

畜禽排泄物處理與利用

洪嘉謨 沈詔儀

臺灣省畜產試驗所

摘要

民國 80 年畜牧生產總值 90,769,657 千元，佔全部農業生產總值之 28.07 %，而畜牧生產總值中以豬之生產總值 53,231,630 千元，佔畜牧生產之 58.60 % 最高，所引起畜產公害問題也最為社會大眾所關切。此外，乳牛飼養頭數 100,539 頭，酪農戶 1,143 戶，平均每酪農戶飼養 88 頭，如其排泄物沒有妥善處理，也會引起公害問題。家禽之生產在臺灣畜牧事業上佔有極重要之地位，惟目前大都沒有妥善之污染防治設施。

畜禽排泄物的處理方法，因畜禽舍構造之不同，而其處理方式不同。一般水泥地畜禽舍必需採用多段式處理方式；目前以固液分離後固形物製造堆肥，廢水先經厭氣發酵處理後再經好氣處理，才能達到政府規定之畜牧場放流水排放標準。此外，由高床式畜舍或籠飼禽舍所收集之糞尿，經製造堆肥後，當做肥料使用。而墊料床畜禽舍，則在畜禽舍地床鋪放墊料，與畜禽排泄物混合貯存、清除後，經堆積發酵製成堆肥使用。

由 81 年 12 月底統計報告，臺灣地區豬飼養規模在 200 頭以上農戶有 9,361 戶，其中漁牧綜合經營 1,913 戶外，已設置糞尿處理設施農戶有 5,166 戶，佔 69.36 %，而達到 81 年度前放流水標準農戶有 2,876 戶。另養牛和家禽之防污設施，起步較晚，尚在加強宣導、輔導階段。

畜禽排泄物最有效的處理方法為盡量當做肥料應用。而由民國 80 年臺灣地區飼養畜禽數量估算每日排糞量約為 27,540 公噸，其乾物量為 7,049 公噸，但因畜牧場大都以水洗方式沖洗畜禽舍，因此實際可回收糞便量遠低於上述估算量。此外，由民國 80 年臺灣地區化學肥料施用量 1,409,426 公噸，自給有機肥料施用量 3,455 公噸及臺灣地區耕地面積 90 萬公頃，年約需 3,300 萬公噸肥料估算，臺灣地區之農地應足以消納畜禽排泄物所製成之堆肥，不但可有效解決畜禽排泄物處理問題，更可以改良農地，達到永續農業的目標。惟畜禽有機肥之應用，實際上遇到很多困難，仍需在技術上及政策上多方面之配合、推行。

畜禽排泄物的處理應以利用做為處理之手段，才能達到不浪費資源、能源及永續性農業之目標，如果畜禽排泄物無法當做肥料應用，而造成二次公害，則臺灣地區絕不會有明日之畜牧業存在。

關鍵字：畜禽排泄物處理、厭氣處理法、活性污泥處理法、堆肥

前 言

根據臺灣農業年報⁽¹⁸⁾，民國80年畜牧生產總值90,769,657千元，佔全部農業生產總值之28.07%，而畜牧生產總值中以豬之生產總值53,231,630千元，佔畜牧生產之58.6%最高。又據81年12月底調查報告指出，全省200頭以上規模養豬戶有9,361戶，除農漁牧綜合經營1,913戶外，已設置豬糞尿處理設施有5,166戶，佔69.36%；其中200~499頭規模佔52.92%，500~999頭佔80.64%，1000頭以上佔88.69%，另合乎放流水標準戶數2,876戶。

此外有關養牛情形，據臺灣農業年報⁽¹⁸⁾指出，民國80年底臺灣地區肉牛（荷蘭牛除外）頭數52,317頭，肉牛戶20,794戶，平均每戶飼養規模僅2.5頭。對於肉用牛，除少數飼養較多之肉牛場外，應不致構成污染問題。但以乳牛飼養頭數100,539頭，酪農戶1,143戶，平均每酪農戶飼養88頭而言，如其排泄物沒有妥善之處理，足可引起公害問題。而目前酪農戶，僅把牛糞尿水經簡單之沉澱池，經短時間之停留，讓較稀薄之廢液直接排放。沉澱池所堆積之固形物，以人工或鏟裝機檢除，並把牛糞堆積於戶外，經長期之堆積，任憑風吹、雨淋、日曬，至久旱不雨季節，才當成堆肥出售。

家禽之生產在臺灣畜牧事業上佔有極重要之地位。據臺灣農業年報⁽¹⁸⁾統計指出，在民國80年底，雞之飼養隻數高達79,120千隻，年屠宰隻數233,971千隻、其中蛋雞飼養隻數23,005千隻，其飼養規模大都很大。當然這些養雞場的排泄物必需有處理設施。一般蛋雞場都是籠飼，由雞籠掉下之雞糞則留置在地面上經一週左右，然後聚集於雞場內之水泥地晒場，甚至佔用雞場內之道路，在自然陽光下日晒，晒乾後出售。因之蛋雞場之惡臭及滿場蒼蠅為臺灣地區蛋雞場之一大特色。如遇下雨或雨季，我們不難想像蛋雞場之髒亂及臭氣沖天之環境。此外，雨水把雞糞沖失，當然鄰近地區水源之污染也無可避免。臺灣對於肉用雞之飼養方式，倒是一個很合理的兼顧糞便處理方法。雞舍地面先鋪一層稻殼，雞糞排泄在稻殼層，並視排泄物之濕度而隨時補充稻殼，至肉雞出售時一次清除地面之稻殼、雞糞混合物。此清除物經調整含水率在60~70%，裝入通氣之飼料袋，再經一、二個月堆積後使用，將是很好的堆肥。家禽中鴨、鵝所養之數目也不少。民國80年年底飼養隻數：鴨10,661千隻，年屠宰隻數36,295千隻。而鵝飼養隻數1,931千隻，年屠宰隻數4,628千隻。臺灣地區飼養鴨、鵝的習慣，無論是圈飼或放牧方式，均離不開池塘或河川，因之對於水質當然會構成污染。對於鴨、鵝除非改變飼養管理方式，否則要處理其排泄物幾乎不可能。

環保署於76年所公布之畜牧場放流水排放標準項目為生化需氧量(Biochemical oxygen demand；BOD)及懸浮固體量(Suspended solid；SS)，而於80年修正公布82年度及87年度之畜牧場放流水排放標準，對於BOD及SS有更嚴格之排放標準外，另增加化學需氧量(Chemical oxygen demand；COD)項目，對於養畜農友之衝擊相當大。如果養畜農友們沒有良好之處理設施及正常之操作，實在很難達到政府所訂定之放流水排放標準。

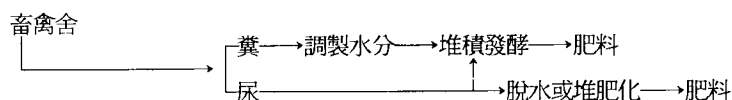
畜禽排泄物的處理方式

畜禽排泄物的處理與畜禽舍之構造，特別是舍床之形式不同，差異甚大。而由畜禽舍構造來區分其處理方式如圖一所示，現僅就欲達到政府有關環保法令之規定及因應臺灣環境條件之處理模式，分別敘述如下：

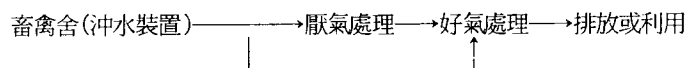
一、高床、籠飼或繫養畜舍

屬於本類型之畜禽舍之共同特點為畜禽所排泄之糞尿均能掉落在某一特定之地方，例如高床式之豬、牛及羊舍，籠飼蛋雞、兔及鴨舍和繫養式之豬舍等。而所掉落之糞、尿在畜禽舍內因高低落差而分離；尿液直接流入尿液貯存坑，而糞便之清除方式很多，除以人工清除外，其他如糞溝配合刮糞板、鏈條輸送機、輸送帶、螺旋輸送機等機械或以鏟裝機清除，或以沖水裝置把糞尿同時清除至舍外。其處理流程有如下列兩種方式：

方式一：



方式二：



這類畜禽舍，平常不必清洗，故僅需處理糞、尿。而方式一之尿液在舍內即行分離，因之所收集的糞便含水率較低，處理較容易。畜試所在豬舍建築方面，於77年提供有糞尿分離及刮糞工程設計圖，在農友申請興建時，得免建築師設計及簽章⁽¹⁾。由畜舍所收集的糞便經調整適當含水率後，則可堆積發酵，而尿液則利用在堆積發酵中添加使用，或利（舍內糞、尿分離）用塑膠房內堆積木屑或稻殼墊料，進行脫水、堆肥化處理，或以生物旋轉圓盤配合通風蒸發處理。一般由畜禽舍清除至舍外之畜禽糞便含水率在75～85%之間，必須經調整含水率至60～70%間才能順利進行堆積發酵。調整水分之途徑有三，其一為利用填充材料如木屑或稻殼調整水分，其二為利用擠壓機械去除糞便之含水率使之低於70%，第三為利用塑膠房太陽能脫水方式。上述三種方式互有長短；利用填充料之方式，一般填充材料大都採用木屑或穀殼等，因含有高量之粗纖維、木質素等成分，因之在堆積發酵過程，達到腐熟之天數延長，而增加處理設施之空間，但是可得品質較佳之堆肥。因之，如從防止污染之立場看，並不是好辦法，但是從堆肥利用方面著想，應為最上策；因為這種方式可同時解決穀殼處理之困境。利用擠壓機之好處為脫水簡便，不佔很多之場所，惟因擠壓過程產生大量之廢水，估計糞便含水率由85%降至65%時會產生原糞量之42.9%之龐大廢水量，必須另做廢水處理設施，相當不方便。此外利用塑膠房烘乾脫水時，在臺灣之環境條件下，每m²之塑膠房面積一天可去除水量4～8l；冬季為4l，夏季為8l，可提供規劃塑膠房脫水時所需面積之估算⁽³⁾。

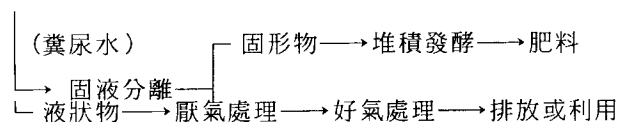
方式二之流程與方式一不同處為不做固形物之處理，而以液狀之形態處理。畜舍內地

床必須有部份為條狀床 (Slatted floor)，條狀床下配置糞尿溝外，另在畜舍之一端裝置沖水箱 (Flushing tank)，當沖水箱內滴滿水時水箱失卻平衡，水在瞬間傾瀉而出，把糞尿溝內之糞尿沖出畜舍外⁽⁴⁾。這種方式不但以最少水量沖洗最多糞尿，也可以利用傾瀉之次數及以處理水回流沖洗畜舍，以控制糞尿水在厭氣發酵槽最佳之濃度及節省沖洗畜舍之用水量外，可達到少用或不用電力、節省沖洗畜舍之勞力及自動化之目的。厭氣發酵之進行因受氣溫限制之影響大，故極適合臺灣亞熱帶之環境條件，這一點為一般溫帶畜牧先進國家所缺乏之有利條件。此外，畜試所近十多年來在厭氣發酵研究所做的努力，成功地開發覆皮式臥置厭氣發酵槽^(5,6,7,22)，不但造價極為便宜，約為傳統直立式發酵槽造價之十分之一，且操作更簡便，處理畜糞尿之能力不遜於直立式⁽¹⁶⁾；唯一的缺點為所佔之面積較大，但臥置發酵槽如建造在畜舍與畜舍間之空地，則所佔面積較大並不能說是缺失。在民國76年所公布之至81年年底畜牧業廢水排放標準，BOD及SS均為400mg/l之情形下，以沖水裝置配合厭氣發酵處理就可達到排放標準⁽⁹⁾，但無法達到現行之排放標準，因之必須再行處理。

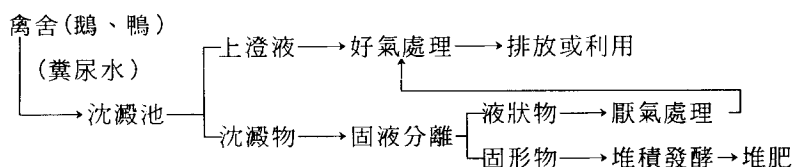
二、水泥地畜舍

水泥地畜舍因日常沖洗畜舍之用水量多，而造成龐大之廢水量，因之在糞尿水之處理上造成極大之困擾。特別是臺灣地區鵝、鴨之飼養，常在禽舍外另築水池，因之所產生之廢水量更多，處理上更麻煩。不幸的是，臺灣地區絕大部份之畜禽舍之建造屬於這類型。因之我們的養禽農友已面臨改建畜禽舍以簡化畜禽排泄物處理，抑或不改建畜禽舍而付出更多、更繁雜之處理步驟，才能達到政府所訂定之畜牧業放流水排放標準之選擇。雖然改建畜禽舍所需之經費多，但從長遠看，仍為上策。針對水泥地畜禽舍之糞尿水處理方式，提供下述二種方式參採應用。

方式一：
畜禽舍



方式二：



方式一為目前政府正極力推行之一貫(三段)式處理。針對養豬場飼養200頭、500頭、1000頭、2000頭及3000頭不同規模別，畜試所於79年提供完整之豬糞尿處理設施工程設計及施工手冊，供農友在興建處理設施參考應用外，在申請建造時免建築師設計及簽章⁽¹⁷⁾。此外，畜試所也提供操作管理手冊⁽¹³⁾，供養豬農友日常操作參考外，並派員

實地輔導。有關一貫式豬糞尿處理之詳細流程(圖二)、各不同規模別各階段所需建造經費比及佔地(表一)、所需電力(表二)和預期各階段處理效率及水質(表三)分別列述如下。由圖二、表一及表二可知一貫式豬糞尿處理之流程相當繁雜,尤其好氣處理之活性污泥法(Activated sludge process)之處理相當麻煩外,小規模養豬場之單位造價較高、

表一、不同規模別各階段所需經費比及佔地

Table 1. Investment of wastes treatment for pig farms of different scales

Scale (pigs)*	200	500	1,000	2,000	3,000
Total investment Amount(\$N.T.)	1,111,110	1,848,708	2,613,660	3,701,450	4,856,985
Average(\$N.T./pig)	5,556	3,698	2,614	1,850	1,619
Anaerobic Treatment(%)	30.3	32.7	44.1	45.1	47.1
Aerobic Treatment(%):	42.4	33.3	31.9	30.9	29.7
Composting House(%)	—	13.6	10.2	11.9	12.5
Miscellaneous(%)	27.3	20.4	16.6	12.1	10.6
Land					
Total area(m ²)	145.0	262.0	371.0	549.3	787.5
Average(m ² /pig)	0.73	0.52	0.37	0.26	

*The calculation is based on 100 Kg body weight of pig.

表二、不同規模別所需電力及電費估計表

Table 2. Electricity requirement of wastes treatment for pig farms of different scales

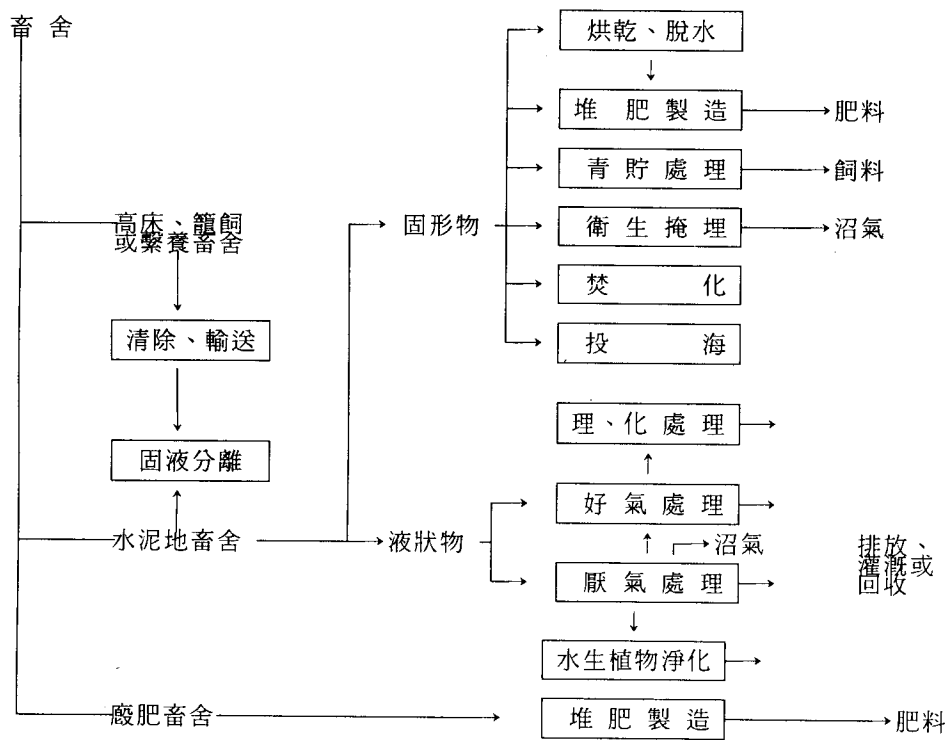
Scale(pigs)	200	500	1000	2000	3000
Total power (HP)	19	25.17	30.84	39.34	55.34
Spare power (HP)	8	9	11	15	21
Electricity/day(Kwh)	67.5	91.7	106.5	167.6	255.5
Total amount(\$N.T./day)	202.5	275.1	319.5	502.8	766.5
Electricity/pig (Kwh/day)	2.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Amount/pig (\$N.T./day)*	1.0	0.6	0.3	0.3	0.3

*1 Kwh of electricity is calculated as \$3 N.T. dollar.

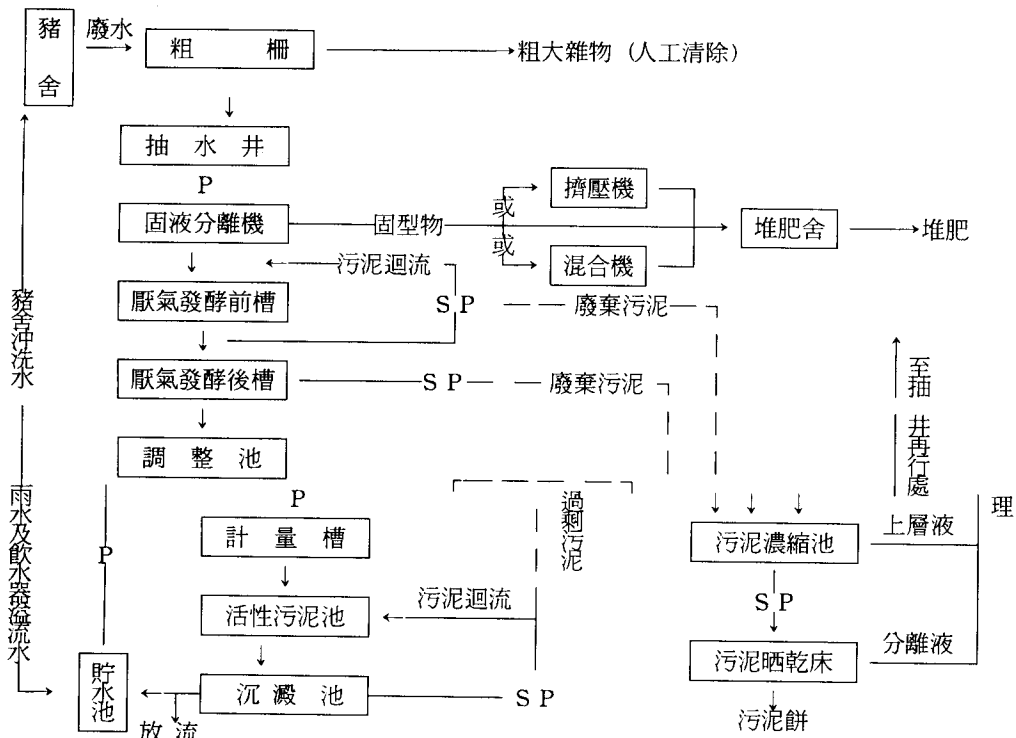
表三、一貫式豬糞尿處理預期各階段處理效率

Table 3. Estimation of treating efficiencies for three-step hog wastes treatment

	B O D		C O D		S S	
	Concentration	Removal	Concentration	Removal	Concentration	Removal
	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(%)
Hog manure	40,000		108,630		47,200	
Hog manure + water (1:5)	6,670		18,100		7,870	
Solid-liquid separation	< 5,340	> 20	< 14,480	> 20	< 4,720	> 40
Anaerobic fermentation	< 800	> 85	< 2,170	> 85	< 700	> 85
Activated sludge treatment	< 80	> 90	< 250?	> 90?	< 150	> 90



圖一、畜舍構造與排泄物處理方式



圖二、一貫式豬糞尿處理流程

佔地較大及操作費用較高，因之較小規模養豬場不易接受。此外，表三豬糞尿之排泄量及理化性狀係以黃豆與玉米為主的混合飼料，按 NRC 飼養標準，在豬隻任食之情形所得資料估算⁽⁸⁾，應相當合理。對於豬舍沖洗水量，養豬農友應很小心盡量少用水之方向去努力，否則不易達到。而固液分離機去除效率，在一般正常機械之操作下，應可達到預期之處理效率。對於厭氣發酵法處理豬糞尿水之效率，如確實按照畜試所所推薦之方式建造及正常之操作管理也不難達到預期之處理效率，惟很多農友並沒有按照畜試所所推薦之方式及定期迴流及去除污泥，致在長期之操作期間，有時很難達到上述效率。對於活性污泥法之處理操作，實在令養豬農友相當頭痛，因為至目前為止，仍有很多養豬農友不但沒有建造應做之全部硬體設施，且許多沒有按照設計圖去建造，事後無法正常操作，而再修改的例子相當多。此外對於活性污泥法之正常操作，沒有整體概念，特別在低有機負荷之情形下要操作好，相當不簡單。活性污泥法為最典型之好氣處理法，其他尚有很多活性污泥法之衍生變法，例如氧化溝法、生物旋轉圓盤法…等，目前畜試所另推荐氧化溝法提供農友更多選擇之機會。綜合上述一貫式處理方式係遷就傳統之水泥地畜舍，極不得已之處理方式。要達到現行之畜牧業放流水標準必須全年各階段都能正常操作，一旦其中某一階段發生障礙，就無法達到預期之水質，尤其 COD 要達到預期水質確實困難，因為環保單位對於 COD 之訂定不合理，因之養畜的農友相當辛苦。此外，對於牛排泄物的處理，現僅提供養牛場污染防治手冊，針對目前污染處理設施較佳之個案提出介紹，畜試所擬在近期中編印類似一貫式豬糞尿處理設施工程設計及施工手冊，提供養牛農友參考。

方式二為遷就目前鵝、鴨在水泥地配合水池飼養方式而設計。因所產生之龐大水量及極為稀薄之水質，無法適用厭氣發酵處理，因之必須經初沈之步驟，讓較稀薄之上澄液直接進行好氣處理，而底部較濃之沈澱液經固液分離，或可不經固液分離直接進行厭氣發酵；因厭氣發酵之排放液無法達到排放標準，必須再經好氣處理後才能達到排放標準。上述方式與方式一之處理步驟均為固液分離、厭氣發酵處理及好氣處理之三個不同階段，因之不再重複敘述。惟鵝、鴨廢(物)水除糞便外，另有羽毛；因之在處理前必須有撿拾羽毛之自動柵濾機設備。此外，以鴨糞進行厭氣發酵時，雖然廢水中氨氮(NH₄-N)之含量高達 3000mg/l 以上，惟厭氣發酵仍能正常進行⁽¹⁰⁾，不像豬廢水中氨氮含量超過 1500mg/l 以上則對厭氣發酵產生抑制作用⁽⁶⁾。對於鵝、鴨排泄物之處理，建議改變其飼養方式，否則因各場用水量變化很大，只能個案先行水量及水質調查分析，才能做處理之規劃。

三、廢肥畜舍

以畜禽排泄物為主要來源而製造堆肥，一般稱之謂廢肥。因之廢肥畜舍應可以說，凡是利用墊料在畜禽舍內同時處理、貯存畜禽排泄物者，可統稱為廢肥畜舍；例如畜試式廢肥豬舍、墊料床牛舍及肉雞飼養在穀殼層之方式均屬之。臺灣屬亞熱帶地區，夏季時間長且濕度高，因之以墊料床之方式飼養畜禽必須保持墊料床之乾燥，切勿使墊料床與畜禽排泄物在畜舍內發生堆積發酵而產生惡臭及熱。畜禽在廢肥畜舍內飼養一段時期後，或達到屠宰體重出售後一次清除墊料和畜禽排泄物之混合物至堆肥舍，進行堆積發酵。這種堆肥

因含有畜禽糞、尿和穀殼墊料，因之經堆積發酵、腐熟後之堆肥品質最佳。以廢肥豬舍所得為例，其有機質超過 70 % 以上⁽¹⁵⁾。不過廢肥畜舍最特別要注意點為，在飼料中切勿刻意添加重金屬，如銅、鋅等，以免畜禽排泄物因重金屬之殘留，而使堆肥造成二次公害。

廢肥畜舍之優點很多，因日常不清洗畜舍，故無排放水，沒有廢水處理之壓力，並可節省用水及勞力。因不使畜禽排泄物在墊料床發酵，故沒有惡臭及熱之產生，因之沒有空氣污染及使畜禽產生熱之緊迫。在冬涼季節因墊料而得到保暖之作用，故畜禽在冬涼季節比飼養在傳統之水泥地畜舍增重快。因日常不清洗畜舍，故可減少飼料浪費及處理設施。此外，一般墊料床不必添加任何生物製劑。畜禽舍設施簡單，墊料床清除後畜禽舍可完全消毒。最重要的是，不但不負擔排泄物處理費用，且可得品質極佳之有機堆肥之回收，同時解決臺灣地區年產約 493 千公噸稻殼最妥善之處理。一舉數得。

對於應用廢肥豬舍飼養肉豬，畜試所之研究報告^(11,12,15)和推廣手冊⁽¹⁴⁾可提供養豬農友參考應用。另對於墊料床分娩架於近日中也完成初步研究；對於乳豬之育成及增重，均比傳統之高床分娩架佳之良好結果⁽¹⁵⁾。因之完全以墊料床養豬之模式將可完整建立。今後豬隻之飼養管理，如欲兼顧環保，墊料床豬舍應最具潛力。肉牛應用墊料床方式飼養，在畜試所恆春分所也得到極佳之初步成果，同樣可得到日常不清洗牛舍，節省用水和勞力，且無惡臭又可得到有機廢肥之回收。最近有些酪農也在牛舍內舖上稻殼墊料，代替日常用水沖洗牛舍。酪農戶初步之反應一般均佳，惟如何使墊料再生、重複利用及如何修改牛舍以建立良好之廢肥牛舍，仍有待進一步之研究、規劃。肉雞、鴨和鵝利用墊料床飼養方式在臺灣地區相當普遍，相信也是避免做廢水處理之很好方式。可惜畜牧人員在這方面所下的努力不夠，仍沒有完整之資料可查，有待日後努力。

墊料和畜禽糞尿混合物經清除後必須再經堆積發酵，而在堆積發酵過程中，特別是禽糞會產生惡臭，必須有脫臭之設施。脫臭之方式很多，但是最簡便的方法是利用木屑或木屑和土壤混合物建造成脫臭層，由堆肥舍抽出之惡臭，經此脫臭層後可得到去除惡臭之目的。畜試所對於禽糞發酵過程中惡臭之去除，可提供建造脫臭設施給農友參考應用。

畜禽排泄物的利用

由圖一，在畜禽排泄物處理過程或最終產物，包括有堆肥、肥水、沼氣、甚至飼料等。對於堆肥和肥水之如何應用，非筆者專長及研討範圍，現僅就有關法令規定及行政措施做敘述。至於沼氣利用在臺灣地區已有很多農友應用，而糞便青貯料 (Wastelage) 在國外有很多研究報告，惟在臺灣做得不多。理論上可以採行，尤其以家禽排泄物做為反芻動物的飼料。惟在實際上爭議仍多，故本文不予詳述。

一、堆肥、肥水之應用

禽畜排泄物的處理，如果從廢棄物或廢水之觀念來處理時，所考慮的是如何把這些所謂廢棄物或廢水中之有機物、BOD、COD、SS……等，處理至所規定之排放標準。而這些處理設施，不但要花費一筆龐大之經費，且帶給養畜農友無比的心理壓力。其實禽畜排泄物為一良好之有機肥，應以利用做為處理之手段，才是最好的處理方式。不幸的是，

在法令上之限制，和農友養畜數量與擁有農地無法完全配合，致無法達到以利用做為處理的手段。雖然畜禽糞尿可做成良好之有機肥，惟畜禽飼料如添加重金屬如銅、鋅，則在其排泄物中殘留，做成的堆肥如果又構成二次公害，則臺灣地區絕不會有明日之畜牧業存在。因之現行的法令應全面徹底禁止在飼料中添加任何重金屬。例如中國國家標準之豬配合飼料於80年9月16日修訂之法令仍容許30公斤以下之仔豬飼料中添加銅150ppm，30公斤以上之豬配合飼料最高含銅量為50ppm。此外，行政院76年發布之事業廢水管理辦法，對於土壤處理之名詞定義為事業廢水滲透或灌注於土壤；另於79年核定臺灣省事業廢水土壤處理水質標準，對於畜牧業廢水土壤處理標準訂定為BOD 400mg/l和SS 400mg/l，並於實施前應先提報計畫，經縣市主管機關核准後執行。惟如畜牧廢水土壤處理超過該規定標準，而純屬植物生長所需之營養分，並可為土壤及作物加以吸收利用者，應檢具有關文件向省主管機關申請核可。對於上述計畫之提報，無論是否合乎畜牧廢水土壤處理水質標準與否，其申請手續所需提供及填寫資料，實非一般農友所能做到，而扼殺農友以畜禽排泄物灌溉農地一途；對於水資源之浪費，甚為可惜。對於上述法令之規定，如能簡化為以各不同土壤、種植作物別之單位農地面積限制畜禽之種類、數量之廢水排泄物灌溉之規定，取代現行之繁雜手續較為實際可行。

由上述畜禽排泄物之處理，大致均脫離不了儘量去除固形物而加以製造堆肥之方式，沈曾以80年台灣地區飼養畜禽數量估算每日排糞量約為27,540公噸，其乾物量為7,049公噸，但實際可回收之糞便遠低於上述估算量⁽²⁾。此外，由80年台灣地區化學肥料施用量1,409,426公噸，自給有機肥料施用量3,455公噸⁽¹⁸⁾及臺灣地區耕地面積90萬公頃，年約需3,300萬公噸肥料估算⁽²³⁾，臺灣地區之農地應足以消納畜禽排泄物所製成之堆肥，但可有效解決畜禽排泄物處理問題，更可以改良農地，達到永續農業的目標。惟畜禽有機肥之應用，實際上遇到很多困難，仍需在技術上及法令、政策上各方面之配合、推行。

二、沼氣之利用

畜禽排泄物經厭氣發酵過程中會產生沼氣(Biogas)。根據畜試所之研究，利用豬糞尿經厭氣發酵處理，在水力停留時間(Hydraulic retention time, HRT)8~12天中，豬排泄物中每公斤揮發性固體量(Volatile solid)可產生0.56~0.75m³之沼氣，其中甲烷含量為0.34~0.47m³⁽⁶⁾。

沼氣主要成分是甲烷(CH₄)，在常溫下為無色、無味、無臭，不溶於水的氣體。燃燒後變成二氧化碳和水，且放出熱能。其熱值m³約為5,500~6,000仟卡。豬糞尿水經過厭氣發酵後所產生之沼氣，其體積百分比約為甲烷63~73%，二氧化碳27~33%，硫化氫1.0%以下。沼氣之用途極為廣泛，但至目前止沼氣專用之器具很少。為將來能源之漸趨短缺及節省能源著想，適合於沼氣專用之各項用具的開發應被重視。利用沼氣作為燃料之安全性很高，一般使用情況下無中毒危險。由於沼氣中具有輕微腐敗臭味，即使有漏氣，亦容易察覺，更能降低其危險性。沼氣因不易儲存，且不利於長途輸送，故須產生後就近利用。

畜試所對於沼氣之利用研究已有十多年，目前已有自動點火爐、噴火器、熱水器、沼

氣燈、氨水吸收式空調系統、剪草機、抽水機、沼氣車、小型搬運車及利用沼氣發電等項目完成^(19, 20, 21)。但至目前為止，除了利用沼氣保溫燈及利用沼氣發電用於養豬場飼料混合或廢水處理設施中活性污泥法所需之動力外，其他項目不甚普遍。臺灣因電力設施極為普遍，即使在較偏僻地區均有穩定的電力供應設施，且日常生活花費不多，因之利用沼氣發電在技術上雖可行，但一直沒有受到重視。利用沼氣發電之瓶頸除了上述理由外，在發電時必須有專業人員在場管理，為推行沼氣發電之最大障礙。此外由於利用沼氣發電不受重視，因之研究人員少，而要達到與台電公司同樣電之品質，還有一段距離。例如產生沼氣之厭氣發酵需有穩定之豬隻排泄物來源，而豬隻在養頭數變化大，沼氣之產生為處理家畜排泄物厭氣發酵過程中之副產物，不能因為需要沼氣量而增加養豬頭數之本末倒置之做法。因之利用沼氣發電僅能說有其有潛力，而因環境因素之變化，例如電費之上漲、能源之缺乏或用於農場等情形下，才能有其實用性。

結語

畜禽排泄物的處理應以利用做為處理之手段，才能達到不浪費資源、能源及永續性農業之目標。如果畜禽排泄物無法當做肥料應用，而造成公害，則臺灣地區絕不會有明日之畜牧業之存在。

參考文獻

1. 林財旺 1988 豬糞尿分離及刮糞工程設計圖 台灣省畜產試驗所編印。
2. 沈韶儀 1992 台灣地區禽畜糞堆肥產量估算 養豬業與環保研討會論文集 pp.49 ~ 59 台灣省畜產試驗所編印。
3. 洪嘉謨 黃瓊姿 1981 太陽能（塑膠房）乾燥豬糞應用之研究 畜產研究 14(1):1 ~ 13。
4. 洪嘉謨 1984 豬糞尿清除的最佳方法——箱式沖水系統 豐年 33(2): 34 ~ 35, 33(2): 46 ~ 47。
5. 洪嘉謨 1984 無濾料式厭氣發酵槽：提高有機物停留之研究 畜產研究 17(1):99 ~ 124。
6. 洪嘉謨 1984 無濾料式厭氣發酵槽：處理豬糞尿之能力 畜產研究 17(2):241 ~ 254。
7. 洪嘉謨 1984 覆皮式臥置厭氣發酵槽之建造 台灣省畜產試驗所編印。
8. 洪嘉謨 1985 豬糞尿排泄量及其理化性狀測定之研究 中華生質能源學會會誌 4(3、4): 81 ~ 91。
9. 洪嘉謨 邱清選 涂海南 張榮儒 曾秀敏 1986 高雄種畜繁殖場之豬舍糞尿處理研討養豬場廢污處理與再利用研討會 pp.141 ~ 151 成大環工系編印。
10. 洪嘉謨 1987 鴨排泄物處理之研究：鴨糞厭氣發酵處理 畜產研究 20(1):1 ~ 14。
11. 洪嘉謨 林財旺 李茂盛 蘇嘉輝 1989 廢肥豬舍之研究 中畜會誌 18(1 ~ 2):99 ~ 110。
12. 洪嘉謨 林財旺 李茂盛 顏念慈 1990 廢肥豬舍飼養肉豬試驗 中畜會誌 19(3 ~ 4): 197 -

206。

13. 洪嘉謨 龍沙平 林財旺 邱清選 1991 一貫式豬糞尿處理與沼氣利用 台灣省畜產試驗所專輯第10號。
14. 洪嘉謨 林財旺 鄭俊哲 李茂盛 顏念慈 鄭裕信 戴謙 1991 畜試式廢肥豬舍之建造與管理 台灣省畜產試驗所專輯第11號。
15. 洪嘉謨 林財旺 李茂盛 顏念慈 蔡金生 陳義雄 1992 廢肥豬舍介紹 養豬業與環保研討會 pp.1 ~ 10 台灣省畜產試驗所編印。
16. 傅政敏 1989 台灣地區養豬廢水處理方式及效果調查 雜糧與畜產 194:24 ~ 26。
17. 臺灣省畜產試驗所 1990 豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊 台灣省畜產試驗所編印發行。
18. 台灣省政府農林廳 1992 台灣農業年報 pp.6 ~ 7 , pp.18 ~ 19 , pp.156 ~ 157 , pp.170 ~ 173 , pp.324 ~ 327 台灣省政府印刷廠。
19. Koh, M.T., T.H. Chiu and C. Po. 1980. Trial use of biogas as fuel for gasoline engines. Animal waste treatment and utilization. Proceedings International Symposium on Biogas, Microalgae and Livestock Waste-1980, Council for Agriculture Planning and Development. pp.133-140。
20. Hong, C.M., M.T. Koh, T.Y. Chow, P.H. Tsai and K.T. Chung. 1979. Utilization of hog wastes in Taiwan through anaerobic fermentation. FFTC Book Series. No. 16: 119 ~ 133.
21. Hong, C.M., M.T. Koh and T.Y. Chow. 1980. Production and utilization of biogas in Taiwan. Proceedings International Symposium on Biogas, Microalgae and Livestock Wastes-1980. Council for Agriculture Planning and Development. pp. 125 ~ 131.
22. Hong, C.M. 1986 Horizontal-type anaerobic digester. Journal of The Biomass Energy Society of China. 6 (1,2) : 28 ~ 37.
23. Su, N. R. 1972. The fertility status of Taiwan soils. Technical Bul. 8, FFTC. Taipei, ROC.

Treatment and Applied of Animal Wastes

Chia-Mo Hong and Shao-Yi Sheen

Taiwan Livestock Resarch Institute

ABSTRACT

The total production of livestock in 1991 was valued 90,770 million N.T.\$ which was 28.07% of the total value of agricultural production. The total value of hog production in 1991 was \$53,232 million N.T. which equaled to 58.4% of the total value of livestock production of that year. Besides to its No. 1 position of production value in livestock industry, pig industry was notorious for causing the serious pollution problem in Taiwan. In 1991, there were 100,539 dairy cows and 1,143 dairy farms in Taiwan. The average farm size was 88 cows per farm. The poultry industry is also an important industry in Taiwan. At present, most farmers of these two industries are not well equipped for animal wastes treatment.

Methods of animal wastes treatment is largely depends on different styles of animal house. Generally, animal houses with concrete floor need multi-stages treatment to meet the EPA regulation. The present treating processes are: solid material after solid-liquid separation is made composts, and wastewater is successively treated by anaerobic and aerobic processes.

Animal manure produced in slatted-floor or cage houses may be collected and made composts. The animal manure is mixed together with bedding material in manure-bed animal house and is good material for fertilizer. According to the statistical data in Dec. 1992, there were 9,361 big pig farms that raising more than 200 pigs. Among the big pig farms mentioned previously, 1,913 farms are integrated farms that use fish ponds as final receiver for wastewater and 5,166 farms are equipped with wastes treatment facilities. The discharged water of 2,876 farms were able to meet the EPA regulation. The works of teaching the farmers to treat the wastes of dairy, cattle and poultry farms are lately started.

The best way of animal wastes treatment is using it as fertilizer. It was estimated that the daily excretion of animal feces in Taiwan were 27,540 ton in 1991, which were about 7,049 ton of dry weight. Since most of the pig farms in Taiwan clean pig houses with lots of water, the solid manure they can collect from such diluted wastewater is much less than the figure calculated above. The amounts of fertilizers applied in 1991 are 1,409,426 ton of chemical fertilizer and 3,455 ton of composts. Calculated from 900,000 ha of cultivated land, each year 33 million ton

of fertilizer is needed in Taiwan. Therefore, the best way to treat animal wastes should be applied it to cultivated land as plant nutrient and it will do no harm to our ecosystem. This organic farming is beneficial for both the animal husbandry and agriculture.

Utilization is the best way to treat animal manure. Animal manure should be taken as useful resources instead of waste. That is also the spirit of sustainable agriculture.

Key words: Animal wastes treatment, Anaerobic treatment, Actiavated sludge process, Compost