

## 地球温暖化時代の農業技術開発と地域課題の解決

遠藤和子\*

〔キーワード〕：地球温暖化，GHG 排出削減，技術開発，農業経営，地域課題解決

## 1. はじめに

2050 カーボンニュートラル宣言の後，農林水産省においてはみどりの食料システム戦略（以降，みどり戦略）が策定された。温暖化効果ガスが増え続けていることに端を発する気候変動は，作物生産への影響や気象災害等の発生など，農業生産，農業基盤，地域資源の管理にも大きな影響を及ぼしており，気候変動への対策は喫緊の課題である。農村の現場は，後継者不在，高齢化，担い手への集約がかつてないスピードで進んでいる。一方，今までにない農業経営の出現，有機農業の推進，半農半Xのすすめ等，農業生産に加え，農村政策の視点からバラエティに富んだ提案がなされ，変化を促す好機になっている面もある。しかしながら，担い手の経営を後押しするスマート農業の推進や，農業水利施設，農地，農道，里山等，かつて大人数で支えてきた地域資源の管理に関する技術開発等も課題となっている。さらに，ウクライナ問題による食料安全保障の懸念やコロナ禍による経済活動の停滞等，以前では想像もできなかった問題が起きている。

地球温暖化対策計画やみどり戦略においては，こうなりたい将来に向かってバックキャストに目標が掲げられ，それを達成するため施策や投資（ESG投資等）が農村に向けられている。事態は複雑で目まぐるしく変わっており，チャンスではあるものの少なからず問題を引き起こしている。そうした中，われわれの立場からこの事態にどのように向き合っていけばいいだろうか。筆者が現在携わっている技術開発の事例を参考に考えてみたい。

## 2. GHG の排出を抑える技術開発

日本における温室効果ガス排出のうち，農林水産分野が占める割合は3～4%といわれている。全体に占める割合は少ないが，主として①施設園芸の暖房

等化石燃料の燃焼により排出される二酸化炭素，②稲作や家畜の消化管内発酵（ゲップにより大気に放出される）や排せつ物から排出されるメタン，そして③農地土壌や家畜排せつ物の堆肥化の際などに出る一酸化二窒素がある（図1）。なかでも，燃料の燃焼による温室効果ガス排出の約3分の1を施設園芸が占めているといわれており，施設園芸における省エネや再生可能エネルギーへの取り組みが課題となっている。

施設園芸については，より効率的に加温・保温するための機器・設備の利用を進め，省エネルギー型の施設園芸に取り組むことで二酸化炭素排出の削減が期待できる。また，近年の夏の暑さ対策を加味すると，ヒートポンプを用いた冷暖房の導入が考えられる。ヒートポンプは自然界にある熱を熱源にしていることから，それだけで再生可能エネルギーを利用していることになるが，電化することにより，小水力発電や太陽光発電等，炭素強度の低い再生可能エネルギーの利用に切り替えることができれば，一層，GHG の排出削減に貢献することができる。

ヒートポンプは，燃焼式暖房機に代わる技術とし

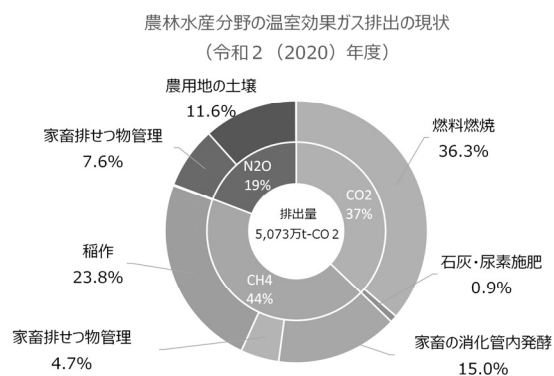


図1 日本の農業由来のGHG 排出割合  
資料：国立環境研究所温暖化効果ガスインベントリオフィス日本の温室効果ガス排出量データ（2022年4月19日公開）2020年度の値より作成した。  
注：排出量は二酸化炭素に換算している。

\*農研機構 農村工学研究部門（Kazuko Endo）

ては、設置費用が高く、技術的にも開発途上の面がある。そのため、すぐさま燃焼式暖房に置き換わる状況にはない。そこで、より効率のよい水熱源ヒートポンプの開発が進められている。その一つは、農業用水から流水熱をとり、施設園芸の暖房に使う方法である<sup>1)</sup>。これについては、現在、実際の農業経営体の施設において実証試験を行っている。もう一つは、地下水から熱をとる方法である。地下水から熱を採る方法は新しい方法ではないが、COP（成績係数）においてできるだけ高い値が得られるような改良を進めている。

図2は、実証経営（施設本圃 11a, 品種：とちおとめ、カーテン2層）に水熱源ヒートポンプ（HP）を導入することを想定し、暖房負荷と支出（ランニングコスト）を水熱源ヒートポンプの能力別に試算した結果である<sup>2)</sup>。試算は、実証経営へのヒアリングをもとに行っている。図2によると、燃焼式暖房機からヒートポンプへの代替により A 重油の消費は減少する。ただし、現状の効率では、燃焼式暖房機とヒートポンプのハイブリットでの運用が現実的であることがわかる。ヒートポンプの稼働には電気が必要となるため、電力への負荷が増える分電気料金が増える。また、契約電力の基準がアップすれば基本料金の増分が加算されることになってしま

う。ヒートポンプへの代替のメリットは、ヒートポンプ自体の効率と、電気料金の程度に依存する。そのため、前者については、安定してより高い COP（成績係数）が発揮できるような技術開発が課題となる。後者については、農業利用向けの低価格電力メニューの創設などが提案される。

稲作から排出されるメタンは、中干し期間の延長等適切な水管理により発生を抑制できることが明らかになっている。これまで、環境保全型農業直接支払交付金やみどりの食料システム戦略推進交付金において推進が図られてきたが、令和5年度産からは、J-クレジット制度「水稲栽培における中干し期間の延長」方法論が新しく加わった。中干しは、水稲の栽培において過剰な分けつを抑制するために、出穂前に水田の水を抜いて田面を乾かし成長を制御する作業である。その中干し期間を、本来の目的を超えて1週間程度延長することにより、メタンの排出を削減したと認めクレジットを認証するのである。認証には、適用条件を満たすことの証明や排出削減量の計算に必要な情報の収集と提示が必要となる。そこで、水管理の労力削減を目的に開発された ICT 水管理装置を活用することにより中干し期間の延長を遠隔・高度に実施しつつ、記録を取る方法が考えられる。

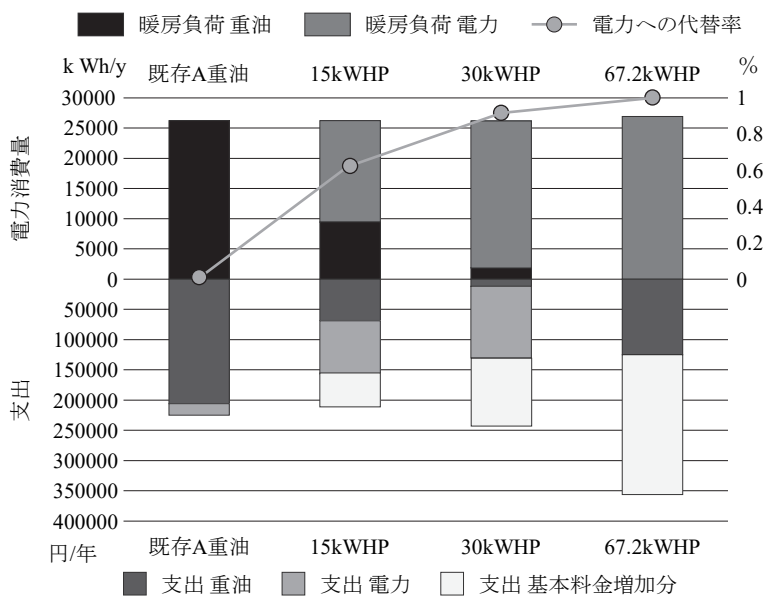


図2 水熱源ヒートポンプの能力別の暖房負荷および支出の試算  
注：参考資料<sup>2)</sup>より引用。

ICT 水管理装置は、農業経営のコストを押し上げるため、メリットが得られるとしてもメタン排出削減のみを目的とする導入は考えにくい。現状で想定されるのは、新技術導入のコスト負担に耐えられる、ある程度規模の大きい経営体が ICT 水管理装置を用いることで水管理労力を削減したい場合に、追加的にメタン排出削減に取り組むケースである。そのため、まずは、ICT 水管理装置自身が十分な機能を発揮できる装置であることが前提となる。また、過度の中干しは、収量の低下や冷害の原因になること、さらには生物多様性を阻害することなどが懸念されている。そうしたことに配慮するために、できるだけきめ細かい高度な水管理が要求される。中干し期間の延長については、農業経営にとって、水管理の労力を確実に削減でき、追加的な労働が発生しないような技術、装置の運用方法の確立が目指す開発の方向となろう。

### 3. 持続可能な循環型の農業生産を目指して

家畜排せつ物は、適切に処理することにより、たい肥として利用することができ、化学肥料削減に貢献することができる。メタン発酵技術を用いれば、家畜排せつ物から再生可能エネルギー源であるメタンを主成分とするバイオガスを取り出すことができ、発電装置と組み合わせることで電気の供給が可能となる。メタン発酵では、バイオガスを回収した後に、原料とほぼ同量の消化液が生成され、その処理がメタン発酵技術の普及にとって課題となっている。消化液は、窒素、リン酸、カリ等の肥料成

分を含むことから、化学肥料の代わりに利用することができる。これまでも、肥料成分としてのポテンシャルの評価、土壌施用後の動態解析、作物栽培試験などが実施されてきた。メタン発酵技術への取り組みは、ふん尿処理が義務付けられている畜産農家側にインセンティブがあるため、土壌施用に十分な農地を確保できるよう施肥方法の確立や耕種農家への積極的な情報提供が必要となろう。

メタン発酵の原料は、家畜排せつ物に限らず、スーパーや家庭から出る食品廃棄物、集落排水施設の汚泥等の有機物も対象となる。消化液の施用を考慮すれば、農村への立地が有利と言える。もちろん、プラントの建設には莫大な費用がかかるため、施策による助成が不可欠ではあるが、地域に賦存する資源を有効利用し、電気や有機質肥料を生み出すことにより、循環型の農業生産を達成し、かつ、温室効果ガス排出量の削減に貢献できる持続可能性の高い取り組みが可能となる。

### 4. 地域課題の解決に向けて

気候変動に対峙し掲げられた目標を達成するために、人々、組織、地域には環境負荷を低減する商品、サービスを購入するなどの行動変容が求められている。消費者は、環境負荷を減らすことは重要だとわかっているが、安くて質の良いものを求めるため、理想の行動変容は生まれにくい。また、農業経営にとってみても回収の見込みのない投資は難しい。これらのギャップを埋めるために施策の誘導や場合によっては規制等が必要となる。

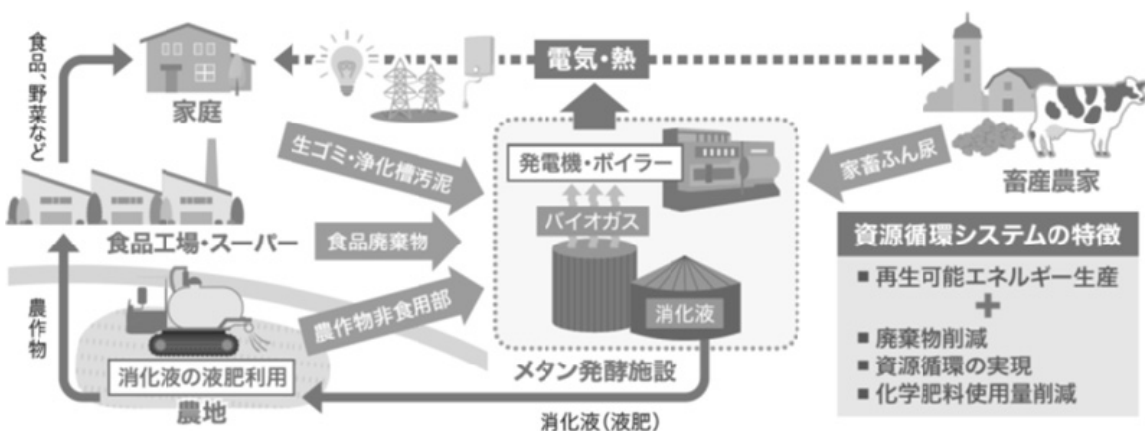


図3 メタン発酵を中核とした資源循環システム  
注：参考資料<sup>3)</sup>より引用。

しかしながら、(話は飛んでしまうが、) FIT 制度導入を契機に農村地域に無秩序にソーラーパネルが立地するようになってしまった例を踏まえると、強すぎる誘導は、農業生産の現場や地域を混乱させてしまう可能性がある。GHG 排出の削減は重要な目標ではあるが、農業生産をするうえでの目標や基本技術に則った技術開発と導入が基本にあるべきだ。メタン発酵技術を用いたバイオガス発電の先進地である鹿追町においては、地域の課題であったふん尿処理、および臭気の解消のために事業に取り組んできた。バイオガスプラントのおかげで地域課題の解決と併せ、酪農経営の経営発展にもつながっているという。また、結果として GHG の排出削減も実現できている。いずれの技術についても導入には高い投資が必要となるため、減価償却やランニングコストを試算し、経営として成り立つか否か、技術の導入が経営の理念や地域農業の発展方向に沿っ

ているか等の判断は不可欠となる。施策の誘導に加え、ESG 投資等地域外の資本がかかわってくることも想定されるため、より主体的な判断が求められる。

なお、本報告は、農林水産研究推進事業委託プロジェクト「脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト(体系的番号 JPJ009819)」の一部を紹介した。

#### 参考資料

- 1) 農業用水を有効活用してビニールハウスの冷暖房に利用！～流水熱利用技術～. NAROchannel, <https://www.youtube.com/watch?v=5JfN2Whd0n8>
- 2) 委託プロジェクト研究課題評価個票(中間評価), [https://www.affrc.maff.go.jp/docs/hyouka/itakupro/attach/pdf/syuryou\\_202302-6.pdf](https://www.affrc.maff.go.jp/docs/hyouka/itakupro/attach/pdf/syuryou_202302-6.pdf)
- 3) 中村(2020)「農村地域におけるメタン発酵を中核とした資源循環システムの構築」農研機構技報 No.4. pp.30-33, [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/naro/naro\\_technical\\_report/134176.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/naro_technical_report/134176.html)