

24. 農薬の土壤中移動の解明

農業環境技術研究所 資材動態部農薬動態科

背景・目的

EDB (ジブロモエタン), DBCP (ジブロモクロロプロパン) などの農薬の 35 - 300 ppb が、ハワイやカリホルニアの飲用井泉水に検出されている。どのような場合に農薬の農業利用がこれら汚染の原因となるのかを明確にするため、間接的ではあるが、農薬の土壤中移動に関する理論を確立し、シミュレーションによって土壤中移動による汚染の可能性を検討した。

内容及び特徴

- (1) 土壤中を移動する水の動きにともなう化学物質の動きについては LAPIDUS & AMUNDSON のつきの方程式がある。

$$\frac{\rho \partial Q}{\theta \partial t} + \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} \quad \dots \quad ①$$

ただし、 ρ : 土壤のかさ密度, θ : 間隙率, Q : 吸着濃度, C : 土壤溶液濃度, D : 分散係数, U : 間隙水移動速度, x : 移動距離, t : 時間。①式において吸着速度の実測は困難であるが、農薬の土壤吸着はフロインドリッヒの式 ($Q = KC^N$) にしたがう場合が多いので、この式より導くこととする。ただし、土壤溶液が移動する系では、移動する水と移動しない水とを区別し、後者中に存在する農薬は吸着されたものに含めてあつかう必要のあることが判明したので、移動しない水の全水分に対する比率を ω とすれば、フロインドリッヒ式は $Q = KC^N + \omega C$ のように補正される。この t による微分を①式に代入すれば、

$$\frac{dC}{dt} = \left(D \frac{d^2C}{dx^2} - U \frac{dC}{dx} \right) / \left(1 + \frac{\rho \omega}{\theta} + KNC^{N-1} \frac{\rho}{\theta} \right) \quad \dots \quad ②$$

なお、②式において重要ではあるが不確定な要素である D 値については、ピクリン酸一筑波土壤系を用いて検討したところ、 D は実験条件により変動すること、およびその変動は U により最も顕著に影響されることが明らかになった。

- (2) 水溶性が大きく土壤吸着性の小さい殺虫剤オキサミルの移動性を野外に放置した $a/1000$ ワグネルポット中で測定したところ、実験値と②式によるシミュレーション値はおおよそ一致した。その結果、降雨下農薬は雨水の動きにともなって下方に移動するが、雨のないときは水分の蒸発により上方に運ばれ、全体として下方への移動は小さいことが確認された。なお、シミュレーションに与える D 値は、蒸発時は分子拡散係数にほぼ一致させ、下方移動時はその10倍とすればよい。
- (3) $a/5000$ ワグネルポットを用い農薬の移動性を測定する溶脱性試験法を考案し(図1)、これにより EDB のような非吸着性の物質を 3m 降下させるには砂層で 1380mm 以上(比較として、わが国の最大降水量は 1968 年尾鷲の $806\text{mm}/\text{日}$)、筑波土壤層で 2040mm 以上の連続的降水が必要であることを明らかにした。この EDB の溶脱曲線(図2)は、非吸着性農薬についてシミュレーションにより求めた溶脱曲線(図3)とほぼ一致する。

活用面と留意点

ここで確立された理論的解析は土壤中での農薬の移動性を推定する方法として、その幅広い活用が期待される。

(能勢 和夫)

図1 溶脱試験装置

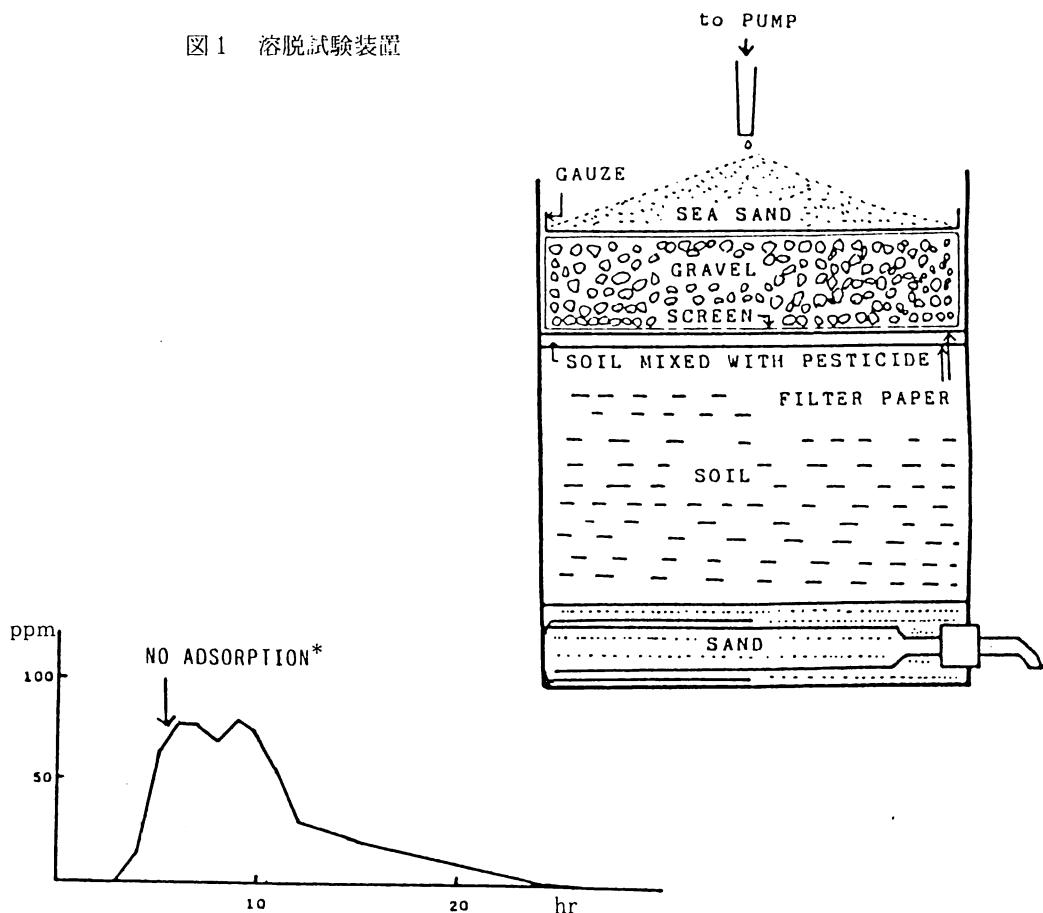


図2 EDBの溶脱試験

* 吸着がないとして計算されたピーク位置

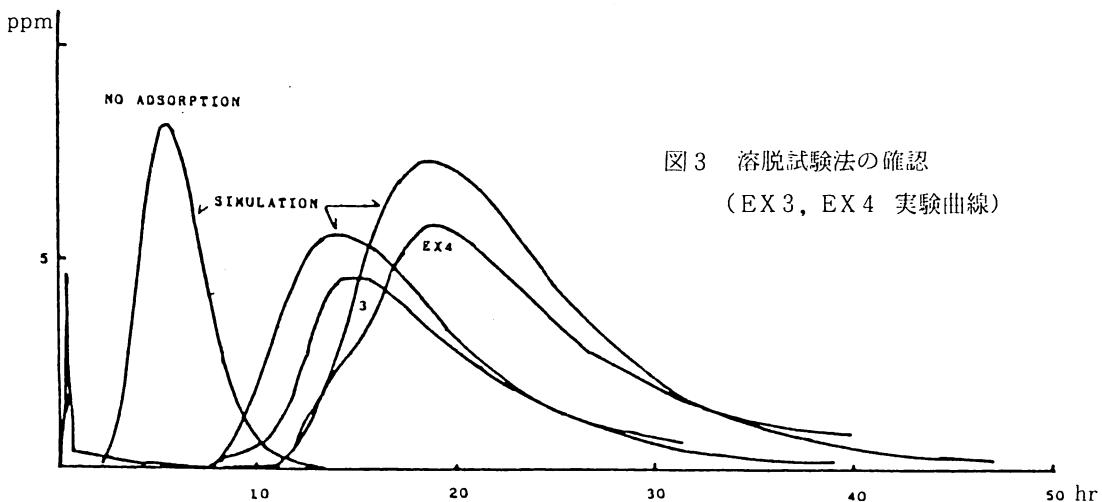


図3 溶脱試験法の確認

(EX 3, EX 4 実験曲線)