

## 休閑期の水田におけるメタンガスの発生・吸収

### Methane Gas Emission and Uptake in Rice Paddy Field during Fallow Period

○小宮秀治郎\*, 片野健太郎\* 登尾浩助\*\*

Shujiro KOMIYA, Kentaro KATANO, Kosuke NOBORIO

#### 1. 背景と目的

地球規模の気候変動は人類が直面している大きな課題の一つである。気候変動の要因として、大気中における温室効果ガス量の増加が考えられる。農地から放出される主要な温室効果ガスは、主に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、メタン (CH<sub>4</sub>)、亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) である。CH<sub>4</sub>において水田は主要な人為的発生源である (IPCC, 2001)。湛水条件下の水田土壌は還元状態であるため、メタン生成菌の活動により土壌中に CH<sub>4</sub> が生成される。稲の栽培期間では、土壌中で生成されたメタンが、稲の通気組織を通して、大気中へと放出されることが報告されている (八木, 2004)。一方、Thurlow et al. (1995) は、水田土壌を用いたインキュベータ実験により、非湛水下の水田土壌は CH<sub>4</sub> の吸収源になる可能性があることを示唆した。また、裸地水田においては、CH<sub>4</sub> が水田土壌に吸収されていることが報告されている (Singh et al., 1998)。本研究では、非湛水・非栽培期である休閑期の水田において温室効果ガスフラックスを測定することによって、温室効果ガスの発生・吸収具合を調査することを目的とした。

#### 2. 実験方法

実験は、神奈川県平塚市の営農水田において行った。実験期間は、2012年2月9日から2月14日であった。近年開発された緩和渦集積 (REA) 法を用いて、30分間隔で CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、水蒸気 (H<sub>2</sub>O) のガスフラックスを経時的に測定した。REA 法は、上下方向の風によって運ばれるそれぞれのガス濃度の平均値の差からフラックスを測定する。ガスフラックスは (1) 式で算出した。

$$F_c = B\sigma(\overline{C_u} - \overline{C_d}) \quad (1)$$

ここに、 $F_c$  はガスフラックス ( $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$ )、 $B$  は実験値 (=0.6)、 $\sigma$  は鉛直方向風速の標準偏差 ( $\text{m h}^{-1}$ )、 $\overline{C_u}$  と  $\overline{C_d}$  はそれぞれ上向きと下向きの風で運ばれたガス濃度の一定時間内の平均値 ( $\text{mg m}^{-3}$ ) である (McInnes and Heilman, 2005)。CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O 濃度は、波長スキャンキャビティリングダウン (WS-DRDS) 方式ガスアナライザー (G2301-f, Picarro 社) を用いて測定した。また、REA 法の検証のために、REA 法で測定した H<sub>2</sub>O フラックスと熱収支式から求めた H<sub>2</sub>O フラックスとの比較を行った。熱収支式による H<sub>2</sub>O フラックスの算出方法は登尾ら (2013) に詳しい。気温・湿度、土壌温度、土壌水分量、土壌の酸化還元電位、正味放射量、気圧を 30 分毎に測定した。

\* 明治大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Meiji University

\*\* 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

キーワード：水田、休閑期、温室効果ガス、メタン、吸収

### 3. 結果と考察

実験期間中において、REA 法と熱収支式による  $\text{H}_2\text{O}$  フラックスはほぼ一致し、REA 法が休閑期の水田においても実用可能であることが分かった (図 1A)。

$\text{CO}_2$  フラックスは日中において小さくなり、夜間において上昇することが観察された (図 1B)。測定期間中、水田には雑草であるヒコバエが生育していた。昼間の下向きの  $\text{CO}_2$  フラックスはヒコバエの光合成によるものと考えられた。また、夜間の上向きの  $\text{CO}_2$  フラックスは、ヒコバエと土壌呼吸によるものと考えられた。

日中において、下向きの  $\text{CH}_4$  フラックス (吸収) が観察された (図 1C)。 $\text{CH}_4$  フラックスの日変化は深度 0 cm の土壌温度の日変化とよく一致した (図 1C, D)。好気的条件下の耕作地等の土壌において、土壌中におけるメタンはメタン酸化菌により酸化されることが報告されている (Lessard et al., 1994)。また、Whalen et al. (1990) は、室内実験において、温度が上昇すると、土壌の  $\text{CH}_4$  吸収が上昇することを報告した。従って、日中の土壌表層温度が上昇することで (図 1D)、土壌中のメタン酸化菌の活動がより活発になり、休閑期の水田土壌へと  $\text{CH}_4$  が吸収されたと考えられた。

### 4. まとめ

休閑期の水田において、 $\text{CH}_4$  が水田土壌へと吸収されることが観察された。また、土壌温度の上昇により、 $\text{CH}_4$  吸収が大きくなった。

### 5. 引用文献

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001): Climate Change 2001, The Scientific Basis. Cambridge University Press.
- 八木一行(2004): 大気メタンの動態と水田からのメタン発生. 農業環境研究叢書第 15 号, 農業生態系における炭素と窒素の循環, pp.23-50, 独立行政法人農業環境技術研究所.
- Thurlow, M., Kanda, K., Tsuruta, H and Minami, K. Methane uptake by unflooded paddy soils. (1995): Soil Sci. Plant Nutr., **41**: 371-375.
- Singh, S., Singh, J.S. and Kashyap, A.K. Contrasting pattern of methane flux in rice agriculture. (1998): Naturwissenschaften., **85**: 494-497.
- McInnes, K. J. and Heilman, J. L. (2005): Relaxed eddy accumulation. In: Micrometeorology in agricultural systems. Agronomy monograph no. 47. (eds Hatfield, J. L., et al.) pp.437-453, ASA-CSSA-SSSA publishers, Madison, WI, USA.
- 登尾浩助・小宮秀治郎・片野健太郎(2013): 渦相関法顕熱フラックス測定による蒸発散量推定. 未発表原稿, 農業農村工学会大会講演会.
- Lessard, R., Rochette, P., Topp, E., Pattey, E., Desjardins, R. L. and Beaumont, G. (1997): Methane and carbon dioxide fluxes from poorly drained adjacent cultivated and forest sites. Can. J. Soil Sci., **74**: 139-146.
- Whalen, S. C. and W. S. Reeburgh. Consumption of atmospheric methane by tundra soils. (1990): Nature, **346**: 160-162.

### 6. 謝辞

本研究の一部は、文部科学省平成 21 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S0901028) の助成を受けて行った。また、本研究で使用したガスアナライザー (G2301-f, Picarro 社) は、三洋貿易株式会社のご好意により使用させていただいた。深謝致します。

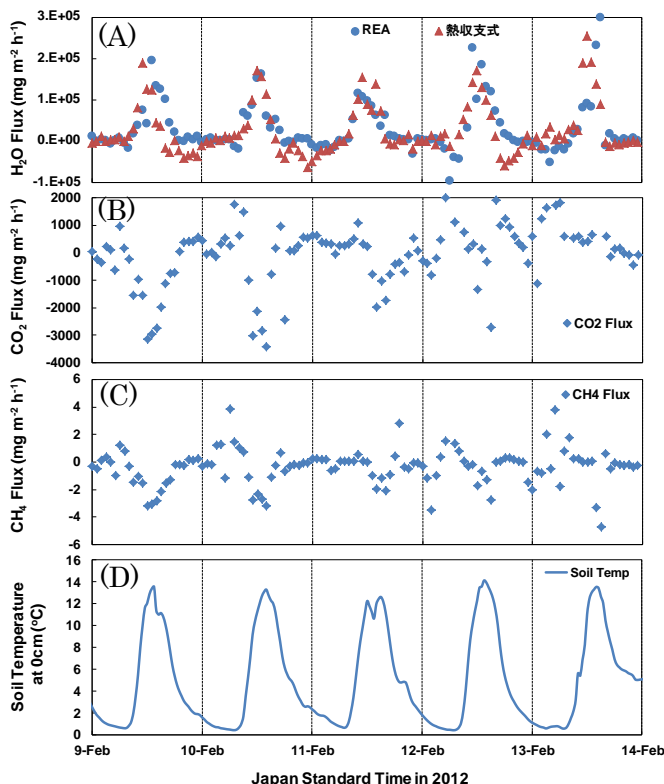


図 1. 平塚水田の休閑期における (A) $\text{H}_2\text{O}$  フラックス、(B) $\text{CO}_2$  フラックス、(C) $\text{CH}_4$  フラックス、(D)深度 0 cm の土壌温度の経時変化