

若手研究者の会企画集会

「計測技術や測器に関する講習」開催報告

坂部綾香*・横山岳**・金谷真希***

*京都大学 農学研究科

**九州大学 農学研究院

***農研機構 北海道農業研究センター

1. 概要

日時：2024年3月14日(木) 17:00～18:30

場所：東北工業大学八木山キャンパス1号館121教室

主催：若手研究者の会

オーガナイザー：坂部綾香, 横山岳, 金谷真希

司会：坂部綾香

講演：

- 「フィールドセンシング技術の開発と改良—経験値とノウハウについて—」
白井靖浩 (農研機構 中日本農業研究センター)
- 「3球温度計の仕組みと野外観測における利用方法」
丸山篤志 (農研機構 農業環境研究部門)

2. 企画集会の趣旨

人工知能(AI)の発達により、農業気象学分野でも機械学習を活用した研究が増加している。それと同時に、学習データやキャリブレーションデータ等に用いられるセンシングで得られた精度の高いデータ(トゥルースデータ)の必要性は、より一層高まっている。野外観測において精度の高いデータを収集するには、センシングに関する知識、経験およびノウハウ等が必要となる。しかし、近年の傾向として、野外観測経験を有する研究者の数は減少の一途をたどっている。そこで本セミナーでは、これまで農耕地における環境モニタリングやセンシング技術開発に取り組んできた学会員を講師として、主に若手の学会員に向けて野外観測におけるセンシングのノウハウや注意点などを解説していただいた。また、参加者には事前に Google Forms を用いて「野外観測に関する疑問や気になっていること」を尋ねた。質問内容は講師と共有し、セミナー中に講師より回答がなされた。

3. 講演内容

3.1 「フィールドセンシング技術の開発と改良—経験値とノウハウについて—」

白井氏からはフィールドセンシング技術に関する技術的なノウハウのみならず、観測技術を向上させるための心構え、普及に関する話題など幅広い内容をご講演いただいた。講演は、白

井氏の学生時代のご経験に基づき、「よく観察する」をキーワードに始まった。まず、対流速度測定センサー (Fujimaki et al., 2000) とガルバニ電池式溶存酸素計 (Mowjood and Kasubuchi, 1998; 白井・粕淵, 2013; 白井, 2014) を題材に、フィールドセンシングにおけるノウハウをご紹介いただいた。白井氏は、センサーの原理を理解しておくことを重要な点として述べられた。センサーの原理を理解していれば、目的に応じた測定装置の作成やキャリブレーションの実施、正確に計測する仕組みを構築することが可能となる。また、室内では計測可能であったセンサーが屋外の厳しい環境では計測できない場合もあり、センサー開発・設置に利用する材料の材質の選定なども考慮する必要があることを述べられた。

次に野外観測においては、「チェックと事前準備」に関するノウハウをご紹介いただいた。野外は、屋内環境よりも厳しい条件であり、商用電源の確保も限られているため、センサーやロガーボックスの耐久性・耐候性が設置環境に対して問題ないか、バッテリーのみでどの程度の期間稼働できるかを「事前に」十分に検討することが重要であることを述べられた。耐久性・耐候性に関する対策の具体例としては、ロガーボックスなどを遮熱シートでカバーすることなどをご紹介いただいた。加えて、観測装置の設置においては、屋外での作業が可能な限りスムーズに行えるような工夫を行うこと、またそのような工夫が作業を実施する上で安全性を確保することが重要であると述べられた。

その他にも、設置環境の選定や獣害対策、観測技術の普及など多岐にわたる内容についてご紹介いただいた。設置環境の選定に関しては、観測経験が少ない人の場合、商用電源の利用可能な範囲に設置することを優先することで、建物の近くなど、計測の代表点として不適切な場所に観測装置を設置してしまう場合があるため注意が必要である。また、獣害対策に関しては、コードを動物が届かない高さに浮かせる、もしくは地中に埋める、コルゲート管などで保護するなどの対策をご紹介いただいた。これらの対策は、作業時にコードに足を引っかけてしまうなどの事故防止にも有効である。白井氏は、ご自身の観測技術の普及活動にも精力的に取り組まれており、これまでに九州全県と関東の一部の県に対して観測に関する講習を実施されている。その際に、web講習のみならず実際に現地へ行き、実機の制作と設置場所の選定を直接指導することが技術の普及に有効であったと述べられた。

最後に、若手の会の参加者からの事前質問に関するご回答をいただいた。若手からは多岐にわたる内容に関して数多く

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

2024年4月30日 受付

Copyright 2024, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

の質問がなされた。臼井氏は、全ての質問の回答に通じる内容として、実際に自らフィールドで観測を行い、試行錯誤しながら経験値をためることの重要性を強調された。

3.2 「3 球温度計の仕組みと野外観測における利用方法」

丸山氏からは、ご自身が開発した 3 球温度計と野外観測での利用方法についてご講演いただいた。気温を正確に測定するには強制通風筒を利用し、放射の影響を避ける必要がある。しかし、農地では電源の供給が難しく、ソーラーパネルなどの大掛かりな装置が必要になる場合がある。3 球温度計は大きさが異なる 3 つの球状の温度センサーからなり、球体表面の温度測定と放射の影響を排除する数式による補正によって気温を測定することができる。これは外気流中における球表面の熱収支と熱伝導の理論を利用したもので、強制通風筒を利用した場合との測定誤差(RMSE)は 0.13°C と非常に小さく(Maruyama et al., 2020)、商用電源の確保が難しいフィールドでの正確な気温測定を可能としている。また、温度センサーの大きさや数によって精度は異なり、前述した論文では 0.25mm , 1mm , 4mm の 3 つのセンサーを利用した場合の誤差が最も小さかったことが示されている。各センサーの温度測定で時間平均の算出に使用するサンプリングは約 15 回で誤差が最小値に漸近したことから、観測では 10 分間(30 秒×20 サンプル)の平均温度を使用することが勧められた。センサーは名古屋科学機器株式会社およびクリマテック株式会社から販売されており(2024 年 4 月現在)、具体的な設置例として 4ch 熱電対ロガー(HOBO UX120-140M, Onset 社)とウォルボックス(WB-1AJ, 未来工業)、センサーの固定に小型のビニル被膜付き両開きクランプ、直径 20mm の園芸支柱を使用した例が紹介された。

多地点における気温観測や、自然通風による温湿度観測の補完、環境のかく乱を抑えた観測など、本温度計の活用の可能性は多岐にわたる。特に環境のかく乱抑制については、例えば夜間の結露観測を目的とした群落内の測定など、強制通風によるかく乱の影響を抑えたい場合に効果的な選択肢となることが挙げられた。注意点として、温度センサーが露出しているため、センサーの破損をはじめとした鳥害や、雨滴による潜熱の影響、変色によるアルベドの変化、ハウス屋根のフレームによる影の影響などが挙げられた。

質疑応答では、風速の測定を行うことで放射の強さの算出が可能であることや、森林キャノピーなど影が得意な環境での測定について助言があった。また、耐用年数については、前述した鳥害などによって半年ほどで何らかの対応をとることが多いことと、北海道など冷涼な地域の方が長持ちしている印象がある点について挙げられた。

4. 所感

臼井氏の講演では、現場に適した仕組みづくりが重要であるという言葉が印象的であった。高い精度の測器を持っていたとしても、正しく使用もしくは性能を發揮できる仕組みがなければ精度の高いデータを得ることは難しい。正しく使用するには、原理を理解しておくことが必要不可欠である。丸山氏の講演では、3 球温度計の基本的な原理から応用に至るまでを紹介していた

だった。商用電源のない圃場であっても、放射よけや強制通風を行わずに正確な気温を測定したいという現場のニーズに応えるアイデアである。測器は持ち運びのしやすさという点でも工夫されている。3 球温度計の詳しい開発の経緯は、丸山(2023)に紹介されているので参考にされたい。2023 年 3 月 16 日に開催された日本農業気象学会 80 周年記念セッションにおいて、丸山氏は現場での観測から得られるインスピレーションは AI 技術では代替できず、研究者の重要な役割となると述べている(熊谷ら, 2023)。臼井氏も講演中に、野外計測は AI にはできない人間の経験に頼る分野であると述べた。質の高い観測データを取るには、まずは現場をよく観察し、状況に応じて独自の工夫を凝らすことが大事であると感じた。

セミナーの参加者は 60 名ほどであり、セミナー後の懇親会の参加者は 40 名、その約半数が学生であった。事前質問の内容は、強制通風筒のデザインや、3 球温度計を実際に使用する上でのコツといった具体的なものから、自作の測器を使用する際の注意点、精度やデータの信憑性を落とさずに費用を抑えるための注意点など多岐にわたった。多くの若手学会員が現場での観測に苦労している様子がうかがえた。一方、近年はデータの蓄積が進む中で、統合解析など必ずしも自らが取得したわけではないデータを扱う場面も増えている。これまでに野外観測を行ったことがない若手研究者も、本セミナーを通じて観測データがどのように生み出されるのかを知り、データに対する理解や愛着が深まれば幸いである。最後に、経験の浅い若手研究者は失敗をしながらノウハウを積み重ねる必要があるが、情報交換により障壁を突破できることもある。臼井氏が講演中に述べていた通り、仲間づくりが大切である。今後も若手会のセミナーおよび懇親会が、そのようなネットワークキングの場になると期待している。

引用文献

- 臼井靖浩, 2014: 水田湛水層における物質輸送が湛水面近傍の大気環境へ及ぼす影響. 土壌の物理性 **126**, 71-76.
- 臼井靖浩・粕渕辰昭, 2013: 水田湛水層における CO_2 濃度, DO, pH および RpH の日変動とその相互関係. 陸水学雑誌 **74**, 15-20.
- Fujimaki Y, Mowjood MIM, Kasubuchi T, 2000: Measurement of convective velocity of paddy ponded water of a paddy field. *Soil Science* **165**, 404-411.
- 丸山篤志, 2023: 気候変動適応の基礎となる群落微気象と作物の気象応答に関する実験的・理論的研究. 生物と気象 **23**, 80-84.
- Maruyama A, Matsumoto Y, Nakagawa H, 2020: Multiple-globe thermometer for measuring the air temperature without an aspirated radiation shield. *Agricultural and Forest Meteorology* **292-293**, 108028.
- Mowjood MIM, Kasubuchi T, 1998: Dynamics of dissolved oxygen (DO) in the ponded water of a paddy field. *Soil Science and Plant Nutrition* **44**, 405-413.