

重水を用いた農業の遅延係数の決定

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
 広島大学工学部 学生員 ○森 貴樹
 大阪市 正 員 松田 弘

1. はじめに 近年、ゴルフ場などで使用される農業による水質汚染が問題となっている。農業による水質汚染を防止するためには、農業の土壌への吸着特性を把握する必要がある。そこで本研究では、農業の土壌への吸着特性を評価する指標として遅延係数に着目し、遅延係数に及ぼす諸因子の影響について調べ、遅延係数が物質に固有の定数であるか否かについて検討した。また、遅延係数を決定する際に必要となる土壌内の水の流速を、重水を用いて測定する方法を提案した。

2. 実験方法 移流分散方程式 (1) の解を用いて、ステップ供給による応答を実測することにより、溶質の流速と分散係数が求まり、これと移動相の流速により溶質の遅延係数が求まる。また、パルス供給で解いた解から、溶質 a, b の検出時間 (リテンションタイム) t_a, t_b と遅延係数の関係式 (2) が得られる。

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D_0 \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - u_0 \frac{\partial C}{\partial x} \quad (1)$$

$$\frac{R_a}{t_a} = \frac{R_b}{t_b} \quad (2)$$

(R : 遅延係数, C : 溶質濃度, D_0 : 分散係数, u_0 : 間隙内平均流速, x : 土壌内距離)

したがって、標準物質 (ここでは重水を用いる) の遅延係数がわかっているれば、ある物質の遅延係数を求めることができる。この理論により遅延係数を求め、濃度、流速、圧力、充填剤粒径、カラム長が遅延係数に及ぼす影響について調べた。試料溶液としては硝酸ナトリウム (NaNO_3) を用いた。図 1 に実験装置を示す。検出器には紫外線分光光度計を用いたが、重水を測定するときには屈折率計を用いた。また表 1 に今回使用した ODS カラムの特性を示す。ただし、カラムの内径はすべて 4mm であり、充填剤は LiChrosorb (Merck) である。

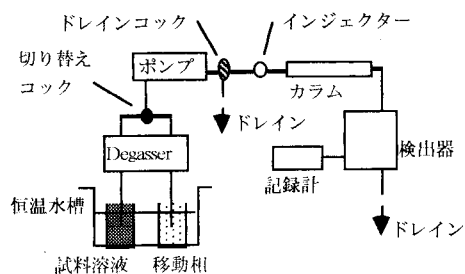


図1 実験装置

表 1 カラム特性

	長さ(mm)	充填剤粒径(mm)	空隙率(%)
カラム 1	250	10	60.3
カラム 2	250	5	63.2
カラム 3	125	5	69.8

3. 結果と考察

(1) 移動相の流速の決定

本研究では、重水を用いて移動相の流速を決定した。その結果を示すと、カラム 1 において流量が 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 (ml/min) のときの重水の流速は、それぞれ 1.0, 5.0, 10.0, 14.6 (cm/min) となった。また、前報¹⁾では流量とカラムの空隙から流速を求めた。ここで、同様の方法で流速を求めると、それぞれ 1.3, 6.4, 12.6, 18.6 (cm/min) であり、重水を用いて求めた値の方が一貫して小さい傾向を示した。

(2) 濃度が遅延係数に及ぼす影響

試料溶液の濃度が遅延係数に及ぼす影響を調べた。試料として NaNO_3 、重水、カテコールを用い、それぞれの濃度を変化させた場合のリテンションタイムへの影響を図 2 に示す。この図より NaNO_3 は、濃度の低いところで変化が顕著にみられ、遅延係数が 1 より小さい値を示した。これは、 NaNO_3 が移動相よりも早

く移動しているということであるが、本研究ではこの原因については明らかにすることができなかった。

(3) 流速及び圧力が遅延係数に及ぼす影響

試料には NaNO_3 を用い、カラム1で流速を変化させたときの遅延係数の変動を図3に示す。この図より遅延係数は流速に影響されないことがわかる。また、カラム2,3についても影響はないとみなせた。同様に、圧力を変化させたときの遅延係数の値の変動を調べた結果、遅延係数は圧力に影響されないことがわかった。

(4) 充填剤粒径が遅延係数に及ぼす影響

充填剤粒径の違うカラム1 (10mm) とカラム2 (5mm) を比較した結果を図4に示す。この図よりカラム1とカラム2はほぼ一致しており、充填剤粒径による影響は無視できるとみなせる。

(5) カラム長が遅延係数に及ぼす影響

カラム長の違うカラム2 (250mm) とカラム3 (125mm) を比較した結果を図5に示す。カラム2とカラム3を比較すると、ほぼ一致しているとみなすことができる。

(6) 農薬の遅延係数

カラム1を用いて、流量 1.0 ml/min でアシュラム(除草剤)、チウラム(殺菌剤)の遅延係数を求めた。その結果、アシュラムは0.99、チウラムは19.55であった。また、オキシシン銅についても測定したが、ピークを検出することができなかった。

4. まとめ

1) 遅延係数を求めるときに必要な移動相の流速を、水の安定同位体である重水を用いて、屈折率計で測定し決定する方法を提案した。

2) 硝酸ナトリウムの遅延係数の値が、低濃度では1より小さい値を示すという結果が得られた。また、濃度が濃くなるにつれて遅延係数の値は上昇し、高濃度ではほぼ一定となるという結果が得られた。重水と吸着性の強いカテコールについても調べた結果、濃度に無関係にほぼ一定の値が得られた。

3) 遅延係数が流速、圧力、充填剤粒径、カラム長に影響されないことがわかった。

4) 実際にゴルフ場で使用される農薬の遅延係数は、アシュラム0.99、チウラム19.55、であった。

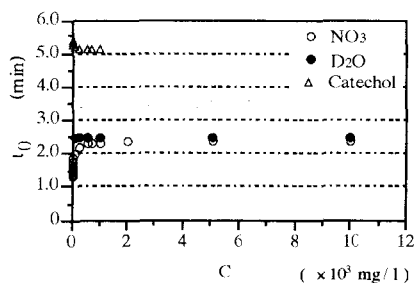


図2 濃度とリテンションタイムの関係

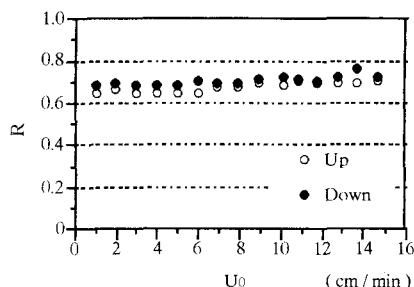


図3 流速と遅延係数の関係 (カラム1)

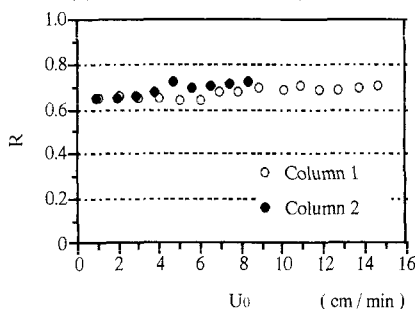


図4 充填剤粒径と遅延係数の関係

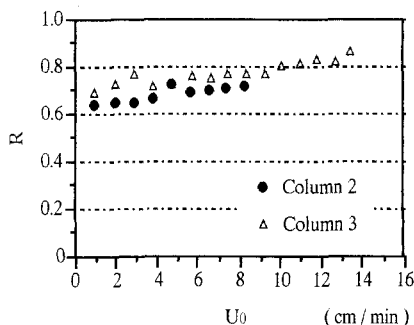


図5 カラム長と遅延係数の関係

参考文献

- 1) 松田, 山口, 寺西, 橋村: 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第2部, pp. 354~355, 1992