

B-16 地球温暖化抑制のためのCH₄、N₂Oの対策技術開発と評価に関する研究

(1) 農耕地から放出されるメタンと亜酸化窒素の発生抑制技術に関する研究

③植物体を經由したメタン・亜酸化窒素輸送過程の解明とその制御に関する研究

研究代表者 国際農林水産業研究センター環境資源部 八木一行

エコフロンティアフェロー 姚 亨

平成9年度予算額 1,527千円

〔要旨〕水田からのメタン発生を抑制するための方策として、メタン発生が少ない水稲品種を選抜することが期待されている。本研究では、さまざまな水稲品種を水耕栽培し、水稲の根域に溶存するメタンを大気へ輸送するポテンシャルの測定を行い、水稲の生理・形態的特徴と比較することを目的とする。そのために、6種類の水稲品種を水耕栽培し、移植後30-40日にメタン輸送ポテンシャルの測定を行った。その結果、品種により異なったメタン輸送ポテンシャルが認められ、メタン輸送ポテンシャルと茎および通気組織の容量との間には正の相関が見られた。これらの結果は、水稲の生理や形態が水田からのメタン発生に影響を及ぼすことを示している。

キーワード メタン 水稲

1. 序

地球温暖化に関与する大気中の急激なメタン(CH₄)濃度増加の原因のひとつとして、世界的な水田耕作面積の増加があげられている。水田からのメタン発生を抑制するために、有機物管理や水管理の改善などさまざまな方策が提案されているが、メタン発生が少ない水稲品種を選抜することも期待される方策のひとつである(Cerri *et al.*, 1996)。水田土壌中で生成されたメタンは、大部分が水稲の通気組織を經由して大気へ放出される。したがって、水稲の通気組織の発達程度がメタン発生的重要な制御要因であり、その知見はメタン発生抑制のための品種選抜の基礎となる(Neue *et al.*, 1995)。

一方、土壌から放出されるもうひとつの温室効果ガスである亜酸化窒素の水田からの放出については、放出量や放出メカニズムに関して不明の点が多い。メタンと同様に水稲を經由して土壌から大気へ放出される割合についても未解明である。

2. 研究目的

これまでの研究から、水田からのメタン発生は水稲品種より差があることが示されているが、これは、水稲の根圏での物質代謝活性とガス輸送活性の違いによるものと考えられる。本研究では、水稲の形態および生理的特徴や根圏での物質代謝活性とメタン輸送ポテンシャルとの関係を明らかにすることを目的とする。合わせて、水田からの亜酸化窒素の放出メカニズムを明らかにする。今年度は、さまざまな水稲品種を水耕栽培し、水稲の根域に溶存するメタンを大気へ輸送するポテンシャルの測定方法を検討し、その測定から、水稲の形態および生理的特徴とメタン輸送ポテンシャルとの関係を明らかにする。

3. 研究方法

実験には、日本の水稲品種6種(朝日1号(略称:A1)、銀坊主(GB)、農林3号(N3)、農林36号(N36)、農林37号(N37)、および神力(SR))を用いた。各水稲品種は、水を満たしたバット上に浮遊するメ

ツッシュ上に播種し、4週間育苗した。その後、培養液を満したタンクに移植し、自然光のチャンパー内にて栽培した。育苗および栽培温度は20-30°Cの12時間サイクルで行った。水稻は、移植後30-40日で、測定に適する大きさ（草丈25-38cm、茎数8-18）に育成し、メタン輸送ポテンシャルの測定を行った。

水稻のメタン輸送ポテンシャルは、Nouchi *et al.* (1990)の方法に準じた。すなわち、図1に示すような装置に水稻1個体を固定し、根圏とメタン放出サイトのある地上部を隔離する。根圏はメタンを飽和させた培養液で満し、地上部のチャンパー内へのメタン放出速度を測定した。メタンの定量は、GC/FIDにより行った。同時に、実験に供した光合成速度、茎数、葉面積、地上部バイオマス、茎容量、および通気組織の容量を測定した。

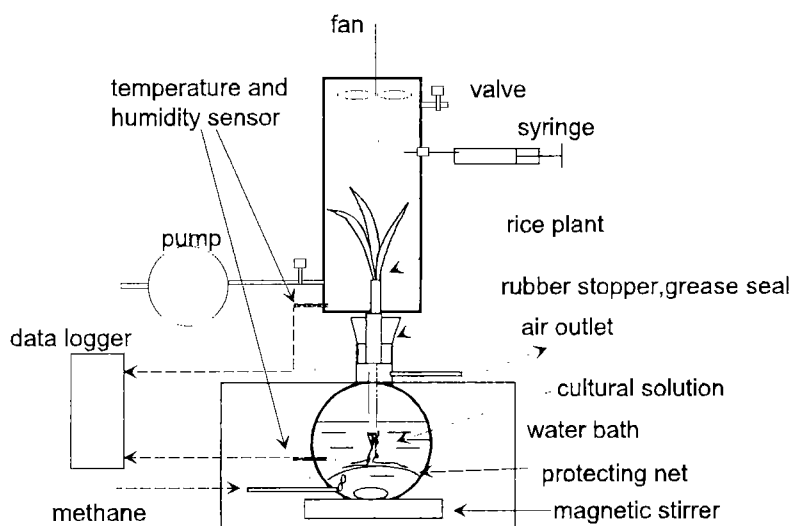


図1 メタン輸送ポテンシャル測定装置

4. 結果と考察

(1) メタン飽和溶液調整時間の検討

実験に先立ち、水稻のメタン輸送ポテンシャル測定に用いる、メタン飽和溶液の調整時間を検討した。1回の実験に用いる2,250 mLの培養液を、99.8%のメタンガスにより400-1,000 mL/minの流速でバブリングし、溶存メタン濃度の経時変化を調べた。その結果、図2に示すように、1,000 mL/minの流速で約10分、400 mL/minの流速でも約20分で飽和濃度に達することがわかった。

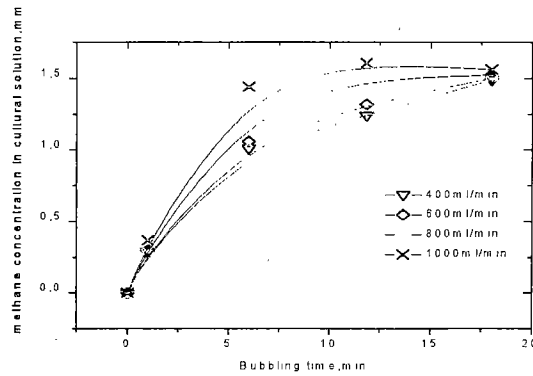


図2 メタン飽和溶液の調整時間の検討

(2) メタン輸送ポテンシャル

実験開始後、メタン輸送ポテンシャル測定装置の上部チャンバー内のメタンおよび二酸化炭素濃度は直線的に変化した。図3に一例を示すように、実験開始後1時間の間に、メタン濃度は直線的に上昇し、その逆に、二酸化炭素濃度は直線的に減少した。これらの結果は、水稻根圏より、メタンが水稻を経由して定常的に輸送されている一方、チャンバー内の二酸化炭素は、水稻の光合成活性により消費されていることを示している。

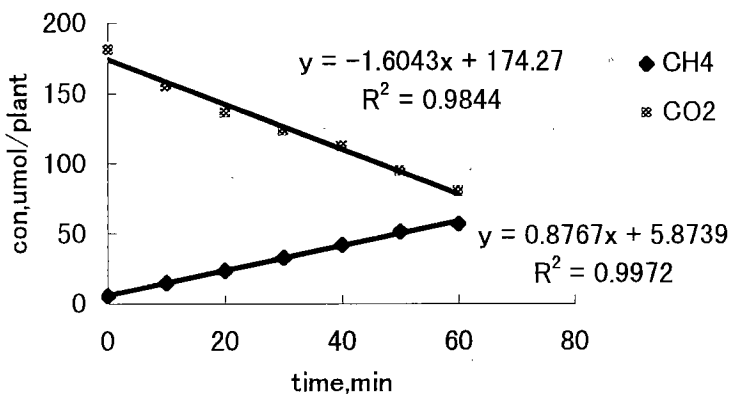


図3 チャンバー内のメタンおよび二酸化炭素濃度の変化

図4に、6種的水稻品種のメタン輸送ポテンシャル測定結果を示す。測定結果は、3反復の平均値である。品種により明らかに異なったメタン輸送ポテンシャルが認められた。N37は測定した品種のなかで最大の値 (1.62 umol/min) を示し、その他の品種の間には有意な差が認められた。最も低いものはN3であり、ポテンシャルは0.63 umol/minであった。

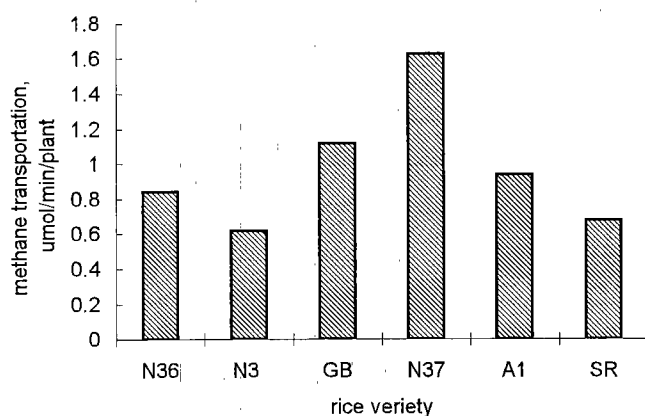


図4 水稻品種のメタン輸送ポテンシャル

(3) メタン輸送ポテンシャルと水稻の形態および生理的特徴との関係

測定を行った、6品種の水稻（18個体）について、メタン輸送ポテンシャルと水稻の形態および生理のパラメーターとの相関を表1に示す。その結果、光合成速度、茎数、葉面積、および地上部バイオマスとの間には相関は見られなかったが、茎容量(P=0.05)、および通気組織の容量(P=0.001)との間には正の相関が見られた。

表1 メタン輸送ポテンシャルと水稻の形態および生理のパラメーターとの相関

parameters	A	B	F	P	T	L	M
A, Methane emission rate, umol/min/plant	1						
B, CO ₂ consuming rate, umol/min/plant	-0.152	1					
F, gas releasing site	-0.093	-0.702	1				
P, leaf area, cm ²	-0.049	-0.862	0.629	1			
T, leaf fresh weight, g	0.140	-0.712	0.713	0.810	1		
L, stem volume, cc	0.554	-0.296	0.555	0.254	0.546	1	
M, stem intercellular volume, cc	0.898	-0.198	0.252	0.029	0.303	0.798	1

これらの結果は、水稻を経由するメタンの輸送が、光合成や蒸散など、気孔の開閉にともなうガス輸送とは無関係で、根や茎に存在する破性通気組織(aerenchyma)を通り、茎にある放出サイトから放出されるという Nouchi *et al.* (1990)の指摘と一致するものである。同時に、水稻品種間の形態の違いが水田からのメタン発生に影響を及ぼすことを示している。

5. 本研究により得られた成果

- (1) 水稻のメタン輸送ポテンシャルの測定方法を確立した。
- (2) 水稻品種間の形態の違いが水田からのメタン発生に影響を及ぼすことを明らかにした。

6. 引用文献

- Cerri, C., Minami, K., Mosier, A., Rosenberg, N., and Sauerbeck, D. : In Climate change 1995, Cambridge University Press, pp.745-771 (1996) "Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emissions"
- Neue, H.-U., Wassmann, R., and Lantin, R. S. : In Climate change and rice, International Rice Research Institute, pp. 136-144 (1995) "Mitigation options for methane emissions from rice fields"
- Nouchi, I., Mariko, S., and Aoki, K. : Plant Physiol., 94, 59-66 (1990) "Mechanism of methane transport from the rhizosphere to the atmosphere through rice plants"