

第3回グリーンイノベーション
戦略推進会議WG
2020年9月8日

農業由来温室効果ガス 排出削減技術の開発

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構

革新的環境イノベーション戦略

(赤文字は、農業分野の技術テーマ)

技術テーマ (V. 農林水産業・吸収源)	主要要素技術
③⑩ゲノム編集等バイオテクノロジーの応用	<ul style="list-style-type: none">・ C₄光合成型植物の活用促進技術・ 高いCO₂固定能や窒素固定能を持つ植物の活用促進技術・ 土壌からのメタン排出を抑制する微生物活用促進技術
③⑪バイオマスによる原料転換技術の開発	
③⑫バイオ炭活用による農地炭素貯留の実現	<ul style="list-style-type: none">・ 土壌改良資材としてのバイオ炭の利用技術
③⑬高層建築物等の木造化やバイオマス由来素材の利用による炭素貯留	
③⑭スマート林業の推進、早生樹・エリートツリーの開発・普及	
③⑮ブルーカーボン (海洋生態系による炭素貯留) の追求	
③⑯イネ品種、家畜系統育種、及び農地、家畜の最適管理技術の開発	<ul style="list-style-type: none">・ CH₄の発生が少ないイネ品種、家畜系統の育種・ CH₄、N₂Oの排出を削減する農地、家畜の管理技術
③⑰農山漁村に適した地産地消型エネルギーシステム構築	<ul style="list-style-type: none">・ 再エネ資源の低コスト・効率的利活用技術・ 種類の異なる再エネを組み合わせた地産地消型エネルギーシステム
③⑱農林業機械・漁船の電化、燃料電池化、作業最適化等による燃料や資材の削減 (農林水産業のゼロエミッション*)	<ul style="list-style-type: none">・ 農業機械の電化、燃料電池化・ 作業の効率化と最適化による燃料や資材の削減

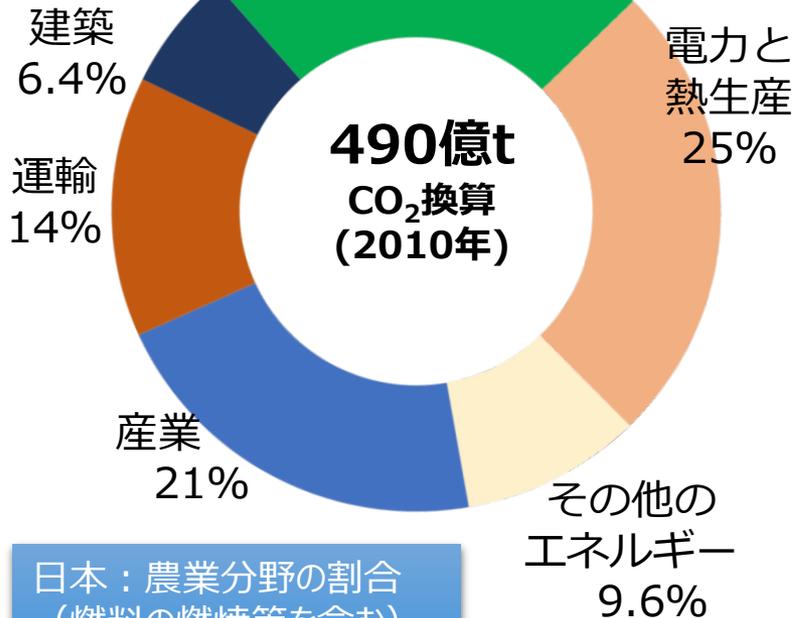
土壌は炭素のプールであり (土壌有機物として存在)、これを大きくすることで、農地をCO₂の吸収源とすることが可能

世界全体の温室効果ガス排出における農業の割合と 農業分野のカテゴリー別排出量

全分野

農林業その他土地利用 **24%**
うち農業分は約**10%**

※林業その他土地利用
(森林、農地、湿地等の
土地利用変化など) 約
14%は、主に森林減少。

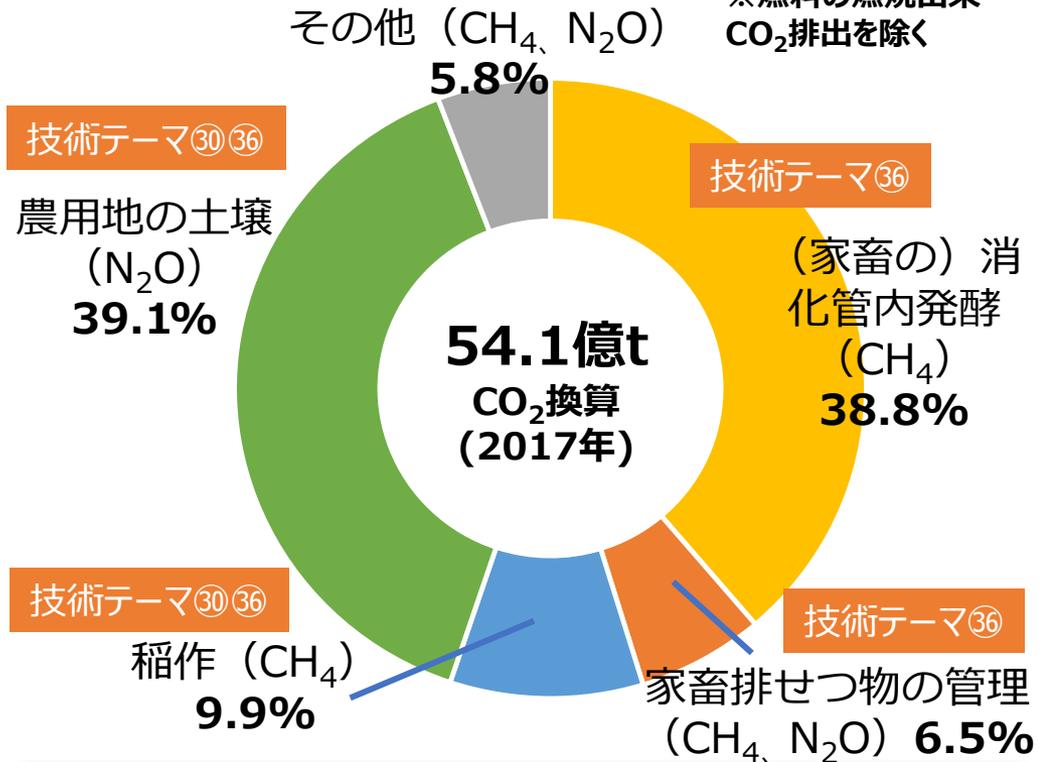


日本：農業分野の割合
(燃料の燃焼等を含む)
は、約**4%** (2017年度)

IPCC第5次評価報告書 第3作業部会報告書より

農業分野

※燃料の燃焼由来
CO₂排出を除く



- ・CH₄、N₂O排出が農業分野の特徴。発生原因は、土壌、家畜の消化管、家畜排せつ物中に棲息する微生物の反応。
- ・CO₂は、農機や農業施設等での化石燃料消費から排出。 → 技術テーマ③⑦⑧
- ・土壌炭素貯留による農地でのCO₂吸収。 → 技術テーマ③⑥

※CH₄、N₂Oは、それぞれCO₂の25、298倍の地球温暖化効果をもつ。

FAOSTATより集計 2

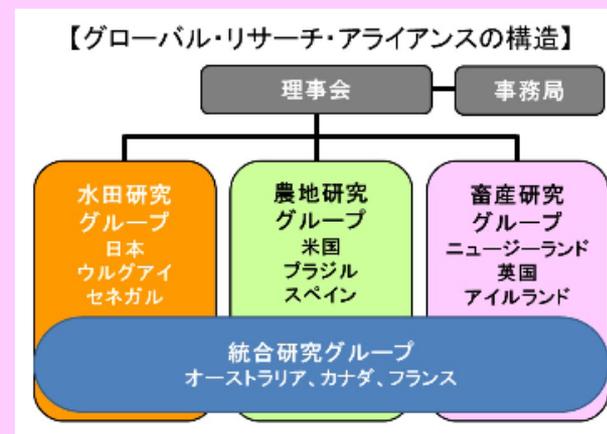
農業分野の温室効果ガス削減に関する世界の研究動向（1）

世界的動向：水田では日本、農地では欧米、畜産ではニュージーランドなどの畜産国が、削減技術の開発をリード。近年は、すべての研究分野で中国が追いつき、論文数等では追い越している状況。

具体的な研究活動

Global Research Alliance (GRA)

- ・農業分野の温室効果ガス削減等に関する世界的研究ネットワーク。
- ・2009年12月にコペンハーゲンで開催されたCOP15における日本を含む21か国の閣僚級共同声明からスタート。現在、62か国が加盟。
- ・2017年8月から2018年9月まで、**日本が議長国**。
- ・**水田・農地・畜産の3つの研究グループと統合研究グループ**が設置され、**日本は各グループに窓口研究者を配置して貢献**。
- ・このうち、**水田研究グループ**については、現在、ウルグアイ、セネガルとともに、**日本は共同議長国として貢献**。



農林水産技術会議HPより

水田 **MIRSA (Greenhouse Gas Mitigation in Irrigated Rice Systems in Asia)**

- ・日本の農林水産省がファンドを提供。農研機構が主導し、インドネシア、フィリピン、ベトナムと連携し、**節水とメタン排出低減を実現する水田水管理技術**の開発・実証を展開。
- ・農研機構は、**水田からのメタン排出に関する測定ガイドライン**を作成し、各国に提供。

農業分野の温室効果ガス削減に関する 世界の研究動向（2）

土壌炭素貯留 4%（パーミル）イニシアチブ

- ・全世界の土壌中に存在する炭素の量を毎年4/1000ずつ増やすことができれば、将来の大気CO₂の増加量をゼロに抑えることができるという計算に基づき、2015年のCOP21で、フランス主導で始まった土壌管理技術などによる土壌炭素を増やす活動を推進する取り組み。
- ・世界の14名の科学者からなる「**科学技術委員会**」にて、農研機構の職員1名がメンバーとして活動。

※土壌炭素貯留については、日本は農地土壌によるCO₂吸収量を国の温室効果ガス削減目標に含めている数少ない国の一つ（日本は、モデルを活用した最高次（Tier3）の方法論を採用）。

バイオ炭

- ・10年ほど前、気候変動緩和対策としてのバイオ炭利用に世界的注目が集まり、欧米を中心に研究や普及組織が設立され、世界的に論文数も急激に増加。
- ・日本では古来より、木炭、竹炭、もみ殻くん炭等の炭を土壌改良材として利用する文化があるが、研究成果は土壌や作物生育に及ぼす影響を調査したものがほとんどで、気候変動緩和技術としての観点から、**土壌炭素貯留効果やメタン・N₂Oの発生に及ぼす影響を調べた研究は、かなり少ない状況**。
- ・**バイオ炭による土壌炭素貯留（吸収源）の算定方法**が、“2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use”に提示。

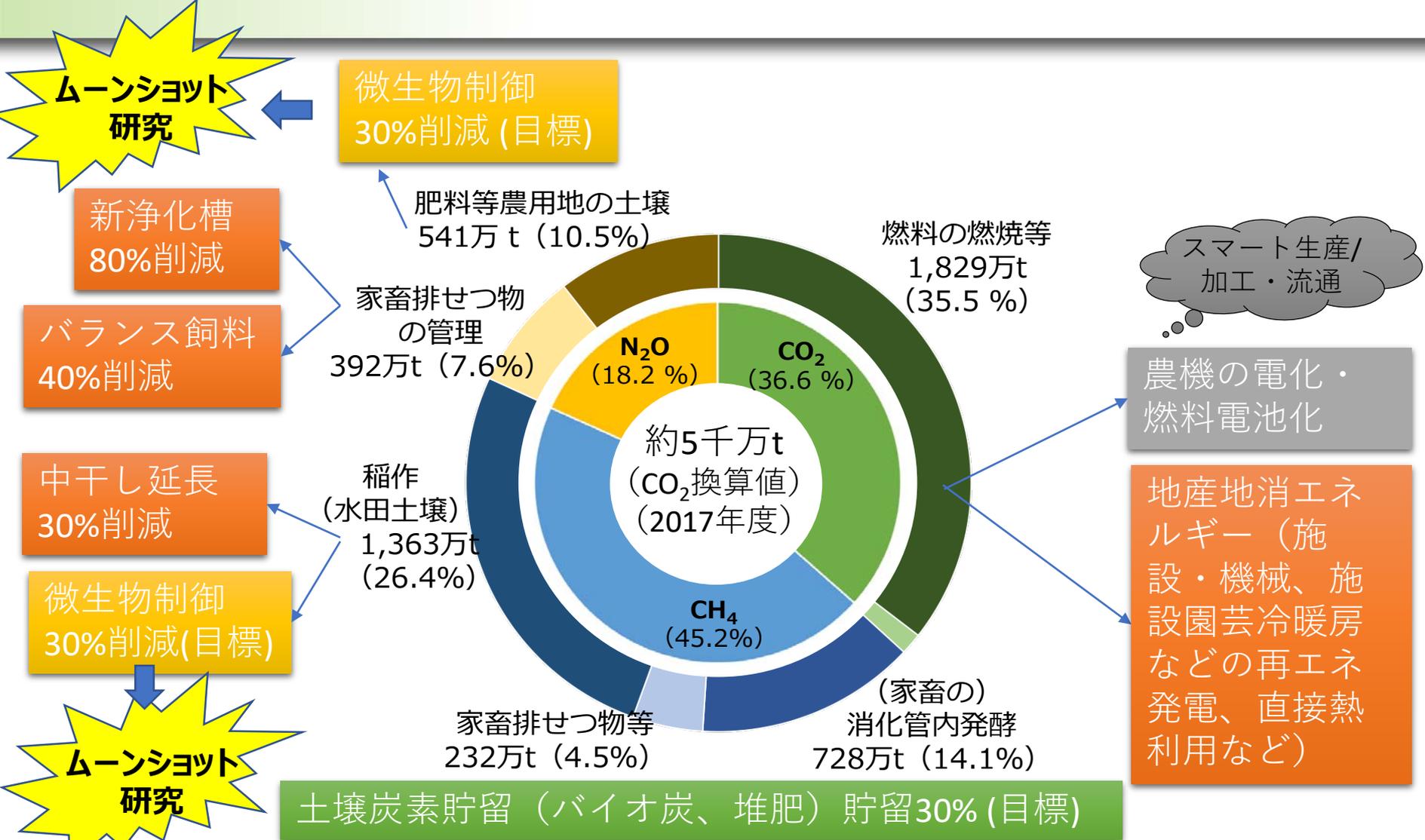
農研機構における 温室効果ガス削減技術の開発状況

技術テーマ	削減技術	対象ガス	技術開発ステージ		
			基礎	実証	普及
③①	CO ₂ 固定能の高い作物の開発（エリアンサス等）※ボイラー燃料等に利用	CO ₂	→		
	土壌由来CH ₄ 、N ₂ O排出を抑制する微生物活用技術	CH ₄ N ₂ O	→		
③②	バイオ炭の利用	CO ₂	原料、炭化条件の最適化 C貯留効果、作物への影響	→	
③③	（水田）CH ₄ 低減水稻品種の選抜、開発	CH ₄	→		
	（水田）中干し期間の延長	CH ₄	→		
	（畑）N ₂ Oを無害化する土着根粒菌利用（マメ科作物）	N ₂ O	→		
	（畑）硝化抑制剤利用と新規薬剤開発	N ₂ O	硝化抑制剤	→	
		新規薬剤開発	→		
	（畜産）CH ₄ 低減ウシ系統の選抜、開発	CH ₄	→		
	（畜産）アミノ酸バランス改善飼料	N ₂ O	→		
	（畜産）炭素繊維リアクターによる養豚 汚水浄化施設からのN₂O削減	N ₂ O	→		

青文字はその後詳しく説明する技術

追加コスト・農家インセンティブ

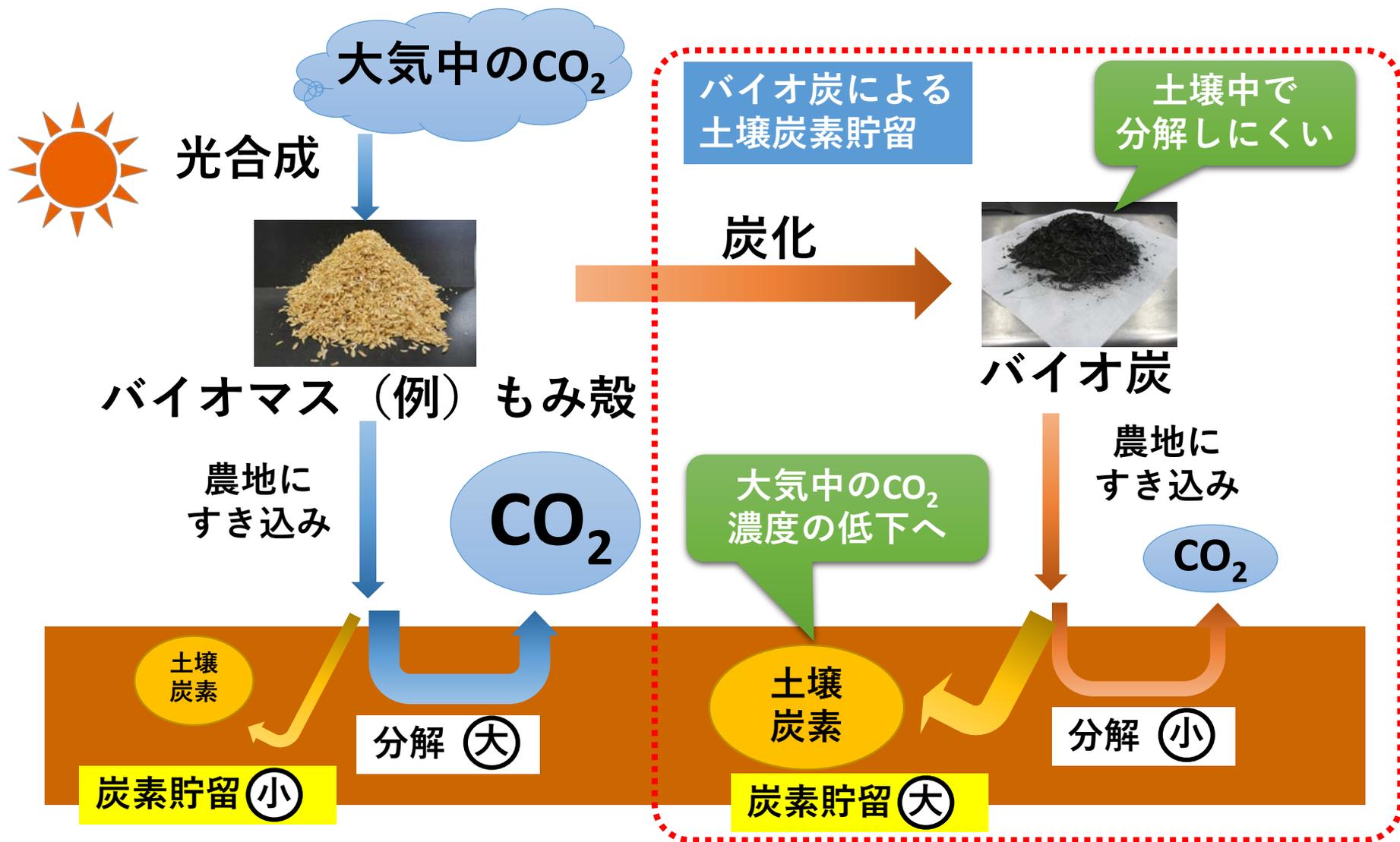
農研機構における削減技術開発の現状と2025年の目標



「微生物制御」については、ムーンショット目標5の研究開発構想（農林水産省R2年3月）において、「**土壌微生物環境の完全制御**による養分の究極利用と**温室効果ガス発生抑制技術**の開発」が想定される研究事例として紹介。

バイオ炭利用による土壌炭素貯留 (メカニズム)

技術テーマ 32



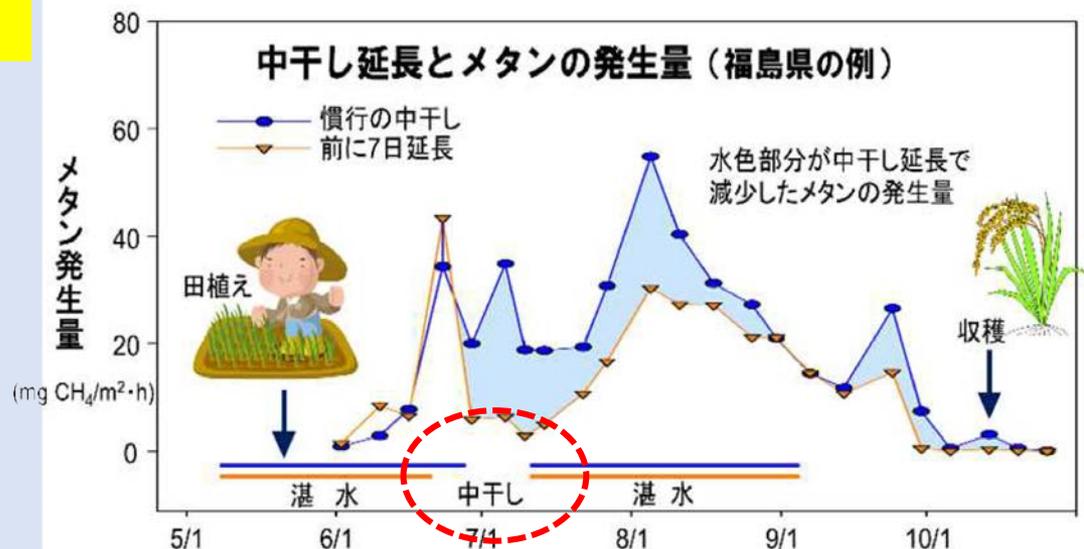
- 原料バイオマスの種類（木質、農業残さ、家畜排せつ物等）および炭化条件（温度、時間、酸素濃度）が生成される**炭化物の質**に及ぼす影響の解明
- 土質や作物生育の改善効果、炭素貯留効果（＝土壌中での分解しにくさ）の最大化に向けて、どのような性質をもった炭化物を**どのくらいの量**農地に施用したらよいか？（しかも、その量は土壌や作物によって異なると考えられる）
- 農地土壌から発生する**CH₄やN₂Oの低減効果**
- 炭化工程（エネルギー消費工程）を含む**LCA**(ライフサイクルアセスメント)

- 水田では湛水（嫌氣的土壤）状態で、微生物がわらなどの有機物を分解し、メタンが生成（日本では、最大のメタン発生源）。
- 水稻の有効分けつ期から幼穂形成期に行われる**中干しの期間を地域慣行より1週間程度延長**することで、水田からの**メタン排出量を平均30%削減**。
- 対策のための**追加コストが不要**な点、**収量・品質への影響が小さい点**は大きなメリット。
- 環境保全型直接支払交付金に「地球温暖化防止の取り組み」として採用。滋賀県では水田面積の約4割で普及。京都、大分、岩手、石川でも普及開始。

中干し期間の延長（1週間）



中干しの効果：根の張りの強化、窒素の吸収抑制により過剰な分けつの抑制、土を固くし、刈り取りなどの作業性を向上



日本は、CH₄削減型水管理技術の開発・普及を主導し、世界全体の水田土壌由来のCH₄排出削減に貢献

技術の紹介：炭素繊維リアクターによる養豚汚水浄化施設からのN₂O削減

技術テーマ 36

- 国内では、肥育豚経営の60%以上が浄化処理施設を設置（近年はさらに増加）。
- **炭素繊維リアクター**の導入により慣行浄化処理施設からの**N₂O排出を最大80%低減**。
- N₂Oは、浄化処理層内で起こるアンモニウムイオン→（N₂O）→硝酸イオン→（N₂O）→窒素ガス（N₂）への窒素化合物の転換過程で発生。
- 炭素繊維の表面に生物膜が形成され、窒素化合物の転換がスムーズに行われるようになり、N₂Oの原因となる中間産物の蓄積がなくなることで、N₂Oの放出が削減される。

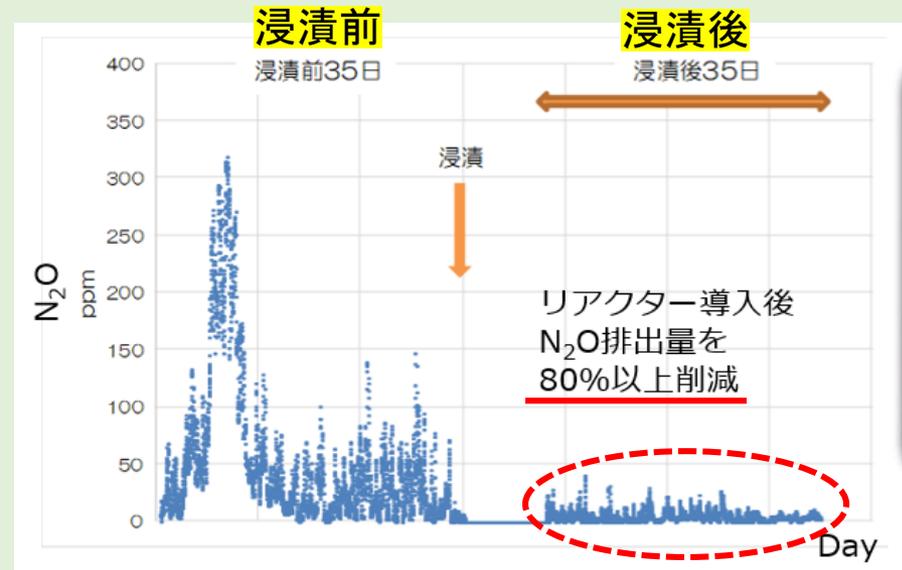


↑ 開発した炭素繊維リアクター：処理槽内に浸漬するだけでN₂O大幅低減

現地実証
(養豚汚水浄化処理施設)



浄化処理槽内設置状況



農山漁村エネルギーマネジメントシステム (Village Energy Management System)



農業由来温室効果ガス排出削減技術の 開発と普及におけるポイント

研究

- 生産性向上（生産量や農家収益）との両立
- 温暖化適応や生物多様性保全との両立
- 複数の削減技術の組合せ（例：低減水稻品種＋中干し期間延長）
- 削減効果の不確実性評価
- LCA（ライフサイクルアセスメント）によるトレードオフ評価

政策

- 追加コスト、農家に対する経済的インセンティブの検討
- 削減効果の「見える化」
- J-クレジット制度等の活用、ESG投資の誘発
- 農村社会のデジタルシフト

国際 貢献

- 日本は、水田農業のGHG排出削減技術で世界をリード。東南アジアを中心に技術を展開。
- ムーンショット型研究で海外の研究機関と連携。温室効果ガスが微生物活動に由来し、削減が容易でない農業分野で、今までにない大幅削減技術を開発し、世界に貢献。