

乾燥密度の違いが灰色低地土での CO₂, CH₄, N₂O ガスフラックスに与える影響 Effects of variations in dry bulk density on behavior of CO₂, CH₄ and N₂O gases through the surface of air-dried Gray Lowland soils

○土井俊弘*・西脇淳子**

Toshihiro DOI, Junko NISHIWAKI

1.はじめに

水田土壌は温室効果ガスである CH₄ の主な放出源であり、これまで水田での CH₄ 放出量の研究が多く行われてきた。近年では、水田での CH₄ 放出量を低減させる方法として、中干し期間の延長や間断灌漑が期待されている。一方、石橋ら(2007)は落水によって酸化状態となった水田土壌から N₂O が放出されることを報告している。また、水田土壌が乾燥化した際に、土壌中の有機物が微生物に分解されやすい形態となる。これに水分が加わることにより、土壌中でアンモニア態窒素や硝酸態窒素が生成されることが知られている(乾土効果)。アンモニア態窒素や硝酸態窒素は N₂O 生成の基質であるため、乾土効果による N₂O 放出の増加が懸念される。

土壌中で生成された温室効果ガスが大気中へと放出される際には、土壌中でのガス移動量に影響を受ける。土壌中でのガス移動は主に濃度勾配による拡散と全圧勾配による移流によって生じる。風や大気圧の変動がない場合には、拡散移動がガス移動の大部分を占めると考えられる。ガス拡散は、土壌中の間隙率や体積含水率などの土壌の物理性に影響される。そのため温室効果ガス放出量を評価するときに、土壌の物理性の違いが放出量に与える影響を明らかにすることが重要と考えられる。本研究では、水田土壌である灰色低地土を供試土として、

室内カラム実験を行い、乾燥土に水を加えた際に、乾燥密度の違いが CO₂, CH₄, N₂O ガス挙動に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2.方法

供試土壌として、茨城県内の水田(深さ 0 ~ 20 cm)から採取した灰色低地土を用いた。内径 8.5 cm, 高さ 30 cm のアクリル製カラム(Fig.1)に風乾した灰色低地土を充填して実験を行った。乾燥密度 ρ_d は 0.89, 0.96, 1.05 Mg m⁻³ の 3 条件を設定した。実験は 3 連で行った。カラムは恒温室(室温 20 ~ 25 °C)に設置した。実験開始時に霧吹きを用いて、カラム上部から純水を 2 分間で 28.38 ml 給水した(降雨強度 150 mm/h 相当)。測定期間は、給水から 48 時間後までとした。測定間隔は給水から 24 時間後までは 3 時間毎、24 時間後以降は 6 時間毎とした。対象ガスは CO₂, CH₄, N₂O の 3 成分とし、地表面ガスフラックスおよび土壌中ガス濃度(深さ 2, 11, 22 cm)を測定した。地表面ガスフラックスの測定にはクローズドチャンバ法を用いた。ガス試料の分析にはガスクロマトグラフ(島津製 GC-14B)を用いた。体積含水率及び地温は、DECAGON 社製 ECH2O プローブ 5TE を用いて測定した(深さ 5.5, 14.5, 25.5 cm)。土壌の化学性として、無機態窒素量、全窒素・全炭素量を測定した。

*茨城大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ibaraki University **茨城大学農学部 College of agriculture, Ibaraki University キーワード 温室効果ガス, 灰色低地土, 乾燥密度

3.結果・考察

本要旨では紙面の都合上 CO₂の結果のみを示す。給水開始から 48 時間後までの乾燥密度 ($\rho_d = 0.89, 0.96, 1.05 \text{ Mg m}^{-3}$) ごとの CO₂ ガスフラックスおよび土壌中 CO₂ ガス濃度(深さ 2, 11, 22 cm)の変動を Fig.2 に示す。全ての乾燥密度条件下で、給水による CO₂ ガスフラックスの増加傾向が見られた (Fig.2 a)。 $\rho_d = 0.89$ は給水 6~24 時間後に、 $\rho_d = 0.96$ は給水から 6~24 時間後および 30 時間後に、 $\rho_d = 1.05$ は給水から 3 時間後および 9~24 時間後にかけて、それぞれ高いフラックス値を示した。 $\rho_d = 1.05$ において、高いフラックス値を示した時の、土壌中の深さ 2 cm のガス濃度 (Fig.2 d)) は大気よりも高い値を示した。そのため土壌中で発生した CO₂ が拡散移動によって大気中へと放出されたと考えられる。 $\rho_d = 0.89$ の土中 CO₂ ガス濃度 (Fig.2 b)) は給水から 18 時間後以降大気とほぼ同じ濃度となり、フラックス値も 18 時間後以降横ばいとなった。これは大気と土壌中での濃度勾配が解消したためと考えられる。 $\rho_d = 1.05$ では給水から 42 時間後以降に深さ 2 cm の土中 CO₂ ガス濃度が大気とほぼ同じ値となり、フラックス値も 42 時間後以降横ばいとなった。 $\rho_d = 1.05$ と $\rho_d = 0.89$ のガス挙動が異なる原因としては、間隙率が異なるため大気-土壌間でのガス移動に差が生じたことが考えられる。そのため、乾燥密度が高い土壌ではガスの大気 - 土壌間での濃度勾配が解消されるのに、乾燥密度が低い土壌と比べて時間遅れが生じたことが示唆された。ただし、 $\rho_d = 0.96$ については乾燥密度の違いによる影響が明確に確認できなかったため今後検討を行う。

4.まとめ

本研究では室内カラム実験を行い、乾燥密度の違いが灰色低地土での CO₂, CH₄, N₂O ガス挙動に与える影響を検討した。

CO₂ ガスについては以下の 2 点が明らかになった。1)給水による CO₂ ガスフラックスの増加は各乾燥密度で類似の変動を示し、乾燥密度の違いによる影響は見られなかった。2)土壌 CO₂ ガスの変動では、乾燥密度の高い土壌の方が乾燥密度の低い土壌よりも、大気と深さ 2 cm の CO₂ ガス濃度が平衡となる時間が長くなることが示唆された。

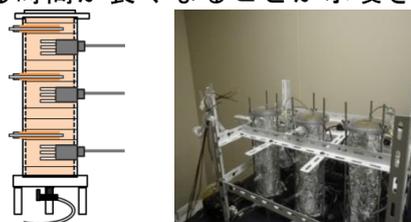


Fig.1 カラムの模式図(左)と写真(右).
Photo and schematic diagram of experimental columns

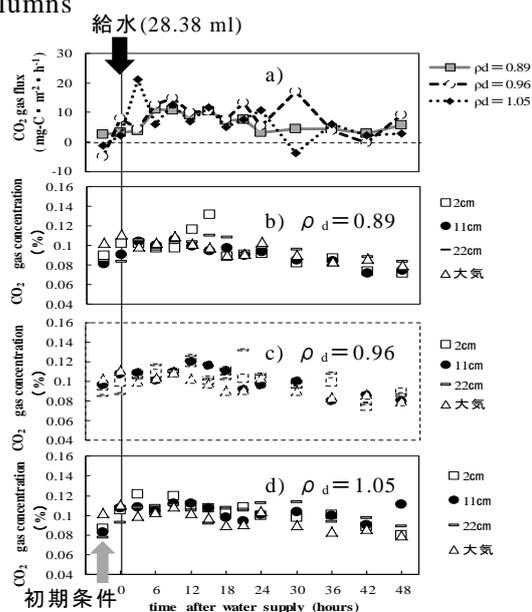


Fig.2 給水後の CO₂ ガスフラックスおよび土壌中のガス濃度の変動

- a) CO₂ ガスフラックス b) 土中 CO₂ ガス濃度 ($\rho_d = 0.89$)
- c) 土中 CO₂ ガス濃度 ($\rho_d = 0.96$)
- d) 土中 CO₂ ガス濃度 ($\rho_d = 1.05$)

The variations of CO₂ gas flux and CO₂ gas in the soil during experimental period

引用文献

石橋英二, 山本章吾, 赤井直彦, 鶴田治雄, 不耕起直播水田における亜酸化窒素発生要因, 日本土壌肥科学雑誌, 第 78 巻第 5 号, 453-463