

III-199 農薬の地盤への吸着性に関する基礎的研究

大成建設(株)技術研究所 正会員 深沢道子
 同上 正会員 藤原 靖
 同上 正会員 今村 聡

1. はじめに

様々な物質の土壌や地下水の汚染が問題となってきている。その内、農薬は圃場に施用されるのみならず、ゴルフ場での使用にみられるように、人工的な植生を維持するために、ますます身近で使用する機会が増えるであろう。したがって農薬を安全に使用するには、これらの地盤中での吸着特性を正確に把握することが重要である。そこで地盤を構成する主な吸着体について、その農薬吸着特性についての検討を行った。

2. 供試試料と実験方法

地盤を構成する吸着体として標準砂、ベントナイト、カオリン、アロフェン、フミン酸を用いた。使用した農薬は主として、有機リン系殺虫剤フェニトロチオン(MEP)と図-3に示した合計13種の殺菌剤、殺虫剤、除草剤である。

農薬の吸着実験は以下に示すバッチ試験とカラム試験の2つについて実施した。バッチ試験は、絶乾重量当たり5gの吸着体を100ml容のスクリュパイアル瓶にとり、濃度22ppmのフェニトロチオン溶液を50ml加え、20分間超音波を照射した後、30分間振盪攪拌する。その後、遠心分離して上澄液を採取して残留農薬の濃度を定量した。

カラム試験は表-1右側に示した配合の吸着体を直径1.1cmのガラスカラムに充填し、濃度200ppm程度の濃度の農薬混合液を通常の農薬散布量を散布し、2時間、1日、2日、7日ごとに20mmの降雨量に相当する蒸留水を散水し、カラムからの流出水の残留農薬の濃度を定量した。

農薬の定量はジクロロメタンと試水を1:1の割合で溶媒抽出したものについて、ガスクロマトグラムあるいは高速液体クロマトグラムにより行った。

3. 試験結果

有機リン系殺虫剤フェニトロチオンを用いたバッチ試験の結果を図-1に示した。なお初期濃度から吸着後の濃度を引いたものを初期濃度で割り、これを吸着率として表した。図には陽イオン交換容量(CEC)と平衡溶液のpHについても示した。CECの大きなものほど吸着率が高くなっており、この関係は良好である。しかしCECのほとんど無い標準砂やカオリナイトでも比較的大きな吸着率を示している。またベントナイトはCECが大きい、それほど大きな吸着率は示していない。

農薬の中には、pH6~7を境として、これよりも低いpHでは非常に強く吸着を生じるが、それ以上では吸着が非常に弱いものがあることが知られている¹⁾。今回の実験でCECが小さいにもかかわらず、吸着率が高かったカオリナイト、標準砂はいずれも平衡溶液のpHが低いものであった。

図-2にはフェニトロチオンを用いて、カラム実験を行い、7日までの流出量について測定した結果を示した。ただし、吸着体は①標準砂とこれに②カオリン10%、③アロフェン20%、④ベントナイト2.5%、⑤フミン酸20%、を混合したものとした。図から明らかなように、フミン酸20%は7日経過してもフェニトロチオンは流出して来ない。その他の4吸着体は2日目までほぼ直線的に流出するが、それ以降の流出は

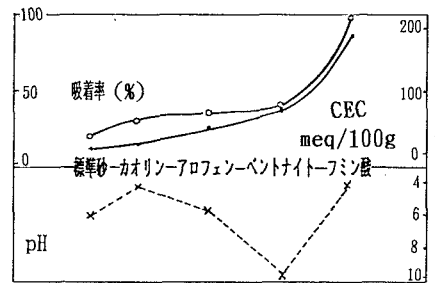


図-1 フェニトロチオンバッチ試験結果

緩やかになっている。

2時間後の吸着率とCECの大きさとの関係について比較すると、バッチ試験の場合のようにCECの増加にしたがって吸着率が増加するような明らかな関係はみられない。CECをほとんど示さない標準砂やカオリン10%でも、非常に大きな吸着率を示している。

次に、吸着率についてバッチ試験の場合とカラム試験の場合とについて比較した。カラム試験の吸着率は含有量が少ないにもかかわらず、バッチ試験のそれよりも、全ての吸着体において高い値を示している。

このような差違は、1つにはカラムに充填した場合は、粒子が形成する微細な構造によって、ファンデルスワールス力などの物理結合が強く発揮され、より強く吸着するためと考えられる。また1つは、散布した農薬量と吸着体との比率が、バッチ試験とカラム試験とでは約20倍程度異なることが影響していると考えられる。

図-3は13種の農薬でカラム試験を行った場合の2時間後の流出液の農薬濃度と散布農薬量との差から吸着体に存在する農薬量を計算して遅延係数($K_d = \text{固相の農薬量} / \text{液相の農薬量}$)を算出したものである。

標準砂はキャプタンを良く吸着するが、その他の農薬の吸着は良好ではない。フミン酸はトリクロロホンとアシュラム以外に対しては強い吸着力を示している。ベントナイト、カオリン、アロフェンは全体に吸着力が強いとはいえないが、それぞれに吸着力を発揮する農薬の種類が異なっている。ベントナイトはトリクロロホン、キャプタン、イプロジオンに対して強い吸着力を持っている。トリクロロホンは農薬を良く吸着するフミン酸でも吸着力の弱かったものである。カオリンはクロルピリホス、クロロタロニル、キャプタン、ペンディメタリンに対して良好な吸着力を持っている。アロフェンはフェニトロチオン、クロルピリホス、クロロタロニル、ペンディメタリンに対して強い吸着力を示している。

4. まとめ

- 農薬の吸着が平衡溶液のpHに影響されることが認められた。フミン酸を除いて他の4吸着体では、フェニトロチオン散布後2日目まではほぼ直線的に流出するが、7日後には緩やかとなった。
- バッチ試験の場合の吸着率よりもカラム試験の場合の吸着率の方が大きくなっていた。
- 13種の農薬に対する5吸着体の吸着力を遅延係数(K_d)で比較すると、5吸着体は13種の農薬吸着に対して、特異性を示すことが明かとなった。

[参考文献]

1) M.J.Frissel, The adsorption of some organic compounds, especially herbicides on clay minerals :Agr. Res. Rep. vol76, No3, 1961.

表-1 吸着率の比較

バッチ試験		カラム試験	
試料	吸着率(%)	試料	吸着率(%)
標準砂	19	標準砂	27
カオリン	29	カオリン 10%	58
アロフェン	35	アロフェン 20%	62
ベントナイト	38	ベントナイト2.5%	64
フミン酸	98	フミン酸 20%	100

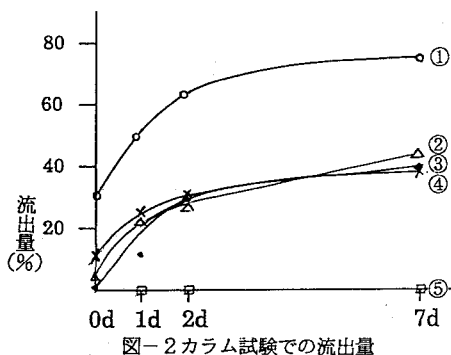


図-2カラム試験での流出量

農薬	遅延係数				
	標準砂	カオリン 10%	アロフェン 20%	ベントナイト 2.5%	フミン酸 20%
フェニトロチオン	-	-	±	-	++
ダイアジン	-	-	-	-	++
クロルピリホス	-	+	++	-	+
トリクロロホン	--	+	--	--	--
チウラム	-	±	-	-	++
クロロタロニル	--	-	+	±	+
イプロチオン	--	-	-	-	+
キャプタン	+	+	-	±	+
イプロジオン	-	+	-	-	+
アシュラム	--	-	--	-	-
シマジ	-	-	±	±	++
プロピザミド	-	-	-	-	+
ペンディメタリン	-	-	++	++	++

++:非常に大きい +:大きい ±:中程度 -:小さい --:非常に小さい

図-3 各農薬に対する遅延係数