

# 長野県小布施町における市街地と郊外の水蒸気圧差の特徴

榊原 保志\*

## 要 旨

郊外に水田域と果樹園域が広がる長野県小布施町において、自動車による水蒸気圧の移動観測を1996年9月から1997年10月にかけて非積雪期において延べ111回行った。その結果、夜間も日中も市街地は郊外に比べ低水蒸気圧であった。市街地と郊外の水蒸気圧差は灌水期の夏季日中に大きく、郊外を水田域とした水蒸気圧差は果樹園域としたものより2倍程度である。夜間では市街地と郊外の水蒸気圧差は郊外の地点の取り方の違いによる差異は認められない。市街地内外の水蒸気圧分布において、市街地上にはヒートアイランドによく似た‘低水蒸気圧の島’が見られた。水田域とそれ以外の土地被覆との境で等水蒸気圧線が密になる現象は、夏季日中の観測21例中11例で見られた。さらに、風速が大きくなると市街地と郊外の水蒸気圧差は小さくなることが分かった。

## 1. はじめに

都市における相対湿度が郊外より低いことはよく知られている。この都市の相対湿度を低下させる原因は、都市における気温上昇と大気中にある水蒸気量そのものの減少である。前者に関してはヒートアイランド現象としてこれまで多くの報告があり、都市気候の中で最も観測されている。一方、後者に関しては観測例が少なく、その事実に関する決定的な結論はない。

これまでの研究では夜間における観測例の報告があり、都市の水蒸気圧が郊外より高いとする報告(Hage, 1975; Chandler, 1967; Kopec, 1973)と、その逆であるとする報告(Aida *et al.*, 1979; 榊原, 1982)が存在する。これらの研究は、選ばれた都市と郊外の観測点が既存の常時観測点であるため必ずしもそれぞれの地域を代表とする場所に位置していないこと、面的な観測であっても事例数が少ないことのため相反する説が生じたと思われる。

面的に観測して年間を通してできるだけ多くの観測事例を得るという方法で、都市内外の水蒸気圧差の特

徴を検討したのが榊原(1995)である。彼は埼玉県越谷市において2年間に59回観測を行い、年間を通して日中も夜間も都市が郊外より低水蒸気圧であり、水田域が灌水された夏季には都市と郊外の水蒸気圧差は顕著になることを示した。しかし、彼の報告は郊外が水田域のケースを示したものであり、それ以外の土地被覆の場合については言及していない。水の蒸発量は地表面被覆の違いに起因すると考えられるので、異なる郊外の土地被覆が都市と郊外の水蒸気圧差に及ぼす影響を調べる必要がある。

そこで、本研究は郊外に水田域と果樹園域を持つ長野県小布施町において、1996年9月から1997年10月に111回の観測を行い、郊外の土地被覆の違いと気象条件から市街地と郊外の水蒸気圧差の特徴を検討する。

## 2. 観測方法

### 2.1 観測対象地域

研究対象とした都市は長野県小布施町である。小布施町は長野県の北部に位置し、1997年8月現在で人口1万2千人の小都市である。小布施町の説明およびヒートアイランドについては榊原(1999)が詳しい。以下に、本研究に関係する部分を記す。

市街地(第1図A~D)は、2~3階建ての建物の商

\* 信州大学教育学部。

—2000年4月14日受領—

—2001年1月5日受理—

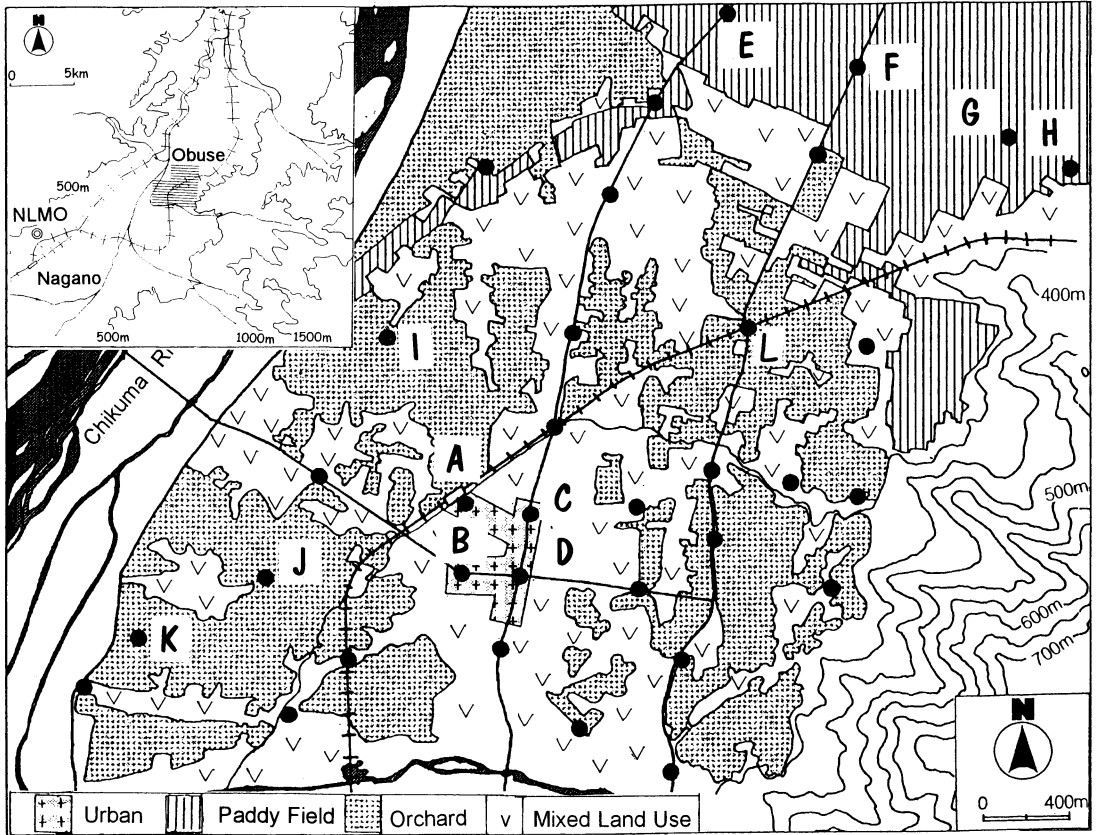


Fig. 1 Index Map of Obuse, Nagano (The Obuse Urban Planning Fundamental Map revised in 1988, published by Obuse Town, is used as a base map, ◎ : Nagano Local Meteorological Observatory (NLMO), A-D : urban sites, E-H : paddy field sites, I-L : orchard sites, ● : Observation sites).

店街である。この地区においても都会のような交通渋滞はあまりなく、特に夜間の交通量はきわめて少ない。市街地を取り巻く郊外にはリンゴを中心とする果樹園域が広がり(第1図I~L)、北側には見渡す限り一面に広がる水田域(第1図E~H)がある。

1月と2月には小布施町の市街地及び郊外の道路面はともに雪で覆われた。地面に育つ草は4月から、果樹園域における木の葉は5月から芽吹き、11月頃まで見られた。果樹園域を走る道路は舗装されていて、道路の両側はリンゴ畑になっている。この木の高さは自動車の高さより2~3倍高い。5月末に水田域全体に一度に水が引かれるのに対し、水を抜く作業は稲の成育状況に応じて水田域毎に9月1日から下旬にかけて徐々に行われた。すなわち、水田域は少なくとも6月から8月の期間は灌水されていた。9月には稲穂が見

られ、10月には収穫される。この期間以外の水田域は裸地になる。

## 2.2 測定方法

観測は自動車で移動しながらあらかじめ決められた34地点(第1図●印)で気温を測定する移動観測である。観測地点間の最大標高差は約60mであるが、これによる水蒸気圧への影響は無視できると判断し、標高差による補正は行わなかった。なお、観測地点全てはアスファルト舗装道路上の地点である。

水蒸気圧の測定は2本のサーミスター(日置電機(株)製、9021-01)を用いた。乾球用のセンサーはそのままで、湿球用のサーミスターの先端部をガーゼで包み、ガーゼの一端をサーミスターの下に取り付けた直径1cm長さ4cmの円筒形をしたプラスチック製の水溜の中に入れた。これによりガーゼがいつも濡れ

Table 1 Observation time and associated meteorological data at Nagano Local Meteorological Observatory (NLMO).

No	Observation		NLMO				No	Observation		NLMO					
	Date	Time	Time	WD	WS(m/s)	Time		Cloud	Date	Time	Time	WD	WS(m/s)	Time	Cloud
1	960929	15:03-15:41	15:20	W	4.0	15:00	10	57	970505	20:42-21:15	21:00	W	1.8	21:00	2
2	960929	19:28-20:05	19:50	W	3.5	21:00	10	58	970506	20:42-21:17	21:00	WNE	1.5	21:00	6
3	961002	20:55-21:31	21:10	W	4.5	21:00	10	59	970510	14:40-15:16	15:00	NNW	0.9	15:00	10
4	961015	20:26-21:01	20:40	ESE	1.8	21:00	10	60	970510	20:41-21:14	21:00	W	0.5	21:00	2
5	961016	19:34-20:10	19:50	NNE	1.8	21:00	0	61	970511	14:38-15:14	15:00	N	5.3	15:00	10
6	961017	20:41-21:17	21:00	WSW	3.3	21:00	7	62	970511	20:47-21:20	21:00	ENE	2.1	21:00	6
7	961020	20:51-21:25	21:10	W	1.7	21:00	1	63	970512	14:49-15:26	15:00	N	5.0	15:00	0
8	961022	20:42-21:13	21:00	W	1.9	21:00	0	64	970512	20:47-21:19	21:00	NNW	1.3	21:00	10
9	961023	20:35-21:08	20:50	WSW	4.8	21:00	8	65	970516	14:48-15:24	15:10	N	3.6	15:00	4
10	961024	20:50-21:20	21:10	W	5.6	21:00	3	66	970517	14:39-15:17	15:00	NNE	5.9	15:00	4
11	961025	20:34-21:10	20:50	S	1.8	21:00	10	67	970517	20:41-21:16	21:00	NNW	2.1	21:00	0
12	961027	20:39-21:09	20:50	W	4.7	21:00	0	68	970518	20:41-21:15	21:00	WSW	0.9	21:00	0
13	961030	20:36-21:10	20:50	ENE	2.5	21:00	0	69	970601	13:47-14:30	14:10	N	4.3	15:00	10
14	961103	21:54-22:27	22:10	SW	1.0	21:00	0	70	970601	14:49-15:25	15:10	NNW	5.8	15:00	10
15	961103	22:32-23:05	22:50	SW	0.7	21:00	0	71	970601	20:57-21:42	21:20	NNW	1.5	21:00	10
16	961114	20:31-21:05	20:50	N	1.1	21:00	2	72	970607	14:44-15:20	15:10	N	4.3	15:00	9
17	961114	21:33-22:04	21:50	W	2.3	21:00	2	73	970607	20:44-21:20	21:00	NW	1.9	21:00	3
18	961116	20:41-21:15	21:00	ENE	1.4	21:00	0	74	970608	14:44-15:20	15:00	WSW	7.8	15:00	3
19	961116	21:31-22:03	21:50	NNE	1.3	21:00	0	75	970612	14:58-15:28	15:00	NNW	6.6	15:00	10
20	961118	20:43-21:15	20:50	NNW	1.1	21:00	0	76	970614	14:55-15:30	15:10	N	7.4	15:00	10
21	961118	21:36-22:05	21:50	NNE	0.6	21:00	0	77	970614	20:48-21:25	21:10	NNW	1.6	21:00	9
22	961119	20:41-21:16	21:00	NW	1.4	21:00	7	78	970616	20:41-21:19	21:00	E	1.1	21:00	10
23	961119	21:38-22:10	21:50	SE	0.5	21:00	7	79	970621	15:06-15:37	15:20	NE	4.6	15:00	9
24	961125	19:44-20:15	20:00	N	1.4	21:00	3	80	970621	20:48-21:20	21:00	ENE	0.7	21:00	8
25	961126	21:36-22:07	21:50	W	5.6	21:00	10	81	970624	14:52-15:26	15:10	N	3.8	15:00	1
26	961130	20:48-21:18	21:00	ESE	0.9	21:00	10	82	970704	21:17-21:52	21:30	W	1.9	21:00	8
27	961130	21:33-22:02	21:50	ESE	0.6	21:00	10	83	970719	14:49-15:28	15:10	N	1.6	15:00	10
28	961208	19:36-20:09	19:50	W	1.1	21:00	7	84	970719	20:58-21:35	21:20	ENE	0.5	21:00	9
29	961208	20:43-21:13	21:00	NNW	0.6	21:00	7	85	970720	14:44-15:20	15:00	NE	2.5	15:00	8
30	970320	19:45-20:15	20:00	SW	1.1	21:00	3	86	970721	14:36-15:13	14:50	N	5.0	15:00	1
31	970320	20:46-21:18	21:00	W	1.9	21:00	3	87	970811	14:47-15:23	15:10	N	2.2	15:00	7
32	970322	19:45-20:16	20:00	E	4.1	21:00	8	88	970812	14:46-15:28	15:10	N	5.7	15:00	7
33	970322	20:39-21:11	21:00	NNW	1.1	21:00	8	89	970816	14:48-15:27	15:10	W	5.5	15:00	2
34	970324	19:44-20:15	20:00	NNW	2.6	21:00	0	90	970817	14:42-15:19	15:00	S	1.7	15:00	2
35	970324	20:36-21:06	20:50	NNW	2.4	21:00	0	91	970818	20:44-21:21	21:00	WSW	6.2	21:00	7
36	970325	19:41-20:14	20:00	NW	0.9	21:00	10	92	970819	14:44-15:17	15:00	N	4.0	15:00	6
37	970325	20:40-21:12	21:00	W	1.8	21:00	10	93	970820	20:44-21:20	21:00	SE	1.0	21:00	5
38	970327	19:44-20:15	20:00	NE	2.7	21:00	8	94	970821	14:36-15:11	14:50	N	4.4	15:00	8
39	970327	20:40-21:11	21:00	NNE	1.4	21:00	8	95	970822	21:02-21:36	21:20	ESE	1.5	21:00	10
40	970328	19:48-20:18	20:00	SSE	1.8	21:00	6	96	970823	14:45-15:24	15:00	NNE	5.8	15:00	0
41	970328	20:37-21:07	21:00	NNW	1.4	21:00	6	97	970823	20:44-21:21	21:00	W	0.7	21:00	0
42	970401	19:43-20:15	20:00	ESE	1.3	21:00	0	98	970827	20:56-21:29	21:10	W	2.0	21:00	2
43	970401	20:38-21:08	21:00	W	0.7	21:00	0	99	970828	13:28-14:00	13:40	N	4.7	15:00	0
44	970412	19:44-20:18	20:00	NW	0.9	21:00	0	100	970829	14:03-14:42	14:20	N	5.3	15:00	7
45	970412	20:46-21:18	21:00	NW	1.6	21:00	0	101	970830	14:16-14:56	14:40	N	6.9	15:00	7
46	970413	19:43-20:17	20:00	E	1.3	21:00	10	102	970830	20:52-21:28	21:10	NNW	2.1	21:00	4
47	970413	20:39-21:12	21:00	NE	1.3	21:00	10	103	970901	13:27-14:06	13:50	ENE	2.5	15:00	10
48	970414	19:46-20:21	20:00	N	2.7	21:00	4	104	970919	21:28-22:02	21:50	NNE	2.1	21:00	0
49	970414	20:39-21:09	20:50	ENE	1.6	21:00	4	105	970920	13:30-14:12	13:50	ENE	1.7	15:00	9
50	970415	19:44-20:15	20:00	NNW	5.6	21:00	4	106	970924	20:36-21:16	21:00	SSW	0.6	21:00	7
51	970415	20:43-21:13	21:00	NE	2.2	21:00	4	107	970929	14:58-15:33	15:20	E	5.1	15:00	3
52	970416	19:41-20:17	20:00	NE	3.4	21:00	2	108	970929	20:58-21:34	21:20	NNW	1.7	21:00	0
53	970416	20:48-21:20	21:00	ENE	2.6	21:00	2	109	970930	20:55-21:29	21:10	NNW	1.8	21:00	0
54	970419	19:48-20:20	20:00	E	2.6	21:00	0	110	971001	14:48-14:29	14:10	ENE	2.2	15:00	4
55	970419	20:46-21:17	21:00	S	1.0	21:00	0	111	971001	20:36-21:12	20:50	W	3.0	21:00	4
56	970420	19:47-20:21	20:00	SW	0.8	21:00	10								

ているように保った。なお、走行しながら測定を行うので特別な通風装置は付けていない。

水蒸気圧の算出はスプリング (Sprung) の公式 (山本, 1978) を用い、移動観測による時差補正の方法に関しては榊原 (1995) による。

一般に乾球と比べ湿球の示度は安定するまで時間がかかる。しかし、観測ルートを決める際、ルートを

変えても気温分布や水蒸気圧分布には大きな違いが見られなかったことから、今回の方法でも、重大な問題を引き起こす可能性は小さいと判断した。

ここで、湿球の示度に $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の測定誤差が生じたと考える。今回の1997年7月19日の地点7における観測値で夏季の場合を想定する。乾球の示度 $T_d = 28.76^{\circ}\text{C}$ 、湿球 $T_w = 22.34^{\circ}\text{C}$ の条件では、 $\pm 0.5\text{hPa}$ 程

度の誤差が得られる。この値は他の地点においても同程度であった。一方、乾球に $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の誤差があるとする $\pm 0.1\text{ hPa}$ の誤差になる。同地点における1996年12月8日の観測値  $T_d=1.43^{\circ}\text{C}$ , 湿球  $T_w=1.35^{\circ}\text{C}$  の条件で冬季の場合を考えると、 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の乾球の測定誤差は $\pm 0.2\text{ hPa}$ の誤差を引き起こす。観測された水蒸気圧データにはこの程度の誤差が含まれる。

### 2.3 調査日の気象状況

観測開始時に雲量が9以下である15時と21時前後に観測を実施した。しかし、観測終了時には必ずしも快晴あるいは晴れの時ばかりでなく曇りの時もあった。逆に観測を中止した後で晴れてきた日もあった。夜間の観測は1996年9月から翌年の10月にかけて、昼間の観測は1997年5月から9月にかけて、延べ111回実施した(第1表)。12月の中旬から3月上旬にかけて気温が低く、湿球が凍り、精度が悪くなるので測定は行わなかった。風向・風速と雲量は、小布施町南西約12 kmにある長野地方気象台(第1図◎印)で観測された値を用いた。

### 3. 特徴的な観測例

まず、111回の観測のうち市街地と郊外の水蒸気圧の差が最も大きくなったのは第2図aに見られる7月19日の日中の観測例で、その大きさは4.6 hPaであった。この値は榊原(1995)が示した越谷市における水蒸気圧差の最大値(4.8 hPa)と同程度である。図から分かるように、駅(第1図地点A)南東の市街地が低水蒸気圧域になり、駅北方の水田域において高水蒸気圧域が見られる。果樹園域は市街地に比べ高いが、水田域よりは低い。その結果、市街地上にはヒートアイランドによく似た‘低水蒸気圧の島’が見られた。

日中の水蒸気圧分布の特徴は、水田域(第1図F)とその南隣の別の土地被覆との間で急激な水蒸気圧差が見られる点である。夜間は水田域における水蒸気圧は依然として市街地より高いものの、等水蒸気圧線が密になる地域は認められない(第2図b)。しかし翌日の日中においては、第2図aと同じ場所で再び等水蒸気圧線が密になっているのがわかる(第2図c)。なお、このような等水蒸気圧線が密になるケースは7月4日の夜間における観測を除き、6月から9月における日中の観測21例中11例で見られた。これは夏季日中の観測例の約半分に相当する。水蒸気圧の絶対値では、市街地の値は昼夜とも同程度であるのに対し、水田域では日中高く夜間低いとする日較差が大きいのが特徴で

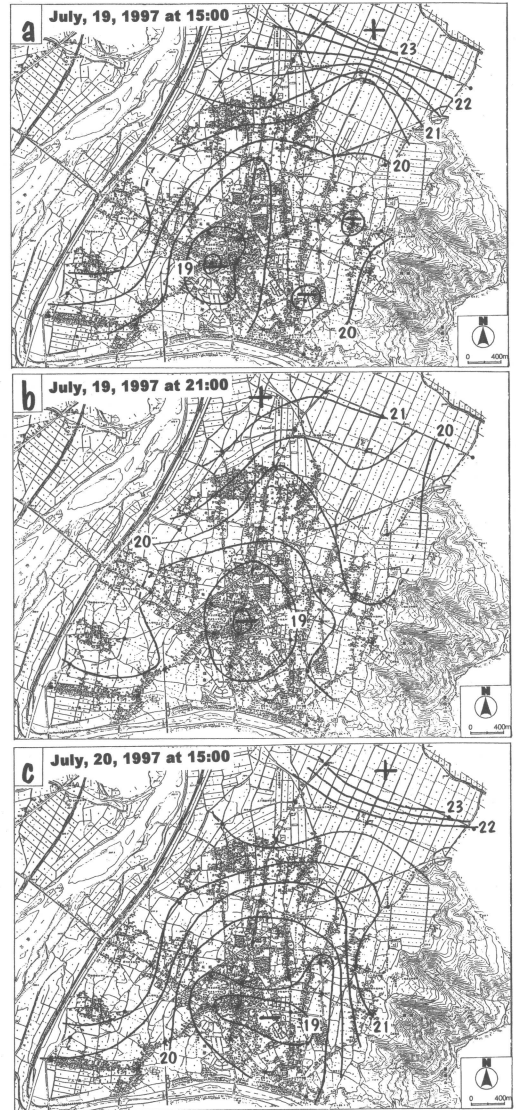


Fig.2 Water vapor pressure distributions (hPa) in case of the largest urban/rural water vapor pressure difference (a : daytime distribution with cloudy sky and N wind of 1.6 m/s, b : nighttime distribution with cloudy sky with ENE wind of 0.5 m/s, c : daytime distribution with cloudy sky with NE wind of 2.5 m/s).

ある。なお、このときの気温分布は、日中と夜間ともに市街地の駅南東側に高温域が生じ、水田域が最低温部になった。等温線は、日中は複雑に入り込んでいたが、夜間は市街地を中心に取り囲むように存在していた。

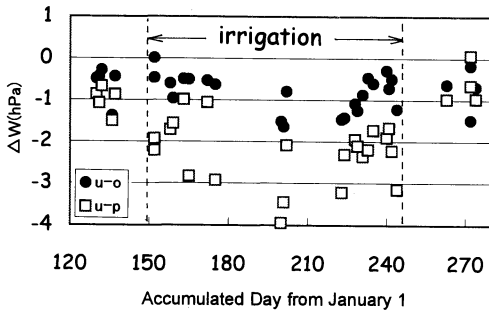


Fig. 3 The daytime urban/orchard difference and urban/paddy field difference in water vapor pressure.

#### 4. 市街地と郊外の水蒸気圧差

##### 4.1 水田域灌水の水蒸気圧差に見られる影響

土地被覆の季節的变化において、水蒸気圧に影響があるものは、郊外における水田域の灌水の有無が考えられる。ここでは、灌水期の前後において市街地と郊外の水蒸気圧差の推移からその影響を検討する。まず、第1表に示された観測結果を日中と夜間に分ける。景観から判断して、市街地の地点として第1図の地点AからD、水田域として地点EからH、果樹園域として地点IからLを選び、観測毎に土地被覆別に平均を求めた。そして、市街地と水田域の水蒸気圧差  $\Delta W_{u-p}$  と市街地と果樹園域の水蒸気圧差  $\Delta W_{u-o}$  を算出した。この方法により、日中の観測時系列順に水蒸気圧差を並べたものが、第3図である。横軸の数字は観測日の1月1日からの積算日に対応する。なお、図中の irrigation は灌漑された期間を示す。

図から分かるように、 $\Delta W_{u-o}$  は灌漑が見られた期間とそうでない期間で大きな違いは見られないが、 $\Delta W_{u-p}$  ではその期間内外で明瞭な差異が見られた。 $\Delta W_{u-p}$  の絶対値は灌漑期において  $\Delta W_{u-o}$  の倍以上の大きさになった。

水蒸気圧差がプラス、すなわち市街地の方が郊外より高い例は  $\Delta W_{u-o}$  と  $\Delta W_{u-p}$  それぞれわずか1例しかないこと、日中における全観測における  $\Delta W_{u-o}$  の平均は  $-0.8$  hPa、 $\Delta W_{u-p}$  の平均は  $-1.9$  hPa であったことから、灌漑期は特に市街地は郊外と比べ低水蒸気圧であり、郊外が水田域の場合は、果樹園域より2倍程度の水蒸気圧差になるといえる。

夜間において同様な検討を行った(第4図)。灌漑期間内外の差異や  $\Delta W_{u-o}$  と  $\Delta W_{u-p}$  の違いは確認できなかった。また、 $\Delta W_{u-o}$  と  $\Delta W_{u-p}$  の両方でプラスに

なっていた例は7例(夜間の観測の9%)あり、どちらか片方でもプラスであった例は17例(21%)であった。このことから夜間においては、少なくとも8割ぐらいが市街地の方が郊外と比べ低水蒸気圧であるといえる。夜間における全観測における  $\Delta W_{u-o}$  の平均は  $-0.4$  hPa、 $\Delta W_{u-p}$  の平均は  $-0.4$  hPa であり、日中と比べるとこれらの絶対値はかなり小さい。また、郊外の地点の取り方による水蒸気圧差の差異は見られない。

##### 4.2 月平均水蒸気圧差の変化

市街地と郊外の水蒸気圧差の季節変化を検討する。先に求めた  $\Delta W_{u-o}$  と  $\Delta W_{u-p}$  を月毎に分けて平均を求めた。第5図は、5月から9月までの日中の月平均水蒸気圧差  $\overline{\Delta W}$  である。この  $\overline{\Delta W}$  のアッパーラインは平均を示す。図から分かるように、5か月間全てがマイナスである。また、 $\overline{\Delta W_{u-p}}$  は  $\overline{\Delta W_{u-o}}$  より大きく、その値がもっとも大きかったのは7月である。

次に、夜間の月平均水蒸気圧差は常にマイナスである(第6図)。ただし、前にも述べたように1月と2月の観測はない。ここで先の結果も併せて考察すると、月平均値では年間の昼夜を通して市街地の水蒸気圧は郊外より低い。また、日中と比べ夜間の  $\overline{\Delta W_{u-p}}$  は  $\overline{\Delta W_{u-o}}$  とあまり差異が認められない。水蒸気圧差そのものの大きさ、および  $\overline{\Delta W_{u-o}}$  と  $\overline{\Delta W_{u-p}}$  の差がもっとも大きかったのは7月であり、夜間は日中と比べ  $\overline{\Delta W_{u-p}}$  は小さいが  $\overline{\Delta W_{u-o}}$  はほぼ同程度であった。

第2図において市街地と果樹園域の水蒸気圧は日変化が小さいのに対し水田域は日変化が見られる。このことから、都市と郊外の水蒸気圧差は日中の気温と日射量に関連し、水蒸気圧差の最大値の日変化は特に郊外の水田域で日中蒸発が盛んになった結果生じるものと考えられる。

#### 5. 考察

市街地と郊外の水蒸気圧差が最大になったのは郊外を水田域とした場合の夏季日中である。郊外を果樹園域とした場合にもその傾向は見られるが、水蒸気圧差の大きさは郊外を水田域とした場合の半分ほどである。また、夜間の場合は郊外を水田域、果樹園域としても大きな差異はない。

市街地と水田域の境において等水蒸気圧線が密になったことは、榊原(1995)における市街地と水田域の境で明瞭な水蒸気圧の違いが生じたことに一致す

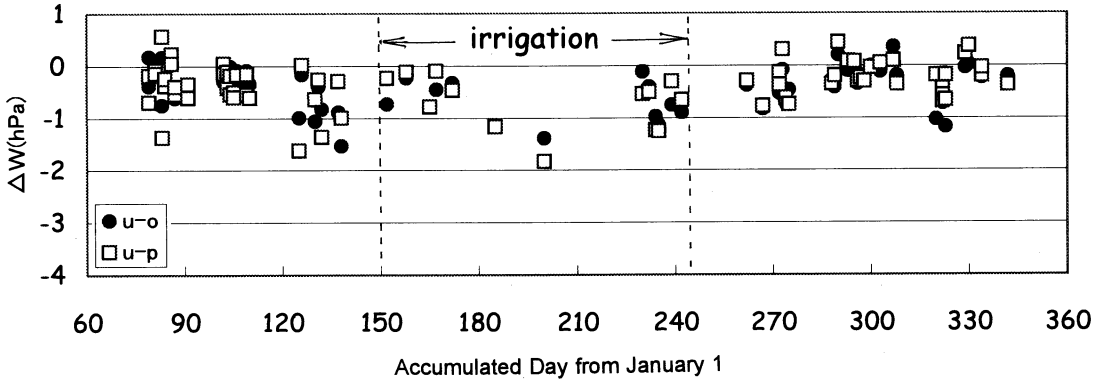


Fig. 4 The nighttime urban/orchard difference and urban/paddy field difference in water vapor pressure.

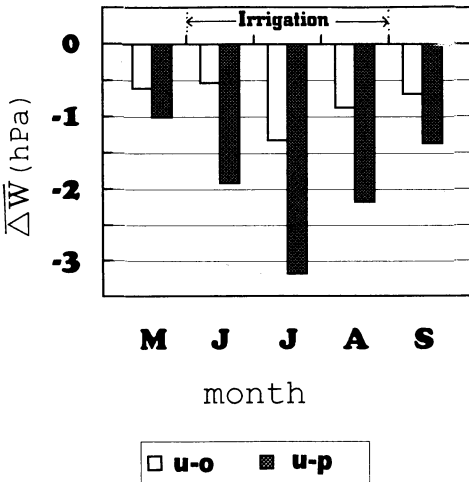


Fig. 5 The monthly mean daytime urban/orchard difference and urban/paddy field difference in water vapor pressure from May to Sep.

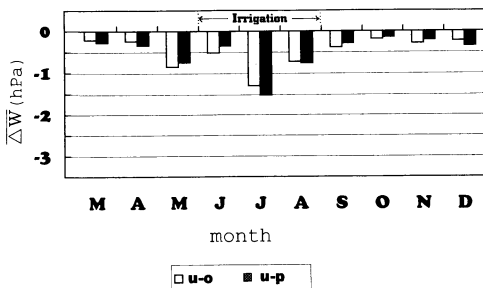


Fig. 6 The monthly mean nighttime urban/orchard difference and urban/paddy field difference in water vapor pressure from March to Dec.

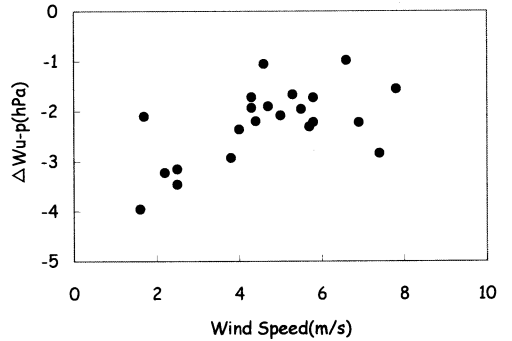


Fig. 7 The relationship between the wind speed and urban/paddy field water vapor pressure difference in the daytime in the irrigation season.

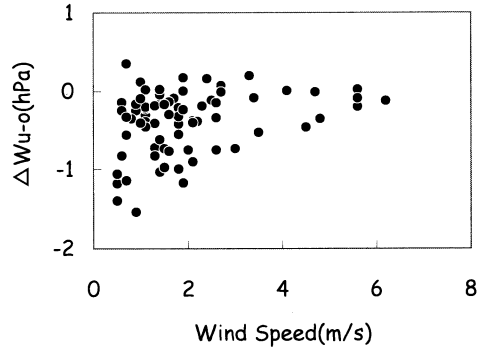


Fig. 8 The relationship between the wind speed and urban/orchard water vapor pressure difference at night.

る。この等値線が密になる現象は夏季日中の観測21例中11例で認められた。このことからこの現象は水田域の灌水と関係があると思われる。また、等値線が密になる同様な現象は気温でもありそうであるが、小布施町では1年間にわずか数例しかなかった(榊原, 2000)ことと比較して、水蒸気圧の場合の方が高頻度で見られる現象であるといえる。

気象要素の中で都市気候に大きな影響を与えるものは風速と雲量であろう。ここで、市街地と郊外の水蒸気圧差と気象要素の関連について検討する。

まず、もっとも水蒸気圧差が大きい灌水期日中における $\Delta Wu-p$ について風速との関係を示した(第7図)。図から分かるように、風速が大きくなると、水蒸気圧差の最も大きい部分は小さくなる。この関係は $\Delta Wu-o$ と風速においても見られた。

灌水による影響が見られなかった夜間の $\Delta Wu-o$ と風速の関係を調べた(第8図)。図から分かるように風速が大きくなるにつれて、 $\Delta Wu-o$ のもっとも大きい部分は小さくなる。同様な結果は夜間における風速と $\Delta Wu-p$ についても認められた。

風が吹くと市街地と郊外の水蒸気圧差の最も大きい値が徐々に小さくなることは注目すべきことである。これは風が吹くと都市建物により引き起こされる乱流や移流により水蒸気圧が一様になるように働くためと考えられる。このことはChandler(1965)により示唆されていたことであるが、今回の観測結果において実証できた。

雲量については、日中雲量が小さいほど日射により水田域で蒸発が生じるものと考えられる。そこで、水蒸気圧差がもっとも大きかった灌水期における $\Delta Wu-p$ と雲量との関係を調べたが、雲量と $\Delta Wu-p$ の明瞭な関係は認められない。また、夜間における全観測および1.5m/s以下の風速時に限定した場合を検討したが、こちらも明瞭な相関は認められなかった。

## 6. おわりに

以上述べたように、市街地は夜間も日中もほぼ1年を通して低水蒸気圧であることが多い。その差は、夏季日中に、そして郊外を果樹園とする場合より水田とした場合に大きい。また、風速は都市と郊外の水蒸気圧差を決める重要な気象パラメーターであることが示唆された。

市街地の水蒸気圧は夜間日中ともに変わらなかった

のに対し、水田域では日中大きく夜間小さくなるとした日変化の結果、夏季日中に水蒸気圧差が大きく生じた。これは日中水田域で多くの蒸発散が行われ、夜間凝結が生じたものと推察するが、市街地と水田域で同時に熱収支を調べることでそのメカニズムは明らかになるであろう。

都市と郊外の水蒸気圧の差を考える場合、本研究では郊外の代表的景観に水田域と果樹園域を考えたが、もう一つの郊外の景観である畑が隣接する都市において調査が必要である。また、今回の結果は小都市の結果であり、人間が作り出す水蒸気量が多く見込める大都市では改めて検討すべきである。

## 謝辞

本論作成にあたり長野県地方気象台の方には気象データ閲覧にご配慮いただいた。長野県自然保護研究所の浜田 崇氏には貴重なコメントをいただいた。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- Aida, M. and M. Yaji, 1979: Observations of atmospheric downward radiation on the Tokyo area, *Bound Layer Meteor.*, **16**, 453-465.
- Chandler, T. J., 1967: Absolute and relative humidity in towns, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **48**, 394-399.
- Chandler, T. J., 1965: *The Climate of London*, Hutchinson, 185-202.
- Hage, K. D., 1975: Urban-rural humidity differences, *J. Appl. Meteor.*, **14**, 1277-1282.
- Kopec, R. J., 1973: Daily spatial and secular variations of atmospheric humidity in a small city, *J. Appl. Meteor.*, **12**, 639-648.
- 榊原保志, 1982: 草加松原団地における小気候学的調査—ヒートドライアイランドを中心に—, *天気*, **29**, 31-40.
- 榊原保志, 1995: 越谷市南東部における市街地と水田域の水蒸気圧差の特徴, *天気*, **42**, 355-361.
- 榊原保志, 1999: 長野県小布施町におけるヒートアイランド強度と郊外の土地被覆との関係, *天気*, **46**, 567-575.
- 榊原保志, 2000: 都市気温と天空率の関係および高温域の風下偏位—長野県小布施町の例—, *年報長野県地理*, **19**, 17-24.
- 山本義一, 1978: 気象学概論, 朝倉書店, 235pp.

## Features of Water Vapor Pressure Difference between Urban and Rural in Obuse, Nagano

Yasushi Sakakibara\*

\* *Faculty of Education, Shinshu University, Nagano 380-8544, Japan*  
*E-mail : ysakaki@gipwc.shinshu-u.ac.jp*

(Received 14 April 2000 ; Accepted 5 January 2001)

### Abstract

Automobile traverses were used to gather 111 times water vapor pressure distributions in Obuse, Nagano, in which rural there are paddy fields and orchards from September 1996 to October 1997. The water vapor pressure in urban is lower than that in rural at day and night. The urban/rural water vapor pressure difference is the maximum at daytime in summer. The difference of water vapor pressure between urban and paddy field is roughly twice as large as that between urban and orchard. The effect of selection of rural sites in water vapor pressure difference can't be seen at night. There is low water vapor pressure island over urban area, similar to heat island, with steep water vapor pressure gradients between paddy field and urban, which can be seen in 11 cases among 21 summer daytime cases. Winds have emerged as an important parameter in controlling the urban/rural water vapor pressure difference.

---