

# 安価な土壌呼吸量評価システムの試作

## Low-cost system for soil respiration using open-source platform

矢島和佳<sup>1</sup>・小島悠揮<sup>2</sup>・青木伸輔<sup>1</sup>

<sup>1</sup>香川大学農学部・<sup>2</sup>岐阜大学工学部

### 要旨(Abstract) :

本研究では、M5Stack Core2 を用いて土壌呼吸量評価システムを試作し、香川大学農学部の裸地および草地で二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) フラックスを測定した。アクリル製のクローズドチャンバー法を用いて、CO<sub>2</sub> 濃度の変化を記録し、日射量による影響を観察した。

キーワード : M5Stack, 二酸化炭素, 土壌呼吸, 低コスト

Key words: M5Stack, Carbon Dioxide, soil respiration, low-cost

### 1. はじめに

農業に利用される圃場において、土壌中の水分量や有機物量、肥料分、温度などは不均一に分布する。これは、土壌の物理的・化学的特性の不均一な分布や管理方法の違いは作物の生育や収量に大きな影響を与える。これらの変動を正確に把握し管理するためには、高精度で現場使用可能な測定システムが必要である。しかし、既存のシステムは高価で、多地点での計測にはコストがかかるという課題がある。

近年、Arduino や Raspberry Pi シリーズを活用した研究が急増している。他に ESP32 や M5Stack シリーズなどのマイコンがあり、前者

は機能を絞ることで安価に、後者はディスプレイやバッテリーユニットをあらかじめ搭載しているなど、それぞれに強みがある。本研究では屋外の電源がない環境での測定を比較的安価に、かつ電子工作の工程を必要としない M5Stack シリーズをデータロガーとして用い、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を連続測定可能なシステムを試作した。加えて、このシステムをアクリル容器に固定し、土壌呼吸量を測定可能なチャンバーを試作したので、その試験結果を報告する。

### 2. 方法

CO<sub>2</sub> 濃度を経時的に測定・記録するシステムをデータロガーに M5Stack Core2、CO<sub>2</sub> センサーに Grove 接続対応の SCD30 を採用し、構築した (Fig.1)。測定プログラムは Arduino IDE で作成し、M5Stack に書き込み、本実験に供した。

チャンバー法としての評価では、香川大学農学部キャンパス圃場の裸地と草地にチャンバーを設置しておこなった。チャンバーはアクリル製で、横 15 cm、縦 15 cm、高さ 15 cm である。濃度測定時にはチャンバーの周辺に土を盛り、チャンバー内外の空気の出入りを防止した。ガスフラックスの計算は、チャンバー内容積を用いて下記の式より求めた (e.g., 西脇ら, 2024)。



Fig. 1 M5StackCore2 を用いた CO<sub>2</sub> 測定システム。

$$Flux_{CO_2} = \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{V}{A} \times \rho \times \frac{T}{273 + T} \times \frac{u}{NW}$$

ここで $\Delta C/\Delta t$ は濃度の時間変化 ( $kg\ m^{-3}\ h^{-1}$ ),  $V$ はチャンバー内容積 ( $m^3$ ),  $A$ は土壌断面積 ( $m^2$ ),  $\rho$ はガス密度,  $T$ はチャンバー内温度 ( $^{\circ}C$ ),  $u$ 及び  $NW$ は炭素の原子量, および各対象温室効果ガスの分子量である。

### 3. 結果・考察

#### (1) 講義中の $CO_2$ 濃度変化

大気中  $CO_2$  濃度の経時変化の測定を確認するために, 香川大学農学部講義室内の濃度変化を経時的に測定した (Fig. 2)。講義室にはガイダンスのために約 150 人が集まり, 約 1 時間続いたため, 参加者の呼吸によって講義室内の  $CO_2$  濃度が継続的に増加したと考えられる測定結果を得た。

#### (2) 屋外の裸地と草地の土壌呼吸量測定

裸地と草地で制作したチャンバーを被せ, チャンバー内  $CO_2$  濃度変化を香川大学農学部キャンパスの圃場で計測した (Fig. 3)。草地では測定中に日光がときおり雲に遮られ, 日射量が変化し, 連続した濃度低下, あるいは濃度上昇が観測されなかった (Fig. 4A)。植物の光合成を加味したフラックス測定には工夫が必要と考えられ, 継続してデータ収集を進める。裸地の測定では連続した濃度上昇が観測され, 土壌呼吸を捉えたものと考えられる (Fig. 4B)。フラックスの算出をこれから進める予定である。

### 4. おわりに

M5Stack Core2 を用いた  $CO_2$  濃度測定システムは経時的に測定可能であることが確認された。このシステムは低コストで制作でき, 現場への持ち込み・移動が容易であることから, 現場での簡易測定の一助になると思われる。

### 謝辞

本研究は令和 5 年度香川大学研究推進事業の助成 (23K23K0F016) を受けて実施したも

のである。

参考文献等  
平嶋雄太・牧 貴広・古藤田信博・徳本家康・宮本英揮 (2021), M5Stack IoT 開発ボードを利用した栽培環境の遠隔モニタリング, 土壌の物理性, 149, 63-68.  
西脇淳子・北原香織・土井俊弘・岡山 毅 (2024), 土壌乾燥密度とダイズ生育が温室効果ガス動態へ与える影響の実験的検討, 土壌の物理性, 157, 5-17.



Fig. 3 土壌呼吸測定中の写真(左：裸地、右：草地)。

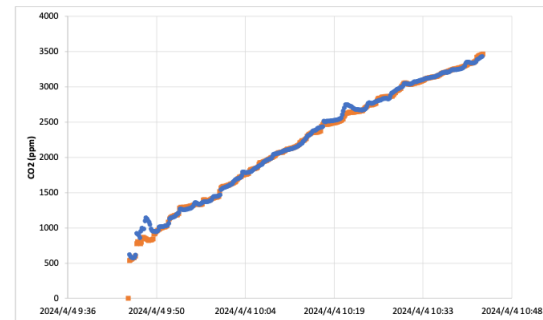


Fig. 2 ガイダンス中の講義室内の  $CO_2$  濃度の経時変化。

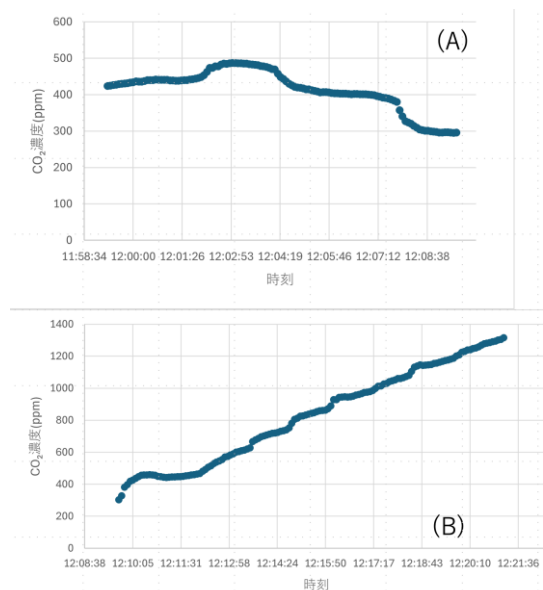


Fig. 4 アクリルチャンバー内の  $CO_2$  濃度変化。(A)：裸地, (B)：草地。