

農業における地球温暖化緩和技術

独立行政法人 農業環境技術研究所

八木 一行

1. はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の「第 5 次評価報告書（AR5）」が昨年从今年にかけて次々と公表されているが、その第三作業部会報告書（気候変動の緩和策）では温室効果ガスの排出量を削減するための方策とその効果や可能性について論じている。今回の報告書では、特に、国際交渉において気温上昇の抑制の目標として関心が高まっている「2℃シナリオ」（気温上昇を産業革命前に比べて 2℃未満に抑制する可能性の高いシナリオ）について詳しく報告されている。「2℃シナリオ」を実現する可能性が高い緩和シナリオは、2100 年に大気中の CO₂ 換算濃度を約 450 ppm とするものであり、このシナリオでは、2050 年には世界全体で 2010 年と比べて 40～70%温室効果ガス排出量を減らし、2100 年にはゼロまたはマイナスの排出量にする必要がある。この目的のため、エネルギーシステムの著しい低炭素化や土地利用変化の制御など、緩和策の効果的実行が不可欠であり、緩和策を適用するのが遅れると（2030 年までに強化しないと）、2℃未満に抑えるための選択肢が少なくなり、困難さが増加すると結論している（IPCC, 2014）。

2. 農業活動による温室効果ガス排出

農業は気候変動の影響をもっとも受けやすい産業である一方、作業機械、農業施設などのエネルギー消費や土地利用変化に伴う二酸化炭素（CO₂）排出、および農地や畜産からのメタン（CH₄）と一酸化二窒素（N₂O：亜酸化窒素とも呼ばれる）の排出など、温室効果ガス排出源としての側面も持ち合わせている。AR5 において、農業からの温室効果ガス排出は林業や他の土地利用変動と合わせた排出セクター（AFOLU セクター）として扱われているが、その排出量は全人為排出量の約 1/4 を占めると見積もられている（IPCC, 2014）。そのなかで、水田や家畜から発生する CH₄ と、農耕地への窒素施肥や家畜排泄物からの N₂O について、農業はそれぞれのガスについて人為起源発生量の半分以上を占めており、重要な排出源となっている。さらに、森林を伐採しての農地開発など、これまでの世界の土地利用変動は主として農業活動の拡大に伴うものであることから、これを加味して考えると、地球温暖化に対する農業の影響はきわめて大きいと言える。

我が国の農林水産業分野からの温室効果ガス排出量は、2010 年度において、CO₂ 換算値で 3,630 万トンと算定されている（温室効果ガスインベントリオフィス, 2012）。これは、我が国の総排出量の約 3%を占める。このうち、農林業および水産業におけるエネルギー消費に伴う CO₂ 排出量は、それぞれ、526 および 553 万トンで、合計の CO₂ 排出量は農林水産業分野からの全排出量の 30%に相当する。他の主要な排出源としては、家畜消化管内発酵による CH₄（CO₂ 換算値で 667 万トン：以下同）、農地土壌からの N₂O（562）、家畜排せつ物管理に伴う N₂O（548）、稲作に伴う CH₄（545）、家畜排せつ物管理に伴う CH₄（221）が続く。

このような農業分野から排出される温室効果ガスについては、農地管理の改良や家畜の

飼料と排泄物管理の工夫により、その排出量を大きく削減できる可能性がある。実際、これまでの研究により農地からの CH_4 および N_2O 発生削減技術の候補は多数提案され、多くについて現地試験等から削減効果が確認されている。加えて、農地への有機物投入量の増加や耕耘強度の低減により、農地土壌の炭素貯留量を増加する、すなわち、農地を大気 CO_2 の吸収源に変えることが可能である。これらの技術を活用し、農地からの温室効果ガス排出量を大幅に減少させ、地球温暖化の緩和に寄与する方策を実行することが求められている。

3. 農林水産省プロジェクト研究：農業緩和策課題

以上の状況のもと、気候変動対策プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」では、農業分野における温暖化緩和技術の開発をめざした大課題（A-1）を設定し、2010 年度（平成 22 年度）から 5 年間の計画で、以下に示す研究課題に取り組んできた。

1) 農地及び草地におけるモニタリング・モデリングと全国評価

農地及び草地におけるモニタリングから、渦相関法及び生態学的手法による炭素収支算定の誤差とその要因を明らかにし、適切な算定手法を提示するとともに、GHG 排出・窒素溶脱予測モデルを開発する。農地及び草地の土壌炭素量の変化と一酸化二窒素（ N_2O ）排出及び水田からのメタン（ CH_4 ）排出について、気候変動によるフィードバック効果を考慮した 2050 年までの GHG 排出・吸収量の全国スケールでの推定と温暖化緩和ポテンシャルの評価を行う。また、各地の有機物発生量とその地域間再配分を考慮した現実的なシナリオ分析と総合的評価手法により、大気及び地下水への環境負荷を軽減するための最適な有機物連用シナリオを提示する。さらに、これらの農地管理に伴う GHG 排出を予測する普及向けの意思決定支援ツールや技術マニュアルを策定する。

2) 農地整備を活用した炭素の長期貯留技術の開発

二酸化炭素吸収活動として活用可能な技術となる、多様な有機質資材を簡便に下層土壌に埋設する新たな低コスト土層改良技術や炭素貯留能の高い暗渠疎水材を選定し、実用化技術を開発する。また、各種農地整備技術の長期炭素貯留量の推定や各技術のライフサイクルアセスメント（LCA）やコスト評価により長期炭素貯留技術として体系的に確立する。

3) 農地土壌における温室効果ガス排出削減・吸収源機能向上技術の開発

積雪寒冷地帯の水田売作または輪作体系において、地域資源として利用可能な有機物を利用した温暖化緩和技術を開発する。畑地におけるカバー作物栽培体系、茶園における効率的窒素施肥技術、堆肥ペレット施用、バイオ炭及び焼却残渣の施用の各技術について温暖化緩和効果を LCA やコスト分析によって定量評価し、最適な技術を開発する。

4) 家畜排せつ物処理における温室効果ガス排出削減技術の開発

日本の家畜排せつ物管理区分の不確実性が大きい排出係数について、変動要因を整理してインベントリ算定方法を改善する。また、家畜排せつ物管理については、微生物資材、

水管理や通気処理または低蛋白質飼料の給餌による GHG 排出技術を提案する。

5) 反すう家畜からの温室効果ガス排出削減技術の開発

牛からの CH₄ 排出については、天然物質の添加により消化率や乳生産性を落とすことなく CH₄ 排出抑制が可能となる技術開発を行う。また、牧草サイレージ主体の飼養条件下における乳牛の CH₄ 排出量低減技術を開発する。

6) 自然エネルギー利用による温室効果ガス排出量削減技術の開発

マイクロ水車発電システムにより、水力発電装置の性能を実用レベルにまで高める技術を開発する。また、地中熱交換を利用した施設の局所的な環境制御により、夏秋トマトの夏季の高温障害抑制、冬季の作期拡大をはかるとともに、GHG 排出を削減する技術を開発する。

これらのうち、温室効果ガス排出のモニタリング、モデリング、および全国評価の課題（1）および4）の一部）では、温室効果ガス動態と炭素窒素循環予測モデルの開発、日本国温室効果ガスインベントリへの排出係数などの情報提供、全国スケールでの温室効果ガス排出量評価、および普及向けの意思決定支援ツールや技術マニュアルの開発を成果の目標として取り組んだ。一方、他の農業の各場面での課題では、各種温室効果ガス排出削減技術の効果の定量化とその広域での緩和ポテンシャル評価を目標とした（図1）。

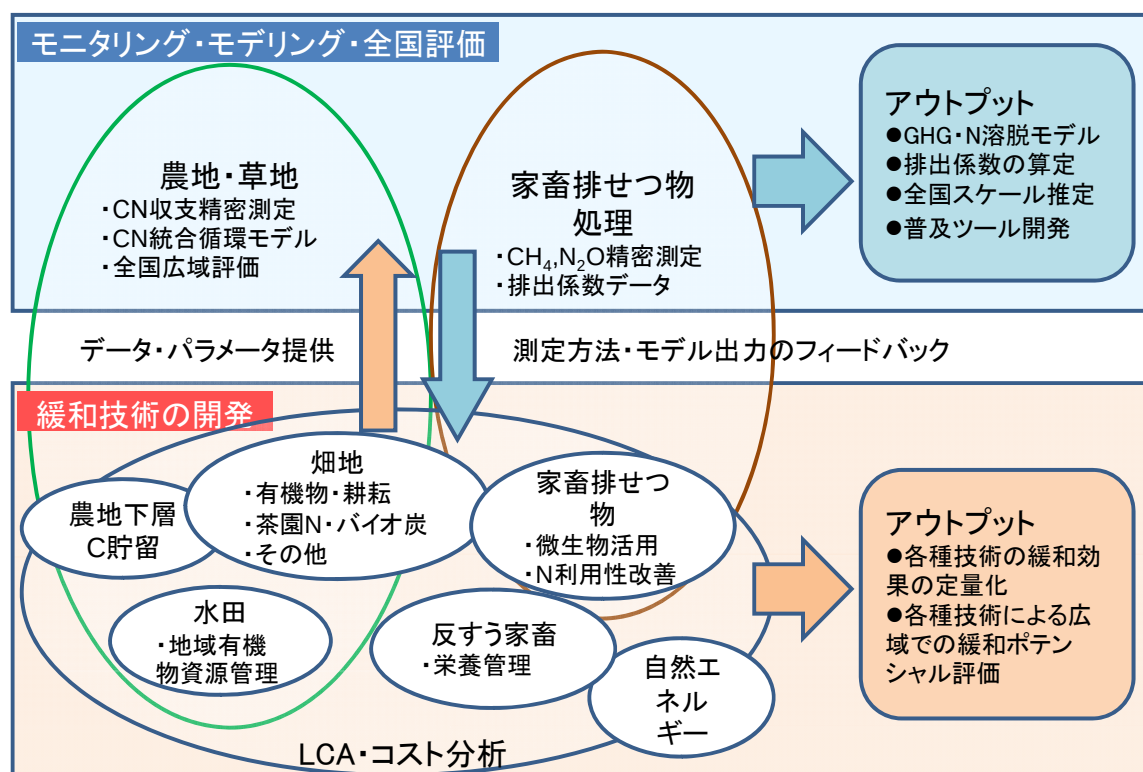


図1 大課題「農業分野における温暖化緩和技術の開発」の構成と連携

プロジェクトの成果は、原著科学論文、著書、研究成果情報、マニュアル、特許および web での支援ツールとして発信した。その詳細はプロジェクトホームページ「地球温暖化と農林水産業」(<http://ccaaff.dc.affrc.go.jp/index.html>)に掲載してある。成果のアウトカムとして、日本国温室効果ガスインベントリ報告書における新たな算定方法の採用、我が国の温室効果ガスオフセット・クレジット制度である J-クレジット制度での方法論の採用、行政機関による温室効果ガス排出量の削減目標値の設定への利用などが挙げられるとともに、開発された技術の普及が期待される。

なお、本プロジェクト研究は、農林水産省農林水産技術会議事務局が委託元となり、(独)農業環境技術研究所、(独)農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）、都道府県公設試験研究機関、大学、民間組織が課題毎にチームを組織することにより取り組んできた。

引用文献

IPCC (2014) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <http://mitigation2014.org/>

温室効果ガスインベントリオフィス（2012）日本国温室効果ガスインベントリ報告書. <http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>