

土壤中銅及鋅的植生復育簡介

◎文・圖／林永鴻

前言

銅及鋅的污染除了可能來自工業排放的廢水外，也常因農民施用未經發酵的禽畜糞(如生雞糞、生豬糞等)而殘存於土壤中(圖1)，這兩種金屬元素雖然是植物必需的營養要素，但如果土壤含量過多時，就有可能被植物大量吸收而累積在農產品中，並進一步因攝取而進入人體內。人體若吸收過量的銅及鋅，易與酵素結合，導致酵素活性降低，對體內許多生理機能產生或輕或重的危害，因此假使土壤中的銅及鋅含量過高，便應進行整治，以降低其危害人體的機會。



圖1. 施用過量生雞糞於農地易使鋅殘存累積於土壤中，造成污染。

土壤銅及鋅的整治方法

環保署將土壤中銅及鋅兩種元素的含量訂有區分表(表1)，以便依檢查結果來

判斷，土壤內的含量是否超標及造成污染。

表1. 台灣地區土壤銅及鋅含量標準與等級區分表(單位：mg/kg)

重金屬項目	第1級	第2級	第3級	第4級	第5級
銅 (Cu)	<1	1-11	12-20	21-100	>100
鋅 (Zn)	<1.5	1.6-10	11-25	26-80	>80

本表摘自行政院環境保護署，1990。第一級：土壤中缺乏銅、鋅等農作物生長所需元素者。第二級：土壤中銅及鋅含量低於環境背景值者。第三級：土壤中銅及鋅含量為環境背景值者。第四級：需進一步確認是否污染者。第五級：土壤中有外來銅及鋅介入，應列為重點監測地區，並進行相關工作。

土壤中銅及鋅的整治方法大致可分為化學安定法、移土客土法、離場淋洗法、翻轉稀釋法及生物復育法(表2)，前四種方法雖然能夠有效降低土壤中銅及鋅的含量，但是卻存在著破壞土壤性質、整治費用昂貴、耗費工時及二次污染疑慮等隱憂；至於植生復育法，可分為轉作其他非食用的高經濟作物(如觀賞用花卉、林木等)及種植對重金屬吸收能力強的植物後移除土壤銅及鋅等方法，此法雖需較長處理時間，卻為最經濟有效，且對環境最為友善的方法(圖2)。

土壤銅及鋅的植生復育

植生復育法雖然是經濟有效的整治方法，但是所選擇的復育植物需對這兩種元

素具有高度吸收能力，才能達到整治的目的。西元1885年就有研究指出，某些植物能從土壤中吸收大量的鋅，其葉片內累積的鋅含量高達乾物重的1~1.7%，後來科學家們陸續發現許多能大量吸收銅及鋅，而本身並不會有中毒現象的植物，統稱為銅及鋅的超累積植物(hyperaccumulator)。

Grispan等學者(2004)則發現十字花科植物(如油菜、芥菜等)對於土壤中銅及鋅的吸收有顯著效果；另外，2008年曾有日本學者利用許多果園常見的草類進行銅、鋅等重金屬的復育實驗，結果發現，將這些金屬元素自根傳輸到莖的能力以洋耆草、三裂葉豬草、臭甘菊、大狼把草、咸豐草、菊苣、貓耳葉菊、山萵苣、母菊、洋甘菊、大翅薊、花葉滇苦菜等菊科植物較高，而草決明、紫花苜蓿、草木樨、綠豆、田菁、兔腳苜蓿、白三葉草等豆科植物及升馬唐、刺水稗、稗草、高狐草、狼尾草、早熟禾、谷莠子、狗尾草、高丹草等禾本科植物則較低，因此推測菊科的草類應為較佳的復育植物。至於十字花科植物(如油菜、芥菜等)已知為對於銅、鋅等重金屬吸收能力強的植物，主要原因是當根受到高濃度的銅或鋅刺激時，復育植物不但能透過體內蛋白質的變化產生大量有機酸將銅及鋅螯合而免除根部受到毒害，並且體內大量產生能量以利銅、

鋅等重金屬自根傳輸到莖部，此對土壤銅及鋅等重金屬的整治相當有利。

除了上述一些對銅及鋅吸收能力佳的植物陸續被發現外，目前諸多研究亦利用生物技術方式開發效果更佳的復育植物，期使受銅及鋅污染的農地達最佳整治效果。

結語

在復育植物的生長過程中，可透過根部的吸收促使土壤銅及鋅含量降低，因此在土壤的淨化上具有相當大的潛力，另外，在復育植物成長過程也可改善土壤理化及生物性質，營造良好的作物生長環境(圖2)，雖然植生復育法需要較長的處理時間，但卻較其他物理及化學方法更為環保、經濟及有效，值得更進一步研究探討。

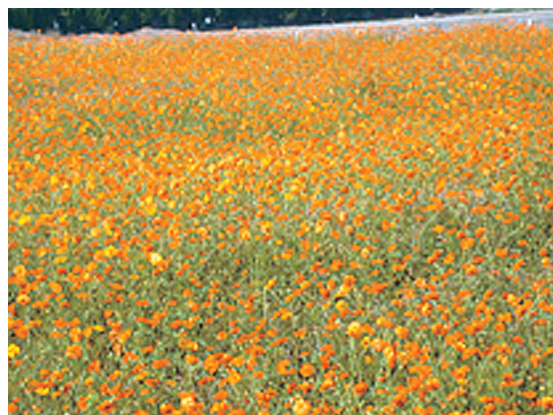


圖2. 利用復育植物不但可整治土壤中過多的銅及鋅，也可以改善土壤、美化環境。

表2.土壤銅及鋅整治方法

整治技術	處理方法	效果評估
1.化學安定法	沉澱、螯合	處理藥品貴，污染物雖成為無效性，但仍留存土壤中。
2.移土客土法	移走污染土，客入未污染土	處理效果最好，但處理工程最貴。
3.離場淋洗法	以EDTA或檸檬酸鹽淋洗	處理藥品貴，且仍有污染物殘留風險。
4.翻轉稀釋法	上下層土壤混合稀釋	處理效果好，但處理工程貴
5.生物復育(一)	種植花卉、苗木	存在附加價值，費時較久。
6.生物復育(二)	種植適當植物後再行割除	最為經濟且對環境友善，且效果佳，但費時較久。