

異なる栽培条件下におけるイネ根通気組織が温室効果ガス放出に与える影響 Effects of rice roots' aerenchyma on greenhouse gas emission under different cultivations

○関航太郎*・後藤優治*・土井俊弘*・登尾浩助**

Kotaro Seki, Yuji Goto, Toshihiro Doi, Kosuke Noborio

1. 背景

20年換算でのメタン(CH₄)の温室効果は二酸化炭素の80.8倍(IPCC, 2021)であり、水田土壌からのCH₄放出は国内総排出量の42%を占める(温室効果ガスインベントリオフィス, 2021)ので、CH₄削減は迅速な温室効果低減のために重要と考えられる。CH₄の主な放出経路である水稻体の通気組織は、品種の違いによって発達異なることが報告されている。Bhattacharyyaら(2019)は、水稻体の茎の通気組織の間隙率および一つ当たりの間隙の広さが、CH₄フラックスとそれぞれ正の関係を持つことが報告した。一方で、ジャポニカ種及びインディカ種の栽培において間断灌漑を用いることでCH₄フラックスを削減できること(Camargoら, 2018)が報告されているが、水管理の違いが通気組織の発達とガス放出に与える影響について調べた研究は少ない。そこで本研究では2つの品種、3通りの異なる水管理および3つの生育期において、イネの根の通気組織の発達がCH₄および亜酸化窒素(N₂O)フラックスに与える影響を地球温暖化係数(GWP₂₀)で評価した。

表1 地球温暖化係数の換算

Conversion of global warming potential

種類	GWP ₂₀	GWP ₁₀₀
CO ₂	1.0	1.0
CH ₄ *	80.8 ± 25.8	27.2 ± 11
N ₂ O	273 ± 118	273 ± 130

*化石由来でないCH₄の値
IPCC_AR6_WGI (2021) より作成

2. 方法

本実験は神奈川県川崎市の明治大学生田キャンパス南圃場にあるライシメーター6基で実施した。栽培品種はジャポニカ種のコシヒカリとインディカ種のIR64とした。栽培期間は、2019年5月15日(移植日)からコシヒカリは同年9月11日、IR64は同年10月2日であった。水管理は湛水区、2日間断区および5日間断区の3条件を設定した。移植後10日までは平均水深5cmを保ち、その後は湛水区では水深5cmを維持し、間断灌漑区では決められた日数ごとに地表面から水深1cmまで湛水した。幼穂形成期、出穂期および登熟期において区画ごとに生育状況が平均的な3株を選定し、クローズドチャンバー法でガス採取した。通気組織の測定はガス採取の翌日に実施した。根は地表面から深さ1cm部分を切断して採取し、樹脂包埋処理で断面を固定、染色後に画像処理ソフトImageJを用いて通気組織の面積を算出した。

3. 結果

両品種ともに湛水区でCH₄放出量が高くなったため、GWP₂₀が高い値を示した(表2)。出穂期ではCH₄放出量が負になった個体があり、平均が負に転じた。通気組織の面積はIR64よりコシヒカリが平均して2倍程度大きかった。灌漑条件においては通気組織の面積は、湛水区が大きく、5日間断灌漑区が両品種ともに最も小さかった(表3)。

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

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

キーワード：環境影響評価、温室効果ガス、通気組織、水管理、SRI

4. 考察

通気組織の総面積がコシヒカリと IR64 で 2 倍近く異なった理由は、生育期間が長い品種ほど通気組織が大きくなる傾向が Bhattacharyya ら (2019) の研究で報告されていて、生育期間が IR64 よりコシヒカリの生育期間が 1 ヶ月程度長かったことが要因と推察された。コシヒカリの湛水区では根の通気組織の総面積が大きいほど GWP₂₀ が低くなったが、有意であったのは幼穂形成期だけであった(図 1)。これは嫌氣的な土壌では根の通気組織の大きい株がより多くの空気を運ぶことができるため、他株より好氣的な環境が作り出されたと考えられた。一方でコシヒカリの間断灌漑区および IR64 の各区では通気組織の総面積が大きいほど GWP₂₀ が高くなったが、有意な関係は見られなかった(図 2)。これらの条件下では通気組織が土中ガスの放出経路として利用され、温室効果が高くなったと考えられた。

表 2 GWP₂₀換算での温室効果(mg-CO₂・m⁻²・h⁻¹)

	コシヒカリ			IR64		
	湛水区	2日間断区	5日間断区	湛水区	2日間断区	5日間断区
幼穂形成期	791.48	3.75	307.35	476.61	464.39	208.71
出穂期	-417.49	401.75	-1044.80	308.27	-630.71	517.76
登熟期	871.32	415.19	11.08	303.51	497.38	179.37

表 3 各条件の根の通気組織面積(mm²)

	コシヒカリ			IR64		
	湛水区	2日間断区	5日間断区	湛水区	2日間断区	5日間断区
幼穂形成期	118.66	52.93	62.82	191.66	223.04	113.16
出穂期	146.46	104.34	96.70	192.80	192.19	152.29
登熟期	148.81	150.38	120.37	412.81	305.61	236.46

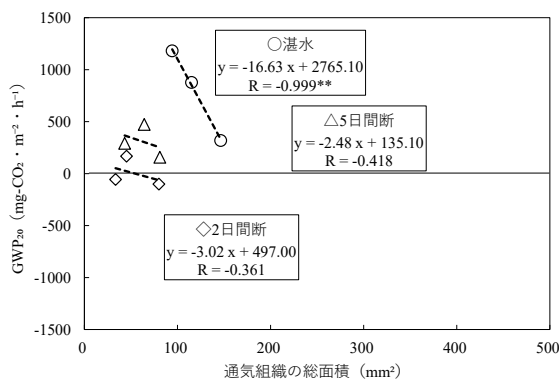


図 1 コシヒカリ幼穂形成期における通気組織の面積と GWP₂₀

Relationship between GWP₂₀ and Koshihikari's root aerenchyma area at panicle initiation

(**は p<0.05 を示す)

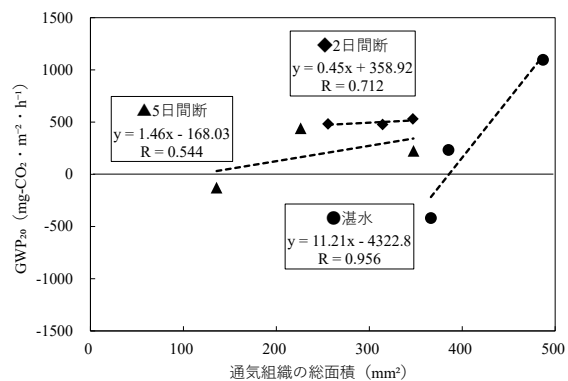


図 2 IR64 登熟期における通気組織の面積と GWP₂₀

Relationship between GWP₂₀ and IR64's root aerenchyma area at maturing

5. 参考文献

IPCC(2021), Climate Change 2021 The Physical Science Basis, Chapter7, p.118-126.

温室効果ガスインベントリオフィス(2021), 日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 2-7.

Bhattacharyya et al. (2019), Mechanism of plant mediated methane emission in tropical lowland rice, *Science of the Total Environment*, **651-P1**, 84-92.

Camargo et al. (2018), Intercontinental comparison of greenhouse gas emissions from irrigated rice fields under feasible water management practices: Brazil and Japan, *Soil Science and Plant Nutrition*, **64-1**, 59-67.

陽捷行, 八木一行 (1988), 水田から発生するメタンのフラックスの測定法, 日本土壌肥料学雑誌, **59**, 458-463.