

簡易 CO₂ センサーを使ったチャンバーによる地表面 CO₂ フラックス測定

Measuring surface CO₂ flux using a closed chamber equipped with a portable CO₂ sensor

○登尾浩助*

○Kosuke Noborio*

1. 背景

土壌圏は、地殻、海洋・湖沼、化石燃料に次いで大きな炭素貯留源である。土壌の炭素貯留量を正確に把握するためには、炭素収支を知る必要がある。土壌中の炭素は、好気的な土壌環境では二酸化炭素 (CO₂) として、嫌気的な土壌環境ではメタン (CH₄) として土壌から失われる。土壌から失われる CO₂ または CH₄ の測定には、密閉式チャンバー法や微気象学的方法が多く使われる。微気象学的方法には極めて高価な観測機器を使う必要がある。密閉式チャンバー法に要求される観測機器は、微気象学的方法に比べると安価であるが、何箇所もほぼ同時に測定してガスフラックス空間変動を把握するために多くの観測機器を準備するには高価である。しかし、近年の電子機器の急激な発展によって、安価な CO₂ 測定器が入手できるようになっている。本報告では、密閉式チャンバー法に安価な CO₂ 測定器 (7 万円程度) を使った際の評価を行った。

2. 実験方法と実験材料

実験は、神奈川県川崎市多摩区の明治大学生田キャンパスの南圃場において密閉式チャンバー (内径 D=0.166m、内側平均高さ H=0.16m、厚さ th=0.01m の塩ビ製) を使って行った (Fig. 1)。チャンバー内には、CO₂ レコーダ (TR-76Ui, 株式会社テイアンドデイ) と攪拌用 DC ファンを設置した。土壌は、ロータリー耕耘を行った後の関東ローム土であった。実験は、前日から降り続いた雨が上がってから 12 時間程度経過した 2019 年 4 月 11 日午後に行った。Fig. 2 で示すように湿潤で暗褐色の地表面と、淡褐色に乾燥した地表面を密閉式チャンバーで覆い、その直後から密閉式チャンバー内の CO₂ 濃度変化を CO₂ レコーダを使って 1 分間隔で測定

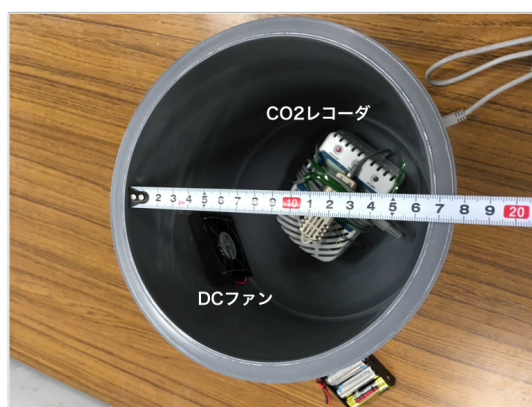


Fig. 1. チャンバーに内蔵した CO₂ レコーダ.

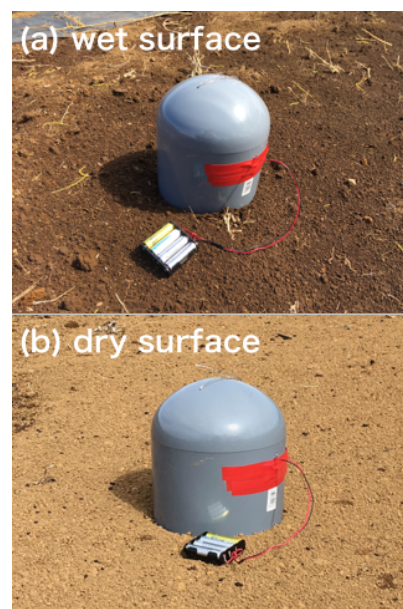


Fig. 2. フラックス測定表面の違い: (a) 湿潤表面と (b) 乾燥表面.

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

キーワード: ガスフラックス、密閉式チャンバー法、ガス濃度

し、記録した。密閉式チャンバーで地表面を覆った時を $t=0$ として、チャンバー内の継時的な CO_2 濃度変化 $C(t)$ (mg/m^3) は、(1) 式のように 4 次多項式で表した。

$$C(t) = at^4 + bt^3 + ct^2 + dt + e \quad (1)$$

ここで、 t は経時時間 (h)、 a, b, c, d, e は当てはめ係数である。 CO_2 ガスフラックスは J ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$) は、(2) 式で計算した (De Mello and Hines, 1994)。

$$J = H \left. \frac{dC(t)}{dt} \right|_{t=0} \quad (2)$$

ここで、 H は密閉式チャンバー内部の平均高さ (m) である。また、 $t=0$ における (1) 式の 1 次微分は、

$$\left. \frac{dC(t)}{dt} \right|_{t=0} = d \quad (3)$$

であるので、フラックス $J=Hd$ と簡潔に表される。

3. 結果と考察

Fig. 3 に乾燥表面と湿潤表面で測定した CO_2 濃度の経時変化を示す。(1) 式で近似したガス濃度変化を使って、フラックスを計算すると、乾燥表面で $497.6 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{h}$ 、湿潤表面で $206.1 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{h}$ であった。湿潤表面では、土壌水の存在で間隙率が小さいためにガス拡散係数が小さくなり、フラックスが小さくなったと考えられる。

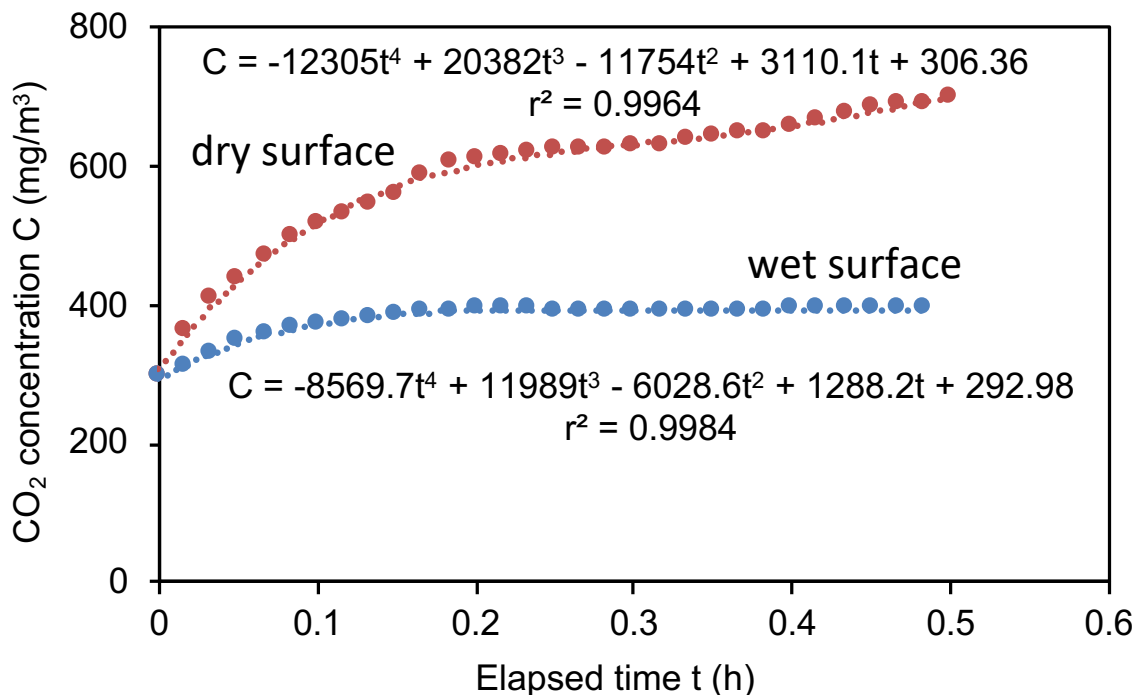


Fig. 3. チャンバー閉鎖後のチャンバー内 CO_2 濃度の経時変化.

参考文献

de Mello, W.Z. and Hines, M.E. (1994): Application of static and dynamic enclosures for determining dimethyl sulfide and carbonyl sulfide exchange in Sphagnum peatlands: Implications for the magnitude and direction of flux. *J. Geophys. Res.*, 99: 14,601–14,607.