農畜產廢棄物利用及堆肥製造之現況

林財旺[1] 簡宣裕[2]

摘要：依 1993 年禽畜飼養頭數估計臺灣地區主要禽畜糞排泄量約 12,773,800 公噸，而每年主要農產廢棄物稻殼、甘蔗渣、廢棄菇類木屑總量爲 2,009,950公噸。以禽畜糞生產自給肥料爲 1,371,190 公噸，農產廢棄物由政府輔導設立之農業廢棄物處理中心用來製造堆肥及當做燃料計約有 1,277,276 公噸，其餘之農畜產廢棄物有待加强技術輔導，擴大推廣堆肥製造及處理，讓農業廢棄物資源能被有效利用且使生態、環境受到維護。

在堆肥化過程中需要有良好的發酵條件，如適當的含水率、碳氮比例、充分的通氣等。禽畜糞的碳氮比值皆小於 30，故可直接逕行發酵製造堆肥，堆肥完熟所需的時間較短，雞糞約 2 星期，牛、豬糞約 3 星期，但混合木屑、蔗渣、稻殼等材料以增加通氣性及減少臭氣時，發酵完熟所需的時間要延長。一般農產廢棄物的碳氮比值較高，分解速度較緩慢，氮磷含量比禽畜糞低，須添加氮源、磷源使腐熟加速，以廢棄菇類木屑、蔗渣爲主材料製造堆肥，發酵完熟所需要時間分別爲 8 星期、5 個月。堆肥腐熟度可用發芽率、圓形濾紙圖形判斷法等方法測定。目前製造堆肥方式已驅向於機械化，並附設送風系統，俾於減少人力、縮短發酵完熟所需要的時間。

農產廢棄物於製造堆肥發酵過程，若管理適當則可以幾乎沒有臭味，但禽畜糞於製造堆肥發酵過程則仍須要考慮除臭的問題。堆肥場臭氣之脫臭技術，以木屑脫臭及土壤脫臭法爲主，其對氨氣的脫臭效率可達100％，較水洗法之脫臭效率 16.7％～79.5％爲佳。

關鍵字：堆肥、發酵、脫臭、腐熟度。

前　言

禽畜糞含有多量的 BOD、氮、磷等污染物。據報告(1)豬每頭每天排糞量爲1.9kg，含 BOD 量 114 g，氮 19 g，磷 13.3 g。而牛每頭每天排糞量 30 kg，含 BOD 720 g，氮 129 g，磷 51 g。雞糞每隻每天排糞量有 0.14 kg。由此資料顯示禽畜糞確有高濃度的污染量但亦有多量的植物所需養分。農產廢棄物雖然養分濃度、污染物含量，一般而言不如禽畜糞的多，但若不予妥善處理，亦會造成環境的污染、生態破壞。以往對農業廢棄物的處理方式爲(2)：1.直接堆棄於窪地、路旁或排放至河流、小溪。2.焚燒掉。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.經發酵過程，穩定化後製成堆肥或當栽培介質使用。第 1 種、第 2 種處理方式，以環保的觀點而言是不允許的，第 4 種處理方式雖然沒有環保上的問題，但是不普遍且非每種農業廢棄物皆可採取此方法，第 3 種處理方式雖然有較省工、節省時間及能源的優點，但相對地可能有環境衛生、臭味問題，若直接施入土壤會造成土壤局部缺氧、還原性太高、土壤溫度昇高，

[1] 臺灣省畜產試驗所經營系副研究員，台南縣新化鎮牧場112號
[2] 臺灣省農業試驗所農化系助理研究員，台中縣霧峰鄉中正路189號

或釋出有毒的物質等，會影響作物生長及環境、衛生的安全，且存於農、畜產廢棄物中之病菌、害蟲會使種子萌芽受影響、作物病害發生的機率增加，以及造成人、畜的感染。故農畜產廢棄物的處理方式，以採取經發酵過程，穩定化製成堆肥或栽培介質，是較合乎衛生安全、環境保護及經濟效益。

據調查資料顯示年主要禽畜糞約 10.7% 製成堆肥[3]，主要農產廢棄物(稻殼、甘蔗渣、廢棄菇類木屑約 2.9% 用於製造堆肥[2,3,4]。故堆肥材料來源尚有很大空間，有待加强推廣堆肥處理工作。而堆肥處理相關技術，經多年研究、配合政府計畫，正全面推廣農家採用，據現場輔導時發現農民尚欠缺生產良質堆肥之技術，故藉此機會提出若干要項，如良好醱酵條件，適當的醱酵期間，腐熟度判定法及脫臭技術均加以報告論述。又堆肥機械翻堆處理技術，農家實際應用於養雞、養豬、養牛場等堆肥處理之流程、設備、產量、肥料成分等亦提出報告，祈能提供給農民、業者當參考用。

本省禽畜糞及主要農產廢棄物量

依據八十三年台灣農業年報，82年底本省飼養乳牛117,043頭，肉牛32,069 頭，豬 9,844,920 頭，蛋雞 27,740,000 隻，肉雞 63,613,000 隻，乳羊72,003 頭，估算一年禽畜糞總產量爲 12,773,800 公噸如表一。又年主要農產廢棄物量，稻殼370,700公噸[3]，甘蔗渣有 1,520,000 公噸[4]，廢棄菇類木屑 119,250 公噸[2]，合計約有2,009,950 公噸(表二)。故主要農產廢棄物和禽畜糞量，年約有14,783,750公噸，若以 35% 可製成堆肥，估計年生產量約 5,174,313 公噸，爲國家寶貴資源。但目前禽畜糞用來製造堆肥者，約只有 10.7%，尚有近 90% 之禽畜糞未善加利用而排放到河川中，資源浪費甚爲可惜，而主要農產廢棄物亦只有 2.9% 用於製造堆肥。故爲了生態系統、環境的維護及保育，如何加强利用此些農、畜產廢棄物來製造堆肥，以回歸施用於農田，增進土壤生產力，是值得給與重視和鼓勵。

表一　臺灣禽畜糞年產量(1993)

Table 1. Livestock feces quantity (1993,Taiwan)

Live stock	Head	Day excretion kg/head	Year excretion ton/head	Total excretion ton/year
Dairy	117, 043	30	10. 9	1, 275, 700
Cattle	32, 069	15	5. 5	176, 300
Pig	9, 884, 920	1. 9	0. 7	6, 891, 400
Layer	27, 740, 000	0. 14	0. 051	1, 414, 700
Broiler	63, 613, 000	0. 13	0. 047	2, 989, 800
Sheep	72, 003	1. 0	0. 36	25, 900
Total				12, 773, 800

表二　本省主要農產廢棄物年生成量及利用情形[1,2,4,6]

Table 2. The annual agricultural waste production and utilized quantity(ton)

Variety	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

堆肥化處理必要條件

一、優良堆肥應具有下列條件：

㈠方便於運搬、施用。

1.適當含水率(35%)以下。

2.沒有惡臭。

3.衛生、無污穢感。

㈡對植物、土壤具安全性。

1.有機質穩定化。

2.碳氮比值低(20 以下)。

3.沒有含毒性物質及有害成分。

㈢對植物生長及土壤性質有幫助。

1.肥料成分含量高。

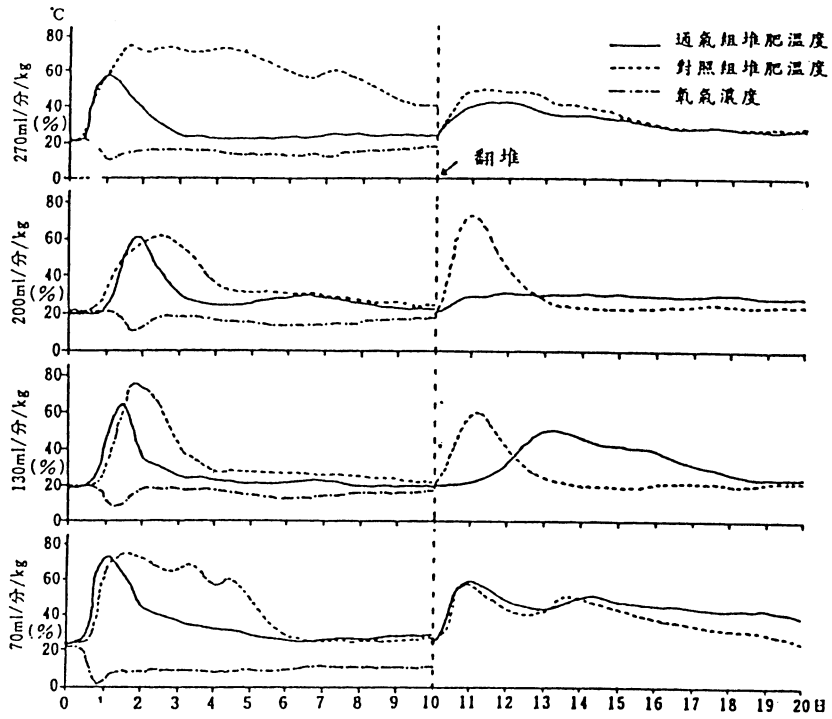
2.可改良土壤理化性狀及生物相。

以上各項堆肥腐熟度及肥料成分是堆肥品質控制重要工作。

二、堆肥醱酵最佳條件：

㈠足夠的氧氣：

堆肥醱酵中分解有機物的微生物，係多屬於好氣性微生物，所以氧氣的供給是非常重要。供給氧氣的方法如機械翻堆、送風機送風等。氧氣不足時由於厭氣性微生物增殖，不但分解困難且產生硫化氫、低級脂肪酸、低級醛等臭氣。但送風量過大或攪拌過度，醱酵熱及水分消失快，溫度急速下降。瑞穗等[5]報告適當的送風量是每噸每分鐘 0.2 m^3 如圖一。



圖一　堆肥通氣量對醱酵溫度之影響

Fig 1. Relationship between volume of forced air flux and temperature

㈡適當的水分：

水分是微生物增殖必要的條件，如果水分含量低於 30％ 以下，微生物的增殖即被抑制。相反的，如果水分含量高於 70％ 以上，則空隙率低空氣不足，嚴重時反成爲厭氣性醱酵狀況，堆肥醱酵速度變得很慢。堆肥醱酵最適當的含水率是 60～65％[6]，水分調整的方法常用的有四種：1.添加稻殼、木屑有機纖維物。2.機械脫水。3.塑膠乾燥房乾燥。4.添加已醱酵堆肥(連續堆肥化處理)。

㈢調整碳氮比例：

堆肥醱酵時有機物由微生物分解，而微生物增殖、活動的能源是來自營養分中的碳化合物，形成細胞時最適當的碳氮比例是20：1。家畜種類的不同，糞中所含的碳氮比值不一，牛糞爲 20～23，豬糞爲 10～14，雞糞爲 9～10，而土壤的碳氮比值爲 10～15，所以堆肥化處理時牛糞可不必另外調整碳氮比值，而豬糞、雞糞應適當調整，調整材料以稻殼、木屑居多[1,2,6]。

㈣酸鹼值：

分解堆肥的微生物喜好微鹼性，即 pH 7.0～8.0，一般禽畜糞製作堆肥不必調整 pH，但貯存時間久而 pH 降低時可用石灰調整[6]。

㈤適合的堆積高度：

堆肥材料堆積高度的不同，則單位容積內的重量有差別，以豬糞添加稻殼爲例，調整水

分後之含水率爲64％時，在堆積高度0.5公尺、1.0公尺、1.5公尺時，每立方公尺之容積重量分別爲610公斤、660公斤、710公斤，所以堆積高度愈高，容積重愈大，孔隙率減少，氧氣之供給困難，在送風式堆肥製作時，仍以不超過1.5公尺爲宜[1,2,6]。

堆肥化處理方式

臺灣農產廢棄物堆肥化的主要處理方式，可以歸納爲八種，包括袋裝堆積式、箱型送風式、靜置堆肥舍式、送風堆肥舍式、橫軸迴轉攪拌式，鋼板杓子翻堆式，橫的圓筒式，直立圓筒式等[1,2,4,5,6,7]，業者可依禽畜糞及農產廢棄物的種類、處理量、投資額等條件參考採用。一般堆積方式若設備投資較少，則處理期間較長約2～3月。而機械攪拌方式，設備投資及維持費較多，但堆肥化所需要的時間較短，約2～3週。各處理方式及應用情形報告於下：

一、箱型送風式

堆肥材料爲豬舍廢水，經固液分離機分離固形物，進行送風式堆肥化處理，其設施示意圖如圖二，材料含水率65％，送風量每噸每分鐘200 l，靜壓320 mm/Aq，送風時間設定送4分鐘，停16分鐘，全天操作。試驗分二組、A組爲混合種子堆肥、B組爲對照。其堆肥醱酵溫度變化如圖三，二組醱酵溫度在第5天已上升至77℃及70℃，醱酵期間混合種子堆肥之試驗組爲28天，但對照組爲35天，試驗組縮短7天完成。

二、堆積方式堆肥舍

堆積堆肥舍投資成本較少，惟必須以鏟裝機翻堆，供給微生物所需之氧氣，依據洪等[7]利用廢肥豬舍之墊料，材料爲稻殼、豬糞尿混合堆積醱酵，其溫度變化如圖四，堆肥化所需時間約70天，但送風式僅需35天，堆積式醱酵時間較長，且需勞力，費工、費時。

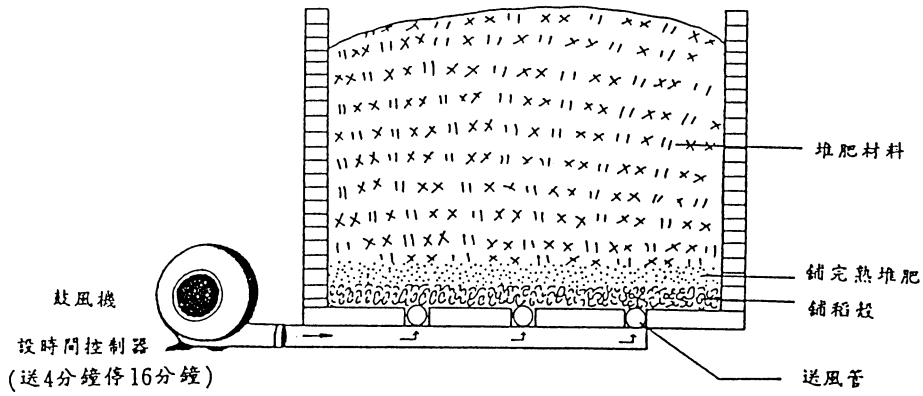
三、有送風設施堆肥舍式

此方式在新社、中埔、佳里農牧廢棄資源處理中心及台糖公司等地方，皆是使用此方法。在堆積材料於醱酵(堆肥化)過程中，以鏟裝機定期翻堆，同時在醱酵槽內設置送風系統，供給氧氣，促進生物性分解作用。

於佳里農牧廢棄資源處理中心，所使用之堆肥材料以乳牛牛糞尿加蔗渣墊料爲主，然後添加廢棄木耳木屑、雞糞、米糠等，用鏟裝機每5至7天翻堆(圖五)一次，先醱酵60天，再經二次醱酵28天，共88天完成，每日處理40公噸，年產堆肥5,040公噸。

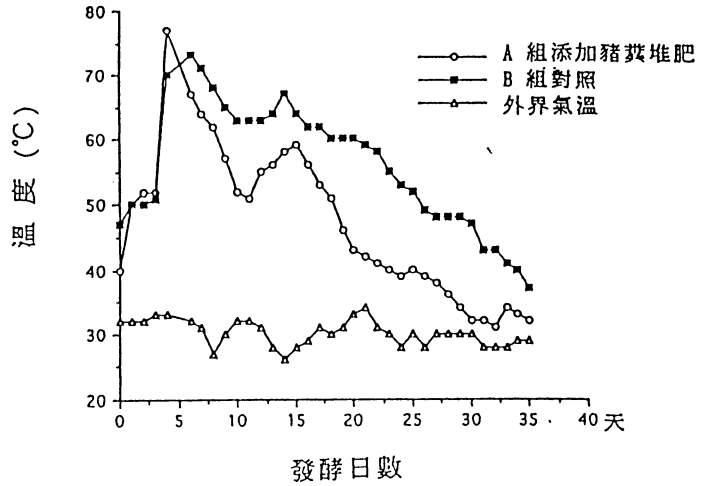
在新社、中埔農牧廢棄資源處理中心，所使用之堆肥材料以廢棄菇類木屑爲主，配合加入雞糞(4：1)，有時亦添加米糠、豆粕粉等材料，每星期用鏟裝機翻堆一次，由碳與氮比值的變化情形(表三)，判斷於第8星期時趨近於穩定腐熟。新社、中埔處理中心每年可以分別處理6,857公噸、11,429公噸，年產堆肥分別爲3,000公噸、5,000公噸。

台糖公司經濟製造蔗渣有機肥之流程如圖六[4]，將新鮮散裝蔗渣堆積於空地上，不定期噴施經兼曝氣二級處理之豬糞尿出流水或酒精廢醪等副產品，經4～6個月後，即成爲半腐熟蔗渣，將此半製品送入堆肥製造房或堆肥製造機中，經送風，翻堆，及粉碎等處理約一個月，即可得腐熟之蔗渣有機肥，必要時可混合其他有機肥，調製成特定成份之製品，再包裝出售。



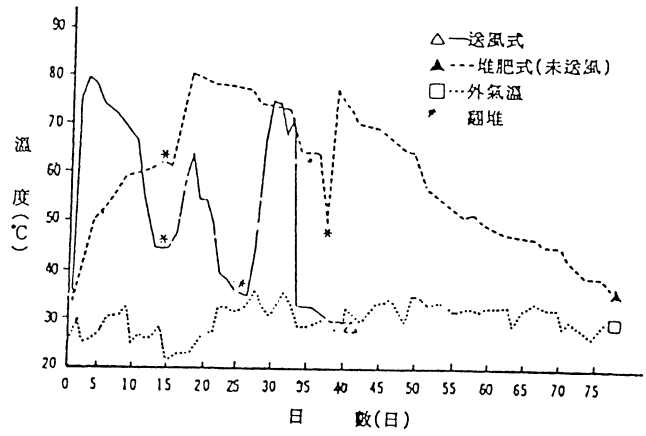
圖二　送風式堆肥設施示意圖

Fig 2.　The aeration arrangement of box type composting.



圖三　以箱型送風式製造豬糞堆肥時，醱酵過程溫度變化

Fig 3.　The fluctulating temperature of pig feces composted with aeration box type method.



圖四　堆積式與送風式堆肥醱酵溫度變化

Fig 4.　The comparison of fluctulating temperature between pile type and aeration type composting.

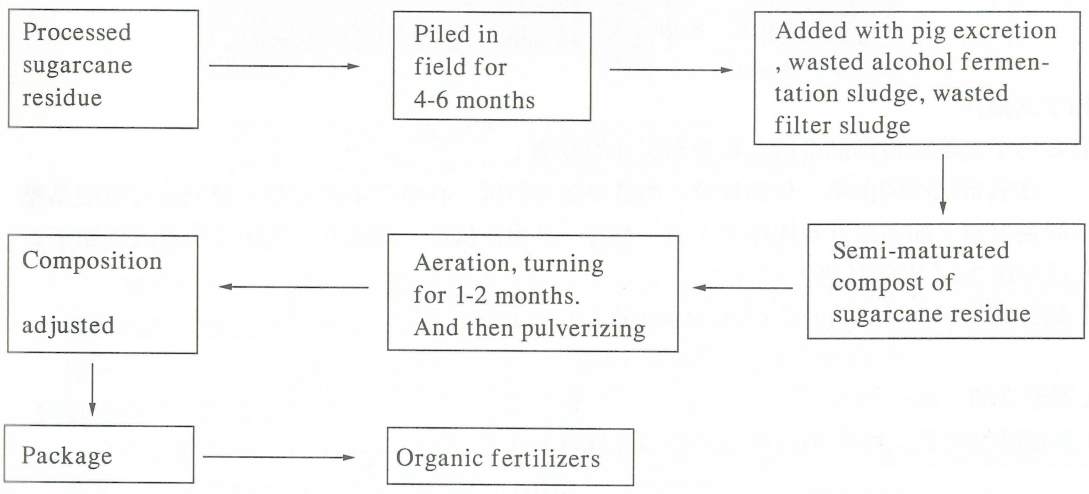


圖五　堆肥材料以大型鏟裝機翻堆情形
Fig 5. Turning of compost by bucket loader

表三　廢棄菇類木屑堆肥醱酵過程中有機碳與全氮比值
Table 3.　The ratio between organic carbon and nitrogen of compost[a]

Time (week)	Organic carbon/Total nitrogen
Original	21.2
1	19. 9
2	18. 0
4	16. 5
8	13. 5
10	12. 2
12	11. 8

[a]·Made from asted mushroom sawdust + Chicken feces (4:1)



圖六　經濟製造“蔗渣有機肥”之流程
Fig 6.　Econonical method of making processed sugarcane residue compost.

四、爲橫軸迴轉攪拌式

㈠橢圓型醱酵槽式：

在崙背牛糞處理中心使用，處理乳牛 1,200 頭牛糞堆肥場，堆肥處理流程爲太陽乾燥（機械攪拌）爲橢圓形攪拌醱酵槽（45 天）如圖七，二次醱酵（15 天）共 60 天完成。年產堆肥約 1,068 噸。

㈡條溝型醱酵槽式：

在欣達農牧場使用，處理蛋雞 130,000 隻之雞糞堆肥場，雞舍爲高架籠飼，籠下雞糞堆積約 30～45 天，含水率 50.0％，不需調整水分，醱酵情形如圖八，醱酵期間 35 天，年產堆肥 1,080 噸，堆肥成品因條板迴轉攪拌後形成顆粒狀，粒徑分別爲 6 mm 以下，12 mm 以下，18 mm 以下，及18 mm 以上等四級，雖粒狀堆肥有施用方便、肥效持久，但顆粒太大應注意內部完熟程度。



圖七　橫軸迴轉攪拌式醱酵槽

Fig 7.　Rotary stirrer type fermentation.

五、杓子式攪拌

㈠套裝杓子式堆肥自動翻堆機及U型鋼板式醱酵槽：

在省畜試所開創第一部翻堆機及醱酵槽整套設備；在新設堆肥場時，機械廠可以成品整套設備裝設，節省設計及操作之人力、經費，其操作情形，如圖九，其操作條件說明如下：

1. 每日進 2 m^3 堆肥材料。

估計處理量：豬 5,000 頭（0.41×500 頭＝2 m^3）或

牛 75 頭（27.01×75 頭＝2 m^3）

2.醱酵期間：20～24 天。

3.全程翻堆次數：翻堆 10～12 次即每二天翻堆一次。



圖八　條溝型醱酵槽附設迴轉攪拌機
Fig 8.　Strip furrow type fermentation with rotary stirrer



圖九　杓子式（SCOOP）自動翻堆機現場
Fig 9.　Strip furrow fermentation with scoop stirrer.

㈡天車、懸臂式：

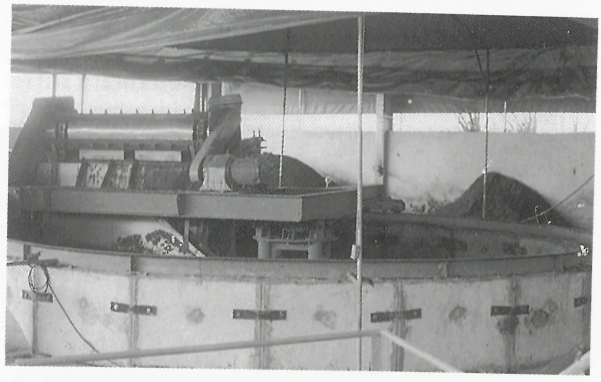
在常豐有機農業公司堆肥場使用，如圖十，可處理 150,000 頭之豬糞，堆肥製造流程爲醱酵堆肥混合新鮮豬糞，一次醱酵 24 天，二次醱酵 30天，一共 54 天完成，年產堆肥 5,000 噸。

㈢圓形杓子式翻堆機：

在合群農牧場使用，如圖十一，處理肉雞 140,000 隻之雞糞，肉雞飼養爲統進統出飼養式，一批雞糞墊料 960 m^3，重量 160 噸，堆肥製造流程爲原料加水調整含水率 60 %，再分別經二線生產堆肥。第一線是經圓型杓子式翻堆醱酵槽發酵 14 天，二次醱酵 30 天，共 44 天。第二線經送風式堆肥醱酵 60 天，二次醱酵 30 天，共 90 天完成。年產堆肥 480 噸。



圖十　天車、懸臂杓子式翻堆機
Fig 10.　Hung axle type scoop stirrer.



圖十一　圓型杓子式翻堆機
Fig 11.　Circular scoop type stirrer.

六、直立圓筒式醱酵

爲直立密閉醱酵槽，如圖十二，容積 16.8 m^3，每天進料全量之三分之一，約4 噸，醱酵期間 3 天 ，但需再經杓子式翻堆槽醱酵 22 天，共 25天完成。



圖十二　封閉直立圓桶式醱酵槽
Fig 12.　Enclosed vertical type fermentation tank.

堆肥腐熟及簡易腐熟度判定法

一、堆肥腐熟

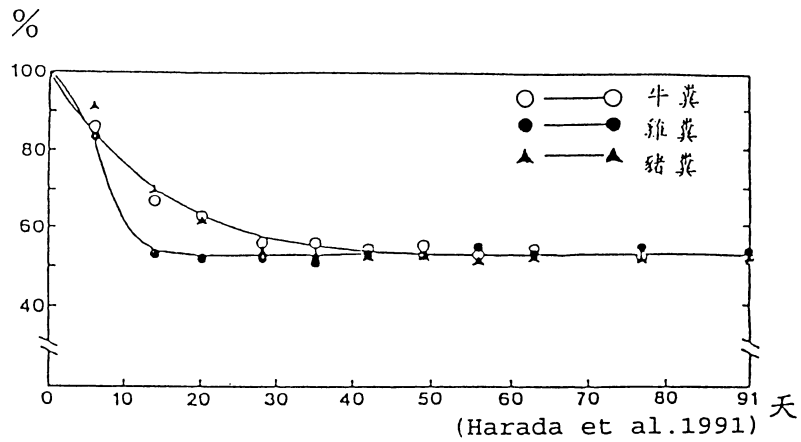
堆肥化處理過程有機質經分解、穩定化而腐熟，其成分中灰分增加、碳素減少以致碳氮比值降低，依 Harada 等報告(1)，豬糞、牛糞堆肥化期間有機質剩餘率穩定化需 3 ～ 4 週，而雞糞則需 2 週，其有機質剩餘率與醱酵日數之關係如圖十三。

二、簡易堆肥腐熟度判定

腐熟度測定方法甚爲複雜，如理化性狀分析所用之二苯胺檢出法、還原糖率判定法、CO_2 產生量、C/N 比例、陽離子交換容量(CEC)、硝酸氮檢出等，皆需有足夠的設備、技術。爲此，期能在簡單設備下判定，特以發芽率及圓形濾紙圖形顯示方法(1,8)，以雞糞、豬糞及污泥堆肥爲材料的例子，進行腐熟度判定。

㈠發芽率試驗方法

5 % 濃度萃取液做爲發芽率試驗：萃取液是由風乾堆肥樣品 5 g 盛於三角瓶，加 100c.c. 水，並置於 80℃ 恆溫水箱，振盪 1 小時，冷卻後以紗布及濾紙過濾之；試驗方法是抽取萃液 10c.c.，注入培養皿之濾紙上，撒播蘿蔔種子 50 粒，於 20℃ 種子發芽恆溫箱經三天，觀察發芽率。發芽率 100% 表示堆肥腐熟度最完全，試驗結果雞糞堆肥在醱酵前（ 0 天）爲4.2%，第 10 天爲 91.6%，32 天爲95.8%，堆肥醱酵第 10 天以後，對種子已不產生危害，可視爲已腐熟堆肥。豬糞堆肥在醱酵 0、7、15 天分別爲 91%、97%、100%，由於醱酵前就不會爲害種子之發芽，故不能提供豬糞堆肥腐熟度之判定，另污泥堆肥以發芽率試驗亦可判定其腐熟與否，其發芽率，在污泥添加稻殼組於第 21 天爲100%，而污泥添加豬糞堆肥組於第14 天亦爲 100%。



圖十三　堆肥醱酵期間有機質剩餘率
Fig 13. Residual percentage of organic matter during composting.

㈡圓形濾紙圖形顯示判定法(paper Chromatograph method)

濾紙預先以 0.5% 硝酸銀溶液浸泡，烘乾待用；測試堆肥材料 1 g，加入 100c.c. 0.1N 苛性鈉溶液，取上澄液吸入濾紙，呈顯齒狀突起圖形，明顯者爲已腐熟堆肥。未顯示齒列狀突起而呈圓滑者爲未腐熟堆肥。雞糞堆肥經醱酵第10 天，豬糞堆肥在第 15 天，污泥堆肥在

14～21天，於硝酸銀濾紙呈現很明顯之齒狀突起，表示腐植酸（Humic acid）之生成，可判定堆肥已腐熟，如表四。

表四　用發芽率法及圓形濾紙法判定堆肥腐熟度

Table 4. Using germination index and paper chromatograph method to determine maturity degree of composts.

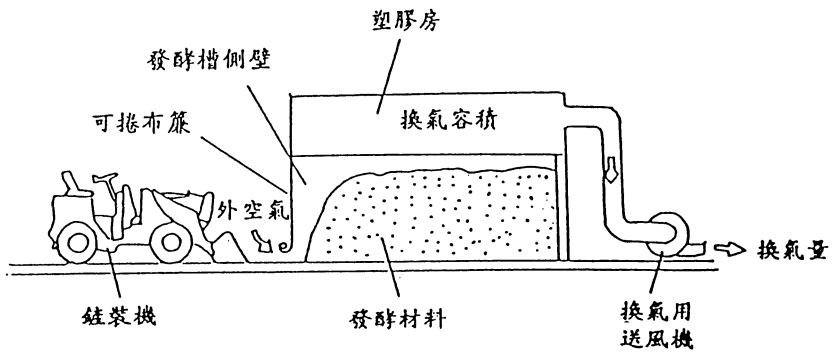
Method	Chicken compost	Pig compost	Sewage compost
Germination index	Suitable	Unsuitable	Suitable
Paper Chromatograph method	Suitable	Suitable	Suitable
days needed for maturating compost	10	15	21(+rice hull) 14(+maturity compost)

堆肥場脫臭

堆肥化過程將產生多種成份之臭氣如氨氣(NH_3)、三甲胺($(CH_3)_3N$)、甲硫醇(CH_3SH)及硫化氫(H_2S)等。而脫臭的方法有很多種，如藥劑法、稀釋法、火力乾燥法等，雖曾被採用，但或爲暫時性，或爲不容易達到脫臭效果，或成本太高等缺點，目前常被使用的方法有水洗法、吸附法、土壤脫臭法，試驗結果報告如下。

一、臭氣發生源之封閉及抽送方法[1,2,3,4,8]

因應臭氣污染的對策，首先必需考慮臭氣發生源之封閉，不可外洩，其較經濟的方法是採用塑膠房封閉。另在塑膠房末端設置一個換氣口，以鼓風機强制抽氣，送入脫臭槽脫臭。如圖十四。



圖十四　堆肥臭氣源頭封閉及脫臭示意圖

Fig 14. Process of deodorization system

二、脫臭方法

㈠木屑及土壤脫臭法

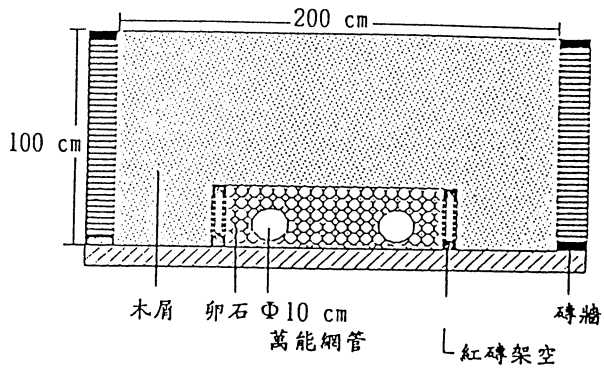
1.脫臭槽建造：

⑴木屑脫臭槽之建造：

其構造如圖十五，牆壁爲磚造，面積 10 m^2（寬 2 m、長 5 m)容積爲10 m^3（高 1 m）底層裝設直徑 10 公分之多孔風管二支，並舖 30 公分厚之卵石，上層全部填裝木屑。

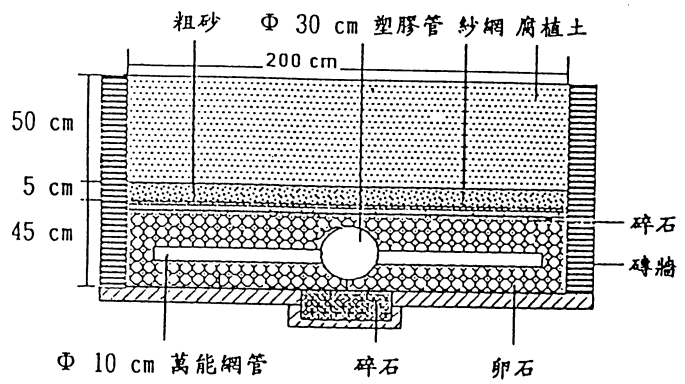
⑵土壤脫臭槽之建造：

其構造如圖十六，牆壁爲磚造，由下而上填裝 45 公分厚之卵石，卵石上面以碎石平舖，上層再舖以 5 公分厚之粗砂粒，最上層爲有機土壤，厚度50 公分，共有四層，槽內裝設有直徑 30 公分之主風管及直徑 10 公分之支風管，平均分配於全槽，爲臭氣通過土壤之通道。



圖十五　木屑脫臭槽剖面圖

Fig 15.　Cross section of sawdust deodor chamber.



圖十六　土壤脫臭槽剖面圖

Fig 16.　Cross section of soil deodor chamber.

2.脫臭效率：

木屑及土壤脫臭效率良好如表五，去除氨及三甲胺之效率均爲100％。

( )水洗法脫臭

在台南縣欣達農牧場設置蛋雞堆肥場水洗塔脫臭設備，進行脫臭效果測試，本場養雞數 130,000 隻，每日生產糞量 13 噸，以橫軸迴轉攪拌機械式製作堆肥，35 天醱酵結束，惟醱酵過程中產生高濃度臭氣，已設置完成水洗塔脫臭設備，直徑 2.0 m，高 5.0 m，其構造包括臭

氣輸送用鼓風機 25 HP 一台、水洗噴霧頭、PP 填充物及水洗池 2.64m^3 等，而堆肥舍牆壁全部以鐵皮及塑膠布封閉，堆肥舍全部容積 3,920m^3 (寬 13.8 m，長 80 m，高3.55 m) 將其產生的臭氣以鼓風機抽經水洗塔，臭氣與噴霧水接觸溶在水中，測試排放空氣所含臭氣之濃度及脫臭效率如表六。

表五 木屑及土壤脫臭效率

Table 5. Efficiency of odor removed by sawdust and soil.

Odorous gas	Sawdust			Soil		
	A	B	C	A	B	C
	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%
NH_3	20～340	0	100	20～360	0	100
$(CH_3)_3N$	16～200	0	100	8～180	0	100
H_2S	*			*		
CH_3SH	*			*		

A：Before deodorizing. B：After deodorizing.
C：Deodorizing efficiency. *：below 0.1ppm

表六 水洗塔脫臭效率

Table 6. Efficiency of removing odor by water wash tower

Days after water washing	NH_3 before deodorizing (ppm)	NH_3 after deodorizing (ppm)	Deodorizing efficiency (%)
1	88	18	79.2
2	163	40	75.5
3	160	90	43.8
4	140	55	60.7
5	110	40	63.7
6	280	233	16.7

堆肥成分

豬、牛、雞糞等製作堆肥，其成分依原料、調整材之種類、添加量等有差別如表七，一般均含有豐富的有機質，氮、磷、鉀、鈣、鎂等，而有機質含量52.7％～85.2％，以雞糞52.7％最低。重金屬中銅55～258ppm，以污泥堆肥258ppm最高(7)。

表七　堆肥成分

Table 7.　The compositions* of several composts

Compost	pH	O.M.	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu
		%						ppm	
A	6.9	51.3	2.4	1.0	0.4	4.2	0.5	643	153
B	7.6	51.3	3.2	11.5	0.4	15.6	1.4	1000	170
C	7.9	77.6	2.4	5.5	1.7	4.3	2.4	691	63
D	8.3	71.6	1.4	3.8	3.1	3.3	0.9	334	143
E	7.5	65.0	1.9	2.3	1.7	5.5	1.3	390	55
F	7.1	63.2	2.3	2.9	5.0	3.0	2.3	300	71
G	7.7	50.0	2.2	9.2	4.6	14.3	1.8	770	126
H	7.1	55.2	2.0	6.3	4.5	8.6	1.6	940	215
I	8.0	60.6	2.2	5.6	0.6	7.9	0.8	1900	258

* ：Composition content is dry base.

A：Pig feces compost I.　B：Pig compost II.

C：Pig feces + rice compost I.　D：Pig feces + rice compost II.

E：Cattle feces + processed sugarcane residue.

F：Cattle feces + rice hull compost.　G：Broiler feces compost.

H：Broil feces + rice hull compost.

I：Sewage sludge + rice hull compost.

結　論

一、農畜產廢棄物堆肥化處理，需控制適當含水率 60～65%、充足的氧氣、以機械翻堆，送風式堆肥可促進微生物對有機質之分解、合成，縮短醱酵期間，送風量以材料每噸每分鐘 200 l 爲宜。

二、堆肥化方式，因勞力缺乏已趨向機械化操作，橫軸迴轉攪拌式及杓子式翻堆機械已有商品出售，惟須注意機械性能及故障率，送風式堆肥舍方式利用鏟裝機定期翻堆則可減少操作維護費。

三、堆肥品質管制，在良好醱酵情況下醱酵所需期間，純雞糞需 2 週，豬糞及牛糞需 4 週，但如混合稻殼則需約 6 週，混合木屑，甘蔗渣則需約 14 週，且需經二次醱酵約 30 天完成，廢棄菇類木屑＋雞糞（4：1）約需 8週，經濟製造蔗渣堆肥約 5 個月。發芽率試驗可判定雞糞及污泥堆肥之腐熟度，圓形濾紙圖形變化可判定雞糞，豬糞及污泥堆肥之腐熟度。

四、堆肥場臭氣之脫臭方法以木屑脫臭方法較實用，材料取得容易，脫臭效率良好。水洗方法之脫臭效率，經 6 天自 79.2% 降到 16.7%，效率較差。

參考文獻

1. Harada. Y., K. Haga. K., osada. T., and koshino. M. el al. 1991. Quality aspects of animal waste composts. 中華生質能源協會　豬糞尿處理與堆肥製造研討會論文專輯　54～76。

2. 簡宣裕 1993 菇類廢棄太空包木屑須經醱酵過程製成堆肥之原因 農藥世界 122：63～65。
3. 林財旺 1993 雞糞堆肥脫臭槽之試作及脫臭效果之測定 畜產研究 26：(1)7～16。
4. 黃啓民 1995 蔗渣堆肥 堆肥製造與利用 農委會、農林廳出版(編印中)。
5. 瑞穗尙 美齊津康民 山田豐 1985 豚ふんの堆肥化試驗 日豚研誌 20：11～9。
6. 林財旺 1987 送風管式豬糞堆肥製造法 豐年雜誌 37：13. 34～35。
7. 洪嘉謨 林財旺 李茂盛 顏念慈 1990 廄肥豬舍飼養肉豬試驗 中國畜牧學會會誌 19(3-4)：197～206。
8. 福森功 1988 ふん尿處理における臭氣の防止につて 養豚界 1988：35～39。

Utilization and composting of agricultural wastes and livestock feces

Tsai-Wang Lin [1] Shiuan-Yuh Chien [2]

Summary

The quantity of livestock feces was estimated about 12,773,800 tons, and agricultural waste, including rice hull, processed sugarcane residue, wasted mushroom sawdust, was about 2,009,950 tons, 1993, in Taiwan.

Now, goverment is trying to solve the agricultural waste and livestock feces problems by providing farmer with finance and technique to make compost. So, strengthening consult of technique, enlarging extension work of making and utilizing compost become very important.
Maintaining good fermentation conditions, during composting process necessaried for producing good quality compost, were suitable moisture content, C/N ratio, enough air flux.

The C/N ratios of livestock feces were smaller than 30 : 1, and they could be composted directly. But the C/N ratios of agricultural wastes were always larger than 30 : 1. So,they must be adjusted C/N ratio below 30 : 1 with nitrogen sources before composting.

Generally speaking, The time durations, needed for composting, were followed in the sequence : processed sugarcane residue (5 months) > wasted mushroom sawdust (8 weeks) > cattle feces, swine feces (3 weeks) > chicken feces (2 weeks). Composting processes now are improved to be automatic systems, for saving labor and reducing composting period.

Two methods, germination rate test and paper chromatograph test, were used to assess compost maturity degree, in the paper. Experimental data showed that the second method was more reliable than the first one.

When agricultural wastes were used for composting, the odors were hardly presented in the process. But the odors of composted livestock feces were strong. Currently, the odors were removed by sawdust adsorption method, soil adsorption method, and water washing tower method. The former two methods removed ammonia gas completely from composted materials, and the third method only removed 16.7%～79.5% ammonia gas.

Key word: Compost, Fermentation, Deodorizing, Compost maturity degree.

[1] Associate Researcher, Depart. of Management, TLRI, Hsinhua, Taiwan, ROC.
[2] Assistant Researcher, Depart. of Agricultural chemistry, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.