

ガス透過性チューブを用いた温室効果ガスサンプリング手法の検討 Preliminary study on characteristics of gas permeable tubing for GHG sampling

○遠藤 敏史*, 常田 岳志** ***, 西村 拓*, 宮崎 毅*

ENDO Toshifumi, TOKIDA Takeshi, NISHIMURA Taku, MIYAZAKI Tsuyoshi

はじめに: 土壌-大気間の温室効果ガスの挙動を理解するためには, 土壌ガスの組成を測定する必要がある. 土壌ガス採取法は, 吸引式によって行われてきたが, 近年ガス透過性チューブを埋設し周囲の土壌空気と平衡したチューブ内の空気を採取する方法が提案されている⁽¹⁾. ここでは, 大気中および水中で酸素ガスを対象とした平衡実験を行い, チューブ法に適した素材を検討し, その特性を調べた.
実験: シリコン(Silicon), ポリテトラフルオロエチレン(PTFE), 熱収縮性パーフルオロエチレンプロペンコポリマー(PFEP)を素材として使用し(Table 1), チューブの両端は完全に密閉した.

Table1 Dimensions of the tubings

	Silicon	PTFE	PFEP
長さ(mm)	1000	1000	1000
内径(mm)	32	30	36
肉厚(mm)	5	2	0.5

大気中における平衡実験は, Silicon, PTFE, PFEP 製の 3 種類のチューブを実験台の上に静置して行った. 水中における平衡実験は Silicon チューブについてのみ行った. 事前に 2 日間スクリーで攪拌しながら汲み置きした水をプラスチック製容器に注ぎ, チューブの中心からの水面までが 8 cm になるようにして水中に固定した. 水面は大気に開放した. 平衡実験は初期にチューブ内を窒素ガスでフラッシュし酸素を追い出した後, チューブを密閉し, 周囲(大気または水)からチューブに侵入してくる酸素をガルバニ電池式酸素セ

ンサ (K-25, GS ユアサ製) で連続的に測定することにより行った. すべての実験は温度 20°C 一定の恒温室で行い, 大気中の酸素濃度は 20.9% で一定とした.

結果と考察: 素材による違い Fig. 1 に 3 種類のチューブを大気中に静置したときのチューブ内酸素ガス濃度の時間変化を示す.

Silicon チューブ内の酸素は PTFE 製チューブや PFEP チューブと比較して, 速やかに大気と平衡した. Silicon チューブ内の酸素が大気と 95% 平衡するまでに要した時間は約 3,700 分, PFEP 製チューブでは約 12,000 分であったが, PTFE チューブでは 31,500 分後でも平衡濃度の 85% までしか達していなかった.

条件による違い Fig. 2 に大気中および水中における Silicon チューブ内酸素ガス濃度の時間変化を示す. 大気中では水中と比較して速やかに上昇し, 水中の場合と比べて, 素早く大気中の酸素と平衡した.

みかけの拡散係数・平衡時間の検討 チューブのみかけのガス拡散係数を, チューブ内の酸素濃度が均一と仮定して, その濃度の経時的な変化から計算した(Fig. 3).

大気中に静置したチューブのみかけの拡散係数は, 水中に静置したチューブよりも 3 倍程度大きかった(Fig. 3-a). また, 実験開始直後を除いて大気中に静置したものでは拡散係数はほぼ一定であったことから, 大気中のチューブ内外のガスの平衡は, チューブを通過する際の拡散が律速であると考えられた

*東京大学大学院農学生命科学研究科 *Graduate School of Agriculture and Life Science

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

***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, 土壌ガス採取法, 温室効果ガス

一方、水中に静置した場合、みかけの拡散係数は時間とともに減少していく傾向が見られた。水中に静置したチューブのみかけの拡散係数は水中の酸素の拡散係数 (10^{-5} オーダー (2)) よりも 1 オーダー大きかった (Fig. 3-b)。このことから、水槽内の水の大部分は緩やかに移動しているものの、チューブ近傍の停滞水の通過が拡散律速になっていると考えられた。屋外の池や水田でこのチューブを使用した場合は温度勾配等によって水が対流しており、より速く平衡すると考えられる。

また、ガス種によりチューブ内外のガス平衡時間は大きく異なることが報告されており (1, 3), ガス種による拡散係数・平衡時間の違いも検討する必要がある。

結論: ガス透過性をもつチューブを用いて大気下および水面下におけるチューブ内の酸素の大気との平衡実験を行い、以下のことが明らかになった。

- ・使用したチューブのうちシリコン製のチューブが最も平衡時間が短かった。
- ・水面下にチューブを沈めると平衡時間が長くなった。
- ・拡散係数の計算結果より、大気中ではチューブを通るガス拡散が平衡時間に大きく影響する一方、水中ではチューブの周りの溶存酸素の拡散が平衡を律速すると考えられた。

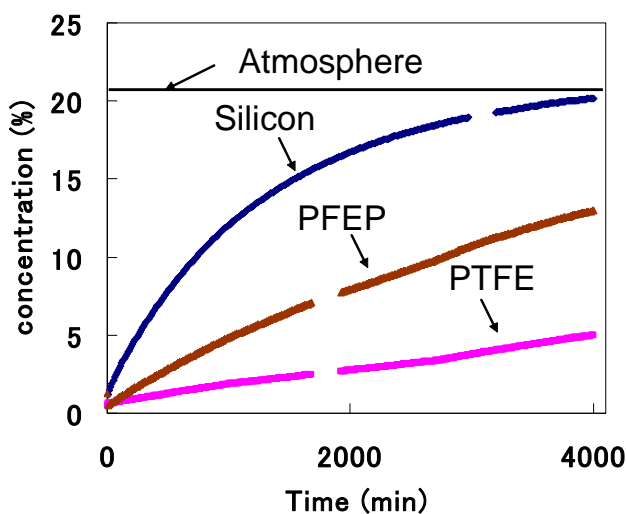


Fig. 1 Time course of O₂ concentration in three tubings under atmospheric condition

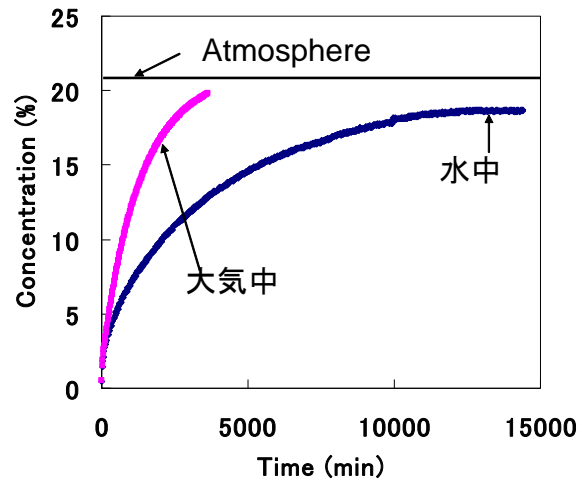


Fig. 2 Oxygen concentration in silicon tubing under atmospheric and submerged condition

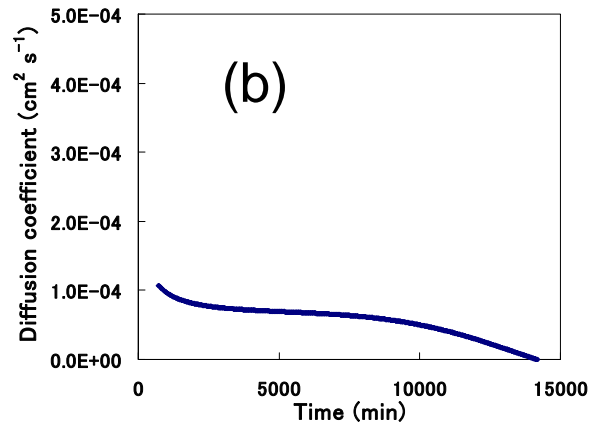
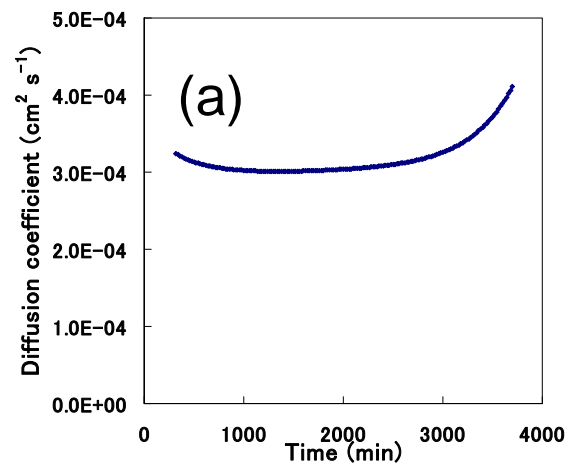


Fig. 3 Apparent diffusion coefficient of silicon tubing under (a) atmospheric and (b) submerged condition

引用文献:

1. C. Kammann et al, European Journal of Soil Science, June 2001, 52, 297-303
2. D.L.WISE and G. HOUGHTONI, Chemical Engineering Science, 1966, 21, 999-1010
3. Holter. P, Soil Biology and Biochemistry, 1990, 22, 995-997