

タイ国水田における土壤中 CH₄, CO₂ の安定同位体比測定

The stable carbon isotope measurement of CH₄ and CO₂ value in the soil of rice paddy field in Thailand

片野健太郎¹・小宮秀治郎¹・登尾浩助²

¹ 明治大学大学院農学研究科 ・ ² 明治大学農学部

要旨(Abstract)

タイ国カセサート大学の水田において、水稻根の有無が与える土壤中のメタン (CH₄)と二酸化炭素(CO₂) ガスの生成・分解への寄与について天然炭素安定同位体比を使って調査した。水稻根圏の CH₄ と CO₂ の炭素安定同位体比は表層部 (深さ 3 cm) と根端部 (15 cm) で異なる傾向を示したが、株間では表層部と根端部の間で明確な炭素安定同位体比の変化は見られなかった。炭素安定同位体比の変動から、水稻根圏では表層部で炭酸還元反応、根端部で CH₄ の酸化が起きており株間では酢酸を基質としたメチル基転移反応により CH₄ が生成されていたと考えられる。

キーワード： 水田, CH₄, CO₂, 安定同位体

Key words: rice paddy, methane, carbon dioxide, isotope ratio

1. はじめに

水田土壤中における CH₄ 生成は還元条件下の土壌においてメタン生成菌によって行なわれる。メタン生成菌は水素と二酸化炭素 (CO₂) を基質として CH₄ を生成する炭酸還元反応と土壌有機物由来の酢酸のメチル基を基質に CH₄ を生成するメチル基転移反応の 2 つの経路で CH₄ を生成する。水稻根の成長に伴い増加する溶存有機炭素は 大気中への CH₄ 放出量と正の相関関係があることが報告されており (Yahai, et al., 2000), 水稻根圏と株間では異なる CH₄ の生成・分解過程が行なわれていると考えられる。

本研究では、タイ国の実験水田の水稻根圏と株間において土壌中 CH₄ と CO₂ の安定同位体を経時的に測定し水稻根圏と株間での CH₄ 生成・分解過程と濃度変動の差異を調査することを目的とした。

2. 方法

実験はタイ国ナコンパトム群カセサート大学校舎内の実験水田で 2014/8/4 ~ 9/2 期間に行なった。土壌ガスサンプラーは加藤ら

(2013) が作成した埋設型ガスモニタリングシステムを参考に、ガス透過性を持つシリコーンシートを使用して自作した。作成したサンプラーは水稻根圏 (P) と株間 (NP) それぞれに土壌表層から深さ 3, 9, 15 cm の位置に設置した。各サンプラー内の気体をシリンジで 5.0 ml 採取後、テドラーバックに封入し N₂ ガスを用いて 101 倍に稀釈した。稀釈したサンプルをガス同位体分析器 (G2201-i, PICARRO Inc.) で分析し CH₄ と CO₂ それぞれの炭素安定同位体の濃度を測定した。サンプルの採取は 2~3 日毎に行なった。

3. 結果と考察

深さ 3, 15 cm における P と NP で測定された CH₄ と CO₂ の濃度と安定同位体比の関係をそれぞれ Fig. 1, 2 に示し、深さ 3 cm, 15 cm での CH₄ と CO₂ の濃度を Fig. 3, 4 に示す。P における深さ 3, 15 cm の CH₄ と CO₂ の安定同位体比は 3 cm で CH₄ が低く、CO₂ が高い値を示した。濃度は CH₄ が深さ 3 cm の方が 15 cm より高く、CO₂ も若干増加した。一般に、物質の安定同位体比は化学反応

の前後で変化し、反応によって生成される物質の安定同位体比は反応前に比べ低くなる。従って、P、深さ 3 cm では CO_2 が分解され CH_4 が生成される炭酸還元反応が主に起こっていたと考えられる。15 cm では CH_4 が高く、 CO_2 は低い安定同位体比を示した。即ち、P、深さ 15 cm では、地上部の水稻から根へ通気組織を通じて運ばれた酸素 (O_2) によって水稻根付近で形成された好気的な土壌でメタン酸化菌の活動が活発になり CH_4 が酸化分解され CO_2 が生成されたと考えられる。また、深さ 15 cm のみで見られたことから、水稻根圏における CH_4 の酸化は根の先端部付近の限られた部分で行なわれている可能性が示唆された。

NP、深さ 3, 15 cm における CH_4 と CO_2 の安定同位体比は、 CH_4 に明確な変化がなく、 CO_2 は 15 cm より 3 cm の方がやや高い値を示した。NP において CH_4 と CO_2 の安定同位体比に明確な変化がない要因として、 CH_4 は、NP では水稻根無いためメタン酸化菌が活動しなかったこと、 CO_2 は、 CO_2 を基質とする炭酸還元反応が活発には行なわれずメチル基転移反応による CH_4 生成が主に行なわれていたことが要因と考えられる。

5. 謝辞

本研究の一部は科研費 A(26660192)の助成とカセサート大学の Theerayut Toojinda 博士, Tiwa Pakoktom 博士, Meechai Siangliw 博士らの協力を得て行った。

参考文献

加藤千尋, 井本博美, 西村拓, 宮崎毅 (2013): 小型チューブ埋設型土壌ガスモニタリングシステムを用いたのうち土壌中 CO_2 ガス濃度変動の検討. 土壌の物理性, 124: p25-33.

Yahai Lu, Reiner Wassmann, Heinz-Ulrich and Changyong Huang (2000): Dynamics of Dissolved Organic Carbon and Methane Emissions in a Flooded Rice Soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 2011-2017.

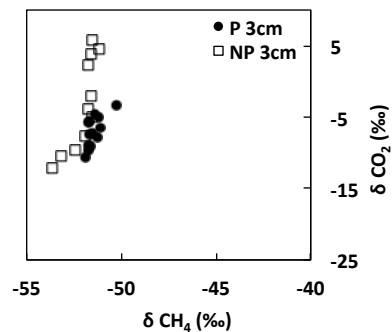


Fig. 1 深さ 3 cm における CH_4 と CO_2 の安定同位体比

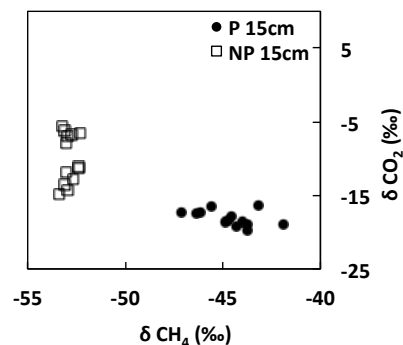


Fig. 2 深さ 15 cm における CH_4 と CO_2 の安定同位体比

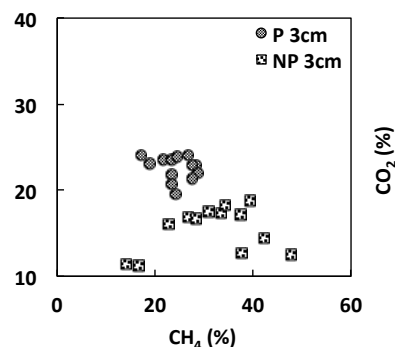


Fig. 3 深さ 3 cm における土壌中 CH_4 , CO_2 濃度

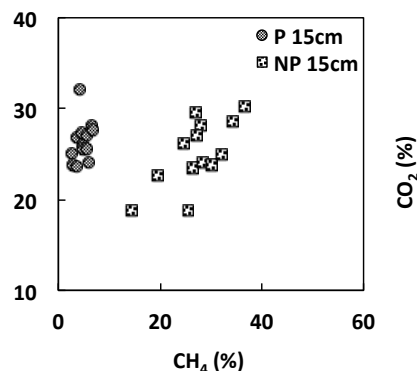


Fig. 4 深さ 15 cm における土壌中 CH_4 と CO_2 濃度