

九州大学早良実習場長期気象観測データの整理統合

誌名	九州大学農学部演習林報告 = Bulletin of the Kyushu University Forest
ISSN	04530284
著者名	緒方,健人 久米,朋宣 片山,歩美 井上,幸子
発行元	九州大学農学部附属演習林
巻/号	103号
巻号補足	
掲載ページ	p. 21-28
発行年月	2022年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



九州大学早良実習場長期気象観測データの整理統合

緒方健人*¹, 久米朋宣², 片山歩美², 井上幸子¹

九州大学早良実習場（現早良保全緑地）では、長期間にわたって気象観測を実施し、1950年6月から2020年6月までの観測データが保存されている。これらのデータは演習林が発行する機関誌で公表されてきたが、長期の気象データとして統合されていなかった。また、一部のデータは公表されず、全ての観測期間をととしてデータの内容や取得状況についても把握できていなかった。そこで、本報告ではこれまで散逸して保存されていた気象データ（気温と降水量）を月単位で整理統合しデータセットを構築した。また、近隣の福岡気象台における気象データと比較し、今回構築したデータセットを検証した。気温と降水量は、観測期間初期（1970年代まで）において、年によって両者の関係が大きく変わり、測定誤差（人為ミスや機器の故障）や測定方法の変更が影響していると考えられた。

キーワード：気象データ、長期モニタリング、データセット、観測体制

Long-term meteorological measurements were conducted in the period between June 1950 and June 2020, in Sawara district, Kyushu University. Although the meteorological data were partly shown in different types of annual reports in Kyushu University Forest, they have not been compiled as a long-term dataset yet. To confirm the data quality with measurement methodology through the whole measurement period, we synthesized the long-term meteorological data such as monthly air temperature and precipitation in Sawara. Also, we compared the meteorological data in Sawara with those of the Fukuoka meteorological observatory from the Japan Weather Association. Consequently, we found year-to-year differences of the relationships between the data measured in Sawara and the Fukuoka meteorological observatory, in particular, in the first stage of the measurements (i.e., ~1970's), probably resulting from measurement errors and changes in methodology in the period.

Key words: meteorological data, long-term monitoring, data set, measurement system

1. はじめに

気象環境は、森林の樹種構成や生産量、物質循環などを決定づける重要な環境要因であり、森林に関する調査研究において最も重要な基礎情報の一つである（Campbell & Norman 1998）。したがって、気象データを長期間継続して取得することは、研究基盤を整備・強化するうえで必要不可欠である。

九州大学農学部附属演習林福岡演習林早良実習場（現早良保全緑地。以下、早良実習場）においても1950年6月以来、長年にわたり気象観測が実施されてきた。しかし2021年3月に九州大学農学部附属演習林（以下、演習林）として早良実習場の管理を終えることに伴い、約70年に渡る気象観測も併せて終了した。過去に取得した気象観測のデータは気象月報や年報として演習林が発行する機関誌において公表されてきた。しかし、これらのデータは機関誌に印刷された紙媒体の情報のみで、デジタルデータ化はされていなかった。また2004年以降の観測では手書きの観測野帳の存在は確認したが、機関誌等において公表はされていなかった。このような保存状況ではデータの利用や

提供を行うことは容易ではない。また蓄積されたデータから長期変動を示すには、観測期間中の露場の移転や観測時間の変更、機器の変更等を考慮する必要がある（蔵治ら2012）。過去のこれら観測方法の記録は観測データと同じく重要な情報である。

本報告ではこれまで蓄積された気象観測の情報を基に、散逸して保存されていた気温と降水量の気象記録を整理統合し、それらの長期トレンドを把握した。また得られた長期の観測データを福岡気象台におけるデータと比較し、今回構築したデータセットを利用する際の注意点を提示した。なお、計測項目は多岐にわたっていたが、本報では、観測開始当初から一貫して観測が行われてきた気温と降水量について、月単位で集計し、その結果を提示した。

2. 方法

2.1 早良実習場の概要

早良実習場は福岡県福岡市西区生の松原に所在する。1922（大正11）年9月に農商務省（現農林水産省、経済産業省）から国有林の所管替えを受け早良演習林として設置

Taketo Ogata*, Tomonori Kume, Ayumi Katayama, Sachiko Inoue: Synthesis of long-term meteorological data in Sawara Training Site, Kyushu University

* 責任著者 (Corresponding author): E-mail: ogata.taketo.148@m.kyushu-u.ac.jp 〒089-3705 北海道足寄郡足寄町北5条1丁目85番地

1 九州大学農学部附属演習林

University Forest, School of Agriculture, Kyushu University

2 九州大学大学院農学研究科環境農学部門森林環境科学講座

Division of Forest Environmental Science, Department of Agro-environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Kyushu University

され、以後演習林が所管した。1994（平成6）年6月には早良演習林の全域が売却処分の対象として決定された（九州大学演習林百年史編集委員会 2013）。敷地の一部売却や管理事務所の移転、早良演習林の名称の早良実習場への改称などを経つつも引き続き演習林により林地管理が行われたが、2021年3月をもってその管理全般が大学事務局に移管され、現在は早良保全緑地として管理されている。

林相は今津湾に面した海岸沿いにあり東西約1,700 m、南北に中央最大500 mの広がりをもつ海岸林であり、クロマツを主体にアカマツおよび種々の広葉樹が混生している。周辺の環境は1965（昭和40）年頃より以前は広い水田地帯に集落が分散する農耕地であったが、1970（昭和45）年以降になると住宅地や地下鉄車両基地等の土地開発が行われ、農耕地の全てが消失した。

2.2 用いた資料と観測期間

早良実習場における気象観測の記録は演習林部内の機関誌において公表されており、それぞれ「演習林（1950年6月～1962年6月）」、「研究経過報告（1966年～1975年）」、「年報（1976年～2005年）」の刊行物が確認された（図1）。2004年1月から2015年12月までの観測記録は公表されていないが、手書きの観測野帳が保管されていた。2016年3月から2020年6月までは自動計測システムを用いた観測が実施され（久米ら 2019）、この期間の観測記録が存在している。以上から、合せて70年にわたる気象観測のデータが確認された。

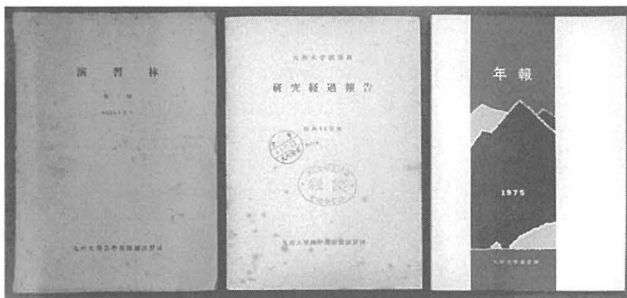


図1 九州大学演習林の各機関誌

2.3 観測データ

上記各期間の観測項目を表1に示す。各機関誌および観測野帳の観測項目には、気圧、気温、湿度、雲量、蒸発量、降水量、積雪、量別降水日数二十四時間量、風向、天気、雑象、地中温度が確認された。また気温の細目として、日最高、日最低、日平均が観測され、月毎に日最高月平均、日最高極値、日最低月平均、日最低極値、月平均が集計されていた。自動観測システムでは日射量、風向、風速、降水量、気温、湿度の観測項目が設定され、それぞれ10秒間隔で計測し10分間隔のデータが記録されていた。

観測項目は機関誌や観測年によって追加や中止の項目が見られた。各機関誌では観測した値は月単位で集計され気象月報または年報として記載されていた。また機関誌の逸失（演習林2号～5号、研究経過報告 昭和37～39年）や観測機器の故障（演習林研究部 1952）、観測を行う職員の不在（演習林研究部 1955）等によって観測データの一部に欠損が生じていた。

観測方法や機器の情報は各機関誌や観測野帳から確認できなかった。また、自動観測システムでは久米ら（2019）の報告によりそれらの情報が確認された。観測位置は機関誌「演習林」に緯度経度の記載が確認されたが、早良実習場敷地外に位置しており、おおよその数値を示したものと思われた。また、観測位置の移動の情報も確認できなかった。

これらの観測項目の中で気温と降水量は全ての期間を通して観測が実施されたことが確認された。そこで、本報告では、気温と降水量の長期の観測データを示すものとした。

2.3.1 気温

本報では、月平均値（日平均気温の月平均）、月最高極値（日最高気温の月最高値）、月最低極値（日最低気温の月最低値）を用いる。それぞれの月毎の気温データの70年平均値も算出する。ただし各機関誌および観測野帳では月平均値の求め方（つまり、日平均気温の計測方法）が明記されていなかった。機関誌「年報」では月平均値の項目に、日平均気温の月平均（9時）と記載されているが、機関誌「演習林」および「研究経過報告」ではその項目は記

表1 気象観測項目およびデータの取得状況

機関誌名および生データ	観測年	観測時刻	気圧	気温	湿度	日射	雲量	日照時数	蒸発量
演習林	1950～1962	○（10時）	×	○	○	×	○	×	×
研究経過報告	1965～1974	○（9or10時）	○	○	○	×	○	×	○
年報	1975～2003	×	×	○	×	×	×	×	○
観測野帳	2004～2015	×	×	○	×	×	×	×	×
自動観測システム	2016～2020	×	×	○	○	○	×	×	×
機関誌名および生データ	観測年	降水量	積雪	量別降水日数二十四時間量	風向日報	風向風速	天気	雑象	地中温度
演習林	1950～1962	○	○	○	○	×	○（10時）	○	○
研究経過報告	1965～1974	○	○	○	○	×	○（10時）	○	○
年報	1975～2003	○	×	×	×	×	○（9時）	×	○
観測野帳	2004～2015	○	×	×	×	×	○	×	×
自動観測システム	2016～2020	○	×	×	×	○	×	×	×

載されておらず、気象月報表の枠外に（一日一回9時観測）もしくは（一日一回10時観測）と記載されており、それぞれの観測段階で観測基準が異なっていた可能性が考えられた。自動観測システムのデータは10分間隔のデータから月平均値を算出した。毎月のデータに、一部欠測（数日程度）があった場合も、その影響は小さいと考え、解析に含めることにした。

2.3.2 降水量

本報では、日降水量を月毎に積算した月降水量を用いる。また、毎月の月降水量の70年平均値も算出する。毎月の降水量のデータに、一部欠測（数日程度）があった場合も、その影響は小さいと考え、解析に含めることにした。

2.3.3 福岡気象台との比較

上述した気温および降水量のデータを近郊の気象庁福岡管区気象台（以下、福岡気象台と呼ぶ）の観測データと比較した。福岡気象台の月毎のデータ（気温の月平均値、月最高極値、月最低極値及び、月雨量）は気象庁ホームページよりダウンロードして使用した。福岡気象台は早良実習場から最も近く、約7kmの距離に位置する。

早良実習場および福岡気象台のデータの比較では、年毎のデータで線形回帰を行った。 $y = a \cdot x + b$ において、 x を福岡気象台の月毎のデータ、 y を早良実習場の月毎のデータとし、年毎に傾き a と切片 b を求めた。 a と b を用いて、早良実習場と福岡気象台のズレを定量化し、その経年変化

を調べた。通常、7km程度の水平距離であれば、両者の気象データの変動パターンは概ね一致し、高い決定係数($R^2 > 0.8$)を示すはずである（例えば、篠原ら2007; Tsuruta *et al.* 2015)。よって、本研究では、 R^2 が低い年($R^2 \leq 0.8$)には、計測に何らかのエラーが発生していると判断した。なお、早良実習場と福岡気象台の値が完全に一致していた場合、 $a = 1$ 、 $b = 0$ 、 $R^2 = 1.0$ となる。

3. 結果と考察

3.1 気温

3.1.1 月毎の観測データの長期変動

月平均値、月最高極値および月最低極値をそれぞれ図2に示す。主に1965年以前においてデータの欠損が生じていたが、おおむね連続した観測データが得られた。観測期間中、月平均値の最大および最小は、それぞれ、33.5℃（2004年8月）、1.4℃（1984年1月）であった。月最高極値の最大および最小は、それぞれ、40.5℃（1994年8月）、11.0℃（1984年2月、1985年1月、1986年2月、2011年1月）であった。月最低極値の最大および最小は、それぞれ、24.5℃（2013年7月）、-9.2℃（1956年12月）であった。

毎年、夏に極大を、冬に極小をとる明瞭な季節変動が認められ、長期変動を見ると、夏よりも冬の極小値において1985年頃から上昇傾向が明瞭であり、特に月最低極値で顕著に上昇傾向が見られた。

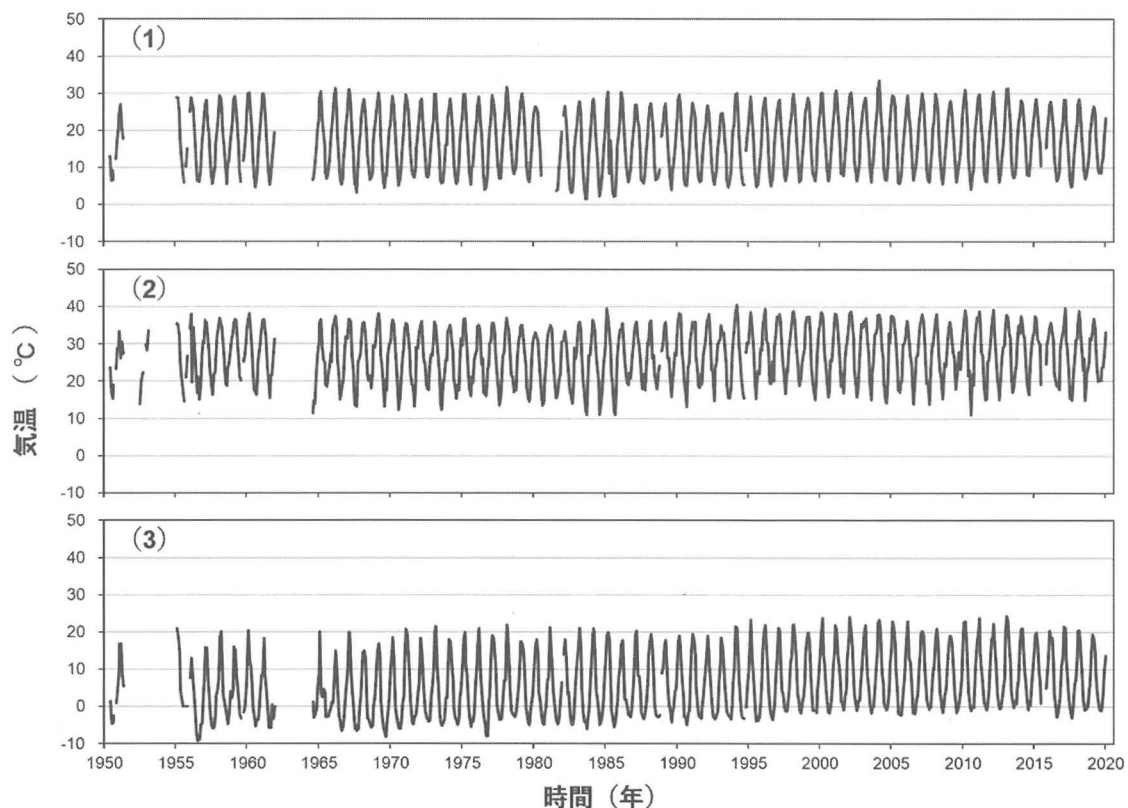


図2 70年間の気温の (1) 月平均値 (2) 月最高極値および (3) 月最低極値

3.1.2 70年平均値

70年平均値について図3に示す。月平均値の70年平均値は、8月に最大、1月に最小となり、それぞれ、 28.9°C （8月）と 5.9°C （1月）であった。月最高極値は、月平均値よりも7～11 $^{\circ}\text{C}$ 大きく推移した。月最低極値は、月平均値よりも、9～13 $^{\circ}\text{C}$ 低く推移した。毎月の月平均値、月最高極値および、月最低極値を1月から12月までの期間で平均すると（年平均値）、それぞれ、 17.1°C 、 26.9°C および、 6.0°C であった。

3.2 降水量

3.2.1 月毎の観測データの長期変動

月毎の値を図4に示す。気温データと同じく1965年以前において観測データの欠損が生じていたが、おおむね連続した観測データが得られた。1953年6月に記録された1100.2 mmや、1980年8月に記録された1010.5 mmなど特に大きい値が観測されたことについての理由の記載はなかったが、福岡気象台のデータでも、それぞれ、1055.9 mm（1953年6月）および846.5 mm（1980年6月）と相当大きい降水量が観測されていた。特に、1953年6月には、九州北部を中心とした大雨が観測された（気象庁ホームページ）。これらの値を除けば、降水量は概ね0～500 mm/月の範囲にあり、長期的に増加または減少する傾向なく推移しているものと思われた。

3.2.2 70年平均値

各月の月降水量の70年平均値を図5に示す。最大値は7月の251.6 mm/月で、最小値は12月の56.6 mm/月であった。6月から9月の期間は、月降水量は150 mm/月を超え、相対的に降水量が大きかった。その一方、1月から2月および10月から12月の期間は、月降水量が100 mm/月を下回る小雨月であった。1月から12月まで積算した降水量（年平均降水量）は、1555.7 mmであった。

3.3 福岡気象台のデータとの比較

3.3.1 気温

回帰直線の傾きと切片で示される早良実習場と福岡気象台の関係は、観測期間を通じて一定ではなかった（図6）。1950年から1970年までの期間、傾きの年変動が大きく、1.0から外れる年が散見された。同期間、早良実習場と福岡気象台のデータの決定係数が0.8を下回る年も散見された。その一方、1970年以降、月平均値、月最高極値及び、月最低極値ともに傾きは概ね1.0であった（図6（1）、（3）、（5））。切片は、1950年から1970年の期間、0より大きい年も散見されたが、1970年以降は、0付近または0より小さいことが多かった（図6（2）、（4）、（6））。

これらのことは、1950年から1970年までの20年間は、早良実習場の気温の計測が安定しておらず、計測に何らかのエラーが生じていた可能性があり、今後解析に用いる

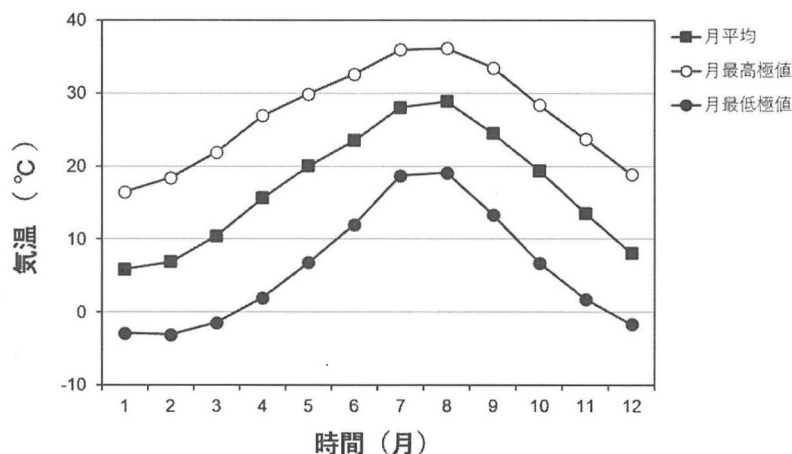


図3 気温の月平均値、月最高極値、月最低極値の70年平均値

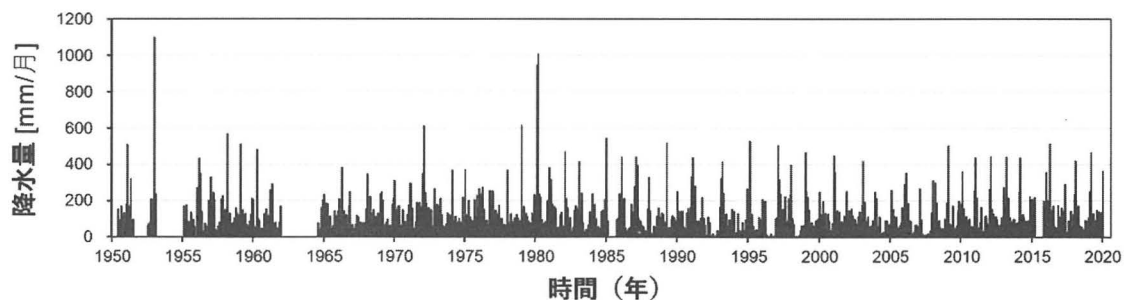


図4 70年間の月降水量

場合には注意が必要であることがわかった。その一方で、1970 年以降は、早良実習場と福岡気象台の気温の時間変動パターンは概ね一致していたと言えよう。切片が 1980 年代から 2000 年にかけて、負の値から 0 に漸近する傾向がみられ、早良実習場の気温が福岡気象台のそれに近づいていっていることが分かる（特に、図 6 (2), (6)）。その理由として、観測機器や観測場所の変更といった計測に関する影響や局所的な温暖化の影響が考えられるが、現時点では要因を特性することは困難を極める。

3.3.2 降水量

降水量における早良実習場と福岡気象台の関係も、観測期間を通じて一定ではなかった（図 7）。早良実習場と福岡気象台の降水量データの決定係数が低い年が、観測期間を

通じて散見され、これらの年は、計測に何らかのエラーが生じている可能性がある。また、1980 年までは、傾きおよび切片ともに年変動が大きく、何らかの計測上のエラーが発生していた可能性が高い。今後、解析に用いる際は注意が必要であることが分かった。1980 年以降は、傾きは 1.0 付近、切片は 0 付近にプロットされる年が多かった。その一方で、1990 年から 2000 年にかけて、切片が -50 まで下回るような年は、計測に系統的なバイアスがかかっている可能性がある（例えば、雨量計の目詰まり等で一定量を系統的に過小評価していた等）。これらの年のデータについても、取り扱いには注意が必要である。なお、降水量は空間変動が大きいことで知られ（Kao *et al.* 2013）、特に夏季の頻発する対流性の降水のスケールは数 km ととても小さい（小倉 2016）。そのような局地的な降水量の空間変動が

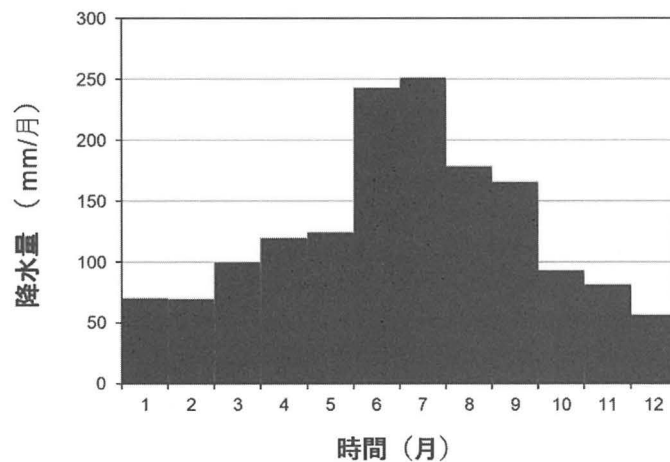


図5 月降水量の70年平均値

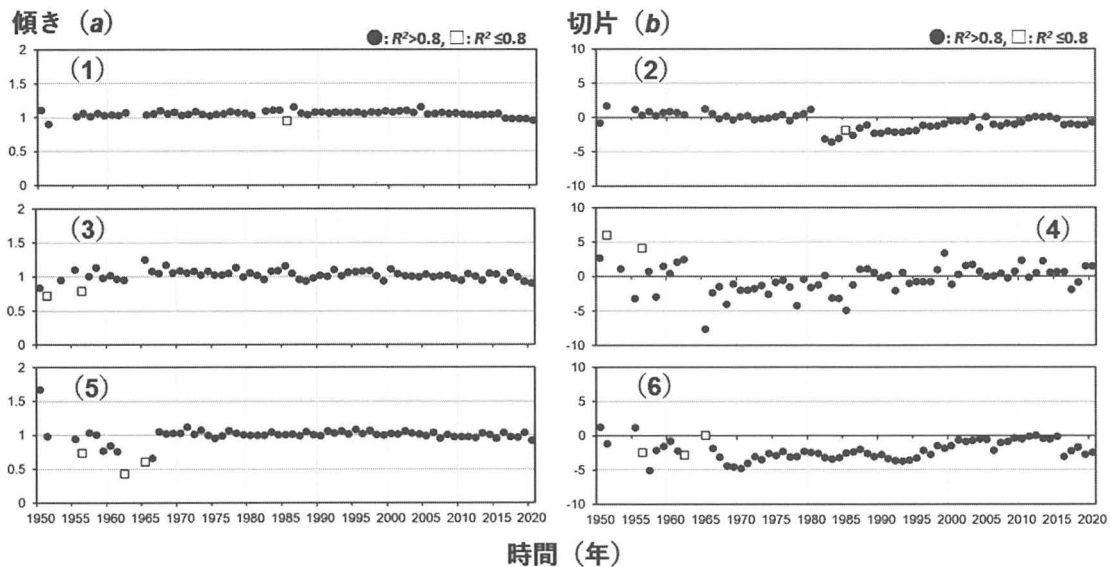


図6 早良実習場と福岡気象台の気温の比較：

直線回帰 ($y = a \cdot x + b$, x : 福岡気象台データ, y : 早良実習場データ) における傾き (a) と切片 (b) の年々変動および、決定係数 (R^2)。上段から月平均値、月最高極値および、月最低極値における傾き ((1) (3) および、(5)) と切片 ((2) (4) および (6)) を示す。

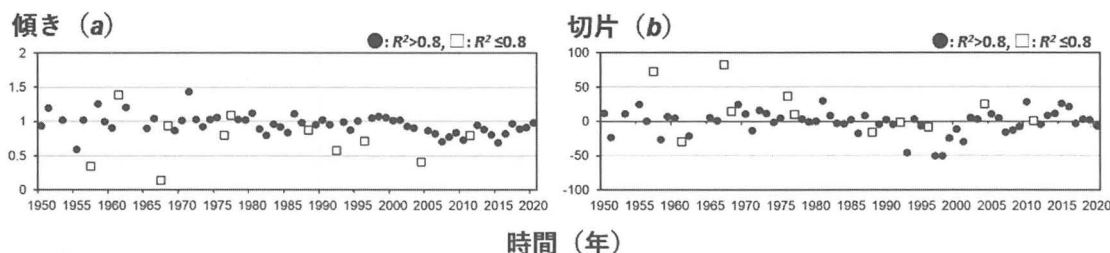


図7 早良実習場と福岡気象台の降水量の比較：

直線回帰 ($y = a \cdot x + b$, x : 福岡気象台データ, y : 早良実習場データ) における傾き (a) と切片 (b) の年々変動および、決定係数 (R^2)。

2 地点間の関係に影響を与えている可能性もある。

4. まとめ

本報告では、早良実習場における70年にわたる気象観測データを整理し、気温と降水量のデータセットを構築した。これにより長期気象観測データの特徴について、初めて検討することが可能となった。気温は、特に冬期の極小値において、明瞭な上昇傾向が見られ、降水量は特に明瞭な傾向なく推移していた。また福岡気象台の観測データと比較した結果、気温の時間変動のパターンは、1970年以降、早良実習場と福岡気象台とではほぼ同じものであると判断できたが、時期によって切片が異なった。降水量も年によって関係が変わっていた。測定誤差や測定方法の変更の影響、気象の局地的な変動の影響の可能性が考えられた。早良実習場の気温と降水量の欠測期間を福岡気象台のデータで補正する際は、両者の関係が観測期間を通じて一定ではない点に注意が必要である。

観測結果に付随する観測位置や観測方法等の基礎情報は公表された機関誌からは確認ができなかった。このことにより、上述した観測データの結果についてこれらの基礎情報との検証ができなかった。長期気象観測における基礎情報の不足による類似の問題は、他の大学演習林においても生じている(田中ら 2013)。観測位置や方法、その変遷は観測データを保証する重要な情報であり、今後の気象観測においては観測データと併せて記録・公表されることが望まれる。

謝辞

早良実習場の気象観測に携われた全ての方に感謝の意を表します。

引用文献

Campbell GS, Norman JM (1998) An introduction to environmental biophysics. Springer, New York

演習林研究部 (1950) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第1号
演習林研究部 (1950) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第6号
演習林研究部 (1950) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第7号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第8号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第9号

演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第11号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第12号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第13号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第14号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第15号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第16号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第17号
演習林研究部 (1951) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第19号
演習林研究部 (1952) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第31号
演習林研究部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第32号
演習林研究部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第33号
演習林研究部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第34号
演習林本部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第36号
演習林本部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第37号
演習林本部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第38号
演習林本部 (1953) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第42号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第62号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第63号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第64号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第65号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第66号
演習林本部 (1955) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第67号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第68号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第70号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第71号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第73号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第74号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第75号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第76号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第77号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第78号
演習林本部 (1956) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第79号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第80号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第81号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第82号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第83号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第84号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第85号
演習林本部 (1957) 九州大学各演習気象月報. 演習林 第86号

- 演習林本部 (1957) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 87 号
 演習林本部 (1957) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 88 号
 演習林本部 (1957) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 89 号
 演習林本部 (1957) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 90 号
 演習林本部 (1957) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 91 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 92 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 93 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 94 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 95 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 96 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 97 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 98 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 99 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 100 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 101 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 102 号
 演習林本部 (1958) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 103 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 104 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 105 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 106 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 107 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 108 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 109 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 110 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 111 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 112 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 113 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 114 号
 演習林本部 (1959) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 115 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 116 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 118 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 119 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 120 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 121 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 122 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 123 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 124 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 125 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 126 号
 演習林本部 (1960) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 127 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 128 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 129 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 130 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 131 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 132 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 133 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 134 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 135 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 136 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 137 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 138 号
 演習林本部 (1961) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 139 号
 演習林本部 (1962) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 140 号
 演習林本部 (1962) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 141 号
 演習林本部 (1962) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 142 号
 演習林本部 (1962) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 143 号
 演習林本部 (1962) 九州大学各演習林気象月報. 演習林 第 144 号
 Kao SC, Kume T, Komatsu H, Liang WL(2013) Spatial and temporal variations in rainfall characteristics in mountainous and lowland areas in Taiwan. Hydrol Process, 27: 2651–2658
 気象庁：災害をもたらした気象事例，梅雨前線 昭和 28 年 (1953 年) 6 月 23 日～6 月 30 日 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/1953/19530623/19530623.html> 2022 年 1 月 5 日参照
 久米朋宣・緒方健人・南木大祐・井上幸子・片山歩美 (2019) 九州大学早良実習場の気象観測，第 22 回演習林研究発表会要旨集
 蔵治光一郎・蒲田直人・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
 九州大学演習林百年史編集委員会 (2013) 九州大学演習林百年史，九州大学農学部附属演習林，篠栗
 九州大学農学部附属演習林 (1966) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 40 年度：153–165
 九州大学農学部附属演習林 (1967) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 41 年度：157–181
 九州大学農学部附属演習林 (1968) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 42 年度：84–107
 九州大学農学部附属演習林 (1969) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 43 年度：107–131
 九州大学農学部附属演習林 (1970) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 44 年度：136–159
 九州大学農学部附属演習林 (1971) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 45 年度：154–177
 九州大学農学部附属演習林 (1972) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 46 年度：183–207
 九州大学農学部附属演習林 (1973) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 47 年度：123–147
 九州大学農学部附属演習林 (1974) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 48 年度：119–143
 九州大学農学部附属演習林 (1975) 九州大学各演習林気象月報. 演習林研究経過報告 昭和 49 年度：132–155
 九州大学農学部附属演習林 (1976) 演習林気象年報. 年報 (九州大学農学部演習林年報) 1975：41
 九州大学農学部附属演習林 (1977) 演習林気象年報. 年報 (九州大学農学部演習林年報) 1976：43
 九州大学農学部附属演習林 (1978) 演習林気象年報. 年報 (九州大学農学部演習林年報) 1977：49
 九州大学農学部附属演習林 (1979) 演習林気象年報. 年報 (九州大学農学部演習林年報) 1978：58
 九州大学農学部附属演習林 (1980) 演習林気象年報. 年報

- (九州大学農学部演習林年報) 1979 : 46
九州大学農学部附属演習林 (1981) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1980 : 49
九州大学農学部附属演習林 (1982) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1981 : 51
九州大学農学部附属演習林 (1983) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1982 : 61
九州大学農学部附属演習林 (1984) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1983 : 61
九州大学農学部附属演習林 (1985) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1984 : 66
九州大学農学部附属演習林 (1986) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1985 : 49
九州大学農学部附属演習林 (1987) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1986 : 48
九州大学農学部附属演習林 (1988) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1987 : 42
九州大学農学部附属演習林 (1989) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1988 : 42
九州大学農学部附属演習林 (1991) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1989 : 89
九州大学農学部附属演習林 (1991) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1990 : 83
九州大学農学部附属演習林 (1992) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1991 : 75
九州大学農学部附属演習林 (1993) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1992 : 46
九州大学農学部附属演習林 (1994) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1993 : 47
九州大学農学部附属演習林 (1995) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1994 : 40
九州大学農学部附属演習林 (1997) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1995 : 38
九州大学農学部附属演習林 (1998) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1996 : 34
九州大学農学部附属演習林 (1999) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1997 : 33
九州大学農学部附属演習林 (2000) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1998 : 38
九州大学農学部附属演習林 (2001) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 1999 : 41
九州大学農学部附属演習林 (2002) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 2000 : 44
九州大学農学部附属演習林 (2003) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 2001 : 43
九州大学農学部附属演習林 (2004) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 2002 : 47
九州大学農学部附属演習林 (2005) 演習林気象年報. 年報
(九州大学農学部演習林年報) 2003 : 44
小倉義光 (2016) 一般気象学 第2版補訂版. 東京大学出版
会, 東京
- 堺正紘・井上晋 (1997) 福岡演習林第7次森林管理計画書,
九州大学農学部附属演習林, 篠栗
篠原慶規・小松光・大槻恭一 (2007) 日最高, 最低気温から
全天日射量を推定する方法—日本への適用可能性
—, 水文・水資源学会誌, 20: 462–469
Shinohara Y, Kume T, Komatsu H, Otsuki K (2010) Spatial and
temporal variations in summer precipitation in Japanese
mountain areas. Hydrol Process 24: 1844–1855
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 (2013) 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. 東京大学農学部演習
林報告 128: 1–19
Tsuruta K, Komatsu H, Kume T, Shinohara Y, Otsuki K (2015)
Canopy transpiration in two Japanese cypress forests with
contrasting structures. J For Res 20: 464–474

(2021 年 10 月 20 日受付 : 2022 年 2 月 3 日受理)