

2024 年度奨励賞を受賞して

黄瀬佳之(山梨大学)

1. はじめに

このたびは、日本農業気象学会奨励賞を賜り、大変光栄に存じます。ご推薦者をはじめ、選考委員のみなさまに心より感謝申し上げます。また、これまで研究活動にあたって多大なるご支援をいただきました指導教員ならびに研究者・学生の方々に深く御礼申し上げます。受賞に至った研究の詳細は原著論文に譲ることとし、本稿では農業気象学に携わる一研究者としての歩みとともに、研究に至った経緯および研究概要の紹介をいたします。

2. 農業気象学への歩み

私が研究を始めた当初は、農業気象学という分野に携わるとはまったく考えておりませんでした。学生時代は、伊豆田猛先生(東京農工大学)の研究室に所属し、主に樹木に対するオゾンの影響に関する実験的研究を実施していました。オゾンというと紫外線をカットしてくれる成層圏のオゾンが有名です。一方、人間活動に伴って対流圏でもオゾンが発生しています。オゾンは酸化力が強いガス状の大気汚染物質であり、対流圏に存在すると植物の葉の気孔から吸収されて光合成や成長を低下させます。数学が好きだった私は、気孔からのオゾン吸収量を推定するモデルの開発に興味を持ちました。始発で研究フィールドに行き、栄養ドリンクを片手に日が暮れるまで泥臭く気孔コンダクタンスを測定し、大学に帰ったらすぐにデータを打ち込んで環境要因との関係を解析する日々でした。そうして気孔を介したオゾン吸収量の推定が可能になり、オゾン吸収に対する光合成応答に樹種間差があることを明らかにしました。ここまでは私の修士研究の予定でした。しかしながら、M2 の秋に指導教員から「日本全国の樹木のオゾン吸収量を推定して、光合成に対するオゾン影響評価の地図を書いてよ」という御達し(?)が出ました。二つ返事で引き受けはしましたが、オゾン吸収量の推定には日本全国の気象データが必要であり、気象庁の HP から気象データの 1 時間値を地道にダウンロードすると 2 年近くかかることが判明し、絶望感に打ちひしがれました。しかし、この出来事こそが私にとっての大きな転機であり、本格的にプログラミングに着手して研究の幅が一気に広がるきっかけとなりました。なお、この数年後に農研機構のメッシュ農業気象データが公開されたようです。大変有益なデータで、本奨励賞に関わる研究で活用させていただきました。

さて、博士課程では樹木の上位葉と下位葉(いわゆる陽葉と陰葉)に対するオゾン影響の違いとそのメカニズムをオゾン吸収量の視点から明らかにしたほか、成長に対するオゾンと養分の

複合影響の解明やモデリングなど、オゾンの研究を続けておりました。そんなある日に増富祐司先生(当時は茨城大学; 現在は国立環境研究所)が研究室に訪問されました。増富先生はイネの光合成や収量に対するオゾン影響のモデリングに興味を持たれていて、伊豆田先生のところに助言を求めにいられました。それが契機となり、博士課程を修了後、本格的にモデル研究をすべく学振 PD の申請を増富先生の研究室で考えていました。申請の相談のために茨城大まで足を運んだところ、「オゾンの研究ではないけど、ちょうど別のプロジェクトでポストを募集しているから来月から来ない?」とお声がけをいただきました。あまりにも急展開で驚きましたが、ポストが決まっていなかった私にとっては救いの言葉でした。これが二度目の大きな転機です。インドネシアのイネの収量に対する気候変動の影響を評価する研究プロジェクトに関わることになり、農業気象研究の世界に飛び込んだ瞬間でした。この研究では、Masutomi *et al.* (2016a, 2016b) が開発した光合成や発育などの生理プロセスに基づく収量予測モデル MATCRO を、インドネシアのイネ品種用にチューニングし、今後の気候変動に伴う収量変化予測を行いました(Kinose *et al.*, 2020)。また、植物の環境応答の生理メカニズムにも興味があった私は、気温上昇による光合成、呼吸、発育速度の変化に伴って収量が低下することをモデル解析の視点から明らかにし、それらの情報をもとに今後行うべき適応策についても提案しました。研究成果は、*Journal of Agricultural Meteorology* の論文賞を賜われたほか、学会参加時に飯泉仁之直氏(農研機構)からお声がけいただき、日本農業気象学会 75 周年記念出版に参画させていただきました(Kinose and Masutomi, 2019)。その後、日本の米の品質に対する気温上昇の影響と適応策に関する研究に着手し(Kinose and Seita, 2022)、本奨励賞を賜ることになりました。

3. 研究の経緯と概要

農作物に対する気候変動の影響については世界的に重要な研究課題です。日本の主要穀物であるイネに着目すると、九州では米の品質低下が叫ばれて久しいです。九州のような元々温暖な地域において気温上昇による悪影響が顕在化するのは尤もらしいですが、冷涼な地域においても米の等級が下がっているというニュースがしばしば流れます。実際に私がスーパーで買った米にも白未熟粒が混在していますし、一般の消費者の中には、その異変に気付いている人もいます。

九州では「ヒノヒカリ」が主要品種です。読者のみなさまにとっては釈迦に説法かもしれませんが、残念なことにヒノヒカリは白未熟粒が比較的発生しやすいです。その対策として期待されるのが高温耐性品種への転換で、農研機構が開発した「にこまる」は有力な候補の 1 つです。なお、白未熟粒が白く見えるのは高温で米のデンプンの詰まりが悪くなり、小さな空隙がたくさんで

きて光が乱反射するからです。特に、デンプン充填に関わる出穂後 20 日間の平均気温と白未熟粒の発生率との間には正の相関があることが知られています。ここで、出穂前のイネは茎にデンプンを蓄えており、出穂後に米の形成のために転流・利用しますが、にこまるはその貯蓄が多いためデンプン不足や白未熟粒の発生が起こりづらいついて言われています。このように高温耐性品種に転換することで白未熟粒の被害を抑制でき、米の等級の上昇については農家の収入増加に繋がるはずですが、品種転換は劇的には進まないのが現状です。例えば、消費者は珍しい品種の購入を避ける傾向にあるなど、いくつかの要因が関与しているものと思われます。一方、農家が実施しやすく、かつ、効果的と思われる適応策として遅植えがあります。通常は出穂後の 20 日間は夏の暑い時期と重なってしましますが、田植えの時期を遅くすることで高温時期を回避するという方法です。私は、少しでも高温被害の対策を進めるための科学的な知見を提供したいという想いで、九州のイネの白未熟粒の発生率に対する気温上昇の影響と適応策に関する現状評価および将来予測を行うことにしました。

研究の結果、現状(2001～2020 年)はヒノヒカリの白未熟粒の発生率は九州全域平均で約 5%(ただし、年によっては最大 20%ほど)であり、にこまるは概ね 0%であることが示されました。また、例えば RCP2.6 シナリオでは、2050 年のヒノヒカリとにこまるの白未熟粒の発生率は、それぞれ約 30%および約 10%になるという予測結果でした。このことから、今後は白未熟粒の発生率がさらに増大する可能性があり、にこまるへの品種転換が有効な適応策の 1 つであることが示されました。ただし、熊本平野などの温暖な地域ではにこまるでも被害が大きく、より高温に耐性のある品種を今から開発する必要があると思われます。一方、遅植えについては、例えば田植えを 30 日遅くした場合に白未熟粒の発生率を約 20%抑えられることが示されました。ただし、過度な遅植えをすると秋の日照不足による収量・品質低下が危惧されます。1 つの適応策だけに頼らず、うまく組み合わせる必要があると思われます。

4. さいごに

これまでイネの収量や品質に対する気候変動の影響評価の研究を実施してきました。収量予測モデルはプロセスベースである一方で、品質予測モデルは経験的 です。例えば、茎内でのデンプン貯留・転流やデンプン合成が白未熟粒の発生に関わることが明らかになっています。これまで収量予測に使われてきたモデルは品質予測にも使える可能性があり、品質の予測精度の向上のほか、遅植えによる収量への悪影響の評価なども可能かもしれません。今後も引き続き研究を行い、作物に対する環境要因の影響評価や適応策の検討の一助になれば幸いです。

5. 謝辞

学生時代から現在まで多くの先生方、先輩・後輩にお世話になりました。学生時代の恩師である伊豆田猛先生(東京農工大学)はもちろんのこと、研究室の先輩である渡辺誠先生(東京農

工大学)と山口真弘先生(長崎大学)には、研究計画から論文執筆までたくさんのご指導を賜り、また、そのたくましい背中を見ながら学生時代を過ごすことができました。本学会の関係者で言えば、農業気象研究への道を切り拓いてくださった増富祐司先生(国立環境研究所)、同時期にポストドクをご一緒した滝本貴弘氏(農研機構)、そして両氏とも交流の深い飯泉仁之直氏(農研機構)をはじめ、実学である農業気象学を真剣に、でも愉しみながら研究をされている姿は今日の私の研究観に大きく影響しています。また、以前いただいた論文賞に続いて、今回の奨励賞にもご推薦くださった高木健太郎先生(北海道大学)には改めて感謝申し上げます。最後に、お世話になったみなさまからいただいたご恩を、奨励賞という形で少しでもお返しできたことを大変嬉しく思います。しかし、それでもまだお返しできておりません。今回の受賞を励みに、今後も一層精進して参りたいと思います。

引用文献

- Kinose Y, Masutomi Y, 2019: Impact assessment of climate change on rice yield using a crop growth model and activities toward adaptation: Targeting three provinces in Indonesia. In *Adaptation to Climate Change in Agriculture* (eds. by Iizumi T, Hirata R, Matsuda R). Springer, Singapore, pp. 67–80.
- Kinose Y, Seita R, 2022: Simulating the impacts of and adaptation options for increasing air temperature on chalky rice grains in the Kyushu region of Japan. *Journal of Agricultural Meteorology* **78**, 147–154.
- Kinose Y, Masutomi Y, Shiotsu F, Hayashi K, Ogawada D, Gomez-Garcia M, Matsumura A, Takahashi K, Fukushi K, 2020: Impact assessment of climate change on the major rice cultivar Ciherang in Indonesia. *Journal of Agricultural Meteorology* **76**, 19–28.
- Masutomi Y, Ono K, Mano M, Maruyama A, Miyata A, 2016a: A land surface model combined with a crop growth model for paddy rice (MATCRO-Rice v. 1) - Part 1: Model description. *Geoscientific Model Development* **9**, 4133–4154.
- Masutomi Y, Ono K, Takimoto T, Mano M, Maruyama A, Miyata A, 2016b: A land surface model combined with a crop growth model for paddy rice (MATCRO-Rice v. 1) -Part 2: Model validation. *Geoscientific Model Development* **9**, 4155–4167.