

農 藥 與 土 壤

李國欽 林浩潭

台灣省農業藥物毒物試驗所

一、前 言

台灣地處亞熱帶，氣候高溫多濕，植物之病、蟲、草害多，據估計，台灣農林作物所受的各種災害之損失平均可達 30%，若以水稻而言，如第一期作無施藥防治，平均減產率為 15.4%，而第二期作則為 29.9%，最嚴重可能達 54% 以上之損失⁽⁶⁾。因此爲了提高農產品產量與品質，農藥的使用不但不可缺少，且日益增多；台灣地區農藥之使用於民國三十八年首先引進滴滴涕（DDT），至目前（七十八年）已增至 450 餘種，七十七年度農藥原體及成品生產量即達 37,721,821 公斤；土壤爲環境之組成份之一，常爲一切外來物質之承受體，農藥進入土壤後如何轉變或對土壤會產生那些影響，本文將作一簡要之報告。

二、農藥在土壤中的動態

一、農藥的分解消失

農藥中有機氯殺蟲劑如滴滴涕（DDT），蟲必死（BHC），安特靈（Endrin）、地特靈（Dieldrin）等及含有重金屬類農藥如有機汞、有機砷、銅、鋅、錳外，其原體或分解產物很難在土

壤中分解消失，而殘留累積於土壤中，可能經由食物鏈、空氣、水等途徑而破壞整個生態之平衡，所幸，上述農藥中有機汞、有機氯殺蟲劑已於民國六十二年以前，先後被禁止使用；而現行農藥管理法中亦規定農藥之登記必須審查農藥在土壤中之消退性、移動性、吸收浸出性、水解、光分解、土壤中之代謝等資料，以確保土壤不受污染⁽²⁾。

農藥一旦進入土壤中，可因氣化、光分解、化學分解、淋洗、稀釋、機械式移除（如土壤沖蝕）、植物吸收、微生物分解等作用而逐漸消失，不致殘留於土壤中，農藥在土壤中受生物分解⁽⁸⁾ 75 ~ 100 % 所需之時間示之於表一⁽⁹⁾。

二 農藥對土壤之影響

(一) 土壤中如農藥殘留量過高，可能為作物吸收而造成作物中農藥殘留量過高，農藥及其分解產物可能經食用後，間接影響人體健康；現在因為在土壤中殘留期長之農藥相繼的禁用，此種經食物鏈而影響人體之現象幾乎已不會因農藥之使用而產生。

(二) 土壤中生物具有分解有機質，轉化有效態植物養份，固氮作用，協助植物攝取養份，促進通氣之功用，短期少量之農藥使用雖暫時改變這些生態之平衡而降低或促進某些功能，但由於現用農藥都極易分解，故土壤中生物常態很快復原；但若長時期或大量使用同一種農藥，極可能消滅土中生物族群，若此族群正好與土壤肥力有關者，則常不利於土壤肥力之恢復，間接致使土壤肥力下降⁽⁵⁾。

(三) 山坡地若使用殺草劑除草，則易引起覆蓋草類之死亡，坡地裸露，經雨水沖刷或風蝕作用，極易造成土表流失。

(四)土壤中過高之殘留農藥可能經由雨水或灌溉水之淋洗而進入地下水中，而地下水系爲一封閉之系統，農藥在其中不易分解，會引起地下水污染⁽³⁾。

(五)土壤中如殘留某些殺草劑，則可能對下期作物產生藥害，實驗證明，表一中之分解較慢之殺草劑，如達有龍 (Diuron)、亞特淨 (Atrazine) 等經散佈三十天後土中之殘留量可抑制水稻、胡瓜之生長；理有龍 (Linuron)、達有龍 (Diuron) 等對白菜之抑制率可達 50 ~ 70 %，而亞特淨殘量過高時，可能會抑制白菜之生長⁽¹⁰⁾。

三、土壤與農藥藥效之關係

農藥之劑型、土壤之物理、化學因素以及土壤周圍環境因素（尤其是氣候因素），皆可影響農藥之藥效與土中農藥殘留量。

(一)土壤因素：土壤粒子表面積大者（如黏土）或有機質含量多者，陽離子交換能量大，易吸附農藥，可能降低藥效；反之，土壤粒子表面積小者（如砂土）或有機質、黏粒含量少者，對農藥之吸附性較弱，藥效較明顯，但如施用過多，則易引起藥害，且可能經由雨水、灌溉水之淋洗作用而污染地下水。

(二)田況：農藥施用於水田者分解速率較旱田大，溫室中使用者，因有設施之防護，較不易受到紫外光之分解與雨水沖失，故在土壤中之殘留期，比露地栽培者較長。

(三)農藥劑型：粒劑施用者因其釋放速率較緩，殘留率會較多，其次是乳劑，可濕性粉劑，以次遞減⁽⁷⁾。

(四)氣候因素：雨量與土壤中的水分含量，都會影響農藥藥效，它們同時也影響農藥留在土壤中或植物上的時間，適當的土壤

水分含量，農藥的效果最佳，過濕會妨害農藥和土壤粒子的結合。雨水會使可溶性的農藥自土壤流失，但雨水對施於土壤表面的萌前農藥效果較佳，因雨水滲透入而將農藥帶入土壤，與埋在土壤中的有害生物作用，達到防治目的，但是對於葉面或全株施藥後，若立即遇上雨水，則農藥會被沖失，必須再施。高濕、高溫使得野草的生長勢旺盛，這時施用殺草劑效果最佳，且高溫可使土壤中的薰蒸劑蒸發而達到藥效，低溫則否。光線會使某些農藥分解，如果農藥在土表停留過久，容易造成此後果，而減少防治的效果。⁽⁴⁾

四、如何避免農藥污染或破壞土壤

避免農藥污染或破壞土壤之方法為：

(一) 避免在同地區長期施用同一種農藥，以免造成農藥累積於土壤中，而使土中農藥殘留量過高，以及避免農藥對土壤中某一種生物產生連續性之抑制而影響土壤生態與作物品質。

(二) 短期作物勿使用分解較慢之殺草劑，以免土壤中之殘留殺草劑抑制下期作物之發芽與生長。

(三) 山坡地應以人工除草或種植其它覆蓋作物以取代雜草，避免直接使用殺草劑，造成土表流失。

(四) 農藥之使用必須適時、適量、適用，由於目前上市農藥之種類與品牌衆多，其有效成份，內容物皆不一樣，施用方法亦不同；因此，當有病、蟲、草害發生時，農友必須認清症狀，參考農林廳編印之“植物保護手冊”，並詳讀藥罐上之標籤，然後才能對症下藥，達到防治之效果與避免土壤受到污染。

(五) 砂質土壤地區農藥易滲入地下水，故施用農藥時用量宜酌量減少。

表一、農藥於土壤中被生物分解所需之時間估計值

| 農藥種類與名稱 | 時 間 |
|--------------------------------------|------|
| 有機氯殺蟲劑 (Chlorinated Insecticide) | |
| 氯丹 (Chlordane) | 5 年 |
| 滴滴涕 (DDT) | 4 年 |
| 地特靈 (Dieldrin) | 3 年 |
| 飛佈達 (Heptachlor) | 2 年 |
| 有機磷殺蟲劑 (Organophosphate Insecticide) | |
| 大利松 (Diazinon) | 12 週 |
| 二硫松 (Disulfoton) | 4 週 |
| 馬拉松 (Malathion) | 1 週 |
| 福瑞松 (Phorate) | 2 週 |
| 尿素 (Urea)、三氮吡系 (triazine) | |
| 畢克爛 (Picloram) 類殺草劑 | |
| 草脫淨 (Atriazine) | 10 月 |
| 達有龍 (Diuron) | 8 月 |
| 理有龍 (Linuron) | 4 月 |
| 畢克爛 (Picloram) | 18 月 |
| 佈殺丹 (Prometryn) | 3 月 |
| 草滅淨 (Simazine) | 12 月 |

表一、 (續)

| 農藥種類與名稱 | 時 間 |
|--|------|
| 苯甲酸系 (Benzoic Acid) 、 | |
| 胺系 (Amide) 殺草劑 | |
| 克攔本 (Chloramben) | 3 月 |
| 大芬滅 (Diphenamide) | 8 月 |
| 苯氧系 (Phenoxy) 、 甲苯胺系 (toluidine) 、 | |
| 腈系 (Nitrile) 殺草劑 | |
| 二氯苯腈 (Dichlobenil) | 4 月 |
| 滅草 (MCPA) | 3 月 |
| 二、四一地 (2 , 4 - D) | 1 月 |
| 三福林 (Trifluralin) | 6 月 |
| 氨基甲酸鹽 (Carbamate) 及脂鏈烴酸系 | |
| (Aliphatic acid) 殺草劑 | |
| 得拉本 (Dalapon) | 8 月 |
| 克乃達 (TCA) | 12 月 |

參 考 文 獻

- (1) 台灣區農藥工業同業公會七十七年度會員廠農藥產銷統計 1989 台灣區農藥工業同業公會。63pp.
- (2) 台灣區農藥工業同業公會會訊第四十八期 1987 台灣區農藥工業同業公會。
- (3) 李國欽、李貽華、胡淑萍、翁愷慎 1988 台灣地區地下水中農藥殘留之調查(尚未發表)。
- (4) 李國欽 1987 如何安全有效的使用農藥，台灣省農業藥物毒物試驗所推廣教材第三號。
- (5) 李國欽、陳朝月 1980 殺丹、馬上除及多谷三種殺草劑對土壤中氨化及硝化反應之影響 言格科學發展月刊 8 (10) : 913 - 920 。
- (6) 廖龍盛 1988 農藥概論，農藥販賣業者訓練講義(農藥編) pp. 1 - 24 ，台灣省政府農林廳編印。
- (7) 廖龍盛 1984 實用農藥(修訂七版) 885 pp.
- (8) Green, R.E. 1974 Pesticide-Clay-Water interactions, in. Guenzi, W.D. (ed.) Pesticides in soil and Water. pp. 3 - 33 Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin.
- (9) Jury, W.A. et al. 1987 Transport and transformations of organic Chemicals in the soil-air-Water ecosystem in Ware, G.W. (ed.) Reviews of environmental contamination and toxicology 99:121-146. Springer-Verlag

New York. Inc.

- (10) Y.J. Chiang, L.M. Hsu and L.S. Leu 1985 Residue effects of nine herbicides to five Crops, in Proceedings to the 10 th conference of the Asia-Pacific Weed Science Society.

註：本文已投稿農委會編印之“土壤管理手冊”。