第四章　利用堆肥法處理農牧廢棄物之優點

王銀波

國立中興大學土壤環境科學系教授

摘要

許多農牧廢棄物處理方式中，利用發酵腐熟過程，堆積製成堆肥是一種很好的處理方法。這種方法不但可以處理農牧廢棄物避免污染環境形成公害，並且能夠利用其所含作物生長所需的必需營養分外，還可利用其所含有機物，改善土壤之物理、化學與生物的性質，提高土壤肥力增加作物生產與改善產品品質。

農牧廢棄物需經堆積腐熟後使用之理由，除了改善粗大有機資材之物理性及減少體積便於運輸外，並可改善含氮過少有機物所引起氮素飢餓現象，多量有機物分解時，微生物與生物利用氧氣引起氧氣不足之還原作用，尤其水田時更為嚴重，由於氧氣不足之嫌氣性分解作用產生了不完全氧化之物質，對生長的作物具有毒害或抑制作用；同樣的有機質，在缺氧狀態下產生甲烷較完全氧化所產的二氧化碳引起地球溫暖化之效果大。經堆積之廢棄物，可把附在其上的雜草種子與病菌害蟲殺死。由上述各點可了解，農牧廢棄物經堆積腐熟所產生的物理、化學與生物性質的變化，可減少其原有之缺點而增加其優點。

一、本省農牧廢棄物

本省畜牧廢棄物產量以乳牛、肉牛、豬、蛋雞、肉雞、羊等計算，年排泄物總量為 14,265,453 公噸 （台灣省政府農林廳 1997） 。主要農產廢棄物稻殼、甘蔗渣與太空包三種重量合計就達 2,009,950 公噸。兩種廢棄物 （畜牧廢棄物與農產廢棄物） 加起來就達每年 16,275,403 公噸，詳如表一及表二，這些廢棄物若不加以處理，不但破壞農村的優美環境，並且污染水源，成為農村之公害。

表一、台灣禽畜糞年產量 （農林廳， 1997）

		Excretion		
Live stock	Head	Day	Year	Total
		kg/head	ton/head	ton/year
Dairy	125,471	30	10.9	1,367,634
Cattle	38,529	15	5.5	211,910
Pig	10,698,316	1.9	0.7	7,488,821
Layer	31,463,000	0.14	0.051	1,604,613
Broiler	74,065,000	0.13	0.047	3,481,055
Sheep	309,501	1.0	0.36	111,420
Total				14,265,453

表二、本省主農產廢棄物年生成量及利用 （林與簡， 1995）

Varity	Produced Quantity	Used for Composting	Used for fuel	Untouched Quantity
Rice hull	370,700	31,490	Scarcely	339,210
Processed sugarcane residue	1,520,000	Scarcely	1,220,000	300,000
Wasted mushroom sawdust	119,250	25,786	Scarcely	93,464
Total	2,009,950	57,276	1,220,000	732,674

隨著農業的發展，為了生產所投入的能量越多，雖然收獲量亦增加，但其增加量無法像投入那麼多。美國玉米生產投入能量為 2,423,960 Kcal/ha ， Er 值則減為 2.16 （農學會， 1981） ，單位能量投入能夠得到的收獲能量減少了。更讓我們警覺的是三十年生產玉米能量投入增加了 3.6 倍，收獲能量僅增 2.5 倍。又依據王西華與鐘月容之分析投入台灣水稻生產的能量， 1976 年以來肥料增加了 70.6 % 的投入能量，這些肥料所需能量可用農畜廢棄物之菜枰與家畜糞尿等代替 （王銀波， 1981） ，因農畜廢棄物含有不少肥料成份。

二、農畜廢棄物的處理方式與製造堆肥使用之好處

農畜廢棄物隨農村環境的不同而有不同的處理方式。一般而言，有下列六種：

1. 直接堆棄於窪地、路旁或排放至河流、小溪。
2. 焚燒掉或當燃料使用 （如蔗渣、稻草） 。
3. 直接施用於土壤，如稻草、玉米桿等掩埋於土壤中。
4. 當做飼料，如餵牛、羊等。
5. 當工業原料如稻草、蔗渣製成紙漿。
6. 製成堆肥或當栽培介質使用。

這些方法中，若考慮作物生長之影響，環境與衛生的安全，農畜產廢棄物中之病菌害蟲對作物與人畜之感染等問題，則農畜產廢棄物的處理方式，以製成堆肥或當栽培介質使用，較合乎衛生安全，資源再利用、環境保護及經濟效益。但僅有 10.7 % 禽畜糞用來製造堆肥而主要農產廢棄物亦只有 2.9 % 用於製造堆肥，頗為可惜 （林財旺與簡宣裕， 1995） 。農畜廢棄物製造成堆肥使用的好處（或說效果）如下 （吉田， 1941； Arnold ， 1982）：

1. 避免污染環境形成公害。
2. 有機物改善土壤理化生物性質，提高肥力。
3. 利用廢棄物內所含作物生長的必需營養份。
4. 利用緩放性肥料，一年內提供 1/3 之氮素成分，其餘成為腐植質氮素，緩慢供應（地方氮素）。
5. 含有生育促進物質，成為腐植質之有機物，其有稱為植物賀爾蒙物質，促進根之產生與伸展。
6. 增加微小生物，減少病蟲害之發生。
7. 保持養分、帶負電多，減少肥分之損失。
8. 產生腐植質，有緩衝能力。

這些效果，直接施用稻草等農畜廢棄物掩埋於土壤中

亦可得到同樣效果，並且較省工、省時間與省能源的優點。為什麼還要堆肥化才去使用，因為未堆肥化直接便用有許多缺點，妨害了工作或作物生長，甚至傳染病害給人類，為避免這些缺點，農牧廢棄物才需要製成堆肥使用，其理由詳述如下（吉田，1941；盛澄淵，1961）：

1. 改善物理性；菜桿等粗大有機廢棄物，多數物理特性不良，直接使用在作物生育上由養分以外之處為害作物對收量有不良影響，宜將物理性狀改善至無害。
2. 降低碳氮比，避免與植物養分競爭；農產廢棄物幾乎所含氮素，成分極少，相對有機物含量過多，直接施入土壤，微生物分解繁殖構成微生物體之氮素，成分不足易與植物競爭吸收氮素而使植物缺氮成氮素飢餓狀無而影響正常發育。
3. 減少體積，便於運輸：農畜廢棄物經堆積後，由於腐熟而減少容積。一般而言，從堆肥完熟後，可縮小容積玉原來容積之五分之一，不但容易搬運不佔容積，尚可節省搬運費用。
4. 殺死雜草種子、病菌、害蟲；農畜廢棄物常附著雜草種子、病菌、害蟲，直接使用會增加雜草與病蟲害，使生產成本增加，甚至會傳染生物疾病，經堆肥化所產生之溫度可殺死雜草、種子、病菌及害蟲（見表三、表四、表五）。
5. 減少氧氣不足引起問題；農畜廢棄物直接施入土壤，由於分解而消耗土壤之氧氣，使土壤成為還原狀態，產生一些還原物質，如硫化氫，有機酸、酚類等不完全氧產

物對作物有毒害作用或抑制用。另類不完全氧化產物，如甲烷、氧化亞氮較完全氧化者易引起地球溫暖化作用。

表三、堆肥溫度對雜草種子發芽率之效應

種類	發芽率 (%)		
	在堆肥表面低於 50 ℃ 放 11 - 14 日	堆肥中 60 ℃ 放 2 日	對照組
Digitaria adscendens	96	0	74
Penicum villosum	72	0	87
Cyperus microiria	56	0	30
Cheopodium album	26	0	16
Portulaca oleracea	85	0	91
Amaranthus blitum	68	0	70
Acalypha australis	7	0	51
Oryza sativa	75	0	98
Hordeum vulgare	16	0	96

(Harada,1995)

表四、病原菌及寄生蟲致死溫度及時間

種　　類	溫　度 (℃)	時　間 (min)
Salmonella typhosa	55 - 60	30
Salmonella spp.	56	60
Shigella spp.	55	60
Escherichia coil	55	15 - 20
Streptococcus pyogenes	54	10
Mycobactreium diptheriaw	55	45
Brucella abortusorsuis	61	3
Endamoeba histolytica (cysts)	55	
Taenia saginata	55 - 60	5
Trichnella spiralis	62 - 65	
Necator americanus	45	50
Ascaris iumbricoides (eggs)	60	15-20

(Harada,1995)

表五、常見病原微生物及蒼蠅溫度感受性

類別	病名	病原	溫度、時間	感受性
病毒	新城雞病	Paramyxovirus	56 ℃ , 6hrs.	+
	傳染性支氣管炎	Coronavirus	56 ℃ , 15min.	+
	傳染性喉頭氣管炎	Herpesvirus	30 ℃ , 5min.	+
	馬立克病	Herpesvirus	60 ℃ , 5min.	−(or+)
	雞痘	Poxvirus	60 ℃ , 8min.	+
	家禽流行性感冒	Orthomyxovirus	56 ℃ , 30 min.	+
	傳染性滑氏囊炎	IBDV	56 ℃ , hrs.	−(or+)
	口蹄疫	Picornavirus	70 ℃ , 15 sec.	−(or+)
	假性狂犬病	Herpesvirus	70 ℃ , 5min.	+
	豬瘟	Togavirus	60 ℃ , 10min.	+
	傳染性胃腸炎	Coronavirus	45 ℃ , 45 min.	+
細菌	黴漿菌症	Mycoplasm	56 ℃ , 30 min.	+
	雛白痢	Salmonella	60 ℃ , 5min.	+
	傳染性可利查	Haemophilus	55 ℃ , 6min.	+
	巴氏桿菌症	Pasteurella	60 ℃ , 30 min.	+
	葡萄球菌症	Staphylococcus	60 ℃ , 60 min.	+
	豬丹毒	Erysipelothrix	56 ℃ , 10 min.	+
寄生蟲	球蟲症	Coccidia	45 ℃ , 24 hrs.	+
	蛔蟲症	Ascarids	54 ℃ , 5 min.	+
蒼蠅卵			45 ℃ , 24 hrs.	+
蒼蠅蛆			60 ℃ , 12 hrs.	+

＋ ： 不活化或死滅。 － ： 有感染性。

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳。 1997 。民國八十六年版台灣灣農業年報。
2. 林財旺、簡宣裕。 1995 。農畜產廢棄物利用及堆肥製造之現況，有機質肥料合理施用技術研討會專刊。 pp 43-58。
3. 農業發展委員會第三處。 1981。 農業生產與能源問題，能源與農業。 pp 1-7 中華農學會。
4. 王銀波。 1981 。化學肥料代用品之可行性，能源與農業。 pp 25-28 中華農學會。
5. 王西華、鐘月容 （未發表） 。稻米栽培過程中能量之投入及其效率。
6. 吉田一男。 1941。 堆肥明文堂。
7. 盛澄淵。 1961。 肥料學國之編譯館。
8. 王銀波、趙雲慶、譚鎮中、楊盛行、賴朝明、黃山內、劉瑞美。 1998 。作物生產對台灣地區溫室效應氣體之產生量及減量措施。氣候變遷對農作物生產之影響。 pp 121-140 ，台灣省農業試驗所。
9. 台灣省畜牧廢棄資源再生利用協會。 1998。 禽畜糞堆肥處理技術輔導手冊， pp 104-105 。
10. Arnold Finck. 1982. Fertilizers and Fertilization Verlag chemie。