

## 正確な気温の観測を低コストで実現する強制通風筒「NIAES-09S」の製作法

A Guide for Building Your Own “NIAES-09S”

—A Low-Cost Force-Ventilated Radiation Shield for Precise Measurement of Air Temperature

福岡峰彦\*・桑形恒男\*・吉本真由美\*

Minehiko Fukuoka\*, Tsuneo Kuwagata\*, Mayumi Yoshimoto\*

### 1. はじめに

近年問題となっている夏季の異常高温による作物の生育障害の現況把握と対策を進めるには、圃場の気温を正確に測定する必要がある。自然通風に依存した百葉箱などでは、弱風下で強い日射を受けると気温が実際より高めに観測される傾向があるため、強制通風筒の使用が不可欠である。しかし、市販の強制通風筒は1台数十万円程度と高価なため利用が限られている一方、自作する場合には測定精度を確保できる構造の検討や、製作の容易さ、仕上がりの均質性が課題であった。そこで、既製の大量生産資材を組み合わせ、低コストながら卓越した性能を備え、自作も可能な強制通風筒「NIAES-09」を開発した（福岡ら、2010）。福岡ら（2011）ではNIAES-09型の構造と製作法を解説したが、本稿ではNIAES-09型を改良して小型化した「NIAES-09S」の製作法を図解する。

### 2. 概要と特長

NIAES-09S型（図1）は、低コストで製作可能な簡易な構造でありながら、気象官署において現在使用されているJMA-95型地上気象観測装置の強制通風筒（以下、JMA-95型）と遜色ない観測精度を備えた縦型の強制通風筒であるNIAES-09型（福岡ら、2010；福岡ら、2011）の小型改良版である。なお、比較観測の結果は福岡ら（2010）を参照されたい。

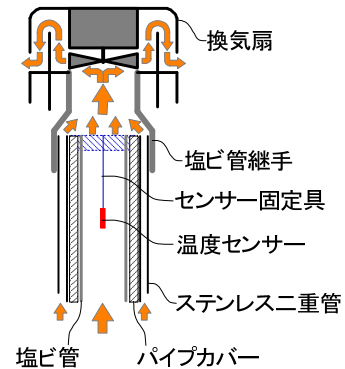


図1：NIAES-09S型の外観（左）と構造（右）

主要部は大量生産される建築資材をほぼそのまま組み合わせた簡易な構造としたため、自作でも均質な仕上がりが容易に得られる。温度センサ格納部は、強制給排気（FF）式給湯器の給排気管として用いられるステン

\* 大気環境研究領域

Agro-Meteorology Division

インベントリー，第10号，p47-54（2012）

ス二重管の内筒に塩ビ管（ライト管）を挿入した構造になっており、温度センサはライト管内に吊り下げる。温度センサ格納部の上部には汲取式トイレ用の換気扇を取付け、温度センサ格納部下端から空気を吸引する。設置用金具を含む材料費は、温度センサーを除いて2万円以下である。なお、NIAES-09型の概要と特長の詳細については福岡ら（2011）を参照いただきたい。ここでは、NIAES-09型に対するNIAES-09S型の改良点を解説する。

NIAES-09型ではステンレス二重管として、給湯器メーカー各社のカタログに掲載されていて入手性が良い外筒径100mm×内筒径75mm×有効長300mm（全長355mm）のものを使用したが、NIAES-09S型では径が同じで長さが短い有効長145mm（全長200mm）の二重管（東北総合器材（株）W17L145）を使用する。NIAES-09S型はNIAES-09型と比べて高さ方向の大きさが約15cm小さくなるため、設置用の支柱の高さを低くすることができるとともに、重さを200g程度軽くできる利点がある。なお、NIAES-09S型はNIAES-09型と同等の観測精度を有することを確認している。

### 3. 製作方法

ここでは、NIAES-09S型に小型温湿度センサー・ロガーである和光純薬工業（株）「THMchip」またはアズワン（株）「RX-350TH」を組み合わせて温湿度観測を行う場合を例に、NIAES-09S型の製作方法を図解する。製作方法は図2～図5の通りである。なお、指定された部品および構造は慎重に検討を重ねた上で決定されたものであり、安易な変更は精度を損なう恐れがある。

### 4. 使用上の注意

NIAES-09型の二重管とその内部を構成する部品は全て摩擦によって保持される構造となっている。通常の使用状態では落下することはないが、万が一落下した場合に人や物に危害が及ぶ場所には設置しないよう注意されたい。また、部材の経時劣化への対策については、NIAES-09型と同様に福岡ら（2011）を参照して適切に保守されたい。

換気扇の電源には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。プラグに雨水がかかる可能性がある場合にはプラグに屋外用防雨型変換カバー（たとえば（株）ハタヤリミテッド「プラグカバーII」）を被せ、漏電遮断器を備えた電源の防水コネクタボディと接続する。

栽培試験圃場において気温を観測する際の地点や高度の設定方法については福岡と吉本（2012）を参考にされたい。

NIAES-09S型では多くの部材をその製造者が想定する使用形態から外れて流用しているため、製作および観測は製作者の自己責任において実施し、部材製造者に責を問うことのないようご留意されたい。製作および観測中の事故や観測結果に関し、著者やその所属機関は一切責任を負わない。

## 引用文献

- 1) 福岡峰彦・桑形恒男・吉本真由美（2010）：低コストで高精度の気温測定を可能にする強制通風筒. 平成 21 年度 研究成果情報（第 26 集）, 6-7
- 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」の製作法. 生物と気象, 11, A10-A16
- 3) 福岡峰彦・吉本真由美（2012）：栽培試験における群落上および群落内気温の観測と利用. 日本作物學會紀事, 80, 363-371

## 問い合わせ先

大気環境研究領域 福岡 峰彦

電話：029-838-8205 e-mail：[minehiko.fukuoka@affrc.go.jp](mailto:minehiko.fukuoka@affrc.go.jp)

## NIAES-09S型強制通風筒の組み立て方

### A. 部品と道具の用意

#### 部品

**1** FF給湯器用給排気筒 (ステンレス二重管)(1本)

東北綜合器材(株) W1175 直管 W17L145  
 φ110mm × φ75mm 有効長145mm (全長200mm)  
 ※表面に貼り付けられたシールは剥がして、ステンレスが剥き出しの状態にしておく。  
 内筒のOリングに塗られたグリスは拭きとって構わない。同一規格であれば他社製品でも可。



**2** トイレ用換気扇 (先端取付型)(1台)

パナソニックエコシステムズ(株) FY-12CEN3  
 ※類似品番のFY-12CE3は換気風量が小さいため使用不可。FY-12CEN3は換気風量が毎時100m³と大きく、また強風雨時に排気口から雨水が逆流しにくい流路構造となっているので理想的である。同程度の換気風量の換気扇は他にも市販されているが、排気口から羽根が見える構造の換気扇は強風雨時に排気口から雨水が逆流しやすく、センサーの濡れによる誤差が生じる恐れがあるため推奨しない。

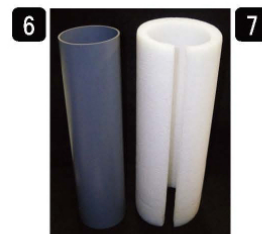


**3** フェンス用マスト固定金具 (1個)

マスプロ電工(株) BMK32A-P (2個入)

**4** BS/CS アンテナ用ペランダ取付金具 (1個)

DXアンテナ(株) MHV-117  
 またはマスプロ電工(株) SBM35、SBCM35 等  
 ※取付柱から通風筒を30cm程度離すことができれば他の製品でも可。



**5** 硬質塩化ビニル (塩ビ) 管用継手 (1個)

薄肉 (VU) 管用インクリーザ (VUIN) 100 × 75

**6** 塩ビ管 (長さ206mm、1本)

ライト (LP) 管 呼び径50 (外径54mm、肉厚1.5mm)

**7** 配管用パイプカバー (長さ189mm、1本)

発泡ポリエチレン製、内径49mm × 肉厚10mm、長さ方向に切れ目が入っているもの (古河電気工業(株) PC-40、三菱樹脂(株) PSV-40 等)

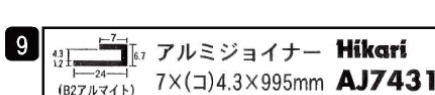


**8** モヘアシール (長さ350mm、1本)

(株)植屋 ワイドすき間モヘアシール No.15060 (幅15mm × モヘア高さ6mm)

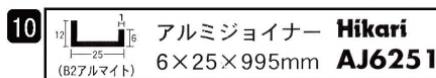
**9** アルミ型材 (長さ73mm、1本)

(株)光 アルミジョイナー AJ7431  
 長さはアズワン(株)「RX-350TH」または和光純薬工業(株)「THMchip」を使う場合の値。



**10** 温度センサーの形状に合うアルミ型材

「RX-350TH」または「THMchip」を使う場合、  
 (株)光 アルミジョイナー AJ6251 (長さ128mm × 1本)。  
 ※他のセンサーを使用する場合は、センサーの形状に合わせてアルミパイプやコの字材などを適宜選択。



**11** 耐候性結束バンド (幅2.5mm × 長さ100mm、1本)

(株)オーム電機 耐熱・耐候ロックタイ 100mm 04-3195 等



**12** ブラインドリベット (2本)

φ3.2mm、カシメ板厚1.0~3.2mm (株)ロブテックス HNSA42P 等)  
 ※ブラインドリベッターがない場合はM3 × 4mm低頭ネジとナットで代用。  
 ドリルもない場合は薄手の超強力両面テープによる接着で代用。



**13** 温湿度データロガー (1台)

和光純薬工業(株)「THMchip」またはアズワン(株)「RX-350TH」

**14** USB延長ケーブル (1本)

タイプAオス-タイプAメス、長さ50cm程度  
 ※通風筒を開けずにデータ回収できるようにするため。

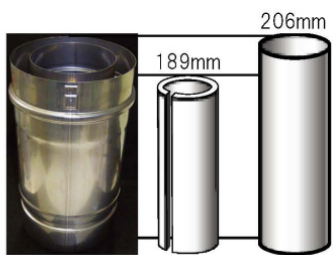
#### 道具

- ◇ 模型用のこぎり (オルファ(株) ホビーのこ 167B等)
- ◇ ドリル (φ2mm、φ3.3~3.4mm、φ4mm)
- ◇ 丸棒やすり (USB延長ケーブルと同程度の径のもの)
- ◇ カッターまたはハサミ ◇ ブラインドリベッター
- ◇ ホットボンド
- (あれば便利: ◇ リューター ◇ リューター用切断砥石)

図3: NIAES-09S型強制通風筒の組み立て方 (1/4)

## B. 部品の準備加工

### 1. 塩ビ管とパイプカバーの切断



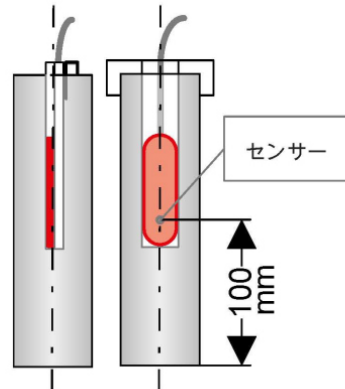
塩ビ管をステンレス二重管の内筒と同じ長さ(206mm)に、パイプカバーはそれより17mm 短い189mm に切る。

ポイント：端面は直角にカットする。

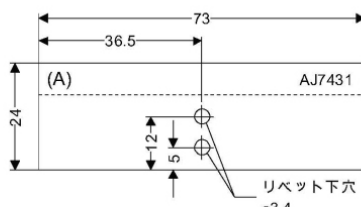
### 2. センサー固定具の製作

センサーを塩ビ管の中心軸上で塩ビ管下端(吸い込み口)から100mmの位置に固定する金具を作る。

ポイント：センサーはできるだけむき出しで風にさらされるように固定する。様々な断面形状のアルミパイプやチャンネル(コの字材)が市販されているので、使用するセンサーの形状に合わせて選択する。

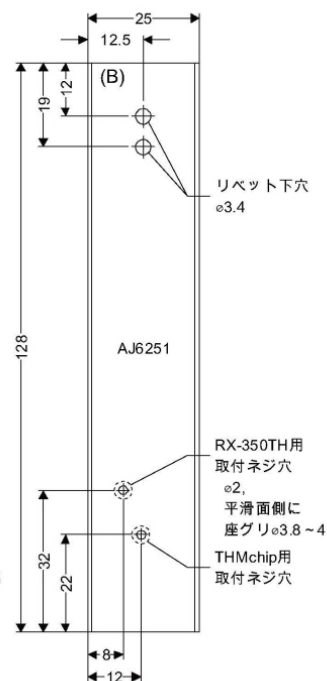


#### THMchipまたはRX-350THを使用する場合の固定具(単位: mm)



部品(A)と(B)を寸法図どおりに加工後、平滑面同士をリベット下穴をあけた部分でT字型に重ね、AJ6251側からブラインドリベットを入れて接合する。リベッターがない場合はM3低頭ネジをAJ6251側から入れ、AJ7431側からナットで締める。穴を開けられない場合には、薄手の超強力両面テープ(住友スリーエム㈱ KKD-12等)で貼り付ける。

THMchipまたはRX-350THの裏側のネジを一旦外し、USB延長ケーブルを接続してからAJ6251の溝に入れて共締めする。穴を開けられない場合には、粘着剤付マジックテープ(株)クラレ 15 RP等)を使って取り外しできるように貼り付ける。USBコネクタの金属部は錆びやすいので、長期間観測する場合には自己融着テープまたはビニールテープを巻いて保護しておくといよい。



### 3. 塩ビ管に切れ込みを入れる



模型用のこぎり(または切断砥石を装着したリユーター)を使って、塩ビ管に幅1mm、長さ17mmの切れ込みを長さ方向に入れる。切れ込みを入れる位置は巻末の位置合わせ用の図を使ってセンサーの太さに合わせて決める。THMchipまたはRX-350THを使用する場合は7mmとする。

2のセンサー固定具を取り付け、センサーの位置が正しいことと、摩擦で固定具が保持できることを確認する。

ポイント：切れ込みは塩ビ管の端面から垂直に、長さ方向と平行になるように入れる。斜めだとセンサーが中心軸からずれ、測定誤差の原因になる。切れ込みの幅を広げすぎると摩擦が足りなくなるので注意する。

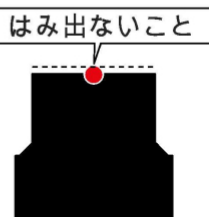
### 4. 二重管にモヘアシールを巻く



モヘアシール(15mm幅)を、二重管のストッパー金具の直下、段の上端に沿って1周するように張り付ける。

図4：NIAES-09S型強制通風筒の組み立て方(2/4)

5. 塩ビ管継手にケーブル溝を刻む



使用するUSB延長ケーブルの径に合わせて、丸棒やすり等でケーブルがぴったりと通せるU字溝を塩ビ管用継手の細い方の端に刻む。

**ポイント:**ケーブルが継手の端面からはみ出したり、ケーブルの周囲にすき間が生じないようにする。そうしないと、換気扇を取り付ける際にすき間が生じてセンサーの周囲を通過する風量が低下し、気温が実際よりも高く観測される誤差が生じる。

6. マスト固定金具を継手に固定



フェンス用マスト固定金具のバンドを塩ビ管用継手の太い方に巻き締める。

C. 本体の組み立て

7. 換気扇に付属のダクト取付板を固定



換気扇に付属しているダクト取付板を換気扇の吸気口にホットボンドまたは両面テープで固定する(脱落防止)。ダクト取付板を所定の位置に入れてから、3本ある爪と板との角にホットボンドを垂らすとよい。

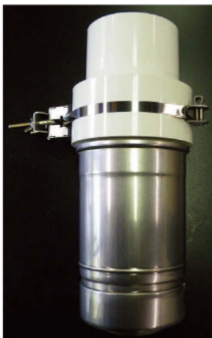
8. 二重管にパイプカバーと塩ビ管を挿入

ステンレス二重管をモヘアテープを巻いた端を上にして立てる。パイプカバーを内筒に入れ、その中に塩ビ管を工程3で加工した切れ込みを上にして入れる。これら3点の部品の下端は揃える。二重管内筒の下端は絞られているため、摩擦力のみでも通常は抜け落ちない。

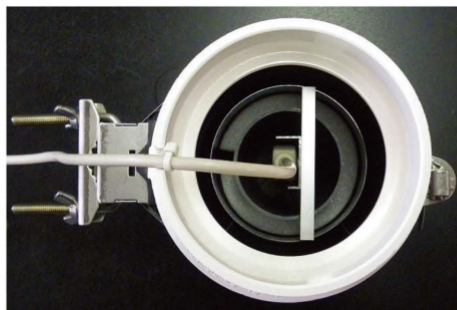


9. 継手に二重管を挿入

継手の太い側の端が二重管のモヘアシールを巻いた側にある段に沿うまでしっかり差し込む。



10. センサー固定具を塩ビ管に差し込み、取付状態を確認



工程3の条件になることを確認。USB延長ケーブルは工程5で継手に刻んだ溝から外に出す。

**ポイント:**ケーブルを少したるませた状態で、継手の内壁付近に位置するケーブルに結束バンドを巻き締めておくことよい。結束バンドが内壁に引っかかるようにすれば、ケーブルが引っ張られてもセンサーの位置がずれない。

図5 : NIAES-09S型強制通風筒の組み立て方 (3/4)

## D. 通風筒の設置

### 11. 換気扇の取付け



継手の細い側に換気扇を載せ、換気扇に備え付けられた3つのネジを均等に手で締める。換気扇がぐらつかず、容易に外れない程度でよい。締め過ぎると換気扇や継手の変形するので注意する。

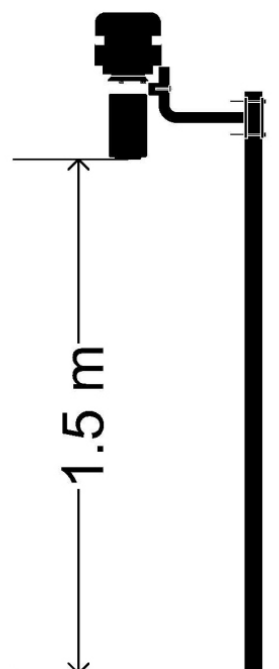
### 12. 支持金具に固定

地面に垂直に立てた足場用パイプなどの十分な強度を備えた柱に、BS/CSアンテナ用ペランダ取付金具を取付ける。マスト固定金具を介して、通風筒をBS/CSアンテナ用ペランダ取付金具のアームの先端に取り付ける。

日本では通風筒の吸気口が地表から1.5mとなるように取り付けるのが標準となっている。作物群落上における観測高度の決め方は福岡・吉本(2012)日作紀81(3):363-371を参照。

取り付けが完了したら、二重管の内筒と外筒が同心になっているか確認し、ずれている場合は修正する。

USB延長ケーブルのPC側末端はボックス等に収納して雨がつかないように処理しておく。



### 13. 観測の開始

換気扇に給電して強制通風を始める。通風していない間に筐体が暖まっている可能性があるため、通風を開始してから10分程度待ち、筐体およびセンサーの温度が気温と馴染んでから観測を開始する。

#### センサー中心合わせ 塩ビ管切れ込み見当型紙

※内側の円の外径が54mm になるように適宜拡大または縮小して用いる。

・手順2でセンサーを中心に保持するためにジョイナーを塩ビ管の中央からずらす偏移幅を決める。その位置の縦細線の長さを測ってジョイナーの長さにする。

・手順3で切れ込みを入れる位置の目安にするため、太線に合わせて塩ビ管を載せ、中央からの偏移幅に合わせて塩ビ管に印をつける。

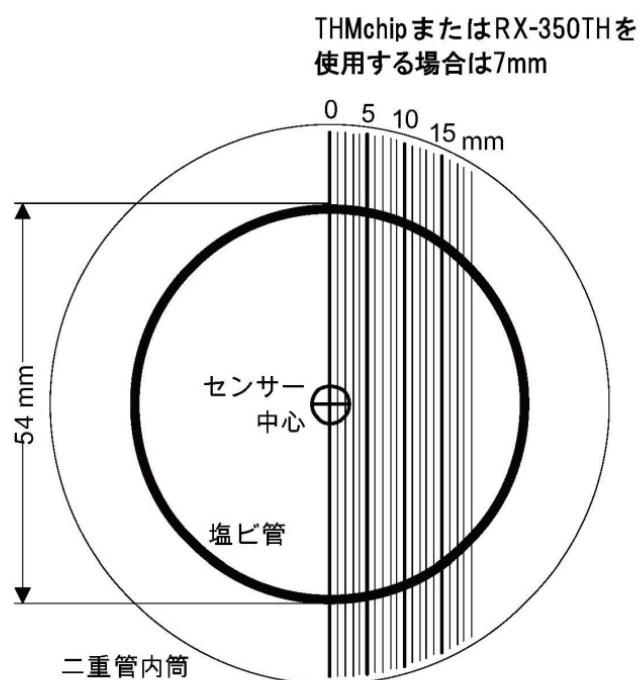


図6：NIAES-09S型強制通風筒の組み立て方(4/4)