

ガス透過性チューブを用いた降雨時の土壌中二酸化炭素濃度変動に関する研究 Gas permeable tubing measurement of soil carbon dioxide under rainfall events

○遠藤敏史* 常田岳志** *** 井本博美* 西村拓* 宮崎毅*

Endo Toshifumi* Tokida Takeshi** *** Imoto Hiromi* Nishimura Taku* Miyazaki Tsuyoshi*

1. はじめに

土壌中の温室効果ガス(GHG)の挙動を捉えることは、大気へ放出される GHGs 量の評価をするために不可欠である。従来使用されてきた採取管を用いたガス採取法は、測定が低頻度でしか行えない欠点があった。近年、その欠点を改良したガス透過性チューブ(Fig. 1 参照)を用いたガス採取法¹が提案され、注目を集めている。また、赤外線を用いた二酸化炭素(CO₂)ガスセンサの普及によって、土壌中 CO₂ 濃度の連続測定が可能になってきた。このように、土壌中のガス挙動については手法の改良に伴って、新たな現象の解明が期待されている。本研究では新たに提案されたガス採取法²を用いて野外において土壌中の CO₂ 濃度変動の連続的な測定を試み気象条件の変化に伴う土壌中 CO₂ 濃度の変動を調べた。さらに土壌中の CO₂ 発生規定要因について室内実験で検討を行った。

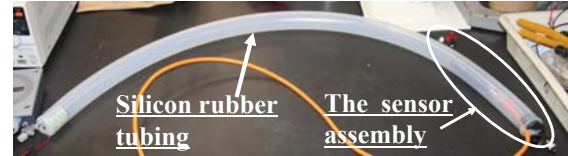


Fig. 1 Photograph of silicon rubber tubing and the sensor assembly of NDIR analyzer in the tubing

Table 1 The conditions of soil sample

condition	moist soil weight(g)	dry soil weight (g)	water content (g/g)
no treatment 1	10.88	8.33	0.306
2	10.88	8.33	0.306
5 min. after wetting	14.79	8.33	0.776

2. 室内実験

方法: 土壌からの CO₂ 発生に大きく影響を与える要因を検討するために、室温が 20°C 一定の恒温室内で以下の二つの実験を行った。

1) 水分増加インパクトに伴う CO₂ 発生

東大農学部圃場内の深さ 20 cm から採取した土壌を使用した。CO₂ プロブ(GMP343, Vaisala 社製)を組み込んだ密閉容器内に試料を多少乾燥させて静置した場合と、その試料に上から噴霧器を用いて水分を与えた 5 分後の場合について容器内部の CO₂ 濃度の経時変化を計測した。試料の物性を Table 1 に示す。

2) 殺菌土壌における CO₂ 発生

群馬県嬭恋村の高冷地野菜研究センター内試験圃場から採取した土壌を使用した。1)と同様の密閉容器内に、オートクレーブで殺菌した土壌と処理を施していない土壌(ともに含水比 80%程度)を静置して容器内部の CO₂ 濃度の変化を計測した。

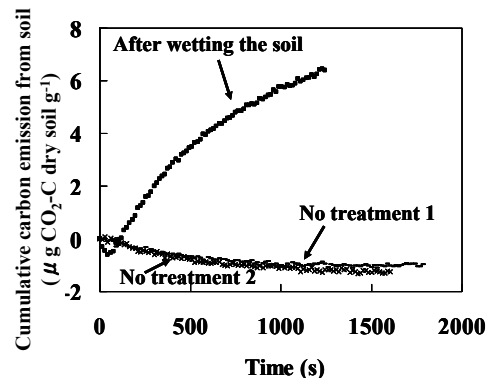


Fig. 2 Water effect on carbon mineralization in UT soil

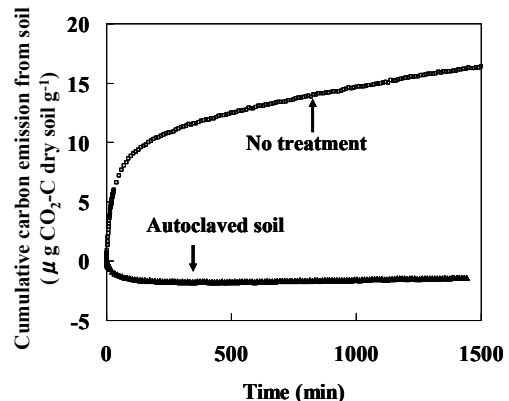


Fig. 3 Microbial effect on carbon mineralization in Tumagoi soil

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, Univ. of Tokyo

**日本学術振興会特別研究員(PD) JSPS Research Fellow (PD)

***農業環境技術研究所 National Institute of Agro-Environmental Sciences

キーワード: ガス透過性チューブ、二酸化炭素、土壌ガス、連続測定、降雨イベント

結果と考察: Fig. 2 に 1)の結果を Fig. 3 に 2)結果を示す。図の縦軸は土壌からの CO₂として放出された積算炭素量の時間変化を表している。乾燥した土壌は CO₂をほとんど放出しないにもかかわらず、水分を与えると瞬時に CO₂発生が盛んになること、また、土壌では CO₂放出において微生物の寄与が大きいことが分かった。

3. 野外圃場での連続モニタリング

方法: 降雨イベントに伴う土壌中 CO₂濃度変動を捉えるために以下の実験を行った。

東大農学部構内圃場の一面を耕起し、そこに縦 3 m、横 1 m、高さ 20 cm 程度の畝を作り、第 2 節の結果を考慮し、平衡時間が短く、加工しやすい内径 20 mm、肉厚 4 mm、長さ 1 m のシリコンゴムチューブ (Fig. 1) を、畝の地表面から 20 cm の深さに 2007/8/6~2008/1/17 まで埋設した。チューブの両端は実験開始時にゴム栓で密栓し、チューブ内の CO₂濃度を非分散赤外線 (NDIR) 分析計 (GMT 221 Vaisala 社製, Fig. 1 参照) をチューブ内に挿入して連続的に測定した。また、深さ 20 cm の地温を温度センサー (ESPEC 社製) を用いて、降雨を雨量計を用いて測定した。Fig. 4 は圃場の概念図である。

結果と考察: Fig. 5 に (a) チューブ内 CO₂濃度と従来法であるガス採取管法を用いて深さ 20 cm から採取した CO₂濃度、(b) 降雨量および深さ 10 cm、20 cm の水分量、(c) 深さ 20 cm の地温の経時変化を示す。

(a)において二つの方法で採取した CO₂濃度は非常に似た変化を示した。このことから今回開発した手法は従来法と同程度以上の精度を持ち、しかも従来法よりも時間分解能が高いことが分った。また、(a)の土壌中 CO₂濃度変化は、長期的には(c)地温に強い相関を持つものの、短期的には、(b)降雨による土壌水分の増加に大きく影響を受けることが分かった。

4. まとめ

現場における連続モニタリングならびに室内短期培養実験の結果から、土壌中 CO₂濃度は降雨イベント、温度に応答して変化すること、これらの要因は土壌微生物の活性を左右することで CO₂発生に影響を与えていること、そして、このような CO₂濃度変化を連続的に捉えるには従来法よりも今回開発したチューブ法が有効であることが示唆された。

引用文献: 1. Kammann C. et al., Eur. J. Soil Sci., 2001, 52: 297-303 2. 遠藤ら, 農業農村工学会講演要旨集, 2007, 256-257

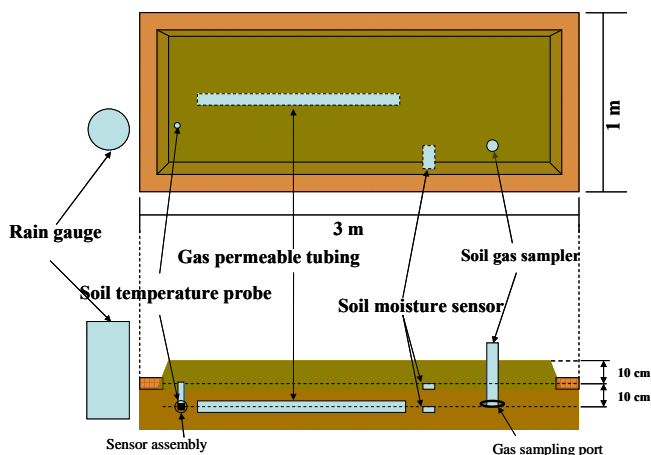


Fig.4 The schematic of the monitoring site

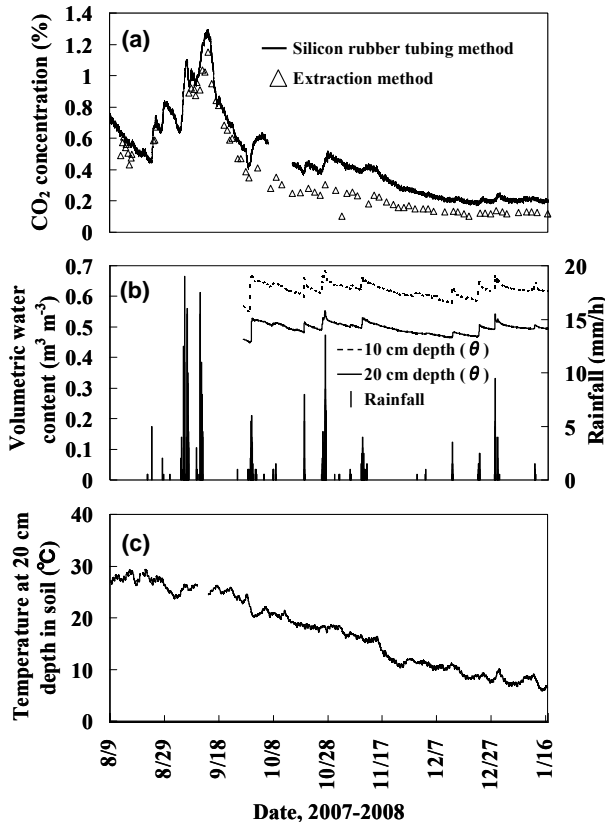


Fig. 5 Seasonal variation in soil CO₂ concentration by using a gas permeable tubing and extraction pipe (a) in relation to soil water content, rainfall (b) and soil temperature (c)