

# 越谷市に見られるヒートアイランド強度

—郊外が水田の場合\*—

榊 原 保 志\*\*

## 要 旨

郊外に水田域が広がる都市のケーススタディとして、埼玉県越谷市において自動車の移動観測により気温分布が延べ11日にわたり43回調べられた。

その結果、次のことが明らかになった。ヒートアイランド強度は水田に水が張られている夏季では日中に、それ以外の季節には夜間に大きくなる。特に夏季の昼間に4℃程度のヒートアイランド強度が観測され、これまで軽視されがちであった「昼間のヒートアイランド」の重要性を示した。夜間の中では、日の出時刻前後より真夜中にヒートアイランドは強く出現した。

また、都市と郊外の年間を通じた気温差の最大値は冬季に出現し、その大きさは5.5℃であった。この値は福岡(1983)らの研究成果における日本の人口30万規模の都市のヒートアイランド強度の約2倍になり、西欧型の都市に相当する。

## 1. はじめに

都市気候の中で最も顕著にみられる現象は都市が郊外より高温になる現象である。これはヒートアイランドと呼ばれ、都市の大小にかかわらず、多くの都市で検出されてきた。

都市気候の研究は1970年代に著しく進歩し、Landsberg(1981)はそれまでの研究成果の総合報告をしている。我が国でも都市気候に関するレビューもいくつかある(河村, 1979; 原田, 1982)。しかし、ヒートアイランドの知見の中には相反する説がいくつか存在する。

①時刻的特徴；ヒートアイランドの日変化について、最大となる時刻は早朝あるいは夕刻から深夜にかけての両方が考えられている。

日中のヒートアイランドについては関口(1972)が盆地の中にある長野市で詳しい観測をした結果、都市内外の気温差は日中でも夜間とほぼ同じであった。

夏の日最高気温の平均値では、晴天の場合むしろ郊外の値の方が高いということが指摘されている(Yamashita, 1990)。

②季節的特徴；河村(1977)は日本における今までの観測結果から都市内外の気温差は冬に大きく、夏に小さいことを示した。一方、アメリカの都市では夏に気温偏差の大きい傾向が指摘されている(Mitchell, 1961)。

③都市の規模と強度；都市化に伴い都市気温は変化する。その都市規模を示すものとして、人口が取り上げられ、都市内外の気温差の年間最大値と都市人口とが対数比例の関係にあることが指摘されている(たとえば、Oke, 1973)。

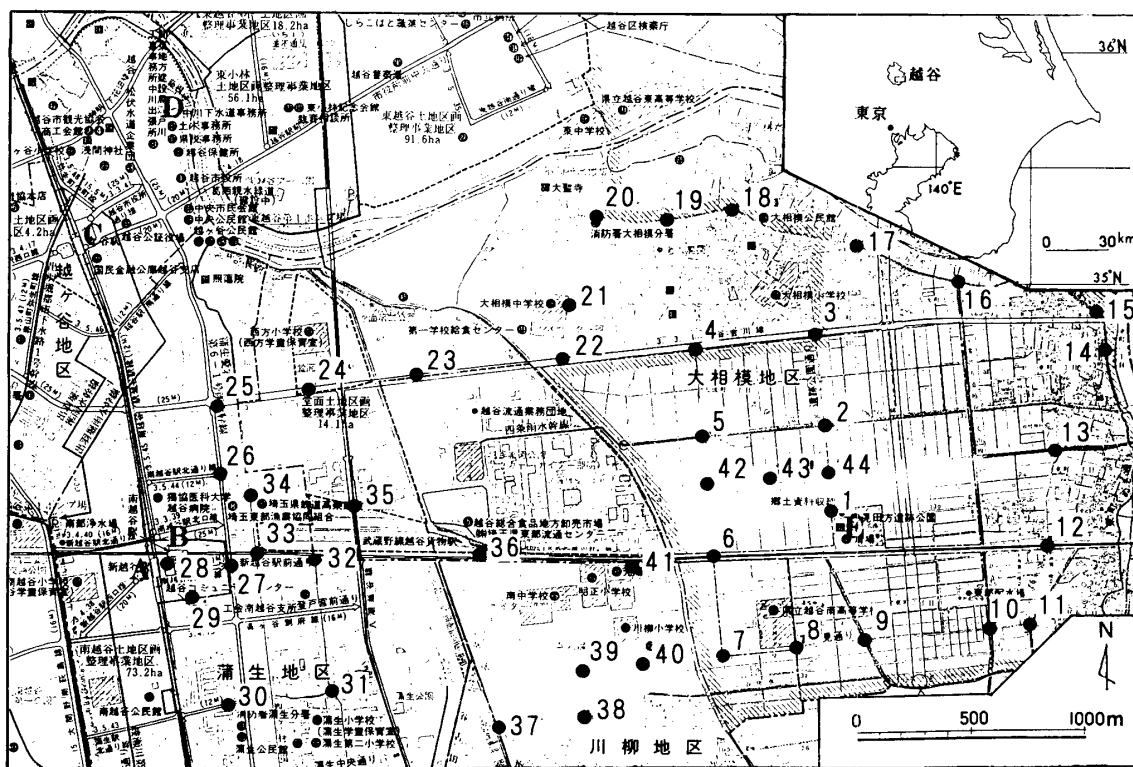
福岡(1983)は日本の諸都市を、Park(1987)は日本・韓国の諸都市を対象に同様な研究を行った。かれらは欧米の同規模の都市に比べ日本や韓国の都市のヒートアイランド強度は小さく、特にそれは人口30万人付近を境に二つの直線で表されることを示した。

しかし、関東平野の諸都市では、この二つの直線で表される関係は認められず、さらに同程度の都市に対しヒートアイランド強度が大きい西欧型に回帰線が一致するという報告がある(小林, 1990)。

このように従来報告された日本における都市規模とヒートアイランド強度の関係に対する疑問が出てきて

\* Heat island intensity in Koshigaya-A case study of the rural with the paddy field-.

\*\* Yasushi Sakakibara, 東京都目黒区立第九中学校。  
——1993年2月14日受領——  
——1994年6月13日受理——



第1図 研究対象地区の概観

A：新越谷駅，B：南越谷駅，C：越谷駅，D：アメダス越谷，E：見田方遺跡公園。

いる。

欧米とアジアの都市でヒートアイランド強度に差異が見られることに関して、Oke *et al.* (1991) は、簡単な熱収支モデルから畑と水田といった郊外の土地利用の違いが、その原因であることを示唆した。

本研究では、上記未解決課題に対する資料を提供するため、日本における典型的な郊外と考えられる、水田域を郊外に伴う都市のケーススタディとして埼玉県越谷市南東部において1992年7月から1993年5月に11日にわたり43回の調査を行った。

## 2. 観測方法

### 2.1 観測対象

越谷市を研究対象とした理由は人口30万人程度の都市であること、隣接した場所に典型的な郊外といえる地域を持つ都市であるからである。

一般に日本の都市はスプロール化が進んで、典型的な郊外を見つけにくく(山下, 1986)、越谷市はその意味で希少価値である。

越谷市は埼玉県南東部にあり、海拔約5mのほぼ平坦な地形面に位置する(第1図)。東京から約20kmの距離にあるため、越谷市は東京のベッドタウンとして

発展している。観測の対象とした地区は越谷市の蒲生、大相模、川柳の3地区である。

平成5年6月1日現在、蒲生の世帯数は19760、人口は52502人、大相模の世帯数は4709、人口は15121人、川柳の世帯数は2211、人口は7077人である。

蒲生地区は調査地区の中で一番人口が多く、住宅地が多い。その中心にある JR 武蔵野線の南越谷駅(第1図の地点B)と東武伊勢崎線の新越谷駅(地点A)の両駅周辺は8階建てのビルを始め、中層ビルが散在し、越谷市の中で最も都市的な景観を持つ。駅東側を南北に走る道路八潮越谷線は交通量が多く、その道路沿いは商業地になっている。

南北に走る東武伊勢崎線新越谷駅北隣に越谷駅(地点C)がある。この駅周辺は越谷市役所や多くの銀行があり、都市化された景観を持つ。しかし、当地区が商業地でないため、調査を行った土曜・日曜・祭日は\*<sup>1</sup>人通りが少なく、人工熱の発生が小さいことが予想されること、そして当地区には新越谷・南越谷駅周辺と比べ高いビルが少ないことから、本調査の都市域として採用しなかった。

\*<sup>1</sup> 筆者の勤めの関係で、観測は平日にできなかった。

一方、大相模・川柳地区は一部流通団地などがあるが、見田方遺跡公園（第1図、地点E）を中心とする大規模な水田域を含む田園地区である。

越谷市全域でなく南東部のみで観測を行った理由は、景観から判断して越谷市における都市域の気温の最高値と郊外域の気温の最低値がこの地区に存在すると思われたからである。

## 2.2 測定方法と調査日の気象状況

### 2.2.1 気温水平分布の観測

観測地点総数は第1図に見られるように44地点である。図に示した地点番号順に自動車で移動しながら、あらかじめ決められた観測地点で測定する方法を行った。

この方法では移動観測中に現象が変化しないことが前提とされているが、実際の気象現象は時々刻々と変化しているので、継続観測点を設け、そこでの時間変化が他の観測点と同じであると仮定して時刻補正を行った。

ヒートアイランドは都市と郊外で気温変化に違いがあるので、理想的には同時観測が望ましい。しかし、ヒートアイランドの調査では古くから移動観測法が採用されている。それは既存のルーチン観測網の密度では不十分であるために、測器の台数や観測人数を揃えられないという理由による。すなわち移動観測は便宜的な方法であり、精度は $0.5^{\circ}\text{C}$ 程度であることが指摘されている（田宮、1979）。

観測ルートのなかに車や人の熱の影響が少ない観測点を1地点選び（第1図、地点6）、そこで再度約30分後観測した。この観測点の気温変化が全ての観測地点と同様であると仮定し、観測時間帯の中央の時刻になるように測定値の補正を行った<sup>\*2</sup>。

センサーはサーミスタ温度センサー（日置電機（株）製、9021-01）を用いた。これを3mの延長コードにより車内にあるハンドヘルドコンピュータパソコン（エプソン製、HC-40）と接続し、示度をパソコンに読みとらせた。観測終了後、RS232Cケーブルを経由してノート型パソコン（NEC製、PC9801NS）にデータ転送を行った。

直径107 mm・厚さ3 mm・長さ36 mmの円筒形の塩化ビニルパイプで作られた放射よけの中に、セン

サーをプラスチックの板とワニぐちクリップを用いて固定した。

日中センサーの感温部が高温にならないように、塩化ビニルパイプの外側をアルミシートで覆い、放射よけを作った。この放射よけ塩化ビニルパイプと直径80 mm・長さ3200 mmの塩化ビニルパイプをコネクタにより接続し、センサー部が前部バンパー上方地上高150 cmになるように自動車のルーフキャリアに固定した。この位置はセンサーがエンジンから生じる熱の影響をもっとも受けにくい位置とされている（佐橋、1983）。

走行しながら測定を行うので特別な通風装置はついていない。自動車は夜間の観測に必要な仮眠場所としてフラットなスペースを得られるステーションワゴン（富士重工業製、LEGACY ツーリングワゴン）を用いた。

観測は(1)1992年7月23/24日に9回、(2)8月11日に3回、(3)11月3日に4回、(4)11月14日に4回、(5)12月26/27日に10回、(6)1993年2月20/21日に3回、(7)5月4/5日に10回、延べ43回行った（第1表）。

(1)(2)の観測では水田域に水が引かれ、稲穂が育っていた。(3)～(6)の観測では水がなくなり、乾田となっていた。(7)の観測では水が再び引かれ、田植え作業がみられた。

観測日の選択はヒートアイランドが微風で天気の良いときに顕著に出現すると考えられているので、著者の休みの前日に天気予報を見て、この条件を満足すると思われる日に実施した。ただし、11月14日の夜半は郊外で霧が発生し、視界が悪い。2月20日は19時頃から雲が出始め、22時頃は完全に空が雲でおおわれ、翌朝までこの状態が続いた。その他の日は晴または快晴であった。

### 2.2.2 気温鉛直分布

気温の鉛直プロファイルの観測は係留気球を上昇させながら、あらかじめ定めた測定高度に達したら、そこで30秒気球を止める方法である。

気球は $10\text{ m}^3$ のヘリウムガスを充填した直径2.7 mのビニル気球（（株）気球製作所製、K-10）である。

この気球の下にセンサーを取り付けて、出力信号を100 mのシールド線を介して地上まで導き、ハンドヘルドコンピュータ（エプソン製、HC-40）と接続させ、示度をパソコンに読みとらせた。観測終了後、RS232Cケーブルを経由してノート型パソコン（NEC製、

<sup>\*2</sup> 少なくとも郊外と都市の代表地点の定点観測点をもうけることが望ましいが、人手や測器を揃えられなかった。

第1表 調査日の気象状況

分類とは観測時刻で判断し、Aは最高気温出現時刻前後、Mは日没後数時間、Sは日の出時刻前後を示す。

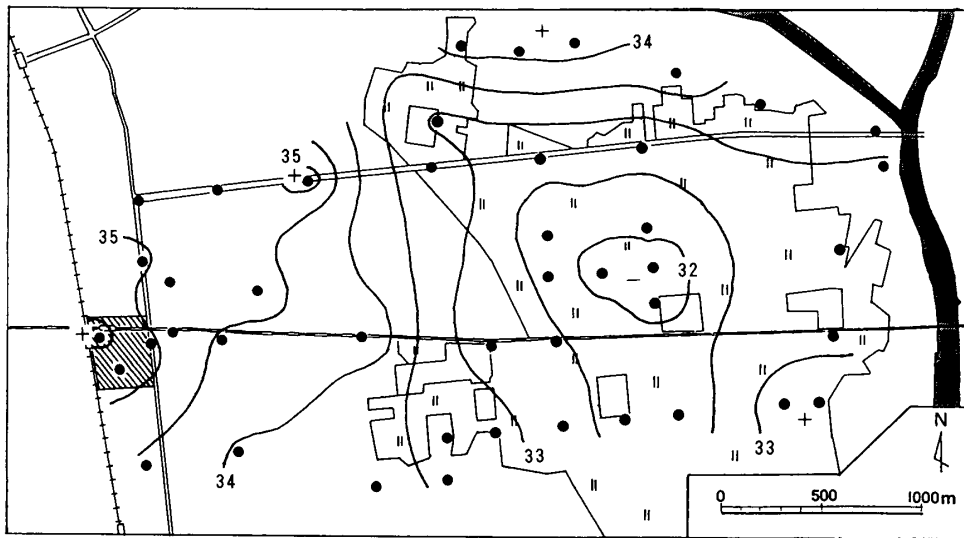
観測日	観測時間	分類	アメダス越谷で観測された気象条件					ヒートアイランド	
			時刻 h	気温℃	日照	風向	風速 m/s	強度	℃
920723	1521-1616	A	16	34.0	1.0	SSE	3	3.7	
	1818-1905		19	29.2		SSE	3	2.5	
	2109-2144	M	21	26.6		SSE	3	2.1	
920724	2351-0024	M	0	25.2		ENE	1	2.4	
	0252-0320	M	3	25.0		—	0	1.6	
	0552-0625	S	6	25.4		—	0	1.6	
	0855-0932		9	28.8	0.5	ENE	1	1.4	
	1318-1359	A	14	33.0	1.0	SE	3	2.5	
920811	1600-1640		16	31.6		ESE	2	2.4	
	1505-1543	A	15	26.1	0.4	E	3	2.4	
	1809-1849		18	24.2		ENE	3	1.7	
	1958-2030	M	20	23.2		E	1	1.6	
921103	1325-1411	A	14	17.4	1.0	S	2	0.6	
	1557-1635		16	16.8	0.5	SW	2	0.9	
	1733-1817		18	15.6		S	1	1.9	
	2201-2235	M	22	10.1		—	0	1.9	
921114	1422-1508	A	15	19.0	1.0	ESE	1	0.8	
	1722-1805		18	14.8		E	1	3.1	
	2000-2038	M	20	12.9		E	1	2.1	
	2117-2152	M	22	11.0		—	0	3.1	
921226	1043-1125		11	7.3	1.0	NNE	1	0.5	
	1411-1452	A	15	10.6	1.0	NW	2	0.3	
	1627-1715		17	7.6		—	0	2.8	
	1756-1838		18	5.8		—	0	3.9	
	2012-2049	M	21	3.1		—	0	4.6	
	2250-2329	M	23	3.1		NW	1	2.1	
921227	0537-0611	S	6	-0.8		—	0	4.1	
	0633-0707		7	-0.8		—	0	3.4	
	0857-0933		9	2.9	0.4	ENE	1	0.8	
	1040-1118		11	8.9	0.9	WSW	1	-0.1	
930220	1449-1527	A	15	10.3	1.0	NNE	3	1.1	
	1657-1742		17	8.6	0.8	E	2	2.3	
930221	0542-0613	S	6	2.2		NW	2	0.4	
930504	1111-1152		12	17.3	0.7	E	2	1.2	
	1302-1337	A	13	17.9	1.0	SE	2	1.0	
	1459-1537	A	15	17.7	0.9	ENE	3	1.3	
	1706-1744		17	14.9		E	3	0.9	
	1900-1940		19	12.7		SE	2	0.8	
930505	2111-2150	M	22	9.8		ENE	2	1.2	
	0210-0245	M	2	9.1		N	1	0.5	
	0454-0522	S	5	9.5		—	0	0.6	
	0706-0741		7	10.7		—	0	0.4	
	0900-0935		9	13.6	1.0	S	1	1.1	

PC9801NS) にデータを転送し、データ処理を行った。

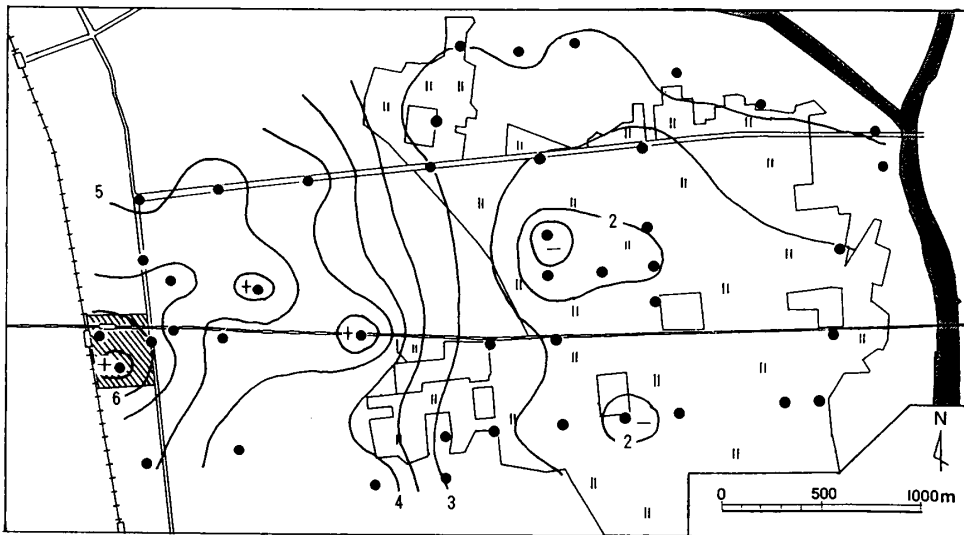
測器は水平気温分布を調べるのに用いたものと同じサーミスタ温度センサーである。これを放射よけカバーもかねて発泡スチロール (190×135×160 mm) の箱の中に収納し、さらにセンサーの感温部に強制通風をほどこすためポケット型扇風機 (National 製、

Mamefan BH-151) を取り付けた。扇風機のモーターの電源は1.5Vの単三乾電池を使用し、観測毎に電池の消耗を確認した。

観測は7月23日・24日の両日に延べ12回行われた。地上から 5 m 間隔に高度 100 m まで観測する計画であったが、ある程度の高さになると、HC-40のデータ



第2図 日中の越谷市における気温分布 (1992年7月23日, 15:21-16:16, 単位: °C).



第3図 夜間の越谷市における気温分布 (1992年12月26日, 20:12-20:49, 単位: °C).

取り込み信号にノイズが入り, さらに風があると気球を係留するロープが傾くため, 最高 70 m までしか測定ができなかった. なお, ロープが傾いた際の測定高度補正をするために, 仰角を分度器で観測毎に測定した.

毎回の計測はHC-40にデータ取り込み信号を与えた直後と2秒後の2回それぞれの高度で測定を行い, その平均をそれぞれの高度における測定値とした.

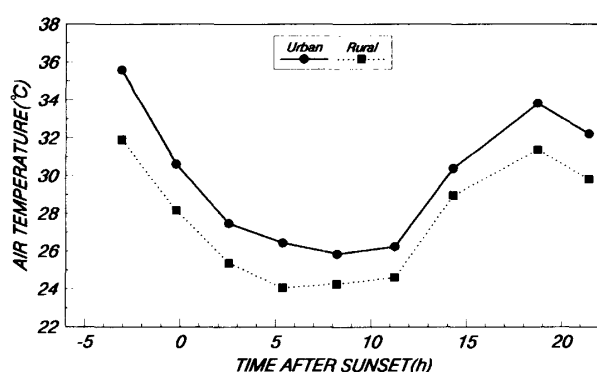
このような方法による鉛直プロファイルの1回の観測には約15分間しか要しなかったため, この間に大気の状態変化に変化はないと仮定し, 時差補正を行っていない.

ただし, 地上 1.2 m の気温はアスман通風乾湿計で測定した.

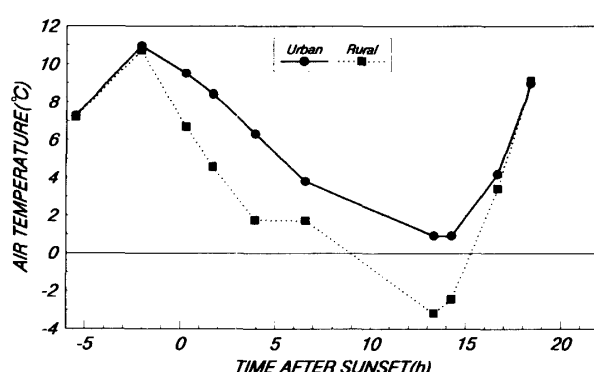
### 3. 特徴的な観測例

43回の観測のうち日中のヒートアイランドがよく発達した例 (1992年7月23日15時21分~16時16分, 第2図) と夜間最もヒートアイランドが発達した例 (1992年12月26日20時12分~20時49分, 第3図) を示す. 両図とも●印は観測地点, 「+」印は水田域, 斜線域は景観から判断して観測地域で最も都市化されている地域を示す.

日中にヒートアイランドが顕著に見られた7月23日



第4図 夏季における気温の日変化(1992年7月23/24日).



第5図 冬季における気温の日変化(1992年12月26/27日).

は、よく晴れており、南南東の3 m/sの風が吹いていた。図から分かるように、南越谷駅を中心に高温域が見られ、見田方遺跡公園北東に低温域がある。

次に夜間の例である12月26日の場合、南越谷駅周辺(第1図地点26-29)が高温域になり、見田方遺跡公園付近(地点2, 5, 42-44)と武蔵野線をはさんで、その南方に低温域がみられる。当日は夕方から無風になり、雲も全くない天気であった。

#### 4. ヒートアイランド強度の算出法

ヒートアイランドの出現の程度を示すものとしてヒートアイランド強度が考えられている。Oke (1973)によればヒートアイランド強度  $\Delta T_{u-r}$  は都市内外の最大気温差とされ、次の式で表される。

$$\Delta T_{u-r} = T_{u(max)} - T_{r(min)}$$

ただし、 $T_{u(max)}$  は都市域の気温の最高値で、 $T_{r(min)}$  は郊外での気温の最低値を示す。この方法によると、先に示した夏季(第2図)のヒートアイランド強度は4.7°C、冬季(第3図)の場合は5.5°Cとなる。

今回の  $\Delta T_{u-r}$  値は福岡等の値よりも大きく、小林(1990)の結果に近いものであるが、従来の値が過小評価されたものであったのか日本の都市構造が変質して西欧並になったためか議論のあるところである。そもそも30万人の折れ目のリアリティに疑問があるという意見も成り立つ。

ヒートアイランドの水平分布を調べる場合、一般に自動車を移動に用いるので、自分あるいは他の自動車から出る熱の影響を含まないように十分注意して測定した。しかし、都市と郊外の地点をそれぞれ一地点で代表させることはデータの信頼において不安が残る。それぞれの地域から数地点選び、平均値を算出して

ヒートアイランド強度を求める方法も考えられている(田宮・大山, 1981; 小林, 1990)。ただし、この方法で得られたヒートアイランド強度はOke (1973)の方法で得られたものより小さい。

同一都市において都市と郊外の気温差がいつ最大になるのか調べるにはこの方法の方が適当と思われるので、以下の議論では都市と郊外それぞれに数地点の平均値によるヒートアイランド強度の算出法を採用した。

#### 5. 都市と郊外の気温の日変化

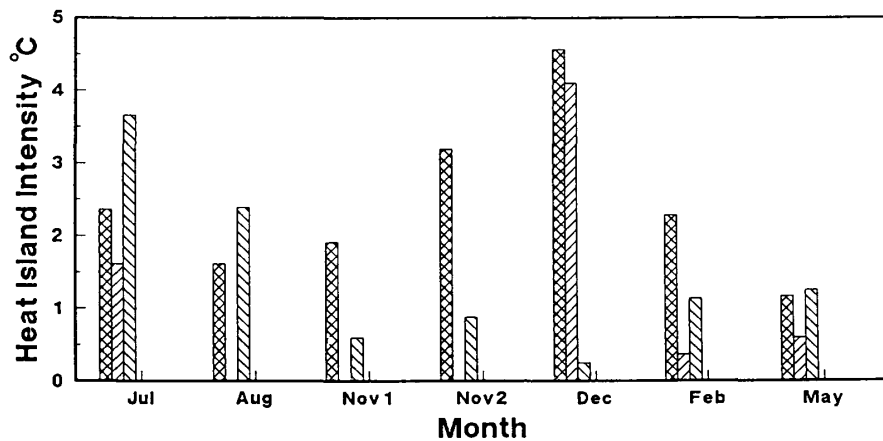
景観やヒートアイランドが顕著に現れた時の気温分布図から判断し、都市の代表的地点として第1図の地点26-29を、郊外の地点として地点2, 5, 42-44を選出した。それらの地点の平均気温を求め、都市と郊外の日変化の差異を、夏季の例(1992年7月23日~24日, 第4図)と冬季の例(1992年12月26日~27日, 第5図)から検討する。

両図とも●印は都市域、■印は郊外の気温の平均値である。夏季の場合、一日中都市の方が高温であるが、都市と郊外の差は日中の方が夜間より大きい。これは昼間は潜熱による冷却で表面温度がそれほど上昇せず、相対的に都市部が高温になった結果と考えられる。

冬季の場合は、日中都市と郊外の気温はほぼ等しいと判断できるが、最高気温出現時以降気温低下の速度は都市に比べ郊外で大きい。その結果として、夜間にヒートアイランドが発達したと判断できる。

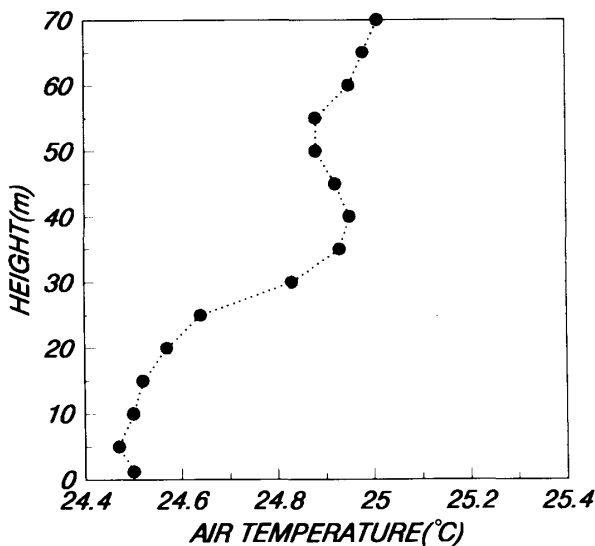
#### 6. ヒートアイランド強度の最大出現時

それぞれの観測を従来の研究で議論されていた日中(最高気温出現時刻前後)・日没後数時間・日の出時刻前後の3つに該当するものを観測時刻から分類し、そ



第6図 ヒートアイランド強度の季節による差.

☒: 日没後数時間 ☐: 日の出時刻前後 ☐: 最高気温出現時刻前後



第7図 郊外における気温の鉛直プロファイル.

の中で最も強いヒートアイランド強度を観測月毎に求めた。11月はある程度離れた期間をおいて別の日に観測を行っているので、11月3日に行った観測を「Nov1」、11月14日に行ったものを「Nov2」と区別した(第6図)。

図から分かるように、日中のヒートアイランド強度は7月、8月の夏季に大きく、冬季は小さい。一方、夜間のヒートアイランドは冬季に強く出現し、5月が最も弱かった。また、真夜中のヒートアイランド強度は日の出よりいずれの月においても大きい。ただし、2月の日の出の観測は曇が多く出現した結果であり、また同月の真夜中の値は適当な時刻に観測できなかったため、17時の観測結果で代用した。いずれも参考値として見ていただきたい。

夜間のヒートアイランド強度が日中より大きくなった月は、11月、12月、2月である。この時期は郊外にある田に水が引かれていない時期に一致する。

このようになったことを推論すると、水田に水が引かれている期間には、日中水田の多い郊外では太陽エネルギーの多くが潜熱フラックスに消費されるのに対し、都市域では大部分が大気を暖めるのに使われたことによる。また、夏季の夜間にヒートアイランド強度が小さくなるのは、水の比熱がコンクリートやアスファルトよりも大きいことや、水が液体であるので夜間水表面が冷えても混合により表面が冷えにくい等による影響が考えられる。

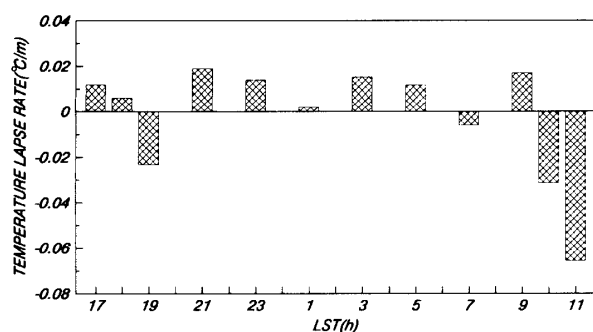
## 7. 郊外における気温の鉛直プロファイル

夜間生じるヒートアイランドの発生は郊外で発生する逆転層に深い関わりを持つと考えられる。郊外では放射冷却が発達するのに対し、都市では人工熱や大気の上下の混合のため、逆転層が消滅すると考えられているからである(田宮・大山, 1981)。そこで、夏季において日中より夜間にヒートアイランド強度が弱くなる理由を、郊外における逆転層の存在から検討する。

まず、強く逆転層が生じた7月24日午前3時の例を第7図に示す。この例は測器の調子も比較的良好で、最も高い高度まで測定できた例である。

図から分かるように高さ40mまで気温逆転が生じ、そこから高さ50mまでは逆転はなくなっているが、高さ60mから70mでは再び逆転が見られる。

気温逆転の時間的变化を見るため、鉛直プロファイルデータが全て揃う高さ5mから35mを二つの区間に分け、上の層と下の層の平均値の差から気温減率を



第8図 気温減率の日変化.

求めた (第8図). 下の層の平均気温は 5 m, 10 m, 15 m, 上の層の平均気温は 25 m, 30 m, 35 m の3つの測定値から求め, 係留気球のロープの傾きから高度差を換算して, 気温減率を計算した.

図から分かるように夕方の17時・18時に弱い逆転がみられるが, 19時にそれは解消されている. その後一晩中逆転層が生じている. 日の出後になると, 9時以外は逆転層は認められない.

このことは水田に水が張られている7月であっても郊外では夜間逆転層が消滅しないことを示している.

## 8. おわりに

埼玉県越谷市において自動車の移動観測による気温の観測が延べ43回行われた. その結果, 次のことが明らかになった.

- (1) ヒートアイランドは夏季には日中に, 冬季には夜間に顕著に発達した.
- (2) 夏季の日中4°C程度のヒートアイランド強度が認められ, これまで軽視されがちであった「昼間のヒートアイランド」の重要性が示された. 長野県小布施町における観測結果においても同様なことが認められ (榊原・山下, 1993), 単なる偶然と考えにくい.
- (3) 真夜中のヒートアイランド強度は夜明け前より大きい.
- (4) ヒートアイランドが最も発達する季節は冬であった.
- (5) 越谷市におけるヒートアイランド強度の年最大値は5.5°Cである. これは人口30万人の都市としては西欧型に近い.

本研究では水田がヒートアイランド強度に与える影響を示唆したが, 今後は夜間と日中のヒートアイランド強度の大きさが水田の水の有無により逆転することを確認するため, 水田に水が引かれる前後に集中した調査が必要であろう. また, 従来報告された都市人口

に対する日本の都市のヒートアイランド強度の回帰線が現在のものに対応しない可能性もあり, 検討すべき課題である.

## 謝 辞

観測に協力していただいた元横浜国立大学院生富田直樹氏, 東京学芸大学の山下脩二教授を始め気候ゼミの方々, 大正大学の前芳生助教授, さらに本論に対する貴重なコメントをいただいたお茶の水女子大学の田宮兵衛教授に謝意を表します. また, 今回の調査に多大な便宜をはかっていただいた越谷市役所の皆様に厚く御礼を申し上げます.

なお, 本研究は平成4年度文部省科学研究費補助金を使用した.

## 参 考 文 献

- 河村 武, 1977: 都市気候の分布の実態, 気象研究ノート, 133, 26-47.
- 河村 武, 1979: 都市の大気環境, 東大出版会, 185 p.
- 小林 守, 1990: 関東平野の諸都市の都市規模と都市ヒートアイランド強度. 都市化の進展に伴う都市気候の変化に関する研究 (西沢利栄編), 昭和61年度~平成元年度科学研究費補助金 (一般研究 (A)) 研究成果報告書, 55-61.
- 佐橋 謙, 1983: 自動車による気温の移動観測における観測誤差一特に自動車の影響を中心に-, 天気, 30, 509-514.
- 榊原保志・山下脩二, 1993: 長野県小布施町におけるヒートアイランドとその指導事例, 地学教育, 46, 111-117.
- 関口 武, 1970: 都市気候学, 天気, 17, 89-96.
- 田宮兵衛, 1979: 小気候・局地気象一特に移動観測について-, 天気, 26, 633-640.
- 田宮兵衛・大山秀樹, 1981: 小集落に夜間発生するヒートアイランドの実態と成因について, 地理学評論, 54 (1), 1-21.
- 原田 朗, 1982: 大気汚染と気候の変化, 東京堂出版, 223 p.
- 福岡義隆, 1983: 都市の規模とヒートアイランド, 地理, 28(12), 34-42.
- 山下脩二, 1986: 日本におけるヒートアイランドの特徴とその形成要因について, 日本生気象学会雑誌, 23 (1), 11-18.
- Oke, T. R., 1973: City Size and the Urban Heat Island, Atmospheric Environment, 7, 769-779.
- Oke T. R., G. T. Johnson, D. G. Steyn and I. D. Watson, 1991: Simulation of Surface Urban Heat Islands Under 'Ideal' Conditions at Night-Part 2:



Diagnosis of Causation, Boundary Layer Meteorology, **56**, 339-358.  
 Park H. S., 1987: Variations in the Urban Heat Island Intensity Affected by Geographical Environments, Environmental Research Center Papers, University of Tsukuba, No. 11, 79 pp.  
 Landsberg, L. E., 1981: The Urban Climate, Interna-

tional Geophysics Series, Vol. **28**, Academic Press, 275 p.  
 Mitchell, J. M., 1961: The Temperature of Cities, Weatherwise, **14**, 224-229.  
 Yamashita, S., 1990: The Urban Climate of Tokyo, Geographical Review of Japan, Vol. **63** (Ser. B), 98-107.



## 第6回「サイエンティフィックライブ・サピエンス」開催のお知らせ

**主催:** 日経サイエンス社  
**協賛:** 日製産業株式会社  
**テーマ:** 『地球環境のドラマ～温暖化の謎を解くサングと氷～』

### 〈第1部〉プレゼンテーション

- \* サングは地球環境の“生き証人”  
 通産省工業技術院地質調査所科学技術特別研究員 池田すみこ氏
- \* 氷は環境情報のデータベース  
 国立極地研究所教授 渡辺興亜氏
- \* 温暖化と寒冷化を繰り返す地球  
 東京大学海洋研究所教授 平朝彦氏

### 〈第2部〉パネルディスカッション

- \* 地球の過去・現在・未来——環境変動の不思議に迫る  
 パネリスト／池田すみこ氏, 渡辺興亜氏, 平朝彦氏

**日時:** 平成6年11月12日(土)  
 13:30～17:30 (13:00開場)  
**会場:** 日経ホール (日本経済新聞社8F)  
 東京都千代田区大手町1-9-5

**参加費:** 無料

**応募方法:** 官製ハガキまたはFAXにて住所、氏名、年齢、職業(学校名)、電話番号をご記入のうえ、下記あて先までお送り下さい。先着300名様をご招待いたします。お電話でのお申込も受け付けております。なお、定員になり次第、締め切らせていただきます。

**応募締切:** 10月28日(金) 到着分まで有効

### 応募先とお問い合わせ

〒100-66 東京都千代田区大手町1-9-5  
 日経サイエンス社  
 『サピエンス事務局』P係  
 TEL: 03-5512-1546  
 FAX: 03-5511-8578