

植物群落内の温湿度を捉える自立型観測装置「MINCER」

MINCER: A Novel Instrument for Monitoring Air Temperature and Humidity within Plant Canopy

福岡峰彦*・吉本真由美*・長谷川利拡*

Minehiko Fukuoka, Mayumi Yoshimoto, Toshihiro Hasegawa

1. はじめに

近年の気候変動に伴い、イネでは高温生育障害が問題になっている。不稔や登熟障害のように穂に関連した高温ストレス現象の発生実態を正確に把握し、対策技術の開発を進めるには、感部である穂の温度（穂温）を指標にすることが最適である。しかし、その測定には高度な技術と多大な労力を要する。一方、一般気象としての群落外の気温は、比較的容易に観測が可能であるものの、穂温とは異なる場合も多いのが問題である。したがって、高温生育障害を詳細に解析するには、群落外気温よりも穂温に近い指標が求められる。そこで、群落外気温と穂温との間に介在し、穂温の決定に大きく関わる気象要素である穂周辺の気温および湿度に着目し、これらのデータを精密かつ簡便に収集できる自立型の気象観測装置を開発した（福岡ら, 2011; Fukuoka et al., 2012）。

2. 装置の概要

開発した「MINCER (Micrometeorological Instrument for Near Canopy Environment of Rice)」は、イネをはじめとする植物の群落内に容易に設置できる小型の装置である（図1）。群落内での気温および湿度の観測に必要な機能をすべて取り込んだうえで、扱いやすいようにパッケージ化されている。そのため煩わしい配線作業は一切必要なく、群落内に置くだけで簡単に観測を始められる。

屋外における気温観測では、日射によるセンサーの温度上昇の影響を適切に排除するための放射除けを用いなければ、気温が真値よりも高く観測される誤差が生じる。特に植物群落内では、茎葉により自然通風が遮られるため、日射により温度センサーが昇温することにより気温が真値よりも高く観測される誤差が群落外よりも生じやすい。そこでMINCERは、日射の影響を排除して正確な気温を観測できるよう、日射を遮る筒の中にセンサーを格納して電動ファンで風を流す構造をもつ、強制通風式の放射除けを採用している。温湿度センサー・ロガー（図2⑦）は、太陽電池と充電電池で駆動するファン（図2④）により常時通風される二重通風管（図



図1：イネ群落に設置したMINCER

*大気環境研究領域

Agro-Meteorology Division

インベントリー, 第10号, p43-46 (2010)

2②) に格納される。

ロガーには一定間隔で観測したデータを 15000 点まで蓄積でき、回収は USB 経由で行う。

装置は高さを容易に調節できる三脚(図2⑥)に架装され、群落内の任意の高度で観測できる。装置が測定対象領域に入射する日射を遮って微気象条件を乱すことのないよう、測定対象領域の空気は横向きに突き出た二重通風管の先端(図2

①) で群落内から抽出され、セン

サーの周囲を通過する際に測定が行われる。なお、抽出した空気の一部は日射を受けて昇温する二重通風管の冷却にも使われるため、そのまま群落内に排出すると観測環境を乱す恐れがある。これを防ぐ目的で、抽出した空気はL字型の流路(図2①～⑤)で装置頂部まで導かれてから群落上に排出される。

内蔵する充電電池は晴天の日中には天面に装備する太陽電池で充電され、夜間も継続してファンを駆動する。曇天や夜間のように日射が弱く、晴天時よりも通風速度を遅くしても観測精度に支障をきたさないような条件では、専用の制御回路により通風速度を自動的に低下させて電力消費を抑制する。そのため、天候不良により太陽電池の発電が途絶えても、完全に充電されていれば2昼3夜の間連続して動作できる。

MINCER はこれらの工夫により、気象官署において運用されている JMA-95 型地上気象観測装置に用いられている強制通風筒と比較しても遜色ない放射除け性能を備えている (Fukuoka et al., 2012)。

なお、MINCER の製作費用は1台あたり7万円程度である。ただし、原型機で使用していたソーラーファンの生産が終了したことを受けて現在、構成部材の見直しと再構成を行なっているとあり、費用の変動が生じうる。

3. これまでの活用状況

著者らを含む研究グループは、世界のコメ生産地における高温障害の発生実態を把握するため、共通の観測装置として MINCER を導入した国際的な水田観測ネットワーク (MINCERnet) を構築した (吉本ら, 2011; Yoshimoto et al., 2012)。2012 年現在の MINCERnet 参加国は、世界有数のコメ生産国であるインド、スリランカ、ミャンマー、中国、フィリピン、台湾、アメリカおよび日本の8カ国である (図3)。

これまでの調査から、気候の違いによって、イネの出穂期や登熟期における水田での湿度レベルや気温の日較差、夜温などが大きく異なることがわかってきた (図4)。

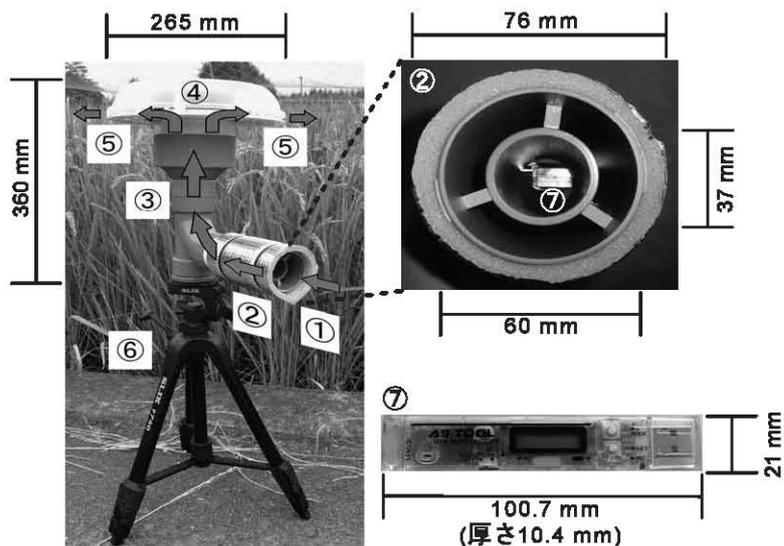


図2：MINCERの構造

これらはイネの穂温や生殖プロセスに関わる重要な要素であり、MINCERを導入したことによって初めて多国間で定量的な比較が可能となった。また、現地における最寄りの気象観測点は一般に水田地帯には設置されていないため、水田上より気温が高く観測される場合が多いことがわかった。さらに、イネの穂周辺の気温は水田上の気温より低いことが多く、その差は地域により異なることもわかった。



図3：MINCERnet への参加サイト

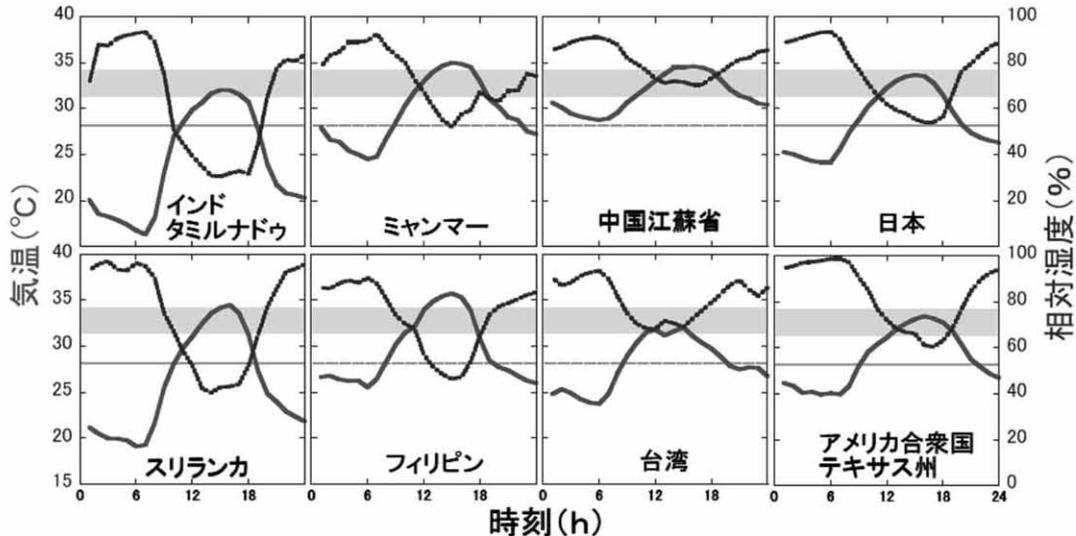


図4 MINCERnet 参加各国のイネ出穂期の水田での気温・湿度の日変化例
 実線は気温、点線は相対湿度。
 太い横実線は、品種によって開花時高温不稔が誘発されうる温度域、
 細い横破線は、登熟不良が発生しやすい日平均気温の閾値を例示している。
 穂温は湿度など他の気象条件によっては気温より高くなることもある。

このように、MINCER を各国共通の観測手法として採用した MINCERnet によって、イネの高温障害に直接関わるイネの穂周辺の気温・湿度の正確な実態が明らかになりつつある。さらに、MINCER によって得られた実測データを穂温推定モデル IM²PACT (Yoshimoto et al., 2011) に適用することで、穂温を推定することも可能である。

また国内でも、県農試において高温障害の発生実態把握のために MINCER の活用が始まっている。

4. おわりに

イネ群落内の微気象観測においてはこれまで、足場の悪い水田での測器の設置やファンの電源の確保に多大な労力を要することが大きな障害であった。また、測器の設置には複雑な配線作業が必要で、気象観測の専門家以外には技術的に難しいことも課題だった。これらの問題を解消して「集めたくても容易にはできなかったデータ」の収集を可能にした MINCER は、イネの高温生育障害の克服に取り組んでいる作物栽培の研究者や普及指導員が機動的に活用できるツールとして、イネの気象生態反応の理解を深化させるうえで大きく貢献することが期待される。

MINCERnet の成果の一部は、農林水産省委託事業「食と農の安全確保のための多国間研究交流ネットワーク事業」によるものです。

引用文献

- 1) Fukuoka, M., M. Yoshimoto and T. Hasegawa (2012): MINCER: A novel instrument for monitoring the micrometeorology of the rice canopy. *Journal of Agricultural Meteorology*, 68, 135-147
- 2) Yoshimoto, M., M. Fukuoka, T. Hasegawa, T. Matsui, X. Tian, C. Vijayalakshmi, M.P. Singh, Tin Tin Myint, W.M.W. Weerakoon, T. Lafarge, H.S. Lur and L. Tarpley (2012): MINCERnet: A global research alliance to support the fight against heat stress in rice. *Journal of Agricultural Meteorology*, 68, 149-157
- 3) Yoshimoto M., M. Fukuoka, T. Hasegawa, M. Utsumi, Y. Ishigooka and T. Kuwagata (2011): Integrated micrometeorology model for panicle and canopy temperature (IM²PACT) for rice heat stress studies under climate change. *Journal of Agricultural Meteorology*, 67, 233-247
- 4) 吉本真由美・福岡峰彦・長谷川利拡・松井勤・他 (2011): 国際観測ネットワークでイネの高温障害を解明する. 平成 22 年度 研究成果情報 (第 27 集), 48-49
- 5) 福岡峰彦・吉本真由美・長谷川利拡 (2011): イネ群落内の微気象を捉える自立型気象観測パッケージ「MINCER」. 平成 22 年度 研究成果情報 (第 27 集), 44-45

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