

# 博士学位論文審査等報告書

審査委員 主査 矢内 純太

副査 渡部 邦彦

副査 増村 威宏

副査 中尾 淳

1 氏名： 蓮川 博之

2 学位の種類： 博士（農学）

3 学位授与の要件： 学位規程第3条第3項該当

4 学位論文題目

水田農業における温室効果ガス排出量削減技術の開発とその定量評価に関する研究

5 学位論文の要旨および審査結果の要旨

【学位論文の要旨】 別紙に記載

【論文目録】 別紙に記載

【審査結果の要旨】

本論文は、アジアで最も主要な穀物であるコメを主体とした水田農業において、作物の収量を維持しながら温室効果ガス排出量を削減するために、様々な営農・肥培管理法の効果を定量的に実証し、削減技術の有効性の解明を行った研究を取り纏めたものである。

第1章では、近年の地球温暖化の進行と関連して、農業生産において生産性の確保とともに温室効果ガスの排出抑制が求められているという認識をまず述べた上で、農耕地から排出される温室効果ガスの種類や量とその発生機構について、基礎的知見を幅広く概説している。続いて、特に水田農業における温室効果ガス排出と土地管理や肥培管理との関連については、長期間の圃場試験に基づく十分な知見がないことを指摘している。その上で本研究が、水田農業において、作物収量を確保しつつ温暖化防止に貢献する各種技術の有効性を定量的に解明することを目的としていることを明示している。

第 2 章では、温室効果ガス排出に及ぼす田畑輪換の影響を明らかにするために、水稲連作と田畑輪換におけるメタン (CH<sub>4</sub>) および一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) 排出量と土壌炭素貯留量の合計としての温室効果ガスの正味の収支を比較した結果を論じている。すなわち、滋賀県近江八幡市の滋賀県農業技術振興センターにおいて 3 年間の現地実証試験を行った結果、3 年 4 作 (水稲・水稲・コムギ・ダイズ) の田畑輪換圃場におけるメタンと一酸化二窒素に由来する総 CO<sub>2</sub>eq 排出量 (地球温暖化係数 (GWP) により換算) は、水稲連作圃場より 76%削減されること、一方温室効果ガスである二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の放出とみなしうる土壌蓄積炭素の損失量を Rothamsted Carbon モデルで試算すると、田畑輪換圃場では、少量ではあるものの水稲連作圃場の 6 倍以上に達することを明らかにした。これら知見を総合した結果、温室効果ガスの正味の排出量は、田畑輪換圃場において水稲連作圃場より 68%削減できることを明らかにし、水田農業における温室効果ガス排出量の削減のために、田畑輪換が極めて有効であると結論づけている。

第 3 章では、田畑輪換におけるコムギ・ダイズ作において、被覆肥料等の活用が一酸化二窒素排出量と収量性に及ぼす影響を 3 年間にわたり調べた結果を論じている。すなわち、水田転換畑のコムギ・ダイズ作において被覆肥料の活用や基肥への石灰窒素併用等の施肥改善により、収量を確保しつつ、一酸化二窒素排出量を平均 32%削減できることを示している。従って、転換畑における一酸化二窒素排出量は、窒素肥料の溶出制御や硝化抑制により、大幅に抑制できることを解明している。

第 4 章では、水稲作での中干し期間の延長と、コムギ・ダイズ作での被覆窒素肥料等の活用による、3 年間の田畑輪換体系を通じた温室効果ガス排出量削減効果について論じている。すなわち、ダイズ跡水稲作 (復元田 1 年目) および次作水稲作 (復元田 2 年目) では、中干し期間の 1 週間延長により、中干し後のメタンフラックスが 2 年とも抑制され、その影響は特に 1 年目で顕著であることを明らかにした。一方、コムギ・ダイズ作での被覆窒素肥料等の活用により、基肥施用直後の顕著な一酸化二窒素フラックスが抑制されることを示した。その結果、3 年間の田畑輪換体系を通じたメタンと一酸化二窒素に由来する総 CO<sub>2</sub>eq 排出量は、対照区と比べ平均 36% 有意に削減されることを明らかにしている。

第 5 章では、温室効果ガス排出量削減効果がやや不安定であった水田転換ダイズ作において、一酸化二窒素排出量に及ぼす被覆窒素肥料の種類と施用量の影響を 3 年間調べた結果について論じている。すなわち、硝化過程における一酸化二窒素発生がない被覆硝酸性肥料の方が被覆アンモニア性肥料より削減効果はやや高いこと、また窒素肥料の施用量を半減する減肥により削減効果が高まることを示している。また作物収量への有意な影響が認められなかったことと、肥料施用量当たりの一酸化窒素排出量が上記管理で減少傾向を示すこともあわせて明らかにしている。以上の結果、被覆硝酸性肥料の利用と減肥の組合せが、一酸化二窒素排出量を最も削減

できる土壌管理であると結論づけている。

第 6 章では、本研究の成果をまとめ、水田農業において生産性を維持しつつ温室効果ガス排出量を削減できるさまざまな土地管理・肥培管理技術の有効性を総括的に述べている。すなわち、メタンと一酸化二窒素の排出量と土壌炭素損失量から判断される温室効果ガスの正味の排出量は、水稲連作と比べ、田畑輪換の導入により 68%削減され、田畑輪換における水稲作での中干し期間の延長と畑作での被覆肥料等の活用により 77%削減され、さらにダイズ作における被覆硝酸肥料と減肥の組み合わせにより 78%削減されることを明らかにしている。その上で、これらの知見は、モンsoonアジアを含む幅広い地域での水田農業における、“気候変動に配慮した (climate-smart)” 取組みとして極めて有用であると結論している。

以上、本論文は、これまで十分解明されていなかった、水田農業における温室効果ガスの排出に及ぼす土地管理・肥培管理の影響について重要な基礎的知見を明らかにするとともに、特に田畑輪換とそれに関連する各種肥培管理により、作物収量を維持しながら温室効果ガスの大幅抑制が可能であることを実証的に提示しており、土壌学・環境農学・環境科学の発展に大きく寄与するものである。本委員会はこれらの点を高く評価し、本論文が博士（農学）の学位論文として十分価値があるものと認める。

## 6 最終試験の結果の要旨

本論文の内容は、令和 4 年 2 月 10 日午後 3 時から 4 時 40 分まで稲盛記念会館 105 号室において開催された、公開の博士学位論文発表会で発表された。口頭発表の後、質疑応答が行われた。質問の内容は、温室効果ガスの測定法の妥当性、微生物を活用した温室効果ガス削減効果向上の可能性、田畑輪換における田畑比率の最適化、温室効果ガス削減のための肥培管理と作物品質との関係性、得られた結果の普遍性など、多岐にわたる内容であったが、いずれの質問に対しても、的確に回答した。なお、本論文の内容を筆頭著者としていずれも査読付きの英語論文 2 報と日本語論文 2 報の形で公表していること、またその内容で日本土壌肥料学会の技術奨励賞を受賞していることは、いずれも申請者の特別優秀な研究能力を示すものであり、博士課程 2 年次であるものの、研究者として十分な実力が認められると判断した。

以上を踏まえ、最終試験の結果としては、審査委員全員一致で合格とした。

以上