

土壌マイクロカラム法による有機塩素化合物の挙動特性の検討

広島大学工学部 正 員 寺西 靖治

広島大学工学部 正 員 山口登志子

広島大学大学院 学生員○猪木 博雅

石川島播磨重工業 川野 清浩

1. はじめに

近年、地球的規模の環境破壊に対する社会的関心の高まりに伴い、有機塩素化合物による土壌・地下水汚染が注目を集めている。有機塩素化合物による環境汚染防止あるいは浄化対策を講じるためには、有機塩素化合物の土壌内での挙動を明らかにすることが重要である。そこで本研究では、有機塩素化合物（気体）の土壌内移動特性を評価する指標としての遅延係数を土壌マイクロカラム法により測定し、流速、温度、有機物量等の諸因子が遅延係数に与える影響を明らかにする。

2. 実験方法

次式に示す線形可逆吸着を仮定した移流分散方程式において、①溶質を連続で一定濃度供給する場合（ステップ供給）と、②一定時間供給する場合（パルス供給）における初期条件及び境界条件の下での解から溶質の遅延係数が求められる。

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D_0 \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - u_0 \frac{\partial C}{\partial x}$$

（C：溶質濃度，R：遅延係数，D₀：分散係数，u₀：間隙内平均流速，x：土壌内距離）

具体的には、標準物質と試料のリテンションタイムの比から遅延係数が決定できる。また①の方法により、実測通過曲線からu₀、D₀を同定することができる。

実際の実験では、Fig. 1に示す実験装置を用い、インジェクターからトリクロエタン（TCA）のヘッドスペースをガスシリンジにより1ml注入する。この操作により得られたリテンションタイムから遅延係数を決定し、流速、カラム温度、有機物量、粒径が遅延係数に与える影響を調べた。使用したマサ土カラムの特性をTable. 1に示す。

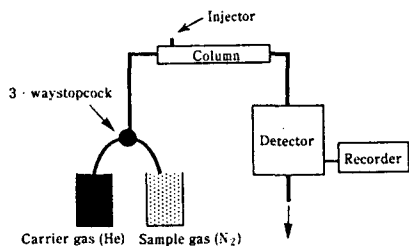


Fig.1 Schematic diagram of the microcolumn apparatus.

Table.1 The properties of columns

	Length (m)	I. D. (mm)	Support	φ (μm)	Organic Content (%)	θ (%)
Column A	1.5	4.0	Masa	150~212	9.1*	43.2
Column B	1.5	4.0	Masa	150~212	4.3*	41.4
Column C	1.5	4.0	Masa	150~212	3.2*	42.3
Column D	1.5	4.0	Masa	75~150	3.2*	45.5
Column E	1.5	4.0	Masa	212~425	3.2*	40.9
Column F	1.5	4.0	Masa	150~212	5.0**	46.9
Column G	1.5	4.0	Masa	150~212	3.0**	47.9
Column H	1.5	4.0	Masa	150~212	1.0**	42.5

* A:Humic acid ** B:MPS

3. 結果と考察

(1)カラム温度の影響

カラム温度を変化が遅延係数に与える影響について、カラムA, B, Cを用いて調べた結果をFig. 2に示す。図

からわかるようにカラム温度が上昇するに伴って遅延係数は減少した。他のカラムや流速でも同様の結果が得られており、カラム温度の上昇に伴って分子の熱運動が活発になること等が原因であると考えられる。

(2) 流速の影響

流速を変化させた時の遅延係数の変化を、カラムC, D, Eを用いて調べた結果をFig. 3に示す。図より、流速の増加に伴い、遅延係数の値は減少する傾向がある。これは流速の増加により吸着に関する瞬間可逆平衡の仮定が成立しにくくなるためと考えられる。

(3) マサ土の粒径の影響

マサ土の粒径が遅延係数に与える影響を、カラムC, D, Eを用いて調べた。Fig. 3より粒径が小さくなるにしたがって、遅延係数は増加している。これは、粒径が小さくなれば、表面積は増加するため吸着しやすくなると考えられる。ただしマサ土だけの場合は粒径に依存せず、有機物（フミン酸）を添加した場合は粒径に依存するという結果が得られた。

(4) 有機物量の影響

○ 有機物A（フミン酸）

有機物Aが、遅延係数に与える影響を、それぞれ有機物量が異なるカラムA, B, C（それぞれ9.1, 4.8, 3.2%）を用いて調べた結果をFig. 4に示す。有機物量が増加するにしたがい遅延係数は減少し、この結果は有機物Bとは逆の傾向であった。有機物Aはマサ土と混ぜ合わせただけで、土壌中の状態とは異なることと関係があると考えられるが、明確な結論は得られなかった。

○ 有機物B（Methyl Phenyl Silicone）

有機物Bが、遅延係数に与える影響を、それぞれ有機物量の異なるカラムF, G, H（それぞれ5%, 3%, 1%）を用いて調べた結果をFig. 5に示す。図から、有機物の増加に伴い吸着が大きくなることがわかる。また、マサ土だけのカラムではTCAのピークは、標準物質(N₂)と重なりRは1であった。

4. まとめ

本研究で得られた結果は以下の通りである。

(1) 遅延係数の値は、温度の上昇（30～60℃）とともに減少することが確認された。また流速が大きくなるにつれ、減少する傾向が見られた。

(2) 土壌中の有機物は、遅延係数の値に影響を与えることが確認されたが、有機物の種類または存在状態によっては、遅延係数と有機物量の間に逆の相関が見られた。

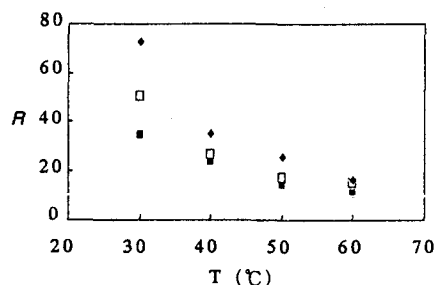


Fig. 2 Effect of temperature on R

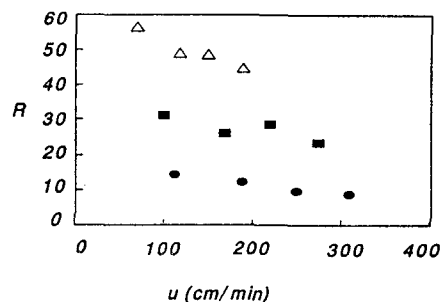


Fig. 3 Effect of pore-gas velocity on R

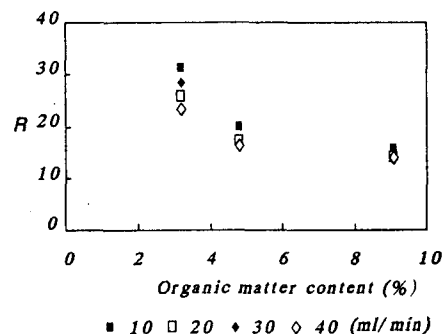


Fig. 4 Effect of organic matter(A) on R

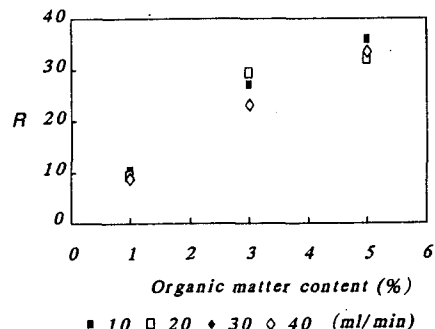


Fig. 5 Effect of organic matter(B) on R