

ガス透過性チューブを用いた植物媒介 CH₄ 輸送シミュレーション Simulation of Plant-Mediated Transfer Using Gas Permeable Tube

○酒井 一人^{1,2}、Chathura Madushanka²

SAKAI Kazuhito, Chathura Madushanka

1. はじめに

水田を含む湛水状態の湿地における温室効果ガス(GHG)排出の経路は、水中拡散、泡の噴出および植物媒介輸送の3つがある。この中で最も多いのが植物媒介輸送であり、犬伏ら(1989)は、水田での CH₄ 排出では、稲を媒介しての排出が他の経路での排出の 2~100 倍であると報告している。そのためクロズドチャンバー法により水田での CH₄ 排出量を測定する際には、植物体の伸長に合わせてチャンバーを用意しなくてはならず大掛かりとなる。また、土壌カラム実験で湛水状態での CH₄ 排出を分析する際に植物媒介輸送を考慮しない場合には、CH₄ 排出量を小さく見積もる可能性がある。

そこで本研究では、ガス透過性チューブ(シリコンチューブ)を擬似植物体として用いることにより、植物媒介 CH₄ 輸送シミュレーションについて検討した。

2. 材料と方法

1) 材料

土壌試料は東京農工大農場内の水田から採取した黒ボク土を用いた。5mm 篩通過土壌 4kg に 2mm 篩通過稲わら 25g および硫酸アンモニウム 0.45g を混合した。それをプラスチックケースに入れ、湛水し、全体を保温ボックスに入れタイルヒーターで約 30℃を保つように加温した。土壌酸素センサー(MIJ-03)で土壌が常に嫌気的環境下にあることを確認した。

2) CH₄ 濃度変化測定実験

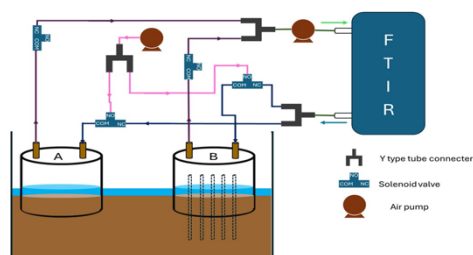


Fig.1 CH₄ 濃度測定システムの概要図

Diagram of CH₄ measurement system

実験では、土壌を充填し湛水した容器に複数のチャンバーを差し込み、チャンバー内の CH₄ 濃度変化を測定した(Fig.1)。

まずシリコンチューブの有無による CH₄ 排出量の違いを確認した(Exp1)。次にシリコンチューブの本数(5 本、10 本)と差し込み深さ(5cm、10cm)を変えた 4 条件での CH₄ 排出量の違いについて検討した(Exp2)

CH₄ の測定は 1 つの土層ボックスに直径 8.3cm、高さ 10cm のチャンバーを差し込んで行った。Exp1 では、そのまま湛水土壌へ差し込んだ条件を 2 個(C1_1)、チャンバー内に 5 本のガス透過性チューブ(外径:1.5mm、内径:1mm)を土壌に差し込み、その上を覆ったものを 2 個用いた(C1_2)。Exp2 では、4 つのチャンバーを用いて、チューブ本数と差し込み深さを 5 本-5cm、5 本 10cm、10 本-5cm、10 本 10cm の 4 条件で CH₄ 濃度変化を測定した。

チャンバー内の空気を FT-IR を用いたガス濃度測定システム内を循環させた。測定では、40 分毎にチャンバーを切り替えた。40 分のうち 10 分はシステム内の換気を行い、30 分を測定期間

1 琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

2 鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University

キーワード: CH₄、ガス透過性チューブ、植物媒介輸送

とし、2 分ごとにスペクトルを記録した。測定した赤外スペクトルをあらかじめ求めておいた検量線を用いて CH_4 濃度に換算し測定期間の後半 14 分間の値の傾きを求め濃度変化を計算した。

3. 結果と考察

1) Exp1 の結果と考察

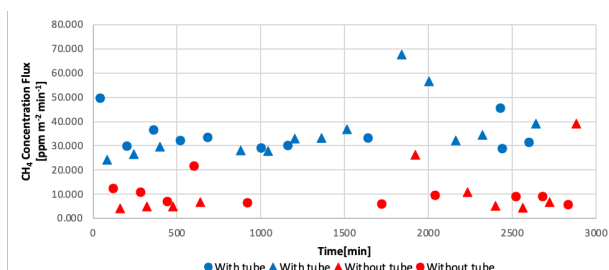


Fig.2 シリコンチューブの有無による CH_4 濃度フラックスの違い

Difference in CH_4 concentration flux with and without silicon

Fig.2 にシリコンチューブを用いたチャンバーでの CH_4 濃度変化の結果(青)とシリコンチューブを用いなかった結果(赤)を示す。測定期間中に急に濃度が高くなり時間変化が求められなかった期間については除外している。

このグラフより、シリコンチューブを設置した場合(青)の方がどちらのチャンバーでも CH_4 濃度変化が大きいことがわかる。このことから、湛水状態の土壌からの CH_4 排出実験において、ガス透過性チューブを疑似植物体として用いることにより植物媒介輸送をシミュレーションできることが確認できた。

2) Exp2 の結果と考察

Fig.3 にシリコンチューブの本数および差し込み深さを変えたチャンバーでの CH_4 濃度フラックスを示す。色の違いはチューブ本数を表し、赤が 10 本、青が 5 本条件である。マークの形は差し込み深さの違いを表し、●は 5cm、▲は 10cm 条件である。

測定初期に CH_4 濃度フラックスが大きいのは、養生期間中に土中に溜まっていた CH_4 がチャンバー内に排出したためであると考えられる。

Fig.3 より 10cm 深で差し込んだ条件(▲)での CH_4 濃度フラックスが大きくなっていることがわかる。

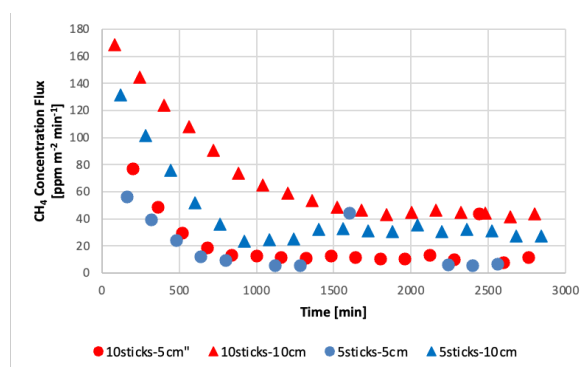


Fig.3 シリコンチューブの本数と差し込み深さを変えた場合の CH_4 濃度フラックスの違い

Difference in CH_4 concentration flux when the number of silicon tubes and insertion depth are changed

10 本-5cm と 5 本-10cm は、土壌中のシリコンチューブの延べ長さは同じであるが、 CH_4 濃度フラックスは 5 本-10cm の方が大きく、差し込み深が大きいことにより CH_4 濃度フラックスが大きくなっている。この理由について、土壌表面に近く表面酸化層の影響があるのではないかと考えた。土壌表面では湛水の溶存酸素供給による酸化が進み表面酸化層を形成され、そこでは CH_4 の酸化が起こる(R. Conrad et al. 1991)。表面酸化層は 2cm 程度になることから、表層 5cm 深では土壌ガスの CH_4 濃度が低くなっていたと考えられる。このため、延べチューブ長が同じでも差し込み深さ 10cm 条件の方が大きな CH_4 濃度フラックスとなったと考えた。

4. 最後に

本研究により、ガス透過性チューブを疑似植物体として利用することにより土壌ガスの植物媒介輸送シミュレーションが可能であることが認められた。その本数および差し込み深さによりガス排出量が違うことが認められたことから、実フィールドでの測定において実際の植物媒介輸送と同等のガス排出量となるために求められる実験条件について検討する必要がある。

[引用文献]

犬伏ら(1989): 水稻体を経由したメタンの大気中への放出
R. Conrad et al. (1991): Methane oxidation in the soil surface layer of a flooded rice field and the effect of ammonium