

気温測定データに地表面形態の違いが及ぼす影響

大野 隆史

Evaluation of the Effects of Ground Characteristics to the Observed Temperature Data

Takashi Ohno

名古屋地方気象台（気象台）で測定された気温データと、名古屋市環境科学調査センター（調査センター）で測定された気温データについて、盛夏期の両者の差異を比較検討した。気温測定を行う地点の地表面形態は、気象台では芝地であるが、調査センターでは蓄熱性の高いコンクリート建物の屋上である。

高度補正を行った 1 時間値気温データでは、調査センターの方が気象台よりも、 $0.41 \pm 0.70^{\circ}\text{C}$ 高くなった。時刻別に算出した高度補正済平均気温では、調査センターの方が気象台よりも、全日平均で $0.41 \pm 0.34^{\circ}\text{C}$ 、日中平均で $0.28 \pm 0.43^{\circ}\text{C}$ 、夜間平均で $0.55 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ 高くなった。日中より夜間の方が温度差が大きくなったことから、 0.41°C という比較的大きな温度差を生じさせているのは、夜間に見られる事象が主たる原因であることが示唆された。

時刻別に算出した平均気温の経時変化を見てみると、深夜から未明にかけては調査センターの方が気温が高く、日の出から午前中まではほぼ一致した気温となり、午後は再び調査センターの方が気温が高い状態が続き、深夜までずっと継続した。このような経時変化となった原因としては、両者の測地点の地表面形態の違いが大きく影響しているものと考えられる。即ち、日中に十分に蓄熱したコンクリート建物からの輻射熱の放射が、午後から翌日の日の出前までずっと継続したことが主たる原因であると考えられる。

はじめに

近年の地球温暖化の進展に伴い、年平均気温の上昇が定常的に続いている。日本では長期の観測データを有し、都市化の影響の少ない 17 気象官署のデータより、過去 100 年間（～2008 年）で 1.11°C 上昇したことが報告されている¹⁾。また、過去 100 年間（～2008 年）で、日本の中小都市では 1.5°C 上昇し、名古屋では 2.8°C 、東京では 3.3°C 上昇したことが報告されている²⁾。名古屋における気温上昇分のうち、 1.1°C が純粋に地球温暖化に由来するものとする、その差の 1.7°C の気温上昇が、大都市域に特有のヒートアイランド現象によってもたらされたことになる。

名古屋市環境科学調査センター（以降：調査センター）では、気温を始めとする気象に関する調査・研究としては、河川や緑地によるヒートアイランド緩和効果の検証³⁾、遮熱性塗装の効果の検証⁴⁾、海

風の進入頻度についての季節的及び時間的変動の検証⁵⁾や、熱田の杜が持つヒートアイランド緩和効果等の検証⁶⁾等の、様々な調査・研究を行ってきた。

名古屋は東京や大阪と比べて、夏の暑さが厳しいことが知られており、また気象台が公表する気温データよりも、体感的にはより厳しい暑さであることが、多方面からしばしば指摘されてきた。

そこで今回は、名古屋地方気象台（以降：気象台）で測定された気温データと、気象台とは地表面形態が異なる他の場所で測定された気温データについて、両者の差異を比較検討したので報告する。

調査方法

1. 気象測定

上述の様々な調査・研究を行った際に使用した気象測定機器の有効活用を図るため、調査センターでは、2010 年 7 月より、屋上にて連続して気象測定を

行っている。測定項目としては、温度・湿度、風向・風速、気圧、雨量、黒球温度、体感温度、露点温度、熱指数等である。用いている気象測定機器は以下の通りである。なお、今回解析対象としたのは、MR6662 型温湿度計の温度データである。

- ・気象測定器：Vantage Pro2（Davis Instruments 社製）
- ・温湿度計：MR6662 型（(株)チノー社製）
- ・温度計：TR-52S 型（(株)T&D 社製、黒球温度用）
- ・黒球：CK-75 型（φ 75mm、(株)安藤計器製工所製）

2. 解析方法

調査センターでの気温データは、5 分毎にデータロガーに取り込まれるので、毎正時から 12 データの平均をとって 1 時間値を算出した。気象台での気温データは、1 時間値をオンラインで入手した⁷⁾。具体的には、2015 年 7 月と 8 月の 1 時間値データについて、両者の差異を比較検討した。

調査センターでは、標高がほぼ 0 m 地点に立地する建物の 4 階屋上で気象測定を行っており、測定高度は $4 \times 4 = 16$ m ほどとなり、気象台では標高 51.1 m の地点で気象測定を行っている⁷⁾ので、 $0.649^\circ\text{C}/100$ m の気温減率を用いて高度補正を行った 1 時間値データについても、両者の差異を比較検討した。

なお、気象台での気温測定は当然正式な強制通風式で行われているが、調査センターでの気温測定は自然通風式（百葉箱）で行われている。

また、気温測定を行う地点の地表面形態は、気象台では芝地であるが、調査センターでは蓄熱性の高いコンクリート建物の屋上であり、両者の地表面形態は大きく異なっている。

調 査 結 果 及 び 考 察

1. 1 時間値気温データにおける差異

1 時間値生データと高度補正を行った 1 時間値について、気象台で測定したデータと調査センターで測定したデータの、平均及びその標準偏差、最高・最低温度等を、2015 年 7 月について表 1 に、2015 年 8 月について表 2 に示す。

2015 年 7 月は、西日本では、上旬は梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多かったため、気温はかなり低くなった。中旬以降は平年並で、7 月の月平均気温としては 2007 年以来 8 年ぶりに、かなり低くなった⁸⁾。2015 年 8 月は、上旬は太平洋高気圧が本州付近

表 1 環境科学調査センター屋上と名古屋地方気象台との温度差（2015 年 7 月、1 時間値）

	生データ(°C)			高度補正データ(°C)		
	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差
平均 (n=744)	27.08	26.48	0.60	27.18	26.81	0.37
標準偏差	3.99	3.82	0.62	3.99	3.82	0.62
最高温度	37.71	35.6	4.17*	37.81	35.93	3.94*
最低温度	18.98	18.7	-1.53*	19.08	19.03	-1.76*

*: 両地点の温度差の最大値・最小値

表 2 環境科学調査センター屋上と名古屋地方気象台との温度差（2015 年 8 月、1 時間値）

	生データ(°C)			高度補正データ(°C)		
	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差
平均 (n=744)	28.82	28.14	0.68	28.93	28.47	0.46
標準偏差	3.35	3.32	0.78	3.35	3.32	0.78
最高温度	38.74	37.8	8.69*	38.85	38.13	8.46*
最低温度	21.49	21.6	-1.93*	21.60	21.93	-2.15*

*: 両地点の温度差の最大値・最小値

に張り出し、晴れて気温が高くなった日が多かった。中旬以降は低気圧や前線の影響（中旬）、あるいは台風の影響（下旬）で、曇りや雨の日が多かったため、気温は低めとなったが、8 月の月平均気温としては、平年よりも 0.6°C ほど高くなった⁹⁾。そのため 2015 年 7 月と 8 月とでは、平均気温で 1.7°C ほどの差が生じた。

調査センターの方が気象台よりも、生データでは $0.60 \pm 0.62^\circ\text{C}$ （2015 年 7 月）、 $0.68 \pm 0.78^\circ\text{C}$ （2015 年 8 月）高く、平均では $0.64 \pm 0.70^\circ\text{C}$ 高くなった。高度補正データでは $0.37 \pm 0.62^\circ\text{C}$ （2015 年 7 月）、 $0.46 \pm 0.78^\circ\text{C}$ （2015 年 8 月）高く、平均では $0.41 \pm 0.70^\circ\text{C}$ 高くなった。高度による影響を排除して、より正確な比較ができる高度補正データでの比較でも、平均で 0.41°C ほどという、比較的大きな温度差が検出された。

2. 時刻別平均気温の経時変化における差異

時刻別に算出した平均気温について、気象台で測定したデータと調査センターで測定したデータの、全日平均及びその標準偏差、日中（6～18 時）平均及びその標準偏差、夜間（18～6 時）平均及びその

表 3 環境科学調査センター屋上と名古屋地方気象台
との時刻別平均とその温度差（2015 年 7 月）

	生データ(°C)			高度補正データ(°C)		
	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差
1:00	25.36	24.63	0.73	25.46	24.96	0.50
2:00	25.15	24.41	0.74	25.26	24.74	0.51
3:00	24.97	24.25	0.72	25.07	24.58	0.49
4:00	24.76	24.04	0.72	24.86	24.37	0.49
5:00	24.56	23.88	0.69	24.67	24.21	0.46
6:00	24.55	24.24	0.31	24.66	24.57	0.08
7:00	25.11	24.91	0.20	25.21	25.24	-0.03
8:00	25.91	25.73	0.18	26.01	26.06	-0.05
9:00	26.78	26.51	0.26	26.88	26.84	0.04
10:00	27.49	27.55	-0.06	27.59	27.89	-0.29
11:00	28.37	28.19	0.18	28.47	28.52	-0.05
12:00	29.18	28.76	0.43	29.29	29.09	0.20
13:00	29.58	29.05	0.54	29.68	29.38	0.31
14:00	29.81	29.41	0.39	29.91	29.74	0.17
15:00	29.93	29.32	0.61	30.03	29.65	0.39
16:00	29.79	28.89	0.90	29.90	29.22	0.67
17:00	29.47	28.34	1.13	29.57	28.67	0.90
18:00	28.79	27.79	0.99	28.89	28.12	0.77
19:00	27.97	26.98	0.99	28.08	27.31	0.76
20:00	27.14	26.42	0.73	27.25	26.75	0.50
21:00	26.69	25.97	0.72	26.79	26.30	0.49
22:00	26.43	25.64	0.79	26.53	25.97	0.56
23:00	26.16	25.41	0.76	26.27	25.74	0.53
24:00	25.93	25.14	0.79	26.03	25.47	0.56
全日平均 (n=24)	27.08	26.48	0.60	27.18	26.81	0.37
標準偏差	1.89	1.88	0.30	1.89	1.88	0.30
日中平均 (n=12)	28.35	27.87	0.48	28.45	28.20	0.25
標準偏差	1.65	1.46	0.37	1.65	1.46	0.37
夜間平均 (n=12)	25.81	25.08	0.72	25.91	25.42	0.50
標準偏差	1.10	1.01	0.15	1.10	1.01	0.15

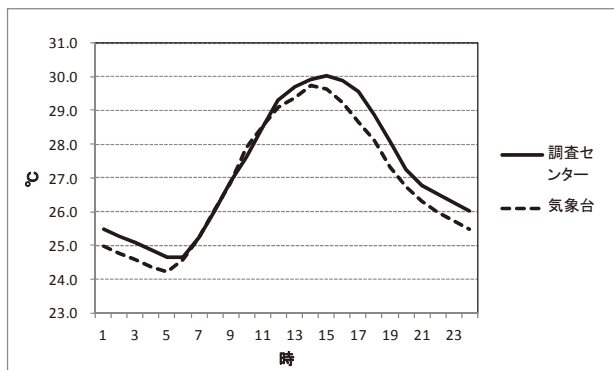


図 1 時刻別平均気温の経時変化
(2015 年 7 月、高度補正データ)

表 4 環境科学調査センター屋上と名古屋地方気象台
との時刻別平均とその温度差（2015 年 8 月）

	生データ(°C)			高度補正データ(°C)		
	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差	環境科学 調査センター 屋上	名古屋 地方 気象台	その差
1:00	27.13	26.20	0.94	27.24	26.53	0.71
2:00	26.79	25.96	0.83	26.89	26.30	0.60
3:00	26.49	25.59	0.90	26.60	25.92	0.68
4:00	26.23	25.41	0.83	26.34	25.74	0.60
5:00	26.03	25.25	0.78	26.13	25.58	0.55
6:00	25.94	25.51	0.43	26.05	25.84	0.20
7:00	26.53	26.22	0.31	26.64	26.55	0.08
8:00	27.44	27.21	0.23	27.54	27.54	0.00
9:00	28.36	28.17	0.19	28.47	28.50	-0.03
10:00	29.26	29.22	0.04	29.36	29.55	-0.19
11:00	30.16	29.99	0.18	30.27	30.32	-0.05
12:00	30.91	30.72	0.19	31.01	31.05	-0.04
13:00	31.60	31.25	0.34	31.70	31.59	0.12
14:00	32.19	31.86	0.33	32.29	32.19	0.10
15:00	32.42	31.61	0.81	32.52	31.94	0.59
16:00	32.42	31.30	1.12	32.53	31.63	0.90
17:00	31.74	30.22	1.52	31.85	30.55	1.29
18:00	30.49	29.33	1.17	30.60	29.66	0.94
19:00	29.57	28.56	1.01	29.68	28.90	0.78
20:00	28.84	28.08	0.75	28.94	28.41	0.52
21:00	28.35	27.47	0.87	28.45	27.81	0.65
22:00	27.94	27.10	0.84	28.04	27.43	0.61
23:00	27.61	26.73	0.88	27.71	27.06	0.65
24:00	27.29	26.40	0.89	27.39	26.73	0.66
全日平均 (n=24)	28.82	28.14	0.68	28.93	28.47	0.46
標準偏差	2.19	2.20	0.38	2.19	2.20	0.38
日中平均 (n=12)	30.29	29.76	0.54	30.40	30.09	0.31
標準偏差	2.00	1.80	0.49	2.00	1.80	0.49
夜間平均 (n=12)	27.35	26.52	0.83	27.46	26.85	0.60
標準偏差	1.15	1.09	0.14	1.15	1.09	0.14

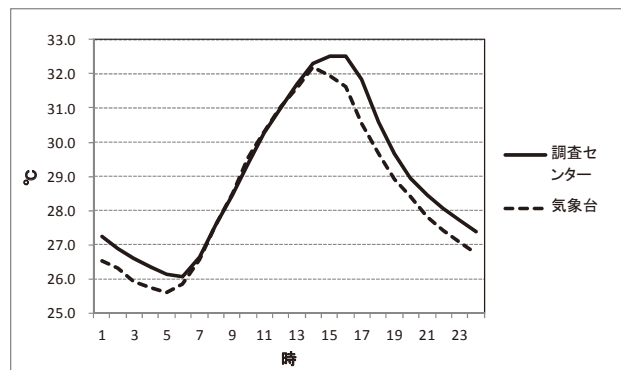


図 2 時刻別平均気温の経時変化
(2015 年 8 月、高度補正データ)

標準偏差を、2015 年 7 月について表 3 に、2015 年 8 月について表 4 に示す。また、高度補正データについて、時刻別平均気温の経時変化を、2015 年 7 月について図 1 に、2015 年 8 月について図 2 に示す。

高度による影響を排除した高度補正データで見ると、気象台と調査センターとの温度差は、全日平均では $0.37 \pm 0.30^{\circ}\text{C}$ (2015 年 7 月)、 $0.46 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$ (2015 年 8 月) 高く、平均では $0.41 \pm 0.34^{\circ}\text{C}$ 高くなった。日中平均では $0.25 \pm 0.37^{\circ}\text{C}$ (2015 年 7 月)、 $0.31 \pm 0.49^{\circ}\text{C}$ (2015 年 8 月) 高く、平均では $0.28 \pm$

0.43°C 高くなった。夜間平均では $0.50 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ (2015 年 7 月)、 $0.60 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ (2015 年 8 月) 高く、平均では $0.55 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ 高くなった。

1 時間値データの解析 (表 1,2) と比べ、データ数が減少したので標準偏差は小さくなったものの、全日平均の平均値は一致した。日中と夜間を比較してみると、両月の平均で日中平均は $0.28 \pm 0.43^{\circ}\text{C}$ 、夜間平均は $0.55 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ の差となり、日中より夜間の方が温度差が大きくなり、ばらつきが小さくなった。このことから、全日平均で 0.41°C という比較的

大きな温度差を生じさせているのは、日中に見られる事象によるものではなく、夜間に見られる事象が主たる原因であることが分かる。また、日中のばらつきが大きくなったことは、日射の有無及び強弱で、おおむね説明できるものと考えられる。

時刻別に気温の経時変化を見てみると（図 1,2）、2015 年 7 月と 8 月に大きな経時変化パターンの違いはなく、深夜から未明にかけては調査センターの方が気温が高く、日の上り始めた 7 時頃から 13 時頃まではほぼ一致した気温となり、15 時以降は再び調査センターの方が気温が高い状態が続き、深夜から翌日の日の出までずっと継続した。温度差が最も大きくなったのは日没直前の 17 時頃で、 0.90°C （2015 年 7 月）及び 1.29°C （2015 年 8 月）という、かなり大きな差となった。このような経時変化となった原因としては、気象台では芝地であるが、調査センターでは蓄熱性の高いコンクリート建物の屋上であるという、両者の測定地点の地表面形態の違いが、大きく影響しているものと考えられる。即ち、日中に十分に蓄熱したコンクリート建物からの輻射熱の放射が、午後から翌日の日の出前までずっと継続したことが主たる原因であると考えられる。

深夜から未明にかけては、前日の午後からコンクリート建物に蓄積された熱が輻射熱として放射されて、調査センターの方が高温となった。日の出とともに日射によって温度上昇するが、午前中は熱しくなく冷めにくいコンクリート建物が十分に蓄熱するには至らず、従って輻射熱の昇温への寄与もほとんどなく、両者の温度差はほとんどない状態が継続した。午後に入るとコンクリート建物への蓄熱量が増大し、気象台では 14 時に気温のピークを迎えたが、調査センターでは 1 時間遅れの 15 時頃にピークを迎えた。このタイムラグは、コンクリート建物からの輻射熱の放射が寄与しているものと考えられる。このコンクリート建物からの輻射熱の放射は、日が傾いて日没直前の 17 時頃にピークを迎えたために温度差が最大となった。そしてそのような輻射熱の放射は、翌日の日の出前までずっと継続したために、このような温度差の経時変化を示したものと考えられる。

実際に名古屋の中心部で、気象台が公表する気温データよりも、より厳しい暑さであることを体感することの原因としては、このようなコンクリート建物やアスファルト舗装からの輻射熱の放射が大きく影響しているものと考えられる。

文 献

- 1) 文部科学省，気象庁，環境省：温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」（2009）
- 2) 気象庁：ヒートアイランド監視報告（平成 20 年－東海地方），平成 21 年 5 月
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/himr/2009/himr2009.pdf>
- 3) 大野隆史，樋田昌良，久恒邦裕：河川や緑地によるヒートアイランド緩和効果の検証，名古屋市環境科学調査センター年報，1，13-19（2012）
- 4) 中島寛則，大場和生：実温度測定に基づく遮熱性塗装の効果の検証，名古屋市環境科学調査センター年報，2，18-23（2013）
- 5) 大野隆史，伊藤 仁：名古屋港からの海風の進入頻度についての季節的及び時間的変動，名古屋市環境科学調査センター年報，3，15-18（2014）
- 6) 大野隆史：熱田の杜が持つヒートアイランド緩和効果などの様々な有用性，名古屋市環境科学調査センター年報，4，15-22（2015）
- 7) <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 8) 日本気象学会：2015 年 7 月の日本の天候，天気，**62**(9)，806（2015）
- 9) 日本気象学会：2015 年 8 月の日本の天候，天気，**62**(10)，901（2015）