157mの上層と高度40m以下の下層では、

昼夜を問わず逆転が出現しているが、高度40m~101mの中層では14時~18時を除くと逆転はみられない。接地層の逆転や等温が出現しやすい時間帯は、夜半から早朝にかけてであり、特に2時~7時では全体の80%以上に達

している。上層でもほぼ類似の傾向が認められるが、下層に顕著な逆転のみられた13時~16時の時間帯には、上層ではほぼ半分以上が通減となっている。

(2) 気圧配置・天候別気温鉛直分布の日変化

気温の鉛直分布は、その日の天候や気圧配置と密接な関連を持つと考えられる。そこで、気圧配置を夏型（南高北低）、移動性高気圧型、台風型、オホーツク海高気圧型Ⅰ・Ⅱ、停滞前線型Ⅰ・Ⅱに分類して、各気圧配置型における時刻別の平均気温鉛直分布図を作成した（図6~8）。気圧配置型の分類をできるだけ客観的に行なうために、吉野・甲斐（1974）の気圧配置型分類基準を参考にした。

ア 夏型・移動性高気圧型・台風型

いずれも、21時から翌朝の6時にかけて、ほぼ乾燥断熱減率で気温が通減しているが、高度101m~120mでは等温ないし弱い逆転が生じている。これがクロスオーバー高度に相当するのか否かについては、郊外における同時観測を行なっていないので判断できないが、1970年代の冬季に大手町で観測された事例では、高度200m~250m付近に同様の逆転層が出現している。

15時の気温鉛直分布は他の時間帯と異なり、かなり強い逆転を示している。特に夏型や移動性高気圧型の場合、地上と高度120mとの気温差が2℃にも達している。しかし、後述するように、台風型やオホーツク海高気圧Ⅱ型、停滞前線型など、曇天・雨天時には逆転が出現しておらず、また、同時刻の東京タワー測定値には明瞭な

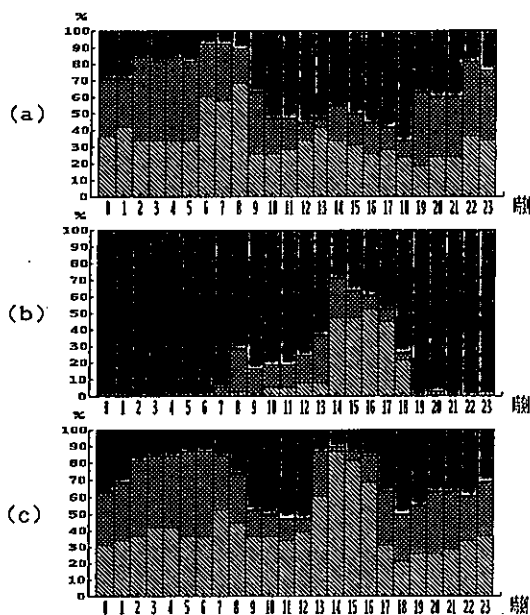


図5 高度別気温減率の時間変化（新宿住友ビル）

(a) 101-157m (b) 40-101m (c) 0-40m
 細斜線：通減 (<-0.5℃/100m)
 網線：等温 (-0.5~0.0℃/100m)
 粗斜線：逆転 (>0.0℃/100m)

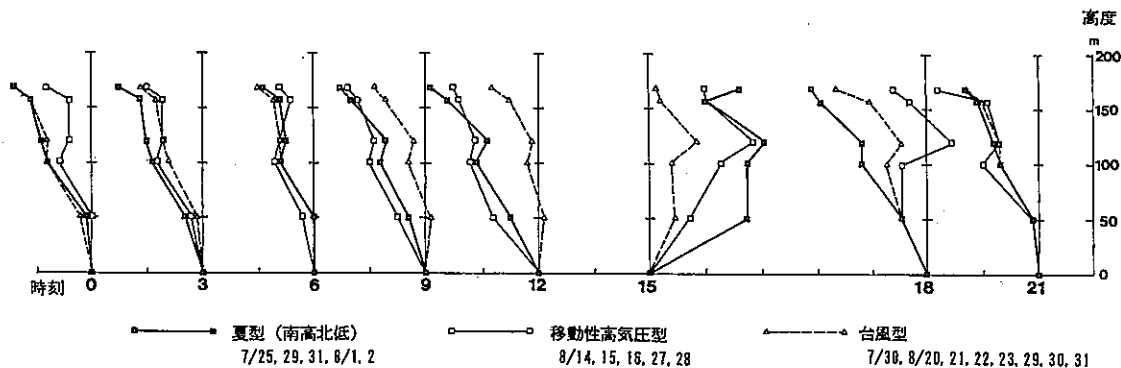


図6 気圧配置型別にみた平均気温鉛直分布（新宿住友ビル）の日変化
 （横軸の目盛り間隔は1℃）

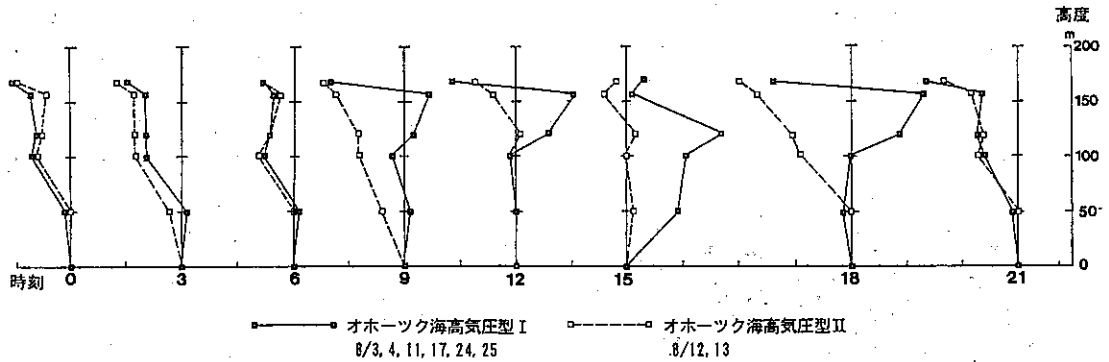


図7 気圧配置型別にみた平均気温鉛直分布（新宿住友ビル）の日変化
（横軸の目盛り間隔は1℃）

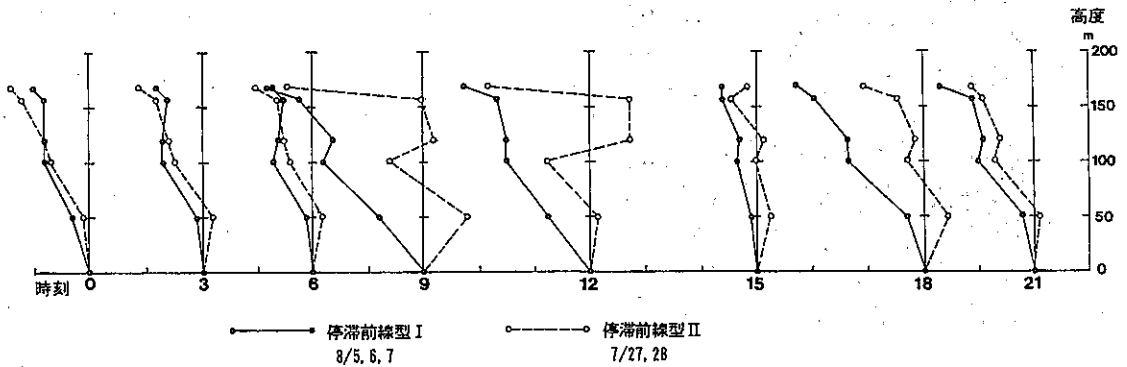


図8 気圧配置型別にみた平均気温鉛直分布（新宿住友ビル）の日変化
（横軸の目盛り間隔は1℃）

逆転がみられない。このことから、温度計を取り付けた住友ビル壁面の日射による加熱の影響が考えられるが、再度継続観測を行なって確認する必要がある。

イ オホーツク海高気圧型

地上から高度50mまでの接地層では、時刻に関係なくほぼ等温となっているが、夜間から早朝にかけて、高度50m～100mの中層で逆減、100m～157mの上層で等温となっている。100m～157mの高度帯では日中に逆転が出現する場合もある。オホーツク海高気圧型Ⅱにみられる、高度157m～168mの気温急変は測定値の異常と考えられる。

ウ 停滞前線型

全体的な気温鉛直分布のパターンは、オホーツク海高気圧型と類似している。夏型・移動性高気圧型・台風型で顕著な逆転層が形された15時には、ほぼ等温ないし弱

い逆減を示しており、接地大気の大気対流混合が行われていることを示唆している。

5 まとめ

以上の結果をまとめると、次のようになる。

(1) 新宿新都心地区の夏季の気温水平分布は、新宿を中心とする高温域と、西口の新宿中央公園や東側の新宿御苑などの公園緑地と周辺部の低温域（クールアイランド）で特徴づけられる。駅周辺の高温域形成には、地下鉄や地下街などによる下層からの加熱の影響が予測される。

(2) 新宿住友ビルの北西側外壁に取り付けた自記温度計による継続測定を行なった。その結果、夜間から早朝にかけては、ほぼ気温は逆減していたが、100m～120mの高度帯に弱い逆転が見い出された。

(3) 気圧配置型別に気温鉛直分布を調べた結果、夏型・移動性高気圧型・台風型の場合、15時に高度120mまでの層で強い逆転が生じていることが明らかになった。その形成要因は不明であるが、温度計を取り付けたビル壁面の日射による加熱の影響が考えられる。

新宿住友ビルでの観測機器設置とデータ収集にあたり、東京都環境保全局大気保全部の石井康一郎氏ならびに新宿住友ビル管理株式会社管理サービス部の外原徹氏にお世話になりましたことを深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 松本淳ら：最近の東京における都市気温分布の変化について、東京都環境科学研究所年報，p.11-17 (1990).
- 2) 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，p.21-36 (1982).
- 3) Bornstein, R.D.: Observations of the urban heat island effect in New York City, Jour. Appl. Meteor., 7, p.575-582 (1968).
- 4) Clarke, J.F.: Nocturnal urban boundary layer over Cincinnati, Ohio, Mon. Wea. Rev., 97, p.582-589 (1969).
- 5) 斎藤直輔：マクロに見た大気境界層（南関東大気環境調査から），天気，24，p.431-448 (1977).
- 6) 河村武：都市気候の分布の実態，気象研究ノート，133，p.26-47 (1977).
- 7) 山崎博ら：カイツーンによる都心部の気象観測について，東京都公害研究所年報1971，p.34-38. (1971)

Spatial Distribution of Summer Temperatures in Shinjuku District

Takehiko Mikami* , Akihiko Taguchi** , Masashi Ito,
Mitsuru Udagawa, Masataka Sohoku and Kunihiko Asakuno
* Part-time researcher, ** Japan Meteorological
Association

(Abstract)

Horizontal and vertical structures of summer temperature distribution in Shinjuku district, the new center of Tokyo with many skyscrapers, were analyzed based on observed meteorological data. We made temperature observations using Micro Data Loggers with thermister sensor at several fixed stations, some of which were settled on the outer wall and the roof of Sumitomo building (200m in height) for the period July 25 - August 31, 1991.

The results obtained are as follows;

- (1) Horizontal distribution of summer temperature in Shinjuku is characterized by the warm area around Shinjuku railway station and the cool areas in and around Shinjuku Gyoen park which is one of the largest green spaces in Tokyo. High temperatures around Shinjuku station might have been caused by the surface heating from underground market space and railway.
- (2) Continuous vertical temperature observations reveal that weak temperature

inversion appears frequently at the height layers of 100 - 120 meters from midnight to early morning. The strong inversion at around 3 P.M. in typical summer days from ground surface to 120 meters height level is considered to have been caused by the wall surface heating from solar radiation.