

II-663 土壤微生物による1,1,1-トリクロロエタンの分解に関する研究

東京大学工学部 学生員 金 鍾国

東京大学工学部 正 員 鈴木規之

東京大学環境安全研究センター 正 員 中西準子

1. はじめに

地下水汚染物質である1,1,1-トリクロロエタン（TCA）と1,1-ジクロロエタン（DCA）などの分解生成物が汚染地域の地下水で同時に検出されることから、地層中での土壤微生物による分解が進行していると考えられる。これまでの研究においては、嫌気性条件下で培養した微生物による分解が多く検討されてきたが、実際の土壌での分解特性やそれを支配する因子などについて報告は少ない。しかし、地層中で汚染物質の変化を予測するためには土壌による分解特性の解明が必要であり、これは有機塩素化合物による地下水汚染原因の解明と汚染物質の処理の両方にとって極めて重要である。

本研究では実際の土壌を用いてTCAの分解実験を行い、分解速度及び土壌中の有機炭素量と分解速度の関係などについて考察を行った。

2. 実験方法

2.1 土壌試料

実験は東大農学部附属農場の水田と畑の土壌を用いて実験を行った。

2.2 分解実験方法

分解実験は容量120mlのバイアル瓶を用いて行った。それぞれの土壌をバイアル瓶に乾燥重量で20g入れ、TCA155 ppbの水溶液を100ml注入した後、直ちにテフロンシリコン栓およびアルミキャップでシールして、上下を逆向きにして20℃暗所で静置した。土壌を入れないコントロールについても同様に実験を行った。

2.3 分析方法

バイアル瓶の水中の濃度はバージ&トラップ（P & T）ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）法で分析を行った。また、土壌中の吸着量は土壌を加熱し、揮発性有機塩素化合物を揮発させて、以下P & Tと同様に操作した。装置の概略を図1に示す。

TCA及び分解生成物はGCの保持時間とマスマスペクトルから確認を行った。GC/MSの分析条件はカラムDB-624（30m×i.d.0.54mm）、イオン化電圧70eV、イオン源温度200℃、温度プログラム10℃、5 min. -6℃/min. -160℃、3 min.。土壌の加熱は180℃、5分とした。

表1 土壌の特性

土壌	含水率 (%)	pH	有機炭素量 (%)
水田(A)	44.4	7.0	9.2
畑(B)	37.2	6.2	8.8
畑(C)	46.0	7.2	7.1
畑(D)	45.7	7.3	3.7

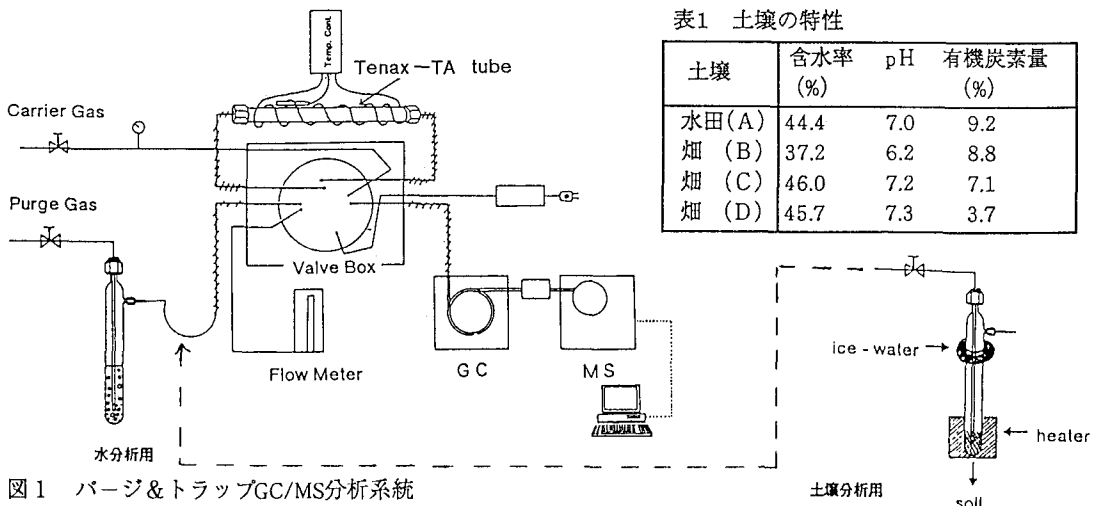


図1 バージ&トラップGC/MS分析系統

3. 結果および考察

3.1 土壌の特性と回収率

実験に用いた各土壌の特性を表1に示す。東大農学部附属農場は火山灰畑地を改良して水田と畑に利用していた。水田土壌Aは嫌気の状態、畑土壌B、Cは好気の状態であった。畑土壌Dは作物の栽培歴のない土壌で有機炭素量は他の土壌に比べ少なかった。また、本分析法での土壌吸着成分の回収率はTCAが97.3%、DCAが107%、クロロエタン（CA）が98.1%であった。

3.2 各土壌でのTCAの分解

各土壌でのTCAの分解実験の結果を図2に、TCA濃度変化の片対数プロットを図3に示す。実験期間中に3つの土壌で分解が起こり、64日目に水田土壌A、畑土壌BではTCAは100%、畑土壌Cでは87%分解された。しかし、CAが更に分解する現象は認められなかった。

畑の土壌に比べ有機炭素量が高く、嫌気的水田の方が分解が速かった。また、畑土壌Dではほとんど分解が起きなかった。

分解経路は分解が起きた3つの土壌ではTCA→DCA→CAの還元的脱塩素反応によると考えられる。64日目の時点で土壌A、B、C中のTCA、DCA、CAの合計は、最初のTCAのそれぞれ84%、78%、79%であった。

3.3 分解速度と有機炭素量との関係

TCAの濃度に関して1次反応を仮定したときの分解速度定数 k を求め、土壌中の有機炭素量との関係を図4に示す。有機炭素含量が3.7~9.2%の範囲の土壌での分解速度定数 k 値は0.04~0.15 (d⁻¹)であった。土壌微生物によるTCAの分解速度を決定する要因としては土壌の種類、分解能を有する菌の存在やその活性度などが考えられる。今回の実験では特別な分解能を持たない土壌を用いて分解実験を行った結果、有機炭素量が多いほど分解が速い傾向が見られた。

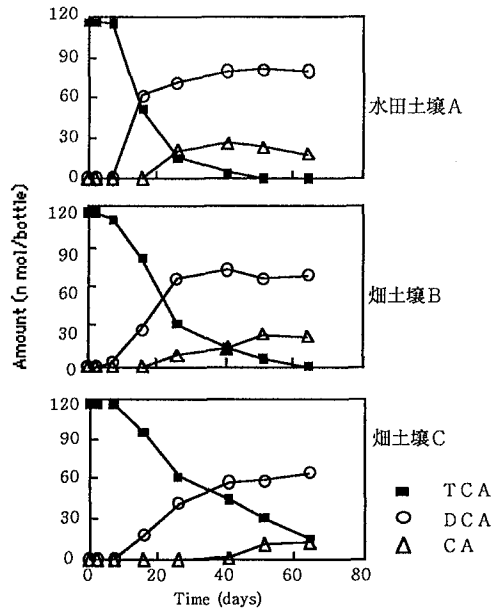


図2 各土壌でのTCAの分解

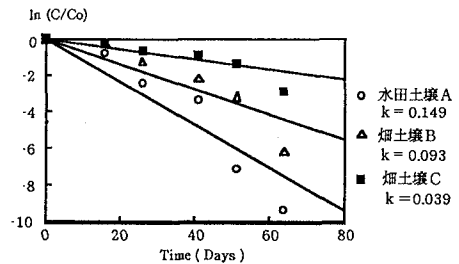


図3 TCAの分解速度定数 k 値

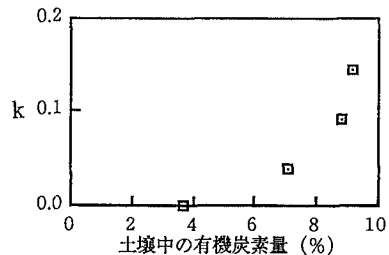


図4 有機炭素含量と速度定数 k 値との関係

参考文献

1. 矢木修身、土壌微生物による有害塩素化合物の分解、BIO INDUSTRY, Vol.7, No.1, pp. 40-47 (1990).
2. Vogel, T. M., and P. L. McCarty, Abiotic and biotic transformation of 1,1,1-TCA under methanogenic conditions. Environ. Sci. Technol., Vol.21, pp. 1208-1213 (1987).