

市售化學肥料中重金屬含量

林浩潭

臺灣省農業藥物毒物試驗所

一、前言

重金屬在土壤中殘留期長，移動性慢，一旦進入土壤中，很難除去；除經由灌溉水污染外，重金屬亦可經由農業資材如肥料、農藥等之使用，而進入土壤中，繼而影響農作物之生產與品質。為防止重金屬經由化學肥料之使用而污染土壤，分析市售化學肥料中重金屬之含量，依據施肥量、施肥次數，推算出土壤中重金屬經由化學肥料使用之年增加量，並評估是否會間接對作物產生污染，作為肥料中重金屬管制及防止農田土壤受重金屬污染之參考。

二、材料與方法

於臺中、南投、苗栗、雲林、彰化地區採購市售化學肥料計複合肥料 38 件，單質磷肥 15 件，磷肥外其它單質肥料 8 件共 61 件，分析砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅等八種重金屬之含量。利用施肥量、施肥次數、推算因施肥而引起土壤重金屬之增加量；依據農田土壤之重金屬含量背景資料，作物對重金屬之吸收情形，評估肥料中重金屬施用是否會造成作物污染。

三、結果與討論

複合肥料、單質磷肥、磷肥外其它單質肥料中重金屬含量分別示之於表一至三；比較三種肥料中種金屬含量，顯示複合肥料中銅、鋅含量較高，單質磷肥中鉻、鎳、鋅、鎘含量較高。化學肥料除氮肥外，其餘磷、鉀肥大部份經由礦物加工製成，此類礦物除含磷、鉀等主成份外，尚可能含有砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅等重金屬。Alloway(1990)之報告指出複合肥料或由磷礦石所製成之過磷酸肥料可能含有高量砷、鎘、銅、鋅等重金屬。銅、鉻、鎳、鋅、鎘等重金屬中，鎘極易經由作物吸收，再經由食物鏈而對動物或人體產生毒害。如以「肥料品目及規格表」中過磷酸鈣之有害成分高限--每含 1.0% P_2O_5 ，鎘含量 0.00015% (即 0.15 mg/kg) 判斷，15 個磷肥樣品中有 9 個樣品 (佔 60%) 之鎘含量超出此限量；Hutton(1983)曾估計在歐洲經由磷肥之施用，每年每公頃約有 5 公克鎘進入土壤中。為求出經由磷肥之施用，每年每公頃進入土壤中之鎘量，以行政院農委會、臺灣省政府農林廳所編「作物施肥手冊」中，土壤有效性 P_2O_5 含量屬中級 (31-65 公斤/公頃) 之水稻田為計算基準，水稻每年二期作須施 P_2O_5 85 公斤計，樣品中含鎘量最高 (19.3mg/kg) 之磷肥為過磷酸鈣，

P₂O₅ 含量為 18%；即每含 1.0% P₂O₅，鎘含量為 1.07 mg/kg；如施用此磷肥，則估計水稻田土壤每公頃每年增加之鎘量為 91.1 公克，如以每公頃土壤重為 2,500 公噸估算，不考慮鎘之流失與作物之吸收、移除，則每公頃土壤每年可增加鎘含量 0.036ppm。臺灣地區土壤中鎘平均含量為 0.67mg/kg，當土中鎘含量大於 2 mg/kg 時，長出之水稻中糙米含鎘量可能超過「食米衛生標準」- 0.5 mg/kg；依上述土壤中鎘年增加率換算，即(2-0.67)÷0.036 等於 37 年，值得吾人注意。

表一、複合肥料中重金屬含量分析結果摘要

	砷	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅
	-----mg/kg-----							
範圍	ND	0.33	ND	0.08	ND	1.10	ND	ND
平均	10.5	15.0	82.3	634	0.08	26.9	72.5	9178
標準偏差	1.79	2.78	17.6	66.3	0.002	7.68	10.8	345
	2.42	3.00	16.6	154	0.02	5.39	11.2	1466

註：樣品數為38，ND = 檢測不到，檢測界限砷為 0.03mg/kg，鉻為 1.00mg/kg，汞為 0.06mg/kg，鉛為 1.00mg/kg，鋅為 0.05mg/kg。

表二、單質磷肥中重金屬含量分析結果摘要

	砷	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅
	-----mg/kg-----							
範圍	0.08	1.13	1.80	0.65	ND	2.00	6.95	ND
平均	16.4	19.3	755	67.8	0.24	443	22.0	253
標準偏差	3.38	6.38	88.7	14.2	0.04	64.3	16.1	86.7
	4.64	5.32	182	16.8	0.09	131	4.40	77.9

註：樣品數為15，ND = 檢測不到，檢測界限砷為 0.03mg/kg，鉻為 1.00mg/kg，汞為 0.06mg/kg，鉛為 1.00mg/kg，鋅為 0.05mg/kg。

表三、不包括磷肥之單質肥料中重金屬含量分析結果摘要

	砷	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅
	-----mg/kg-----							
範圍	ND	0.63	3.88	0.05	ND	1.20	3.65	ND
平均	0.43	2.53	22.2	2.45	0.19	8.00	14.8	5.80
標準偏差	0.11	1.53	10.3	1.72	0.03	5.53	8.65	1.86
	0.13	0.68	7.33	0.75	0.06	2.21	3.42	2.06

註：樣品數為8，ND = 檢測不到，檢測界限砷為 0.03mg/kg，鉻為 1.00mg/kg，汞為 0.06mg/kg，鉛為 1.00mg/kg，鋅為 0.05mg/kg。

四、結論

重金屬可能由原料或製程而污染肥料，肥料中檢出鋅含量偏高(9178mg/kg)者為磷、鉀複合肥料，銅含量偏高(634mg/kg)者為氮、磷、鉀及次量要素複合肥料，但“肥料品目及規格表”中複合肥料之有害成份高限項下並無銅、鋅等項目，銅、鋅雖屬作物所需之微量元素，但如施用過量則會使作物產生黃化、壞疽、生育受阻等症狀。因此，建議在“肥料品目及規格表”中列入銅、鋅二項，以確保肥料品質。磷肥可能因原料中含鎘量偏高，致使成品中鎘含量亦偏高，其中之鎘可能經由施肥而進入土壤中，間接引起作物污染，建議進行品質監測。

五、參考文獻

- 1.行政院農業委員會、臺灣省政府農林廳。1988。作物施肥手冊。
- 2.林浩潭、賴七仙。1994。有機肥料中重金屬含量調查及對作物生長影響之評估。植保會刊。36:201-207。
- 3.林浩潭。1992。以作物中重金屬容許含量推算土壤中重金屬容許含量之探討。國立中興大學土壤學研究所碩士論文。
- 4.臺灣省政府農林廳。1997。肥料要覽。豐年社編印。
- 5.Alloway, B.J. 1990. The origins of heavy metals in soils. p.29-39. In B.J. Alloway (ed.) Heavy Metals in Soils. John Wiley & Sons, New York.
- 6.Hutton, M., and C. Symon. 1987. Sources of cadmium discharge to the UK environment. p.223-237. In P.J. Coughtrey, M.H. Martin & M.H. Unsworth (ed.) Pollutant Transport and Fate in Ecosystems.
- 7.Kabata-Pendias, A., and Pendias, H. 1984. Trace elements in soil and plants. CRC Press. Boca Raton, Florida. 315pp.
- 8.Lee, N.W. 1981. Effect of heavy metal pollution on plants. Vol. I. Effects of trace metals on plant function. Dekker, New York. 352pp.
- 9.Nriagu, J.O. and J.M. Pacyna. 1988. Quantitative assessment of world wide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature (London) 333:134-139.
- 10.Zueng-Sang Chen, 1992. Metal contamination of flooded soils, rice plants, and surface waters. p.109-158. In Adriano, D.C. (ed.) Biochemistry of trace metals. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida.