

日本農業気象学会 2025 年全国大会

オーガナイズドセッション OS-2

「農耕地の GHG 排出削減に関わる国内外の動向」の報告

小野圭介*・常田岳志*・南川和則**

〔*農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境研究部門
**国際農林水産業研究センター〕

Summary Report of Organized Session OS-2: “Domestic and International Trends in Greenhouse Gas Emission Mitigation from Agricultural Lands” at the 2025 Annual Meeting of the Society of Agricultural Meteorology of Japan

〔*Keisuke ONO, *Takeshi TOKIDA, **Kazunori MINAMIKAWA
*Institute for Agri-Environmental Sciences, National Agriculture and Research Organization
**Japan International Research Center for Agricultural Sciences〕

1. 概要

日時: 2025 年 3 月 13 日 (木) 15:00–17:00
場所: 東海大学熊本キャンパス (熊本県熊本市東区渡 9-1-1)
2 号館 3 階 2303 教室 (B 会場)
オーガナイザー: 小野圭介, 常田岳志, 南川和則
講演

1. 農業分野における J-クレジットの動向 (佐野智人)
2. アジアにおける水田水管理によるメタン排出削減の社会実装に向けた研究の展開 (南川和則, 宇野健一, 小野圭介, 山本昭範, 張可, 酒井徹, Win Sithu Maung, 渡辺守, 進藤惣治, 泉太郎, 須藤重人)
3. 水田からのメタン排出削減におけるイネ品種改良からのアプローチ (常田岳志, Ma Xuping, 福嶋大智, Hmwe Kyu Kyu, Samuel Kimani, 河合翼, 宇賀優作, 梶浦雅子, 高井俊之, 南川和則, Kristine Pascual)
4. 小規模作物群落を対象とした濃度計測による GHG 排出量の評価 (小野圭介, 常田岳志, 熊谷悦史, 山浦寛子, Ma Xuping, 福嶋大智, Hmwe Kyu Kyu)
5. 水田からの CH₄ の排出に及ぼす地球温暖化と有機栽培の影響 (程為国)
6. 牛ふん堆肥および木炭を施用した飼料畑におけるネガティブエミッションの拡大 (古賀伸久, 後藤慎吉)
7. リアルカーボンファームリングを可能にする CO₂ フラックス観測 (下田星児, 伊川浩樹, 金谷真希, ソンジャネ スティーブン)

2. 趣旨

カーボンニュートラルに向けて農業分野でも温室効果ガス

(GHG) 排出削減が求められている。本オーガナイズドセッションでは、農耕地の GHG 排出削減に関わる国内外の動向および削減技術開発の現状について情報を共有するとともに、今後の研究の方向性を議論することとした。

3. 講演内容

はじめにオーガナイザー (小野) から開催趣旨 (上記 2) の説明を行い、続いてクレジット関連の最新の動向や関連する研究プロジェクトの話題提供、その後水田、畜産、畑地の研究発表が続いた。講演時間は、講演 1, 2 は情報も多いため 20 分間とし、講演 3 以降は 14 分間とした。2 時間の枠内に収めるため、総合討論の時間は設けなかった。

近年、国内でも排出量取引やカーボンクレジットの仕組みが整えられ、利用が進み始めている。佐野氏 (農環研) は、カーボンクレジットの 1 つである J-クレジット制度の農業分野の方法論、とくに 2020 年に認められた AG-004「バイオ炭の農地施用」と 2023 年に認められた AG-005「水稻栽培における中干し期間の延長」について、方法論の中身から今後の課題まで幅広く説明した。J-クレジットについては、前身の国内クレジット制度と J-VER を含めて比較的長い歴史があるが、実際に動き始めたと言えるのは 2020 年の菅首相 (当時) による 2050 年カーボンニュートラル宣言以降である。中干し延長については、すでにプロジェクトが複数登録され、取引が徐々に増えてきている。2025 年 1 月より東京証券取引所のカーボンクレジット市場では、両クレジットの現在価格が明示されるようになり、それぞれを指定した取引も可能になったとのことであった。方法論として認められるためにはクレジット化されることではじめて実施される「追加性」が必要であることと説明があった。分野や作目によっては、すでに一般化した削減技術が普及している場合もあるが、この場合はクレジット化の対象とはならない。慣行に加えて何らかの

<https://agrmet.jp/wp-content/uploads/2025-D-1.pdf>

2025 年 4 月 2 日 受付

Copyright 2025, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

追加的な削減対策を行う必要がある。バイオ炭は取引価格が中干し延長に比べて非常に高いのはなぜかという質問があった。これについて、一般的に GHG 削減系方法論よりバイオ炭のように大気中の GHG を除去する吸収系方法論の方が気候変動緩和の効果が高いとみなされ、その価格も高く見積られる傾向にあるが、東京証券取引所では現時点でバイオ炭の取引実績がなく実際の市場価格とは言い切れないとの回答であった。

パリ協定では、国別排出削減目標に基づく実効的な削減が求められていることから、国際的な排出量取引に向けた制度作りが進んでいる。南川(国際農研)は、2025 年 2 月に公表された水田メタン削減に関するフィリピンとの二国間クレジット制度(JCM)の設計に携わった。本講演では、国際的なクレジット制度が近年次々動き始めていること、それらに対するフィリピンとの JCM の特徴、南川らが現在進めているカンボジアでの水田メタン削減プロジェクトについて解説した。また、その中で農業気象分野への期待と連携できる可能性の高い部分についても具体的に示した。フィリピンとの JCM は、実効性と高い取引価格を狙い、他の既存クレジット制度よりも厳格であるとのことである。具体的には、節水型間断灌漑(AWD)を実施する水田群と、慣行の水管理を実施する水田群のそれぞれでの水位の日視観測に加えて、チャンバ法によるメタン(CH₄)フラックスの実測が求められている。したがって、この JCM に参加する場合、自前あるいは委託により CH₄ 濃度の測定を行う必要がある。2025 年 3 月の時点で、すでにプロジェクトを進めている事業体があるとのことである。アジア域では、日本のように個々の水田まで灌漑・排水施設が整っていることは稀で、多くは田越し灌漑である。そのような水田では個々に AWD を導入するのは難しい。現在実施中のカンボジアのプロジェクトでは、このような水田群(約 60 ha)を対象に、輪番灌漑により AWD を実施して水田群全体の CH₄ 削減を狙う。広域の水管理技術を開発するとともに、実効性を担保するための方法論の開発も進めている。衛星やドローンからのリモートセンシングによる田面水位の変動把握、CH₄ 排出量とその削減量の微気象計測に取り組んでいるとのことである。土壌分野の研究を主としている南川からは、メタン削減に関して農業気象分野とは様々な側面連携が可能であり、研究貢献を期待しているとのメッセージがあった。アジアの水田における落水の可否について質問があり、低地や雨季などの条件が悪い場合を除いて概ね落水可能であること、炭素クレジットプロジェクトにおいては好条件(落水管理が可能な圃場群で規模が大きいところ)の候補地選びは早い者勝ちとなっている状況であるとの回答があった。

水田の水管理は CH₄ 削減の有力な対策であるが、天候や圃場条件によって十分に土壌を乾燥させることができない場合には効果が限定的となる。この課題に対して、常田(農環研)らは、栽培するイネ品種自体を低 CH₄ 化する品種改良を見据えたアプローチを探っている。本講演ではその具体的な手順と課題・展望について紹介した。まず、世界のイネのコアコレクションと呼ばれる在来品種を中心に品種比較を行い、排出量に 2 倍以上の大きな差があることを見出した。また、この結果から、国内で主力のコシヒカリは世界的にも排出量が多い品種であることがわかった(Kajiura et al., 2025)。一方で品種間差を生じさせるメカニズムはほとんど解明されていないため、関連する可能性

のある特定のイネ遺伝子に着目した、仮説検証型の研究も同時に進めているとのことである。現在、常田らは、根の伸長角度に着目し、インド型品種(IR64)およびその遺伝的背景を持つ根の伸長角度が異なる準同質遺伝子系統を対象に研究を進めている。伸長角度の影響を調べたところ、角度が鉛直下向きに深い系統では CH₄ 排出量が小さく、反対に浅い系統では最も排出量が大きかった。この結果は、根の伸長角度を深くすることで CH₄ 排出量を低減できる可能性を示唆している。深根性系統は干ばつ耐性が高いと考えられることから、フィリピンやベトナムにおいて、水管理による CH₄ 低減との組み合わせの効果の実証を試みている。CH₄ フラックスの測定にはチャンバ法を用いているが、携帯型 CH₄ 濃度計を用いることで従来のガスクロマトグラフを用いる分析方法よりも高速化されている(一連の成果は Journal of Agricultural Meteorology で発表済: Tokida, 2021; Kajiura and Tokida, 2021; Kajiura and Tokida, 2022)。それでも、大規模なスクリーニングを行うためにはさらなる迅速化が必要であり、そのための計測技術の開発が目下の課題とのことであった。低 CH₄ 品種には経路(バブル)や根に特徴があるのかとの質問があり、おそらくその可能性が高いとの回答であった。

1 つ前の常田らの発表を受けて、小野(農環研)が、チャンバを用いずに小規模な群落で GHG 排出量を評価する方法について発表した。チャンバ法は、時間と労力が必要なため測定数に限界がある。一方、従来の微気象学的手法は、数 10 m 以上の均一な群落が必要であり、供試できる圃場や測器に大きな制約がある。そこで、風速の弱い群落内の濃度場に着目し、それがどのように形成され排出量とどのように対応しているのかを調べた。その結果、4 m 規模の群落でも、チャンバで測定したフラックスに対応した CH₄ 濃度場が形成されていることがわかった。とくに水面直上 2 cm の濃度は、フラックスの大小関係や相対的な差異とよく対応していた。一方、群落内外の濃度プロファイルを用いたインバース推定は、現状の適用方法ではフラックスを過大評価した。2024 年の実験では、さらに小さい 2 m 規模の群落でも水面上 2 cm の濃度とフラックスの相対的な関係が見えることがわかった。フラックス絶対値の定量にはさらなる研究が必要であるが、相対的な比較は可能なことから、スクリーニングの用途として現場での実利用を想定している。また、応用として、CH₄ 濃度のプロファイルから排出経路の分離の試みについての結果の紹介もあった。質疑応答では、この分離の試みで得られた CH₄ 濃度プロファイルの解釈について質問があったが、まだ研究途上のため確たることは言えないとの回答であった。

水田からの CH₄ 排出については、他学会でも精力的に研究が行われている。程氏(山形大学)は、土壌肥料学会において複数回開催した水田 CH₄ に関するシンポジウムを振り返るとともに、まだ十分に解明されていない CO₂ 濃度上昇およびそれと気温上昇との組み合わせが水田 CH₄ 排出に与える影響について現時点までにわかっていることを概説した。高 CO₂ 処理の影響については、複数のメタ解析で CH₄ 排出量の増加が示されているが、その増加率は、個々の研究では減少低下する結果も中国の研究者によって報告されている。これらの研究は中国から多く発信されており、実際の中国での研究体制・施設の充実ぶりについても紹介があった。また、山形大学に赴任以降取り組んでいる有機栽培が CH₄ 排出に及ぼす影響についても言及が

あった。基本的に、地力維持の観点から推奨される堆肥や緑肥等の有機資材の投入は、 CH_4 排出を増加させる方向に働く。しかし、資材の選定や水管理によって増加を抑制することも可能との研究結果を示した。有機栽培は雑草との戦いであるが、雑草の有無が CH_4 排出量に影響する可能性も考えられることから、とくにフラックス計測に関して農業気象分野との更なる協働を期待しているとのことであった。雑草が CH_4 排出を抑制できる理由について質問があり、主に雑草の根量と活性が水田土壌の還元状態を抑制するためと考えられるとの回答であった。

畜産分野でも GHG 削減に関する取り組みが様々になされている。古賀氏(九沖農研)は、九沖農研内で実施中の飼料畑の GHG 収支の研究を紹介した。基本的に畜産活動そのものは GHG 排出源となる。そのため、飼料の改良等で家畜からの CH_4 排出抑制のための技術も開発されている。一方、古賀らの研究は、より効果的な対策として、家畜飼料を栽培する圃場に堆肥やバイオ炭(広葉樹主体の粗粒木炭)を投入することでネガティブエミッション、すなわち大気中の GHG 濃度を減少させることを目指している。研究対象の飼料畑は、冬期にイタリアンライグラス、夏期に飼料用トウモロコシを作付けする体系で、そこに無窒素区、化学肥料区、堆肥区、バイオ炭混合堆肥区を設け、チャンバ法により CO_2 、 CH_4 、 N_2O の各フラックスを測定した(資材の施用量等の詳細は講演要旨参照)。2022 年から 3 年 6 作を終えた 2024 年までの GHG 収支(GWP に基づく CO_2 等価量)では、無窒素区と化学肥料区では、GHG 収支は排出であったが、堆肥区とバイオ炭混合堆肥区では大きな吸収となった。堆肥は部分的には分解されるが、この時間スケールでは多くは土壌中に残存し、ほとんど分解を受けなかった木炭とともに炭素蓄積に貢献した。なお、収量に相当する可消化養分は、無窒素区以外は同等であった。今後も試験を継続し、最終的にはバイオ炭製造・輸送等に関わる GHG 排出も考慮した LCA を実施するとのことである。堆肥の質に関する質問があり、完熟でないものは土壌投入後に相応の CO_2 が発生するとの回答であった(本研究では完熟堆肥を施用)。

カーボンファームは土壌を含む農業生態系への炭素蓄積あるいは炭素減少の抑制を目指す農法で、概念自体は新しいものではないが、脱炭素に向けた動きの中で改めて着目されている。古賀氏らの発表にあった堆肥やバイオ炭の利用のほか、不耕起栽培やカバークロップ栽培など従来の土壌保全農業の多くを含む。下田氏(北農研)らは、国内の GHG 排出削減に関する研究事例や取り組みは水田が先行しており畑地については研究事例が不足しているとの認識に基づき、2024 年から北農研芽室拠点において渦相関法によるジャガイモ畑での CO_2 フラックスモニタリングを開始した。十勝平野の代表的な畑作物であるジャガイモ栽培からの CO_2 フラックスは、夏季の土壌水分状況を反映した挙動となっていることを確認した。2024 年は他年次のような乾燥による減収が見られなかったが、フラックスデータを解析した結果、それが 7 月下旬の降水の効果によるものと考えられた。今後は、フラックスデータを農家圃場の生育モニタリングや試験圃場のフェノタイピングに展開することを考えているとのことであった。質疑応答では、とくにこの点について、クロロフィル蛍光計測やフットプリント解析を用いることが有用であるとのコメントがあった。また、「リアル」カーボンファームの

定義について質問があり、係数で評価を決定する既存のカーボンファームに対して、農家圃場で実測(リアル)の値を示すことを意味するのがリアルカーボンファームであるとの回答であった。

4. 所感

参加者が約 60 名となり、関心の高さを伺うことができた。農地 GHG 研究では土壌分野の研究者との協働が今後の研究展開に不可欠と考えられることから、本学会においても定期的に情報交換等を行なっていくと考えている。(小野)

クレジット制度の構築・普及に伴って農耕地の GHG 研究は「レギュラトリーサイエンス」の色合いが増しているが、依然として基礎から応用、現場からモデルまで様々な研究が必要とされていることに変わりはない。多様な研究者をしなやかに包摂する本学会は、農耕地の GHG 研究の進展に大きな貢献ができると確信している。(常田)

2024 年の入会以来、初めての大会参加となったが、本学会においても気候変動緩和に関する研究開発やその社会実装に幅広い関心が寄せられていることを実感できた。(南川)

講演者、当日の参加者、ならびに大会関係者にこの場を借りて感謝申し上げる。

引用文献

- Kajiura M, Tokida T, 2021: Quantifying bubbling emission (ebullition) of methane from a rice paddy using high-time-resolution concentration data obtained during a closed-chamber measurement, *Journal of Agricultural Meteorology*, 77, 245–252.
- Kajiura M, Tokida T, 2022: Appropriate chamber deployment time for separate quantification of CH_4 emissions via plant and ebullition from rice paddies using a modified closed-chamber method, *Journal of Agricultural Meteorology*, 78, 41–45.
- Kajiura M, Saito T, Ma X, Nishiwaki J, Tokida T, 2025: Pathway-specific flux and dissolved CH_4 pool in the soil across 22 rice cultivars, *Journal of Agricultural Meteorology*, 81, 57–65.
- Tokida T, 2021: Increasing measurement throughput of methane emission from rice paddies with a modified closed-chamber method, *Journal of Agricultural Meteorology*, 77, 160–165.



写真 1 会場の様子