

Ⅱ-103 環境土への農薬の吸着と降水による溶脱に関する研究

東北学院大学工学部 学生員 ○布施 俊枝
同 小松 光彦
同 渡部 淳

1. はじめに

ここ数年、ゴルフ場の下流河川で水質悪化や魚類のへい死などの汚染事故が起こっており、農薬による環境汚染問題は各方面への波紋を投げかけている。ゴルフ場で農薬が散布されたり、廃棄物埋立地にこれらの農薬が搬入されたとき、それらの農薬が土壌中にどのように吸着され、更に降雨によって挙動するかについて実験・研究したものである。そこで農薬の土への吸着能とその吸着された農薬の降水による溶脱との関係を実験装置を作成して実験、研究を行なったので報告する。

2. 吸着および溶脱実験

2-1 土への吸着能

土への吸着能力と溶脱について、ゴルフ場で殺菌剤として使用されているキャプタンを用いて実験を行なった。乾燥土5gに8mg/lに調整した農薬50mlを加え攪拌し、その後遠心分離器により分離させた水層から農薬の濃度をGC-MSの定量分析で測定し、土への農薬吸着量を求めた。その結果を図-1に示す。土への農薬の吸着量に差が現れか、土と農薬水溶液の接触時間（攪拌時間）を変化させさせた。図-1では接触時間の増加と共に平衡濃度が低くなっているが、これは接触時間の増加によって吸着が十分に進行していくことがわかる。この時の接触時間は6時間である。その吸着量は6時間あたりで最初に加えた農薬量の約90%までに達しており、6時間以降は平衡状態になっている。加えた農薬が低濃度的时候、その濃度に対する飽和吸着量になる接触時間は、1時間程度と早くなっている。また農薬が吸着している土層に蒸留水50mlを加え攪拌し、溶脱に関する実験を行なった。その結果を図-2に示す。図-2は接触時間による溶脱量変化を表したグラフであるが、接触時間が長く十分に吸着されていると溶脱しにくくなり、当然のことながら加えた農薬が低濃度のほうが溶脱量は小さい。また、吸着速度は一般にこのようなグラフで表わされる。本実験の結果からもその傾向が見られ、土と農薬水溶液との接触時間の増加で平衡状態に達することがわかった。

以上の結果、両対数グラフに平衡濃度と土1gへの吸着量との関係をプロットすると、図-3のような直線が得られる。この直線ではフロインドリッヒの式が成立し

$$\log Y = \log K_F + (1/n) \log C$$

Y：土単位重量当たりの吸着量

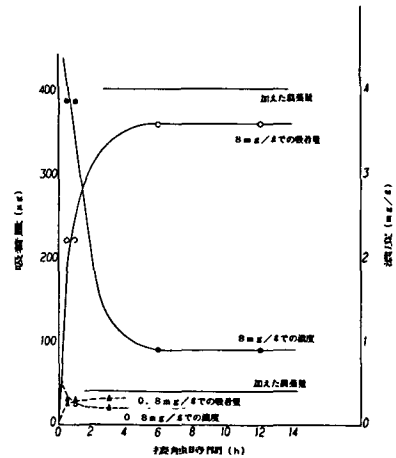


図-1 接触時間による吸着量変化

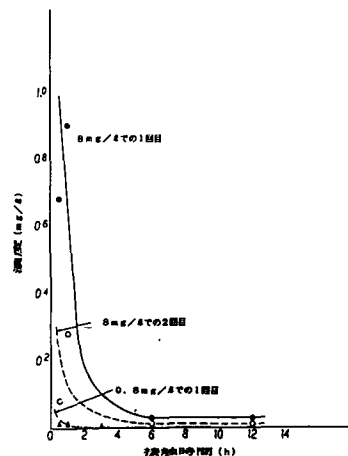


図-2 接触時間による溶脱濃度変化

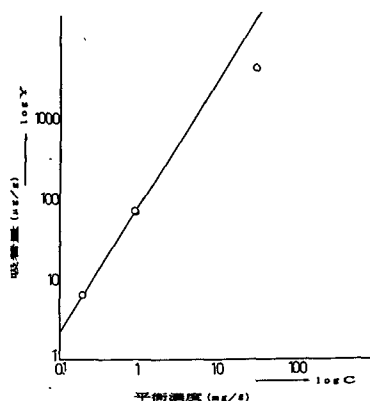


図-4 フロインドリッヒノ式による吸着線

K_F : 平衡定数

n : 吸着指数 C : 平衡濃度

この式を用いて K_F と n を求めたところ $K_F = 83.8$, $n = 0.64$ となった。活性炭の場合、吸着処理対象となり得るには、 $K_F = 10$ 以上、 $n = 1$ 以上であるので土としては十分な吸着量があることがわかった。

2-2 降雨による吸着

農薬の場合には農薬散布は晴天時に行なうので、植物や表土に吸着された農薬が降雨によって溶脱した場合には、雨水に含まれて土中へ浸透する。そのような状況を想定して土への吸着能について実験する為に、図-4のような装置を作成した。この実験装置に霧吹を用いて 8 mg/l に調整した農薬を 300 ml 吹き掛け、流出水の農薬濃度を GC-MS で測定した。その結果を図-5に示す。次にの土へ吸着した農薬が、さらに降雨によって溶脱する状況を把握するために、降雨とみなした蒸留水を霧吹で 300 ml 吹き掛け、流出水の農薬濃度を GC-MS で測定した。この結果を図-6に示す。吸着実験には3種類の土を用いたが、図-5からは、 $2390 \mu\text{g}$ 、 99% が吸着されていることがわかる。図-6からは溶脱したキャブタンは 0.11 mg/l と低く一度吸着されていると溶脱しにくいことがわかる。

4. 結論

本研究の結果から次の様な結論を得た。

- ① 農薬は 8 mg/l 程度の低濃度であると土へ 90% が吸着され、その吸着量は約 $72 \mu\text{g/g}$ となる。
- ② 十分に土に吸着された農薬は、わずか 0.03 mg/l しか溶脱しなかった。
- ③ 7000 mg/l の濃度で実験した場合でも、土への吸着量は 3.4 mg/g であったのでさらに吸着する能力がある。

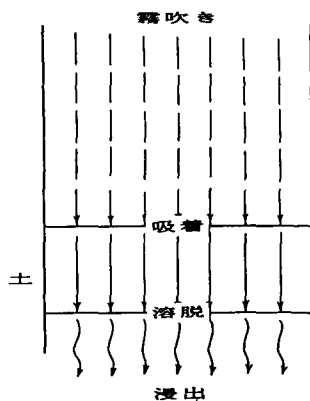


図-4 実験装置

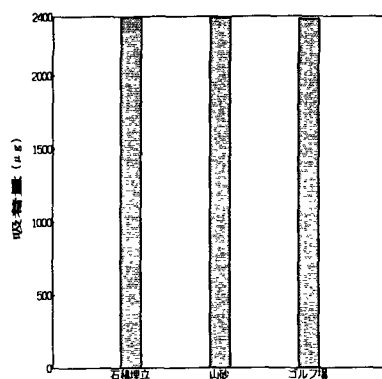


図-5 土による吸着量変化

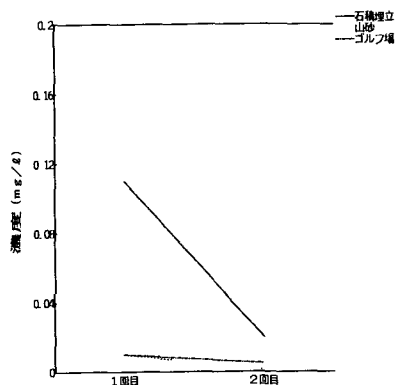


図-6 土による溶脱濃度変化