

SRI 農法における土壌中イオンの動向と温室効果ガス発生 Greenhouse Gas Emissions and Movement of Ions in Soil with SRI Farming

○下大園直人* 加藤孝* 工藤祐亮* 登尾浩助**

SHIMOOZONO Naoto, KATO Takashi, KUDO Yusuke, NOBORIO Kosuke

1. 背景・目的

大気中の温室効果ガス濃度増加による気候変動の進行は世界的な問題である。主な温室効果ガスは二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)である。CH₄とN₂OはCO₂に比べ温室効果が強い重要な温室効果ガスであり、日本では、CH₄の27%が水田、N₂Oの26%が畑から発生している(国立環境研究所, 2011)。水田では、湛水することで土壌に嫌気的な環境が発達し、メタン生成菌(嫌気性細菌)の活動によってCH₄が発生する。畑では、好気的条件下で硝化細菌の活動により硝化(酸化反応)が起こりNO₃-Nが生じ、その過程でN₂Oが発生する。

疎植、1本植え、乳苗移植、間断灌漑の4つの要素を組み合わせたマダガスカル発の稲作法であるSRI(System of Rice Intensification)農法が東南アジアなどで徐々に普及しつつある。種籾、肥料、灌漑用水などの資源投入を減らしながら収量増加を達成できる技術として近年注目され始めている。湛水せずに間断灌漑を行うことで、CH₄の発生を抑制することが考えられるが、湛水しないとN₂Oの発生を促進する可能性がある。

そこで本研究では、日本での導入例が少ないSRI農法を行い、温室効果ガス発生量の削減に対する効果と、収量に与える影響を把握することを目的とした。

2. 実験方法

明治大学生田校舎内に設置されたライシメータ施設(1区画当たり2×2×2m)の6基を用いて実験を行った。地下水位40cm、減水深20mm/dに設定した。2011年6月6日に発芽後10~12日のキヌヒカリの苗を1区画当たり64本、25×25cmの栽植密度で1本植えした。2日落水区(2日おきに飽和状態まで間断灌漑)、4日落水区(4日おきに飽和状態まで間断灌漑)、日本の水田の一般的な水管理を行う慣行区の3水処理区を2反復ずつ設けた。間断灌漑を行った区画では、移植後1週間は3~4cm湛水した。その後2週間飽和状態を維持した後、それぞれ2日おき、4日おきに飽和状態まで間断灌漑した。慣行区では、7月5日から7月12日までの中干しの期間を除き、常時湛水した。9月13日から9月19日まで全区画落水し、9月19日に収穫した。

透明アクリルチャンバー(30×60×106cm)を用いて、クローズドチャンバー法によりガスフラックスを測定した。地表面から10、20、30cmの深度にガス透過性シリコンチューブ(長さ190cm、内径20mm、肉厚4mm)を埋設して、土壌ガス濃度を測定した。採取したガスはガスクロマトグラフで分析した。地表面から40cmの深度に埋設された小径の硬質塩ビ管から土壌溶液を採取し、イオンクロマトグラフで分析した。収量調査は、代表株による調査法で行った(丸山, 2007)。

*明治大学大学院農学研究所 Graduate School of Agriculture, Meiji University

**明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

キーワード: SRI 農法, 温室効果ガス, NO₃-N

3. 結果と考察

栽培期間に採取したガスの積算ガスフラックスのデータを Table 1 に示した. 積算 CO₂ フラックスは全区画で大量の吸収を測定し, 区画ごとの差はほとんど見られなかった. 積算 CH₄ フラックスは, 慣行区と比べて 2 日落水区では発生が約 5 分の 1 減り, 4 日落水区では吸収を示した. 積算 N₂O フラックスは, 慣行区と比べて 2 日落水区では約 3 倍, 4 日落水区では約 24 倍の発生を測定した.

地下 40cm の土壤溶液中の NO₃-N 濃度と, 地下 30cm の土壤ガス中の N₂O 濃度を Fig.1 に示した. 慣行区では中干し開始から約 2 週間, 間断灌溉区では間断灌溉開始から約 3 週間, 土壤中 NO₃-N 濃度, 及び N₂O 濃度が上がっていることがわかった. 間断灌溉区は, 慣行区と比べて NO₃-N 濃度と N₂O 濃度が共に高かった. 2 日落水区と 4 日落水区を比べると, 4 日落水区がどちらの濃度もやや高い値を示し, 落水期間が長いほど濃度が高くなることがわかった. これは落水期間が長いほど土壤中の酸素濃度が高くなり, 酸化反応である硝化が活発に行われたためと考えられる.

単位面積当たり玄米収量(g/m²)は, 慣行区 471, 2 日落水区 411, 4 日落水区 385 であった. 慣行区と比べて 2 日落水区では 13%, 4 日落水区では 18%収量が減ることがわかった.

4. 引用文献

国立環境研究所(2011):日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2009年度確定値)

丸山幸夫(2007):作物の形態研究法 マクロからミクロまで, 収量および収量構成要素, 日作記, 76(4), 601-603.

5. 謝辞

本研究は, 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業から一部補助を受け実施した.

Table 1 栽培期間積算ガスフラックス
Integration gas fluxes during cultivation period

	CO ₂ flux (mgCO ₂ /m ² /period)	CH ₄ flux (mgCH ₄ /m ² /period)	N ₂ O flux (mgN ₂ O/m ² /period)
慣行区	-2334038	1027	3
2 日落水区	-2255068	210	9
4 日落水区	-2289406	-85	77

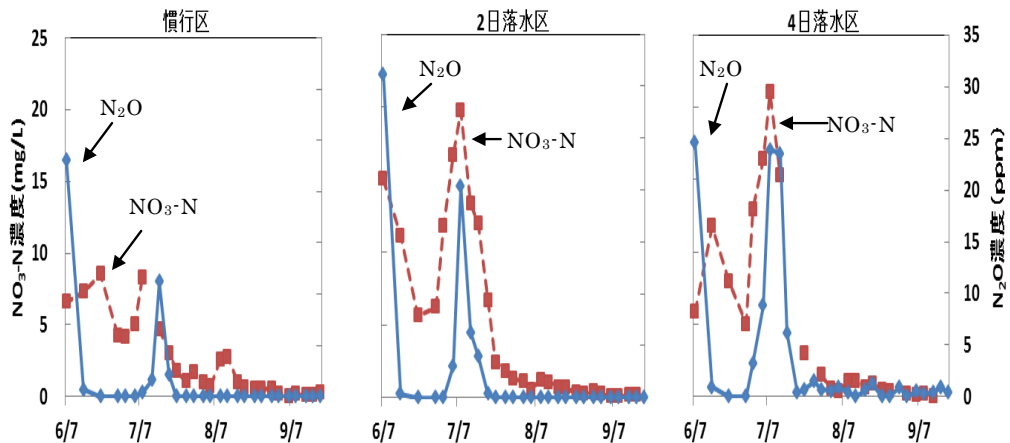


Fig.1 土壤溶液中の NO₃-N 濃度と土壤ガス中の N₂O 濃度

NO₃-N concentration in the soil solution and N₂O concentration in the soil gas