

論文

東京大学演習林生態水文学研究所・北海道演習林・
秩父演習林における年平均気温の長期データの推定

田中延亮*・鎌田直人**・芝野博文***・尾張敏章***・大川あゆ子***・
五十嵐勇治**・荒木田きよみ*

Estimation of long-term data sets of annual mean temperature
in Ecohydrology Research Institute, the University of Tokyo
Hokkaido Forest, and the University of Tokyo Chichibu Forest

Nobuaki TANAKA*, Naoto KAMATA**, Hirofumi SHIBANO***, Toshiaki OWARI***,
Ayuko OHKAWA***, Yuji IGARASHI**, Kiyomi ARAKIDA*

1. はじめに

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林（以下、東京大学演習林）では、長期間にわたって気温データを取得し、公表してきた。しかし、その間、観測露場の移転、観測時刻の変更、機器の変更があったため、公表されているデータを単純に並べただけでは気温の長期変動を示したことになるという問題があった（蔵治ら, 2012）。蔵治ら（2012）は、東京大学演習林富士癒しの森研究所、千葉演習林札郷、千葉演習林清澄の3地点について、現時点で最も信頼性の高い気温の長期データを作成しているが、ここでは、東京大学演習林生態水文学研究所（旧・愛知演習林）白坂、北海道演習林山部、秩父演習林栃本の気温の長期データを作成することを目的とした。なお、蔵治ら（2012）と同様に、「日平均気温」とは1日に8回以上の一定間隔で測定された気温を日界0時で平均した値と定義する。また、「年平均気温」とは日平均気温の年平均した値と定義するが、後で詳述するように、公表値の年平均気温はその限りではない点に注意されたい（2-1参照）。

* 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所
Ecohydrology Research Institute, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

** 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林
The University of Tokyo Chichibu Forest, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

*** 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林
The University of Tokyo Hokkaido Forest, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

2. 方法

2-1. 対象期間と用いたデータ

2-1-1. 生態水文学研究所白坂

(1) 対象とした期間

生態水文学研究所白坂（表-1，以下，白坂）において気温観測が実施された期間は1929年以降であり，そのうち，1941～2009年のデータについては，年報あるいは月報という形で公表されている（演習林研究部，1951；1952；1956；1962；1966；1974；農学部附属演習林，1981；1984；1987；東京大学農学部附属演習林，1991；1992a；1992b；1993；1994；1995；1996；1997a；

表-1. 対象とした観測地点および使用した気象庁観測所の位置と標高

Table 1. Location and altitude of the study sites and nearby Meteorological Observatory, Special Automated Weather Station and AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) stations of Japan Meteorological Agency (JMA).

地点 Site	北緯 North latitude	東経 East longitude	標高(m) Altitude
生態水文学研究所（旧・愛知演習林）白坂 Shirasaka, Ecohydrology Research Institute	35° 12'	137° 10'	304
名古屋地方気象台* Nagoya Local Meteorological Observatory (JMA)**	35° 10'	136° 57.9'	51
多治見アメダス* Tajimi AMeDAS (JMA) **	35° 20.8'	137° 6.5'	120
豊田アメダス* Toyota AMeDAS (JMA) **	35° 7.9'	137° 10.6'	75
北海道演習林山部（樹木園） Yamabe Arboretum, the University of Tokyo Hokkaido Forest	43° 13'	142° 23'	230
北海道演習林山部庁舎前 Yamabe Office, the University of Tokyo Hokkaido Forest	43° 15'	142° 23'	220
旭川地方気象台* Asahikawa Local Meteorological Observatory (JMA) **	43° 45.4'	142° 22.3'	120
麓郷アメダス* Rokugo AMeDAS (JMA) **	43° 13.1'	142° 31.3'	315
幾寅アメダス* Ikutora AMeDAS (JMA) **	43° 10.1'	142° 34.1'	350
秩父演習林栃本 Tochimoto, the University of Tokyo Chichibu Forest	35° 56'	138° 52'	740
秩父演習林大血川 Ochigawa, the University of Tokyo Chichibu Forest	35° 55'	138° 59'	650
甲府地方気象台* Kofu Local Meteorological Observatory (JMA) **	35° 40.0'	138° 33.2'	273
秩父特別地域気象観測所* Chichibu Special Automated Weather Station (JMA) **	35° 59.4'	139° 4.4'	232

* 地方気象台，特別地域気象観測所，アメダスの位置・標高は，気象庁のホームページ（気象庁，2012）より取得した。

** Location and altitude of JMA stations was obtained from JMA (2012).

1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2001; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林, 2002)。そこで、本報告では、1941～2009年の年平均気温を補正の対象とした。

(2) 用いたデータ

全期間を、観測方法や機器が共通する期間に分割し（以下のA～F期間）、各期間について、年平均気温の推定に使用するデータを検討した。

A 期間（1941～1952年）

この期間は、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前10時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前10時の最高気温と最低気温が報告され、午前10時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（演習林研究部, 1951; 1952; 1956)。したがって、午前10時気温、あるいは、日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値のいずれかを用いて、年平均気温を推定する必要がある。そこで、まず後述する白坂のF期間のうち、欠測のない6年分（2002～2004年, 2007～2009年）について、5分単位の気温データから年平均気温を計算した。次に、これらの年の午前10時気温、日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値を使い、それぞれから日平均気温を推定する式を求め、それらから年平均気温を求めた。これらの2つの年平均値について、5分単位の気温データから計算した年平均気温との偏差を年ごとに求め、さらに6年分の偏差の平均値（以下、平均推定誤差）を計算した結果、それぞれ0.078度、0.069度となった。これらの結果から、平均推定誤差の小さかった日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値を用いて本期間の年平均気温を推定した。

B 期間（1953～1984年）

この期間は、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前9時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前9時の最高気温と最低気温が報告され、午前9時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（演習林研究部, 1956; 1962; 1966; 1974; 農学部附属演習林, 1981; 1984; 1987)。白坂のA期間と同様の方法で、2002～2004年と2007～2009年の6年分について、午前9時気温、日界午前9時の最高気温と最低気温の平均値のそれぞれから年平均気温を推定し、5分平均気温データから求めた年平均気温と比較した。それぞれの平均推定誤差は、0.068度、0.069度となり、午前9時気温から求めた年平均値の方が小さな平均推定誤差を示した。ただし、本期間においては観測人が気温観測をしていたため、自動計測に比べると観測時刻の精度が低い。午前9時気温に比べると、日界午前9時の最高気温と最低気温の方が、観測時刻のばらつきから受ける影響が小さいものと考えられた。午前9時気温から求めた年平均値の方が平均推定誤差が小さかったが、その差が1,000分の1度であったことから、本期間の年平均気温の推定には、日界午前9時の最高気温と最低気温の平均値を用いることにした。ただし、本期間中の1975年に最高気温と最低気温に大きな欠測があるので、同年の年平均気温は午前9時気温を用いて推定した。

C 期間 (1985 ~ 1987 年)

この期間は、観測人が最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前9時の最高気温と最低気温のみが報告され、最高・最低気温の平均値の年平均値が年平均気温として公表されてきた（東京大学農学部附属演習林，1992a）。そこで、白坂のB期間と同様に、日界午前9時の最高気温と最低気温の平均値から年平均気温を推定した。

D 期間 (1988 年)

1988年については、前半と後半で使用した観測機器が異なる。すなわち、6月までは、観測人が最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前9時の最高気温と最低気温のみが報告され、7月以降は、白金測温抵抗体（型番とメーカー不明）で計測されデータロガー（NASCON-2000, 中浅測器）で記録された日平均気温（1分間隔で測定された気温の日平均値）、日界午前0時の最高気温と最低気温が報告されてきた（東京大学農学部附属演習林，1992a）。また、本期間の年平均気温として、6月までは最高気温と最低気温の日平均値、7月以降は日平均気温を年平均した値が公表されてきた（東京大学農学部附属演習林，1992a）。そこで本報告では、本期間を通して計測されている日界9時あるいは日界0時の最高気温と最低気温の平均値を用いて、年平均気温の推定をおこなった。その際、6月までと7月以降とでは最高気温と最低気温を観測・集計する日界が違う点に留意する必要がある。白坂では、ある日の午前9時に読み取った最高気温と最低気温のうち、最高気温は前日の最高気温とし、最低気温は当日の最低気温としてきた。これは、気温が一般に考えられるような日変化を示すという仮定、すなわち、最高気温は午前9時から午前0時までで生起し、最低気温は午前0時から午前9時までで生起することを仮定している。この仮定が成り立つ場合、白坂における両日界の最高気温と最低気温は一致する。1988年7月～12月の間、このような仮定が成り立たない気温の日変化を示す日があった可能性はあるが、本報告では、全ての日について日界0時と日界9時の最高気温と最低気温は一致すると仮定して年平均気温の推定をおこなった。

E 期間 (1989 ~ 2000 年)

この期間は、白金測温抵抗体（型番とメーカー不明）で計測した気温をデータロガー（NASCON-2000, 中浅測器）で記録した日平均気温（1分間隔で計測した気温の日平均値）が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学農学部附属演習林，1991; 1992a; 1992b; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997a; 1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林，2001; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林，2002），本報告では、その公表値を補正せずに用いた。

F 期間 (2001 ~ 2009 年)

この期間は、白金測温抵抗体（CS500, キャンベル社）で計測された気温をデータロガー（CR10X, キャンベル社）で記録した日平均気温（10秒間隔で測定した気温の5分平均値の日平均値）が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林，2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011），本報告では、その公表値を補正せずに用いた。

2-1-2. 北海道演習林山部

(1) 対象とした期間

北海道演習林山部（以下、山部）において気温観測が実施された期間は、1914～1916年と1926年以降であり、そのうち、1931～2009年のデータについては、年報あるいは月報という形で公表されている（ANONYMOUS, 1933; 1934a; 1934b; 伊藤, 1940; 1941; 演習林研究部, 1951; 1952; 1956; 1962; 1966; 1974; 農学部附属演習林, 1981; 1984; 1987; 東京大学農学部附属演習林, 1991; 1992a; 1992b; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997a; 1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2001; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林, 2002）。本報告では、北海道演習林が保管している1926～1930年の月報と上の既公表データを用いて、1926～2009年の年平均気温を補正の対象とした。なお、山部では、1964年9月に、気象観測の主たる露場が山部庁舎前から山部樹木園（表-1）へ移転した（演習林研究部, 1966）。本報告では、両露場で得られた気温データを「山部」の気温データとして取り扱うが、2-2で述べるように、山部庁舎前で取得されたデータに対して、両露場の気温の差異を考慮した補正を施し、山部樹木園をベースにした年平均気温に変換した。

(2) 用いたデータ

全期間を、観測場所、方法、機器が共通する期間に分割し（以下のA～G期間）、各期間について、年平均気温の推定に使用するデータを検討した。

A 期間（1926～1930年）

この期間は、山部庁舎前において、観測人が最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前10時の最高気温と最低気温の記録（未公表）がある。そこで、2-2および3-2で述べるように、まず、これらの値から山部樹木園における日界10時の最高気温と最低気温の平均値を推定し、その推定値から山部樹木園における年平均気温を推定した。

B 期間（1931～1952年）

この期間は、山部庁舎前において、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前10時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前10時の最高気温と最低気温が報告され、午前10時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（ANONYMOUS, 1933; 1934a; 1934b; 伊藤, 1940; 1941; 演習林研究部, 1951; 1952; 1956）。そこで白坂のA期間と同様に、山部のG期間（後述）のうち、欠測のない4年間（2003～2006年）の6分平均気温データを用いて、午前10時気温、日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値のそれぞれから日平均気温を推定する式を求め、年平均気温の推定値を求めた。その結果、それぞれの平均推定誤差はそれぞれ0.140度、0.034度となった。そこで、平均推定誤差の小さい日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値を用いて本期間の年平均気温の推定を行うことにした。なお、山部のA期間と同様に、本期間についても、露場間の補正をおこなった上で、年平均気温を推定した。また、1946年には、午前10時気温、最高気温、最低気温に大きな欠測があったため、本報告による補正対象から除外した。

C 期間 (1953 ~ 1963 年)

この期間は、山部庁舎前において、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前 9 時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前 9 時の最高気温と最低気温が報告され、午前 9 時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（演習林研究部, 1956; 1962; 1966）。そこで、山部の G 期間の 2003 年～2006 年の 4 年分の 6 分平均気温データを用いて、午前 9 時気温、日界午前 9 時の最高気温と最低気温を求め、それぞれから推定した年平均気温の平均推定誤差を求めた結果、0.229 度と 0.034 度となった。これらの結果から、日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値を用いて年平均気温の推定を行うことにした。ただし、本期間中の 1953 年に最高気温と最低気温に大きな欠測があるので、同年の年平均気温は午前 9 時気温を用いて推定した。また、本期間についても、露場間の補正をおこなった上で、年平均気温を推定した。

D 期間 (1964 ~ 1985 年)

この期間は、山部庁舎前または山部樹木園において、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前 9 時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前 9 時の最高気温と最低気温が報告され、午前 9 時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（演習林研究部, 1966; 1974; 農学部附属演習林, 1981; 1984; 1987）。そこで、山部の C 期間と同様に、日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値から年平均気温を推定した。ただし、本期間中の 1980 年に最高気温と最低気温に大きな欠測があるので、同年の年平均気温は午前 9 時気温を用いて推定した。また、山部庁舎前の露場で観測が実施された 1964 年 1 月～8 月のデータについては、露場間の補正をおこなった。また、本期間の一部（1978 年 4 月～1980 年 9 月）において、上で述べた最高・最低温度計ではなく自記式温湿度計（型番とメーカー不明）のロール紙上に記録された最高温度と最低温度が報告されたことがわかっている（田中延亮の調査による）。ただし、この自記式温湿度計で計測されたデータに対して、何らかの補正を行うことはしなかった。

E 期間 (1986 ~ 1993 年)

この期間は、山部庁舎前または山部樹木園において、バイメタル式自記温湿度計（型番とメーカー不明、山部の D 期間の自記式温湿度計とは別の機器）によって計測された気温のチャート紙出力から読み取った午前 9 時気温、および、日界午前 9 時の最高気温と最低気温が報告され、最高・最低気温の日平均値の年平均値が年平均気温として公表されてきた（東京大学農学部附属演習林, 1991; 1992a; 1992b; 1993; 1994; 1995; 1996）。そこで、山部の C 期間と同様に、日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値から年平均気温を推定した。東京大学農学部附属演習林（1992b; 1993）によると、1990 年と 1991 年の冬季には山部庁舎前の露場で気温観測をおこなったとされている。しかし、筆者らが北海道演習林に保管されている月報を調査した結果、1991 年の冬季は山部樹木園において気温観測が実施されていた。そのため、1991 年の冬季の気温データに対して、露場間の補正は行わなかった。また、1990 年と 1993 年は、長期間の欠測があるため、本報告による補正対象から除外した。

F 期間 (1994 ~ 2000 年)

この期間は、山部樹木園において、白金測温抵抗体（型番とメーカー不明）で計測した気温をデータロガー（KADEC-US, コーナシステム）で記録した日平均気温（10分間隔で計測した気温の日平均値）が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学農学部附属演習林, 1996; 1997a; 1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2001; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林, 2002）、本報告では、その公表値を補正せずに用いた。なお、1996年には気温の長期間の欠測があるため、本報告による補正対象から除外した。

G 期間 (2001 ~ 2009 年)

この期間は、山部樹木園において、白金測温抵抗体（CS500, キャンベル社）とデータロガー（CR10X, キャンベル社）を用いて、10秒間隔で測定した気温の6分平均値から求めた日平均気温が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011）、本報告では、その公表値を補正せずに用いた。なお、2008年には気温の長期間の欠測があるため、本報告による補正対象から除外した。

2-1-3. 秩父演習林栃本

(1) 対象とした期間

秩父演習林栃本（表-1, 以下, 栃本）において気象観測が実施された期間は1930~1949年と1956年以降であり、1930~1949年と1956~2008年のデータは、年報あるいは月報という形で公表されている（ANONYMOUS, 1931; 1933; 1934a; 1934b; 伊藤, 1940; 1941; 演習林研究部, 1951; 1952; 1962; 1966; 1974; 農学部附属演習林, 1981; 1984; 1987; 東京大学農学部附属演習林, 1991; 1992a; 1992b; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997a; 1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2001; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林, 2002）。そこで、本報告においては、1930~1949年と1956~2008年の年平均気温を補正の対象とした。

(2) 用いたデータ

全期間を、観測方法や機器が共通する期間に分割し（以下のA~F期間）、各期間について、年平均気温の推定に使用するデータを検討した。

A 期間 (1930 ~ 1949 年)

この期間は、観測人が水銀温度計（型番とメーカー不明）で計測した午前10時気温、および、最高・最低温度計（型番とメーカー不明）で計測した日界午前10時の最高気温と最低気温が報告され、午前10時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた（ANONYMOUS, 1933; 1934a; 1934b; 伊藤, 1940; 1941; 演習林研究部, 1951; 1952）。白坂や山部と同様に、2001年以降の期間のうち大きな欠測期間を含まない2年（2005年と2007年）における栃本の気温の6分平均値を用いて、午前10時気温、日界午前10時の最高気温と最低気温の平均値のそれぞれから日平均気温を推定する式を求め、年平均気温の推定値を求めた。これらの平均推定誤差はそ

れぞれ 0.105 度, 0.003 度であった。そこで, 本報告では, 平均推定誤差の小さかった日界午前 10 時の最高気温と最低気温の平均値を用いて年平均気温を推定することにした。ただし, 1945 年の最高気温 (年平均値 20.2 度, その他の期間の年平均値 \pm 標準偏差は 16.3 ± 0.7 度) と 1946 年の最低気温 (年平均値 3.0 度, その他の期間の年平均値 \pm 標準偏差は 6.2 ± 0.5 度) は, 異常な値を示したため, 1945 年と 1946 年については, 午前 10 時気温を用いて年平均気温の推定をおこなった。さらに, 1947 年には, 最高気温と最低気温に大きな欠測があるので, 同年の年平均気温は午前 10 時気温を用いて推定した。

B 期間 (1956 ~ 1985 年)

この期間は, 観測人が水銀温度計 (型番とメーカー不明) で計測した午前 9 時気温, および, 最高・最低温度計 (型番とメーカー不明) で計測した日界午前 9 時の最高気温と最低気温が報告され, 午前 9 時気温の平均値が年平均気温として公表されてきた (演習林研究部, 1962; 1966; 1974; 農学部附属演習林, 1981; 1984; 1987)。そこで, 栃本の A 期間と同様に, 2005 年と 2007 年の 2 年分の 6 分単位の気温データを用いて, 午前 9 時気温, 日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値から推定した年平均気温の平均推定誤差はそれぞれ 0.060 度, 0.003 度であった。そこで, 平均推定誤差の小さい日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値を用いて年平均気温の推定を行うことにした。ただし, 1973 年については, 最高気温と最低気温が欠測であるため, 午前 9 時気温を用いて年平均気温の推定をおこなった。

C 期間 (1986 ~ 1988 年)

この期間は, 観測人が最高・最低温度計 (型番とメーカー不明) で計測した日界午前 9 時の最高気温と最低気温のみが報告され, 最高・最低気温の平均値の年平均値が年平均気温として公表されてきた (東京大学農学部附属演習林, 1992a)。そこで, 日界午前 9 時の最高気温と最低気温の平均値から年平均気温を推定した。

D 期間 (1989 年)

1989 年については, 9 月までと 10 月以降で使用した観測機器が異なる。すなわち, 9 月までは, 観測人が最高・最低温度計 (型番とメーカー不明) で計測した日界午前 9 時の最高気温と最低気温のみが報告され, 10 月以降は, 白金測温抵抗体 (型番とメーカー不明) で計測されデータロガー (サーモダック E, 江藤電気) で記録された日平均気温 (6 分間隔で測定された気温の日平均値), 日界午前 0 時の最高気温と最低気温が報告されてきた (東京大学農学部附属演習林, 1991; 1992a)。また, 本期間の年平均気温として, 9 月までは最高気温と最低気温の日平均値, 10 月以降は日平均気温を年平均した値が公表されてきた (東京大学農学部附属演習林, 1992a)。そこで, 本報告では, 両観測機器の器差は考慮せずに, 本期間を通して計測されている最高気温と最低気温の平均値を用いて, 年平均気温の推定をおこなった。白坂の D 期間と同様に, 栃本の D 期間には日界午前 0 時と日界午前 9 時の最高気温と最低気温が混在しているという問題があるが, ここでも, 1989 年 10 月~12 月の全ての日について, 両方の日界の最高気温と最低気温は等しいと仮定して推定をおこなった。

E 期間 (1990 ~ 2000 年)

この期間は、白金測温抵抗体（型番とメーカーは不明）とデータロガー（サーモダック E, 江藤電気, あるいは, DS36-IC, メーカー不明）で記録した日平均気温（5 分間隔で測定した気温の日平均値）が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学農学部附属演習林, 1992b; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997a; 1997b; 1999; 2000; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2001; 東京大学農学生命科学研究科附属演習林, 2002）、本報告では、その公表値を補正せずに用いた。ただし、1995 年と 1998 年には気温観測の長期欠測があったため、同じ年の秩父演習林大血川（表-1, 以下, 大血川）の気温データ（東京大学農学部附属演習林, 1997a; 2000）から、栃本の年平均気温を推定した（2-2 参照）。

F 期間 (2001 ~ 2008 年)

この期間は、白金測温抵抗体（CS500, キャンベル）とデータロガー（CR10X, キャンベル社）で記録した 10 秒間隔で測定した気温の 6 分平均値から求めた日平均気温が報告され、日平均気温の年平均値が年平均気温として公表されているため（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010）、本報告では、その公表値を補正せずに用いた。

2-1-4. 気象庁の気温データ

3 地点の気温変動と近隣の気象庁の地方気象台、特別地域気象観測所（旧・測候所）、地域気象観測システム（Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS), 以下, アメダス）の気温を対比するため、表-1 に挙げた地方気象台およびアメダスにおける気温データを気象庁（2012）からダウンロードして用いた。

2-2. データを接続する方法

3 地点ともに、対象期間内において、気温の測定機器が交換されているため、異なる機器間の器差を考慮して、長期気温データを接続してゆく必要がある。しかし、器差補正に必要な資料が十分でないため、器差補正を行うことは不可能であった。そこで、器差補正なしで接続した 3 地点の気温変動と、近隣の気象庁の気象台やアメダスの気温と比較して、器差補正の必要性を検討した。その結果、ほとんどの期間について器差補正は必要ないと判断されたため、本報告では器差補正は行わなかった。気象庁のデータとの比較結果については、考察で詳述する。

北海道演習林においては、1964 年 9 月に露場を山部庁舎前から山部樹木園に移設したため、両露場の気温差を修正する必要がある。そこで、北海道演習林において月報の形で保管されている 1961 年の両露場での日界 9 時の最高気温と最低気温の重複観測の記録（未公表）を用いて、両露場における日界 9 時の最高気温と最低気温の平均値の関係を求め、山部庁舎前で観測された気温から山部樹木園の気温を推定することで、露場移転の補正をおこなった。

栃本の 1995 年と 1998 年における気温の長期欠測を補間するために、同年の大血川の気温データを用いると述べたが（2-1-3 の E 期間参照）、そのためには、両露場の気温差を把握しておく必要がある。2001 年以降、両露場では同じシステムの気温計測が実施されてきた（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011）。これまでに取得・公表されているデータ（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林,

2012)のうち、両露場ともに大きな欠測の無い3年間(2005年と2007年～2008年)の日平均気温を用いて、両露場の気温差を把握し、栃本の1995年と1998年の気温を推定した。

3. 結果

3-1. 白坂

2002～2004年と2007～2009年の6年分の5分平均気温データを用いて、白坂の日平均気温(TS_{mean})と午前9時気温(TS_9)、日界午前9時の最高気温と最低気温の日平均値(TS_{mm9})、日界午前10時の最高気温と最低気温の日平均値(TS_{mm10})との関係を調べた結果、それぞれ以下のような一次回帰式を得た。

$$TS_{mean} = 0.9214 \times TS_9 - 0.2576 \quad (n = 2192, r^2 = 0.9681) \quad (1)$$

$$TS_{mean} = 0.9934 \times TS_{mm9} - 0.9871 \quad (n = 2190, r^2 = 0.9907) \quad (2)$$

$$TS_{mean} = 0.9937 \times TS_{mm10} - 1.0700 \quad (n = 2190, r^2 = 0.9910) \quad (3)$$

白坂のA期間には式(3)、白坂のB期間のうち1975年以外の年、C期間、D期間には式(2)、白坂のB期間のうち1975年には式(1)を適用し、対象期間の年平均気温を補正した結果を図-1に示した。図-1には、2-1-1で述べた白坂の年平均気温の公表値も示しており、本報告による補正の効果を確認することができる。両者を比較すると、A期間からD期間までは、全体として補正値が公表値よりも低く、特にA期間において両者の差が大きいことがわかる(図-1)。補正後の白坂の年平均気温の長期変化を概観すると、1960年前後での高温傾向、1960年頃から1980年代半ばまでの弱い寒冷化傾向、1980年代半ばから現在に至るまでの温暖化傾向が読み取れた(図-1)。

3-2. 山部

1961年に実施された山部庁舎前と山部樹木園での気温の重複観測のデータから、山部庁舎前における日界午前9時の最高気温と最低気温の日平均値(TYO_{mm9})と山部樹木園の日界午前9時の最高気温と最低気温の日平均値(TYA_{mm9})を計算し、両平均値の関係を解析した結果、以下の一次回帰式が得られた。

$$TYA_{mm9} = 0.9951 \times TYO_{mm9} - 0.1873 \quad (n = 365, r^2 = 0.9928) \quad (4)$$

そこで、山部のC期間とD期間の一部(1964年1月～8月)については、山部庁舎前で得られた気温データに対して式(4)を適用し、山部樹木園の気温を推定した。また、A期間とB期間についても、便宜的に、山部庁舎前で測定した気温データから、式(4)により山部樹木園の気温を推定した。

山部樹木園において、2003年～2006年の4年間に取得された6分平均気温データを用いて、

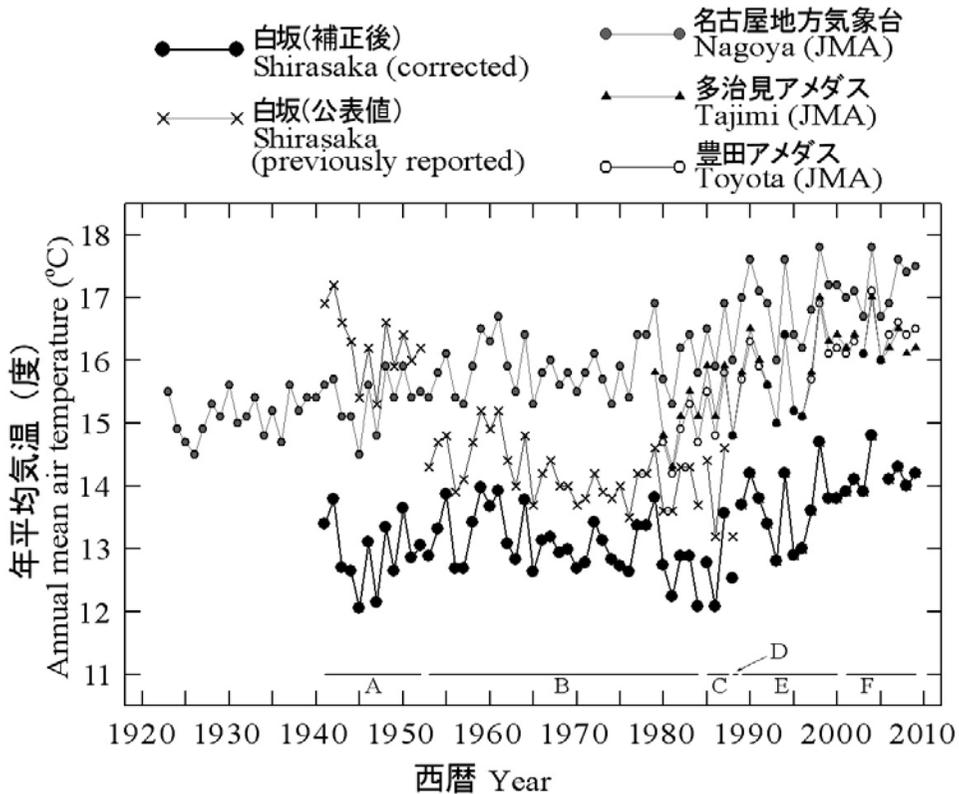


図-1. 生態水文学研究所（旧・愛知演習林）白坂における年平均気温の年々変動

図中のA～Fは、各期間において、測定方法と観測機器が同一であったことを示す（詳細は本文参照）。比較のため、気象庁（2012）より取得した名古屋地方気象台、多治見アメダス、豊田アメダスにおける年平均気温を示した。

Figure 1. Inter-annual fluctuation of annual mean air temperature at Shirasaka, Ecohydrology Research Institute (previously known as University Forest in Aichi)

The same observation protocol and instrument were used during each of A-F periods indicated in the figure. Also shown are the fluctuations in annual mean air temperature at Nagoya Local Meteorological Observatory, Tajimi AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System), and Toyota AMeDAS of Japan Meteorological Agency (JMA). The JMA data was downloaded from JMA (2012).

同露場の日平均気温 (TYA_{mean}) と午前9時気温 (TYA_9)、日界午前9時の最高気温と最低気温の日平均値、日界午前10時の最高気温と最低気温の日平均値 (TYA_{mm10}) との関係調べた結果、それぞれ以下のような一次回帰式を得た。

$$TYA_{mean} = 0.9074 \times TYA_9 - 0.4088 \quad (n = 1461, r^2 = 0.9778) \quad (5)$$

$$TYA_{mean} = 0.9663 \times TYA_{mm9} - 0.3631 \quad (n = 1460, r^2 = 0.9909) \quad (6)$$

$$TYA_{mean} = 0.9707 \times TYA_{mm10} - 0.5306 \quad (n = 1460, r^2 = 0.9906) \quad (7)$$

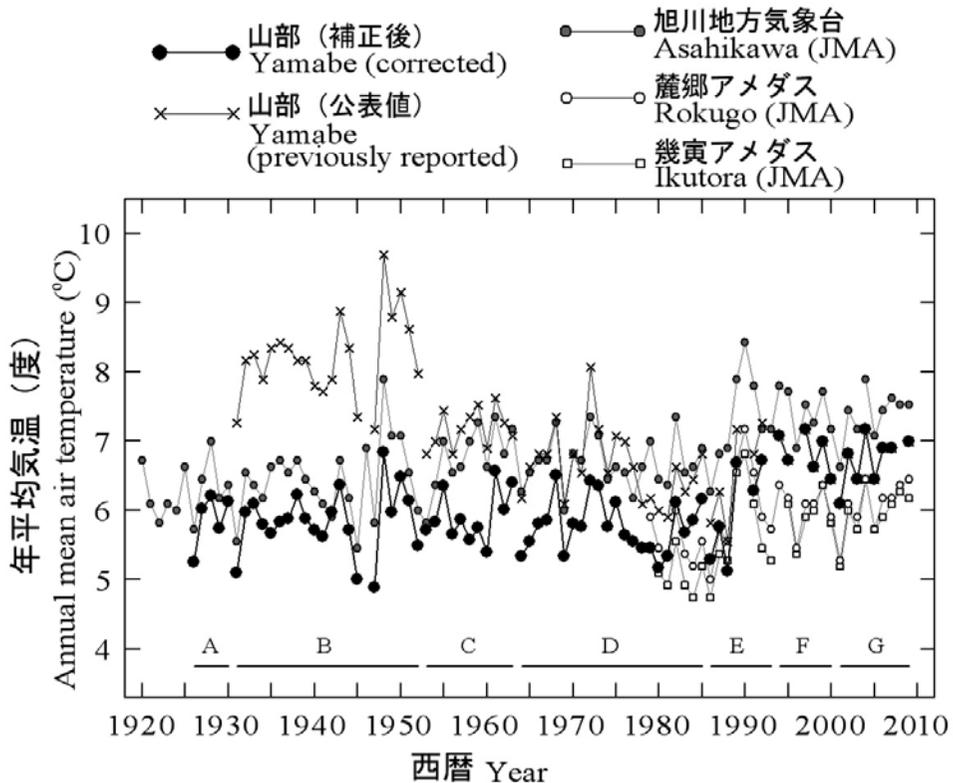


図-2. 北海道演習林山部における年平均気温の年々変動

図中のA~Gは、各期間において、測定方法と観測機器が同一であったことを示す（詳細は本文参照）。比較のため、気象庁（2012）より取得した旭川地方気象台、麓郷アメダス、幾寅アメダスにおける年平均気温を示した。

Figure 2. Inter-annual fluctuation of annual mean air temperature at Yamabe, the University of Tokyo Hokkaido Forest

The same observation protocol and instrument were used during each of A-G periods indicated in the figure. Also shown are the fluctuations in annual mean air temperature at Asahikawa Local Meteorological Observatory, Rokugo AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System), and Ikutora AMeDAS of Japan Meteorological Agency (JMA). The JMA data was downloaded from JMA (2012).

これらの結果から、A期間とB期間には式(7)、1953年を除くC期間とD期間の一部（1964年1月～8月）には式(6)、C期間の1953年とD期間の1980年には式(5)、D期間の残りの期間（1964年9月～1979年、1981年～1985年）とE期間には式(6)をそれぞれ用いて、各期間の年平均気温を推定した結果を図-2に示した。図-2には、図-1と同様に、2-1-2で述べた山部の年平均気温の公表値も示しており、本報告による補正の効果が確認できる。両者を比較すると、B期間からE期間までは、全体として補正値が公表値よりも低く、特にB期間において両者の差が大きいことがわかる（図-2）。補正後の山部の年平均気温の長期変化を概観すると、1960年頃から1980年代半ばまでの弱い寒冷化傾向、1980年代後半の急激な気温上昇、その後の高温維持の傾向が読み取れた（図-2）。

3-3. 栃本

栃本の E 期間中の 1995 年と 1998 年の年平均気温を大血川の観測データから推定するため、両地点で同じシステムの気温計測が行われ、かつ、大きな欠測の無い 3 年間（2005 年と 2007 年～2008 年）における、栃本の日平均気温（ TT_{mean} ）と大血川の日平均気温（ TO_{mean} ）の関係を解析した結果、以下のような一次回帰式を得た。

$$TT_{mean} = 0.9752 \times TO_{mean} + 1.4306 \quad (n = 1075, r^2 = 0.9851) \quad (8)$$

そこで、式（8）を用いて 1995 年と 1998 年の大血川の気温データから栃本の年平均気温を推定した。

栃本において、2005 年と 2007 年の 2 年間に取得された 6 分平均気温データを用いて、同露場の日平均気温と午前 9 時気温（ TT_9 ）、午前 10 時気温（ TT_{10} ）、日界午前 9 時の最高気温と最低気温の日平均値（ TT_{mm9} ）、日界午前 10 時の最高気温と最低気温の日平均値（ TT_{mm10} ）との関係を調べた結果、それぞれ以下のような一次回帰式を得た。

$$TT_{mean} = 0.9245 \times TT_9 - 0.4048 \quad (n = 730, r^2 = 0.9711) \quad (9)$$

$$TT_{mean} = 0.9557 \times TT_{10} - 2.5043 \quad (n = 730, r^2 = 0.9466) \quad (10)$$

$$TT_{mean} = 1.0204 \times TT_{mm9} - 1.3861 \quad (n = 728, r^2 = 0.9918) \quad (11)$$

$$TT_{mean} = 1.0202 \times TT_{mm10} - 1.5337 \quad (n = 728, r^2 = 0.9904) \quad (12)$$

これらの結果から、A 期間のうち 1945 年～1947 年のデータには式（10）、その他の A 期間には式（12）、B 期間のうち 1973 年のみ式（9）、1973 年以外の B 期間と C 期間には式（8）を用いて、各期間の年平均気温を推定した結果を図-3 に示した。図-3 には、2-1-3 で述べた栃本の年平均気温の公表値も示しており、本報告による補正の効果が確認できる。両者を比較すると、A 期間から D 期間までは、全体として補正値が公表値よりも低く、特に A 期間において両者の差が大きい（図-3）。補正後の栃本の年平均気温の長期変化を概観すると、1940 年頃の高温暖化傾向、1960 年頃の高温暖化傾向、1960 年代の弱い寒冷化傾向、1980 年代半ばからの緩やかな温暖化傾向が認められた（図-3）。

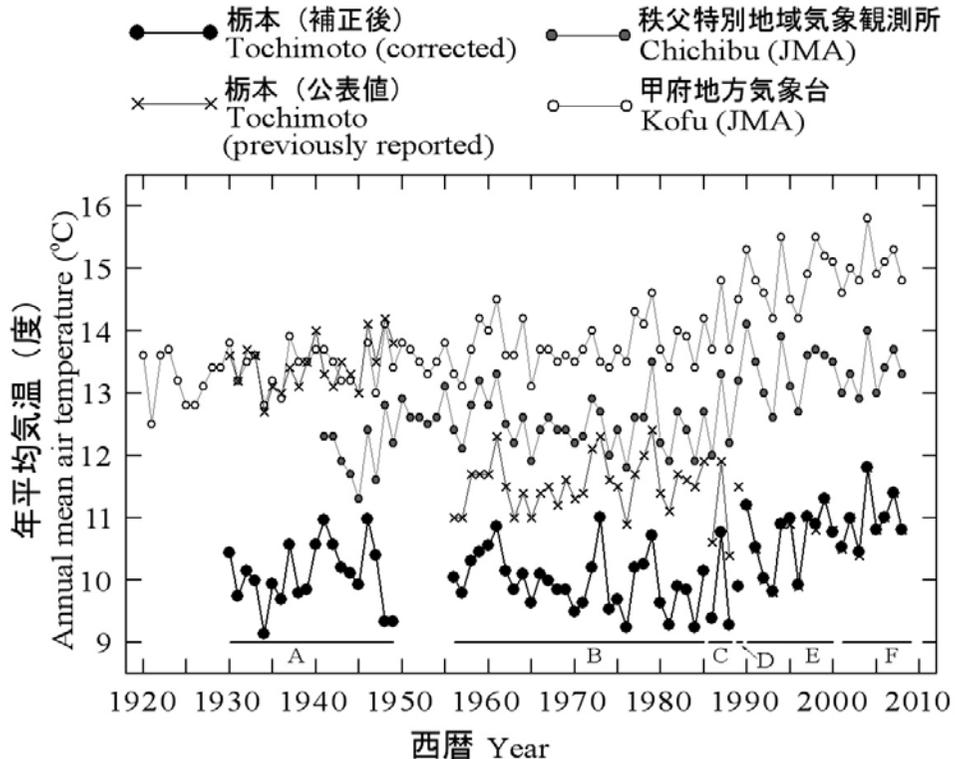


図-3. 秩父演習林栃本における年平均気温の年々変動

図中のA~Fは、各期間において、測定方法と観測機器が同一であったことを示す（詳細は本文参照）。比較のため、気象庁（2012）より取得した秩父特別地域気象観測所と甲府地方気象台における年平均気温を示した。

Figure 3. Inter-annual fluctuation of annual mean air temperature at Tochimoto, the University of Tokyo Chichibu Forest

The same observation protocol and instrument were used during each of A-F periods indicated in the figure. Also shown are the fluctuations in annual mean air temperature at Chichibu Special Automated Weather Station and Kofu Local Meteorological Observatory of Japan Meteorological Agency (JMA). The JMA data was downloaded from JMA (2012).

4. 考察

本報告で得られた気温の長期変動のパターンは、3地点ともに、公表値とは大きく異なるものであった（図-1、図-2、図-3）。

これは、3地点の過去の公表値が、午前9時気温、午前10時気温、最高気温と最低気温の平均値、日平均気温の4種類の気温に基づいてきたことによる。日平均気温をベースとしていた期間を除く全ての期間において、補正値が公表値よりも小さくなったということは（図-1、図-2、図-3）、3地点ともに、日平均気温のほうが、系統的に、午前9時気温、午前10時気温、最高気温と最低気温の平均値よりも低いということを意味する。図-1、図-2、図-3における「公表値」の長期変動だけをみると、3地点ともに1980年代後半まで極端な寒冷化が進んだ

ように見えるが、これは、上で述べたような多様な気温値を用いたことによってバイアスされた傾向であるといえる。一方、図-1、図-2、図-3における本報告による補正值は、全期間を通して日平均気温をベースになるように補正されており、各地点における、より現実的な気温の長期変動を反映していると考えられる。

図-1で示した白坂の年平均気温の長期変動から、1960年前後での高温傾向、1960年頃から1980年代半ばまでの弱い寒冷化傾向、1980年代半ばから現在に至るまでの温暖化傾向が読み取れた。このような気温変化は、近藤(2010)が示した日本全体の温暖化量の変化と一致する点が多い。近藤(2010)は、都市化の影響や露場の周辺環境の変化の影響の少ないと考えられる気象庁の34箇所の気象官署の長期気温データから、都市化等の影響を除いた日本における温暖化量(バックグラウンド温暖化量)を整理している。そこでは、1960年頃の高温期、1960年頃から1980年代半ばまでの寒冷化傾向、1980年代後半における急激な気温上昇とその後のゆっくりとした温暖化傾向などが示されており、白坂の気温変動のパターンと一致する点が多い。本報告の対象期間において、白坂周辺の森林状態は大きく変化したと考えられるが(ARIYAKANON *et al.*, 2000)、図-2を見る限り、白坂の長期の気温の変動は、そのような露場周辺の森林状態の変化よりも、上のバックグラウンド温暖化量の影響を強く受けたと考えられる。

図-1には、観測機器の更新によって生じる器差の程度を調べるために、白坂の近隣の気象庁の地方気象台やアメダスの年平均気温(すべて、一日8回以上計測した気温の平均値)を示している。白坂と名古屋地方気象台の気温の年々の変動のパターンは、おおむね一致していた(図-1)。ただし、長期的なトレンドとして、白坂で見られた1960年頃から1980年代半ばまでの弱い寒冷化傾向が、名古屋地方気象台で見られない点は興味深い。名古屋地方気象台が都市部にあることから、ヒートアイランド現象の影響が1960年頃からすでに現れていた可能性も考えられた。白坂における温暖化傾向が見られた1980年代半ばから現在までの期間は、観測機器が頻繁に更新された時期にあたり、器差補正による誤差を含んでいる可能性がある。ただし、同じ期間の名古屋地方気象台、多治見アメダス、豊田アメダスにも同様の温暖化傾向が認められ、白坂における観測機器の変更によるギャップは少ないと考えられる。このことから、白坂における観測機器の切り替えに伴う器差による誤差は、現実の気温変動パターンを解析する上でほぼ無視できるものと考えられた。

山部の気温の長期変動においても、1960年頃から1980年代半ばまでの弱い寒冷化傾向、1980年代後半に急激に気温が上昇し、その後の高温維持の傾向が認められた(図-2)。これらの傾向は、同時期の白坂においても認められた傾向であり、上述の日本のバックグラウンド温暖化量(近藤, 2010)の影響を受けたものと考えられる。ただし、白坂で見られた1960年頃の高温傾向は山部では不明瞭であった。

図-2には、気象庁の旭川地方気象台の年平均気温(すべて、一日8回以上計測した気温の平均値)も示している。全体としては、旭川地方気象台の気温のほうが山部よりも高い傾向があるが、両地点の長期的な変化を比較すると、戦前(1945年以前)の山部と旭川地方気象台の年平均気温の差よりも、1950年代~1970年代の両地点の気温差のほうが大きいことがわかる(図-2)。旭川地方気象台の各年の年平均気温から山部の年平均気温を差し引くことによって、両地点の差がどの時点で生じたかを調べたところ、両地点の気温差は主に1950年代後半に生じており、1960年代以降では両地点の差はほとんど変化しなかった。これは、旭川市街地の都市化による昇温が主に1950年代後半に進行したことを示唆する。一方、山部において、1989年に

急激に気温が上昇し、その後高温傾向が続いているが、同様の傾向は、旭川地方気象台、麓郷アメダス、幾寅アメダスのデータでも確認できる。山部の観測機器の切り替えに伴うギャップは、旭川気象台、麓郷アメダス、幾寅アメダスのデータと比較する限り認められず、白坂と同様に、器差による誤差は長期の気候変動を解析する上で、ほぼ無視できるものと考えられた。

栃本の気温の長期変動からは、1940年頃の高温傾向、1960年頃の高温傾向、1960年代の弱い寒冷化傾向、1980年代半ばからの緩やかな温暖化傾向が認められた(図-3)。これらの多くは、日本のバックグラウンド温暖化量が示す傾向(近藤, 2010)と共通しており、栃本においても、日本のバックグラウンド温暖化量の影響を強く受けたことを示唆している。栃本における観測機器の更新によって生じる器差の程度を調べるために、図-3において、栃本と気象庁の秩父特別地域気象観測所や甲府地方気象台の年平均気温(すべて、一日8回以上計測した気温の平均値)を対比させた。栃本で頻繁に観測機器が更新されたB期間終りからF期間までの3地点の気温変動を比較すると、3地点の年々の気温変動パターンはほぼ一致していること、また、3地点ともに1980年代半ば以降、同程度の温暖化傾向を示していることがわかる(図-3)。これは、この間の器差による誤差は、長期の気温変動パターンを解析する上で無視できる程度のものであることを示している。

図-3から読み取ることもできるが、秩父特別地域気象観測所の各年の年平均気温から栃本の年平均気温を差し引いた値を調べたところ、栃本のデータギャップ期間(1950年前半頃)の前後において、両地点の気温の差は大きく違っていた。これは、1950年代前半に秩父特別地域気象観測所の気温が周辺の都市化の影響を受けて急激に上昇したことを示唆する。一方、同じ期間の秩父特別地域気象観測所と甲府地方気象台の気温を比較すると、1950年代前半に、両地点の気温差が急激に小さくなっており(図-3)、甲府地方気象台においては、1950年前半に秩父特別地域気象観測所で見られたような急激な昇温は顕著でないことを示している。実際、甲府地方気象台の各年の年平均気温から栃本の年平均気温を差し引くことにより、両地点の気温差がどの時点で生じたかを調べたところ、1950年代後半から1980年代にかけて、両地点の気温差がゆっくりと拡大していることがわかった。これは、甲府地方気象台周辺の都市化による昇温は、ある特定の時期に急激に進行したのではなく、1950年代後半から1980年代にかけてゆっくりと進行したことを示唆する。

5. まとめ

本報告では、白坂、山部、栃本の既公表の気温データに対して、各地点の過去の観測方法や観測場所の違い等を考慮した補正をおこない、現時点で最も信頼できる3地点の年平均気温の長期データを作成した。その結果、3地点の従来の気温の公表値とは異なる長期変動のパターンが得られた。また、補正された気温の長期変動のパターンは、3地点とも、日本のバックグラウンド温暖化量(近藤, 2010)とほぼ同様のパターンを示した。一方、近隣の都市の気温は、各地点の変動パターンと若干異なっており、主に高度経済成長期の「都市の熱汚染(近藤, 2010)」によると思われる昇温が見られた。一方で、白坂、山部、栃本について、観測機器の変更にとまなう器差の補正や各機器の経年劣化等を考慮した補正をおこない、より正確なデータセットを作成することは今後の課題となった。

謝 辞

本論文は、東京大学演習林に2009年5月27日に設置された研究推進委員会気象データ解析研究会の成果の一部である。本稿のとりまとめに至るまでの議論に参加いただいた同研究会の山田利博、鴨田重裕、蔵治光一郎、浅野友子、藤原章雄の各氏に謝意を表す。また、本報告の草稿に対して、匿名の査読者の方々から貴重なコメントをいただいた。記して、謝意を表す。

要 旨

東京大学大学院農学生命科学附属演習林の生態水文学研究所白坂、北海道演習林山部、秩父演習林栃本では、過去、様々な方法・観測機器で気温のデータが取得されてきた。本報告では、各地点の気温の長期データを作成することを目的として、過去の観測方法や観測場所の変更等を考慮して、既公表の気温データを補正した。補正された年平均気温の長期変動のパターンは、各地点での気温の公表値が示すパターンとは異なっていた。また、補正された気温の長期変動のパターンは、3地点とも、都市化による昇温の影響を除外した日本全体の気温変動のパターンと同様の傾向を示すことが示唆された。過去使用した観測機器間の器差補正をして、より正確な気温の長期データを作成することは今後の課題となった。

キーワード：年平均気温、長期変動、生態水文学研究所白坂、北海道演習林山部、秩父演習林栃本

引用文献

- ANONYMOUS (1931) 昭和五年演習林気象年報, 東京帝國大學農學部演習林報告 15:1-30.
 ANONYMOUS (1933) 昭和六年演習林気象報告, 東京帝國大學農學部演習林報告 16:1-34.
 ANONYMOUS (1934a) 昭和七年演習林気象報告, 東京帝國大學農學部演習林報告 18:103-141.
 ANONYMOUS (1934b) 昭和八年演習林気象報告, 東京帝國大學農學部演習林報告 20:207-245.
 ARIYAKANON, N., NUMAMOTO, S., and SUZUKI, M. (2000) Sixty-year Decreasing Trend of Bare Land in Shirasaka Watershed, University Forest in Aichi, Revealed by Aerial Photography. *Bulletin of the Tokyo University Forests*, 103: 339-348.
 演習林研究部 (1951) 演習林気象報告 (自昭和十六年至同二十年), 演習林 8:115-215.
 演習林研究部 (1952) 演習林気象報告 (自昭和二十一年至同二十五年), 演習林 9:89-175.
 演習林研究部 (1956) 演習林気象報告 (自昭和二十六年至同三十年), 演習林 11:117-199.
 演習林研究部 (1962) 演習林気象報告 (自昭和 31 年至昭和 35 年), 演習林 14:73-169.
 演習林研究部 (1966) 演習林気象報告 (自昭和 36 年至昭和 40 年), 演習林 16:87-183.
 演習林研究部 (1974) 演習林気象報告 (自昭和 41 年至昭和 45 年), 演習林 18:193-277.
 伊藤武夫 (1940) 自昭和九年至昭和十四年演習林気象報告, 演習林 2:1-240.
 伊藤武夫 (1941) 昭和十五年演習林気象報告, 演習林 4:23-69.
 JMA (2012) Japan Meteorological Agency Homepage, <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>. (accessed 23 March 2012)
 気象庁 (2012) 気象庁ホームページ, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>. (最終アクセス 2012 年 3 月 23 日)
 蔵治光一郎・鎌田直人・芝野博文・山田利博・山本清龍・山中千恵子・算用子麻未 (2012) 東京大学演習林富士癒しの森研究所・千葉演習林における年平均気温の長期データの推定, 東京大学演習林報告, 127:45-56.

- 近藤純正 (2010) 日本における温暖化と気温の正確な観測, 伝熱 (日本伝熱学会誌), 49 (No.208) :58-67.
- 農学部附属演習林 (1981) 演習林気象報告 (自昭和 46 年至昭和 50 年), 演習林 22:1-83.
- 農学部附属演習林 (1984) 演習林気象報告 (自昭和 51 年至昭和 55 年), 演習林 (東大) 23:1-55.
- 農学部附属演習林 (1987) 演習林気象報告 (自昭和 56 年至昭和 60 年), 演習林 (東大) 25:1-47.
- 東京大学農学部附属演習林 (1991) 東京大学演習林気象月報集 (自 1989 年 1 月至 1989 年 12 月), 演習林 (東大) 28:59-171.
- 東京大学農学部附属演習林 (1992a) 東京大学演習林気象報告 (自 1985 年至 1989 年), 演習林 (東大) 29:141-204.
- 東京大学農学部附属演習林 (1992b) 東京大学演習林気象報告 (自 1990 年 1 月至 1990 年 12 月), 演習林 (東大) 29:205-332.
- 東京大学農学部附属演習林 (1993) 東京大学演習林気象報告 (自 1991 年 1 月至 1991 年 12 月), 演習林 (東大) 30:141-268.
- 東京大学農学部附属演習林 (1994) 東京大学演習林気象報告 (自 1992 年 1 月至 1992 年 12 月), 演習林 (東大) 31:39-166.
- 東京大学農学部附属演習林 (1995) 東京大学演習林気象報告 (自 1993 年 1 月至 1993 年 12 月), 演習林 (東大) 33:113-240.
- 東京大学農学部附属演習林 (1996) 東京大学演習林気象報告 (自 1994 年 1 月至 1994 年 12 月), 演習林 (東大) 34:193-320.
- 東京大学農学部附属演習林 (1997a) 東京大学演習林気象報告 (自 1995 年 1 月至 1995 年 12 月), 演習林 (東大) 35:125-252.
- 東京大学農学部附属演習林 (1997b) 東京大学演習林気象報告 (自 1996 年 1 月至 1996 年 12 月), 演習林 (東大) 37:83-210.
- 東京大学農学部附属演習林 (1999) 東京大学演習林気象報告 (自 1997 年 1 月至 1997 年 12 月), 演習林 (東大) 38:147-274.
- 東京大学農学部附属演習林 (2000) 東京大学演習林気象報告 (自 1998 年 1 月至 1998 年 12 月), 演習林 (東大) 39:59-186.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2001) 東京大学演習林気象報告 (自 1999 年 1 月至 1999 年 12 月), 演習林 (東大) 40:29-156.
- 東京大学農学生命科学研究科附属演習林 (2002) 東京大学演習林気象報告 (自 2000 年 1 月至 2000 年 12 月), 演習林 (東大) 41:123-250.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2003) 東京大学演習林気象報告 (自 2001 年 1 月至 2001 年 12 月), 演習林 (東大) 42:209-231.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2004) 東京大学演習林気象報告 (自 2002 年 1 月至 2002 年 12 月), 演習林 (東大) 43:259-281.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2005) 東京大学演習林気象報告 (自 2003 年 1 月至 2003 年 12 月), 演習林 (東大) 44:301-323.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2006) 東京大学演習林気象報告 (自 2004 年 1 月至 2004 年 12 月), 演習林 (東大) 45:271-295.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2007) 東京大学演習林気象報告 (自 2005 年 1 月至 2005 年 12 月), 演習林 (東大) 46:371-394.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2008) 東京大学演習林気象報告 (自 2006 年 1 月至 2006 年 12 月), 演習林 (東大) 47:83-105.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2009) 東京大学演習林気象報告 (自 2007 年 1 月至 2007 年 12 月), 演習林 (東大) 48:133-155.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2010) 東京大学演習林気象報告 (自 2008 年 1 月至 2008 年 12 月), 演習林 (東大) 49:43-65.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2011) 東京大学演習林気象報告 (自 2009 年 1 月至 2009 年 12 月), 演習林 (東大) 50:73-98.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林 (2012) 「気象観測データ / 公開データ / 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林ホームページ」, <http://www.uf.a.u-tokyo.ac.jp/data/kishou.html>. (最終アクセス 2012 年 3 月 23 日)

(2012 年 1 月 10 日受付)

(2012 年 5 月 21 日受理)

Summary

Long-term air temperature data have been collected at Shirasaka at the Ecohydrology Research Institute, Yamabe in the University of Tokyo Hokkaido Forest and Tochimoto in the University of Tokyo Chichibu Forest. During the long-term monitoring, various instruments and measurement protocols have been used at each site. To produce long-term data sets of annual mean air temperature for the three sites, we corrected the raw data by considering the changes in both measurement protocols and the measurement points within a site. Long-term fluctuations of the corrected annual mean air temperature for the three sites differed from those of previously published air temperature data. The produced data sets suggested that the long-term fluctuations in air temperature at the three sites were, in general, similar to the regional-scale air temperature fluctuations in Japan, from which temperature rise due to urbanization was excluded. Correcting the processed data considering performance differences between the instruments used would produce more accurate data sets of air temperature at the three sites.

Keywords : annual mean air temperature, long-term fluctuation, Shirasaka in Ecohydrology Research Institute, Yamabe in the University of Tokyo Hokkaido Forest, Tochimoto in the University of Tokyo Chichibu Forest