

ガス透過性チューブを用いた土中の N₂O および CH₄ 濃度の測定Measurement of N₂O and CH₄ concentrations in soil using gas permeable tubes.

○棚原直佳、酒井 一人

Naoka TANAHARA, Kazuhito SAKAI

1. はじめに

パリ協定では、先進国だけでなく途上国での GHG (Green House Gas) 排出量削減も義務づけられている。途上国では、農業からの GHG 排出が 30%以上と考えられているが、地域によって違う GHG 排出係数は特定されておらず、実際の GHG 排出量は明確ではないと言える。その理由は、農地からの主な GHG である N₂O と CH₄ は大気中濃度が低く測定コストがかかるため、実測例が少ないからである。土中 GHG 濃度は大気中濃度より十分に高く、測定に高精度機器を必要としないため、実測の低コスト化が期待される。しかし、土壌ガス採取は、強制的に土壌ガスの流れを生じさせることとなり、精度が下がることが懸念される。そこで本研究では土中にガス透過性の高いシリコンチューブを埋設しガスを循環させ、そのガス濃度変化を FT-IR を用いて測定し土中の GHG 濃度変化の特性について検討した。

2. 研究方法

(1) 検量線作成

FT-IR でのエネルギーの測定値をガス濃度に変換するために検量線を作成した。まず、窒素 (99.9%) で満たした循環システムに、対象としたガス (N₂O、CH₄) を 0 μl~100 μl の範囲で 10 μl ずつ注入し、FT-IR でエネルギーを測定した。次に次式で示されるランベルトベールの法則に基づき、検量線を作成した。

$$\begin{aligned} A &= \log(I_0/I_n) \\ &= \varepsilon Cl \\ &= KC \end{aligned}$$

ここで、A: 吸光度、I₀: ガス 0 の時に FT-IR で測定したエネルギー値、I_n: ガスを注入した時に FT-IR で測定したエネルギー、ε: モル吸光係数、C: ガス濃度、l: セルの光路長

(2) シリコンチューブのガス透過平衡時間の検証

土中ガスがシリコンチューブを通して循環システム内のガス濃度が平衡になるまでの時間について検討した。はじめに、1.8L の密閉容器内にシリコンチューブを設置し、容器内を N₂O 濃度 160ppm (窒素希釈) のガスで満たした。FT-IR を用いてシステム内のガス濃度を 30 分ごとに測定した。測定は、濃度変化が十分小さくなるまで、10 時間続けた。

(3) 土中内ガス濃度測定

土壌試料は 2 mm ふるいにかけた島尻マーグ 1 kg と硫酸アンモニウム 1g を混合したものをを用いた。土壌は、容器 (直径 9.5 cm 高さ 13.7 cm) に、シリコンチューブ (厚さ 0.5 cm、長さ 100 cm) を埋めるように充填した。その土壌に下方から水を加え飽和状態とし 2 日間放置し、次に 1 日間排水した、これを 1 サイクルとし 5 サイクル実施した。土中のガス濃度は、FT-IR (Perkin Elmer 社) を用いて 30 分おきに測定した。

3. 結果及び考察

(1) 検量線の作成

図1にN₂Oの、図2にCH₄の検量線作成結果を示す。今回対象とした約100ppm程度まで直線に近似できる検量線が得られた。

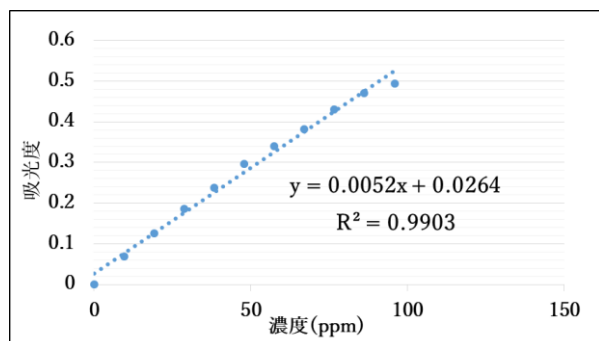


図1 N₂O 検量線

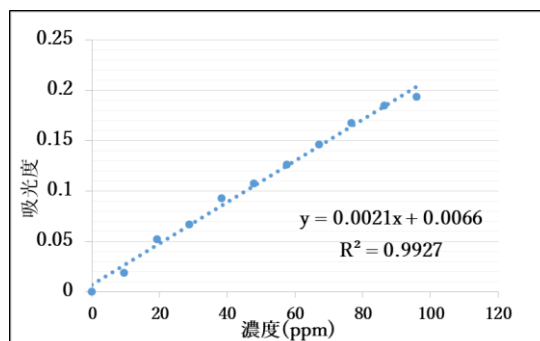


Figure 2 CH₄ 検量線

(2) シリコンチューブのガス透過平衡時間の検証

測定開始後、循環ガス濃度は上昇し約400分で平衡に達した。このことより、今回用いたシリコンチューブでは定常状態で平衡になるには6-7時間の時間がかかることが推定された。

(3) 土中内ガス濃度測定

図3にN₂O、図4にCH₄の測定結果を示す。

N₂O濃度は土壌水分増加時に上昇し、土壌水分減少時に下降するサイクルを繰り返した。ピーク濃度はサイクルを繰り返すたびに小さくなった。最大ピークは120ppmで大気中濃度よりかなり高い値を示した。

CH₄も土壌水分の変化に対して、濃度変化があり、大気中濃度より高いものであったが、N₂Oの変化よりは小さいものであった。今回の測定期間内では、徐々に濃度が上がっており、嫌気状態の時間が長くなれば濃度が上昇することがあり得ると考えられる。

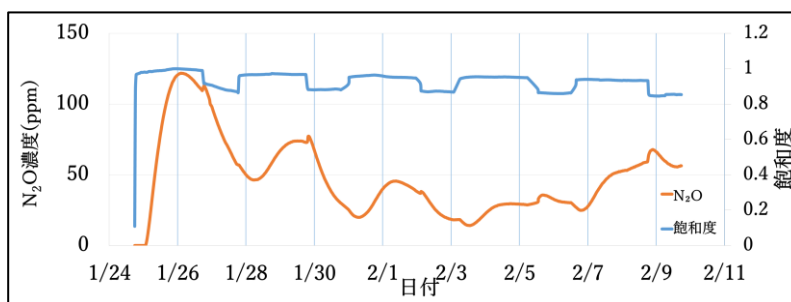


図3 N₂O 濃度と土壌水分量の変化

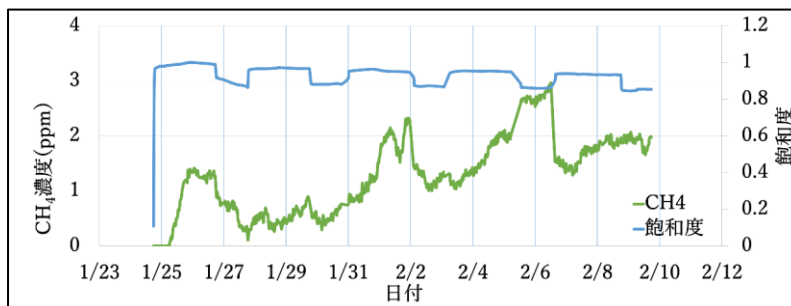


図4 CH₄ 濃度と土壌水分量の変化

4. おわりに

本研究では、土中にガス透過性の高いシリコンチューブを埋設し、土中ガスのN₂OおよびCH₄濃度を測定した。その結果、どちらの気体も大気中濃度より高い値が観測された。特に、N₂Oでは大気中の400倍程度の濃度となっていた。