

# 局所耕うん法における人工マクロポア内の土壌ガス計測システムの構築・評価 Development and evaluation of soil gas measurement system for an artificial macropore of the shaft tillage method

○田崎 小春<sup>(1)</sup>, 徳本 家康<sup>(2)</sup>, 小宮 秀治郎<sup>(3)</sup>, 登尾 浩助<sup>(4)</sup>

○Koharu Tasaki<sup>(1)</sup>, Ieyasu Tokumoto<sup>(2)</sup>, Shujiro Komiya<sup>(3)</sup>, Kosuke Noborio<sup>(4)</sup>

## 1. はじめに

局所耕うん法は人工的に作成した鉛直間隙(人工マクロポア)の上部に苗を移植し, 作物を栽培する部分耕起法である<sup>1)</sup>. その特徴として, 人工マクロポア内に作物根が伸長することで形成される密集根群が挙げられる. 密集根群は, 局所的な水分移動に寄与し<sup>2)</sup>, 大気と土壌間のガス交換や土壌有機物(SOM)分解速度にも影響すると予想される. しかし, 人工マクロポアのような土中の微小間隙内の土壌ガス濃度(たとえば, CO<sub>2</sub>ガス)の計測手法は確立されておらず, その動態について実測された報告例は極めて少ない. 本研究の目的は, 土壌ガス交換やSOM分解速度を検討するため, 人工マクロポア内のCO<sub>2</sub>ガスを計測するシステム構築とその評価である.

## 2. 土壌ガス計測システムの構築

土壌ガス計測システムは, 定量ポンプ(TKA27-1-12, TOKIO LAB)を用いて土壌ガスを循環させ, 非分散型赤外線式CO<sub>2</sub>濃度変換器(GMP252, Vaisala社製)によって人工マクロポア内のCO<sub>2</sub>ガス濃度を計測する仕様である(Fig.1). 電磁弁(USB2, 3, CKD社製)により, ガスの流路を制御し, 気密性を高めた. また, データロガー(CR1000, Campbell Scientific社製)を用いて電磁弁およびポンプの制御し, GMP252および小型流量計(PF2M701, SMC社製)の出力値を記録した. 人工マクロポア内のCO<sub>2</sub>ガス濃度(C<sub>CO2</sub>)は, 以下の提案式から算出した.

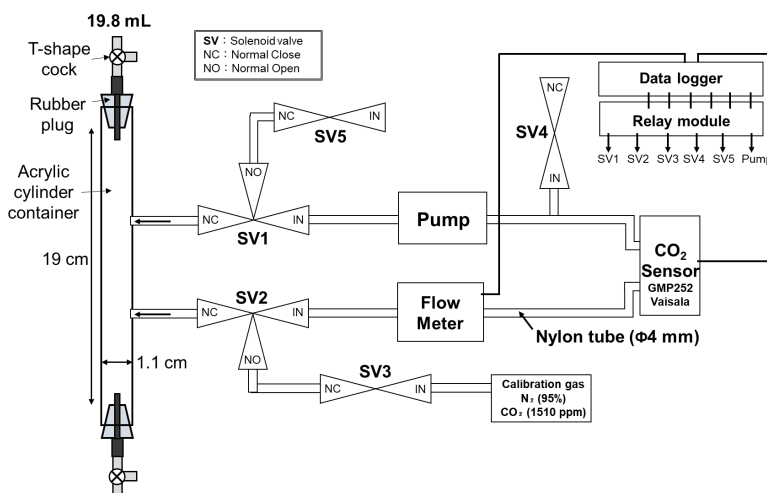


図1 本システムの概略図

Fig.1 Schematic figure of the soil gas measurement system for an artificial macropore.

人工マクロポア内のCO<sub>2</sub>ガス濃度(C<sub>CO2</sub>)は, 以下の提案式から算出した.

$$C_{CO_2} = \frac{C'(V_{pore} + V_{sys.}) - C_0 V_{sys.}}{V_{pore}} \quad [1]$$

ここで, C'はポンプ作動後のCO<sub>2</sub>濃度(ppm), C<sub>0</sub>はポンプ作動前のCO<sub>2</sub>濃度(ppm), V<sub>pore</sub>は人工マクロポアの体積(mL), V<sub>sys.</sub>は電磁弁SV1からSV2までのシステム内の容積(24.6 mL)

1)佐賀大学大学院農学研究科 Graduate school of Agriculture, Saga Univ., 2)佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga Univ., 3)Max Planck Institute for Biogeochemistry., 4)明治大学農学部

キーワード: CO<sub>2</sub>, 土壌ガス交換, 密集根群

である。提案式により、ポンプ作動前後のシステム内のガス濃度を考慮して  $C_{CO_2}$  を求めた。

### 3. 実験方法

構築したシステムの気密性を評価するため、まずはシステムの流路内に  $N_2$  ガスを満たし、GMP252 による  $CO_2$  濃度の経時変化を記録した。次に提案式を評価するため、作成した  $CO_2$  の校正ガス (0, 1510, 2300, 4800, 7800 ppm) を用いた検証実験を実施した。校正ガスの濃度は、ガスクロマトグラフ (GC) を用いて求めた。人工マクロポアを模擬したアクリル円筒容器 (容積 19.8 mL) を本ガス計測システムに接続し、容器内に校正ガスを満たした。その後、電磁弁 SV1 および SV2 に通電し、ガス流路を切り替えた (図 1)。容器体積に応じた定量ポンプの流量 (50 mL/min) を設定し、2 分 30 秒間作動させることでシステム流路内のガス濃度を平衡させた。CR1000 による GMP252 の出力値の記録は 1 分間隔とし、ポンプ作動前後の  $CO_2$  ガス濃度を用いて、アクリル円筒容器内の  $CO_2$  ガス濃度を提案式で求めた。各校正ガスの濃度において、3 回の反復計測を行った。

### 4. 結果および考察

図 2 は、 $N_2$  ガスフラッシュ後におけるシステム流路内の  $CO_2$  濃度の経時変化である。時間経過に伴って、大気中の  $CO_2$  濃度に達したため、GMP252 内への大気流入が確認された。大気の流入は GMP252 本体部分の気密性の低さによるものと推察された。したがって本システムでは、大気の流入時間に対して、2 分 30 秒のポンプ作動による循環計測により、大気流入の影響を抑制した。

$CO_2$  校正ガスの濃度と[1]式から得られた  $CO_2$  濃度の比較を図 3 に示す。 $CO_2$  濃度 0~8,000 ppm において、両者の  $CO_2$  濃度はおおよそ一致した。GMP252 の測定精度では、 $CO_2$  濃度が 3,000~10,000 ppm の範囲において、 $\pm 2\%$  指示値の測定誤差が報告されている。これにより、本システムを用いた  $CO_2$  濃度計測において高濃度で誤差が大きくなった理由として、本システムを構成する GMP252 の測定精度の影響が考えられた。

今後は、栽培条件下の人工マクロポア中の  $CO_2$  および  $O_2$  ガス動態を検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) 田島ら (2000), 農作業研究, 35(4): 223~228.
- 2) 徳本家康・藤巻晴行 (2021), 日本砂丘学会誌, 67(2):69-77.

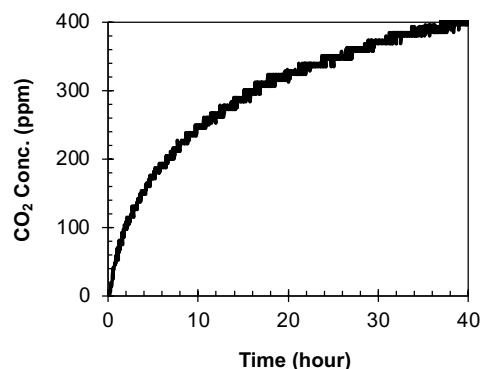


図 2  $N_2$  フラッシュ作業後のシステム内の  $CO_2$  濃度の経時変化

Fig.2 Change in  $CO_2$  concentration of the system after  $N_2$  flush operation.

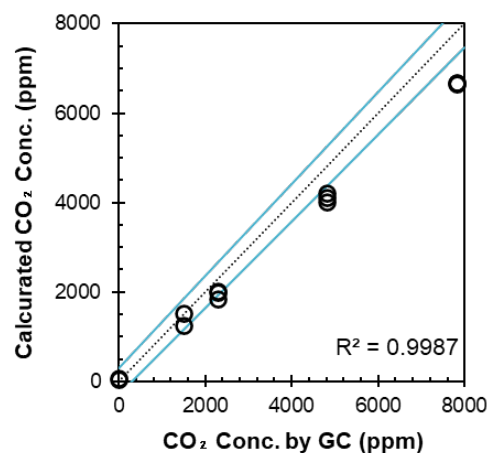


図 3 GC を用いて計測した  $CO_2$  校正ガス濃度と[1]式で求めた  $CO_2$  濃度の比較

Fig.3 Comparison between  $CO_2$  calibration gas concentration (ppm) measured by gas chromatography (GC) and  $CO_2$  gas concentration (ppm) obtained by Eq. [1].