

乾燥ストレスがメタン排出量におよぼす影響の同位体を用いた評価
Isotopic evaluation of methane emission affected by drought stresses

○後藤優治* 土井俊弘* 関航太郎* 塩津文隆** 登尾浩助**

Yuji Goto, Toshihiro Doi, Kotaro Seki, Fumitaka Shiotsu, Kosuke Noborio

1. 背景と目的

近年の気候変動は、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)などの温室効果ガスが大気中へ過度に人為的に排出されることが主な要因と考えられている。なかでもCH₄はCO₂の28倍の温室効果を持っている。日本国内においてCH₄排出量は工業、農業、廃棄物など多岐にわたる。またCH₄総排出量は1990年代から2010年代にかけて減少している一方で農業由来のCH₄排出量割合は増加している(国立環境研究所, 2018)。農業由来のうち24%は稲作からの排出量である(IPCC, 2014)。湛水条件下の水田土壌は嫌氣的状態になるため、嫌氣性を好むメタン生成菌がCH₄を生成する。一方で、稲作期間中に一定の間隔で水位を下げる間断灌漑を行うと土壌が好氣的状態となり、好氣性細菌であるメタン酸化菌の酸化作用によってCH₄がCO₂へと変化する(陽・八木, 1988)。

CH₄排出量は、CH₄生成量からCH₄酸化量を差し引いて計算されるのでCH₄排出のメカニズムを知るためには、Zhangら(2012)は炭素安定同位体比を使用しCH₄酸化能および生成能の測定を行った。しかし彼らは、イネ乾燥ストレスがメタン酸化量およびメタン生成量に及ぼす影響については言及していない。そこで本研究では、炭素安定同位体比を用いて水田水管理とイネ品種の違いが、CH₄の排出量、生成量および酸化力に与える影響を評価した。

2. 実験方法

実験は、神奈川県川崎市の明治大学生田キャンパス南圃場にあるライシメーター3基を用いて行った。実験に用いたイネ品種は、コシヒカリとChiherangであった。本実験では湛水区、-10kPa区、-40kPa区の3つの異なる乾燥ストレス区を設定した。CH₄排出量を測定するための植物体+田面水、CH₄の酸化能を測定するための植物体の2種類の状態のガス排出量を測定した。植物体のガスを測定する際は発砲塩ビ板を加工したものを被せ水稻経路以外のガス移動を遮断した。温室効果ガス放出量の測定にはクローズドチャンバー法を用いた。チャンバーにフタをしてから0, 20, 40, 60分後に50mlシリンジを使用してチャンバー内空気を採取し、CH₄濃度と炭素安定同位体比をPICARRO社製分析計(G220-i)で決定した。安定同位体比は(1)式のように既知の標準試料との千分率偏差(‰)として表わした(中野, 2016)。δ^jC_{試料}はCの安定同位体比を、(R_{j/i})_{試料}は試料中の同位体存在比率を示し、(R_{j/i})_{標準試料}は標準試料中の同位体存在比率を示す。jは¹³C、iは¹²Cを表す。0分後と60分後の安定同位体を使用して60分当たりの安定同位体比の変化を算出した

$$\delta^j X_{\text{試料}} = \left(\frac{(R_{j/i})_{\text{試料}} - (R_{j/i})_{\text{標準試料}}}{(R_{j/i})_{\text{標準試料}}} \right) \times 10^3 \quad \dots (1)$$

*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：水田灌漑、用水管理、土壌環境と植物根系

3. 結果と考察

各水管理区における出穂期のCH₄の排出量をFig. 1に示す。CH₄排出量は湛水区が一番大きかった。一方、-40kPa区では最小となった。八木ら(1988)の実験結果と同じように湛水区でCH₄排出量が多く、間断灌漑区(-10kPa区と-40kPa区)ではCH₄排出量が小さかった。

60分当たりの $\delta^{13}\text{CH}_4$ の変化をTable. 1に示す。この表は数値が大きいほど $\delta^{13}\text{CH}_4$ の割合が多くなることを示している。

Table. 1から湛水区、-10kPa区、-40kPa区の順に数値が大きいことから間断灌漑を行うことによって軽いCH₄が先に酸化され、CH₄排出の際に¹³CH₄の割合が多くなったためと考えられた。Table. 1の湛水区においてコシヒカリとCiherangを比較するとコシヒカリの $\delta^{13}\text{CH}_4$ が大きいことが分かる。このことから軽い¹²CH₄が酸化され重い¹³CH₄が残ったためだと考えられる。以上のことからコシヒカリの方がCiherangより酸化能が強いことが分かり、また湛水区においてCiherangのほうがCH₄排出量が多いと考えられた。

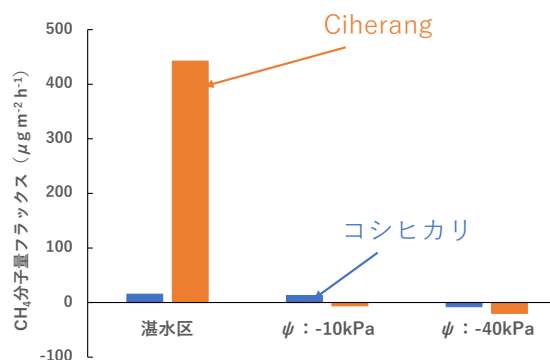


Fig. 1. 出穂期におけるCH₄排出量
CH₄ emissions during heading

Table. 1 0分後と60分後におけるコシヒカリとCiherangの $\delta^{13}\text{CH}_4$
 $\delta^{13}\text{CH}_4$ of Koshihikari and Ciherang after 0 and 60 minutes

	t(min)	湛水区	-10kPa	-40kPa
コシヒカリ	0	-64.37	-72.28	-76.46
	60	-74.45	-73.72	-76.91
	差	-10.08	-1.44	-0.44
Ciherang	0	-87.90	-68.90	-80.33
	60	-92.80	-69.93	-80.09
	差	-4.90	-1.03	0.24

4. 参考文献

- [1] 国立環境研究所(2018), 日本温室効果ガスインベントリ報告書, p. 51.
- [2] IPCC (2014), CLIMATE CHANGE 2014 Synthesis Report, p. 56-74.
- [3] Zhang, G et al. (2012), Intermittent irrigation changes production, oxidation, and emission of CH₄ in paddy fields determined with stable carbon isotope technique. *Soil Biology and Biochemistry*, 52, 108-116.
- [4] 陽捷行, 八木一行 (1988), 水田から発生するメタンのフラックスの測定法, 日本土壤肥科学雑誌, 59, 458-463.
- [5] 中野 孝教. (2016). 同位体分析の基本原則. ぶんせき, 1, 2-8.