

乾土効果が灰色低地土の CO₂・CH₄・N₂O ガス挙動に与える影響

Behavior of CO₂・CH₄・N₂O gases through the air-dried Gray lowland soil

土井 俊弘¹・西脇 淳子²

¹茨城大学農学研究科・²茨城大学農学部

要旨

中干しによって乾燥した水田土壌では、乾土効果による N₂O 放出量の増大が懸念される。土壌の物理性と降雨は土壌中のガス移動に影響を及ぼす。本研究では灰色低地土を対象とし、乾燥した水田土壌での CO₂、CH₄ および N₂O ガス挙動に間隙率や降雨強度が与える影響を明らかにすることを目的とした。室内カラム実験を行い、給水直後の CO₂ ガスフラックス値の減少および給水後の CH₄、N₂O ガスの土壌中への吸収を確認した。

キーワード：温室効果ガス、ガスフラックス、乾土効果、間隙率

Key words: greenhouse gas, gas flux, dry-soil effect, porosity

1. はじめに

湛水中の水田から放出される温室効果ガス排出量は大きく、中干し期の延長による CH₄ ガス発生の抑制などの研究が多く行われている。中干しによる乾燥化によって、土壌と結合している土壌有機物の一部が遊離し、これに水が加わると微生物に分解されやすい形になり、大量の NH₄-N が生成される。この現象は乾土効果と呼ばれる。この乾土効果によって、水田からの N₂O 放出量の増大が懸念される。

また農用地土壌からの温室効果ガス排出量は土壌中でのガス生成量だけでなく、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濃度勾配による拡散と全圧勾配による移流から生じる。風や大気圧の変動がないとしたとき、拡散による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よって影響される。さらに土壌中でのガス挙動には、降水による地表面の被覆、浸透水へのガスの溶解といった降雨による影響が生じる。

そのため、乾土効果による温室効果ガス排出量は、間隙率や降水の影響と併せて検討する必要があると考えられる。本研究では、水田土壌である灰色低地土を対象として乾土効果と土

壌の物理性が CO₂、CH₄ および 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

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 (乾燥密度: 0.93 Mg m⁻³ , 現場類似条件) を充填した。灰色低地土は、茨城県つくばみらい市の水田から採取した。給水は実験開始時に、霧吹きを用いてカラム上部から行った。カラムには 2 分間に 28.38 ml を給水した (降雨強度: 150 mm/h 相当) 。カラムは恒温室 (室温: 20 ~ 25°C で一定) に設置して実験を行った。測定期間は、給水から 48 時間後までとした。測定間隔は給水後 24 時間までは 3 時間ごと、給水後 24 時間以降は 6 時間ごとである。測定項目は、ガス成分は CO₂、CH₄ および N₂O の 3 種であり、地表面ガスフラックス、土壌中ガス濃度 (深さ 2, 11, 22 cm) を測定した。土壌の物理性として、体積含水率と地温は ECH₂O センサーを使用して測定した。他の測定項目は、無機態窒素量、TC-TN、ガス拡散係数である。

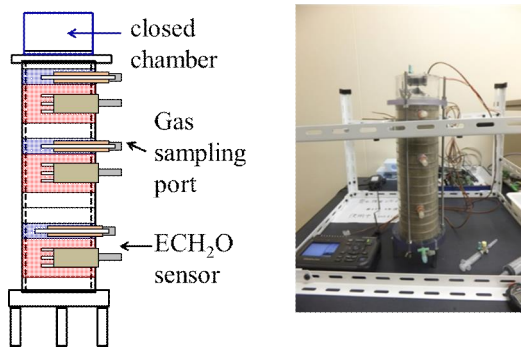


Fig.1 実験に用いたカラムの模式図(左)と写真(右)

(内径 $\phi = 8.5$ cm, 高さ $L = 30$ cm)

3. 結果と考察

給水開始から T 時間 (T = 0, 3, 6, 9, 12) までの CO₂, CH₄ および N₂O ガスフラックスの変動を Fig.2 に示す。また各種ガスフラックスの初期値もグラフに併記した。CH₄ の給水後 0h のデータは欠測である。給水直後と初期条件(給水前条件)とのフラックス値を比較すると、CO₂ はフラックス値の減少が見られたが、N₂O は変化が見られなかった。給水直後(給水後 0h) から 12 時間後までのガスフラックスの変動では、CO₂ ガスフラックス値は増加した。CH₄ ガスフラックスは給水から 6 時間後以降から減少を示し、9 時間後以降は土壤中への吸収がみられた。N₂O ガスフラックスは、給水から 6 時間後までフラックス値が減少し、6 時間後の N₂O ガスフラックス値は土壤中への吸収を示した。

初期状態での体積含水率は、全ての層で 3.4% であった。実験終了時には、深さ 2 cm で最大値 11.1% を示した。深さ 5.5 cm では 4.9% まで増加し、5.5 cm より下層では体積含水率の変動は見られなかった。そのため、給水による体積含水率増加の影響を受けたのは表層 5.5 cm までと考えられた。

3 種のガスフラックスの変動に関して、給水後の CO₂ ガスフラックスの増加は、土壤中の微生物活性が増加した影響と考えられた。実験終了時の表層の体積含水率が 11.1% と、土壤中

が酸化的状态だったために、CH₄ 酸化菌の活性が増加し、土壤中への CH₄ の吸収が生じたと考えられた。

4. おわりに

今後、乾燥密度や給水速度を変化させた時の CO₂, CH₄ および N₂O ガスフラックスの挙動について比較を行いたい。

参考文献

Per Moldrup et al. (2003):

Review of recent progress in predicting Gas transport parameters for Undisturbed Andisols : Campbell b dependent models for gas diffusivity and air permeability 土壌の物理性, No.94, p11-19

米林 甲陽, 森下年起, 服部共生 (1987):

水田土壤中における窒素無機化量の年間変動とその要因 土壌肥料学会, 58, 6, 729-737

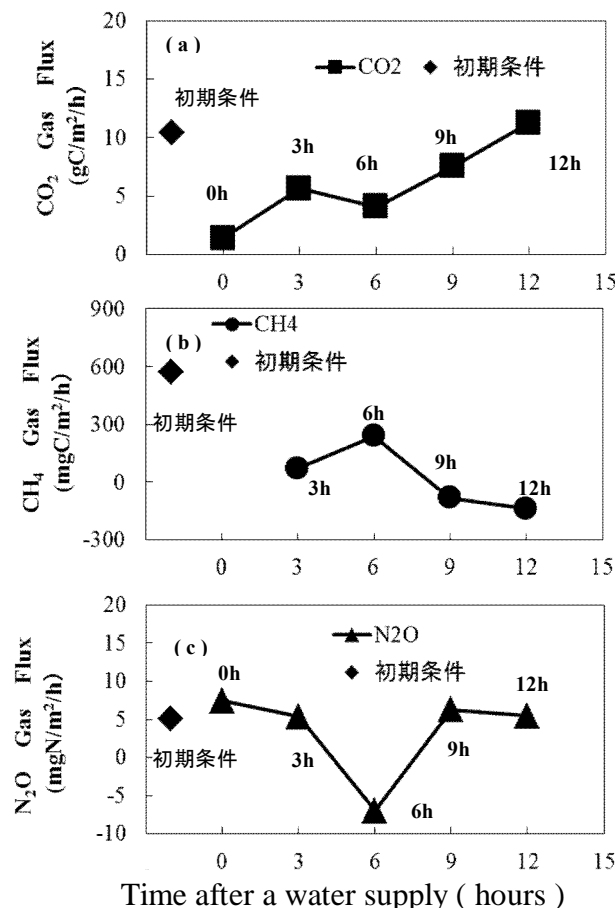


Fig.2 給水後の CO₂, CH₄ および N₂O ガスフラックスの変動

(a) CO₂ ガスフラックス (b) CH₄ ガスフラックス (c) N₂O ガスフラックス