

農作篇（三）植物保護章

四、公害

(二)水污染對植物之影響

行政院農委會農業藥物毒物試驗所 徐慈鴻

1. 水污染對植物之危害

前 言

依據水污染防治法第二條第五款，水污染的定義是「指水因物質、生物或能量之介入，而變更品質，致影響其正常用途或為害國民健康及生活環境。」。水污染之發生主要是由於人類的活動，將各種污染物質排入河川、湖泊、海洋等地面水或地下水中，而使得這些水體或水體底泥發生物理性質（如溫度、顏色及臭味）、化學性質（如油脂、強酸、強鹼及重金屬等）和生物性質（如病原細菌、有害藻類之增加）之變化。當這些受污染的水體被引用為農業灌溉用水或注入農業用水時，會直接傷害農作物或改變土壤性質而對農作物的生長造成間接的不利影響。

水污染來源

水污染來源可分天然污染及人為污染。天然污染包括豪雨或山洪沖刷地面或裸露的山坡地，造成土壤流失、水源混濁並淤塞溝渠；海水入侵導致沿海地區水質鹽分含量過高；地下水將岩層中之礦物質成份溶出使水中無機鹽類增多而影響灌溉水品質。但水污染為害農作物最主要的是人為污染，人為的水污染其主要來源可分：

- (1) 都市及家庭廢水：此類廢水中主要含有油脂、清潔劑、懸浮固體及蛋白質、脂肪等有機成份；這些成份易分解、發酵而發臭，並易造成水質優養化，這些廢水被引灌時會使農作物生長過度繁密而易倒伏及受病蟲害感染，對農作物生長造成不良之影響。

- (2) 農業廢水：包括農田、畜產業及水產養殖業之排放水；臺灣地區農藥及肥料使用情形非常普遍，農藥及肥料施用後可能經由降雨、灌溉或水的流動而再次污染水源；畜產業之廢水中可能含有大量的動物糞尿、飼料餘物甚至動物屍體等，這些廢水若未經妥善處理即排入河川、灌溉渠中極易造成水質敗壞產生泡沫及惡臭，影響環境品質；台灣地區畜產廢水主要為豬糞尿污染，其對農作物生長之影響可分短期與長期兩方面，短期方面為總含氮量過高導至農作物遭受肥害，長期方面會使土壤鹽分含量升高而為害農作物。水產養殖業若屬鹹水養殖，其排放之廢水中含有高濃度的鹽分，流入農田易造成土壤鹽鹼化，而危害農作物生長。
- (3) 工業廢水：台灣地區農作物受到水污染為害的案例，大多與工業廢水不當排放有關。來自各類工廠的排放水因產品製程的不同，其排放水的特性也不同，工廠類別主要包括紙漿製造、皮革製造、紡織染整、農藥製造、食品、發酵、屠宰業、化工及石化業等；排放水中會導致植物受到為害的主要成分包括：強酸、強鹼、重金屬、有機油脂類、無機鹽類、農藥毒物、懸浮固體及高電導度等。

除了上述污染源外，垃圾場不當掩埋、露天堆積所滲出的污水亦是另一水污染來源，由於垃圾污水之成分不明且複雜，垃圾污水之潛在危機已成為各市鎮的棘手問題，值得注意。

水污染對農作物之影響

水污染對農作物之影響可分為直接與間接危害二種，直接危害指廢、污水排入灌溉水後直接接觸作物而造成危害，此部分主要引起植物受到急性傷害，如強酸、強鹼或油脂等；而間接危害是指土壤受到廢、污水長期污染，透過土壤危害植物根部或經由根部吸收而影響植物之莖、葉、果實等部位，此部分主要造成植物受到慢性危害，如重金屬等。目前有關水污染直接影響農作物的相關公害案件，主要是由油脂、強酸或強鹼及高鹽類污染所造成，簡述如下：

- (1) 油脂污染：油脂污染事件的發生大多是工安事故或者是油管及油槽之洩漏等意外所導致。油脂污染對農作物的影響程度與受污染的農作物部位有關，當油脂直接接觸農作物的葉片時，短時間即會破壞葉片組織及結構，葉片表面出現半透明及脫水狀態，嚴重者會植株倒伏，葉片捲曲、枯褐及壞疽，受害植株無法復原。圖一是水稻因工廠所用之絕源油外溢導致水稻植株受害，葉片捲曲枯乾。受污染之植株有時會逸散油污氣味，而遭到油脂污染的農作物周邊水體表面亦可見到油污漂浮及擴散的情形。
- (2) 強酸、強鹼污染：酸、鹼類危害事件之發生多源自於各類工業廢水的排放，由於環保意識抬頭及法令的規範，目前國內因工廠排放強酸、強鹼廢水所引起的農作物污染案件數不高，但仍不乏發生以交通工具載運酸鹼廢液於夜間偷排的情形，由於偷排之溝渠往往與灌溉用水有關，因此主要受害之農作物多為水稻，強酸鹼對作物之危害屬於急性傷害，稻株接觸酸、鹼廢液後會發生植株倒伏、葉片捲曲枯乾、莖部及根部腐爛等徵狀，受害稻株的分佈情形與地勢高低及灌溉水的流動方向具相關性(圖二)。
- (3) 鹽類污染：灌溉水質標準與放流水排放標準所設定之水質酸鹼值標準相同(pH值為6.0-9.0)，大多數工廠之排放水都能符合標準，然而目前最大之爭議在於水質的鹽類含量，也就是電導度值的變化，灌溉水之電導度值標準為750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，而放流水並未規範電導度值，工業放流水的電導度值常大於750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。水中鹽類含量過高會造成農作物根部的吸水性功能受到抑制，高濃度的鹽類在短時間內即會導致農作物因缺水而整株枯乾、死亡；引用鹽類含量高的灌溉水，雖不至於引起農作物出現急性受害，但長期澆灌下則會使土壤結構受到破壞，進而使農作物根部生育不良，導致水分及養分的吸收受阻，而使植株枯乾、死亡。(圖三)

2. 水污染之生物監測

環保單位對於水質之監測主要採儀器或化學分析方法，並比較各分析項目是否超過法定之標準值，這樣的監測及鑑定方法是明確、簡單的，但卻無法評估水質中各類成份之複合反應對生物可能造成的影響；國內、外皆曾發生符合放流水標準之工廠排放水卻造成農作損失之案例，因此配合適當之生物試驗來監測水質，可更精確的評估工廠之排放水對農作物及農業環境可造成之影響。

利用植物進行生物試驗具有簡單、經濟等優點，且試驗結果可直接反應出植物受到水污染影響的情形。以植物進行水污染生物監測的方法包括：種子發芽、幼苗生長及浮萍生長等試驗方法(圖四)。種子發芽試驗法是選擇適當及固定數量的農作物種子置於培養皿，添加適量的測試水樣，培養並觀察種子的發芽數量，計算發芽率，評估水質對植物種子發芽之影響。幼苗生長試驗是種子發芽後將幼苗放入添加工業廢水的玻璃管狀容器中，於生長箱內培養數天後比較幼苗之生長變化，包括莖及根部之伸長情形及幼苗重量的變化等，可評估水樣中是否含影響植物生長之因子，如：是否抑制細胞之分裂或影響植物之生理生化作用等。浮萍生長試驗是將健康的浮萍科植物放置含工業廢水的容器中培養，定期觀察浮萍的葉狀體及根部受到影響的情形，計算浮萍之生長速率。浮萍為具有葉狀體(frond)及根部之水生維管束植物，其反應可顯示出水質對植物植株之整體影響情形。

台灣地區浮萍科植物有三屬共 5 種，包括：青萍、品藻、水萍、紫萍及無根萍。本土浮萍科植物－青萍(*Lemna aequinoctialis* W.)(圖五)的生長試驗標準方法已建立，並陸續應用於工業區排放水、油脂污染及水中農藥之監測。污水廠放流水水質雖然符合放流水標準，卻對浮萍之生長造成顯著之抑制，抑制率之高低並非水中單一成分因子所影響，單純的化學分析數據並無法完整評估成分因子間之協力作用對植物可造成之影響。應用於殺草劑之青萍植物毒性試驗結果發現，本土浮萍科植物－青萍對藥劑之反應較國外之小青萍(*Lemna minor*)或卵葉青萍(*Lemna gibba*) 敏感。

3. 結語

水污染方面雖已訂定"水污染防治法"及"灌溉用水水質標準"，但近年來工廠廢水因處理不當而引起之農作物損害案件仍層出不窮，多因排放水未經妥善處理所造成，環保單位應加強排放水之污染管制；灌、排水不分亦是本省水污染為害農作物之另一原因，如何確實執行法令並維護良好的農業用灌溉水源是需要大家有共識並齊心努力。另外，放流水標準是否已涵蓋所有為害物質、所訂之標準是否可達保護農作物之要求，再加上工廠廢水中之成份並不單純，各因子間之複合影響等都值得環保單位及農政單位加強研究，以維護農業環境品質保障農民權益。



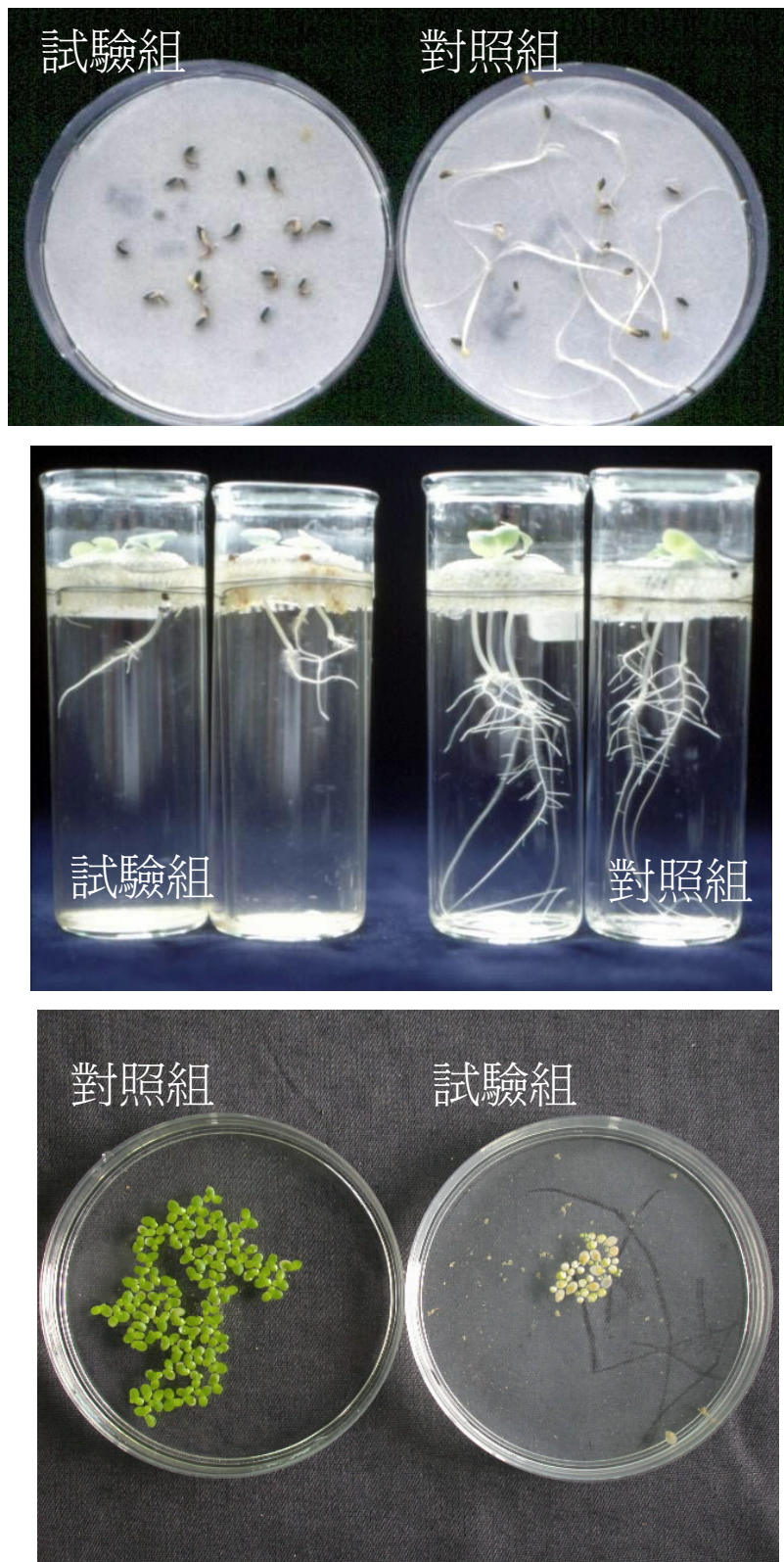
圖一、工廠所用之絕源油外溢導致水稻植株受害，葉片捲曲枯乾



圖二、水稻田受偷排之酸鹼廢液之危害情形



圖三、鹽類含量高的水污染造成海桐樹植株枯乾、死亡



圖四、發芽率試驗(上)、幼苗生長試驗(中)及浮萍生長試驗(下)



圖五、本土浮萍科植物－青萍(*Lemna aequinoctialis* W.)