

2 種類の低コストセンサーを用いた湿度変化に対する出力値の較正 Calibrating the output voltage of two types of low-cost CH₄ sensors to humidity changes

○土井俊弘*, 吉岡尚寛**, 佐藤直人***, 登尾浩助***

Toshihiro DOI*, Takahiro YOSHIOKA**, Naoto SATO***, Kosuke NOBORIO***

1. はじめに

土壌から大気中へのメタン (CH₄) 放出量の測定には、クローズドチャンバー法や微気象学的手法などが使われる。クローズドチャンバー法では空間変動の評価のため複数地点での計測が、微気象学的手法では高価な観測機器を用いることがそれぞれ必要である。クローズドチャンバー法ではチャンバー内の大気試料を、テドラーバッグやシリンジで採取しガスクロマトグラフで解析する手法が用いられてきた(たとえば陽・八木, 1988; 工藤ら, 2012)。一方で、近年では比較的安価な小型 CH₄ センサーを直接チャンバーに取り付けて CH₄ 放出量 (ガスフラックス) を測定する手法が報告されている (Duc et al., 2020)。小型センサーを用いた CH₄ ガスフラックス測定は、多地点での計測がより簡易に行えることが期待される。一方で、測定に用いる前にセンサーの応答速度の把握や測定精度の特性について、事前の校正作業が必要である (溝口・大谷, 2005)。測定中の湿度条件の変化が、CH₄ センサー出力値に与える効果について調べた研究例は少ない。本研究では、湿度環境の変化が 2 種の CH₄ センサー出力電圧に与える影響を調べた。

2. 方法

本研究では、CH₄_sensor1 (CGM6812-B00, FIGARO 社) と CH₄_sensor2 (NGM2611-E13, FIGARO 社) の 2 種類の CH₄ センサーを用いて実験を行った。これら 2 つのセンサーは Raspberry Pi に接続し出力値を 1 分間隔で記録した。センサーは密閉容器に取り付け、10L アルミニウムバッグに充填した N₂ 標準ガスおよび CH₄ 標準ガス (CH₄ 濃度: 20.1 ppm, 100ppm) をポンプで吸引させて流し、密閉容器内のガス濃度を測定した。テドラーバッグと密閉容器の間に、水道水を入れた容器を經由させて気体をバブリングさせた。密閉容器を通過したガスは、炭素安定同位体比分析計 (G2201-i, Picarro 社) を用いて CH₄ 濃度を計測した (CH₄_Picarro)。実験装置は室温 20°C の実験室に静置して、実験を行った。環境条件として、密閉容器内の気温 T (°C) と相対湿度 RH (%) を計測した。水蒸気量を理想気体と仮定して、相対湿度 RH と気温 T の値を用いて下記の式 (1) より絶対湿度 (kgkg⁻¹) を算出した。

$$\text{絶対湿度 (kgkg}^{-1}\text{)} = 217 \cdot (6.1078 \times 10^{(7.5 \cdot T / (T + 237.3))}) / (T + 273.15) \times RH / 100 \quad (1)$$

*明治大学研究・知財戦略機構 Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

**香川大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kagawa University

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

キーワード 土壌物理、メタン、ガスセンサー、湿度補正

3.結果と考察

CH₄標準ガス（100ppm）を測定した結果の一例を図1に示す。炭素安定同位体比分析計 G2201-i で測定した CH₄濃度は 55~49.4ppm の間で推移した。CH₄センサーの出力値は、CH₄_sensor1 が 0.66~0.69V, CH₄_sensor2 が 1.5~1.7V の範囲をそれぞれ推移した。測定期間中、CH₄_sensor2 の出力電圧と G2201-i で測定した CH₄濃度は似た変動を示した。一方で、CH₄_sensor1 の出力電圧は相対湿度に応じた変動を示し、出力電圧の湿度補正が必要であることが示唆された。CH₄_sensor2 の出力値と算出した絶対湿度は正の関係がみられたが、出力電圧にばらつきが生じていた（図2）。

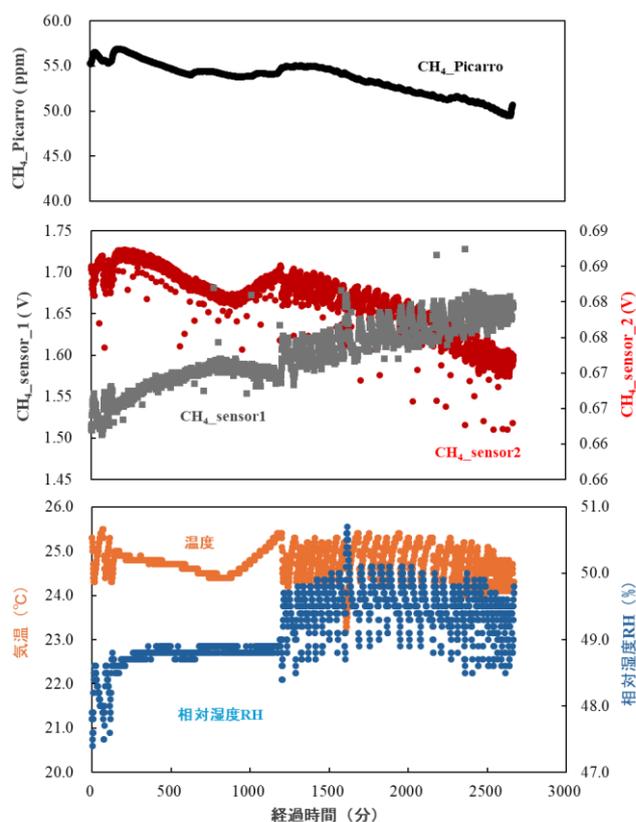


図1 2種のCH₄出力センサー値,CH₄濃度,気温および相対湿度の変動 Variations of two CH₄ output sensor values, CH₄ concentration, air temperature and relative humidity

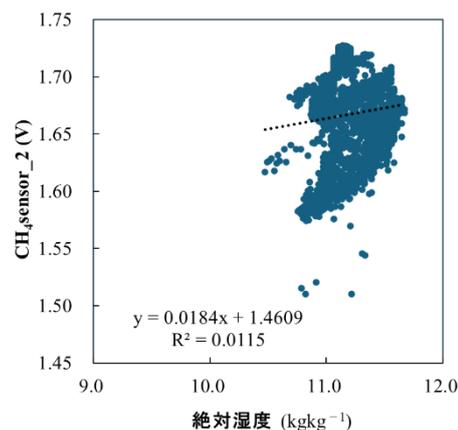


図2 CH₄_sensor2 の出力値と絶対湿度の関係
Relationship between CH₄_sensor2 output value and absolute humidity

引用文献

- 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 (5) :458-463.
- N. T. Duc, Silverstein S, Wik M, Crill M, Bastviken D and Varner RK (2020):Greenhouse gas flux studies: an automated online system for gas emission measurements in aquatic environments, Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 3417-3430
- 工藤祐亮, 登尾浩助, 加藤孝, 下大園直人 (2012): 間断灌漑における間断日数の違いが水田からの温室効果ガス放出と水稲収量に及ぼす影響. 農業農村工学会論文集, 282: 43-50.
- 溝口康子, 大谷義一 (2005): 小型 CO₂ センサの応答特性比較および特性を考慮した出力値の補正法. 農業気象, 61 (4) : 217-228.