



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Impact of multiple inter-tillage weeding on greenhouse gas emissions, carbon stock, and yield in organic rice farming paddy fields in Hokkaido [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	浪江, 日和
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16530号
Issue Date	2025-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95729
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	NAMIE_Hiyori_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏名 浪江 日和

審査担当者 主査 教授 当真 要
副査 教授 信濃 卓郎
副査 教授 濱本 昌一
副査 名誉教授 波多 野 隆 介

学位論文題名

Impact of multiple inter-tillage weeding on greenhouse gas emissions, carbon stock, and yield in organic rice farming paddy fields in Hokkaido
(北海道の有機栽培水田における多数回の中耕除草が温室効果ガス・炭素貯留・収量に与える影響)

本論文は英文 150 頁，図 31，表 25，7 章からなり，参考文献 2 編が付されている。

日本の農業由来の温室効果ガス(GHG)のうち，メタン(CH_4)が 51.1%を占め，稲作が主要な排出源である。一方で水田は温暖化緩和に有効な炭素貯留の可能性を持つ。稲作は余剰肥料による環境汚染も危惧されており，肥料に頼らず土壌の肥沃度を維持する稲作体系の確立が求められる。したがって，収量を維持しつつ GHG 排出を削減し，土壌炭素貯留を促進する持続可能な稲作体系の構築が求められる。多数回の中耕除草(MIW)法は，イネ生育前期に 4 回以上の除草を行うことで無肥料・無農薬でも慣行農法並みの収量が得られることが報告されており，雑草のすき込みによる炭素貯留の促進も期待される。また，MIW による土壌の攪乱は酸素供給を伴い，嫌気環境を改善することで CH_4 排出削減にも寄与する可能性がある。しかし，MIW が GHG 排出量，炭素貯留，収量に与える影響は未解明であった。本研究では，MIW のこれらへの影響を明らかにし，持続可能な有機水田農法への適応性を評価することを目的として実施された。

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの試験水田にて調査を行った。中耕除草の回数別に 0 回区(T0)，2 回区(T2)，5 回区(T5)の 3 処理区と，慣行農法(CF)区をそれぞれ 3 反復で設けた。CF は圃場の位置が異なるため統計処理には用いず，参照とした。

CH_4 および N_2O 排出経路に対する MIW の影響評価手法の開発のため，2022 年 6 月 10 日～7 月 13 日および 2023 年 6 月 9 日～7 月 7 日に，拡散・気泡・イネ経路での排出量と MIW による排出の定量化方法の評価した。拡散フラックスは閾値に基づき正味の拡散フラックスを求め，気泡フラックスは気泡トラップ法を用いて測定した。イネフラックスは，総フラックスから拡散と気泡フラックスを差し引いて算出した。MIW 経路の測定には，新たに開発した攪乱機能を備えたチャンバーを用いて測定した。その他，地温などの気象要素，草丈・分げつ数，酸化還元電位(Eh)，気泡態・溶存態 CH_4 ・ N_2O 濃度を測定した。その結果，気泡態 CH_4 は主にイネ経路で排出され，気泡経路は相対的に抑制された。溶存態 CH_4 は拡散経路で多く排出される傾向を示した。T5 では MIW 経路による CH_4 排出が促進され，イネ経路からの排出は一時的に抑制されたが，明確な CH_4 酸化効果は確認できなかった。一方で MIW 経路の栽培期全体への寄与は 3-8%と小さかった。 N_2O は主に溶存態で存在し，拡散経路を通じて排出された。T5 では田面水および土壌中での N_2O 生成が促進され，MIW 時の排出量は栽培期の約 30%を占め，重要な排出経路であることが明らかになった。

MIW が GHG 排出・炭素収支・収量に与える影響を評価するために，2019 年 5 月から 5 年間モニタリングを実施した。GHG(RH(従属栄養性呼吸)， CH_4 ， N_2O)フラックス，0-3 cm 深の土壌理化学性，イネの生育や収量等，また 5 cm 深の Fe^{2+} 含量や Eh を測定した。さらに，GHG 排出への影響を GHG 収支(GHGB)，収量と GHG 排出量の関係を GHG 排出強度(GHGI)，炭素貯留

への影響を炭素収支(NECB)を用いて評価した。GHGB は $T0 < T5 < T2$ の順で高く、RH や CH_4 排出量と有意な正の相関を示した。 $T2$ および $T5$ では GHG 排出に異なる影響を与えたが、全体として MIW は GHG 排出を促進する傾向があった。 $T2$ では雑草のすき込みと水管理の組み合わせにより栽培期の RH 排出量が増加した。また、 $T5$ では酸素の利用効率が高まり、Eh が大きく変動することで嫌気環境が形成され CH_4 排出量が増加していた。MIW による土壌の攪乱は微生物の活性、特に硫酸塩還元菌および鉄還元菌を活性化させ、RH および CH_4 の基質となる有機酸の分解を促進した可能性が示唆された。NECB では $T0 < T5 < T2$ の順で炭素損失量が増加した。MIW は RH および CH_4 排出量を増加させ炭素損失を加速させた可能性がある。また、NECB と RH は全処理区で有意な負の相関を示した。この回帰式の傾きは $T5 < T2 < T0$ であり、MIW の回数増加は RH 排出を促進し NECB を低下させる可能性を示唆した。MIW 回数の増加で収量が増加する傾向があった。さらに、GHGI は $T5$ が最も低く MIW による増収効果が収量あたりの GHG 排出を低下させる傾向を示していた。一方で $T5$ の収量は北海道の平均値に匹敵せず、気候や土壌条件の違いが影響した可能性が示された。

以上の研究は、北海道の 5 年間の長期有機稲作圃場において、MIW 法の適用による GHG 排出削減、炭素貯留促進、収量の維持に向けた課題を明らかにし、今後の MIW 農法の改良に向けた方向性と重要な知見を提示するものと評価できる。

よって、審査員一同は、浪江日和が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。