

## 植栽・構造物が気温観測統計値に及ぼす影響

—東京（大手町）における通年観測—

志 藤 文 武<sup>\*1</sup>・青 柳 曉 典<sup>\*2</sup>・清 野 直 子<sup>\*2</sup>  
藤 部 文 昭<sup>\*3</sup>・山 本 哲<sup>\*2</sup>

### 要 旨

植栽や構造物が気温観測統計値に与える影響を評価するため、気象庁大手町露場（東京都心）の端、植栽と小屋に囲まれた場所に新たな強制通風式温湿度計を設置し、2年間にわたる連続観測を実施した。この気温の観測値を、周囲の構造物の影響が少ない露場中央付近にある現業用の温度計による観測値と比較した結果、5～8月の14～15時の時間帯の時刻別月平均気温は、露場端の方が0.5°C程度高かった。3～9月の日々の観測値を見ると、2つの温度計による15時の気温差と全天日射量の間には0.7を超える正の相関があった。一方、日射の少ない日や夜間は気温差が小さかった。日平均気温に現れる気温差は月平均値にして±0.1°C程度であり、平均気温は日最高気温に比べ設置環境の影響を受けにくいことが示唆された。

### 1. はじめに

地上気象観測データを長期の気候変動の把握に利用する場合には、観測所近傍の環境条件の影響に留意する必要がある。観測所周辺の都市化などに伴う観測環境の変化・差異などが地上気温観測統計値へ及ぼす影響についてはいくつかの研究例がある。Mahmood *et al.* (2006) は、近い観測点同士の月平均最高・最低気温にそれぞれ最大1.6°C, 3.8°Cといった気温差が生じていることを示し、これらの差は観測環境の違いによるものであろうと指摘した。Runnalls and Oke (2006) も、気温の長期データに不均質を生み出す要因として観測所近傍の環境変化（森林伐採や灌漑など微気候の変化）による影響を挙げ、それらを検出する手法を提案している。米国の気温データの中に観測環境が良好でない地点のデータが多少あったとしても、各地点のメタデータをもとにして適当な均質化を施せ

ば、全米の気温上昇トレンドといった統計値にそれら低品質のデータが影響することはほとんどないと主張する研究もある (Peterson 2006)。他方、Pielke *et al.* (2007) は地上気温データを用いた気候変動の解析においては観測環境や土地利用変化の影響が無視できないとし、それらに関する十分な記録とその影響の定量化が必要であると主張した。これらは、数十 km に1点存在する既存の地上気温データから不均質を検出・定量化しようとする取り組みである。

一方、1 km 程度かそれより小さなスケールに存在する地上気温の分布を観測する研究も行われている (Hawkins *et al.* 2004)。日本の研究としては、菅原ほか (2006) は自然通風式の測器を用いて東京の新宿御苑内で気温の通年観測を行い、緑地と市街地との気温差（クールアイランド強度）が季節によって1°Cのオーダーで変化することを示し、この季節変化と植物の落葉・展葉との関連を論じた。近藤 (2004a, b, 2012) は、気温観測における微気候の影響の一例として『日だまり効果』を提唱した。これは、植栽や建造物に囲まれることにより観測所周辺の風速が弱められ、日射等によって温められた地表面の熱が拡散しにくくなり、局所的に地温や気温が高くなるというプロ

<sup>\*1</sup> (連絡責任著者) 気象研究所, shido@mri-jma.go.jp

<sup>\*2</sup> 気象研究所。

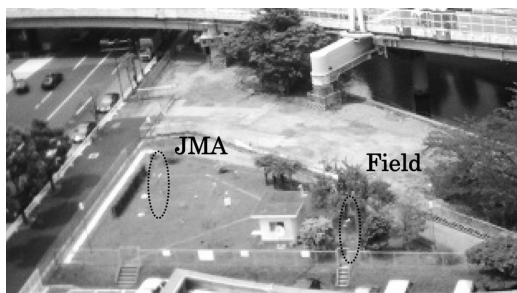
<sup>\*3</sup> 気象研究所 (現所属：首都大学東京)。

—2014年6月6日受領—

—2015年2月19日受理—

セスである。Fujibe (2009) は、アメダスによる風速と気温の長期観測データから、年平均風速  $\bar{U} \geq 1.5$  m/s の地点では、昼間の気温の経年変化率と風速の経年変化率の間に、日だまり効果と同傾向の負の相関があるが、 $\bar{U} < 1.0$  m/s の地点では逆の傾向を示すことから弱風時のマイクロな気温変動には日だまり効果だけでは説明がつかない場合があると指摘した。Kumamoto *et al.* (2013) は、強制通風式温湿度計をアスファルト道路近傍に複数点、複数高度に配置した通年観測を実施し、晴天時のアスファルト道路の風下における気温は、風速が弱い場合に、地表面付近（高さ0.5 m）で0.2~0.4°C程度上昇するが、高さ1.5 mにおいてはせいぜい0.1°C程度の昇温にとどまると見積もった。しかし、観測地点周辺の構造物・人工物の影響を継続して観測した例はまだ少ないのが現状である。

気象庁の地上気象観測における気温の観測は、芝を植生した風通しの良い『露場』の中で、周囲の構造物の影響が少ない場所の高さ1.5 mに強制通風式温湿度計を設置し行っている（気象庁 2002）。露場の広さ、通風筒から周辺構造物までの距離などにも基準が定められている。露場環境を維持することで、観測値に対する影響を最小化するように取り組まれている。しかしながら、上述の先行研究は観測露場を取り囲む周辺環境やその変化が気象データに影響を及ぼす可能性を示唆している。気象観測値が環境要因にどの程度依存するのかを明らかにすることは、気候監視の観点から



第1図 気象庁（東京管区气象台）の露場（千代田区大手町）を庁舎屋上から撮影した写真。写真奥の方角がほぼ北にあたる。温湿度計の位置を点線で囲んだ。露場西側（左）が気象庁（气象台）の温湿度計（JMA）である。露場東端（右）付近の植栽で囲われた場所に新たに温湿度計（Field）を設置した（2013年6月18日撮影）。

も重要であり、より定量的な知見を蓄える必要がある。

そこで本研究では、東京大手町の気象庁露場において、その端に近く構造物や植栽に囲まれた場所に新たな温度計を設置し、露場中央の現業観測用温湿度計との通年比較観測を行った。そのデータを使って、両地点間にどの程度の気温差がどのような気象条件で生じ、統計値（日平均・最高・最低気温）にどの程度影響を及ぼしているか調べた。なお、2014年12月2日以降、現業の気温観測は上記露場の西900 mにある北の丸公園内の露場で行われている。

## 2. 観測とデータの解析期間

気象庁（東京管区气象台）の露場は東京都千代田区大手町のビル街の一角に位置している。現業観測用のJMA-95型地上気象観測装置のうち、強制通風式温湿度計（以下、JMA）は周囲が開けた露場の西側に設置されていた（第1図）。この測器から東に約20 m離れた同露場の東端付近に、我々はJMA-95型準拠の強制通風式温湿度計（以下、Field）を設置し連続観測を実施した（第2図）。この強制通風式温湿度計は、感部に電気式温度計（温度による抵抗体の電気抵抗変化を利用した温度計、直径3.2 mmのステンレスシースに白金測温抵抗体（Pt100Ω（0°C））を挿入し酸化マグネシウムを充填した防滴構造）を使用している。通風筒本体はステンレス製で断熱材入りの二重構造により日射の影響を防ぎ、温度計感部には常時5 m/s前後の通風速度を確保している（気象庁 2002；熊本ほか 2013）。気象庁のJMA-95型気温観測用通風筒



第2図 大手町露場内で撮影された天空写真。左は気象庁温湿度計（JMA）付近のもので、右は露場東端の温湿度計（Field）付近のもの。方角は上が北、右が西になる。魚眼レンズは等立体角射影方式のものである（2012年9月7日撮影）。

の詳細や他の観測装置との示値の差については、熊本ほか（2013）によって調査されている。なお、Fieldの温度計感部は気象庁の気象測器検定に合格したものを使用し、設置前にはあらかじめ器差試験を実施した。以下で示すデータは器差補正済みの値である。

天空写真（第2図）をもとに算出された天空率は、JMA, Fieldでそれぞれ77%, 65%であり、両測器ともに季節や時間帯により、周辺の高層ビルの影に入ることがある。Fieldから半径3m以内に枝を伸ばす植栽が計4本（北北西, 東北東, 南東, 南方向）存在し、その樹高は3~5mである。また、Fieldの西から北西方向4.3mのところには配電室となる小屋（横幅3.8m, 高さ2.8m）があり、Fieldはこれらの植栽と小屋に囲まれている。

Fieldの観測は、気象庁（JMA）の記録方式（気象庁1990）に従い、極値（最高気温, 最低気温）と1分値等を記録している。まず10秒毎のセンサー示値（0.1°Cの位まで読み取ったもの）の前1分間（6個）の平均値を正10秒値と定義し、正10秒値のうち、毎分のもを正1分値として記録した。また、日（または期間）の最低気温及び最高気温は、気温の正10秒値の中から求めるものとし、1分毎に前1分間の最低気温及び最高気温を記録した。日最高（最低）気温は、1日の正10秒値の最大（最小）値となっている。

気温の解析期間は、2011年10月から2013年9月までとした。気象庁の現業観測データ（JMAのデータ）については、気温, 全天日射量の1分値, 1時間値, 日別値を解析に利用した。解析の中で、気温の前1時間平均値を導入した。これは正1分値を60個平均したものであり、正1分値の欠測や疑問値が40%をこえる時間帯については平均値を求めず欠測とした。次節以降、FieldとJMAの『気温差（ $\delta T$ ）』として示すものは、 $\delta T = T_{\text{Field}} - T_{\text{JMA}}$ であり、Fieldで気温の前1時間平均値が高い状態を正とした。

解析期間中の、東京管区気象台の月平均風速と主たる風向を第1表に示す。風向風速は、大手町露場の西方700mの科学技術館屋上（地面からの高さ35.1m）で観測されている。この地区の月平均風速は1年間を通して3.0m/s前後であり、春季に強めになり秋季に弱めとなる傾向にあった。風向に関しては、10月から3月までの半年間は北北西の風が卓越し、2番目に多かった北西の風とあわせると全時間帯の4割から6割がこれらの風向で占められた。夏季を中心とした5, 7, 8月は南から南南東の風が全体の概ね4割を占め

第1表 2011年10月から2013年9月までの東京管区気象台の観測による月平均風速と、月別の最多風向（毎正時の風向のうち、風向別観測回数が最も多い風向）およびその次に多い風向とその風向別観測回数が全体に占める割合。

月 (Month)	Wind speed (m/s)	Prevailing dir. 卓越風向 %	2nd. dir. %
1月 (JAN)	2.8	NNW (37%)	NW (17%)
2月 (FEB)	3.1	NNW (39%)	NW (18%)
3月 (MAR)	3.3	NNW (25%)	NW (13%)
4月 (APR)	3.6	NNW (17%)	S (13%)
5月 (MAY)	3.3	S (19%)	SSE (15%)
6月 (JUN)	2.9	SSE (15%)	NE (11%)
7月 (JUL)	3.0	S (21%)	SSE (20%)
8月 (AUG)	3.1	S (24%)	SSE (22%)
9月 (SEP)	3.0	SSE (17%)	NNW (15%)
10月 (OCT)	2.8	NNW (27%)	NW (13%)
11月 (NOV)	2.4	NNW (28%)	NW (21%)
12月 (DEC)	2.7	NNW (35%)	NW (21%)

た。4, 6, 9月は、南よりの風向と北よりの風向が1位と2位に入り、それぞれの頻度も比較的小さかったことから、風向が一定しなかったと考えられる。

### 3. 解析結果

#### 3.1 時刻別・月別平均値

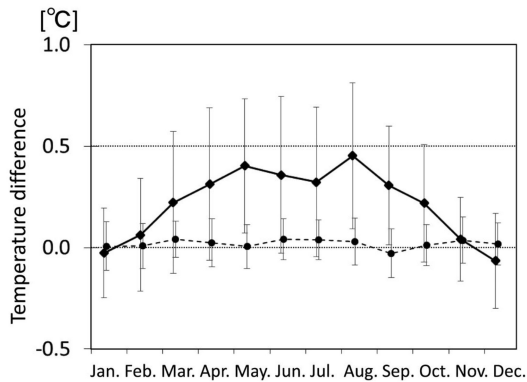
時刻別・月別にみたFieldとJMAの前1時間平均気温の差を第3図に示す。まず、日中に比べて夜間は気温差が小さいことがわかる。特に6時までの時間帯ではその差はほぼ-0.1~-0.0°Cである。1月を中心に11月から2月にかけてはFieldの方が11~12時に気温が低く（ $\delta T = -0.2 \sim -0.1^\circ\text{C}$ ）、15~16時に気温が高い（ $\delta T = 0.0 \sim 0.2^\circ\text{C}$ ）。他方、3月から9月にかけては日中を通してFieldの方で気温が高い傾向が顕著である。春季から秋季にかけての日中の気温差が最大になる時刻は15時で、月平均で最大0.6°C程度の差をみることができる。

第4図は、FieldとJMAの2年間の観測データから算出した日最低気温・日最高気温の月別平均値の差を求めたものである。日最低気温には年間を通して明瞭な差がみられないが、日最高気温には明らかな季節変化を確認できる。標準偏差の大きさからもわかるとおり、日によって大きく変化するものの、月平均値に関しては冬季にほとんど差がなく、春季から秋季にかけては5月及び8月に約0.5°Cのダブルピークを持つ年変動が認められる。

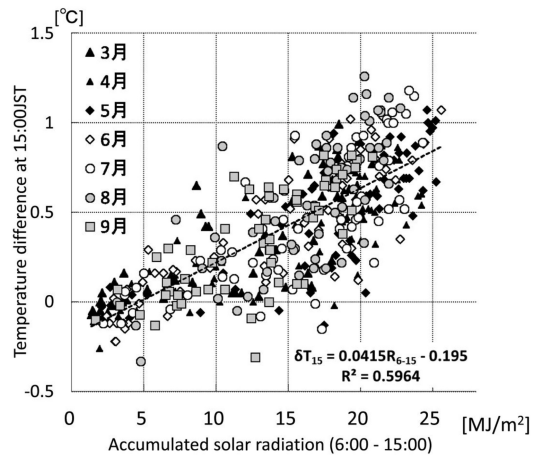
気温差が暖候期の日中に大きくなることから、この

JST Month	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	max.	min.	mean
1月(Jan)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1
2月(Feb)	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0
3月(Mar)	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0
4月(Apr)	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1
5月(May)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
6月(Jun)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
7月(Jul)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1
8月(Aug)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1
9月(Sep)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.0	0.0
10月(Oct)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0
11月(Nov)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1
12月(Dec)	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0
dairy max.	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	1.3	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	1.6	0.4	0.3
dairy min.	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.2

第3図 2011年10月から2013年9月までの2年間のFieldとJMAの気温の前1時間平均値の差の月平均値（1～24時）と、日最高・日最低・日平均気温の気温差の月平均値をまとめたもの。ここでの1時の値は、0時～1時の1時間（60分間）の平均値に相当する。値が大きい（Fieldが高温である）ほど陰影を濃くした。最後の2行は日毎の時刻別の気温前1時間平均値の差の最高・最低（2年間）である。



第4図 日最高気温（実線）・日最低気温（破線）の差（縦軸：Field-JMA [°C]）の月平均値。縦方向のバーは標準偏差の大きさを表す。



第5図 6時～15時の9時間の積算全天日射量（横軸：[MJ/m²]）と、15時の前1時間平均気温の差（縦軸 [°C]）を日ごとにプロットしたもの。データは、解析期間2年間の3～9月を対象にし、点線は回帰直線である。全天日射量は、東京管区気象台による観測データを用いた（観測場所は露場から約700 m 西方の科学技術館屋上）。

$$\delta T_{15} = 0.0415 R_{6-15} - 0.195$$

近接2地点間の微気候的な気温差の主たる要因として、日射量の大小を想定することができる。第5図に、太陽高度が高い3月から9月にかけての東京管区気象台の全天日射量とField-JMAの気温差を日別に解析した結果を示す。最大の気温差が検出された15時に着目し、縦軸にFieldとJMAの気温差（ $\delta T$ ：前1時間平均値の差）をとり、6時から15時までの積算全天日射量を横軸にとった。両者には相関係数で0.77の強い正の相関があり、全天日射量の大きな日（すなわち晴天日）ほど気温差が大きくなる傾向があった。6時から15時までの積算全天日射量  $R_{6-15}$  [MJ/m²] を説明変数として、15時の気温差  $\delta T_{15}$  [°C] の回帰式を推定したところ、

となった。春季から秋の初めにかけては、日照が少ない日、つまり曇天日などは気温差が小さい傾向を持つ。月別にみると、同じ積算全天日射量に対し、7～8月よりも3～5月は気温差が小さめとなる傾向があった。

### 3.2 ビル影の分布と気温との関係

前節では、FieldとJMAという近傍2地点におけ

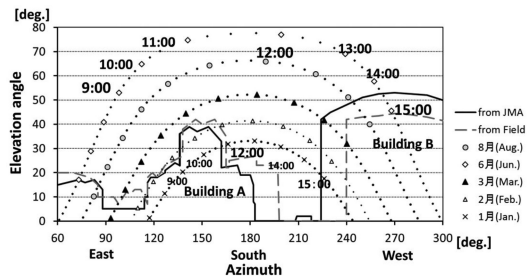
る気温差の月別平均値と日射量との関係を明らかにした。より短い時間スケールでみた場合、時間帯によっては周辺に存在する高層ビル群による影がどちらか一方のみにかかるという状況が存在する。本節ではそのような短時間の日照の違いが地上気温観測にどの程度の影響を与えているのかを調査する。

各観測地点の1.5 m 高度における天空図 (第2図) から算出した周辺構造物の仰角 (方位別) に太陽の軌道を重ねたものを第6図に示す。10月上旬から2月下旬にかけての午前中は、図中の Building A の存在により、Field に15~30分先行して JMA 周辺に日が当たり始めることになる。同様に、午後は季節によって時間帯は前後するものの一年中、西側に存在する Building B によって、Field 周辺に1時間程度先行して JMA 周辺がビル影に入り始める。

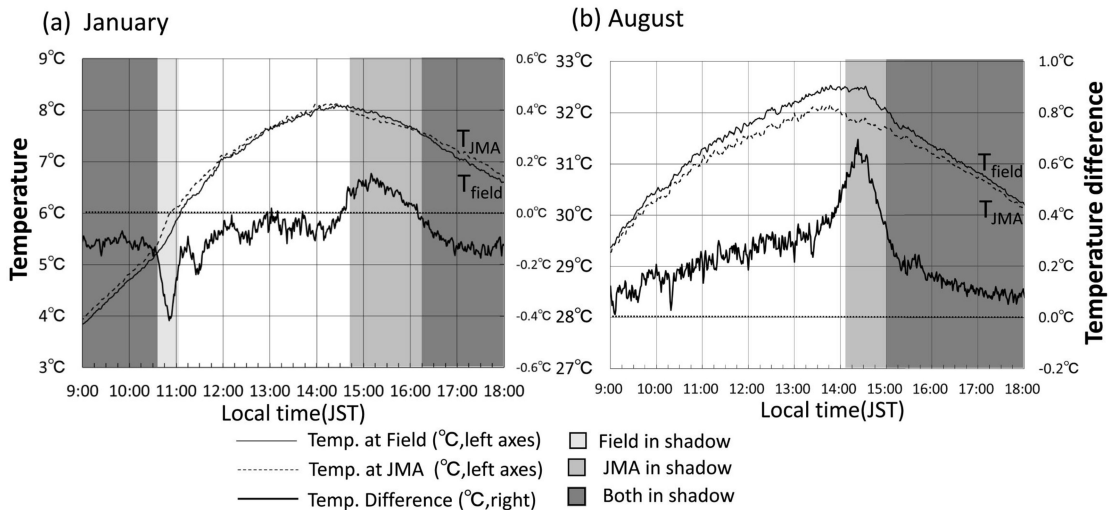
第7図 a は、2012年及び2013年の1月1日~31日で平均した9~18時の両地点の毎分の気温 (1分値) 及びその差の時系列を示す。これによると、JMA に日が当たり始めた10時40分頃に JMA が先行して気温が上昇し、20分ほど遅れて Field の気温が上昇している。このため、11時の前1時間平均気温は、Field の方が JMA よりも低くなり、うち0.1°C程度を影の影響とみなすことができる。この影響が11月から2月にかけての11時の前1時間平均気温に現れている (第3図)。

第7図 b は、2012年及び2013年の8月1日~31日

について、9時~18時の平均的な気温時系列を示したものである。14時すぎ、Field の気温が横ばいなのに対し、JMA は付近に影が伸びるのに対応して気温が下降し始め、気温差が拡大する。これを14時から15時まで平均して15時の前1時間平均気温を算出すれば、Field の気温が影の影響とみなせる分だけで0.1~0.2°C高くなる。第3図で大きな気温差が現れた15時の前1時間平均気温にはこのようなビル影による影響が含まれていると考えられる。8月の14時から15



第6図 露場周辺ビル群の投影図と太陽軌道。横軸は北を0度とした方位角、縦軸は仰角 (高度角) である。実線は JMA から見た、破線は Field から見たビル群の包絡線である。点線は月毎 (各月の15日) の太陽軌道で、上から順に6月、8月、3月、2月、1月で、大きな点は毎正時ごとに打たれ、小さな点は15分ごとに打たれている。



第7図 2012-2013年の (a) 1月と (b) 8月それぞれについて、2ヵ年×31日間平均した Field (細線) 及び JMA (細破線) の毎分の気温 (1分値) (左軸) とそれらの差 (太実線, 右軸) の時系列。細点線は差が0を示す線である。

時までの月平均気温差は $0.6^{\circ}\text{C}$ 、ビル影の影響は月平均でせいぜい $0.2^{\circ}\text{C}$ 程度のため、気温差全体に占める影の影響は大きくない。ゆえに、影以外の影響による2地点の気温差は8月の月平均で $0.5^{\circ}\text{C}$ 前後と見積もられる。

#### 4. まとめと考察

植栽や構造物による微気候が気温観測統計値に及ぼす影響を探るため、気象庁の観測露場の東端に、気象庁のものに準じた強制通風式温湿度計を設置し、現業用に設置されているものによる観測値と比較した結果、夏季の昼過ぎに月平均で約 $0.5^{\circ}\text{C}$ （日毎の時刻別値や極値では最大約 $1.5^{\circ}\text{C}$ ）の気温差を検出した。なお、気象庁の現業用の温湿度計は地上気象観測指針に沿って、露場の開けたところに設置してあるのに対し、新たな温湿度計は通常の気象観測では選択されないことのない植栽に囲まれたところに配置した。極端な状況を作り出すことで、生じうる差を検出したわけである。

今回の観測により、双方に日射がある時間帯において、露場の広さより大きなスケールの風・気温・放射などの外部強制がほぼ同じと考えられるほど近接する2地点（FieldとJMA）においても、日中には植栽等の有無に代表される観測環境の違いにより気温観測統計値に無視し得ない差が生じることが見出された。2地点の気温差と積算全天日射量の間には、春季から夏季にかけて相関係数で $0.7$ を超える正の相関がみられた。積算全天日射量に対する気温差の応答は3～5月に小さい傾向がみられるが、これには春季の平均風速が大きいことの影響が推察できる（第5図、第1表）。周辺構造物（植栽等）が多い露場東端で日中の気温が高くなっていることから、気温差を生じさせた要因のひとつとして「日だまり効果」が考えられる。ただしこれを確認するには、通風筒に近い高さで風速の通年観測を別途実施し、日だまりを形成する要因とされる局所的な風の弱化を検出することが必要である。

日中や最高気温には有意な気温差が生じていたのに対し、夜間の気温や最低気温には月平均でも $0.0\sim 0.1^{\circ}\text{C}$ 程度の差しか生じていなかった。日平均気温は日々の毎正時（1時、2時、…24時）の正1分値計24個の平均をとったもので、月平均値は $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ （日毎の最大差でも $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ）以内の差に収まっていた。極値や時刻別値では気温差が生じやすかったが、平均をとることで抑えられたのである。このことは、年

平均気温（日平均気温から算出される）よりも、日最高気温等の極値に由来する統計値を気候変動の尺度として利用する際には観測環境の変遷に対して、より注意が必要であることを物語っている。

今回の観測では、FieldとJMAの比較により、周囲のビル影と気温との関係を示唆する結果も得られた。今回のケースにおいて気温差に対する影の影響は、太陽高度が低く気温差が出にくい1月の昼前においてFieldの方が $0.1^{\circ}\text{C}$ 程度低くなる方向に働き、気温差が最も出やすい8月の昼過ぎにおいてはFieldの方が $0.1\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 高くなる方向に働いた。第3図の15時の前1時間平均気温の差にみられる $0.5\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ の月平均気温差の中には、このような1時間以下の時間スケールで日射が遮られたことによる影響が含まれていると考えられる。

#### 謝辞

本研究における観測と測器の管理に関して、気象庁観測部観測課および東京管区気象台技術部技術課・測器課（現・気象防災部技術課）のみなさまにご協力いただいた。温度計の器差試験等に当たっては気象庁気象測器検定試験センターにご協力と助言をいただいた。解析に際し、気象庁の地上気象観測データを利用した。本研究の一部は科研費 MEXT/JSPS (B22340141) の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- Fujibe, F., 2009: Relation between long-term temperature and wind speed trends at surface observation stations in Japan. SOLA, 5, 81-84.
- Hawkins, T. W., A. J. Brazel, W. L. Stefanov, W. Bigler and E. M. Saffell, 2004: The role of rural variability in urban heat island determination for Phoenix, Arizona. J. Appl. Meteor., 43, 476-486.
- 気象庁, 1990: 地上気象観測統計指針. 気象庁, 136pp.
- 気象庁, 2002: 地上気象観測指針. 気象庁, 154pp.
- 近藤純正, 2004a: 温暖化は進んでいるか. <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke04.html> (2014.6.2閲覧)
- 近藤純正, 2004b: 都市気温上昇と風速の関係. <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke07.html> (2014.6.2閲覧)
- 近藤純正, 2012: 日本における熱汚染量の経年変化. 気象研究ノート, (224), 25-56.
- 熊本真理子, 上甲 実, 川村裕志, 酒井 武, 河野沙恵子, 青嶋忠好, 2013: 気温観測用通風筒の特性調査. 測

- 候時報, 80, 15-32.
- Kumamoto, M., M. Otsuka, T. Sakai, T. Hamagami, H. Kawamura, T. Aoshima and F. Fujibe, 2013: Field experiment on the effects of a nearby asphalt road on temperature measurement. *SOLA*, 9, 56-59.
- Mahmood, R., S. A. Foster and D. Logan, 2006: The GeoProfile metadata, exposure of instruments, and measurement bias in climatic record revisited. *Int. J. Climatol.*, 26, 1091-1124.
- Peterson, T. C., 2006: Examination of potential biases in air temperature caused by poor station locations. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 87, 1073-1089.
- Pielke, R. A., C. A. Davey, D. Niyogi, S. Fall, J. Steinweg-Woods, K. Hubbard, X. Lin, M. Cai, Y.-K. Lim, H. Li, J. Nielsen-Gammon, K. Gallo, R. Hale, R. Mahmood, S. Foster, R. T. McNider and P. Blanken, 2007: Unresolved issues with the assessment of multidecadal global land surface temperature trends. *J. Geophys. Res.*, 112, D24S08, doi:10.1029/2006JD008229.
- Runnalls, K. E. and T. R. Oke, 2006: A technique to detect microclimatic inhomogeneities in historical records of screen-level air temperature. *J. Climate*, 19, 959-978.
- 菅原広史, 成田健一, 三上岳彦, 本條 毅, 石井康一郎, 2006: 都市内緑地におけるクールアイランド強度の季節変化と気象条件への依存性. *天気*, 53, 393-404.

---

## Influence of Nearby Plants and Artificial Structures on the Surface Air Temperature Statistics: An in-situ Measurement at Central Tokyo (Otemachi) throughout Years

Fumitake SHIDO\*<sup>1</sup>, Toshinori AOYAGI\*<sup>2</sup>, Naoko SEINO\*<sup>2</sup>,  
Fumiaki FUJIBE\*<sup>3</sup>, and Akira YAMAMOTO\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> (Corresponding author) *Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 1-1 Nagamine, Tsukuba-city, Ibaraki, 305-0052, Japan.*

\*<sup>2</sup> *Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency.*

\*<sup>3</sup> *Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency (Present affiliation: Tokyo Metropolitan University).*

(Received 6 June 2014; Accepted 19 February 2015)

### Abstract

In order to clarify the influence of obstacles on temperature measurement, two years' continuous observation was made in the meteorological enclosure of the Japan Meteorological Agency in central Tokyo (Otemachi), by installing an extra thermometer at a spot that was surrounded by trees and was 20 m distant from the thermometer for operational observation. In the early afternoon of the warm season, the temperature at the spot surrounded by trees was found to be higher than the operational temperature. The temperature difference at 15JST was about 0.5 degrees Celsius on the average, and was correlated with daily solar radiation with a correlation coefficient of over 0.7 from March to September. On the other hand, difference of nighttime temperature was generally small, so that the monthly mean difference of daily mean temperatures was less than 0.1 degree Celsius for all the months of the year.