

九州7県の果樹試験場における 気温・湿度観測ネットワークの構築

臼井靖浩

〔 (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 中日本農業研究センター 〕

Establishment of temperature and humidity observation network at fruit tree experimental stations
in seven prefectures of Kyushu region

Yasuhiro USUI

〔 Central Region Agricultural Research Center, NARO 〕

1. 背景

近年、果樹産業では温暖化の影響により多くの問題が発生しており、とりわけ九州7県のニホンナシ生産においては、花芽の発芽不良で生産量が減少するなど栽培上の問題が顕著となっている。九州各県では施肥時期、側枝の育成方法、発芽促進剤の利用等を見直すことで発芽不良の軽減対策に取り組んできたが、依然として発生が続いている。そこで、新たな対策技術の構築に向け、発芽不良の発生実態の把握のため九州各県で統一した基準を用いた取り組みを始めることにした(児玉ら, 2022)。しかし、花芽の調査に関しては、統一した基準で調査することができたものの、気象データの収集方法については、各県で用いた測器やその設置方法・条件が統一されておらず、また、樹園地での電源の確保の問題もあり、通風機能のない簡易な装置でのデータ取得が一般的となっていた。このため、測定値の精度が不十分であると推察されるとともに、地域間のデータ共有や面的な解析が困難な状況であった。そこで、臼井(2023)により、気温測定に関する講習会を行うとともに、希望者を募り、気温・湿度観測ネットワークの構築を呼びかけたところ、九州7県の公設果樹関連試験場が参加を希望したため、本取り組みを開始することにした。本稿では、九州7県の果樹試験場の樹園地における気温・湿度観測ネットワークの構築に際し、観測測器の概要、気温・湿度観測ネットワークをどのように構築し、観測装置の普及を進めたかを記録として残すことにした。

2. 観測サイト

観測サイトは九州7県の公設農業試験場の果樹関係部門の樹園地において実施した。福岡県農林業総合試験場(33°29'57.6" N, 130°33'56"E, 125m a.s.l.)、佐賀県果樹試験場(33°17'40" N, 130°10'53"E, 61m a.s.l.)、長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門(32°57'04" N, 129°57'42"E, 73m a.s.l.)、

熊本県農業研究センター果樹研究所(32°38'32" N, 130°42'48"E, 39m a.s.l.)、鹿児島県農業開発総合センター果樹・花き部(31°29'14" N, 130°29'55"E, 55m a.s.l.)、宮崎県総合農業試験場果樹部(32°00'19" N, 131°27'31"E, 37m a.s.l.)、大分県農林水産研究指導センター(33°32'06" N, 131°23'0"E, 35m a.s.l.)の順に気温・湿度測定システムを設置した。

3. 装置全体概要

3.1 強制通風筒

強制通風筒の作成に関しては、岡田・中村(2010)の方法を用い、一部、使用する部材や加工を変更した(写真 1a)。強制通風筒作成に際し、岡田・中村(2010)では、小型のDCプロペラファン(オリエンタルモーター, MD625B-12)を使用していたが、本研究ではDCプロペラファン(オリエンタルモーター, MD825B-12LH)を使用した。強制通風筒は、長期間にわたり



<https://agrmet.jp/wp-content/uploads/2024-A-1.pdf>

2023年10月27日 受付

Copyright 2024, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

過酷な野外条件で使用される。その為、強制通風筒作成に用いる分水栓とサイズがほぼ同じである DC プロペラファンを用いることで、接続部分に隙間ができにくく、防水対策も比較的容易になるようにした。ただし、DC プロペラファンを変更したことで、管内における風速が変化する可能性は否定できない。そこで風速計により風速を測定したところ、一般的に必要なとされている約 3 m s^{-1} 程度の風速が確認できた。また、外管用の 50A 塩ビ管にはセンサーの導線を通すための切り込みを入れるが、導線が挟まる箇所については、導線が傷つかないように丸みをつけ、導線にもビニールテープで保護するようにした。二重管の外管と内管との間隔は M3 サイズのナット二枚分にする、均等な間隔をもつ二重管に仕上げる事ができる(写真 1b)。部材をそれぞれ組み立てる際にはアルミテープ(モノタロウ、光沢あり)を巻き、遮熱対策も行った(写真 1c, 1d)。

なお、基本的な使用部材およびそれらの加工については、岡田・中村(2010)を参照していただきたい。ただし、一部使用する部材について型番等が不明な点も見られたため、本研究で使用した部材の型番等を下記示すので、作成時の一例として入手時の検索に役立ててほしい。塩ビ薄肉管 UV50A(アロン化成, VU50, 呼び径:50, 外径:60mm, 厚さ:1.8mm), 塩ビ薄肉管 UV40A(アロン化成, VU40, 呼び径:40, 外径:48mm, 厚さ:1.8mm), 分水栓(中部美化, A-50, 呼び径:50), 塩ビ薄肉 VU90°エルボ(アロン化成, VUDL 50, 呼び径:50), 取っ手(ステンレス製 丸棒ハンドル, 小, BP71mm 全長:78mm 足巾:71mm)。

3.2 電源

強制通風筒にはファンを駆動させる電源が必要となる。しかし、これまでの強制通風筒の作成方法についての詳細は記載されている文献はあるものの、電源についての言及には乏しく、AC 電源があることを前提としているか、DC12V の供給とだけ書いてある場合が多い。例えば、換気扇の電源として AC100V を使用するため、プラグ部分への雨水の浸入による感電事故の予防策が必須である(福岡ら, 2011), DC 12 V の供給には、AC 電源があれば安価なスイッチングレギュレータを使用し、AC がなければ電池を使用する(岡田・中村, 2010), 通風ファンに必要な AC 電源の確保も難しいことが多い(村上・木村, 2010)と記述されている。電源の確保については、農研機構(2021)の他はあまり見当たらない。

白井(2023)によると「設置する際に電源がない農耕地でどのように電源を確保するのか?」といった疑問が、センシングおよび観測経験の少ない研究者・技術者を悩ませる原因の一つとなっていたと報告している。そのため、強制通風筒の作成方法に加え、普及面での問題となる電源の取り方についても、講習会の中で丁寧な解説を行った。本研究で使用した部材およびシステムは下記の通りである。一般的な 30W の太陽光パネルをチャージャーコントローラー(電菱, SA-BA20)を通して、鉛蓄電池(LONG, WP1236W)に充電し、12V電源を確保した。なお、太陽光の設置に際し、固定金具の選択にも困ることが多く、専用の取り付け金具となると高額なものが多い。そこで、本研究では、長さ約 1000 mm の L 字アングル 2 本を、太陽光パネルの背面にある穴(通常背面に 4 か所はボルト取り付け用の穴があい

ている)にボルトで固定し、地面に対して約 30° 程度になるように、L 字アングルを地面に打ち込み、太陽光パネルを設置した。また、本研究で使用したチャージャーコントローラーは 20A のため、12Vシステムの場合の太陽光パネル 240Wまで構成可能である。本研究ではオーバースペックであるが、その他 12V電源を必要とする場合に应用可能な仕様とした。また、天候不順等により十分な発電が得られない場合、鉛蓄電池の容量(Ah)は大きい方が望ましいが、本研究では、後述するプラボックス(日東工業株式会社, OPK14-23A)の内容容量に適した鉛蓄電池サイズ(横幅 151mm×奥行 65mm×高さ 94mm, 重量:約 2.7kg)で最大の容量のものを選んで使用した。

鉛蓄電池を格納する際に、どのように固定するか困ることが多く、鉛蓄電池のサイズに適合する金具等は一般的に高価である。そこで、本研究では、鉛蓄電池を固定するために、ディスプレイラック(イノマタ化学株式会社, ディスプレイラック 01 #3801)用い、このディスプレイラックをプラボックスにビスで固定した。このディスプレイラックに鉛蓄電池を設置する際に、マジックテープ(Hirano, Pitafa)およびバンド(クラレファスニング, フリーバンド CP-01)を用いて固定できるようにした(写真 2a)。

3.3 プラボックスへの機器類の格納

プラボックス内には、チャージャーコントローラーおよび鉛蓄電池の他に、外付けセンサーが付属した温度・湿度データロガー(HOBO, MX2302A)を設置した(写真 2b)。

写真 2a で示したように、チャージャーコントローラーおよびデータロガーをこのプラボックスに設置する際には、マジックテープを使用した。これらの機器をビス等で固定すると、野外での設置や交換に関わる作業性を妨げる要因にもなるため、マジックテープを活用し、省力化を図った。小型や軽量な機器であればマジックテープを用いた固定でも十分である。

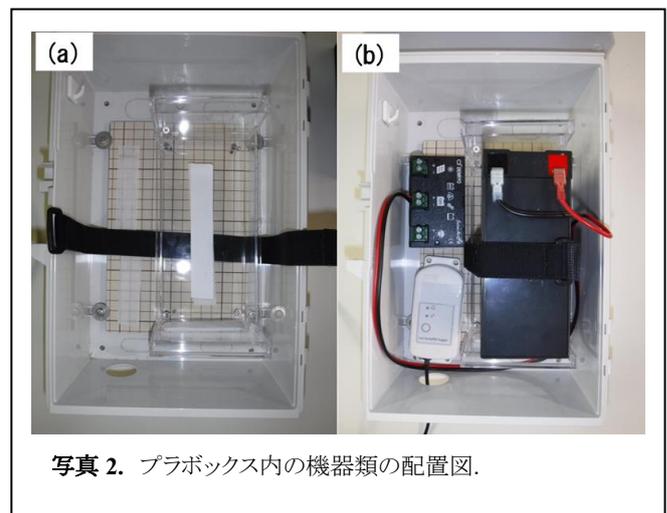


写真 2. プラボックス内の機器類の配置図。

これらチャージャーコントローラー、鉛蓄電池およびデータロガーを格納したボックス(写真 3a)を設置する際には、断熱・遮熱、防汚および防水を兼ねて断熱シート(ダイオ化成, テクミラー #2000)でカバーした(写真 3b)。この断熱シートは約 400mm 四方に裁断し、プラボックスのサイズに合わせて、取り囲

むように切り込みを入れた。断熱シートの表面(写真 3c)と裏面(写真 3d)とボックス(写真 3a)にマジックテープを貼り、ボックスを取り囲むように包むようにカバーできる仕様とした。

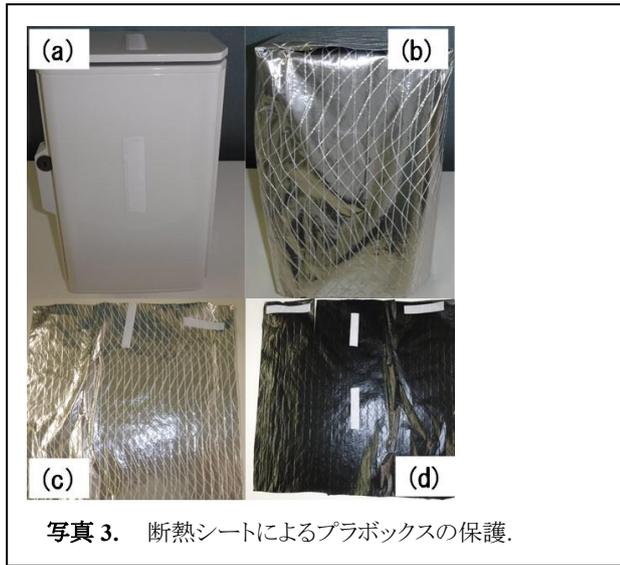


写真 3. 断熱シートによるプラボックスの保護。

3.4 強制通風筒およびプラボックスの設置

強制通風筒および機器類を格納したプラボックスを設置するために、外径 48.6mm および長さ 2000mm の単管(大和鋼管, スーパーライト 700)および外径 48.6mm および長さ 1100mm サイズ(株式会社くい丸, くい丸)を用いた。そして、圃場に杭を打ち込み、外径 48.6mm 用のクランプで単管を固定した。この単管に、地面より約 1.5m の位置に、温度・湿度センサーを格納した強制通風筒を固定した(写真 4a)。ただし、果樹栽培の樹園地ということもあり、施設に単管設置場所も多く、新たに単管を設置しなくてもよい場合は、施設の単管を活用した。なお、強制通風筒をどのような金具を使用し固定するかは、案外難しい問題である。本研究では、加工が不要な仕様として、外径 48.6mm の単管クランプ(形鋼用)(未来工業, KSTK-SG)と両開きクランプ(アズワン, CMF-100T)を組みあわせ固定金具として使用した。

プラボックスは、ボックス裏面に結束バンドを通し、プラボックスが内容物で滑り落ちないように、単管クランプの上にそのボックスが載るように固定し(写真 4b)、コード類が邪魔にならないように空いたクランプを活用し取りまとめた。コード類をクランプに吊り下げるようにすることで、野生生物や下草刈り時の刈払機によるコード類の断線を防ぐ対策としても有効である。

3.5 気温・湿度データの収集

本研究における温度・湿度の測定には、前述の外付けセンサーが付属した温度・湿度データロガー(HOBO, MX2302A)を用いた。温度・湿度ロガーの外部センサー部を強制通風筒に、ロガー一部はプラボックス内に設置した。温度・湿度データの測定間隔は、1分毎とした。1分毎の測定では、ロガーの記録容量は約 3 週間程度となり、その容量を超えると、古いデータを新しいデータで上書き保存するように設定した。測定間隔を長くすれば、その分、データ回収までの期間に余裕ができる。しかし、観測



写真 4. 樹園地における設置の様子と(a)プラボックスの固定(b).

経験の少ない研究者・技術者に観測装置や測定環境のメンテナンスなどに慣れてもらう意味も込め、約 2 週間に 1 度はデータを回収し、観測装置や測定環境をチェックしてもらえよう配慮した。

本機のデータの回収は、スマートフォンやタブレットで利用できるアプリケーション(HOBO, HOBOconnect)を使用した。本アプリケーションは、Bluetooth による本機とのワイヤレス通信を可能としており、設定と起動、記録されたデータのダウンロードおよび保存が可能である。また、iOS および Android に対応し、日本語以外の言語にも対応している。そのため、非日本語圏および日本語を母国語としない研究者・技術者でも使用が可能である。本アプリケーションは無料でダウンロードできるため、データ収集専用機器の購入が不要であることも利点である。そのため、研究グループ等の複数人がそれぞれ、アプリケーションをスマートフォンやタブレットにダウンロードし、各自装備しておくことで、データ回収作業を交代でできるため、負担軽減にも役立つ。

3.6 その他

本機はもともと、作物群落近傍の気温・湿度環境を測定するために、強制通風筒と三脚を組みあわせて高さ調節できる仕様(写真 1d の中央下部の黒い部品は三脚に装着する雲台の一部)に作成したのがきっかけである(写真 5)。作物群落近傍の温度・湿度環境測定には、スタンドアロンで測定可能な MINCER(Fukuoka *et al.*, 2012)があるが、太陽電池と充電電池で駆動するファンは独自の IC 回路で制御しているため、自作することは困難であろう。一方、本機は国内で調達可能な部材を使用し、観測や工作経験の少ない研究者・技術者でも、しっかりと指導すれば自作可能な仕様であることも特徴の一つである。安価でかつ自作可能であることから、多地点で観測を実施することも可能である。



写真 5. 三脚により高さ調整が可能な自立式強制通風筒

4. おわりに

政府・農林水産省が「2025 年までに農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践」という政策目標を掲げている中で、面的な気象関連データの取得と共有を行って、その解析をもとに生産性の向上や適正管理につなげることが急務となっている。このようななかで、研究現場や生産現場において、適正な気象観測手法の導入のための技術・情報の提供や実地での指導を行うことは、農業気象研究に携わる研究者の役割だと筆者は考える。今後は、本研究を端緒に、九州 7 県に加え、他の地域でもこのような気温・湿度観測ネットワークが拡大できるよう普及を進めていく予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(18K05915, 19H00963)、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のCREST プロジェクト“フィールドセンシング時系列データを主体とした農業ビッグデータの構築と新知見の発見”(JPMJCR1512)およびAIP 加速課題“ビッグデータ駆動型AI農業創出のためのCPS基盤の研究”(JPMJCR21U3)の支援により実施された。強制通風筒作成にあたり、農研機構北海道農業研究センター芽室研究拠点業務科職員の小川英明氏、森住淳氏には、部材加工を担当いただき、本原稿作成に際し、吉永悟志博士および小柳敦史博士にはご校閲をいただいた。佐賀県果樹試験場児玉龍彦係長には各県の連絡調整や測器設置にご協力をいただいた。また、各県への測器の設置に際し、長崎県農林技術開発センター、熊本県農業研究センター果樹研究所、宮崎県総合農業試験場果樹部、福岡県農林業総合試験場果樹部果樹育種・栽培チーム、鹿児島県農業開発総合セ

ンター果樹・花き部特産果樹研究室、大分県農林水産研究指導センター果樹グループの担当者にご協力をいただいた。ここに感謝の意を記す。

引用文献

- 岡田益己・中村浩史, 2010: 温度の正しい測り方 (1) 通風式放射よけの作り方. 生物と気象 **10**, A-2.
- 福岡峰彦・桑形恒男・吉本真由美・山田幸則, 2011: 建築資材を活用した低コスト強制通風筒「NIAES-09」の製法. 生物と気象 **11**, A10-16.
- Fukuoka M, Yoshimoto, M, Hasegawa T, 2012: Mincer: A novel instrument for monitoring the micrometeorology of rice canopies. *Journal of Agricultural Meteorology* **68**, 135-147.
- 村上雅則・木村富士男, 2010: 可搬型簡易自作強制通風式気温計作成マニュアル. 筑波大学陸域環境研究センター報告 **11**, 29-33.
- 児玉龍彦・加藤恵・古澤典子・松本紀子・笠木啓喜・中村健吾・宮廻京平・前野欽哉, 2022: 2022 年の九州地域におけるニホンナシ発芽不良発生の実態把握. 九州の農業気象 **Ser. II 31**, 24-25.
- 農研機構, 2021: 簡易な園芸施設における正確な気温の遠隔測定システム標準作業手順書, pp. 1-37.
- https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/SO_P20-060K20210416.pdf (アクセス日: 2023/12/14)
- 臼井靖浩, 2023: 温度測定における強制通風筒利用に関する研修会—なぜうまく測れないのか?—. 令和5年度九州沖縄果樹研究分科会(落葉果樹)温度測定における強制通風筒利用に関する研修会.
- https://www.naro.go.jp/project/research_activities/laboratory/carc/158023.html (アクセス日: 2023/10/12)