

## 東京における晴天下の真冬日\*

藤部 文昭\*\*

### 1. はじめに

真冬日とは日最高気温が0°C未満、すなわち1日を通じて気温が氷点下の日である。気象庁ホームページ「過去の気象データ検索」(<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2018.9.18閲覧；以下「気象庁HP」と表記)によると、東京では1875年夏の観測開始からこれまでに真冬日が4回あった(第1表；以下、過去の気象記録や累年順位は2018年夏までのものである)。経験上、東京の昼間の気温が極端に低いのは南岸低気圧が通って雪が降るときである。最近50年間は真冬日がないが、今でも雪が降る日には昼間の気温が0°C前後で推移することがある。しかし意外なことに、過去4回の真冬日のうち2回は日照時間が7時間以上、すなわち晴れた日であった(第1表)。本稿ではこれら“晴天下の真冬日”の実態を記述し、現代でもこのようなことが起こり得るかどうかにについて考える。明治時代の気象データは主として「中央気象台月報」と「中央気象台年報」により、一部を原簿等で補った。時刻はすべて日本時間である。

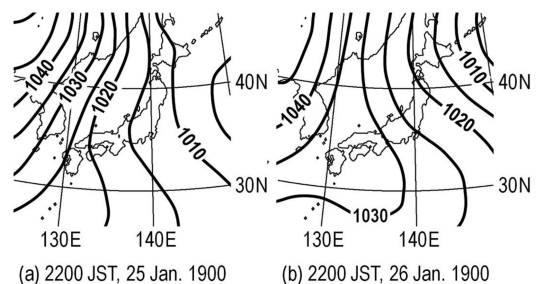
東京の観測点は1875年の観測開始当初は赤坂にあり、1882年に皇居北側の江戸城本丸跡へ移転した後、

1923年に現在の気象庁本庁舎がある大手町の近くへ移った。2014年末には、露場が北の丸公園へ移った。測器や観測方法もさまざまに変遷したが、本稿では統計解析を行うとき(第3節)を除いて補正をしなかった。ただし、風速については4杯型風速計(ロビンソン風速計)の係数が1925年に改められたことにより、「中央気象台月報」に書かれた数値を0.7倍した(香川1983；藤谷1990)。

第1表 東京の真冬日4事例の観測値。真冬日の事例は気象庁HPに基づき、観測値は気象庁HPと「中央気象台月報」による。

年月日	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	日降水量 (mm)	日最大風速 (m/s)	日照時間 (時間)
1900/1/26	-1.0	-6.1	0.0	NNW 9.9*	9.02
1876/1/27	-0.3	-2.7	18.3	—	—
1967/2/12	-0.2	-2.1	0.8	NE 8.0	なし
1895/2/21	-0.1	-5.6	なし	NW 9.6*	7.72

\*毎時の風速(20分間平均値)の中の最大値。



第1図 1900年1月25, 26日22時の地上天気図。等圧線は5 hPaごと。アメリカ海洋大気庁(NOAA)のSynoptic Weather Maps (<https://library.noaa.gov/Collections/Digital-Collections/Daily-Synoptic-Weather-Maps>, 2018.9.18閲覧)から日本付近の等圧線を転写した。

\* Below-freezing days under sunny weather in Tokyo.

\*\* Fumiaki FUJIBE, 首都大学東京都市環境学部, ffujibe.bs@gmail.com

© 2019 日本気象学会

第2表 1900年1月26日の最高気温と低い方からの累年順位. 気象庁HPによる. 累年順位の空欄は11位以下であることを示す.

地点	日最高気温(°C)	累年順位	地点	日最高気温(°C)	累年順位
東京	-1.0	1位	福島	-2.9	-
横浜	-0.4	2位	新潟	-1.1	-
銚子	0.0	1位	金沢	-2.9	2位
水戸	-1.1	1位	浜松	0.6	6位
熊谷	-1.2	2位	名古屋	0.4	-
宇都宮	-1.3	1位	京都	0.2	2位
前橋	-1.9	1位	大阪	1.5	-
甲府	-2.1	2位	広島	2.6	-
長野	-5.0	3位	福岡	2.5	-

2. 晴天下の真冬日の気象状況

第1図は日最高気温が-1.0°Cだった1900年1月26日とその前日の地上天気図である. 日本付近は西高東低の気圧分布である. 関東と九州の気圧差は10 hPaぐらいであり, 寒波が来た時の気圧傾度としては中程度である.

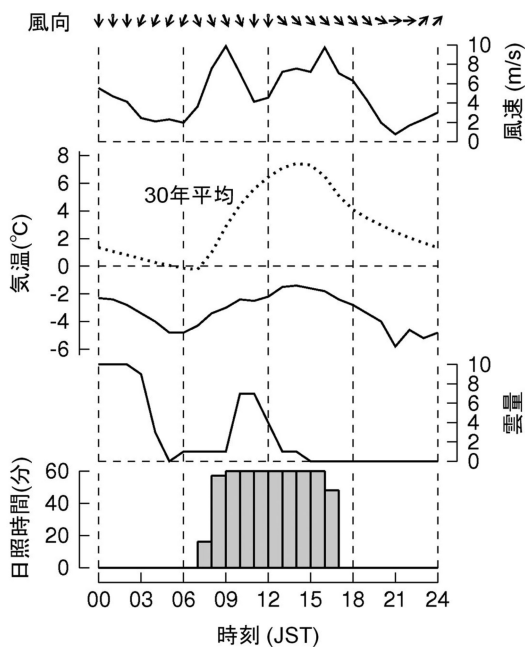
第2表は主な地点の26日の日最高気温を示す. 関東～甲信では沿岸の一部を除いて日最高気温が氷点下で

あり, 多くの地点で低い方から累年順位3位以内に入る値を記録した. 東北以北や東海以西の地域でも著しい低温になったが, 一部の地点を除けば累年10位以内に入るほどではなく, 寒波は関東甲信を中心とするものだったことがうかがえる.

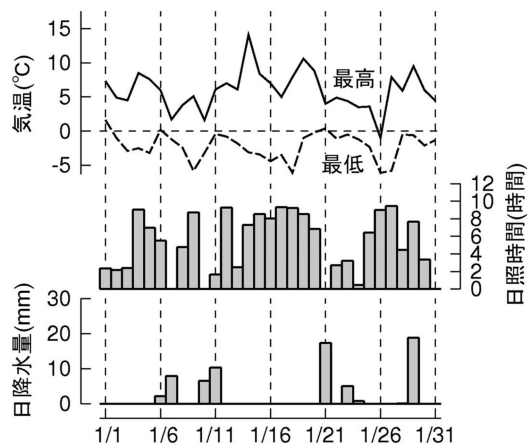
第2図は当日の東京の毎時観測値を示す. 1日を通じて北西～北の風が吹き,

日中は一貫して日照があった<sup>[註1]</sup>. 明け方や夜半の気温は-5~-6°Cであるが, この程度の冷え込みは当時は年1回ぐらいはあり, さほど特異ではない<sup>[註2]</sup>. しかし昼間の昇温は弱く, 気温日較差は5.1°Cで, 冬の晴天日には小さかった. 図に描き加えた1891~1920年の時刻別の30年平均気温と比べると, 当日の昇温の弱さが分かる. 冬型の気圧配置のもとでは, 上空の寒気のため大気下層の安定度が弱く, 昼間には混合層が高く発達し, 地上気温の上昇量は小さい傾向がある (Gamo 1985). 寒気が強いほどこの傾向が著しく, 晴れても気温はあまり上がらない. 26日の昇温の弱さは, このように解釈することができる.

第3図は1900年1月の日々の気温変化を示す. この月の平均気温は1.6°Cであり, これは月平均気温の低



第2図 1900年1月26日の東京の毎時観測値. 加えて, 1891~1920年(30年間)の1月の時刻別平均気温を点線で示す.



第3図 1900年1月の東京の日別観測値.

い方から累年4位の記録である<sup>[註3]</sup>。それでも、晴天日の多くは日最高気温が7°C以上であり、26日の日最高気温は前後の日に比べて4°C以上低かった。26日の低温は一過性の強い寒波によって起きたことがうかがえる<sup>[註4]</sup>。

もう一つの“晴天下の真冬日”である1895年2月21日も西高東低の気圧分布だった。天気図は省略する

が、本州付近の気圧傾度は1900年の事例よりも強く、低温は東～西日本の広範囲に及んだ(第3表)<sup>[註5]</sup>。第4図は東京の時刻別の観測値を示したもので、1900年事例と同様、昼間の昇温は弱い。一方、東京の1895年2月の平均気温は4.0°Cであり、当時としては平年並みだった<sup>[註6]</sup>。第5図は当月の日々の推移を示したものである。21日の低温は、その3日前の18日に最高気温14.9°Cを観測し、3日後の24日には再び14.7°Cまで

第3表 1895年2月21日の最高気温と低い方からの累年順位。

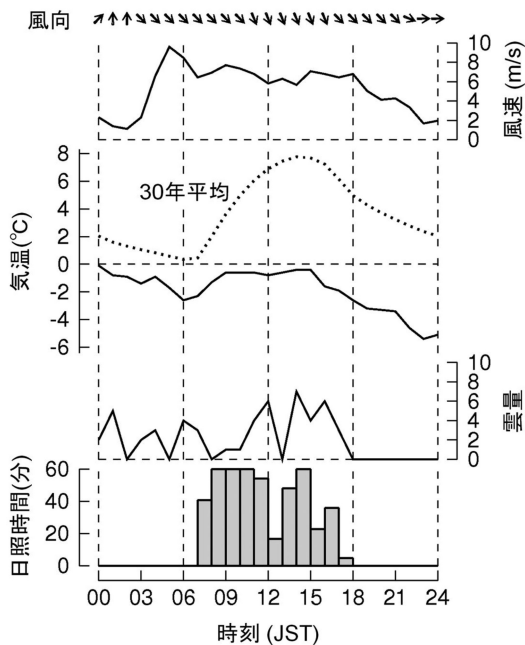
地点	日最高気温(°C)	累年順位	地点	日最高気温(°C)	累年順位
東京	-0.1	4位	金沢	-1.2	-
銚子	4.5	-	浜松	1.2	9位
宇都宮	-1.3	1位	名古屋*	-0.5	7位
甲府	1.1	-	京都	-0.2	1位
長野	-1.0	-	大阪	1.3	6位
福島	-1.0	-	広島	-0.3	10位
新潟	-1.0	-	福岡	1.6	-

\*名古屋の日最高気温は気象庁HPの順位表に掲載されていない。上記の値は原簿から採録したものであり、その値を気象庁HPの掲載値に当てはめて累年順位を表示した。

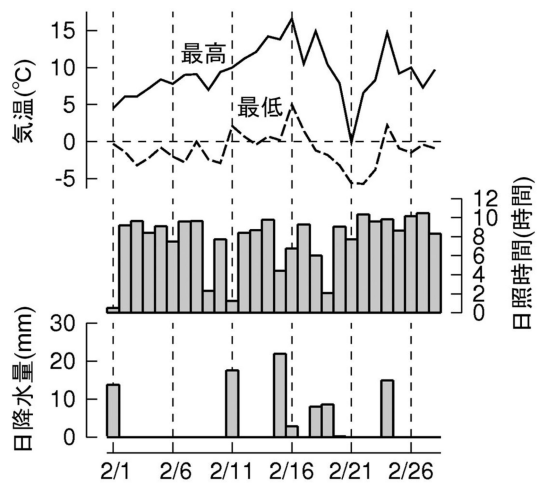
気温が上がるという急激な変動の中で起きたものであった。

なお、これら2事例の積雪の有無については十分な確認ができなかった。しかし、日々の気温や降水量などの経過から判断する限りでは、積雪はなかったか、あってもわずかだったようであり、著しい低温に積雪が寄与したとは考えにくい。

以上の2事例のほか、東京では1909年1月12日にも日照時間8.00時間という晴天のもとで、日最高気温0.2°C(累年8位)の低温が記録された(日最低気温は-5.9°C)。この日は北海道付近に高気圧の中心があり、真冬には珍しい北高南低の気圧分布で、東京の風向は北東であった。



第4図 1895年2月21日の東京の毎時観測値。加えて、1891~1920年(30年間)の2月の時別平均気温を点線で示す。

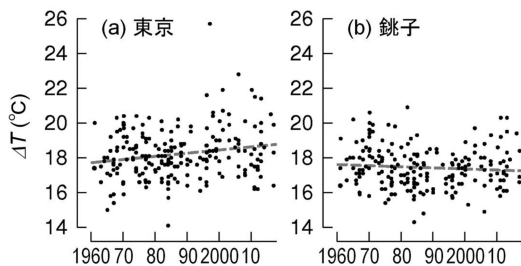


第5図 1895年2月の東京の日別観測値。

第4表 1961年以降の東京の晴天低温日。日照時間6時間以上の日のうち、最高気温が低い方から5例を示す。

年月日	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	日降水量 (mm)	日最大風速 (m/s)	日照時間 (時間)	850 hPa 気温* (°C)	積雪深 (cm)
1984/2/4	2.8	-2.9	なし	NNW 7.8	9.0	-13.7	なし
1984/1/20	2.9	-2.0	なし	NNW 6.0	8.9	-11.2	19
1967/2/13	3.0	-4.0	なし	NNW 8.3	9.4	-12.4	12
1984/2/7	3.2	-3.1	なし	NNW 9.7	9.6	-13.4	なし
1965/2/3	3.6	-3.0	なし	NNW 6.2	9.1	-11.1	なし

\*館野の09時と21時のうち低い方の値。

第6図 館野の850 hPa 気温が $-10^{\circ}\text{C}$ より低かった晴天日(当該地点の日照時間が6時間以上の日)の $\Delta T$ (日最高気温-850 hPa 気温)のプロット。1961~2017年。灰色の直線は式(2)による1次回帰。

### 3. 近年の晴天低温日の減少とその要因

第4表は、1961年~2018年前半を対象にして東京の晴天日(日照時間6時間以上の日、以下同様)の日最高気温5例を低い順に示したものである。各事例とも気圧分布は西高東低、日最大風速は6 m/s以上の北北西風、館野の850 hPa 気温(09時と21時の低い方、以下同様)は $-11^{\circ}\text{C}$ 以下であった。日最高気温は、最も低かった1984年2月4日でも $2.8^{\circ}\text{C}$ であり、前節で取り上げた2例より大幅に高い。今世紀に限れば、2018年1月25日に観測された $4.0^{\circ}\text{C}$ が晴天日の日最高気温の低極値である<sup>[註7]</sup>。このように、明治時代に観測されたような晴天日昼間の著しい低温は、最近数十年間には起きていない。

近年は地球温暖化に加え、大都市ではヒートアイランドによる昇温が著しく、東京都心の気温は1901年以降、100年当たり $3.0^{\circ}\text{C}$ の率で上昇した(Matsumoto et al. 2017)。著しい低温の減少はこれらの気候変動で説明できそうに思える。しかし、晴れた日の昼間は混合層内の熱拡散により、ヒートアイランドによる気温偏差は小さいのが一般的である。また、工藤・藤部

(2015)によると、JRA-55の850 hPa 気温と比べた国内大都市の気温の経年変化率は、冬の晴天日の15時にはむしろマイナスであり(対象期間は1961~2012年)、冬季昼間の都市気温の経年上昇は微弱である。従って、地球温暖化はともかくとして、ヒートアイランドが極端な低温の減少にどこまで寄与しているかについては慎重に見極める必要がある。

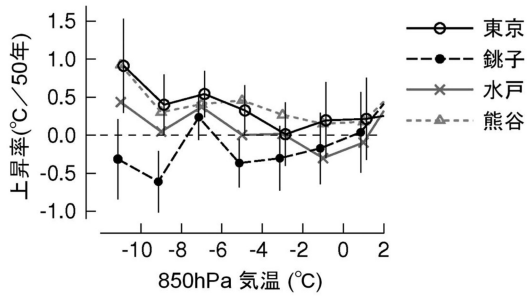
そこで、晴天かつ低温な日の気温長期変動の実態を調べてみた。データとして、1961~2017年の地上気象官署の観測値と、館野の850 hPa の気温を使った。主に気象庁のデータファイルを使い、1987年以前の850 hPa 気温は“Aerological Data of Japan” 所載のものを利用した。解析手順は下記である。

(1) 官署ごとに、日照時間が6時間以上の日を抽出した。その際、1986年ごろまで使われていたジョルダン式日照計による観測値 $S_j$ を下記の式(Fujiibe 1996)を使って回転式日照計の値 $S$ に換算した(日照時間の単位は時間)。

$$S = S_j \times \text{Min} \left( 1, 1 - \frac{0.41}{1 + S_j/5.67} + 0.01S_j \right) \quad (1)$$

(2) 各対象日の日最高気温と850 hPa 気温の差(以下 $\Delta T$ )を求めた。850 hPa 気温としては、館野の09時と21時の観測値のうち低い方を使った(以下同様；ただし一方の時刻の値だけを使っても以下の結論には影響しない)。その際、1980年以前の観測値に対する日射補正のため、宮川(1991)やFujiibe(1996)を参考にして09時の850 hPa 気温から $0.3^{\circ}\text{C}$ を差し引いた。

第6図aは、東京の晴天日のうち850 hPa 気温が $-10^{\circ}\text{C}$ より低かった220日を対象にして $\Delta T$ をプロットしたものである。 $\Delta T$ のばらつきは大きい、全体として右上がりの傾向がある。 $i$ 番目のデータの年月日を $n_i$ 、 $\Delta T$ を $\Delta T_i$ として、1次回帰



第7図 館野850 hPa 気温の階級ごとに晴天日の  $\Delta T$  の経年変化率を求めたもの。東京と銚子については95%信頼区間を縦棒で示す（縦棒の重なりを避けるため、左右に少しずらして表示した）。

$$\sum_{i=1}^N [\Delta T_i - (a + b m_i)]^2 \rightarrow \text{Min.}, \quad (2)$$

を行い ( $N=220$ )、最小2乗係数  $a$ 、 $b$  を求めると、経年変化率  $b$  は  $0.91^\circ\text{C}/50$  年となる。この値は危険率5%で有意である（以下、有意性の基準を危険率5%とする）。一方、第6図bは銚子の晴天日203日についての結果である。 $\Delta T$  はやや低下する傾向があるが、これは有意ではない。

第7図は850 hPa 気温を  $2^\circ\text{C}$  ごとの階級に分け（ただし  $-10^\circ\text{C}$  より低い範囲は1階級とする）、地点ごとに各階級の  $\Delta T$  の経年変化率  $b$  を式(2)で評価したものである。850 hPa 気温が低い日には東京や熊谷で  $b$  の正値が目立ち、東京では850 hPa 気温  $< -6^\circ\text{C}$ 、熊谷では850 hPa 気温  $< -10^\circ\text{C}$  と  $-8 \sim -4^\circ\text{C}$  の範囲で  $b$  の値が有意に正である。特に、850 hPa 気温  $< -10^\circ\text{C}$  の日は東京と熊谷の  $b$  値が  $1^\circ\text{C}/50$  年弱の大きさを持つ。一方、850 hPa 気温が  $-4^\circ\text{C}$  以上の日の  $b$  値は全般に小さい。このように、東京などの日最高気温は著しい低温日に限って長期的に上昇していることがうかがえる。

この昇温の解釈については検討を要するが、1つの可能性としては低温時のエネルギー消費に伴う熱負荷が挙げられよう。都心の昼間の気温に人工排熱が寄与することは、平日と休日の気温差の存在によって確認される (Fujibe 2010)。前記のように、冬の晴天日の昼間は混合層内の拡散や強風による移流が昇温効果を弱めると考えられるが、著しい低温のもとで大量の排熱があれば、移流拡散が働いてもなお、検出可能な大きさの気温偏差が生ずることはあり得るだろう。

地球温暖化による19世紀末以降の昇温量は  $1^\circ\text{C}$  の

第5表 20世紀後半に西日本で観測された日最高気温の低極値と850 hPa 気温。

年月日	日最高気温* ( $^\circ\text{C}$ )	850 hPa 気温** ( $^\circ\text{C}$ )
1977/2/16	福岡 $-1.3$	福岡 $-17.3$
	松山 $-1.2$	米子 $-16.3$
1981/2/26	広島 $-2.9$	米子 $-17.2$
	岡山 $-2.3$	福岡 $-16.9$

\*いずれも低い方から累年1位。

\*\*前日21時～当日21時の最低値。

オーダーである<sup>[注8]</sup>。これに上記の  $b$  値、すなわち20世紀中期以降の  $1^\circ\text{C}$  程度の局所的昇温を加えると、晴れた著しい低温日の東京の日最高気温には計  $2^\circ\text{C}$  ぐらいの上昇が見込まれる。もしそうなら、今の東京で“晴天下の真冬日”が現れる可能性は小さい。しかし、1900年事例の  $-1.0^\circ\text{C}$  という値に  $2^\circ\text{C}$  の昇温効果が働いたとしても日最高気温は  $1^\circ\text{C}$  であり、1960年代以降に観測された晴天日の値より低い。上記の見積もりは大ざっぱなものであり、20世紀中期までの都市化による昇温を含んでいないが、明治以降の真の昇温量は  $2^\circ\text{C}$  より大きいのかも知れない。さもなければ、1900年事例の寒波は稀な強さのものだったことが想像される。

西日本のいくつかの都市では、20世紀の後半になって、明治・大正時代の記録を下回る日最高気温の低極値が観測された（第5表）。これらは必ずしも晴天日ではないが、気圧分布は強い西高東低であり、数十年以上に1回の極端な寒波が著しい低温をもたらした例である。東京でも今後、近年になかったような強い寒波が来て、真冬日とまではいなくても“晴天下の極端な低温”が起きる可能性は残されているかも知れない<sup>[注9]</sup>。

## 謝辞

原簿データは気象庁天気相談所で閲覧させて頂いた。2018年の大手町露場の観測データについては気象研究所の志藤文武氏（現・網走地方气象台）に教えて頂いた。ここに感謝致します。研究費の一部として科学研究費助成事業（基盤研究(S), 26220202, 代表者：松本 淳；基盤研究(C), 17K00523, 代表者：藤部文昭）を使用した。

## 後注

[注1] 1月26日の10時と11時は雲量7であり、10時



25～35分に雪が記録されているが、10～11時の日照時間は1.00時間となっている。この点には不整合を感じるが、雲の状況によっては日射が続くこともあり得るだろう。なお、10時の雲種は層積雲と巻層雲、11時は巻層雲と高層雲と記録されている。

- [注2] 1891～1920年の寒候年最低気温（前年秋～当年春の日最低気温の低極値）の30年平均値は $-5.9^{\circ}\text{C}$ である。なお、1981～2010年の30年平均値は $-1.1^{\circ}\text{C}$ である。
- [注3] 1891～1920年の1月の30年平均気温は $3.1^{\circ}\text{C}$ 、現在の平年値（1981～2010年の30年平均値）は $5.2^{\circ}\text{C}$ である。
- [注4] 翌2月6～7日にも強い寒波があり、京都で日最高気温 $0.7^{\circ}\text{C}$ （累年8位）などが観測された。東京の日最高気温は6、7日ともに $3.3^{\circ}\text{C}$ だった。
- [注5] 第3表の銚子の日最高気温 $4.5^{\circ}\text{C}$ は未明までの観測値であり、日中の気温は $0\sim 1^{\circ}\text{C}$ だった。なお、当時の日最高・最低気温の日界は東京では24時だったが、銚子を含む多くの地点では22時だった。
- [注6] 1891～1920年の2月の30年平均気温は $3.7^{\circ}\text{C}$ 、現在の平年値は $5.7^{\circ}\text{C}$ である。ついでながら、1895年2月の月間日照時間は220時間で、2月としては累年の最多記録になっている。
- [注7] 気象研究所が大手町露場で行っていた観測によると、当日の大手町の日最高気温は $4.4^{\circ}\text{C}$ であり、北の丸公園の露場よりも $0.4^{\circ}\text{C}$ 高かった。また、日最低気温は北の丸公園で $-4.0^{\circ}\text{C}$ 、大手町では $-2.2^{\circ}\text{C}$ だった。当日09時の館野の850 hPa 気温は $-13.3^{\circ}\text{C}$ だった。
- [注8] 気象庁（2018）によると、世界の1891～2017年の昇温率は100年当たり $0.73^{\circ}\text{C}$ 、日本の1898～2017年の昇温率は100年当たり $1.19^{\circ}\text{C}$ （冬季は $1.14^{\circ}\text{C}$ ）である。
- [注9] 第5表にあるように、米子や福岡では850 hPa

で $-17^{\circ}\text{C}$ 台の低温が観測されているが、館野の850 hPa 気温の低極値は $-14.0^{\circ}\text{C}$ （1960年1月24日；統計開始は1957年4月）である。関東は寒気の起源である大陸から遠いため、西日本に比べて寒気が緩和されるのかも知れない。1900年の低温をもたらした寒気ほどの程度の強さだったのか、また、関東に到来し得る寒気の強さの上限がどの程度なのか興味を持たれる。

#### 参考文献

- Fujibe, F., 1996: Boundary layer features of the 1994 hot summer in Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, **74**, 259-272.
- Fujibe, F., 2010: Day-of-the-week variations of urban temperature and their long-term trends in Japan. *Theor. Appl. Climatol.*, **102**, 393-401.
- 藤谷徳之助, 1990: 構造工学における風観測資料の利用について—気象庁観測資料を中心に—. *日本風工学会誌*, (44), 85-97.
- Gamo, M., 1985: Seasonal change of the mixed layer structure at Tsukuba. *J. Meteor. Soc. Japan*, **63**, 60-74.
- 香川 聖, 1983: 統計の接続性と測器等の変遷. *日本気象総覧下巻* (高橋浩一郎監修), 東洋経済新報社編, 東洋経済新報社, 1009-1035.
- 気象庁, 2018: 気候変動監視レポート2017. 気象庁, 87 pp.
- 工藤佳奈子, 藤部文昭, 2015: 都市気象官署における長期気温上昇率の時刻別・気象条件別評価—JRA-55データを利用した52年間の解析—. *日本ヒートアイランド学会論文集*, **10**, 16-23.
- Matsumoto, J., F. Fujibe and H. Takahashi, 2017: Urban climate in the Tokyo metropolitan area in Japan. *J. Environ. Sci.*, **59**, 54-62.
- 宮川幸治, 1991: レーウィンゾンデ観測における気温の昼夜差の検討. *天気*, **38**, 112-122.