

施用養豬場污泥堆肥對水稻輪作田之影響評估

林晉卿⁽¹⁾⁽⁴⁾ 郭猛德⁽²⁾ 黃山內⁽³⁾

收件日期：92 年 4 月 3 日；接受日期：92 年 7 月 25 日

摘 要

由於養豬場污泥堆肥含有高濃度的銅及鋅，當作有機肥施用，容易引起污染農地的疑慮。此外，以作物所需的氮、磷、鉀三要素之觀點，畜試所所產製之污泥堆肥含有高氮及磷、低鉀肥，若連年施以相同的量，長期下來容易發生養分不均衡的問題。因此本研究配合土壤品質的檢測，建立污泥堆肥配合化肥的折衷施肥方法，以達到同時確保土壤地力及作物產量和品質的目的。本研究選擇在水稻－水稻－紅豆的輪作系統下，連續進行 8 作之污泥堆肥添加試驗，結果顯示在每作施用污泥堆肥 2 ton/ha 並配合部分化學肥料之處理，與化學肥料全量處理在作物產量上並無顯著差異。本研究建議氮素基肥可減半施用，磷肥適時減量，鉀肥需以化學肥料全量施用，以達到兼顧廢棄物處理及農業生產的目的。本研究在 8 期作連續施用污泥堆肥，對土壤銅及鋅之重金屬尚無累積現象。

關鍵詞：豬場污泥堆肥、輪作、重金屬。

緒 言

臺灣地屬熱帶與亞熱帶海島型氣候，高溫多濕的環境下，土壤微生物的活性很大，使得農地中有機質的轉換率很高，據估計台灣地區耕地單位面積內有機碳量的需要量約為 20 公噸/公頃/年(王，1989)。在沒有適當補充有機肥的情況下，台灣耕作土壤很難維持中上水準的有機質含量(陳及連，1995)。而禽畜糞堆肥含大量植物所需之氮磷鉀要素，若拿來回歸農地，不僅可以協助解決廢棄物污染問題(張，1995)，也可減少化學肥料的製造及進口。有機物用於作物生產時，必須考慮有機物的合理施用量問題，豬糞尿污泥是豬糞尿廢水處理後濃縮沉澱的物質，豬糞尿污泥之處理目前普遍使用污泥脫水機，將污泥脫水製成污泥餅，若再經堆肥化處理，使其性質穩定，可成為較實用的有機肥(郭等，2000)。然由於養豬飼料中所含的銅、鋅化合物，經豬隻食用排泄後，在廢水處理場的厭氣發酵槽內與發酵過程產生的硫離子或碳酸根，生成銅、鋅的沉澱物而沉積下來，是以污泥堆肥易含高濃度的銅及鋅。銅、鋅對作物之毒性濃度高於對人體或家畜之毒性，因此無法產生使人類銅、鋅中毒之食物(林等，1992)。而重金屬對作物的毒害臨界濃度，銅為 20~100 mg/kg、鋅為 100~400

(1) 行政院農業委員會台南區農業改良場作物環境課。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 行政院農業委員會台南區農業改良場。

(4) 通訊作者。

mg/kg (Kabata-Pendias and Pendias, 1984)，土壤中重金屬（全量）之毒害臨界濃度，銅為 60~125 mg/kg、鋅為 70~400 mg/kg (Alloway, 1990)。作物種類、土壤質地、栽培管理方式及田間環境變化等，皆可能影響作物對重金屬的吸收（林等，1992），由於重金屬經由作物吸收而移出的比例很低（O'Neill, 1990），假設施用含銅 400 mg/kg、鋅 1000 mg/kg 的污泥堆肥每年 10 噸/公頃，施用 10 年後停用，大致可計算出 15 cm 表土內重金屬累積殘留濃度將增加銅 20 mg/kg、鋅 50 mg/kg（陳，1993）。因此，農地施用污泥堆肥，首先必須使土壤及作物中重金屬的累積，不致於改變土壤品質及影響所生產的作物品質。其次，由於禽畜糞堆肥的氮磷養分，大部分需賴有機質分解釋放而來，故其肥效值除了與堆肥本身有機物的性質有關外，與土壤環境更是有極大的關係。Sorenson and Jensen (1999) 曾指出廐肥所含有機氮之礦化速率與量，因土壤質地而異。禽畜糞堆肥之氮肥效率最初可能僅及化學肥料 1/4~1/3，然長期連續施用，其肥效會逐漸增加（黃及林，1997）。徐及蔡（1999）於高雄縣旗山鎮砂岩及粘板岩混合沖積土，進行輪作系統下不同農耕法的比較，將禽畜糞堆肥氮素的有效性以含氮量之 1/2 估算。而其由 11 年的長期試驗結果，提出施用有機肥並配合化學肥料減半施用之折衷農法，其管理及產量較為一般農民可接受。陳等（1999）研究長期施用雞糞及豬糞發酵有機肥或化學肥料對蓮霧生育、產量、品質及土壤性質之影響，經四年試驗結果，以 1/2 有機肥加 1/2 化肥之處理，果實單粒重較重。陳等認為畜禽糞堆肥含多量鹽基，大量或長期施用對作物和農地不一定有利，因此以長期管理土壤並維護環境生態之觀點，建議蓮霧果園以各施 1/2 有機質肥料及化學肥料，可減少肥料成本之支出，並維持果實產量與品質。本研究在大面積農地及水稻－水稻－紅豆的輪作系統下，探討以污泥堆肥代替有機質肥料並配合化學肥料的折衷農法，連年施用對農地及作物產量品質的影響。為避免施用污泥堆肥造成土壤重金屬濃度突增，而超過監測值，導致農民權益受損，本研究選擇有低的土壤重金屬背景濃度的農地進行。在考量避免施用急劇造成農田重金屬污染，並考慮污泥堆肥氮素的肥料效率，本研究將污泥堆肥施用量定為每作 2 ton/ha，而污泥堆肥的氮素有效性約以含氮量之 1/3~1/2 估算。

材料與方法

I. 試驗材料

1. 田間土壤：台南縣六甲地區長期水旱輪作田（含石灰結核台灣粘土，林鳳營系 Lh，玢質壤土 23°14'48"N, 120°19'43"E），面積 5,500 m²。
2. 污泥堆肥：為新化畜產試驗所自產之污泥堆肥，以養豬廢水處理場產製之污泥餅為原料，經混合蔗渣後發酵所製成之污泥堆肥（郭等，2000）。污泥堆肥性質見表 1。

II. 試驗方法

將水旱輪作田經以 1 m 寬田埂區隔成對照及污泥堆肥處理兩試區，輪作方式為一、二期水稻及紅豆秋季裡作，於前作穀物採收後將植株殘體切段掩埋，每處理小區面積 2,700 m²。施肥方式（參試作物及施肥量如表 2）(i) 對照區：依作物施肥手冊之推薦量施用三要素化學肥料，基肥以台肥 39 號複合肥料施用，追肥以硫酸銨施用。(ii) 污泥堆肥區：基肥以污泥堆肥 2 噸/公頃 + 處理 (i) 之半量化肥，及追肥同處理 (i) 施用。於種植前後採表土分析化學成分，並調查作物生育性狀、產量及品質。每次調查採樣為將兩個試區各分為四等分，每個等分取 1 個混合樣品，故每個試區有四個樣品。

III. 分析方法

土壤分析方法參考 *Methods of Soil Analysis* (1982)，質地測定為將土壤先經適量 30% H_2O_2 處理，去除有機質後，採用吸管法 (pipet method) 測定，並依美國農部之質地三角形予以命名。pH 採土壤比水 1:1 (W/V)，以玻璃電極法測定。水分含量：在 $100\pm 3^\circ\text{C}$ 烘箱乾燥至恆重測之。EC：土壤飽和抽出液以電導度計測之。土壤有機質：採用 Walkley-Black 濕式氧化法測定。土壤的磷：以 Bray-1 抽取，用鉬藍法測定。土壤的鉀、鈣、鎂以孟立克氏法抽取後，以原子吸光儀 (Hitachi Z-5300) 測之。土壤的鋅、銅以 0.1 N HCl 萃取後，以原子吸光儀測之。總鋅、總銅以王水消化後，以原子吸光儀測之。植體或堆肥化學成分測定，為取烘乾樣品經濕式消化後，氮以 Micro-Kjeldahl 法定量，磷以鉬黃法測定，鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅以原子吸光儀測定。有機質以乾式消化法測定。統計分析以 ANOVA F-test 變方分析。

表 1. 供試豬場污泥堆肥的化學性質

Table 1. The chemical properties of composted sewage sludge used

O.M. ^a	pH	EC	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu
%	(1:5)	(1:5)	_____	_____	g kg ⁻¹	_____	_____	_____ mg kg ⁻¹	_____
Mean ± SE									
Compost ^b	49.7 ±3.8	5.9 ± 0.2	9.37 ± 0.41	31.5 ±0.9	45.2 ±3.1	5.94±1.46	57.9 ±5.6	8.61±1.07	3090±178 594 ±79

^a Organic matter.

^b The values are the means of five samples.

表 2. 參試作物及施肥量

Table 2. Crops and fertilizer used in the field experiment

Year	Crop and season	Variety	Treatment	Composted sewage sludge ton/ha	Chemical fertilizer		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
					kg/ha	kg/ha	kg/ha
1998	2 nd Rice	Yueh-Guang	CK ^a	0	100	72	48
			Compost	2	76	36	24
	Autumn Adzuki bean	Kaoshiung No.6	CK	0	60	60	35
			Compost	2	39	60	35
1999	1 st Rice	Yueh-Guang	CK	0	104	60	40
			Compost	0.8	91	60	40
	2 nd Rice	Yueh-Guang	CK	0	90	72	48
			Compost	2	66	36	48
	Autumn Adzuki bean	Kaoshiung No.6	CK	0	60	60	35
			Compost	2	39	0	35
	1 st Rice	Tai-Keng No. 8	CK	0	160	30	30
			Compost	2	135	0	30
2000	2 nd Crop	Yueh-Guang	CK	0	90	72	48
			Compost	2	66	36	48
	Autumn Adzuki bean	Kaoshiung No.5	CK	0	60	60	35
			Compost	2	39	0	35

^a CK : check; the management of normal farmer fertilizer.

結果與討論

I. 施用養豬場污泥堆肥對農地的影響

由於農作物生產所用堆肥之養分三要素比例或釋放速率，不一定能符合該作物栽培所需，故長期大量施用常會有養分供應不均衡，而反映在減產上（張，1995）。本實驗於 1998 年水稻二期作開始進行，每作污泥堆肥區之基肥除施用污泥堆肥 2 ton/ha 外（污泥堆肥性質見表 1），另施用對照區 1/2 量的台肥 39 號複合肥料（N-P₂O₅-K₂O = 12-18-12 %），追肥則同對照區。由於本期作生育後期，發現堆肥區水稻有輕微倒伏，由污泥堆肥所含的三要素看來，對水稻而言，鉀肥可能偏低，導致三要素供應不平衡，造成氮素供應過多而倒伏。故以後各期作堆肥處理區，基肥除施用同對照區之半量化肥外，另外補充磷、鉀肥，使磷、鉀化肥用量同等於對照區。由於污泥堆肥區於連續施用堆肥三期作後，土壤中有效性磷酞濃度快速提高（表 3），故試驗後期堆肥區之磷素化學肥料施用量，依土壤及植體分析結果減施或不施。1999 年一期作水稻，製作農民以為試驗終止，所以自行施用基肥，造成該期作堆肥區基肥之化學肥料施用量過多，遂減施該期污泥堆肥因應。

試區由 1998 年二期作水稻，至 2000 年連續三年共 8 期作，各期作試驗前後土壤性質見表 3。第 1 作至第 8 作表土以 0.1N HCl 抽取之鋅、銅，除了 1998 年 2 期作水稻至 1999 年 1 期作水稻的期間，污泥堆肥區土壤之鋅、銅濃度略高於對照區外，均近於對照區。而這些數據的差異，大部份都在儀器可檢測的靈敏度以內，因為土壤萃取重金屬的稀釋倍數為 10 倍。由於 Wu *et al.* (1999) 認為銅在土壤中會和有機質及矽酸層表面形成強的鍵結。因此，為探索堆肥試區土壤是否因此吸附較多量的銅，遂進行 8 期作土壤鋅、銅的總量測定（表 3）。結果 8 期作試驗前後對照區土壤中總鋅、總銅的濃度由最初 41、9 分別降至 13、5 mg/kg；污泥堆肥區則由最初 40、9 分別降低至 19、6 mg/kg。對照區和堆肥處理區數據的差異，其實都在儀器檢測的靈敏度以內，因為土壤以王水消化的方式定量，需稀釋 100 倍。本農地土壤實驗前後，無論是 0.1N HCl 可抽取或總量之鋅、銅，都屬低含量標準（沈，1993；吳，1993）。而食用作物農地之監測基準值鋅、銅分別為 260 mg/kg 及 120 mg/kg（環保署 90 公佈），本農地經試驗後，無論對照區或污泥堆肥區之土壤鋅、銅的可能承載容量均略有增加。趙（2000）於徐及蔡（1999）之 11 年試驗田有機區土壤採樣分析的結果，發現 0.1N HCl 可萃取的鋅、銅由實驗初期的 11.5、10.0 分別提高至後期之 27.8、29.1 mg/kg，故長期施用多量禽畜糞堆肥，最好每年能進行土壤重金屬監測。陳（1993）曾估算施用含銅 400 mg/kg、鋅 1000 mg/kg 的堆肥每年 10 噸/公頃，施用 10 年後，表土內大致將增加銅 20 mg/kg、鋅 50 mg/kg。然本實驗於每年施用含銅 594 mg/kg、鋅 3090 mg/kg 的污泥堆肥 6 噸/公頃，3 年後土壤中並沒有明顯的重金屬累積效果。推測可能由於水稻或紅豆會吸收比前人預期（O'Neill, 1990）還多的重金屬。

II. 施用養豬場污泥堆肥對作物產量及品質的影響

表 4 為各期作植株生育性狀（株高、分蘖數、產量）及植株、穀物部分要素含量分析的結果。對照區與污泥堆肥區三年來各期作株高、分蘖數及產量雖互有增減，但經將四個取樣數值作統計分析，各性狀於處理間並沒有差異表現。而不論植株或食用穀物部分（白米或紅豆種子）之鋅、銅含量，於三年試驗中，並沒有明顯高於對照區的趨勢（分析值之變異往往大於處理間的差異，因為植體以強酸消化後定量，稀釋了 125 倍）。經分析谷殼部分之鋅、銅含量（此處數值未列出），污泥堆肥區亦並未有高於對照區。由三年 8 期作的試驗結果，不論由土壤重金屬或作物品質來評估，在水稻—水稻—紅豆的輪作系統下，每作施用污泥堆肥 2 ton/ha，化學氮素基

肥減半施用，化學鉀肥全量施用，化學磷肥則配合土壤檢測結果減施，可同時確保土壤及作物的產量和品質。在簡化施肥原則下，推薦每作施用污泥堆肥 2 ton/ha，化學氮、磷素基肥減半施用，鉀肥全量施用，應是兼顧廢棄物處理及農業生產的可行施肥方式。

綜合以上及前人的試驗結果，禽畜排泄物堆肥（包括污泥堆肥）的再利用，若能配合化學肥料的使用，可較容易達到與施用全量化學肥料相似的農業生產產量及農產品重金屬的品質，並可避免農地受重金屬污染。以養分觀點，污泥堆肥富含有機物，有機養分必需經由礦化作用釋放出來才能為作物所吸收，畜產試驗所產製之污泥堆肥的品質中，污泥堆肥含有高氮、磷，低鉀肥。因此由堆肥之成分分析中顯示若田間連年施以相同量的污泥堆肥，而未改進化學肥料的種類或用量，將使得土壤磷素持續累積，而發生養分不均衡問題，此時應適時考慮磷肥減量或不用，並補充缺乏元素，以達到農業永續經營的目的。

表 3. 施用養豬場污泥堆肥對土壤化學性質之影響

表 3. Some chemical properties in soils amended with or without composted sewage sludge

Year	Crop	Treatment	EC dS m ⁻¹	pH	O.M. ^a %	P	K	Ca	Mg mg kg ⁻¹	Zn ^b	Cu ^b	Zn ^c	Cu ^c
1998	Blank before experiment	CK ^d	0.40	6.3	1.62	98	83	986	192	3.8	2.1	41	9
		Compost	0.20	7.1	1.69	66	68	1489	348	2.8	2.8	40	9
	2 nd Rice ^e	CK	0.40	6.6	1.50	91	40	977	211	2.9	2.9	38	8
		Compost	0.86	6.8	1.76	60	46	1175	184	3.9	3.2	42	9
	Autumn Adzuki bean	CK	0.96	6.0	1.88	98	107	1108	187	2.8	3.4	24	5
		Compost	1.07	5.9	1.75	90	103	1027	259	4.5	3.8	27	6
1999	1 st Rice	CK	0.41	6.0	2.06	124	117	1652	416	2.9	3.3	25	6
		Compost	0.40	6.0	2.23	121	79	2981	464	6.3	4.6	26	6
	2 nd Rice	CK	0.46	5.6	1.80	139	46	791	292	5.0	1.1	23	5
		Compost	0.50	5.9	1.85	121	44	850	380	5.6	1.2	26	6
	Autumn Adzuki bean	CK	0.88	5.1	2.00	100	62	917	452	3.1	2.0	24	7
		Compost	1.11	5.5	1.94	111	53	1471	506	3.3	2.0	28	8
2000	1 st Rice	CK	0.48	5.1	2.13	148	13	816	265	1.1	1.7	15	6
		Compost	0.56	5.5	2.37	148	16	1017	217	1.7	1.0	19	6
	2 nd Rice	CK	0.38	5.7	1.69	159	28	957	259	1.0	1.8	14	5
		Compost	0.44	5.7	2.09	161	27	816	247	1.5	1.9	18	6
	Autumn Adzuki bean	CK	0.45	5.1	1.73	172	59	665	283	1.1	1.2	13	5
		Compost	0.76	5.4	1.83	163	60	957	256	1.3	1.1	19	6

^a Organic matter.

^b Zn、Cu is extracted by 0.1 N HCl.

^c Zn、Cu is digested by conc. HNO₃ plus conc. HCl.

^d Treatments showed in Table 2.

^e The values are gotten from sampling after harvest.

表 4. 施用養豬場污泥堆肥對作物產量及品質的影響

Table 4. Effects of crop yields and qualities after composted sewage sludge applied

Year	Crop	Treatment	Plant height ^a cm	Tiller No./plant	Yield kg/ha	Concentration in plant						
						N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu
						g kg ⁻¹						
1998	2 nd Rice	CK	94.6	26.6	4679	12.8 ^b 13.0 ^c	2.19 1.08	19.3 0.524	4.27 0.235	2.44 0.623	18 2	14 9
		Compost	96.9	25.7	4769	11.4 13.1	2.51 1.21	18.7 0.646	4.56 0.300	2.75 0.815	19 2	14 9
	Autumn Adzuki bean	CK	52.2	2.5	3803	29.0 38.1	2.81 3.61	25.4 17.2	10.0 0.461	4.65 2.13	31 30	17 19
		Compost	49.8	2.1	3845	27.2 36.1	2.69 3.54	21.0 15.9	10.0 0.533	4.72 2.03	32 27	16 18
		1999	1 st Rice	CK	85.4	32.9	5030	10.3 13.0	2.13 1.82	10.8 1.15	4.84 0.372	1.68 0.951
Compost	87.2			34.0	5062	10.1 12.7	2.11 1.48	11.1 0.974	4.73 0.373	1.74 0.815	15 2	15 11
2 nd Rice	CK		91.3	23.7	4243	13.5 14.0	2.23 1.76	10.8 1.15	4.45 0.374	1.68 0.950	14 3	9 11
	Compost		91.1	20.3	4297	12.8 11.9	2.22 1.36	11.3 0.974	4.74 0.390	1.79 0.811	16 2	10 11
Autumn Adzuki bean	CK		35.6	2.3	3852	25.1 39.8	2.61 4.15	13.5 9.99	18.9 0.19	4.09 1.34	24 13	16 17
Compost	40.1	2.1	3855	27.8 39.3	2.92 4.07	17.7 9.66	21.8 0.19	4.22 1.28	23 14	17 18		
2000	1 st Rice	CK	99.2	27.0	7764	12.4 12.8	2.51 1.53	20.0 0.635	2.80 0.220	0.825 0.541	10 7	10 9
		Compost	99.3	26.8	7480	10.5 12.7	2.60 1.42	21.0 0.596	2.45 0.175	0.728 0.443	11 7	9 9
	2 nd Rice	CK	92.8	26.5	5000	14.4 15.5	3.00 1.89	26.3 0.485	4.33 0.281	2.87 0.950	21 2	12 7
		Compost	95.7	27.5	5141	16.5 16.2	3.30 2.01	24.2 0.529	4.28 0.275	3.34 0.856	28 2	13 9
	Autumn Adzuki bean	CK	23.2	2.1	1829	23.3 38.1	2.85 3.61	26.4 17.2	10.2 0.463	4.25 2.13	27 30	18 18
		Compost	24.9	1.9	1691	29.0 36.1	2.68 3.54	22.8 15.9	10.1 0.533	4.50 2.03	26 27	16 18

^a The values of plant height and tiller are twenty samples on average.^b The values of the same treatment in first row are sampling 60 days after planting, except 90 days at 1st Rice, 2000.^c The values of the same treatment in second row are data about grains.

誌 謝

本研究之部分經費承蒙雜糧基金會補助（87-02-004、88-02-001、89-02-005），謹此一併致謝。

參考文獻

- 王西華。1989。農業廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集 pp. 217~227。台中區農業改良場編印。
- 吳敏煌、施桂英、涂震江、吳文娟。1993。依土地用途研擬土壤重金屬污染標準。第四屆污染防治研討會論文集 pp. 55~64。中華民國環境工程學會等編印。
- 林浩潭、李國欽、賴七仙。1992。台灣地區不同作物對土壤中重金屬吸收之探討。第三屆土壤污染防治研討會論文集 pp. 293~308。中華民國環境工程學會等編印。
- 沈家琮、劉觀銘、張尊國。1993。土壤重金屬污染指標建立之研究。第四屆土壤污染防治研討會論文集 pp. 41~54。中華民國環境工程學會等編印。
- 徐華盛、蔡永皞。1999。不同輪作系統及農耕法之比較研究。八十八年度土壤肥料試驗彙報 pp. 30~42。農業試驗所編印。
- 張淑賢。1995。有機資材利用之試驗研究現況與展望。有機質肥料合理施用技術研討會專刊 pp. 1~14。台灣省農業試驗所編印。
- 黃山內、林滄澤。1997。長期施用堆肥對栽培作物之肥效評估。有機農業科技成果研討會專刊 pp. 90~102。台中區農業改良場編印。
- 郭猛德、林晉卿、郭春芳、黃山內。2000。豬糞尿污泥之處理與利用。畜產研究 33(4)：397~408。
- 陳琦玲、連深。1996。台灣若干土壤有機質分解、聚積之模擬及有機質肥料施用基準之試定。有機質肥料合理施用技術研討會專刊 pp. 171~188。農業試驗所編印。
- 陳富英、林娟如、林博誠。1999。長期施用有機肥料與化學肥料對蓮霧生育、產量、品質及土壤性質之研究。八十八年度土壤肥料試驗彙報 pp. 43~48。農業試驗所編印。
- 陳尊賢。1993。評估長期施用禽畜糞有機堆肥對農業土壤品質之影響。畜禽飼料銅鋅之添加對環保之影響論文集 pp. 116~133。台灣省畜產試驗所編印。
- 趙震慶。2000。台灣長期進行有機農耕法之我見。土壤肥料通訊第 81 期 pp. 98~103。中華土壤肥料學會編印。
- Alloway, B. J. (ed.). 1990. Heavy metals in soils. Halsted Press. John Wiley & Sons, New York.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1986. Trace elements in soil and plants. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Methods of Soil Analysis Part 2. 1982. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. R. H. Miller and D. R. Keeney, eds. Editor-in-Chief ASA Pub., Dwayne R. Buxton.
- O'Neill, P. 1990. Arsenic. pp. 83~98. In B. J. Alloway (ed.) Heavy metals in soils. Halsted Press. John Wiley & Sons, New York.
- Sorensen, P. and E.S. Jensen. 1995. Mineralization-immobilization and plant uptake of nitrogen as influenced by the spatial distribution of cattle slurry in soils of different texture. Plant and Soil. 173 : 283~291.
- Wu, J., D. A. Laird and M. L. Thompson. 1999. Sorption and desorption of copper on soil clay components. Journal of Environmental Quality. 28(1) : 334~338.

Assessment of the impact of using composted swine sludge in paddy crop rotation

Chin-Ching Lin ^{(1) (4)}, Meeng-Ter Koh ⁽²⁾ and Shan-Ney Huang ⁽³⁾

Received : Apr. 3, 2003 ; Accepted : Jul. 25, 2003

Abstract

Composted swine sludge containing high heavy metal (Cu and Zn) concentrations will cause land pollution. Swine sludge provided by TLRI, rich in N, P but low in K, induced a nutrient imbalance in crops after use at the same amount over consecutive years. Therefore, intermediate farming modeling, (organic plus chemical fertilizers) to achieve a certain crop production and soil fertility level can be improved with detailed coordination with soil quality monitoring. In a crop rotation system using the rice-rice-Adzuki system, it was indicated that no significant difference in crop production occurred between chemical fertilizers alone and the addition of swine sludge compost during eight successive crop seasons. It was suggested that an appropriate treatment using half of the nitrogen basal fertilizer, timely reducing P fertilizer, with full K chemical fertilizer amount could reduce the livestock industry waste disposal problem and produce good crop production. It was also found that no copper and zinc accumulated in the soil using 2 ton ha⁻¹ sludge compost in each crop over 8 successive crop seasons.

Key words : Swine sludge compost, Rotation cropping, Heavy metal.

-
- (1) Dept. of Crop Environment, Council of Agriculture Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, R.O.C.
 - (2) Livestock Management Division, Council of Agriculture-Livestock Research Institute, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.
 - (3) Council of Agriculture-Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, R.O.C.
 - (4) Corresponding author.