

日最低・最高気温の階級別日数 (冬日・熱帯夜など) における日界変更の影響

藤 部 文 昭*

要 旨

日本の気象観測における日最低・最高気温の日界 (1日の区切り時刻) は現在は00時である。しかし1939年まで多くの地点で日界を22時としており、1953~63年は日最低気温の日界を09時としていた。こうした日界の違いによって日最低・最高気温の階級別日数に生ずる偏差を、19年間のアメダス資料を使って評価した。その結果、09時および22時日界による冬日日数は、00時日界によるものに比べて全国平均でそれぞれ4.9日/年 (5.8%) と2.3日/年 (2.8%) 少なく、熱帯夜日数はそれぞれ0.8日/年 (15%) と0.3日/年 (5.1%) 多いことが示された。一方、真冬日・夏日・真夏日日数については、22時日界によるものと00時日界によるものとの差は比較的小さかった。次に、日界の違いによる日最低・最高気温の偏差で階級別日数の偏差を表現する簡便な式を導き、その有効性を検証した。最後に、階級別日数の経年変化率の評価における日界変更の影響を検討し、過去100年間の冬日日数の経年変化率には数日/(年・100年)の評価誤差が生じ得ることを指摘した。

1. はじめに

各地の気候特性を反映する指標の1つとして、日最低・最高気温 (以下 T_{\min} , T_{\max}) の階級別日数がある。その主なものは、冬日 ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)、熱帯夜 ($T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$; 詳細は後述)、真冬日 ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)、夏日 ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) および真夏日 ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) である。これらの日数の長期変化は、気候変化の1つの尺度として利用されることがあり、例えば大都市を中心とした冬日の減少と熱帯夜の増加が指摘されている (気象庁, 1999)。

一方、気温の観測方法には過去数十年の間にいろいろな変更が加えられてきた。それらの変更の中には観測値の見かけの変化をもたらすものもある。その1つが日界、すなわち観測における1日の区切り時刻の変更である。国内の気象官署における日界は現在は00時 (日本標準時; 以下すべて同じ) であるが、1953~63年は T_{\min} の日界が09時であり、1939年以前は毎時観測地点を除くほとんどの地点で T_{\min} , T_{\max} とともに

22時を日界としていた。このうち09時日界による T_{\min} は、00時日界による値に比べて正の偏差を持つことが、以前から指摘されている (気象庁, 1965, 1981)。偏差の全国平均の年平均値は 0.41°C であり、季節や地点によってはその倍以上になる (藤部, 1999)。また22時日界による T_{\min} にも無視できない大きさの正偏差が存在し、その全国平均の年平均値は 0.17°C である (藤部, 1999)。

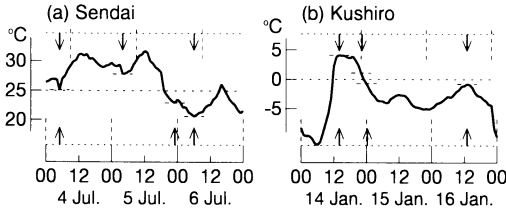
日界変更の影響は当然、 T_{\min} , T_{\max} の階級別日数にも現れるであろう。第1図は、日界のとり方の違いが階級の判別に影響した例を2つ示す。aの場合、7月5日の明け方の気温は 25°C 以上であり、日界を09時にとればこの日は熱帯夜の条件を満たす。しかし、当日の夜に気温が急激に下がって 25°C を下回ったため、00時を日界とすれば $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ の条件を満たさない。bの例では、1月15日の00時以降は一貫して気温がマイナスであり、日界を00時とすればこの日は真冬日である。しかし、前日 (14日) 22時の気温はまだプラス (0.7°C) であったため、22時を日界にとれば15日は真冬日ではなかったことになる。

これまでのところ、日界変更による階級別日数への影響を評価した文献は見当たらない。そこで本研究で

* 気象研究所予報研究部, ffujibe@mri-jma.go.jp

—1999年12月8日受領—

—2000年2月2日受理—



第1図 日界によって気温階級が異なる例。(a)は仙台における1997年7月4～6日の場合で、グラフの下側には00時日界の区切りとともに $T_{\min}^{(00)}$ を↑で示し、上側には09時日界の区切りとともに $T_{\min}^{(09)}$ を↓で示し、かつ $T_{\min}^{(00)}$ と $T_{\min}^{(09)}$ の値をグラフ上に---で示す。(b)は釧路における1997年1月14～15日の例で、00時日界・22時日界の区切りと $T_{\max}^{(00)}$ 、 $T_{\max}^{(22)}$ を(a)と同様の方法で表示してある。

は、日界の違いによる T_{\min} 、 T_{\max} の階級別日数の偏差をアメダス資料を使って調べるとともに、日数偏差と T_{\min} や T_{\max} の偏差との関係を検討した。検討対象は、累年の資料を使う場合に問題となるもの、すなわち冬日と熱帯夜については09時日界と22時日界、真冬日・夏日・真夏日については22時日界とした。

なお本稿では「偏差」という言葉を、すべて（「標準偏差」の場合を除いて）「日界が00時でないことによる、00時日界による値からの差」の意味で用いる。「平年値からの差」などの意味ではないことに注意してほしい。

2. 資料と解析方法

アメダスによる1979～97年の毎時気温資料(0.1°C単位)を使った。対象地域は全国とし、対象地点は藤部(1999)と同様、①各月とも最低13年分の資料が得られること、②地点が移動した場合には移動距離が緯度・経度とも0.03°未満であること、の2条件を満たす830地点とした。解析は下記の手順によった。

(1) 00時、09時および22時の3種類の日界それぞれについて、 T_{\min} と T_{\max} を求めた。その場合、例えば00時を日界とするものは00～24時の25個の毎時値から計算した。

(2) この T_{\min} 、 T_{\max} に基づいて、各階級別日数を集計した。以下、階級別日数を F と表し、日界を指定するときは $F^{(09)}$ のように書く。そして、これと00時を日界とするものとの差すなわち $F^{(09)} - F^{(00)}$ を $\Delta F^{(09)}$ と表す。また「偏差率」を $\Delta F^{(09)}/F^{(00)}$ で定義する（今後は添え字の(00)を略して $\Delta F^{(09)}/F$ のように書く）。

(3) ΔF の統計誤差を、 F の年ごとの値の年々変動

に基づいて評価した。具体的には、 F と ΔF の毎年の値に対し、比の標準偏差の式と最小2乗法による誤差評価とを適用し、2つの方法で求められた値のうちの大いほうを採用した。この方法の詳細は藤部(1998)にある。

上記について、次の点を補足する。

1. 熱帯夜の本来の意味は「夜間の最低気温が25°C以上」であり、 $T_{\min} \geq 25^\circ\text{C}$ は単に便宜的な定義に過ぎない(例えば河村, 1985)。しかし、気象庁の統計はあくまでも $T_{\min} \geq 25^\circ\text{C}$ の日数を対象にしていて(公式に「熱帯夜」と呼ぶかどうかは別として)、そのため上記の便宜的定義が一般に通用している。よって、本解析では $T_{\min} \geq 25^\circ\text{C}$ の日数を熱帯夜日数として扱った。

2. 本解析における T_{\min} 、 T_{\max} は毎正時の値から求められたものであり、連続観測(最低・最高温度計や日記記録)から定義される真の T_{\min} 、 T_{\max} とは異なる。全国の気象官署146地点について、1979～97年を対象にして毎時値から求めたものと連続観測による値とを比べてみたところでは、毎時値から求めた T_{\min} のほうが平均0.19°C高く、 T_{\max} は0.38°C低かった。階級別日数 F に関しては、冬日は毎時値から求めたもののほうが2.6日/年(4.8%)少なく、熱帯夜は1.3日/年(10.0%)多く、真冬日は0.8日/年(7.7%)多く、夏日は6.1日/年(6.2%)少なく、真夏日は4.7日/年(13.2%)少なかった。しかし、これらの差や増減量には地点によるばらつきがあるため、アメダス地点一般を対象にして毎時値による階級別日数を連続観測によって得られるべき値に換算することは困難である。また一方、仮に連続観測による日数と毎時値から求めた日数とに差があるとしても、日界の違いによる偏差率 $\Delta F/F$ にまで差が現れるかどうかは別問題である。

連続観測に基づく $\Delta F^{(09)}$ の評価が可能な資料としては、アメダスの展開以前すなわち1970年代中ごろまで行われていた「観測所観測」(いわゆる「区内観測」)がある。これは T_{\min} と T_{\max} を09時日界(1952年までは10時日界)で測っていたもので、その月集計値は1965年までは「気温報告」、66年以降は「観測所気象年報」に収められている。気象官署も「観測所」を兼ねていたので、1964年から70年代後半までは、気象官署としての00時日界観測と観測所としての09時日界観測とが並行して行われていた。そこで、両方の資料が得られる138官署の冬日・夏日日数を対象にして、連続観測に基づく偏差率 $\Delta F^{(09)}/F$ を求め、これを(1)(2)で求めた毎時値に基づく偏差率と比べてみた。その結果、

第1表 冬日・熱帯夜日数 F と、日界の違いによる偏差 ΔF および偏差率 $\Delta F/F$ の地域平均値。 T_{\min} の偏差 $\overline{\Delta T_{\min}}$ (年平均値) も併記する。

	$\overline{\Delta T_{\min}}$		冬 日				熱 帯 夜					
	$\overline{\Delta T_{\min}}^{(09)}$ °C	$\overline{\Delta T_{\min}}^{(22)}$ °C	F 日/年	$\Delta F^{(09)}$ 日/年	$\Delta F^{(09)}/F$ %	$\Delta F^{(22)}$ 日/年	$\Delta F^{(22)}/F$ %	F 日/年	$\Delta F^{(09)}$ 日/年	$\Delta F^{(09)}/F$ %	$\Delta F^{(22)}$ 日/年	$\Delta F^{(22)}/F$ %
北日本	0.49	0.18	136	-6.7	-5.0 (0.1)	-2.3	-1.7 (0.1)	0.12	0.10	79.4 (13.8)	0.02	13.7 (2.3)
東日本	0.37	0.16	73	-4.7	-6.4 (0.2)	-2.4	-3.3 (0.1)	3.2	0.79	24.2 (2.7)	0.29	8.8 (0.7)
西日本	0.36	0.18	44	-3.4	-7.9 (0.2)	-2.4	-5.6 (0.2)	7.6	1.44	18.9 (1.9)	0.51	6.6 (0.5)
南西諸島	0.22	0.06	0					79	3.75	4.8 (0.3)	1.12	1.4 (0.2)
全国平均	0.41	0.17	84	-4.9	-5.8 (0.1)	-2.3	-2.8 (0.1)	5.6	0.84	14.9 (1.0)	0.28	5.1 (0.3)

注： $\Delta F/F$ のカッコ内の数字は第2節の(3)で見積もった誤差の標準偏差。

2つの偏差率は地点によっては数%異なるところもあるが、全体としてはよく一致し、その差の平均値は冬日については0.1%、夏日については0.2%に過ぎなかった。

よって本解析では、毎時値から求めた階級別日数をそのまま使った。なお気象庁によるアメダス地点の階級別日数の統計も、毎時値に基づいて行われている。

3. 日界の違いによる階級別日数偏差の実態

第1表は冬日・熱帯夜日数の偏差 ΔF と偏差率 $\Delta F/F$ の地域平均値を示したものである。参考のため、 T_{\min} の偏差 $\overline{\Delta T_{\min}}$ (年平均値) を併せて示す。地域区分は北日本（北海道・東北、303地点）、東日本（関東・中部、223地点）、西日本（近畿・中国・四国・奄美を除く九州、282地点）、南西諸島（奄美・沖縄、22地点）の4つとした。

冬日の $\Delta F^{(09)}$ は全国平均で-4.9日/年の負偏差であり、偏差率 $\Delta F^{(09)}/F$ は-5.8%である。 F そのものには北日本と東・西日本とで大きな差があるが、 $\Delta F^{(09)}$ の地域差は小さいので、 $\Delta F^{(09)}/F$ は北<東<西日本の順で大きくなる（絶対値が大きくなるという意味；以下同様）。 $\Delta F^{(22)}$ は全国平均で-2.3日/年、 $\Delta F^{(22)}/F$ は-2.8%の負偏差であり、 $\Delta F^{(09)}$ の場合と同様の地域特性がある。

熱帯夜の $\Delta F^{(09)}$ は全国平均で0.8日/年の正偏差であり、冬日の場合よりも小さい。しかし $\Delta F^{(09)}/F$ は全国平均で15%であり、冬日の偏差率よりも大きい。 $\Delta F^{(09)}$ の値は南へ行くほど増すが、 $\Delta F^{(09)}/F$ は北へ行くほど大きくなる。 $\Delta F^{(22)}$ は全国平均で0.3日/年、 $\Delta F^{(22)}/F$ は5.1%の正偏差であり、 $\Delta F^{(09)}$ と同様の地域特性がある。

第2図は F と ΔF の地点別の値をプロットしたものである。冬日日数の偏差はほとんどの地点で負であるが、少数ながら $\Delta F^{(09)}$ が正になる地点がある。偏差の

最大値に注目すると、 $\Delta F^{(09)}$ は最も大きい地点で-13~14日/年、 $\Delta F^{(22)}$ は-7日/年である。また $\Delta F^{(09)}/F$ は最大-20%程度、 $\Delta F^{(22)}/F$ は最大-10~15%である。熱帯夜については、 $\Delta F^{(09)}$ は南西諸島で最大7日/年、それ以外では最大4~5日/年であり、 $\Delta F^{(22)}$ は最大3日/年である。 $\Delta F^{(09)}/F$ は、 F の小さい地点すなわち熱帯夜が少ない地点では数十%に達し、 $\Delta F^{(22)}/F$ も20%を超えるところがある。

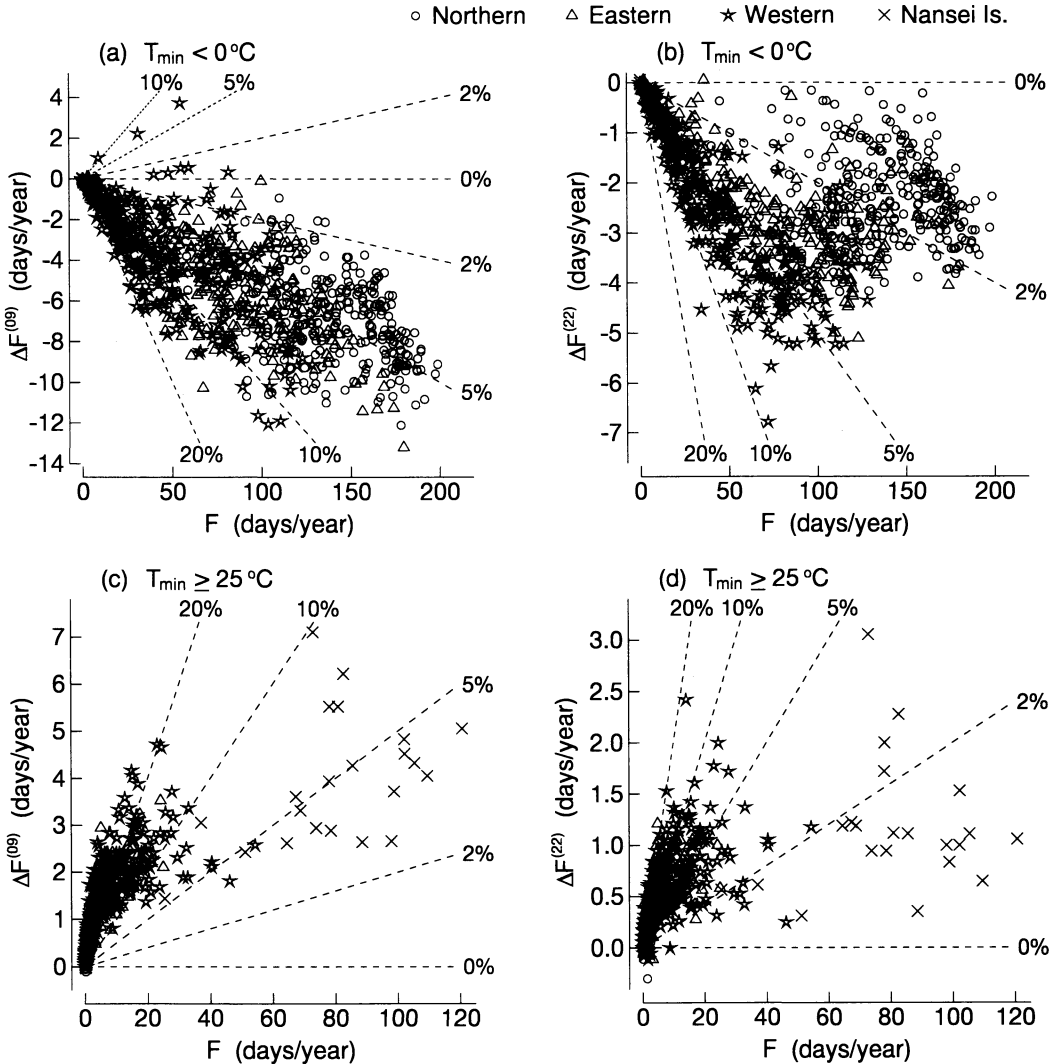
上記の偏差は、資料を使う目的次第では無視できない大きさであると考えられる。例として、冬日・熱帯夜日数の経年変化の評価において、日界の違いによる偏差が及ぼす影響を、第5節で論ずる。

第2表は真冬日・夏日・真夏日日数の22時日界による偏差を示す。冬日・熱帯夜に比べて偏差は小さく、 $\Delta F^{(22)}$ は真冬日と夏日については1日以下、真夏日については0.01日のオーダーに過ぎない。それでも、真冬日は F が小さいため偏差率 $\Delta F^{(22)}/F$ は北日本で1%前後、東・西日本で3~4%になり（全国平均では1.3%）、実用上全く無視できるとまでは言えない。夏日については $\Delta F^{(22)}/F$ は全国平均で0.15%、真夏日については0.02%であり、まず問題にならない。

4. 階級別日数偏差と T_{\min} 、 T_{\max} の偏差との関係

第1節で述べたように、日界の違いによる T_{\min} 、 T_{\max} の偏差についてはすでに調査されている。そこで、階級別日数の偏差と T_{\min} 、 T_{\max} の偏差とがどう対応するのかを検討してみる。

まず、両者の間に成り立つべき関係を考える。あるしきい値 $T_{\#}$ について $T < T_{\#}$ °C となる日数を $F(T_{\#})$ と表すことにすれば、 F は $T_{\#}$ の関数である (T は T_{\min} と T_{\max} の総称)。日界を指定した書き方をするなら、 $T^{(00)} < T_{\#}$ の日数が $F^{(00)}(T_{\#})$ であり、 $T^{(j)} < T_{\#}$ の日数が $F^{(j)}(T_{\#})$ である。第3図は横軸を $T_{\#}$ 、縦軸を $F(T_{\#})$ として2つのグラフを模式的に描いたもの



第2図 F と ΔF の地点別値をプロットしたもの。(a) 冬日の $\Delta F^{(09)}$, (b) 冬日の $\Delta F^{(22)}$, (c) 熱帯夜の $\Delta F^{(09)}$, (d) 熱帯夜の $\Delta F^{(22)}$. 各図とも、偏差率 $\Delta F/F = 0\%, \pm 2\%, \pm 5\%$ の線を点線で示してある。

で、グラフの縦方向の差が $\Delta F^{(j)}$ に他ならない（以後は添え字 j を省略する）。一方、グラフの横方向の差を $\Delta T_{\#}$ とすると、

$$\Delta F = -f\Delta T_{\#} + \frac{f'}{2}(\Delta T_{\#})^2 - \frac{f''}{6}(\Delta T_{\#})^3 + \dots \quad (1)$$

である。ただし $f(T_{\#}) = dF^{(00)}/dT_{\#}$ は、 $T_{\#}$ という値が観測される頻度（確率密度）を表し、 $f' = df/dT_{\#}$ 、 $f'' = d^2f/dT_{\#}^2$ である。(1)は、 $T_{\#} = 0^{\circ}\text{C}$ とすれば冬日と真冬日に適用できる。熱帯夜・夏日・真夏日については F が $T \geq T_{\#}^{\circ}\text{C}$ の日数として定義されるため、確率密

度は $f = -dF^{(00)}/dT_{\#}$ で与えられ、(1)の代わりに

$$\Delta F = f\Delta T_{\#} - \frac{f'}{2}(\Delta T_{\#})^2 + \frac{f''}{6}(\Delta T_{\#})^3 + \dots \quad (2)$$

となる。

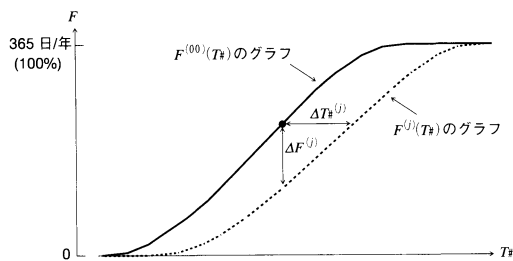
従来の調査で得られている T_{\min} 、 T_{\max} の偏差は月別あるいは年平均値であり（以下これを $\overline{\Delta T}$ と表記）、 $\Delta T_{\#}$ とは

$$\overline{\Delta T} = \int f\Delta T_{\#} dT_{\#} \dots \dots \dots (3)$$

のような関係にある。 $\Delta T_{\#}$ は一般には $T_{\#}$ に依存する

第2表 真冬日・夏日・真夏日日数と，日界（22時）による偏差・偏差率。

	$\overline{\Delta T_{\max}^{(22)}}$ °C	真 冬 日			夏 日			真 夏 日		
		F	$\Delta F^{(22)}$	$\Delta F^{(22)}/F$	F	$\Delta F^{(22)}$	$\Delta F^{(22)}/F$	F	$\Delta F^{(22)}$	$\Delta F^{(22)}/F$
		日/年	日/年	%	日/年	日/年	%	日/年	日/年	%
北日本	0.03	45.8	-0.5	-1.1 (0.1)	39	0.05	0.13 (0.02)	7.6	-0.00	-0.00 (0.00)
東日本	0.03	5.9	-0.2	-3.2 (0.3)	83	0.15	0.18 (0.02)	27	0.01	0.03 (0.02)
西日本	0.02	0.9	-0.04	-3.8 (0.8)	107	0.14	0.13 (0.01)	37	0.01	0.03 (0.01)
南西諸島	0.02	0			186	0.32	0.17 (0.03)	70	0.00	0.00 (0.00)
全国平均	0.03	18.6	-0.25	-1.3 (0.1)	78	0.12	0.15 (0.01)	24	0.01	0.02 (0.01)



第3図 気温偏差 $\Delta T_{\#}^{(j)}$ と日数偏差 $\Delta F^{(j)}$ との関係を表す模式図。

第3表 ΔF と $\overline{f\Delta T}$ の全国平均値，および双方の地点別値の相関係数。①②は $\overline{f\Delta T}$ の計算方法を表す（本文参照）。

	冬 日		熱帯夜		真冬日	夏日	真夏日
	09時	22時	09時	22時	22時	22時	22時
ΔF (日/年)	-4.89	-2.33	0.84	0.28	-0.25	0.12	0.01
$\overline{f\Delta T}$ ①(日/年)	6.13	2.59	1.20	0.51	0.15	0.36	0.20
$\overline{f\Delta T}$ ②(日/年)	6.30	2.75	0.61	0.27	0.22	0.22	0.08
相関①	-0.78	-0.81	0.90	0.86	-0.82	0.47	0.27
相関②	-0.91	-0.88	0.94	0.90	-0.87	0.70	0.26

ので（例えば第1図aのような状況は T_{\min} が高い日のほうが起こりやすいであろう），(1)(2)の右辺の $\Delta T_{\#}$ を $\overline{\Delta T}$ に置き換えると厳密な式ではなくなる。右辺第2項以下を省略すれば，さらに近似が粗くなる。本節の興味は，この近似式すなわち

$$\Delta F = (-) \overline{f\Delta T} \dots\dots\dots (4)$$

がどの程度成り立つかを調べることにある。

下記の解析では， $\overline{\Delta T}$ は藤部(1999)が求めたものを使い， f としては $T_{\#}-0.4^{\circ}\text{C}$ から $T_{\#}+0.5^{\circ}\text{C}$ までの T （日別値）の発現頻度を使った。この f の求め方は簡便なものだが，もっと手の込んだ方法（ 0.1°C 刻みで発現頻度を求めた後， T の2次式を当てはめて平滑化する方法）を使っても f の値の違いは数%以下であり， ΔF と $\overline{f\Delta T}$ の差（第3表，第4図）に比べて小さかった。

$\overline{f\Delta T}$ は，次の2通りの方法で計算した。

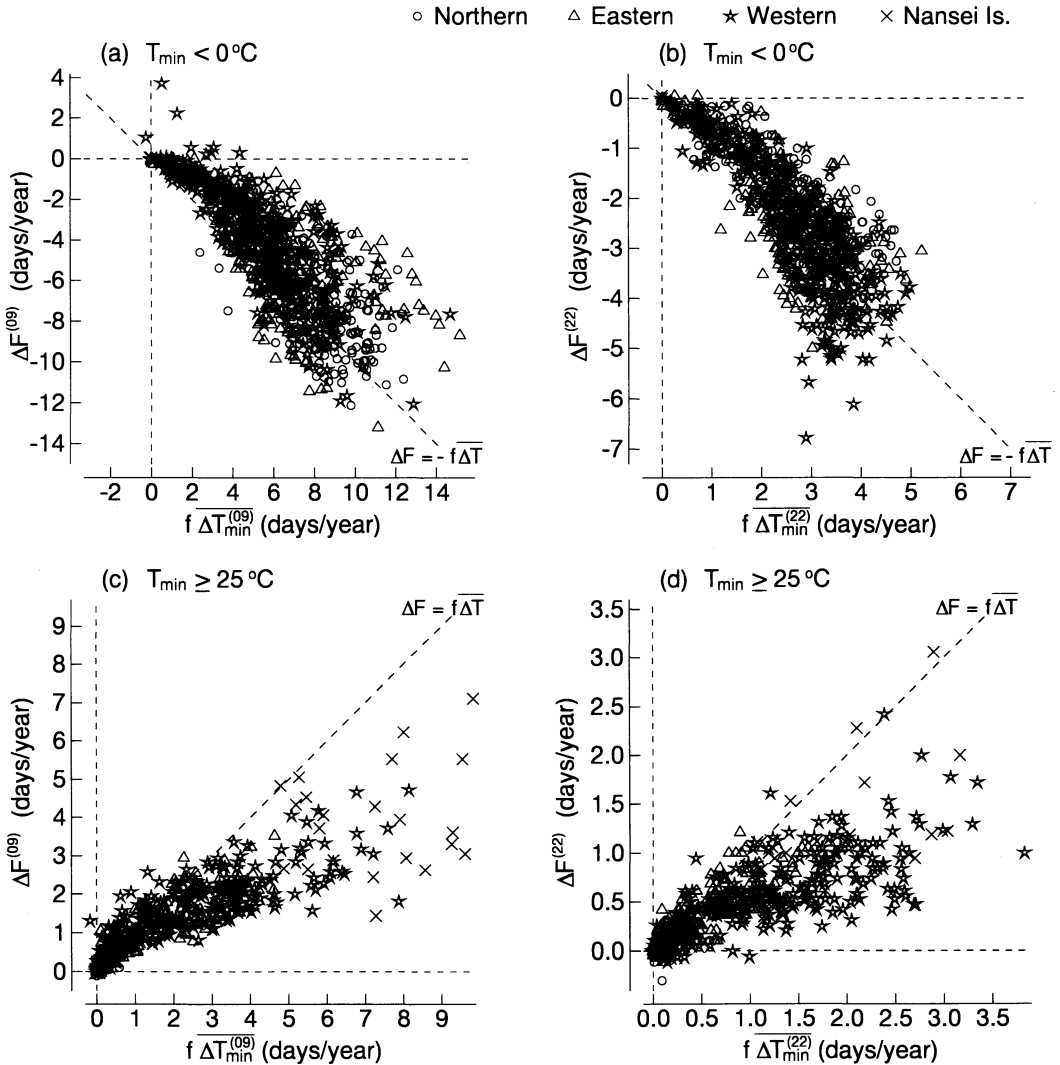
① f の年合計値と $\overline{\Delta T}$ の年平均値を掛ける。

② f と $\overline{\Delta T}$ の月別値同士の積を，12か月分合計する。

①と②の違いは， $\overline{\Delta T}$ の季節変化が考慮されているかどうかにある。もし $\overline{\Delta T}$ が1年中一定なら①と②は一致する。しかし，もし f の大きい季節（例えば冬日については，北日本では晩秋と春先，関東以西では冬）に $\overline{\Delta T}$ が大きければ，②で計算した $\overline{f\Delta T}$ のほうが①による値よりも大きくなる。

第3表は，①と②で求めた $\overline{f\Delta T}$ （全国平均），およびそれと ΔF との相関係数（地点ごとの値を標準としたもの）を示したものである。 ΔF と①で求めた $\overline{f\Delta T}$ とは，真夏日を除いてオーダーは何か合うが，数十%かそれ以上の違いがある。②で求めた $\overline{f\Delta T}$ を使えば ΔF との差は縮まる傾向にあるが，それでも良く一致するとまでは言えない。一方， ΔF と $\overline{f\Delta T}$ との相関は，冬日・熱帯夜・真冬日については，①を使った場合で0.8前後，②を使えば0.9前後に達する。このように， ΔF と $\overline{f\Delta T}$ とは系統的なずれはあるが，相関は高い。この点を具体的に見るため，冬日と熱帯夜について， ΔF と①で求めた $\overline{f\Delta T}_{\min}$ の地点別値の分布を第4図に示す。全体として（特に熱帯夜については）， $\Delta F = \pm \overline{f\Delta T}$ の線からの系統的なずれが見られる。なお(1)(2)の右辺第2，3項を入れて計算しても， $\overline{f\Delta T}$ の値はほとんど変わらないので，これらの項はずれの原因ではない。

ΔF と $\overline{f\Delta T}$ のずれは，①よりも②を使うと改善される傾向があるので，ある程度は ΔT の季節変化によるものであることが分かる。例えば， ΔT は夏に小さい傾向があるので，熱帯夜の $\overline{f\Delta T}$ を①で評価したものは， ΔF に比べて過大になる（第4図c, d, 第3表）。しかし，②を使ってもなお ΔF と $\overline{f\Delta T}$ との差が現れることから，各階級日の気象特性もずれの原因になっていると考えられる。例えば，熱帯夜は第1図aのように寒気が侵入して気温が急降下する直前に現れやす

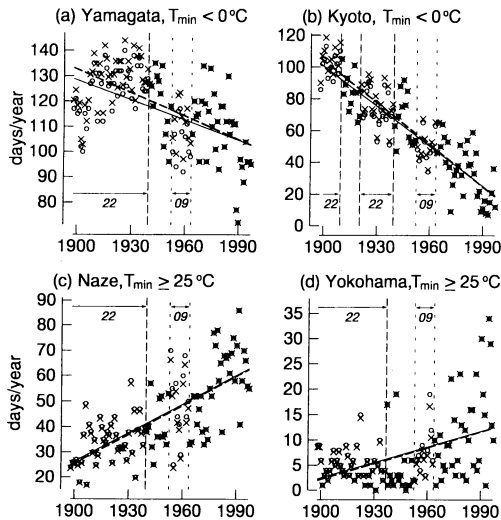


第4図 ΔF と①で求めた $f\overline{\Delta T}_{\min}$ の地点別値をプロットしたもの。(a) 冬日の $\Delta F^{(09)}$ と $f\overline{\Delta T}_{\min}^{(09)}$, (b) 冬日の $\Delta F^{(22)}$ と $f\overline{\Delta T}_{\min}^{(22)}$, (c) 熱帯夜の $\Delta F^{(09)}$ と $f\overline{\Delta T}_{\min}^{(09)}$, (d) 熱帯夜の $\Delta F^{(22)}$ と $f\overline{\Delta T}_{\min}^{(22)}$. 各図とも、 $\Delta F = 0$, $f\overline{\Delta T} = 0$, および $\Delta F = \pm f\overline{\Delta T}$ の線を点線で示してある。

いため、夏の平均的な $\overline{\Delta T}$ を使って計算される以上に日界の違いに敏感であり、そのため②で求めた $f\overline{\Delta T}$ (特に $f\overline{\Delta T}^{(09)}$) は ΔF よりも過小になるものと思われる。また夏日・真夏日の多くは晴れて昼間に昇温する日であり、そういう日の T_{\max} は夜間の日界の違いには影響されにくいので、 $f\overline{\Delta T}^{(22)}$ は $\Delta F^{(22)}$ よりも大幅な過大評価になる。しかし本稿では、 ΔF と $f\overline{\Delta T}$ の差を深く追究するよりも、両者が夏日・真夏日を除いてオーダーの点では一致し、かつ地点別値が高い相関を持つことを重視したい。なお、夏日や真夏日について ΔF と

$f\overline{\Delta T}$ との相関が低いのは、 ΔF や $\overline{\Delta T}$ の絶対値が非常に小さく、統計的なばらつきに影響されやすいことによるとと思われる。

地点別値の高相関から分かることは、 ΔF の地域差(第1表)が基本的には f や $\overline{\Delta T}$ の地域差を反映していることである。例えば、冬日の ΔF が北日本でも東・西日本でもあまり変わらないのは、 f も $\overline{\Delta T}$ も地域差が小さいからである (f は北日本で16.0日/(年°C), 東日本で15.9日/(年°C), 西日本で13.5日/(年°C); $\overline{\Delta T}$ については藤部(1999)参照)。また、冬日の $\Delta F^{(09)}$ が正



第5図 階級別日数の経年変化。(a)山形の冬日、(b)京都の冬日、(c)名瀬の熱帯夜、(d)横浜の熱帯夜。各図とも、毎年の日数については、日界の違いによる偏差を補正しないものを○、Bの方法で補正したものを×で示し、それぞれによる1次回帰直線を実線と破線で示す。縦方向の点線は、09時あるいは22時日界期間と00時日界期間との境目を表す。

になる地点は概して $\overline{\Delta T_{\min}^{(09)}}$ が負になる場所である(第4図a)。

5. 経年変化率の評価への影響

過去の資料を使って冬日や熱帯夜の日数の経年変化率を求める場合に、日界の違いによる偏差を補正するかしないかで結果にどんな違いが現れるかを、実例に基づいて検討してみる。

日界が09時あるいは22時だった時代の資料を、前節までの解析で求めた ΔF を使って補正する方法としては、

- A：毎年の値から、一律に ΔF を差し引く
- B：毎年の値から、その $\Delta F/F$ 倍を差し引く

という2通りが考えられる。北日本の冬日のように、日数 F に比べてその経年変化が相対的に小さければAでもBでもほとんど差はなかるうが、日数の経年変化率が大きい場合には、それにつれて偏差も経年変化すると考えられるので、Bのほうがもっともらしい。本節では補正Aと補正Bを両方試みて結果を比べてみた。

第4表 山形・京都の冬日日数および名瀬・横浜の熱帯夜の日数 F と日界の違いによる偏差 ΔF 、およびこれを補正した場合としない場合の経年変化率(1898~1997年、1次回帰による)。補正A、Bの意味については本文参照。

	冬	日	熱帯夜	
	山形	京都	名瀬	横浜
F (日/年)	97.8	23.6	67.4	15.4
$\Delta F^{(09)}$ (日/年)	-5.4	-0.89	3.6	1.89
$\Delta F^{(22)}$ (日/年)	-2.8	-1.16	1.2	0.68
経年変化率 (日/(年・100年))				
無補正	-26.5	-83.6	37.6	10.3
補正B	-30.8	-88.0	38.1	10.5
補正A	-29.8	-84.7	38.9	11.0

例として、1898~1997年の100年間の資料を使い、1次回帰で経年変化率を計算する場合を考える。1939年以前は22時日界、1953~63年は09時日界による値だとすると、日界の補正方法としてAを使った場合と補正をしない場合との経年変化率の差 $\Delta F'$ は

$$\Delta F' = (0.14\Delta F^{(09)} - 1.46\Delta F^{(22)}) / (100年) \dots\dots\dots (5)$$

である(藤部, 1999)。 $\Delta F^{(22)}$ の係数が $\Delta F^{(09)}$ の係数よりも大きいのは、22時日界の期間が09時日界の期間よりも長く、対象となる100年間の片側にあるためである。仮に $\Delta F^{(22)} = 5$ 日/年ならば、それによる $\Delta F'$ への寄与は7日/(年・100年)強となる。補正Bを使う場合には、 $\Delta F'$ は F の経年変化形に依存するため式では書けないが、定性的にはやはり $\Delta F^{(22)}$ の影響を受けやすいだろう。

第5図は、冬日については山形と京都を、熱帯夜については名瀬と横浜を例にとって、補正Bを施した場合と施さない場合それぞれの経年変化を示したものである。山形と名瀬は日数が比較的多い (F が大きい) 地点の例として、また京都と横浜は経年変化が激しい大都市の例として取り上げたものである。なお京都は1910年から1920年3月までは毎時観測が行われていたので、1910~20年のデータは00時日界によるものとして扱った。また、横浜では22時日界の観測は1936年までで、1937年からは00時日界が使われている。第4表は、各地点・要素の経年変化率を、補正しない場合とした場合とについて数字で示したものである。

第5図と第4表を見ると、山形や京都の冬日の経年変化率は、無補正と補正Bとで約4日/(年・100年)の違いがある。補正Aによる経年変化率は無補正值との

差が小さいが、これは過去の冬日の多かった時代に対して、冬日が減った現代の ΔF を使ったからであり、結果として補正が不十分になっていると思われる。熱帯夜については、無補正值と補正 B による値との差は 0.5日/(年・100年)以下であり、冬日の場合ほどではない。補正 A を使うと無補正值との差が増すが、これは冬日の場合とは逆に、熱帯夜の少なかった時代に対して、熱帯夜が増加した近年の ΔF を使ったからであり、過剰な補正になっているものと思われる。

このように、日界の違いによる偏差を考慮するかどうかで、地点によっては冬日の経年変化率に数日/(年・100年)の差が現れる。前記のように、この差は主として22時日界時代(1939年以前)の偏差によるものである。ただし当然ながら、これは過去100年間を対象にした場合の話であり、対象期間を変えれば09時日界時代(1953~63年)の偏差も重要になり得る。

6. まとめ

(1) 09時日界による冬日日数は、00時日界によるものに比べて全国平均で4.9日/年(5.8%)少ない。地点によっては負偏差が13~14日/年あるいは20%に達するが、偏差が正になる地点も少数ながらある。22時日界による冬日日数は、00時日界によるものに比べて平均2.3日/年(2.8%)少なく、地点によっては最大7日/年あるいは10~15%少ない。

(2) 09時日界による熱帯夜日数は、00時日界によるものに比べて全国平均で0.8日/年(15%)多い。また22時日界による熱帯夜日数は0.3日/年(5.1%)多い。

(3) 真冬日・夏日・真夏日日数については、22時日界によるものと00時日界によるものとの差は小さく、22時日界による日数はそれぞれ0.25日/年(1.3%)少

なく、0.12日/年(0.15%)多く、0.01日/年(0.02%)多いに過ぎない。

(4) これら階級別日数の偏差を日最低・最高気温の偏差で表現する簡便な式を導いた。この式で与えられる日数偏差と実際の日数偏差との間には系統的なずれがあるが、地点ごとの値の相関は高い。

(5) 冬日・熱帯夜日数の経年変化を評価する場合、時代による日界の違いを考慮するかどうかで結果が異なる。評価誤差は、過去100年間の冬日日数の変化率を1次回帰で計算する場合には数日/(年・100年)になる。

謝 辞

気象庁の磁気テープ資料は気象庁統計室の提供を受けた(一部は気象研究所電計管理班所蔵のデータファイルを利用した)。

参 考 文 献

- 藤部文昭, 1998: 東京における降水の空間偏差と経年変化の実態—都市効果についての検討—, 天気, 45, 7-18.
- 藤部文昭, 1999: 日最低・最高気温の統計値における日界変更の影響, 天気, 46, 819-830.
- 河村 武, 1985: 熱帯夜, 気候学・気象学辞典(吉野正敏ほか編), 二宮書店, 413.
- 気象庁, 1999: 近年における世界の異常気象と気候変動—その実態と見通し—(VI), 気象庁, 30-31.
- 気象庁(統計課), 1965: 観測法・統計法の変更の影響を受けた気候統計値を均質化する方法, 気象庁技術報告, (38), 4-97.
- 気象庁(観測部), 1981: 観測・統計法の変遷による気候資料の非斉一性, 観測部解説資料, (8), 1-13.

Time of Observation Bias in the Number of Days Categorized by Daily Minimum and Maximum Temperatures

Fumiaki Fujibe*

* Forecast Research Department, Meteorological Research Institute, Tsukuba 305-0052, Japan.
E-mail: ffujibe@mri-jma.go.jp

(Received 8 December 1999; Accepted 2 February 2000)

Abstract

One of climatological indices widely used in Japan is the number of days in some categories of daily minimum and maximum temperatures (T_{\min} and T_{\max}), such as $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ and $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$. The present study aims at evaluating their bias arising from changes in the observation time of T_{\min} and T_{\max} , which are currently defined for 0000–2400 JST (Japan Standard Time), but were observed for 2200–2200 JST at most stations until 1939 and for 0900–0900 JST for T_{\min} from 1953 to 1963. The analysis was based on hourly temperature data at 830 automated stations (AMeDAS) from 1979 to 1997. In comparison to the 0000–2400 observations, the 0900–0900 and 2200–2200 observations were found to result in decrease of $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ days by 4.9 days/year (5.8%) and 2.3 days/year (2.8%), respectively, and increase of $T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$ days by 0.8 days/year (15%) and 0.3 days/year (5.1%), respectively, on the average over all the stations. For the numbers of $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$, $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ and $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ days, the bias due to 2200–2200 observation was found to be small. Then a simple equation for the relationship between biases of the number of days and temperature was derived, and its validity was examined. Finally, a brief analysis was made about the effect of the bias on the long-term change rate of the number of days. It was shown that the number of $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ days during the last hundred years can have a superficial trend of several days/(year \cdot 100 years) unless correction is made for the bias.



第7回大気科学と大気質への応用 (Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality, ASAAQ と略称) 国際会議のお知らせ

上記会議のメキシコ開催が変更となり、急遽、台湾台北での開催となりました。2000年10月31日～11月2日、グランドホテルでの開催が決定。多数ご参加下さい。

主 題：大気汚染質と温暖化ガスの測定とモデル、対流圏化学、大気汚染と気象（ダイオキシン、PAH、重金属など）、緊急時の対応、発生源収支、環境アセスメント、汚染物質除去過程・制御技術、制御政策。特に、地域の気候変化とその影響、および対流圏物質のリモートセンシングについては特別セッションを予定。
発表希望者：英語で200～400語のアブストラクト（口頭またはポスターの発表希望の別）を2000年7月15日までに右記に送付のこと。

ASAAQ-2000, Center for Environmental Studies, National Central University, Chung-Li, Taiwan
詳細の問い合わせ先：

Neng-Huei (George) Lin (e-mail : nhlin@rainbow.atm.ncu.edu.tw

Tel : +886-3-4254069 ; Fax : +886-3-4253204)

また、次の ASAAQ-2000 Web site でも、アブストラクト送付や登録ができる他、詳細な情報が得られます。

ASAAQ-2000 Web (<http://www.atm.ncu.edu.tw/asaaq2000/>)