

イネ植物体の通気組織と温室効果ガス放出量の関係

Relationship between aerenchyma of rice plants and greenhouse gas emissions

○関航太郎*・後藤優治*・土井俊弘*・米倉茉優*・塩津文隆**・登尾浩助**

Kotaro Seki, Yuji Goto, Toshihiro Doi, Mayu Yonekura, Fumitaka Shiotsu, Kosuke Noborio

1. 背景

水田土壌から発生するメタン(CH₄)の発生量はその国内総排出量の 45 %を占め (GIO, 2019)、土壌中で生成された CH₄ の 90 %以上が水稻体を経由して大気中へと放出されることが知られている(八木, 2003)。また 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が異なることが報告されており、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 放出量とそれぞれ正の関係を持つことが報告されている(Bhattacharyya et al., 2019)。また植物体経由のみの CH₄ 放出量を測定した先行研究 (Butterbach-Bahl et al., 1997)は存在するものの、通気組織の間隙率と面積については言及されていない。そこで本研究では、3 通りの異なる水管理において、イネの茎および根の通気組織の発達が CH₄ および亜酸化窒素(N₂O)の放出量に及ぼす影響を調査した。

2. 方法

実験に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3 基を用いた。ライシメーターは、表層 35 cmまで淡色黒ボク土、それより深い中層に関東ローム、深層に砂利が充填されている 1 辺 2 m の立方体で、雨水が流入しないようビニルシート屋根で覆った。栽培品種はコシヒカリで、葉齢 3.0 日の乳苗を 25 cm間隔で 1 本植えとした。実験期間は苗を植えた 2019 年 5 月 15 日から収穫を行った同年 10 月 7 日であった。肥料は 2018 年秋に稲藁をすきこみ、苗植え前の代かき時に基肥を与え、実験期間中の 6 月 24 日に一度追肥を行った。水管理は移植後 10 日までは平均水深 5 cmを保ち、その後は間断灌漑区ごとに決められた日数間隔ごとに地表面から 1 cm まで水を与え、実際の圃場と同様に地下からの排水も行った。なお中干しは行わなかった。ガスフラックスはクロズドチャンバー法(陽・八木, 1988)を用いて 10 分ごとに 30 分間チャンバー内空気を採取し、ガスクロマトグラフを用いて CH₄ および N₂O 濃度を分析した。通気組織の測定は移植後 66 日において、生育状況がその区画で平均的な株を採取し切断、樹脂固定をしたのちに染色と画像解析を行った。なお茎は 1 株、根は 3 株を地表から各 1 cm 付近で切断して得られた結果で評価した。

3. 結果

CH₄ の排出量は嫌気条件である湛水区での発生量が多かった。一方で 2 日間断灌漑区では CH₄ および N₂O は吸収された(表 1)。茎では通気組織の総面積が好気条件ほど大きく、間隙率は湛水区ほど高かった。また通気組織 1 つ当たりの面積は 2 日間断灌漑区が大きかった(表 2)。根の各パラメータは 2 日間断灌漑区で小さく、湛水区において大きかった(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：物質循環、温室効果ガス、通気組織、水管理、SRI

4. 考察

Bhattacharyya et al. (2019) の研究と同様に茎の通気組織の面積が大きいと CH₄ および N₂O フラックスは増えたが、本実験ではサンプル数が少なく有意であるとは言えなかった(図1)。

根では通気組織の総面積が大きいほど CH₄ フラックスが多かったが有意であるとは言えない(図2)。一方で、図2中の◎で示した3点は湛水区での CH₄ フラックスの実験結果である。通気組織の総面積が大きいほど CH₄ フラックスが少なくなっており、湛水条件下では根の通気組織面積が大きいほど根群域に好气的環境を作り出しやすくなることが示唆された。このことは湛水条件で土壌を好气的環境にする稲作は温室効果ガス放出削減につながることを示している。一方で N₂O と根の関係はなかった。

表1 当日採取前の温室効果ガスフラックス

Greenhouse gas flux of the day				
処理区	湛水区	2日間断	5日間断	(単位)
CH ₄ 放出量	3.570	-0.736	1.602	(mg-CH ₄ · m ⁻² · h ⁻¹)
N ₂ O放出量	0.103	-0.150	0.109	(mg-N ₂ O · m ⁻² · h ⁻¹)

表2 茎の通気組織の各パラメータ

Each parameter of stem aerenchyma			
処理区 (単位)	湛水区	2日間断	5日間断
通気組織の総面積 (mm ²)	121.83	108.00	146.39
茎の間隙率 (%)	40.94	31.38	29.02
通気組織1つあたりの面積 (mm ²)	0.075	0.071	0.055

表3 根の通気組織の各パラメータ

Each parameter of root aerenchyma			
処理区 (単位)	湛水区	2日間断	5日間断
通気組織の総面積 (mm ²)	118.66	52.93	62.82
根断面の総面積 (mm ²)	290.07	154.52	191.91
根の間隙率 (%)	41.168	33.285	33.235

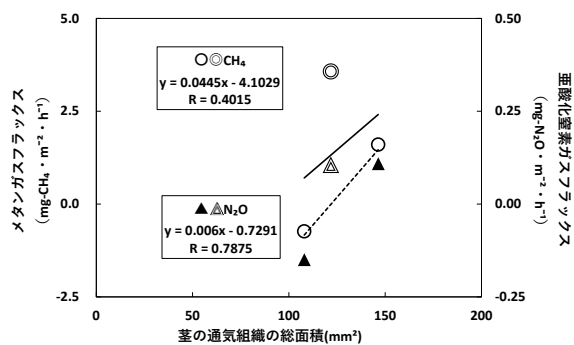


図1 温室効果ガスフラックスと茎の通気組織の面積

Relationship between greenhouse gases flux
and stem aerenchyma area

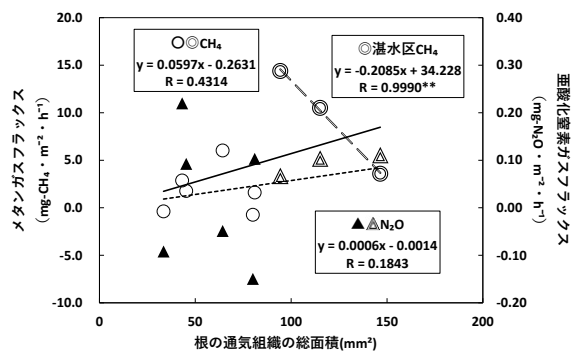


図2 温室効果ガスフラックスと根の通気組織の面積

Relationship between greenhouse gases flux
and root aerenchyma area

(**は p<0.05 を示す)

5. 参考文献

- 温室効果ガスインベントリオフィス (2019): 日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 51-52.
 八木一行 (2003): 土壌の物理性, **94**, 21-31.
 Bhattacharyya P. et al. (2019): Science of the Total Environment, **651-P1**, 84-92.
 Butterbach-Bahl K. et al. (1997): Plant, Cell and Environment, **20**, 1175-1183.
 陽捷行, 八木一行 (1988): 日本土壌肥科学雑誌, **59**, 458-463.