

鷺宮町における都市気温分布と 家屋密度との関係について*

中 村 圭 三**

I ま え が き

19世紀中頃から、都市内外における気候要素の比較的多くの研究が行なわれるようになり、都市気候の存在が明らかになってきた。1927年になって、自動車による移動観測法がW. Schmidtによって導入されて以来、各種気候要素の分布的研究が進んだ。その後1950年頃からは、シノプティックな条件によって観測結果を一般化する総観気候学的研究が、展開された¹⁾。さらに最近に至っては、都市気候の成因を解明するためのモデリングや、数値シミュレーション等に関する多数の研究が発表されている。

ところで、都市気候は、都市部における建造物の密集、およびそれに伴う人工熱や大気汚染物質の発生が原因で生じるものと考えられる。そこで、都市気候の発生源としての都市の大きさを定量的に表現する一方法として、家屋密度を用いる方法がある。

高橋(1959)²⁾は、この方法を用いて、濃尾平野の大垣市と関東平野の熊谷市における、都市気温分布と家屋密度との関係について研究した。その結果、両者の関係は、正の傾きを持つ一次式で表わされ、家屋密度10%の増加に対する都市域中心部の気温上昇率は、ほぼ0.2~0.3℃であった。この気温上昇率は風速の増加に伴って急減し、風速4m/sで0℃になり、気温分布と家屋密度との関係は認められなくなった。同じ熊谷市で、水越(1964)³⁾が都市気温分布と風との関係について観測した結果で

は、都市気温分布型は、風の状態により変形を受けることが実証された。また、中仙道に沿う縦断観測の結果、気温分布の高温域と風向風速との関係は複雑であり、都市気温の分布型には、大気の移流の影響が大きいと考えられた。

本研究においては、卓越風向断面における都市気温分布と家屋密度分布の相互の位置関係、形状および風向風速等について解析し、両者間の関係を明らかにすることを目的とした。

II 観 測

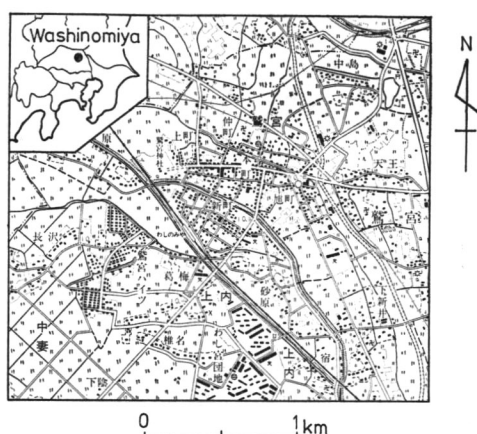
1 観測期間および観測地域

都市気温の出現状態を正確に把握するためには、都市周辺がほぼ均一な地表形態であり、都市以外の要因による都市気温への影響が少ない都市を選定することが必要である。また、移動観測による時間的誤差を補正するためには、2~3時間以内に観測を終了しなければならないといわれている⁴⁾。

そこで、これらの条件に適した地域として、埼玉県北東部の内陸平野に位置し、人口約1万人(1971年現在)の鷺宮町(第1図)を選定した。当時、この町の市街地面積は約1km四方の規模であり、周囲は水田であった。市街地の北部には、メインストリートが東西に走り、その西端には鷺宮神社が、北部には霊樹寺があり、それぞれ周囲は林で覆われている。鉄道(東武伊勢崎線)は、市街地の南部を北西から南東方向へ走っている。また、大小合わせて

* 本論文は昭和46年度立正大学卒業論文の一部に加筆修正したものである。

** 道都大学 美術学部



第1図 観測地域

(国土地理院発行2万5千分の1地形図「栗橋」による)

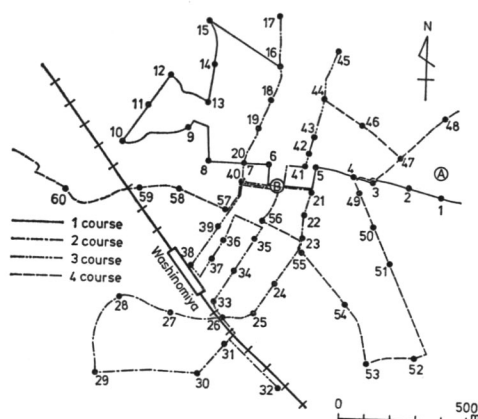
5本の用水路が、市街地をおおむね北西から南東方向へ横切っている。

この地域において、1971年4月25日・5月2日・3日(春)、8月1日(夏)、11月28日(秋)の5回にわたり、観測を行なった。

2 観測方法

気温分布は、サーミスタ温度計で60地点の移動観測を行ない、その値を郊外における定点観測値で補正する方法により求めた。観測地点を決定するためには、観測地域内における測点の密度をほぼ均一にし、さらに、観測時刻が地域内で片寄ることのないよう配慮することが必要である。そこで、観測地域内に、中央の測点Bで互いに交わる4つのコース(第2図)を設け、観測地点の均一化を計るとともに、時間的な片寄りが少なくなるようにした。また、各コース別の測点Bにおける観測値を、コース間の誤差を補正するために役立てられるように工夫した⁶⁾。

移動観測は、ブリキ製フード内に挿入したサーミスタ温度計感温部を、自転車の前部の地上0.8m高度に取り付けて行なった。フードの送風装置に関しては、自転車で行き、測点で止った瞬間に観測値を素早く読み取れば、自転車による送風だけで



第2図 観測地点および観測コース

④は定点観測地点、③はコース間の誤差補正点、黒丸は移動観測地点を示す。

も充分間に合うと判断したので、特に取り付けなかった。

郊外の測点Aにおいては、地上0.9mの気温(アスマン通風乾湿計)および風向風速(中浅式風向風速計)を観測した。気温の観測は、4月25日のみ5分毎に行なったが、以後、5分間に2回読み取りを行ない、観測の密度を2倍に増加させた。風向風速の観測は、30分毎に行ない、それぞれ3分間の平均値を求めた。

定点観測値による移動観測値の時刻補正は、次のような方法で行なった。まず、補正の基準となる時刻の決定であるが、最高気温の出現時刻頃に行なった移動観測については、定点観測値が安定した時刻から最も近い正時または30分を補正時刻と定めた。それ以外の時間に行なった観測については、定点観測において、気温の平均値が出現した時刻から最も近い正時または30分とした。移動観測値の補正は、補正時刻における定点観測値(T)と、それぞれの移動観測時刻における定点観測値(T_i)との偏差($T - T_i$)を、各移動観測値に加算する方法により求めた。定点観測時刻の中間に観測された移動観測値については、偏差を比例配分して、移動観測値に加算して補正した。

観測例のうち、5月2日の夜間に行なわれた以外の測定は時間の経過に伴う気温変化が比較的少ない最高気温の出現時刻頃に行なわれた。

3 天 気

1971年4月25日には、日本付近はハイベルトに覆われ、全国的に晴天であった。北海道の東海上には、990mbの大きな低気圧があり、冬の西高東低を小型化したような気圧配置をしていた。

5月2日には、オホーツク海高気圧が南下した。そのため、東日本では気温が低下し、全国的に晴れまたは曇りであった。日本の南海上には移動性高気圧が東進し、日本海には低気圧があった。

5月3日には、オホーツク海高気圧が張り出し、全国的に晴れまたは曇りで、気温は低目であった。黄海には、揚子江流域に発生した低気圧があって、東進していた。

8月1日には、東の海上から張り出した太平洋高気圧に覆われて、全国的に晴天となり、気温は平年よりも高く推移した。南の海上には、台風19号が西進していた。

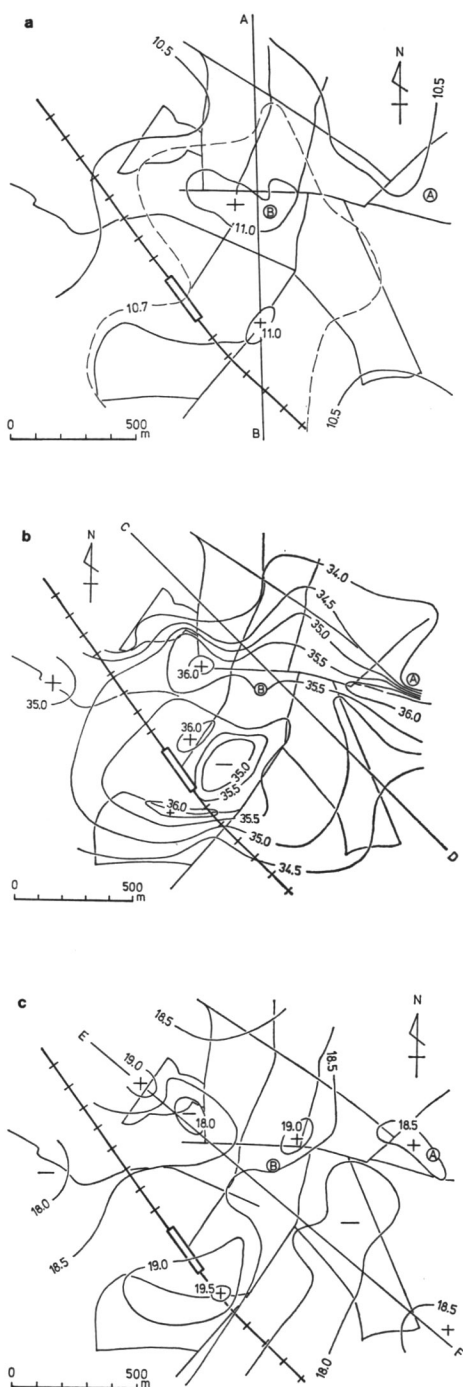
11月28日には、大陸に優勢な高気圧があり、その南東の縁を通る寒冷前線が、日本海まで南下した。関東地方は、小春日和の一日であった。

III 都市気温分布

気温分布の観測は、1971年4月25日、5月2日・3日、8月1日および11月28日の5回にわたって行なわれたが、そのうち春、夏、秋の観測例として5月2日、8月1日、11月28日の観測結果について、以下に示すことにする。

1 5月2日の気温分布（第3図a）

観測は、21時08分から23時22分までの2時間14分にわたって行なわれ、その結果を、22時00分の値に補正した。一日中曇天であり、観測時には、Nの風1.2m/sであった。主な高温域は、メインストリート付近に11.0°C以上の地域として出



第3図 都市気温分布 (°C)

- a 1971年5月2日 22時00分 曇り，N 1.2m/s
- b 1971年8月1日 14時00分 快晴，SE 1.7m/s
- c 1971年11月28日 14時00分 快晴，SE 1.1m/s

現しているが、曇天のため、郊外との気温差は 0.7°C に過ぎず、都市気温の出現は、非常に弱かった。

2 8月1日の気温分布(第3図b)

観測は、13時36分から15時14分までの1時間38分にわたって行なわれ、その結果を、14時00分の値に補正した。この日は終日快晴であり、観測時には、SEの風 1.7m/s であった。市街地の縁辺部は、北側が 34.0°C 、南側が 34.5°C の等温線と大体一致し、縁辺部で気温傾度が大きかった。それに対して、市街地内部では、ほとんどの地域が 35.0°C から 35.5°C の範囲内に含まれ、気温傾度は非常に小さかった。 36.0°C 以上の高温域は、駅を通る南北線上に、約 300m 間隔で3カ所出現した。

3 11月28日の気温分布(第3図c)

観測は、13時37分から15時03分までの1時間26分にわたって行なわれ、その結果を、14時00分の値に補正した。小春日和の一日であり、観測時にはSEの風 1.1m/s であった。都市内外における気温差は 2.1°C であり、都市気温の出現は、比較的弱かった。 19.0°C 以上の高温域は、測点11(メインストリート中央部)付近、測点27(駅の南側)付近および測点36付近(市街地北西部)の3カ所に出現した。その中でも、測点27付近に出現したものは規模が最大であり、最高値は 19.5°C に達した。

IV 鷺宮町の家屋密度

1 家屋密度の算出方法

鷺宮町の市街地には、3階建以上の建物がほとんど無いため、家屋の垂直的な密度は除外して、水平的な密度のみを対象とした。家屋密度は、1万分の1地形図、空中写真(密着版)および現地調査により、次のような方法で算出した。

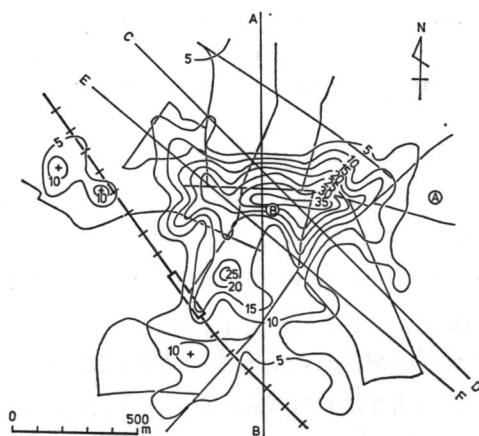
まず、1万分の1地形図および空中写真上に、それぞれの位置が等しくなるようにして 1cm (実長

100m) のメッシュを掛け、そのメッシュ内の戸数をもって家屋密度とした。 1cm のメッシュにしたのは、実長 100m であり、経験的に現地調査のしやすい大きさであったからである。メッシュを掛けるに当たっては、メインストリートの中心にメッシュ線がくるようにした。また、ほかの道路についても同様に、なるべくメッシュ線が道路の中央にくるように配慮し、道幅の影響による家屋密度の低下が、特定のメッシュ内に片寄らないように注意した。メッシュ内の戸数を算定するに当たっては、棟上家屋は $1/2$ 戸、校舎・庁舎・工場・倉庫等の巨大建築物は、建坪約 20 坪をもって住宅一戸の大きさと見なし、住宅の戸数に換算した。

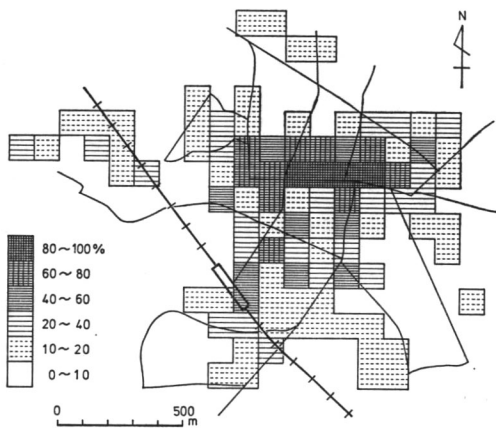
メインストリート沿いなどで、メッシュ内が家屋によって占有されている所では、家屋の建て替えが行なわれても、家屋密度そのものにはほとんど変化がないと考えられる。そこで、このようなメッシュ内については、主に地形図と空中写真によって調査した。それ以外の場所では、最近、住宅の建築が目ざましく、上記の方法による調査だけでは不十分のため、現地調査も合わせて行なった。この家屋密度は、1971年7月24日現在の値である。

2 家屋密度の表現方法とその分布状態

前節で求めた家屋密度の分布状態を示すために、



第4図 家屋等密線図(戸/ha)
1971年7月24日現在



第5図 家屋密度図(%)
1971年7月24日現在

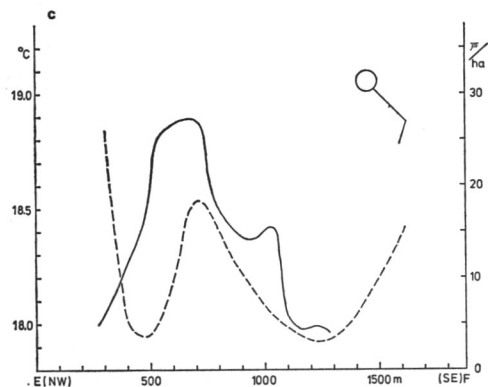
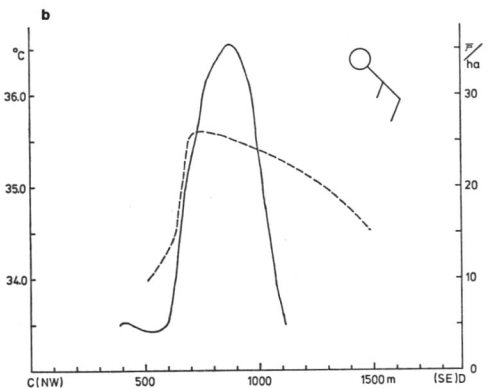
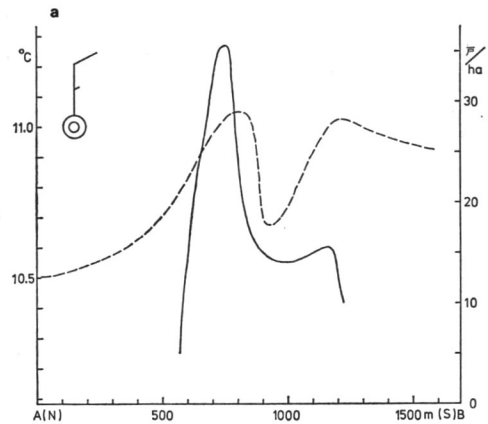
第4図の家屋等密線図を作成した。さらに、最高密度、すなわち 38 戸/ha を 100% とし、その間を $0\% < 10\% < 20\% < 40\% < 60\% < 80\% < 100\%$ の 6 階級に区分して描いたのが、第5図の家屋密度図である。

これらの図によると、家屋密度の最大値は、メインストリートの南側に接した地域に出現し、全体として、その北側で急傾斜、南側で緩傾斜の傾向がある。この現象は、市街地の南部に東武伊勢崎線があるため、市街地化が南側へ伸びていることに起因していると考えられる。駅の北東 200m 付近に、家屋密度 25 戸/ha 以上が出現しているが、これは、ここに新興住宅が密集しているからである。

V 都市気温分布と家屋密度との関係

都市気温分布と家屋密度分布(第4図)の卓越風向断面における相互の位置関係、形状および風向風速等について解析し、両者間の関係を明らかにするために、卓越風向における断面図を作成した。ここでは、先に説明した5月2日、8月1日および11月28日の例についてのみに示すことにする。

1 5月2日(第6図a)は一日中曇天であったため、都市気温の出現は他の観測日と比較して非常に弱く、都市内外における気温差は 0.7°C であっ



第6図 気温分布と家屋密度分布との関係

左側の目盛は気温(破線)、右側の目盛は家屋密度(実線)を示す。矢羽は1本が 1m/s 。

- a 1971年5月2日 22時00分 左側が風上側
- b 1971年8月1日 14時00分 右側が風上側
- c 1971年11月28日 14時00分 右側が風上側

た。観測時には、Nの風 1.2m/s で、11月28日と並んで最も弱かった。A-B断面(N-S)における家屋密度分布には、大小二つのピークがあるが、気温分布にもそれらに対応する二つのピークがあり、それぞれ約50m風下側へ移動している。

2 8月1日(第6図b)の観測時には、快晴・SEの風 1.7m/s であった。C-D断面(NW-SE)においては、気温分布・家屋密度分布ともにピークは一つで、前者は後者よりも風下側へ約100m移動している。家屋密度分布型はほぼ対称形をしているが、気温分布型は非対称形であり、風上側(a)で緩傾斜、風下側(b)で急傾斜を示している。

この関係をさらに詳しく調べるために、断面に沿った10m毎の気温を縦軸に、家屋密度を横軸に取って示したのが第7図である。それによると、気温と家屋密度との間には

風上側(a)では

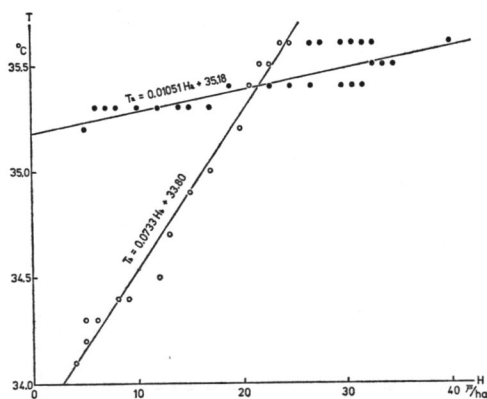
$$Ta = 0.0105Ha + 35.18$$

風下側(b)では

$$Tb = 0.0733Hb + 33.80$$

という関係がある。

ここで Ta : a の気温 (°C)



第7図 気温と家屋密度との関係
黒丸は風上側，白丸は風下側を示す。

Tb : b の気温

Ha : a の家屋密度 (戸/ha)

Hb : b の家屋密度

を示す。

さらにこれらの相関係数(r)を求めると、

aでは $r=0.868$

bでは $r=0.989$

となり、危険率はともに0.5%以下で、両者とも非常に高い相関があることが認められた。

3 11月28日(第6図c)の観測時には、快晴・SEの風 1.1m/s であった。E-F断面(NW-SE)における家屋密度分布には、大小二つのピークがあり、5月2日の分布型と類似している。しかし、この分布型に対する風向(SE)は5月2日の場合とは逆で、風上側に小ピークがあり、このピークに対応する気温分布の小ピークは、約300m風下側へ移動している。気温分布の大ピークは、その大半が風下側の観測範囲外へ移動しているが、その分布型から、少なくとも約400mは風下側へ移動していると推定される。

IV ま と め

都市気温分布と家屋密度分布の卓越風向断面における、相互の位置関係、形状および風向風速等について解析し、両者間の関係を明らかにすることを目的として観測を行なった。その結果、次のような知見が得られた。

① 都市気温分布型は、家屋密度分布型とかなり類似した形状を示すが、前者は後者よりも風下側に現われる傾向がある。

② 家屋密度分布のピークの数1または2のとき、気温分布のピークの数もそれに対応し、それぞれ1または2である。

以上のことから、筆者は、都市気温分布は家屋密度分布とほぼ同位置に、同形で形成されたものが、風の作用により多少変形されつつ風下側へ移動して

出現するものであると考える。

本論文を作成するにあたり，終始，懇切丁寧なる御指導を賜った，立正大学の新井正教授に，厚く御礼申し上げます。

(1980 年 7 月 14 日 受付)

(1980 年 9 月 13 日 受理)

参考文献

- 1) 吉野正敏 (1957) : 都市気候小史 (I)(II). 天気, 4,

21~25, 51~55.

- 2) 高橋百之 (1959) : 日本の中小都市における気温分布と家屋密度. 地理評, 32, 305~313.
3) 水越允治 (1964) : 都市気温の分布と風との関係についての一考察. 地理評, 38, 92~102.
4) 小沢行雄・吉野正敏 (1965) : 『小気候調査法』 古今書院, 218p.
5) 田宮兵衛 (1968) : 住宅団地における夜間の気温分布について. 地理評, 41, 695~703.

Relation Between the Air Temperature Distribution and the Density of Houses in Washinomiya City, Saitama, Central Japan

Keizo NAKAMURA*

Climatological observations were carried out in order to make clear the relation between the air temperature distribution and the density of houses at Washinomiya City in the northeast of Saitama Prefecture, during the period from April to November, 1971. At the time of these observations, Washinomiya City was a small city surrounded by rice-paddy fields and its population was about 10,000. For the observations, sixty measuring points were situated in and around the city. The air temperature was observed at every point with the electric thermometer mounted on the front of a bicycle at a height of 0.8m above the ground. Furthermore, the air temperature (by Assmann ventilated psychrometer) and the wind speed and direction (by biram type wind vane and anemometer) at a height of 0.9m above the ground were observed at Station A every 2 or 3 minute (Fig. 1).

The results are summarized as follows :

(1) The air temperature distribution curve shows the some resemblance in its form to the house density distribution curve. The air temperature distribution also shows a tendency to appear in the lee side.

(2) The number of the peaks on the air temperature distribution curve correspond to that of the peaks in the house density distribution curve.

The author concludes from these considerations, that firstly the air temperature distribution would be formed nearly in the same position and with the same pattern as the house density distribution, and then it would be moved, somewhat being transformed, toward the lee side by wind movement.

* Dohto University