

連載講座「栽培環境における気温の観測技法と利用」

(5) 観測用マストの建て方

福岡峰彦

(農研機構 農業環境変動研究センター)

A Guide for Raising a Sensor Mast at Your Observation Site

Minehiko FUKUOKA

(Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO)

1. はじめに

作物群落の上面の高さは、イネやムギでは水面や地表から1 m程度、トウモロコシやソルガムでは地表から2 m以上に達する。群落中ではなく、その群落を包含している場の気象環境を把握するためには、群落から上方に突き出た位置に測器を設置する必要があることから、地表から2~3 m程度の高さに達する観測用マストが必要となる。なお、気温の観測高度については本連載講座「(6) 圃場を代表する気温はどの高さで観測すべきか」で解説する。

このような観測を行うためのマストは様々な方法で建てられていると思われるが、これから取り組もうとしている人の参考になるような、具体的な方法を説明した資料は案外見当たらない。そこで本稿では、著者が用いている方法として、支線や支柱を使わずに自立し、手が届かない高さへの測器の設置と保守を地上で簡便に行えるように横倒しにできる構造にした、高さ3.7 mの観測用マスト(図1)の建て方を紹介する。

なお、本稿で紹介する観測用マストは、「NIAES-09S 改型強制通風筒」(福岡ら, 2019)や風向・風速計、日射計などの概ね5 kg程度までの測器を取り付けることを想定したものである。耕作期間中のみ設置することを想定し、設置と撤去が容易に行えるように、かつ資材を繰り返し利用できるように留意して構成されている。

2. 使用する資材

現地観測を実施する場合には、使用する全ての資材を容易に現地まで輸送できなければならない。本稿で紹介する方法は、商用バンを2名乗車用に構成した場合の荷室(前後寸法1.9 m程度、対角寸法2.2 m程度であることが多い)や、軽トラックの荷台(前後寸法1.9 m程度、対角寸法2.3 m程度であることが多い)に積載可能な長さの資材で構成される。

- ① 高張力炭素鋼鋼管(軽量足場管)(大和鋼管工業(株)「スーパーライト700」・丸一鋼管(株)「マルイチハン

ディーパイプSTK700」・中山三星建材(株)「エコスター700N」, 外径48.6 mm × 長さ1.8 m × 肉厚1.8 mm, 1000円程度, 2本)

- ② 単管ジョイント((有)新光工業「マッスグッド直行型(1.8 mm用)MG-S02L」, 1800円程度, 1個)(図2)

単管ジョイント②を介して2本の軽量足場管①の端面を突き合わせて一体化し、3.6 m長のマスト用鋼管として用いる。なお、長尺物の輸送に支障がない場合は、当然のことながら2本継ぎではなく1本物の管を使う方が費用も手間もかからない。

軽量足場管は、単管足場用鋼管として従来用いられてきた一般構造用炭素鋼鋼管(JIS G 3444 STK500)の材質を高張力鋼に代えて薄肉化することで、強度を落とさずに25%程度軽量化して作業に要する労力を軽減した製品である。ホームセンターでは0.5 m単位で切断されて販売されている場合が多いので、マストの高さが3 m程度まででよい場合には1.5 m長のを入手すると切断の手間を省ける。自分で切断する場合にはパイプカッター(3000円程度)や高速切断機、チップソー切断機などが使えるが、チップソー切断機を用いると切断面が比較的きれいに仕上がる。切断面は地金が露出して錆びやすいので、防食のため常温亜鉛めっき塗料(ローバル(株)「ROVAL」等)を塗布しておくといよい。

なお、宅配便を使って輸送する場合には、依頼できる最大寸法(3辺の合計が160~170 cmまでであることが多い)に収まるように軽量足場管の長さを詰める必要がある。

例示した単管ジョイントは、2本の単管の軸を一直線に揃えてガタつきなく強固に緊結できる金具で、本稿が想定する利用形態においては、マストの連結に十分な緊結力が得られると著者は判断して利用しているものである。単管用のジョイントとしては、例示した製品の他に「ボンジョイント」と呼ばれるものが市販されているが、これについては本稿の用途での利用は勧めない。なぜなら、「ボンジョイント」は曲げ方向の力が掛かるところには使用しないように多くの製造者が注意喚起しており、本稿のマストのように、測器の荷重や風圧により曲げ方向の力が掛かることが想定される場合には使うべきではないと判断されるからである。



図1. 本稿で建て方を紹介する観測用マスト.

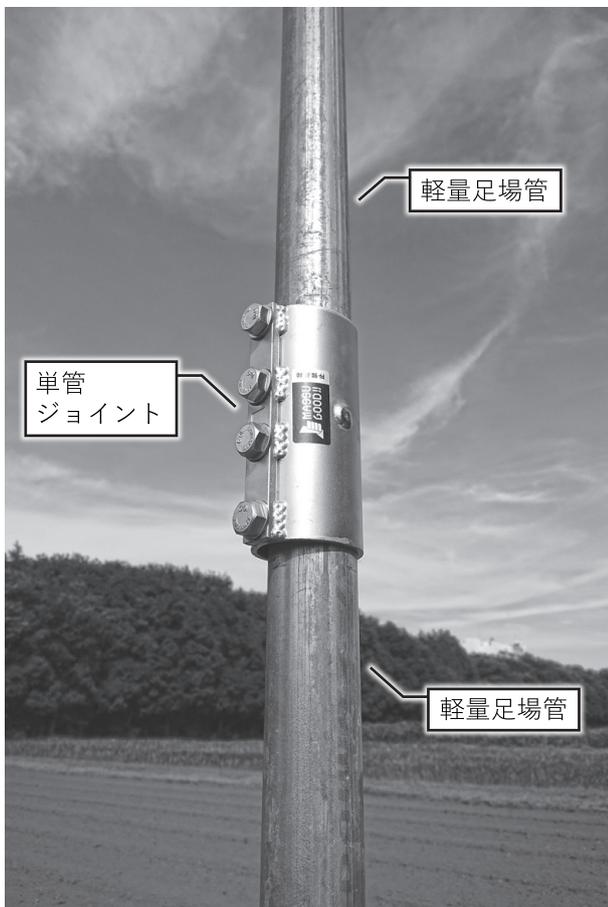


図2. 単管ジョイント.

③ 鋼管杭 (君岡鉄工 (株)「くい丸」直径 42.7 mm × 長さ 1.5 m, 3000 円程度, 2 本) (図 3)

マスト用鋼管を地上に起立させるための基礎として用いる。製品化されている 27.2 mm から 60.5 mm までの 7 種類の直径のうち、ここでは直径 42.7 mm の製品を選定した。打ち込みやすい細さ (細いほど容易) と強度 (太いほど増す) とのバランスが取れていることと、入手性のよい兼用クランプを用いて軽量足場管と緊結できることがその理由である。

例示した鋼管杭の先端は、太さが緩やかに変化する先細りの形状になっているため、作土層の下の堅固な耕盤層や礫層にも比較的容易に貫入させられる。耕耘された作土層のみではマストの倒伏を防げるだけの支持力が得られない場合があるが、例示した鋼管杭を用いれば耕盤層や礫層で支持される安定した基礎が比較的少ない労力で得られる。また、例示した鋼管杭は全体が溶接により一体化された密閉構造になっているため、一部が脱落したり、中に土が詰まったり、雨水等が貯まったりする恐れがない。打ち込みと抜去を適切に行えば再利用も可能である。

一方、単管をそのまま打ち込む方法だと、耕盤層や礫層に貫入させて安定させるには極めて多大な労力を要するので勧めない。単管の先端に単管打ち込み資材 (「先端ミサイル」等) を組み合わせたとしても労力軽減の効果は鋼管杭には及ばない上、打ち込み資材が土中で脱落して回収できなくなる場合があるので勧めない。

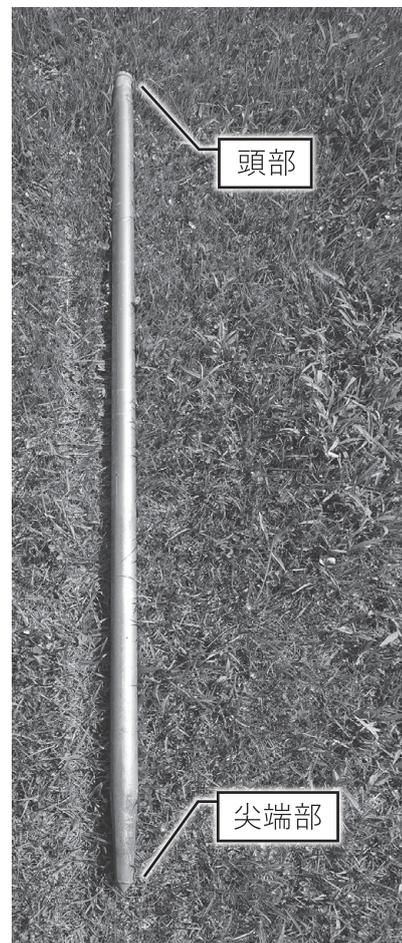


図3. 鋼管杭.

④ 兼用単管クランプ (自在クランプ 2 個, 直交クランプ 1 個, 各 300 円程度)

マスト用鋼管と鋼管杭を緊結するために用いる。

本稿の方法では, 外径 42.7 mm の鋼管杭に対して外径 48.6 mm の軽量足場管を組み合わせるため, 単管クランプのうち「兼用」と表示された, 外径 48.6 mm と 42.7 mm の 2 種類の単管を把持できる製品を用いる。なお, 「兼用」の表示がない単管クランプは外径 48.6 mm の単管専用のクランプであるため, 本稿で用いる外径 42.7 mm の鋼管杭を把持できない。

3. マストの設置

3.1 基礎用の鋼管杭の打ち込み

作業の下準備として, 打ち込んだ深さがわかるように, 鋼管杭には先端からの距離の目印をペイントマーカーなどで予め付けておくことよい。

設置位置を選定するにあたり, マストが倒れた場合に人や物に危害が及ぶ恐れがある位置は避ける。測器の設置と保守の際にはマストを横倒しにして作業を行うので, 倒す方向に支障がないように位置を選定する。マストを建てる位置を決めたら, その位置と, その位置からマストを倒す方向に 1 m 程度離れた位置 (ただし, 4.2 でマスト上に測器を取り付ける位置を避ける) の 2 個所に鋼管杭を垂直に打ち込む (図 4)。垂直の確認にはポストレベル (前後および左右方向の傾きを同時に確認できる構造の水平器, (株) エビス「ED-POSM」(図 5) 等) を利用すると便利である。このとき, マストを立てる位置の鋼管杭 (以下, 「マスト杭」) ともう 1 本の鋼管杭 (以下, 「保守・盤用杭」) の 2 本の鋼管杭の高さを概ね揃えておく。なお, データロガーや通信機器などを収納する計測・通信盤筐体がない場合や, 盤筐体が小型でマスト杭に取り付けられる場合には, 保守・盤用杭の設置を省略してもよい。

本稿では, 現場で脚立を使わずに地上で大ハンマーを用いて無理なく打ち込める長さである, 長さ 1.5 m の鋼管杭を選定した。根入れ深さは全長の半分の 0.75 m とし, 地上に 0.75 m が突き出した状態になることを想定している。ここで, 根入れ深さの目安を 0.75 m としたのは, 「電気設備の技術基準の解釈」(経済産業省大臣官房技術総括・保安審議官, 2018) 第 59 条第 3 項において, 基礎の強度計算

を行わずに高さ 15 m 以下の鉄柱を設置する際の根入れ深さが全長の 6 分の 1 以上とされていることを参考にした。すなわち, 本稿の方法において, 根入れ深さ 0.75 m の鋼管杭に地表から 10 cm 浮かせて 3.6 m のマスト用鋼管を取り付けた場合の全長は 4.45 m となり, その 6 分の 1 は 0.74 m である。

なお, ここで示した根入れ深さはあくまでも目安である。適切な根入れ深さは地盤の状態に依るので, 鋼管杭を徐々に打ち込みながら安定性を確認して根入れ深さを適宜調節する。ただし, 鋼管杭を深く打込みすぎて地上に出ている部分が短くなると, 3.2 で行うマストの保持が不安定になる上, 4.1 でマストを倒した際にマストが過度に低い位置となって保守がしにくくなるので望ましくない。

根入れ深さが 0.75 m に達しても鋼管杭が安定しない場合は, 同じ外径 42.7 mm で更に長尺の鋼管杭を使って根入れを深くするか, より太い外径 48.6 mm の鋼管杭を用いると安定させられる場合がある。これらの方法を用いてもなお鋼管杭の安定が得られない軟弱な地盤の場合には本稿の方法を採用することは避け, 他の方法 (たとえば根柵や支柱・支線の併用, 複数の鋼管杭を組み合わせた基礎など) を検討すべきである。

3.2 マストの組み立てと基礎へのマストの取り付け

単管ジョイントを用いて 2 本の軽量足場管を緊結し, 1 本のマスト用鋼管にする。

マスト杭の上端側で外径 42.7 mm の部分の最上部 (外径が細くなり始める位置の直下) と地表付近の 2 ヶ所に, 自在クランプを取り付ける (図 6)。このとき, 上側の自在クランプは, 測器の取り付けと保守の際にマストを倒す方向を考慮して, 倒したい方向にクランプが回転するよう

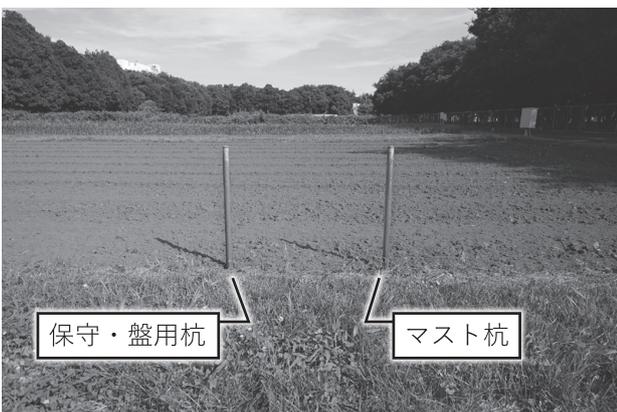


図 4. 鋼管杭 2 本の打ち込みが完了した様子。



図 5. ポストレベル。

に向きを決める。下側の自在クランプは、上側の自在クランプと同じ向きに取り付ける。なお、マスト用鋼管の下端が地表または水面に触れているとマスト用鋼管が腐食しやすいので、下側のクランプは地表または水面から 10 cm 程度浮いた位置でマスト用鋼管の下端を保持できるように配置する。

マスト杭に取り付けた上下の自在クランプの空いている方の把持部を使って、杭と平行にマスト用鋼管を取り付ける。まず、横倒しにしたマスト用鋼管を下側のクランプに取り付け、それからマスト用鋼管を起立させて上側のクランプで把持すると作業がしやすい。下側のクランプは、マストを倒す方向とは逆側に把持部のふたを開けるようにしてマスト用鋼管を取りつける。マストに水平器を当てて垂直を確認し、垂直でない場合は下側のクランプの鋼管杭側のナットを軽く緩め、マストが垂直になる方向（マストの上端が倒れ込んでいる方向と同じ方向）にクランプを回転させることで調整する。マスト用鋼管をマスト杭に取り付けて起立させ（図7）、ぐらつきがないことを確認する。

保守・盤用杭の最上部に、マスト杭の上側のクランプと同じ向き・同じ高さで直交クランプを取り付ける（以下、これを「マスト受けクランプ」と呼ぶ。）（図6）。このとき、空いている側のふたが上側に向かって開くようにする。計測・通信盤がある場合には、保守・盤用杭のマスト受けクランプより下の部分に盤筐体を取り付ける（図8）。

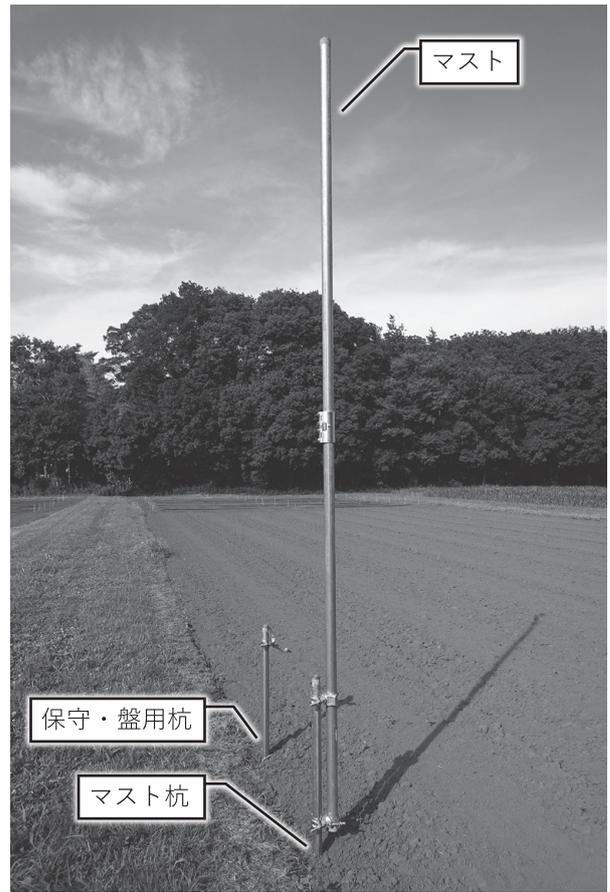


図7. マストをマスト杭に取り付けて起立させた様子.

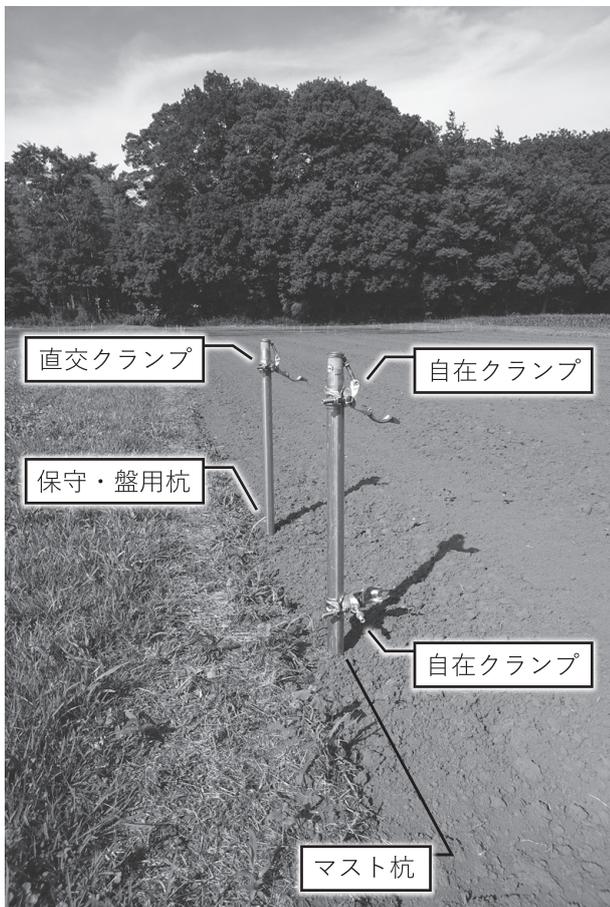


図6. マスト杭と保守・盤用杭にクランプを取り付けた後の様子.

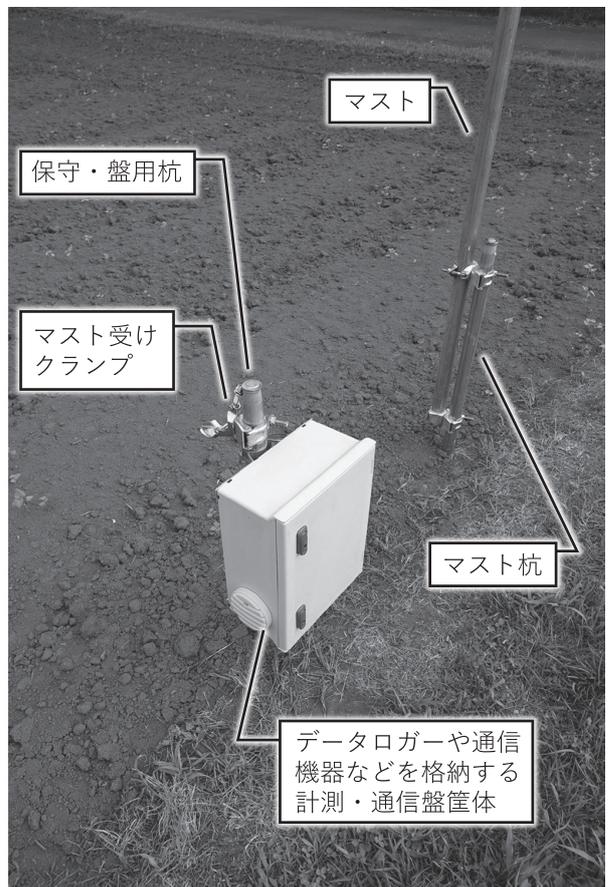


図8. 保守・盤用杭に計測・通信盤筐体を取り付けた様子.

4. マストの使い方

4.1 マストを倒す

地表面または水面を基準として観測高度を設定する場合には、マストを横倒しにする前に地表面または水面からマストの下端までの高さを測っておくとよい。マストを倒してから、測器を取り付けるべきマスト上の位置をマストの下端からの距離で決めることができる。

測器の設置や保守を行う際は、マストを倒す範囲に人がいないことを確認する。作業者は、マストが回転して倒れる際に接触する位置には身体を置かないようにして作業する。マスト受けクランプは、保守・盤用杭を把持していない側のふたを予め開放しておく。マストが倒れないように手でしっかりと支えておきながら（別の作業者に担当させることが望ましい）、マスト杭に取り付けた下側の自在クランプのマスト側の把持部のナットを緩めてマストの基部の拘束を解き（図9）、上側の自在クランプを軸にしてマストを倒す。横倒しになったマストをマスト受けクランプに載せ、ふたを閉じてからナットを締めて固定する（図10）。

保守・盤用杭を省略した場合は、保守等を行う際にのみ、マストの先端（または取り付けやすい位置）に適当な長さの軽量足場管を一時的に直交クランプで取り付け、倒したマストを支えるようにすると作業がしやすい（図11）。

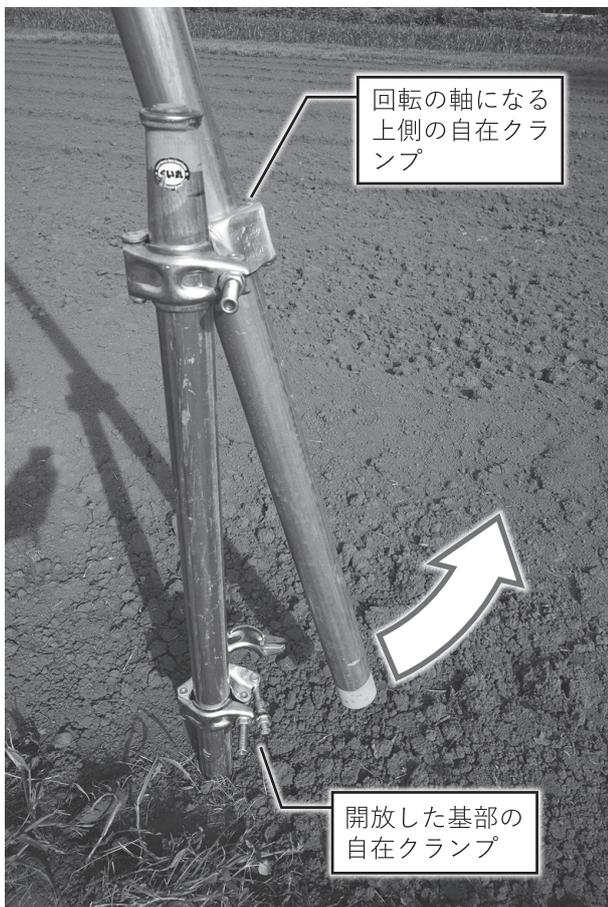


図9. マストを倒すためにマスト基部の自在クランプを開放した様子.

4.2 測器の設置

測器をマストから離して取り付けたい場合には、BS・CSアンテナ用のベランダ用取付金具（DXアンテナ（株）「MHV-117」・マスプロ電工（株）「SBCM35」）が便利である。張り出し部のパイプの外径はいずれも 31.8 mm なので、外径 48.6 mm のマストが太すぎて測器を直接取り付けられない場合にも活用できる。

取り付ける測器が軽い場合には、より簡易な張り出し用のアームとして、適当な長さに切断した直径 22.2 mm または 25.4 mm の農芸用鋼管（いわゆる「ハウスパイプ」）を、パイプハウス用の直交金具（東都興業（株）「カチックス 22.2 × 48.6」 「カチックス 25.4 × 48.6」、（株）加賀鉄工所「クロスメタル 22 × 48」 「クロスメタル 25 × 48」等）を用いてマストに固定する方法が手軽である（図12）。

ケーブルは、マスト杭に取り付けた上側の自在クランプを軸としてマストを倒す際や、保守・盤用杭に取り付けたマスト受けクランプでマストを受ける際に支障がないように、必要に応じて迂回させたり余裕長を設けたりして配線する。ケーブルの固定には、取り外しができ、再使用が可能な耐候性結束バンド（ヘラマタイトン（株）「リピータイ RF250-W」等）を利用すると便利である。

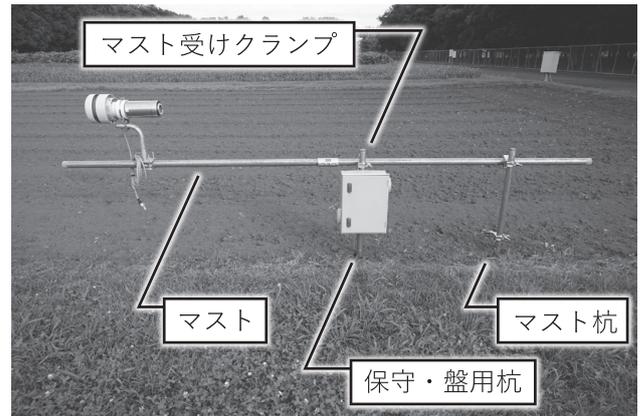


図10. 倒したマストをマスト受けクランプに載せて固定した様子.



図11. 倒したマストを支える軽量足場管をマスト先端に取り付けた様子.

4.3 マストを起こす

起こしたマストの基部を受けられるよう、マスト杭の下側のクランプのマスト側のふたを予め開いておく。4.1の逆の手順でマストを起こし、マストが倒れないように手でしっかりと支えておきながら（別の作業者に担当させることが望ましい）、マスト杭の下側のクランプで杭とマストの下部を確実に緊結する。この状態で、マストがぐらつかないことを確認する。

5. マストの撤収

4.1に示した手順でマストを倒し、設置の際とは逆の順序で分解していく。

鋼管杭の頭を水平方向に動かして土との間に隙間を作ると抜きやすくなるが、無理な力を掛けると鋼管杭が曲がってしまうことがあるので注意する。鋼管杭が抜けにくい場合は、鋼管杭の地上部に0.5～1m程度の軽量足場管を直交クランプで取り付け、その軽量足場管を梃子にして鋼管杭を回転させながらまっすぐ上に引き抜くと、鋼管杭を曲げずに取り出せる（図13）。

土が湿っていると、引き抜く際に鋼管杭と土との間に負圧が生じて抜けない場合がある。このような場合には、鋼管杭の頭部に鋼管杭が曲がらない程度の水平方向の力を掛けて鋼管杭と土の間に隙間を作り、負圧を逃がすと抜きやすくなる。

6. マストの高さが2.5m程度まででよい場合の簡易法

外径48.6mm×肉厚1.8mmの軽量足場管には、外径42.7mmの鋼管杭が挿入できる。そこで、3.1の方法で地面に打ち込んだ鋼管杭に軽量足場管をマストとして被せることで、簡易な観測用マストとして利用できる（図14）。鋼管杭に無理なく被せられる軽量足場管の長さは、取り付ける測器の重さや作業者の体格にもよるが、せいぜい2.5m程度までである。軽量足場管が沈下すると取り付けした測器



図12. ハウスパイプと金具を使ってマストにカメラを取り付けた様子。



図13. 杭の抜き方。



図14. 鋼管杭に軽量足場管を被せて使う簡易な観測用マスト。

の対地高度が変わってしまうので、鋼管杭の地際に兼用クランプを取り付けて軽量足場管が沈まないようにする。構造上、横倒しにはできないので、観測機器の設置と保守はマストを杭から一旦引き抜いて行うか、マストを立てたままで行う。

7. 注意事項

本稿は、著者が自らの責任において用いている方法を、参考までに例示したものである。その安全性・完全性・確実性・安定性・有用性等について著者はいかなる保証も行わず、利用の結果生じた損害について著者は一切責任を負わない。本稿で紹介した方法は汎用資材や他用途用資材を組み合わせたものであり、総体としての安全性は利用者自らが確保する必要がある。利用者は自らの判断と責任にお

いて本稿の情報を利用されたい。

本稿で示した写真は観測用マストの構造を解説することのみを目的としており、背景として写り込んでいる環境に適した観測方法を例示するものではない。

引用文献

経済産業省大臣官房技術総括・保安審議官, 2018: 電気設備の技術基準の解釈 (改正 20180824 保局第 2 号平成 30 年 10 月 1 日 付け). https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2018/09/300928-4.pdf (アクセス日: 2019/7/31).

福岡峰彦・桑形恒男・吉本真由美, 2019: 連載講座「栽培環境における気温の観測技法と利用」(4) NIAES-09S 改型強制通風筒の製作法. 生物と気象 **19**, 33-42.