

## 序

隨著工商業的發展及人口的增加，來自各事業單位、家庭之廢棄物量亦日漸增加，其壓力可自近年來常在報章媒體上見到的鄉鎮垃圾之爭感受到。其實，所有農、工、商業之發展目標，不外乎為滿足大眾民生的需求，故在面對廢棄物的處理問題上，應有整體性、客觀性的考量。譬如在評估採用焚化、掩埋或是資源化處理時，不應只估算操作處理成本，而應涵蓋長期對環境的衝擊性；即大環境所付出的成本。可喜的是，廢棄物的解決已逐漸重視產源減量及資源回收再利用。

堆肥處理技術之應用已有相當久的歷史，隨著環境的變化，其應用也由處理農牧廢棄物漸擴展至都市垃圾、下水道污泥，甚至是來自工廠的事業廢棄物。國內近年來農政單位為處理農牧廢棄物已積極推廣農牧廢棄物堆肥化，以利資源永續利用。唯在其它方面的應用仍有待推廣。有鑑於此，本團自 84 年度即成立事業廢棄物堆肥處理技術評估與推廣專案三年計畫，希望藉由堆肥方式使廢棄物達減量及資源化目標。本手冊內容為彙整此專案計劃所收集的資料及執行成果編印成冊，希望藉此提供各界參考應用。

感謝參與本書編寫之張瑛蘭、潘建成、林坤讓等諸位工程師從事資料收集、整理及撰寫，以及江舟峰、蔡宜峰、簡道南及許文彥等委員之審訂，盡心盡力使本冊得以完成，但由於時間匆促，且實務資料蒐集彙整不易，內容如有疏漏之處，尚祈不吝指正為幸。

工業污染防治技術服務團



中華民國八十六年二月

## 第一章 前言

堆肥處理技術應用於農村已有相當久的歷史，早期在農村常可見農民用稻草與禽畜糞混堆，隨著農村生活環境及人力的改變，此景已很少看到。雖然如此，但其應用早已由處理農村廢棄物逐漸擴展至都市生活垃圾、都市下水污泥或工業廢水污泥及一些事業廢棄物。當然在設備上也由早期人工翻堆漸發展為機械翻堆或為密閉式的發酵槽。就資源利用的觀點來看，廢棄物能藉由堆肥處理的方式回收再用於大地，是很好的資源永續利用。

國內自民國 46 年至 66 年間曾設置 22 座垃圾堆肥場，但因成品品質不良、經營管理不善、處理技術欠佳且二次污染嚴重，致使堆肥銷售困難，因而相繼停工。也因此，堆肥有一段時間很少被提出討論。近年來廢棄物清理問題日漸棘手，從鄉鎮的垃圾大戰至事業廢棄物遭掩埋場拒收的窘境，迫使各單位開始尋求適當的處理方式之際，已將堆肥處理納入考量之中。如農林廳為解決日益嚴重的禽畜糞清理問題，已大力推動及獎助設置禽畜糞堆肥場，在民間亦有廠商設置堆肥場，以果菜市場所產生大量的動植物性殘渣為主要處理對象。就環境條件來看，過去垃圾堆肥廠的經營者多抱著獲利的觀念，以致在成品銷售不佳收入短少的情況下，缺乏操作營運的經費，面臨關廠命運，隨著環保要求日益嚴格，廢棄物的管制法規不僅在貯存、清除、處理上有管制標準，同時亦涵蓋回收再利用的精神。亦即業者已不得不付出相當金額且日漸上漲的清理費用，以達廢棄物妥善處置的標準，也因此廠商對經濟且有效的處理技術需求日益殷切。換句話說，污染者付費的制度與觀念的建立，對推動廢棄物資源化有相當助益。

所謂堆肥處理，簡單的說應是將物料經適當的調配，藉由微生物在其中生長繁殖將物料分解成簡單的化合物，而這些化合物再經聚合與縮合反應重組成安定物質的過程。其最佳的操作條件即是提供微生物最佳的生長環境，包括營養源（碳、氮）、水分、溫度、空氣量等。較詳細之原理概論將在下一章節中介紹，而何種物料（廢棄物）適合採堆肥處理呢？基本上只要是不含有害物質的有機類廢棄物，如木屑、動植物性殘渣、污泥等，若經適當調配處理都可成為堆肥。在第三章將介紹堆肥可行性分析與試驗等內容。而操作控制的原理、方法及設備將於後續章節中詳加介紹。當然，資源化產品的銷售成功與否，可說是資源化的成敗關鍵，而如何作好產銷規劃，將藉由國內外一些實廠案例加以說明。

## 第二章 堆肥原理概論

所謂堆肥 (compost)，是指將有機物堆積，讓微生物在其中繁殖、新陳代謝因而消耗生質能源後，所得之殘留物。這些殘留物包括菌體、二次代謝產物及未分解轉化的資材，而這個過程則稱為堆肥化 (composting)。所堆積的有機物應可說是微生物的培養基材。也就是說，這些堆積材料需能提供微生物生長、繁殖所需的營養要素；如碳、氮、水分及空氣。而怎麼做堆肥呢？簡單地說，就是將各種可用資材經適當的處理及調配以營造出適合微生物生長的環境，當提供的生長環境（如營養份、水分、溫度、空氣）愈佳，堆肥處理的效率越高，該如何調配出適合微生物生長的環境呢？通常適合微生物食用的營養份，其 C/N 比約 20~30，當然材料的顆粒不能太大，水分一般控制於 50~60%。對堆肥而言主要為好氧性微生物，故需有足夠的通氣量，同時也需將溫度控制於最有利微生物分解有機物的情況，約 50~70°C。

經堆肥處理後的材料之所以可以做為肥料，主要因堆積材料經微生物分解後，改變了原有的物理及化學性質。如原有堅韌的纖維經堆積發酵後，變成較酥鬆。同時堆積發酵過程溫度會逐漸升高，可殺死一些病菌蟲卵。亦即原有機材料中所含的碳、氮等成份，經由微生物分解後改變了原有的組成與型態，以達適於肥料應具有的性質。

### 2.1 堆肥化過程中微生物的作用

就堆肥化的過程來看，微生物應可算是主角，即當堆積材料所提供的營養分、水分及堆置空間的通氣性等均適宜微生物增殖及生長，則可達有機物分解及穩定化的目的。微生物所需之營養主要用來合成細胞成分，以及維持細胞正常的功能，其營養需求包括 1. 能源：即用來供應細胞合成及細胞活動所需；2. 碳源：碳是微生物生長所需最重要的化學元素，因為碳是組成碳水化合物、脂肪及蛋白質等最基本之元素；3. 無機性養分：包括氮、硫、磷、鉀、鎂、鈣、鐵、鈉、氯等元素，其中氮是氨基酸及蛋白質的主要成分，硫是幾種含硫氨基酸的成份，磷是核酸、ATP 之主要成分，其餘元素之使用包括作為酵素的輔助因子；如鐵，而鈉則與細胞之傳輸有關。4. 微量元素：包括鋅、錳、鈾、硒、鈷、銅、鎳等元素，對微生物而言，其所需的量很少，這些元素主要作為酵素的輔助因子。

微生物生存所需之環境因子，則包括溫度、pH 值、氧氣等。其影響分述如下：

1. 溫度：溫度會影響微生物的生長速率、繁殖方式、形態、代謝反應、甚至營養需求。微生物生長最快的溫度稱為最適生長溫度，依最適溫度的範圍分為嗜低溫菌 (psychrophiles)，最適生長溫度為 15~20°C；嗜中溫菌 (mesophiles)，最適生長溫度 25~40°C；嗜高溫度 (thermophiles)，最適生長溫度 50~70°C。
2. pH 值：一般微生物適合的 pH 值約 6.5~7.5 之間，但部份有機質其分解時所產生的物質會造成 pH 值變化。

3. 氧氣：依微生物對氧氣的需求程度，可分為好氧性微生物 (aerobic microorganism)、兼氧性微生物 (facultative microorganism)、厭氧性微生物 (anaerobic microorganism)、微好氧性微生物 (microaerophilic microorganism) 等幾類，因此對不同微生物應提供其適合之氧氣狀態，就有機物分子分解過程來看，微生物以材料中的有機物質作為碳源和能源，一方面將大分子有機物轉變為小分子化合物，一方面獲得能量，微生物利用獲得的能量和小分子化合物，可以合成菌體。在好氧條件下，大約 50% 的有機物轉變成菌體，50% 的有機物完全氧化成二氧化碳和水。在厭氧條件下，因為微生物以醱酵代謝獲得的能量較少，合成的菌體量較少，大約只有 5% 的有機物轉變為菌體，而 95% 的有機物轉變為醱酵產物，如圖 2.1 所示，即為好氧處理與厭氧處理之代謝情形比較。有機物經好氧處理後，生成二氧化碳、水、氮（或硝酸鹽）等最終產物及菌體。厭氧處理的有機物則先轉換成酒精、有機酸，再分解成二氧化碳、水、硫化氫、氮、甲烷等最終產物及菌體。由圖可見在厭氧條件下產生的菌體量較好氧條件下產生者少得多。

就堆肥化過程而言，為能加速有機物分解，故以在好氧狀態下最利微生物生長。堆肥材料中所含物質包括醣類、胺基酸、蛋白質、脂肪、碳水化合物、纖維素、半纖維素及木質素等，與其分解有關之微生物種類很多，主要包括細菌、真菌及放射菌等三類。表 2.1 為堆肥中與有機物分解有關之微生物。而就堆肥中三種微生物分布情形可參考表 2.2，其顯示堆肥溫度不同時，微生物的種類及數量會隨之改變。另外，以廢水污泥堆肥化時間與菌種數量變化情形來看（如表 2.3），則可看出隨著材料逐漸分解穩定，微生物亦隨之增殖及減少。

在堆積中，實際上各種微生物並非個別或分期獨立活動，實為混合作用，或相互助，或相對敵，或向同一方向進行，或起反對作用，然因環境不同，有時真菌活動最盛，有時嫌氣性菌比較活躍。因此堆肥之腐熟，會因活動之微生物種類不同，而影響其品質。

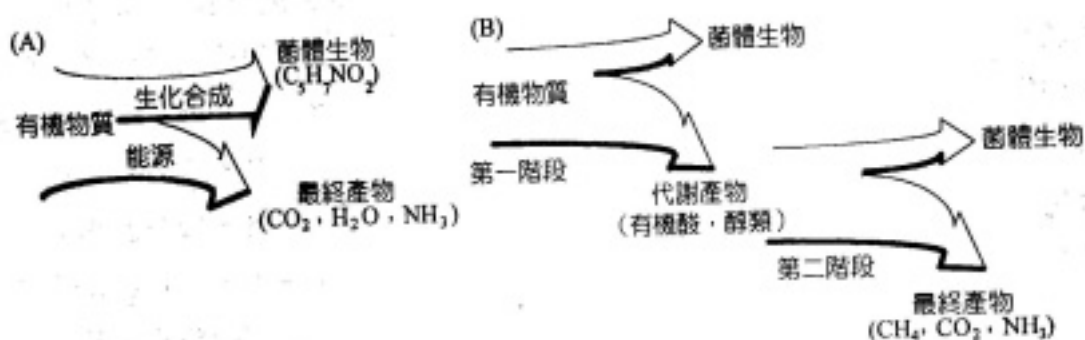


圖 2.1 微生物的好氧性代謝 (A) 與厭氧性代謝 (B) 生成物比較

表 2.1 堆肥中主要有機物之微生物分解情形

可分解成分	微生物	分解率	最終產物
糖類、胺基酸、蛋白質、脂肪、碳水化合物	多種微生物	高	H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> 、NH <sub>3</sub> 、N <sub>2</sub> （中間產物為胺基酸、有機酸、醇類等）
半纖維素	放射菌為主	高	H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> （中間產物為五碳醣及六碳醣等）
纖維素	好氧性細菌、放射菌、真菌及高溫厭氧細菌	中	H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> （中間產物為葡萄糖、醇類等）
木質素	放射菌為主	低	H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> （中間產物為酚類化合物等）

表 2.2 好氧性堆肥化過程微生物數量分布（個/克-濕重）

微生物種類	堆 肥 溫 度		
	<40 °C	40~70 °C	70 °C 至冷卻
細菌			
中溫性	10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>11</sup>
高溫性	10 <sup>4</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup>
放射菌			
高溫性	10 <sup>4</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>5</sup>
真菌			
中溫性	10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup>
高溫性	10 <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>

表 2.3 廢水污泥堆肥化過程微生物數量的變化（×10<sup>5</sup>/克-乾重）

微生物種類	堆 肥 化 日 數		
	0	30	60
好氧性細菌	801	192	113
厭氧性細菌	136	1.8	0.97
放射菌	10.2	5.5	3.7
菌類	8.4	16.5	0.36
氨化細菌	34	240	44
氨氧化菌	43	14	0.37
亞硝酸氧化菌	0.08	0.003	0.003
脫氮菌	1,300	9,900	200
好氧性菌/放射菌	78.5	349	30

## 2.2 堆肥化控制條件

因為原料經堆肥化可製成堆肥，主要利用微生物活動及繁殖改變材料特性。因此堆肥化控制條件即是控制微生物的生長環境，這些因素包括空氣量、水分、營養分、溫度及酸鹼值等，而變化其中任一因素皆會改變堆肥化速度（時間），也就是說當提供微生物的生長環境愈佳，堆肥化所需時間就愈短。故在堆肥化過程應考慮之因素包括：

### 1.堆肥化材料的調配及混合

材料之調配首要在於微生物所需之營養分碳、氮、磷、鉀等。一般微生物菌體其碳氮（C/N）比約 10，故作為微生物食物之有機質其碳氮比也以 10 左右較為理想，但由於一般用於製造堆肥的有機質大多為纖維質材料，故碳氮比約 20~30 即可。倘若碳氮比太高會拖延堆肥化時間，一般可加入適當的含高氮有機物或氮肥，以降低碳氮比至適當程度。其次為易分解有機質與難分解有機質比例需適當配合，如木屑等難分解材料與易分解的糞尿等材料適當混合可加速難分解的有機質分解。

另外為有機質的粒度，一般約 10~20mm，太粗時，由於能被微生物利用的表面積小，分解速度會較慢，太細時，則由於細粒間的空隙太小，會造成氧氣供應孔道不順暢，不利好氣性分解。因此，應視材料之粗細添加副資材（bulking agent）並充分混合，以使混合後之物料有良好之通氣性（孔隙度），避免造成局部通氣不佳，而使溫度不均、水分無法發散、產生臭味等，甚至影響堆肥品質。

### 2.水分

微生物體 80% 左右為水分，故微生物之繁殖需水分極為明顯，而不同菌種對水分之需求各有不同，一般以 60% 左右為佳，太高時，易生成厭氧性細菌，含水量低至一定限度時（約 10%），細菌活動停止。

### 3.通氣量

分解有機物主要為好氣性微生物，故堆肥化期間必須保持通氣良好，若氧氣供給充足，則微生物繁殖快。由於堆肥中央大部分空氣不易流通，且當堆積一段時間後，因有機物分解生成之碳酸氣逐漸累積而趨於飽和，幾無空氣存在，使得厭氧性細菌活動旺盛，但其分解有機物能力緩慢且容易分解形成簡單之有機化合物，如甲烷、硫化氫、有機酸及醇類等。故堆肥須常作翻堆，惟需注意通氣量宜適當，避免翻堆頻率過高，造成溫度不易蓄積，而有抑制作用。

### 4.保溫或附加溫設備

一般堆肥材料以纖維質居多，而纖維質有機物分解溫度以 50~70℃ 的高溫條件最容易進行，但是堆肥化過程常採強制通氣，自然會產生降溫效應，所以要考慮保溫或附加增溫設施。

## 5.維持適當的 pH 值

通常有機質分解時會產生低級脂肪酸和碳酸氫鹽，這些都有很大的緩衝能力，能保持堆肥呈中性。但是依材料性質之不同有可能進行酸性發酵，造成低的 pH 值，阻礙有機質的繼續分解。一般在 pH 值 5.5 以下的場合要添適量的碳酸鈣來保持 pH 在 6.5~7.5 之間。

## 6.微生物的種類及量要充分

雖然很早以前即有人提議用接種人工培養的微生物菌體來促進有機質的發酵，但是目前大部分的有機質堆肥化仍是利用自然界的微生物群。通常生物是依循適者生存的法則。製造堆肥所用的有機質是多樣化的，所以適合利用的微生物何止十種、百種，並且在分解過程的一些條件都會變化，適合各過程階段的微生物群亦隨著變化。通常的做法是取一部分腐熟堆肥做接種劑（堆母），除可提供微生物外，同時也可以加速發酵，縮短堆肥化時間。

## 7.防止肥料成分的漏失

有機質在腐熟過程會將一部分的氮、磷、鉀和其他營養元素固定成為菌體成分，但有一部分則成為無機態的離子存在於堆肥中，此部分極易隨水分流失。所以製造堆肥時要避免雨淋，而由堆肥中流出之水溶液應回收再利用。

## 2.3 堆肥化過程材料的變化

一般有機材料經堆肥化過程，其有機組成分會經由微生物作用，逐漸分解並轉變至穩定化，依各成分參與變化的難易程度，可略分為醣類、澱粉及蛋白質等極易分解部分，半纖維素及纖維素等易分解部份，以及木質素等不易分解部分。就材料中組成分變化來看，其當然受物料堆積方式及堆積時間影響，一般而言，有機物基質中的碳、氮成分總量，因被微生物利用吸收，放在堆肥化過程會逐漸減少，就一般堆積法來看，碳成分損失率約 55~65%，氮成分損失率約 30~40%，而堆肥的乾物重損失率則約 50% 左右，磷及鉀成分總量則無顯著變化。一般利用此模式可大略估算腐熟堆肥中營養要素含量的比例。

由此可知，堆積材料會因微生物的作用漸改變其理化性質，歸納其變化如下：

- 1.物理變化：堆肥堆積後之最初變化為溫度上昇，當堆積二、三日後，溫度即可上昇，若在堆積後二週至三週間，尚不發熱，即使長久放置，亦難望發熱，必須重行堆積。微生物活動開始時，氧化碳水化合物而發熱，溫度上昇促進微生物之化學變化，分解愈盛，溫度愈昇，故由堆肥發熱經過狀態可知微生物活動狀況。若種種條件適當，堆積後約一星期，溫度可達 60~70℃，經過數日後漸下降，下降之速度可因堆積體大小、氣溫高低而異，堆積後二星期，溫度下降至 50~60℃，顯示此時好氣性微生物活動減少。由於水分與空氣缺乏及可利用之養分減少等因素，至 50℃ 左右時，即應進行翻堆。

容積減少，顯示堆積材料腐熟之進度，其減少程度依材料種類、堆積之密度及發熱狀況而異。一般而言，堆肥完熟後，可縮小至原來容積之 50~30%，因材料之軟化，且自身重量之壓積，其體積漸漸減少，中央部分易於陷入，此時必須整形。容積減小在堆積後十日至二星期間最為顯著，對較難分解的材料，容積減少需時較久。

堆積原料堆積經相當時間至完熟後，濕潤柔軟，酥鬆如泥。顏色亦隨之變化，初變成灰色，至溫度下降，變淡棕色，成熟後為深褐色或黑色泥狀物質。

2.化學變化：有機物質在堆積中之化學物變化極為複雜，主要可分含氮與無氮有機物之分解，而無氮有機物之分解為堆肥化之重要化學變化。

可溶性無氮有機物如葡萄糖、糊精等最先分解，次者為澱粉、五碳醣類及一部分之纖維素及半纖維素，分解成簡單之氫、二氧化碳、甲烷、水等，其間尚產生其他中間物如各種有機酸、醇類、醛類等，因種種條件不同而異。複雜之木質素及蠟質等分解極緩，往往不分解而殘留為腐植質之主體。

含氮有機物中含氮百分率高之化合物如糞尿中之尿素、馬尿酸等易於分解者，即變為氨；含氮低如落葉、蒿稈中之複雜氮素化合物，先分解成各種氨基酸，再變為氨；此種氨又可被微生物吸收利用，合成為蛋白質及類似化合物，而為細胞之原形質；成為微生物體之氮素仍可再度分解。氨在堆積材料乾燥時，由硝化菌作用生成硝酸，為堆肥中氮素損失之主要原因。

由上述材料中各成分的物理化學變化結果歸納如下：

- (1) 有機質減少、礦物質百分率增加：有機質因逐漸被微生物分解而減少，而無機成分（礦物質等）因未被消化，因此百分率反而增加。
- (2) 木質素百分率增加：無氮有機物中含量最高者為木質素、纖維及半纖維素，雖在堆積期中均受微生物分解而減少，惟木質素不易分解，百分率反而增加，纖維與半纖維容易分解，百分率顯著減低。
- (3) 氮素減少，百分率則增加：在堆積期中氮素損失勢所難免，然其損失百分率遠較有機質分解為少，故百分率反而增加。
- (4) 蛋白質增加：堆積材料中之各種氮素化合物，大部分已變為存於堆肥中生存或已死亡之微生物體，主要為蛋白質。

而材料因堆肥化改變理化性質，因而具有肥料之功效，其原因包括：

- (1) 減低碳含量：材料中的碳會因微生物作用，逐漸減低，便可直接施用於作物。因若直接施用含碳量高的材料於作物，由於碳經微生物分解過程需要的氮素會由土壤中消耗，而減少土壤中有效氮素（銨或硝態氮），如此，將對作物有害。
- (2) 改善物理性：經微生物分解後，材料中纖維崩解，不良的物理性可因而改善，易於散佈、翻耕及易與土壤混合。
- (3) 減少有害成分：有機物分解時會產生甲烷、氫氣及有機酸，這些物質對作物有害，經醱酵再施用則可減輕此害。
- (4) 殺死病菌蟲卵：堆肥化過程可維持數日高溫期（約 65℃），可殺死病菌蟲卵。
- (5) 增進肥效：一般有機材料中的養分幾乎完全不溶於水，植物利用困難，經由微生物分解可增加其可溶性部分，利於作物吸收。



## 2.4 堆肥品質測定

有機質材料經過微生物的發酵作用製成有機質肥料，其最重要目的在安定有機質材料的性質。所謂安定以化學觀點而言，是將有機質完全分解成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  及其它元素之氧化物，而以生物學和環境觀點而言，其所求的安定為將有機質材料中容易腐敗的部分在控制環境下先行分解，待至殘存部分施到土壤中不會引起環境污染及為害作物的程度，即可視為安定。

在堆肥化產製有機肥料的安定過程，特別稱為「熟成作用」，而已達到安定程度的產品則稱為腐熟堆肥，或堆肥，或堆肥化有機質肥料。由此可知，所謂腐熟所指的是程度差別，並無一定的絕對值。而測定堆肥穩定度的參數很多，由於有機質的組成複雜，通常不能用單一項目的測定值來表示腐熟，通常要列出數個項目的測定值。如表 2.4 所示，是一些文獻所提出測定腐熟度的方法，其中部分需有相當的檢測設備方可進行，故一般會以幾項較簡單之測定方法來判定，如堆肥化過程溫度的變化、發芽率試驗、C/N 比、堆肥的外觀（如顏色、手感、味道等）。

對施用堆肥而言，依其應用目的不同，而有不同的原則及觀點，如以供應營養功效為主，或以改善土壤理化性質為主，其品質要求各有不同，若以供應營養分為目的時，則需（1）營養分供應量大（2）腐熟度高（3）釋放養分速度快。而若用於土壤改良則應有（1）長期效用的特徵（2）穩定性高的特性。除此之外，一般品質尚需注（1）沒有病菌及生蟲現象（2）不含有害物質（3）不易發臭（4）施用時不宜太酸或太鹼（5）在單位價格下，具有最高的乾物量。

另就商品化產品品質要求標準來看，其必須符合依「肥料管理規則」所訂之肥料規格，如禽畜糞堆肥、樹皮堆肥、混合有機質肥料、雜項有機質肥料、垃圾堆肥等，各項品目皆有明訂保證成分（營養分）的低限、有害成分（如重金屬）的高限、及其它規定事項。（內容請參閱附錄）。

## 2.5 堆肥的功效

土壤是作物的培養基，它提供作物生長所需要的「營養分」與「水分」。因此土壤肥力影響作物生長；所謂土壤肥力狹義的說法指土壤有效養分含量，廣義是指一切可影響作物生長之因子，即土壤成份包括無機物、有機物及生物三大要項，在性質上則包括土壤物理、化學及生物三方面。因各區域之土壤性質各有不同，故在作物栽培時，應了解土壤的肥力並配合作物的種類施用肥料。

所謂肥料可指一切物料，不論其施於土壤或植物的葉部，若能提供作物營養分（氮、磷、鉀）或改良土壤理化、生物性質，藉以增加作物產量，或改進產品品質者，均可稱為肥料。肥料一般依其效應可分為直接肥料與間接肥料，前者指可供給作物一種或多種養分，後者指不含養分，但能改良土壤物化性質者。另做種類來區分又可分為無機肥料與有機肥料，其分類如圖 2.2 所示。而堆肥即是屬於有機肥料的一種。

表 2.4 堆肥腐熟度測定方法整理

判定依據	判定方法及指標	文獻作者
1.判定微生物的活動性 1-1 溫度變化 1-2 氧化消耗量 1-3 BOD 曲線 1-4 CO <sub>2</sub> 產生量 1-5 氧化還原單位 1-6 氮之有機化、無機化量	溫度下降已近外界氣溫，經推翻後 溫度仍未上升  曲線 100mg/100g 以下	井の子等（1980）、原田（1983）  松崎（1976）
2.生物學上的判定 2-1 蚯蚓生存試驗 2-2 幼植物試驗 2-3 發芽試驗	蚯蚓可生存於堆肥 發芽性形及根生育狀況 7mm（6 天） 種子發芽率指數 50%以上	瑞穗等（1985） 松崎（1992）、生龜等（1993） 原田（1983）、藤原（1985）、生龜 等（1993）
3.由所含成分變化判定 3-1 C/N 比 3-2 總氮含量 3-3 還原糖百分比 3-4 pH 值變化 3-5 含硝酸銀圓形濾紙 Chormatography 變化	35%以下  邊緣不規則凹凸版型	松崎（1992）  井の子等（1979）、藤原（1985）
4.由物理化學物的特性判定 4-1 形狀 4-2 光學的特性（色） 4-3 陽離子交換容量（CEC） 4-4 硝酸態氮檢出	形狀輪廓均勻，較細 亮度 Y 值 12~13%以下 100me/100g 以上 Diphenylamine test（牛）	井の子等（1980）、生龜等（1993） 井の子等（1980） 生龜等（1993）、松崎（1992） 井の子等（1980）、松崎（1993）

資料來源：林財旺，禽畜糞堆肥化處理，堆肥技術及其利用研討會，1994。

有機質肥料的功效為增加土壤中有機質的含量，一般而言，土壤有機質包含不易分解的腐植質及屬易分解的非腐植質。如來自動物、植物及微生物體的殘體，以及經微生物分解形成游離狀態未被聚合的化合物，如醣類胺基酸、脂肪、蛋白質、核酸等易分解物質屬非腐植質，是以供應植物營養分為主效，而這些物質再經由微生物酵素合成作用或土壤催化成大分子的化合物，屬不易分解是為腐植質。腐植質因聚合物質及年代之不同，所聚合的物質特性也有差異，一般依萃取溶解等特性可分成腐植酸、黃酸、及腐植膠等。這些不易分解的有機質能在土壤中維持較久，以改善土壤之物理及化學性質為主。

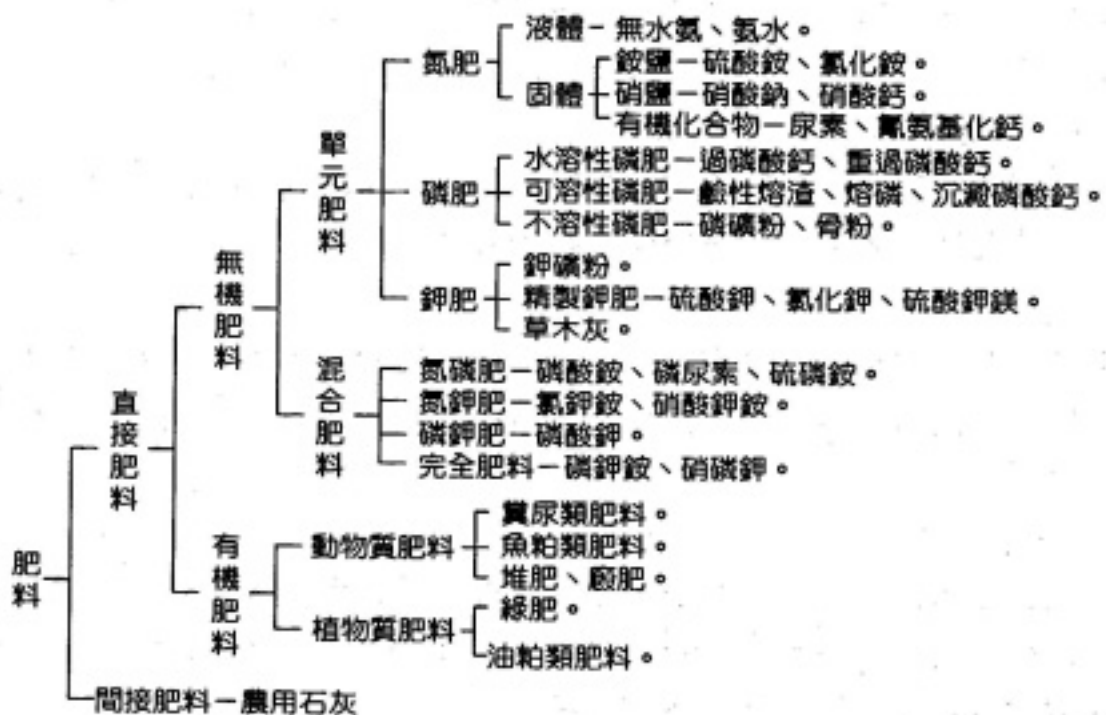


圖 2.2 肥料的分類

有機質肥料的施用對土壤的功效可分成三部分：

#### 1.改善土壤物理性：

- (1) 改善土壤構造：有機的顆粒或斷片使土壤變鬆，而有機質可增加微生物的產物，導致土壤團粒化作用，使土壤構造變好。
- (2) 增加土壤保水力：有機質肥料能直接幫助水分的保持，或間接來自土壤構造的改善而提升土壤保水力。
- (3) 增進土壤通氣性：可使供應根系的氧氣增加，使來自根系間的二氧化碳易於擴散出去。
- (4) 增加土壤溫度：是因有機質的顏色較黑，能吸收較多的熱量，或因間接受到土壤構造改善，而在春季來臨時，將過多的水份排除，有利土溫的上昇。

#### 2.對土壤化學性的改善及作用：

- (1) 增加土壤貯存營養分：在有機質表面貯存、形成可交換性的型式，尤其對含粘粒少的土壤更為重要。
- (2) 經分解可提供植物的營養及能量：有機物分解時，產生無機營養（如氮、磷、硫、微量元素等）及有機營養（如氨基酸、醣類等），以及放出的二氧化碳可進入空氣中，部份可供光合作用的應用基質。

- (3) 分解產物促使貯存的無機營養轉移及增加其有效性：直接受到分解產物的作用釋放有效性營養分，或間接受到分解產物的作用釋放有效性營養分，或間接受到分解產物的酸作用，或降低氧化還原電位，促使一些元素在還原態下的有效性及移動性提高，例如鐵及錳，或間接受影響的磷及鉬。
- (4) 營養的固定化作用：在有機質肥分解的初期，碳氮比大於 30 時，微生物大量繁殖，吸收大量的營養進入菌體中，這種作用叫營養的固定化作用，這時常引起作物與微生物競爭營養。
- (5) 有機肥含有植物生長的活性物質：分解有機肥的過程中，有大量的有機化合物釋出，包括作物生長促進劑與抑制劑，以及類似抗生素的物質，可能直接對作物或對土壤微生物產生影響。

### 3.對土壤微生物的影響：

- (1) 有機肥提供土壤微生物的營養及能量，各種有機物所含成分不同，分解作用的快慢都與所含物質有關，其中木質素的分解速度較慢，能利用木質素的菌種也較少。
- (2) 含氮素較少的腐植質可增進土壤固氮菌的作用，可將空氣中的氮固定成生物能利用的氮素化合物。
- (3) 對土壤有益菌有增進時，對有害菌有制衡作用，是土壤有益微生物相的重要工作，因為微生物間也有相生相剋的現象。

台灣地區農地由於長期施用化學肥料，以致普遍有土壤酸化及有機質缺乏等現象，造成土壤物理性欠佳；如土質硬、通氣性欠佳、保水力差，而影響生產力。堆肥的主要功效即是改良土壤的物理性，以提高地力。

### 第三章 事業廢棄物堆肥可行性試驗

#### 3.1 事業廢棄物特性分析

就各行業可能產生之事業廢棄物，依環保署之分類方式大致可分為 29 項，如表 3.1 所示。當然在選擇堆肥材料時，應首重材料的無害性，其次為可提供植物營養的潛力如何，以及是否具可改善土壤性質的成分等。依此原則來看，如動植物性殘渣、生物污泥、廢木屑、及部份的無機污泥或礦渣等，皆是可作為堆肥材料的物料。而為利於堆肥化的進行，通常會增加一些資材以調整物料特性，如加入木屑使水分降至 50~60%，並增加堆積物的孔隙度，以利於堆肥化進行。一般作為副資材多來自農產廢棄物，如木屑、稻草、蔗渣、稻穀等常用於調整水分，而禽畜糞則多用於增加堆積物的氮成分。

表 3.1 事業廢棄物類別及代碼

代碼	廢棄物類別	說明
1	塔底污泥殘留物	由反應槽、蒸餾槽所產生之廢棄污泥，如蒸餾殘渣、鹵化蒸餾殘渣、非鹵化蒸餾殘渣、廢棄油渣、槽底殘渣、廢棄之焦油等均屬之。
2	有機污泥	凡由生產過程中所產生的污泥為有機者，均為有機污泥，但生物污泥除外，如膠乳廢棄物、聚合樹脂、油性污泥（廢白土）、油水分離器之污泥、油性之殘渣、泥漿、油漆浮渣、及有機合成工廠製程中所排放之餘渣等。
3	生物污泥	經生物處理後所產生之污泥。
4	其他污泥	其他無機污泥，凡由生產過程中所產生之污泥為無機者，如紙漿、造紙製程、電鍍或金屬表面污泥、石灰污泥、明礬及石膏污泥、廢氣洗滌器排出之污泥、脫硫所產生的污泥、含氰化物污泥、含重金屬之污泥、廢藻土。
5	廢溶劑	於生產過程中所產生的溶劑，不能再利用者均屬之，如運輸、電子、電機工業裝配所產生者，金屬表面處理、造漆業、印刷出版業所廢棄之溶劑、凡立水、鹵化溶劑、非鹵化溶劑均屬之。
6	有機廢液	如廢潤滑油、切削油、絕緣油、燃料油，動、植物廢油及其他有機廢液。
7	廢酸	包括廢硫酸、廢硝酸、廢鹽酸、氯化亞鐵廢液等均屬之。
8	廢鹼	如氫氧化鈉、氨、含氰化物等之廢鹼液均屬之。
9	廢塵灰	係由集塵器所清除的灰塵，如熔鐵爐灰塵、高爐灰塵、燃煤灰塵及飛灰、泥沙等。
10	燃燒灰渣	由鍋爐燃燒產生的灰渣，如焦碳灰、爐渣、重油灰、煤屑等。
11	礦渣	金屬冶煉工業所產生之礦渣、煉鋼出渣、不良石炭、不良礦石、翻砂廢砂、鑄物廢砂等均屬之。
12	觸媒	化學反應中做為催化劑者，一段時間之後失效而必須廢棄之觸媒，主要來自石化工業。

表 3.1 事業廢棄物類別及代碼（續）

代碼	廢棄物類別	說明
13	動植物性殘渣	例如魚獸之骨、皮、肉、廢食品、釀造液、豆腐渣、糊渣、蔗渣等。
14	處理事業廢棄物產生生物	指廢料回收工業所產生之廢棄物。
15	感染性廢棄物	於醫療、檢驗、研究或製造過程中，所產生含有病毒、細菌、寄生蟲等微生物之廢棄物。
16	多氯聯苯廢棄物	包括廢 PCB、PCB 廢油，廢 PCB 塗著之非碳用紙，廢 PCB 裝填之電瓶、塗料，及需要處理之 PCB 污染物。
17	廢多氯聯苯電容器	包括廢多氯聯苯電容器及變壓器。
18	石棉	包括含石棉成份之廢建材、廢保溫材料及廢剎車來令片等。
19	農藥	包括含有機磷劑、氨基甲酸鹽、有機氯劑等之農藥廢棄物均屬之。
20	其他化學品	凡由事業機構所產生的廢棄化學品，無法歸入 01 至 19 類廢棄物均屬之。如廢硫磺、石墨等。
21	廢塑膠	於生產過程中所產生的廢塑膠類，包括有塑膠屑、保麗龍、玻璃纖維、塑膠輪胎、廢離子交換樹脂、塑膠袋、尼龍、特多龍、塑膠容器等。
22	廢橡膠	如廢橡膠屑、天然橡膠屑。
23	玻璃或陶瓷器	玻璃屑、玻璃空瓶、紅磚屑、陶磁器屑、廢石膏、水泥製品屑等。
24	建築廢材	如混凝土碎片、耐火材、砂石、水泥等均屬之。
25	廢紙	由生產過程所產生之廢紙屑、紙箱、紙張、鋁箔紙等均屬之。
26	廢木屑	指木材或木製品製造時所產生之木屑、木皮。
27	纖維素物	如廢布、羊毛纖維屑、棉屑、麻屑、草繩等。
28	金屬	鐵、錫、鉛、銅或合金等金屬屑、金屬容器、金屬零件等。
29	其他事業廢棄物	由辦公室、商店、工廠等所排出與生產作業無關之雜屑、紙屑、捆包之塑膠帶及餐廳排出之廚餘及販賣業之雜屑等事業廢棄物。

### 3.1.1 特性分析與堆肥化之關係

對某種廢棄物是否適合作堆肥？需添加何種副資材？其首要步驟就是了解廢棄物的特性為何，如確認其不含有害物質及材料的物性及化學組成等。一般檢測項目包括：1.水分；2.pH 值、電導度；3.有機碳；4.總氮；5.C/N 比；6.有機質；7.其他營養源（磷、鉀、鈣、鎂）；8.重金屬（鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、砷、汞等）。這些特性與堆肥化之關係如下：

## 1.水分

一般堆肥處理屬好氣性發酵，其水分約調整在 50~60% 左右，當水分太高時會發生厭氣現象使發酵速率減緩，水分過低時則不利微生物生長。

以工廠所產生的廢水污泥及動植物性殘渣為例，一般廢水污泥含水率，依各場廢水處理流程與脫水方式及是否乾燥各有不同，不過其範圍大多在 80~85% 之間。而食品工廠所產生之動植物殘渣，其含水率依其處理流程的不同而有很大變化約由 50~90%。唯這些廢棄物因含有機物質豐富，且含水率高，易變成各種病原菌、種子及寄生蟲之溫床，且易由於腐敗產生臭氣。故其堆肥前處理需注意水分控制，一般可藉由添加木屑、稻殼粉等降低含水率並增加通氣性，同時兼具除臭作用，而隨著堆肥處理過程的進行其水分會隨之發散，使含水率降至 30~50% 左右。

## 2.pH 值

一般有機材料分解發酵的 pH 值容許範圍相當廣，由 pH 值 3~11 之間均可進行，通常堆肥的 pH 值不易由外來添加物而改變，在發酵初期如堆積材料之 pH 值過高，易促進銨態氮離子 ( $\text{NH}_4^+$ ) 形成氨氣 ( $\text{NH}_3$ ) 而揮發，pH 值較低則將影響微生物作用之活性，所以適宜堆肥化作用進行之 pH 值範圍應以接近中性為宜，當堆肥完全腐熟時，其 pH 值會呈近中性或微鹼性。

廢棄物之 pH 值依其產生過程而定，以廢水污泥為例，其受混凝劑種類影響，亦即與混凝操作過程之最適 pH 值及所形成之膠羽化合物型態有關。而動植物性殘渣則與其本質及加工流程有關。

## 3.有機碳

堆肥處理過程微生物需要碳素作為營養源，故材料有機碳含量即代表其可供微生物利用比率。另外了解所含有機碳之化合型態如半纖維素、纖維素、木質素含量比例，則可預測其分解速率。一般有機成分依其分解速率可略分為醣類、澱粉及蛋白質等極易分解部分，半纖維素及纖維素等易分解部分，以及木質素等不易分解部分。

堆肥材料隨著微生物在其中繁殖漸漸分解，主要為微生物於繁殖個體及活動時所消耗之能源，一般微生物個體繁殖所需碳氮比約 10，而活動所需之能源為藉由碳變為  $\text{CO}_2$  而得，一般能源所需的碳約 2 倍於個體繁殖的碳，故隨著堆肥進行，材料之總碳會逐漸下降。

## 4.總氮

如前所述，堆肥過程中微生物所需養分為碳與氮，即材料所含之有機氮素，經由微生物吸收分解後，轉化為植物可吸收之型態。一般堆肥材料較缺乏氮素，原則上加氮量愈多，堆肥愈易腐熟，但為避免氮素損失，應調配適當量。一般多以 C/N 比 20~30 左右為佳。

## 5.碳氮(C/N)比

一般土壤微生物體的碳氮比約 10~12，而適合微生物作用之有機物其碳氮比則介於 20~30 範圍內。當堆肥化前有機物基質的碳氮比太高時，會因氮素缺乏，致使微生物無法大量繁殖，堆肥化過程進行相當緩慢。如果碳氮比太低，微生物分解出過多之氮，而易從堆肥中逸散，導致氮素損失。因此藉由各種材料之特性調整適宜之 C/N 比，是堆肥製作之重要條件，而隨著堆肥之進行，一般 C/N 比值會逐漸下降。

## 6.磷、鉀、鈣、鎂

分析這些元素主要為了解有機物中各元素含量，以作為堆肥產品適用作物之選擇參考。各項元素與植物之影響如下。

磷素在植物營養中扮演相當重要的角色，它與植物能量生化反應有關，許多的酵素代謝中需依賴磷酸作用，加上磷素是生物遺傳物質—核酸之組成分，對細胞分裂及分生組織之發育有非常重要的關係，是植物生長及生殖不可缺少的大量元素之一。

鉀是植物生長及抗病的重要營養元素，鉀與植物光合作用、蛋白質合成、輸導作用及蒸散作用的調節等功能有關，其加強植物抗病能力，已被認定是相當重要的功效。雖然植物需鎂量比鉀低，但台灣土壤在多雨環境下，也常見缺鎂的現象。鎂是植物葉綠素的組成分，與磷的代謝、呼吸作用、固氮作用及活化數種酵素有關。

鈣的功效包括：

- (1) 是植物細胞壁的成分，有強化植體的功能，增進根及葉的發育。
- (2) 能協助降低植體中硝態氮含量，活化部分的酵素系統，中和植體的有機酸。
- (3) 是落花生種實發育及各種豆科根瘤著生所必需的元素。
- (4) 可減少土壤酸性，間接影響作物產量，減少錳、銅及鋁的溶解度及其毒性。
- (5) 可增進根系生長環境，有助微生物活性、鉬的有效性及其他養分之吸收。

一般堆肥化過程中有機物基質中磷、鈣、鉀及鎂等成分，在理論上僅有型態上之轉化而不易損失，少數可能損失的途徑是經由肥水流失，因此堆肥化過程中如能將基質中水分含量控制妥當，則必能減少經由此種路徑之損失率。

## 7.重金屬總量

由於堆肥化過程因有機物分解及水分漸減，重金屬並不會消化，故會有累積濃縮現象，而各種有機肥料都有重金屬含量限制，同時施用於作物時亦應注意土壤中重金屬沉積及對各種作物之影響。另重金屬中的鐵、銅、鋅、錳屬植物生長所需之微量元素；如鐵是植物光合作用及呼吸作用中的酵素成分，與植物利用光能及能量合成之系統有關，並有促進氧化還原作用及葉綠素合成等功效；銅是氨基酸合成酵素及氧化還原酵素之重要成分，與氨基酸及蛋白質代謝有密切關係，是葉綠素形成所必需的元素，並直接參與呼吸作用；鋅是蛋白代謝的酵素，與生長荷爾蒙的主成分色氨酸合成有關；錳與許多酵素系統有關，是磷酸化酵素之成分，與光合作用及葉綠素作用有關。但植物對這些微量元素的需要量甚低，如果施用過量將出現毒害。



### 3.1.2 分析方法

#### 1.全氮量

(1) 取 0.2g 樣品放入分解瓶中，加入 5mL 濃硫酸，靜置一夜之後，利用分解爐分解，從低溫 100°C 開始加熱 20~30 分鐘，以除去水分，然後將溫度調至 300°C 左右，加熱至呈醬油色（約 2~3 小時）後，取出，冷卻，加入 3~5mL 30% 之過氧化氫，繼續在 360°C 下加熱半小時，取出，冷卻後，若溶液已呈透明狀即可；若仍是黃色或深色，則繼續加熱分解，直至脫色為澄清為止。分解完畢後，加入少量蒸餾水稀釋溶液，等冷卻後，用 Whatman 42 號濾紙過濾至 50mL 之量瓶中。

(2) 將上述分解液取 5mL，利用 semi-micro-Kjeldahl distillation apparatus 蒸餾，以測定其含氮量。

#### 2.全磷量

取用 1.步驟所分解的分解液，利用鉬黃法呈色，並用分光光度計（UV-2000, Spectrophotometer）於 420nm 下比色，測定其磷含量。

#### 3.全鉀量

取用 1.步驟所分解的分解液，稀釋倍數後，利用火焰光度計測定其含鉀量。

#### 4.全鈣、鎂量

取用 1.步驟所分解的分解液，稀釋倍數後，利用原子吸光儀測定其鈣及鎂含量。

#### 5.pH 值、電導度

稱 40g 樣品置於 500mL 之三角瓶中，如 200mL 蒸餾水，蓋住瓶口，在振盪器上振盪 1 小時後，靜置 24 小時，以 Whatman 42 號濾紙過濾，利用電極法測定 pH 值、電導度（electrical conductivity, EC）。

#### 6.有機碳

採用 Walkley-Black 法，稱 0.1g 樣品放置於 500mL 燒杯中，加 1M 重鉻酸鉀 20mL，再加濃硫酸 40ml，靜置 30 分鐘後，加蒸餾水 400mL，加入指示劑 6 滴，然後用已標定之 0.5M 硫酸亞鐵滴定，另安排做空白對照組。

#### 7.水分

用稱量瓶正確稱取樣品約 2g ( $S_1$ )，在電氣烘箱內以 105°C 之溫度烘乾 4 小時後，於乾燥器（乾燥劑使用無水氯化鈣）內放冷，稱出其乾燥減失重量 (a) 以計算出試樣中之水分含量。其計算式如下：

$$\text{水分含量 (\%)} = a/S_1 \times 100$$

#### 8.有機質

用磁坩堝（經拍 550~600°C 灼熱過）正確稱取供試樣約 2g ( $S_2$ )，在電氣高溫爐內以 550~600°C 之溫度加熱灰化 4 小時後，於乾燥器內放冷，稱出其殘留灰分重量 (b) 以計算出試樣中之有機質含量，其計算式如下：

有機質含量(濕基)(%) = 100 - 水分含量 - (b/S<sub>2</sub> × 100)

$$\text{有機質含量(乾基)(\%)} = \left(1 - \frac{100 \times b}{S_2 \times (100 - \text{水分含量})}\right)$$

#### 9. 鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅總量

主要以濃硝酸、濃硫酸及濃過氯酸(濃  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HClO}_4$ ) 分解, 以原子吸光分光光度計(AA)或感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定。

#### 10. 總砷量

主要以濃硝酸、濃硫酸及濃過氯酸(濃  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HClO}_4$ ) 分解樣品, 先經碘化鈉(NaI)將砷還原為三價砷, 再經氫硼化鈉( $\text{NaBH}_4$ )還原為砷, 再以原子吸光分光光度計(AA)或感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定。

#### 11. 總汞量

樣品中之汞經濃硫酸、硝酸及高錳酸鉀(濃  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4$ ) 氧化為二價汞離子後, 繼續加入"還原劑(氯化亞錫)"以使二價汞還原為汞原子, 再經由氣體載送至吸收管, 以原子吸光分光光譜儀在波長 253.7nm 處、或附有冷蒸氣無歧式汞測定裝置之儀器測定之。

### 3.1.3 國內事業廢棄物特性

為了解來自工廠的事業廢棄物其特性為何, 工業污染防治技術服務團於 84 年 9 月至 12 月選定 50 個事業廢棄物樣品, 委託台中區農業改良場進行特性分析, 共計分析 19 個項目, 包括 1. 總氮、2. 總磷、3. 總鉀、4. 總鈣、5. 總鎂、6. 鹽基飽和度、7. pH、8. 含水率、9. 有機碳、10. 有機質、11. C/N 比、12. 總鎘、13. 總鉻、14. 總銅、15. 總汞、16. 總鎳、17. 總鉛、18. 總鋅、19. 總砷等。彙整各類廢棄物特性分析結果如下:

#### 1. 造紙業廢水污泥

本次共收集 7 家造紙工廠之廢水污泥進行分析, 此 7 家皆為工業用紙之造紙廠。一般此類工廠廢水大部份採物化及生物處理, 由於原料屬二次纖維, 於加工程序中會有纖維殘留於廢水中, 故廢水污泥外觀有明顯之纖維存在, 當污泥脫水後讓其自然風乾, 則易結成硬塊。其特性分析結果整理如表 3.2 所示。若以累積或然率分佈  $P_{50}$  來代表其分析結果, 則可看出此類污泥所含可供植物應用之營養源並不高 ( $\text{N}=1.1\%$ ,  $\text{P}=0.58\%$ ,  $\text{K}=0.39\%$ ,  $\text{Ca}=0.63\%$ ,  $\text{Mg}=0.24\%$ )。另在物化特性上, 其含水率約 80%, 有機碳為 33.4%, 有機質為 57.56%, C/N 比為 30.33,  $\text{pH}=7$ 。在重金屬總量方面  $\text{Cd}=1.39\text{ppm}$ ,  $\text{Cr}=24.48\text{ppm}$ ,  $\text{Cu}=68.95\text{ppm}$ ,  $\text{Hg}=0.22\text{ppm}$ ,  $\text{Ni}=11.58\text{ppm}$ ,  $\text{Pb}=0.08\text{ppm}$ ,  $\text{Zn}=212.5\text{ppm}$ ,  $\text{As}=3.1\text{ppm}$ 。此與垃圾堆肥對重金屬之限制值 ( $\text{Cd}=5$ ,  $\text{Cr}=150$ ,  $\text{Cu}=150$ ,  $\text{Hg}=2$ ,  $\text{Ni}=25$ ,  $\text{Pb}=150$ ,  $\text{Zn}=500$ ,  $\text{As}=50$ ; 單位為 ppm) 相比皆在限制值以下。

表 3.2 造紙業廢水污泥特性分析結果

廢棄物編號 檢驗項目	P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	min	max	average	P <sub>50</sub>	S
1.總氮%	4.23	2.67	1.49	0.8	0.76	0.58	0.33	0.33	4.23	1.55	1.1	1.42
2.總磷%	0.58	1.14	0.29	0.38	1.18	1.02	0.24	0.24	1.18	0.69	0.58	0.41
3.總鉀%	0.25	0.49	0.14	0.21	0.77	0.07	7.58	0.07	7.58	1.36	0.39	2.75
4.總鈣%	0.51	10.92	0.57	9.18	1.73	8.63	0.51	0.51	10.92	4.58	0.63	4.75
5.總鎂%	0.29	0.35	0.08	0.28	0.71	0.1	0.26	0.08	0.71	0.3	0.24	0.21
6.電導度 (ds/m)	1.55	1.65	1.06	0.92	0.71	0.44	0.42	0.42	1.65	0.96	1.12	0.49
7.pH	7.1	7.03	7.27	7.02	7.12	7.13	6.15	6.15	7.27	6.97	6.97	0.37
8.水份%	88.62	85.2	82.3	70.66	77.54	67.96	70.66	67.96	88.62	77.57	77.2	8.08
9.有機碳%	28.04	31.9	27.63	32.38	48.17	36.12	33.15	27.63	48.17	33.92	33.38	6.94
10.有機質%	48.34	55	47.64	55.84	83.06	62.28	57.16	47.64	83.06	58.48	57.56	11.97
11.C/N 比	6.63	11.95	18.54	40.48	63.38	62.28	100.45	6.63	100.45	43.39	30.33	34.1
12.總鎘 ppm	1.5	1.5	1.5	1.25	1.5	1.25	1.25	1.25	1.5	1.39	1.39	0.13
13.總鉻 ppm	21.5	16	24.8	30.5	27.5	26.3	28	16	30.5	24.94	24.48	4.84
14.總銅 ppm	63	54.5	53	55	14.5	88.8	57.5	53	14.5	73.83	68.95	33.75
15.總汞 ppm	0.28	0.25	0.61	0.2	0.11	0.14	0.18	0.11	0.61	0.25	0.22	0.17
16.總鎳 ppm	15.5	14.3	14.3	10.3	11.5	8.75	8.5	8.5	15.5	11.88	11.58	2.85
17.總鉛 ppm	1.5	5.75	ND	5.5	ND	ND	ND	ND	5.75	1.82	0.08	2.66
18.總鋅 ppm	200	223	210	171	214	268	213	171	208	214.14	212.5	29.04
19.總砷 ppm	4.22	2.99	2.44	2.41	3.95	3.95	1.58	1.58	6.06	3.38	3.1	1.5

註：P<sub>50</sub>：累積或然率分佈；S：標準偏差（Standard deviation）

以紙業廢水污泥特性分析結果來看，其 C/N=30 雖符合一般堆肥材料 C/N=20~30 條件，但因含水率 80% 過高，顯示仍需添加副資材以使含水率降至 60%。由於廢水污泥外觀有明顯纖維存在，而此次特性分析並未對碳之化合型態加以分析，即是否含有較高之木質素而影響其分解速率，無法確認。若就產品品質考量，除需符合肥料標準外，同時需有市場性，則可能需添加較富氮源之副資材，如禽畜糞、皮革屑、水產下腳等動物性殘渣，除可提高氮源外，同時可提高分解速率。

## 2. 食品業廢水污泥

本次共收集 15 個食品廠廢水污泥進行分析，由於食品工廠之型態複雜，較難單純區分為某類加工業別，如許多大型食品廠生產之產品幾乎已涵蓋整個食品業，故各廠廢水水質差異性大，不過一般而言，因食品業原料本身已具營養源，採生物處理方式即可達到良好之去除效果，故廢水污泥型態以生物污泥居多。另部分工廠會將化學污泥與生物污泥混合脫水，或生物污泥再經消化處理等。各廠之污泥特性分析結果如表 3.3 所示。若以  $P_{50}$  來代表其分析結果，顯示食品廢水污泥含有較高之氮源（N=3.84%，為造紙業 3.5 倍），其它可供植物利用之成份含量為有機碳=39.06%，磷=0.73%，鉀=0.33%，鈣=1.68%，鎂=0.31%。而在其它物化性質上，含水率=86.7%，pH=6.7，C/N=10.32，顯示若採堆肥處理應添加含水率低，C/N 高之副資材，如木屑等，以提高其 C/N 比，避免氮源損失。

另在重金屬總量方面 Cd=0.72ppm，Cr=24.67ppm，Cu=45.59ppm，Hg= 0.03ppm，Ni=13.31ppm，Pb=0.01ppm，Zn=237.4ppm，As=2.53ppm，皆未超過垃圾堆肥重金屬最高限值。

## 3. 植物性殘渣

本次分析之植物性殘渣主要為豆粕、酒廠酒糟（主成分為米）及麥渣等，其中 2 個豆粕為來自醬油工廠。對食品加工廠而言，動植物殘渣為其典型廢棄物，雖經加工過程，但大部分仍具材料原有之特質。彙整本次分析結果如表 3.4 所示，其可供植物營養成分之  $P_{50}$  值分別為 N=3.2%，P=0.52%，K=0.34%，Ca=1.2%，Mg=0.26%，有機碳=49.4%，顯示大部份材料含有豐富之氮源。另含水率=61.27%，pH=5.91，有機質= 85.13%，C/N=15.44。由以上之特性來看此類廢棄物為堆肥之良好材料。且目前已有部分工廠將殘渣送交堆肥廠處理。另在重金屬總量方面 Cd=0.66，Cr=19.2，Cu=41.1，Hg=0.07，Ni=9.53，Pb=1.5，Zn=125.7，As=1.03（單位為 ppm），均未超過垃圾堆肥重金屬含量最高限值。

表 3.3 食品業廢水污泥特性分析結果

廢棄物編號 檢驗項目	F002	F003	F005	F007	F008	F009	F010	F011	F014	F015	F016	F020	F022	F024	F027	min *	max *	average *	P <sub>50</sub> *	S *
1.總氮%	3.14	1.95	4.04	3.88	1.96	3.30	3.92	4.78	4.93	4.44	3.84	3.45	3.86	3.84	0.30	1.96	5.33	3.94	3.84	0.86
2.總磷%	1.45	1.31	1.04	1.88	1.52	2.21	1.01	0.80	0.04	0.36	0.27	1.26	1.64	0.84	0.05	0.04	2.21	1.04	0.73	0.67
3.總鉀%	0.36	0.13	0.30	0.53	0.33	0.74	0.79	0.82	0.04	0.66	0.40	0.32	0.27	0.39	0.03	0.04	0.82	0.44	0.33	0.26
4.總鈣%	8.77	0.54	1.98	0.73	0.83	0.21	1.45	10.78	2.05	1.29	0.85	0.62	0.98	8.14	0.70	0.21	10.78	3.03	1.68	3.61
5.總鎂%	0.72	0.08	0.35	0.35	0.59	0.13	0.58	0.65	0.13	0.29	0.11	0.30	0.32	0.39	0.05	0.11	0.72	0.37	0.31	0.21
6.電導度 (ds/m)	3.63	1.11	1.71	1.82	2.62	1.94	1.64	1.78	1.86	1.33	13.75	1.97	1.23	2.95	6.10	1.23	13.75	3.03	2.35	3.30
7.pH	7.33	6.23	6.60	6.94	6.68	6.87	7.01	7.36	6.77	6.67	5.16	5.78	6.49	6.19	8.29	5.16	7.36	6.72	6.70	0.57
8.水份%	93.20	70.74	91.78	86.09	86.92	88.60	84.49	88.08	89.07	94.47	84.76	-	73.29	81.95	-	73.29	94.47	80.21	86.70	5.65
9.有機碳%	26.30	35.37	42.34	37.16	46.68	32.90	45.26	38.59	42.90	30.74	53.70	33.83	37.35	36.95	7.12	26.30	53.70	39.72	39.06	7.37
10.有機質%	45.40	60.98	73.01	64.07	80.49	56.80	78.03	66.55	73.96	53.00	92.58	58.33	64.39	62.67	12.27	45.40	92.58	68.40	67.27	12.73
11.C/N 比	8.38	18.14	10.48	9.58	23.82	9.97	11.55	8.07	8.70	6.92	13.98	9.80	9.68	9.62	23.70	6.92	23.82	10.72	10.32	4.31
12.總鎘 ppm	1.00	5.50	1.00	1.00	3.50	1.00	3.50	1.50	2.00	3.00	ND	0.90	1.50	1.00	0.05	0.00	3.50	1.61	0.72	1.09
13.總鉻 ppm	20.50	29.00	49.00	19.00	35.30	15.30	40.50	17.50	25.30	19.00	21.80	ND	45.80	14.50	ND	14.50	49.00	24.88	24.67	12.33
14.總銅 ppm	72.30	1040	114	17.80	86.00	36.50	39.00	92.00	56.80	54.30	27.80	44.40	97.50	6.00	7.65	6.00	114.00	57.26	45.59	33.03
15.總汞 ppm	0.08	0.17	0.27	ND	0.18	0.02	0.08	0.17	1.10	0.18	0.01	ND	1.19	ND	ND	ND	1.19	0.25	0.03	0.42
16.總鎳 ppm	20.00	15.50	21.50	7.25	16.50	6.25	12.00	40.00	15.80	13.00	11.30	7.90	15.30	9.50	ND	6.25	40.00	15.10	13.31	8.85
17.總鉛 ppm	4.00	19.50	49.30	ND	ND	ND	59.30	17.80	18.30	ND	ND	ND	ND	9.75	ND	ND	59.30	12.19	0.01	20.49
18.總鋅 ppm	162	1148	281	192	476	480	82.5	611	470	375	44.50	143	293	230	14.4	44.5	611	272.31	237.4	168.3
19.總砷 ppm	4.36	0.49	4.93	0.39	9.84	4.16	2.33	21.99	8.10	1.65	0.16	3.00	1.23	1.25	0.18	0.16	21.99	4.88	2.53	5.90

註：1.\*F003、F020、F027 不計

2.P<sub>50</sub>：累積或然率分佈；S：標準偏差（Standard deviation）

表 3.4 植物性殘渣特性分析結果

廢棄物編號* <sup>1</sup> 檢驗項目	F017	F023	F026	W003	W006	W008	min* <sup>2</sup>	max* <sup>2</sup>	average* <sup>2</sup>	P <sub>50</sub> * <sup>2</sup>	S* <sup>2</sup>
1.總氮%	5.39	2.66	2.66	4.28	2.05	0.27	2.05	5.39	3.41	3.20	1.38
2.總磷%	0.93	0.51	0.30	0.58	0.45	0.24	0.30	0.93	0.55	0.52	0.23
3.總鉀%	0.49	0.26	0.94	0.49	0.08	0.11	0.08	0.94	0.45	0.34	0.32
4.總鈣%	0.87	7.17	1.13	0.42	0.84	2.09	0.42	7.17	2.09	1.20	2.85
5.總鎂%	0.31	0.35	0.25	0.25	0.18	0.11	0.18	0.35	0.27	0.26	0.06
6.電導度 (ds/m)	2.54	1.45	0.02	2.56	0.84	2.86	0.02	2.56	1.48	0.69	1.10
7.pH	6.49	5.55	5.50	5.92	6.16	3.54	5.50	6.49	5.92	5.91	0.42
8.水份%	36.89	77.78	47.76	87.92	71.67	-	36.89	87.92	64.40	61.27	21.32
9.有機碳%	43.61	46.62	44.16	56.77	57.56	5.45	43.61	57.56	49.74	49.40	6.87
10.有機質%	75.18	80.38	76.16	97.87	99.24	9.39	75.18	99.24	85.77	85.13	11.85
11.C/N 比	8.09	17.53	16.60	13.26	28.08	20.19	8.09	28.08	16.71	15.44	7.35
12.總鎘 ppm	2.00	1.00	0.25	0.50	0.50	ND	0.25	2.00	0.85	0.66	0.07
13.總鉻 ppm	74.30	61.80	1.50	9.75	38.30	ND	1.50	74.30	37.23	19.20	31.67
14.總銅 ppm	109.00	79.00	22.00	26.30	23.50	0.10	22.00	109.00	51.96	41.10	39.85
15.總汞 ppm	0.16	0.64	0.02	0.01	0.07	ND	0.01	0.64	0.18	0.07	0.26
16.總鎳 ppm	30.80	13.80	3.75	4.00	12.30	ND	3.75	30.80	12.93	9.53	11.01
17.總鉛 ppm	39.50	47.50	ND	1.00	41.00	ND	ND	47.50	25.80	1.50	23.29
18.總鋅 ppm	457.00	156.00	46.50	102.00	92.80	1.48	46.50	457.00	170.86	125.70	164.62
19.總砷 ppm	1.03	0.74	3.15	1.46	0.33	0.04	0.33	3.15	1.34	1.03	1.09

註：1.F017：豆粕、F023：五穀殘渣、F026：豆粕、W003：酒糟粕、W006：麥渣、W008：酒糟

2.W008 不計

3.P50：累積或然率分佈；S：標準偏差（Standard deviation）

#### 4. 茶渣

茶類飲料為近年來食品加工業新發展且盛行之產品，隨著銷售量的增加，所產生茶渣量亦日漸增加。此次共收集 4 個茶渣樣品進行分析。茶渣產生流程相當簡單，即茶葉經熱水浸泡後與茶汁分離即是，故其特性差異可能是原料本身的不同。依分析結果彙整如表 3.5 所示，若以  $P_{50}$  值來代表其特性， $N=2.6\%$ ， $P=0.43\%$ ， $K=0.67\%$ ， $Ca=1.67\%$ ， $Mg=0.27\%$ ，有機碳=46.2%， $C/N=17.56$ ，有機質=84.1%，水份=74.28%， $pH=6.44$ 。由以上特性來看，顯示茶渣仍含有氮等營養源，但水分偏高。另在重金屬總量方面  $Cd=0.006$ ， $Cr=6.95$ ， $Cu=18.94$ ， $Hg=0.004$ ， $Ni=3.15$ ， $Pb=0.012$ ， $Zn=25.4$ ， $As=0.16$ (單位=ppm)，皆遠小於垃圾堆肥之重金屬含量最高限制。

#### 5. 過濾介質

此次共收集 5 種過濾介質，包括矽藻土、白土等，其主要來自粗成品純化過程之助劑，如油脂過濾用的白土；果糖、醬油、酒等過濾用的矽藻土等。依其產生過程來看，廢棄過濾介質表示已吸附相當之雜質；故其特性為原始介質再加上粗成品之性質，如油脂、果糖、醬、酒等及其它雜質。其分析結果彙整如表 3.6 所示，由於來源及產出過程差距頗大，故性質變化亦很大，以氮源來看，最小值為 0.03，最大值為 4.02，顯示過濾物質的差異性(如酒、糖、油等)。其它性質如  $P=0.12\sim 0.69\%$ ， $K=0.10\sim 0.87\%$ ， $Ca=0\sim 0.70\%$ ， $Mg=0.08\sim 0.71\%$ ，有機碳=3.51~52.5%，有機質=6.05~90.52%， $C/N=13.06\sim 482.14$ ；皆可看出其特性的差異。另其含水率一般皆偏低，約 10~15%左右，且偏酸性( $pH=3.09\sim 4.67$ )是特性較為相近的部分。而在重金屬總量方面，其測定值大部分皆低於垃圾堆肥之最高限值，唯有 2 個樣品之總砷含量偏高是值得注意的。

#### 6. 酒廠廢水污泥

目前酒廠產生之廢棄物主要為穀類、水果等經醱酵後之殘渣(如米酒糟、麥渣、葡萄渣等)及廢水污泥。本次共收集 5 個酒廠廢水污泥樣品進行分析，其分析結果彙整如表 3.7 所示，以  $P_{50}$  代表其分析結果  $N=2.7\%$ ， $P=0.6\%$ ， $K=0.17\%$ ， $Ca=1.35\%$ ， $Mg=0.49\%$ ，有機碳=36.9%，顯示仍含些許氮源，另含水率=80%，有機質=63.6%， $pH=6.4$ ， $C/N=13.69$ 。由此來看，若欲採堆肥處理則需添加  $C/N$  比較高、含水率低之副資材。此些特性與食品廢水污泥相近，在重金屬總量方面  $Cd=1.36$ ， $Cr=14.67$ ， $Cu=47.2$ ， $Hg=0.05$ ， $Ni=8.59$ ， $Pb=2.15$ ， $Zn=67.2$ ， $As=3.37$ (單位為 ppm)，均遠低於垃圾堆肥中重金屬含量最高限制。

#### 7. 其它類

此次分析亦包括皮革廠之廢水污泥、皮革屑、2 家化工廠之廢水污泥、味精醱酵母液及燃燒灰渣等共計 8 個樣品。其分析結果彙整如表 3.8 所示，其中皮革屑為鉻鞣前之削邊、磨皮所產生之皮屑，為動物性殘渣，由分析結果顯示含氮量相當高，且無重金屬問

表 3.5 茶渣特性分析結果

廢棄物編號 檢驗項目	F001	F004	F006	F013	min	max	average	P <sub>50</sub>	S
1.總氮%	3.31	2.94	2.49	1.98	1.98	3.31	2.68	2.60	0.57
2.總磷%	0.24	0.35	0.33	1.21	0.24	1.21	0.53	0.43	0.45
3.總鉀%	0.98	0.72	0.53	0.53	0.53	0.98	0.69	0.67	0.21
4.總鈣%	0.95	2.48	1.01	3.27	0.95	3.27	1.93	1.67	1.14
5.總鎂%	0.24	0.26	0.25	0.36	0.24	0.36	0.28	0.27	0.06
6.電導度 (ds/m)	1.38	0.74	0.62	0.99	0.62	1.38	0.93	0.89	0.34
7.pH	6.01	6.76	6.68	6.33	6.01	6.76	6.45	6.44	0.34
8.水份%	74.32	78.69	80.80	66.12	66.12	80.85	75.00	74.28	6.51
9.有機碳%	35.84	51.72	46.60	52.72	35.84	52.72	46.73	46.20	7.73
10.有機質%	26.79	89.17	80.40	90.89	76.79	90.89	84.32	84.10	6.80
11.C/N 比	10.83	17.59	18.71	26.63	10.83	26.63	18.44	17.56	6.47
12.總鎘 ppm	ND	0.25	ND	0.50	ND	0.50	0.19	0.006	0.24
13.總鉻 ppm	2.50	4.50	3.50	9.50	2.50	9.50	5.00	6.95	3.11
14.總銅 ppm	12.50	25.50	21.80	18.50	12.50	25.50	19.58	18.94	5.52
15.總汞 ppm	0.02	0.01	ND	0.02	ND	0.02	0.01	0.004	0.01
16.總鎳 ppm	2.00	3.25	2.75	5.50	2.00	5.50	3.38	3.15	1.51
17.總鉛 ppm	3.50	ND	0.75	ND	ND	3.50	1.06	0.012	1.66
18.總鋅 ppm	20.00	26.50	25.50	30.80	20.00	30.80	25.70	25.40	4.44
19.總砷 ppm	0.20	0.21	0.05	0.29	0.05	0.29	0.19	0.16	0.10

註：P<sub>50</sub>：累積或然率分布；S：標準偏差（Standard deviation）



表 3.6 過濾介質特性分析結果

廢棄物編號* 檢驗項目	F018	F019	F021	F025	W005	min	max	average	P <sub>50</sub>	S
1.總氮%	1.11	0.03	0.07	1.17	4.02	0.03	4.02	1.28	0.41	1.63
2.總磷%	0.30	0.12	0.26	0.34	0.69	0.12	0.69	0.34	0.29	0.21
3.總鉀%	0.44	0.41	0.43	0.10	0.87	0.10	0.87	0.45	0.37	0.27
4.總鈣%	0.16	0.00	0.20	0.70	0.43	0.00	0.70	0.30	0.31	0.27
5.總鎂%	0.09	0.71	0.19	0.08	0.16	0.08	0.71	0.25	0.17	0.26
6.電導度 (ds/m)	18.01	0.87	0.61	0.47	2.33	0.47	18.01	4.46	1.60	7.61
7.pH	4.03	3.09	3.66	4.64	4.67	3.09	4.67	4.02	3.97	0.67
8.水份%	-	-	-	9.03	10.58	-	-	-	-	-
9.有機碳%	15.06	3.51	33.75	32.52	52.50	3.51	52.50	27.47	19.80	18.84
10.有機質%	25.97	6.05	58.18	56.06	90.52	6.05	90.52	47.36	34.14	32.48
11.C/N 比	13.57	117.00	482.14	27.79	13.06	13.06	482.14	130.71	48.84	201.15
12.總鎘 ppm	0.23	3.73	3.13	0.50	0.25	0.23	3.73	1.57	0.80	1.72
13.總鉻 ppm	6.93	7.33	10.50	4.50	1.50	1.50	10.50	6.15	5.14	3.36
14.總銅 ppm	3.93	8.15	9.65	4.00	6.50	3.93	9.65	6.45	6.04	2.52
15.總汞 ppm	ND	ND	ND	ND	0.01	ND	0.01	ND	0.00	0.01
16.總鎳 ppm	3.93	2.53	6.15	2.50	3.50	2.50	6.15	3.61	3.41	1.49
17.總鉛 ppm	0.33	ND	ND	2.25	1.25	0.33	2.25	0.77	0.98	0.96
18.總鋅 ppm	8.48	12.90	18.30	58.00	16.80	8.48	58.00	22.90	18.11	19.99
19.總砷 ppm	50.30	ND	ND	20.05	0.66	0.66	50.30	14.20	8.73	25.02

註：1.F018：矽藻土、F019：矽藻土、F021：廢白土、F025：矽藻土、W005：矽藻土

2.P<sub>50</sub>：累積或然率分布；S：標準偏差（Standard deviation）

表 3.7 酒廠廢水污泥特性分析結果

廢棄物編號 檢驗項目	W001	W002	W004	W007	W009	min*	max*	average*	P <sub>50</sub> *	S*
1.總氮%	6.80	2.00	2.61	1.49	0.31	1.49	6.80	3.23	2.70	2.43
2.總磷%	0.85	0.23	0.77	0.87	0.12	0.23	0.87	0.68	0.60	0.30
3.總鉀%	0.47	0.06	0.20	0.15	0.14	0.06	0.47	0.22	0.17	0.18
4.總鈣%	0.28	0.77	1.50	10.30	0.54	0.28	10.30	3.21	1.35	4.75
5.總鎂%	0.23	0.25	0.30	3.26	0.09	0.23	3.26	1.01	0.49	1.50
6.電導度 (ds/m)	2.94	0.97	1.61	3.24	2.49	0.97	3.24	2.19	1.96	1.08
7.pH	6.07	6.33	6.44	6.76	6.96	6.07	6.76	6.40	6.40	0.29
8.水份%	82.20	82.20	83.66	72.67	-	72.67	83.66	80.18	80.00	5.06
9.有機碳%	57.45	57.28	25.49	22.12	0.64	22.12	57.45	40.59	36.90	19.42
10.有機質%	99.05	98.76	43.95	38.13	1.09	38.13	99.05	69.97	63.60	33.49
11.C/N 比	8.45	28.64	9.77	14.80	2.06	8.45	28.64	15.43	13.69	9.23
12.總鎘 ppm	1.00	0.50	1.00	6.75	ND	0.50	6.75	2.31	1.36	2.97
13.總鉻 ppm	5.75	2.75	57.50	51.00	ND	2.75	57.50	29.25	14.67	29.02
14.總銅 ppm	36.30	13.00	72.80	143.00	0.08	13.00	14.30	66.28	47.20	56.76
15.總汞 ppm	0.02	0.01	0.07	0.34	0.01	0.01	0.34	0.11	0.05	0.16
16.總鎳 ppm	3.75	5.25	16.30	17.00	ND	3.75	17.00	10.58	8.59	7.05
17.總鉛 ppm	2.00	2.50	8.50	0.50	ND	0.50	8.50	3.38	2.15	3.52
18.總鋅 ppm	52.30	27.50	52.80	268.00	0.28	27.50	268.00	100.15	67.20	112.52
19.總砷 ppm	1.46	0.40	1.40	57.10	0.01	0.40	157.00	40.09	3.37	78.01

註：1.\*W009 不計

2.P<sub>50</sub>：累積或然率分布；S：標準偏差 (Standard deviation)

表 3.8 其它類廢棄物特性分析結果

廢棄物編號 <sup>*1</sup> 檢驗項目	A001	A002	A003	A004	A005	A006	F012	F028	min <sup>*2</sup>	max <sup>*2</sup>	average <sup>*2</sup>	P <sub>50</sub> <sup>*2</sup>	S <sup>*2</sup>
1.總氮%	10.28	7.93	2.22	2.81	4.23	3.45	0.95	11.93	2.22	4.23	3.18	3.09	0.86
2.總磷%	0.07	0.42	0.45	0.52	0.46	1.26	0.35	0.13	0.45	1.26	0.67	0.61	0.39
3.總鉀%	0.51	0.03	0.03	0.23	0.35	0.32	0.15	3.37	0.03	0.35	0.23	0.17	0.14
4.總鈣%	9.39	0.67	0.57	0.42	0.78	0.62	9.18	1.69	0.42	0.78	0.60	0.58	0.15
5.總鎂%	0.37	0.18	0.06	2.42	0.25	0.30	0.36	0.59	0.06	2.42	0.76	0.32	1.11
6.電導度 (ds/m)	2.65	0.95	1.69	3.73	1.11	1.97	12.02	0.05	1.11	3.73	2.13	1.93	1.13
7.pH	4.84	5.92	0.89	7.17	7.33	5.78	9.89	3.60	5.78	7.33	6.79	6.76	0.70
8.水份%	53.19	6.99	83.07	74.86	54.79	-	31.81	-	54.79	83.07	53.18	69.84	14.55
9.有機碳%	35.67	55.41	17.18	20.24	24.29	33.83	13.91	36.25	17.18	33.83	23.89	23.12	7.24
10.有機質%	61.49	95.53	29.62	34.90	41.88	58.33	23.99	64.00	29.62	58.33	41.18	39.86	12.49
11.C/N 比	3.47	6.99	7.74	7.20	5.74	9.81	14.64	3.04	5.74	9.81	7.62	7.48	1.69
12.總鎘 ppm	ND	0.50	2.00	1.50	1.75	11.90	3.00	ND	1.50	11.90	4.29	2.81	5.08
13.總鉻 ppm	ND	ND	4,699.00	89.50	13.00	418.00	120.00	ND	13.00	4,699.00	1,304.88	218.64	2,269.56
14.總銅 ppm	1.00	17.80	123.00	73.50	132.00	131.00	225.00	0.50	73.50	132.00	114.88	111.82	27.88
15.總汞 ppm	0.04	0.07	ND	1.68	3.46	0.07	ND	ND	0.07	3.46	1.30	0.74	1.70
16.總鎳 ppm	0.75	2.50	92.00	53.30	10.80	166.00	22.00	0.03	10.80	166.00	80.53	54.45	65.93
17.總鉛 ppm	ND	53.30	366.00	ND	ND	60.80	702.00	ND	60.80	366.00	106.70	149.17	215.81
18.總鋅 ppm	3.25	64.00	549.00	ND	1,056.00	276.00	286.00	2.40	276.00	1,056.00	470.25	542.89	395.81
19.總砷 ppm	0.32	0.59	4.42	7.40	20.05	ND	1.45	0.06	4.42	20.05	7.97	8.69	8.30

註：1.A001：皮革屑 I、A002：皮革屑 II、A003～A006：廢水污泥、F012：燃燒灰渣、F028：醱酵母液

2.A001,A002,F012,F028 不計

3.P<sub>50</sub>：累積或然率分布；S：標準偏差 (Standard deviation)

題。唯皮革廠之廢水污泥含鉻量超出標準甚多（A 廠總鉻量高達 4,700ppm）。就廢水污泥之特性來看，各工廠污泥當然與行業別有絕對關係，若以植物可應用之營養源及其它物性來看，與食品業等之廢水污泥差異不大，如 C/N 比約 7.5 左右，即可利用之碳源偏低。但在重金屬總量則有顯著差異，尤其受行業特性直接影響，部份工廠有幾項重金屬總量都超出標準值甚多，是值得注意的問題。

一般民眾對來自工廠的廢棄物常有錯誤的觀念，即認為必含有有害物質，但有害的認定標準與其應用的方法有相對的關係，故不可以偏蓋全。對以堆肥方式來處理，必需注意的是避免對作物有害，同時應不致污染土壤。前項條件會因作物的種類而有不同的程度的要求，如花卉與果樹其可承受的變異性即有不同。而後者主要為重金屬的累積問題，某些作物對特定重金屬會有吸收現象，而某些作物則不然。對土壤而言，則是需注意重金屬累積的問題，因此對部分堆肥其重金屬含量雖未超過標準，但需考量長期施用造成的效應，因此需有明確的施用規範及監測方法。

綜合以上分析結果來看，來自工廠的事業廢棄物普遍含水率偏高的現象，對擬採堆肥方式處理而言，需添加副資材以調整含水率至適於堆肥化的條件（約 50~60%），同時可增加孔隙度以利於好氣性微生物的繁殖。就可提供作物養分的含量來看，依行業別及產生源有很大的變化，一般以來自食品廠的動植物殘渣及廢水污泥較具氮源，唯其 C/N 比普遍低，顯示需添加木屑或稻殼粉等材料以提高 C/N 比。對重金屬總量變化情形，除部分因來自製程單元（如皮革鉻鞣單元）外，大部分均在限制值以下。其實在目前使用最普遍的堆肥原料—禽畜糞，其亦有重金屬含量過高的困擾，如豬糞因飼料添加物含銅、鋅，故部分其總銅量會超過標準值，而總鋅亦會偏高，依此來看，並非來自農產廢棄物就不含有害物質，來自工廠就易含有害成分，而是應於選擇物料前，做完整的特性分析，以確認材料性質利於後續堆肥製程。

## 3.2 堆肥化試驗

堆肥化的目的在於使有機物經微生物作用，轉化成穩定的有機物組成分；而堆肥化試驗目的即在了解轉化過程中各控制參數對堆肥品質的影響；如不同的有機物資材配比、不同的堆積方式（通氣或不通氣）等。而由堆肥化前後資材成份的變化情形，則可作為調整堆肥化參數的根據。由於影響堆肥化的因子頗複雜，且目前對碳、氮及磷等養分在有機物堆肥化過程中之變化及其相關影響條件之研究尚無定論。故在此並不就個別影響因子的測定方法加以介紹，而藉由相關試驗過程及結果來討論肥化試驗的方法。

### 3.2.1 桃園區事業廢棄物堆肥化試驗

配合工業污染防治技術服務團專案計畫工作的執行，特於台中區農業改良場進行事業廢棄物堆肥可行性試驗，本試驗之目的為了解試驗前後資材物理及化學變化情形，並進行堆肥成品成效評估。

如前節所述，事業廢棄物經過營養分及重金屬等成份分析，由有配合意願之工廠提供廢棄物，並依各種廢棄物之成份特性調配用量，如於桃園地區共收 4 家工廠的廢棄物混合進行堆肥試驗，包括 A 公司之廢水污泥(廢棄物編號：P002)1.5 噸、B 公司之茶渣(F006)0.5 噸、廢水污泥(F007)1.0 噸、C 公司之廢水污泥(F009)1.5 噸、D 公司之廢水污泥(F016)0.5 噸、豆粕(F017)1.0 噸、矽藻土(F018)0.5 噸，及稻穀 0.8 噸，同時添加 25 公斤腐熟堆肥作為菌種，各類物料特性分析如表 3.9。

由於大部分事業廢棄物含水率普遍高，對堆肥化含水率需控制於 50~60%，故需添加含水率低且可增加孔隙之資材；如稻穀。當然添加材料應就取得的便利性及經濟性加以考慮，而添加腐熟堆肥為提供堆肥化所需的微生物。

#### 1.堆肥製作方式

各項廢棄物，由各廠自行採樣再運送至台中農改場，利用小型鏟裝機進行混合，並堆積成 5m 長、6m 寬、1.5m 高的自然錐狀體，堆於設有頂棚之堆肥試驗場內，於堆肥中層插入溫度計量測堆肥中層每日溫度變化，而每隔 7 日利用鏟裝機翻堆一次。(如圖 3.1 所示)

#### 2.堆肥過程溫度變化

此堆肥試驗共進行 70 天，其溫度變化如圖 3.2 所示，由溫度變化曲線來看，當堆積到第 17 日溫度才達 67°C，顯示溫度上升太慢(一般約於第 7 日即可達 60°C 以上之高溫期)，分析原因應是含水率過高，而高溫期(65°C 以上)持續近 30 天，可能為堆積體過於龐大，且翻堆次數不足所致，故於堆積後第 53 天起每 3 天翻堆一次，以促使溫度維持於中溫期，加速纖維質的分解。

#### 3.堆肥成品特性分析結果

堆肥成品其特性分析結果為 N=2.97%、P=1.06%、K=0.96%、Ca=1.51%、Mg=0.22%、EC=6.77、pH=6.72、有機質=54.68%、有機碳=31.71%、含水率=41.3%、C/N=10.68，重金屬總量方面，Cu=12ppm,Zn=136ppm，種子發芽率指數=50%，Na=3.16%。

### 3.2.2 E 紙廠廢水污泥堆肥試驗

#### 1.堆肥製作方式

由工廠供廢水污泥並混合其所在區域可取得之副資材。依副資材之不同分成 A、B 二堆，其中 A 堆為廢水污泥 7.5 噸、豬糞 0.5 噸、稻穀 0.5 噸，B 堆為廢水污泥 7.5 噸、蔗渣 0.5 噸、菜子粕 0.4 噸，各物料之特性如表 3.10 所示。各物料以小型鏟裝機混合並堆積成自然錐狀，於每日量測堆肥中層溫度變化，並每隔 7 日翻堆一次。

表 3.9 桃園區廢棄物堆肥試驗物料特性

廢棄物編號 檢驗項目	P002 1.5 噸	F006 0.5 噸	F007 1.0 噸	F009 1.5 噸	F016 0.5 噸	F017 1.0 噸	F018 0.5 噸	稻穀 0.8 噸
1.總氮%	2.67	2.49	3.88	3.3	3.84	5.39	1.11	0.4
2.總磷%	1.14	0.33	1.88	2.21	0.27	0.93	0.3	0.1
3.總鉀%	0.49	0.53	0.53	0.74	0.4	0.49	0.44	0.6
4.總鈣%	10.92	1.01	0.73	0.21	0.85	0.87	0.16	-
5.總鎂%	0.35	0.25	0.35	0.13	0.11	0.31	0.09	-
6.電導度 (ds/m)	1.65	0.62	1.82	1.94	13.75	2.54	18.01	-
7.pH	7.03	6.68	6.94	6.87	5.16	6.49	4.03	-
8.水份%	85.2	80.8	86.09	88.6	84.76	36.89	-	15
9.有機碳%	31.9	46.6	37.16	32.9	53.7	43.61	15.06	35
10.有機質%	55	80.4	64.07	56.8	92.58	75.18	25.97	-
11.C/N 比	11.95	18.71	9.58	9.97	13.98	8.09	13.57	90
12.總鎘 ppm	1.5	ND	1	1	ND	2	0.23	-
13.總鉻 ppm	16	3.5	19	15.3	21.8	74.3	6.93	-
14.總銅 ppm	54.5	21.8	17.8	36.5	27.8	109	3.93	-
15.總汞 ppm	0.25	ND	ND	0.02	0.01	0.16	ND	-
16.總鎳 ppm	14.3	2.75	7.25	6.25	11.3	30.8	3.39	-
17.總鉛 ppm	5.75	0.75	ND	ND	ND	39.5	0.33	-
18.總鋅 ppm	223	25.5	192	480	44.5	457	8.48	-
19.總砷 ppm	2.99	0.05	0.39	4.16	0.16	1.03	50.3	-

註：P002：廢水污泥、F006：茶渣、F007：廢水污泥、F009：廢水污泥、F016：廢水污泥、F017：豆粕、F018：矽藻土



圖 3.1 桃園區廢棄物堆肥試驗情形

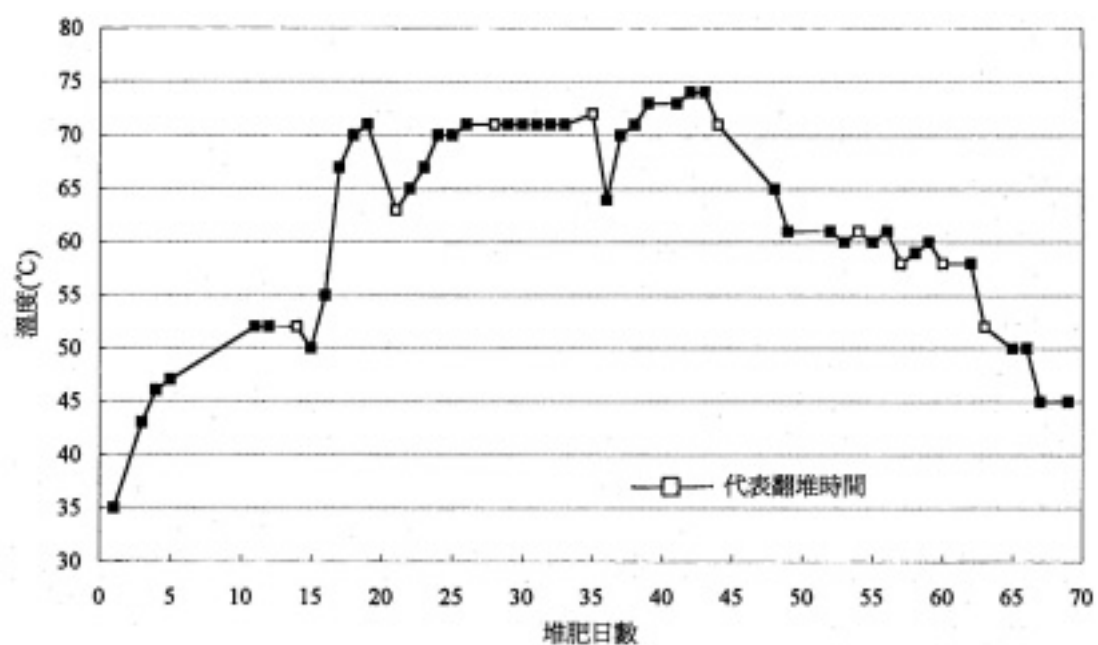


圖 3.2 桃園區廢棄物堆肥試驗溫度變化情形

## 2.堆肥過程溫度的變化

此試驗共進行 65 日，其溫度變化情形如圖 3.3 所示。由圖中可看出二種堆肥溫度變化趨勢相近，且皆有達到 60℃ 以上高溫期，表示此二種配方皆適於紙業污泥，唯高溫時間延長顯示應加強翻堆或進行通氣以利纖維素分解。

## 3.堆肥成品特性分析結果

如表 3.10 所示，A 堆成品之特性為 N=1.31%，P=0.85%，K=0.70%，有機質=55.9%，C/N 比=20，Cu=100ppm，Zn=454ppm，種子發芽率指數=80%。B 堆之 N=1.69%，P=0.61%，K=0.84%，有機質=53.4%，C/N 比=18.6，Cu=31ppm，Zn=328ppm，種子發芽率指數=83.5%。

表 3.10 E 紙廠廢水污泥堆肥試驗所有物料特性

廢棄物編號 檢驗項目	廢水污泥	豬糞	稻穀	蔗渣	菜子粕	A 堆成品	B 堆成品
1.總氮%	0.58	3	0.4	0.39	5.5	1.31	1.69
2.總磷%	1.02	3	0.1	0.09	2.5	0.85	0.61
3.總鉀%	0.07	0.5	0.6	0.25	1.3	0.7	0.84
4.總鈣%	8.63	-	-	-	0.5	0.45	0.13
5.總鎂%	0.1	-	-	-	-	0.61	0.55
6.電導度 (ds/m)	0.44	-	-	-	-	1.84	2.8
7.pH	7.13	-	-	-	-	7.08	6.82
8.水份%	67.96	80	15	40	15	40.9	40.5
9.有機碳%	36.12	42	35	41	44	26.63	30.96
10.有機質%	62.28	-	-	-	-	45.91	53.38
11.C/N 比	62.28	15	90	105	8	20.33	18.32
12.總鎘 ppm	1.25	-	-	-	-	-	-
13.總鉻 ppm	26.3	-	-	-	-	-	-
14.總銅 ppm	88.8	-	-	-	-	100	31
15.總汞 ppm	0.14	-	-	-	-	-	-
16.總鎳 ppm	8.75	-	-	-	-	-	-
17.總鉛 ppm	ND	-	-	-	-	-	-
18.總鋅 ppm	268	-	-	-	-	454	328
19.總砷 ppm	6.06	-	-	-	-	-	-



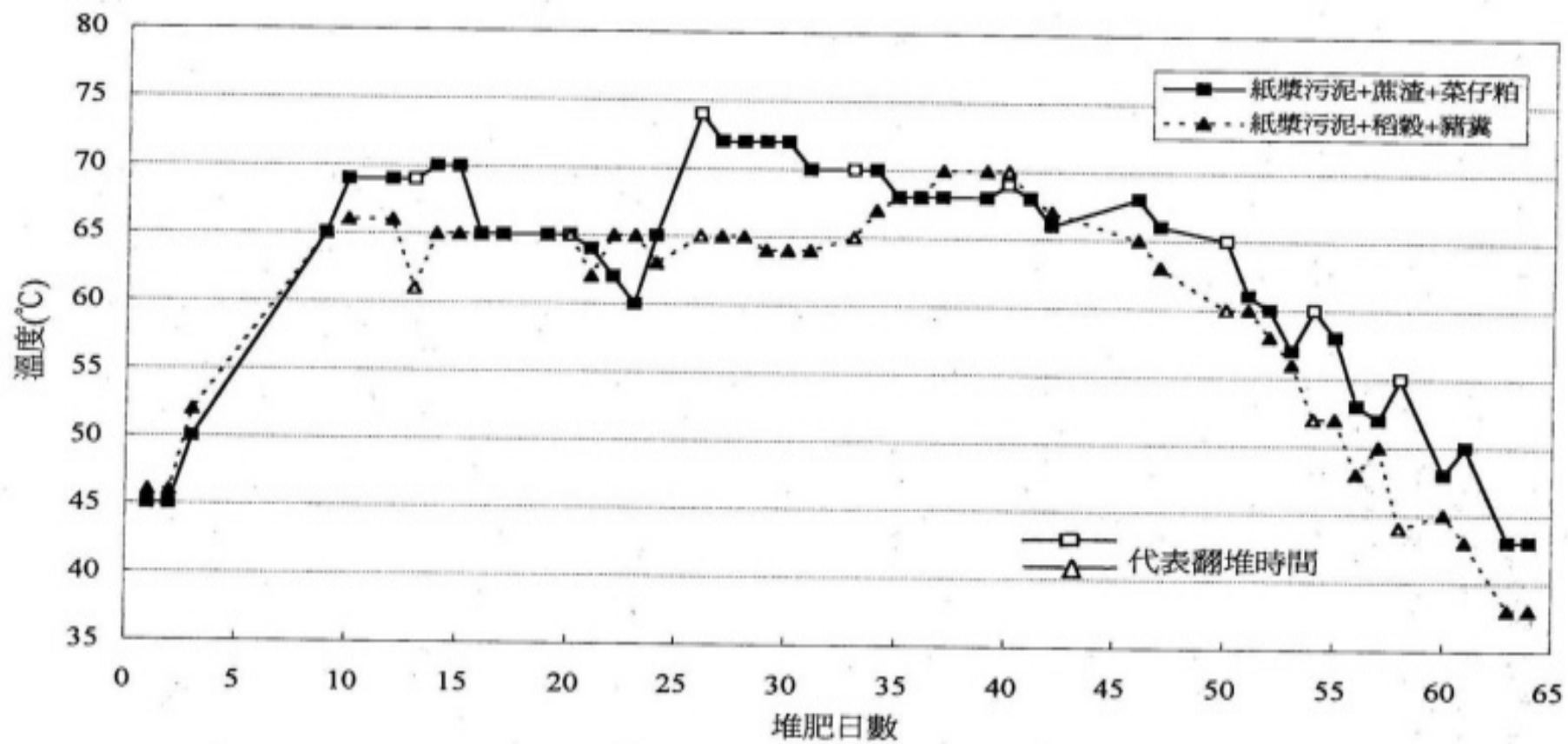


圖 3.3 E 廠廢水污泥堆肥試驗溫度變化情形

### 3.2.3 堆肥化試驗結果討論

#### 1. 溫度變化

由前述三批事業廢棄物堆肥試驗過程溫度變化的情形來看，皆有達到 60°C 的高溫，且維持數天，顯示堆肥材質經微生物分解所產出的熱大於由堆肥表面散失的熱，而使堆肥內部溫度上升。有許多研究指出，在適當的堆肥化條件下，堆積物溫度於堆積初期即可上升至 60°C 以上之高溫，如能維持 60°C 高溫期一週以上，即可殺死大多數之植物病原雜菌及雜草種子。而當高溫下降至 45~60°C 之中溫期時，此種溫度範圍最適於堆肥醱酵分解之進行，最後當堆肥腐熟穩定化後，溫度即維持在穩定的低溫期（45°C 以下）。所以在堆肥化過程中堆積溫度之升降會遵循著固定的模式，而每一階段所持續的時間長短，則視堆肥中有機成分之種類及含量而異。一般堆肥化後期溫度會降至 45°C 以下，此時堆肥中的 C/N、全碳量、生化需氧量(BOD)均維持穩定，即堆肥化中溫度之變化趨勢與堆肥腐熟度有一定的關聯。因此，測量堆肥化過程中溫度之變化，將可為判別翻堆及檢測堆肥腐熟度的重要參考指標之一。

以本試驗堆肥溫度變化而言，聯合污泥堆肥及紙廠廢水污泥堆肥分別約於堆積第 20 及 10 日時，溫度才上升至 60°C 以上，可能為試驗污泥的含水率偏高有關，而堆積期間之高溫期維持過久，亦不利於堆肥快速腐熟。因此適當調整污泥水份含量及適時加強翻堆工作，應可適當縮短堆肥化時間。

#### 2. 成份變化

在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，全碳含量呈現下降情形，氮及磷等要素之濃度會因此濃縮效應而呈現增加趨勢，最後當堆肥充分腐熟時，其組成分包括 C/N 比、pH 及 EC 值等特性均呈現穩定。又一般堆肥腐熟標準雖受不同有機物材質特性影響，但大多數仍以堆肥中 C/N < 20 為重要的腐熟標準之一。由表 3.11 腐熟堆肥品質分析結果顯示，本試驗堆肥 C/N 約介於 10.7~20.1，pH 值約介於 6.72~7.08，EC 值約介於 1.84~6.77ds/m，有機質含量約介於 53.4~55.9% 之間。

許多研究證明生物分析法頗適合做為檢測堆肥腐熟度之參數，種子發芽率試驗是屬於生物分析法之一，且檢測方法相當簡便，亦經證實應用在牛糞堆肥腐熟度檢測上之可行性頗高。本試驗堆肥中桃園地區聯合污泥堆肥之種子發芽率指數為 50.0%，紙廠廢水污泥稻穀堆肥為 80.0%，紙廠廢水泥蔗渣堆肥為 83.5%，其中以聯合泥堆肥之種子發芽率指數較低，如驗證堆肥中營養要素含量及 EC 值等亦偏高，顯然堆肥中仍含有相當量之無機態養分之因素有關。因此可由調整堆肥化前材料配方或適當減少堆肥用量等方面加以改善。

#### 3. 結論

上述二個堆肥化試驗案例的目的在於了解事業廢棄物經調配混合及堆肥處理後，其材質的變化及是否有具肥料功效，其試驗的結果則可作為下次試驗配方的調整或操作參

數的改變。而試驗過程中溫度變化的觀察，及試驗成品的分析都是用以了解堆肥化成效的方法，當然，較精確的方式應是再進行嚴謹的肥效評估試驗，然受限於試驗場所缺乏、或為縮短試驗時間，較簡易的腐熟度測定方式漸被採納；如堆肥外觀的觀念、高溫期是否維持一定天數以上、C/N 比值是否小於 20，發芽率指數為何；及較新之儀器測定方式，如呼吸儀測定比攝氣率、人工鼻量測臭味圖譜等都是可行方式。以下介紹三種簡易腐熟度鑑定法。

- (1) 簡易鑑定法之一（感觀法）：在生產現場，依序做簡略判定腐熟狀況。
  - (a) 外觀、顏色：質地細緻無大團塊狀物，顏色棕褐色。
  - (b) 手感：用手握緊，不會造成一團也不粘手。
  - (c) 嗅感：用手抓一把，略近鼻孔，嗅不到濃氨味，也嗅不到糞臭味。抓一把堆肥，用雙掌搓揉，然後用水沖走堆肥，再用鼻聞手掌，聞不到糞臭味。
- (2) 簡易鑑定法之二
  - (a) 測定游離氨濃度：堆肥 300g 裝於 20×33cmPE 袋，放在室溫下，約 1 小時後，伸入氨氣檢知管測定袋內游離濃度小於 15ppm（最好的狀況為小於 5ppm）。
  - (b) 氣體發生試驗：堆肥 300g 裝於 20×33cmPE 袋，放在室溫下，1 天後袋子仍不鼓起。
  - (c) 發臭試驗：在 100ml 試管內裝入約 30ml 堆肥，再加入蒸餾水 30ml，然後加蓋，於室溫（或 35℃ 恆溫箱中）一天後取出，聞不到氨臭和糞臭。
- (3) 發芽試驗法
  - (a) 堆肥 5g 與 100g60℃ 溫水共混，放在 60℃ 溫浴中保溫三小時，用多層紗布過濾，取得濾液供試。
  - (b) 取濾紙兩張，置於 9cm 培養皿內，加入 5ml 供試濾液，然後在濾紙上約等距離放入 40 粒清梗白菜（*Brassica chinensis*,L.）種子（發芽率 95% 以上者）
  - (c) 將已播種之培養皿移入 25℃ 植物培養箱中培養三天，然後取出紀錄正常發芽之種子數。另外用尺概略量取每粒正常發芽株之根長。
  - (d) 發芽試驗設有對照組，以煮沸後放冷之自來水為對照溶液。各處理均 4 重覆。

表 3.11 堆肥試驗之成品品質分析

堆肥種類	C/N	pH	EC (ds/m)	有機質 (%)	種子發芽率指數 (%)
SC	10.7	6.72	6.77	54.7	50
PC1	20.1	7.08	1.84	55.9	80
PC2	18.6	6.72	2.8	53.4	83.5

SC：聯合污泥堆肥

PC1：紙廠廢水污泥稻穀堆肥

PC2：紙廠廢水污泥蔗渣堆肥

### 3.3 肥效評估試驗

施用堆肥主要的功效包括提供作物營養份及改良土壤性質，因此堆肥肥效的評估內容可包括（1）土壤肥力之影響，（2）作物養分吸收之影響，（3）作物產量之影響，（4）有機質肥料及土壤養分供應潛能之估算等。一般肥料試驗的方式可分田間或盆栽試驗，而盆栽試驗依作物的不同可分水耕法、砂耕法及土耕法三種，對肥料試驗則以土耕法為主。田間試驗則最切實際，且無須特別設備，對地力試驗而言則應採田間試驗。

針對肥效的評估，在學術研究方面的探討包括有機質肥料可利用性養分潛力，及施於土壤後礦化速率的大小。所謂有機物的礦化作用，是指有機物所含化合物組成分經過微生物的分解作用，才釋出無機養分，以供作物吸收的過程。因此，有機物的組成分為是重要因素，即其易分解有機成分與不易分解有機成分的含量不同時，其礦化特性即可能有所差異。惟對於有機物組成中所含易分解及不易分解有機成分，尚無明確方法可區分其化合物組成及適宜的定量方法。在此並不就此部份內容加以探討，而就如何藉由肥料試驗求得較適宜的作物種類、施用方法及施用量等加以討論。

對作物而言，影響其生長的因素很多，如土壤理化性質（營養分含量、鬆軟度等）及氣候條件等，故欲評估肥料影響，則應控制其他條件相同，僅變化肥料用量、肥料種類或施肥方法等相關參數。

#### 1. 肥料用量試驗：

一般肥料用量試驗常用於所謂的地力試驗，其目的在檢定土壤中氮、磷、鉀三要素缺乏的情形，但此項試驗易因試驗作物的不同，而所得結果有些許差異，原因為各種作物對特種要素所呈現之效果不同。如香蕉、甘藷對鉀之效應會比稻子明顯。

對堆肥用量試驗而言，主要為了解不同施肥量對作物的影響及經輪作後土壤中肥料殘存效應為何。一般有機質肥料施用量依作物及土壤性質的不同約 4~10 公噸/公頃，當採用田間試驗時，則可依試作面積的比例變化施肥量，如不施肥、施少量、中量或多量。對採盆栽試驗時施肥量常會較一般多，則可依盆內土壤重量之 0.5%、1%（相當於每公頃施用 10 公噸、20 公噸）來施用（一般每公頃以 200 萬公斤重之土壤換算）。

#### 2. 肥料種類效應試驗

此試驗主要對含同一成分之各種肥料作肥效比較，如含氮、磷的肥料很多，而每種肥料因作物種類、土壤性質其效果會有不同，可藉此試驗了解其他肥效如何。通常會設定一空白對照區，以避免當試驗的肥份對作物根本無效應時，而無法得一明確的結論。當然，亦可組合各種肥料的不同施用量加以比較。

#### 3. 施肥方法試驗

施肥方法試驗包括施肥的時期；如基肥或追肥，通常基肥於栽種前施用一次，追肥則應依作物、土壤可施用 1~3 次；另則是施用位置，如採環施、輪施、條施、全園撒

施或深層穴施。至於採何種方式應視施肥量之多少、作物種類、肥料種類及施肥時間等因素而定。

一般進行堆肥試驗的地方可採田間或盆栽方式，當然可進行田間試驗為佳，但受限於場地問題，適當的盆栽試驗規劃亦可得到預期成效。

### 3.3.1 盆栽試驗

顧名思義，即是利用小型容器所進行的試驗，一般可用一定尺寸的鉢盆或磁盆。由於土壤性質對作物影響很大，故試驗時應採用同一區域之土壤，並加以混合均勻，最佳的方式則是測定未施肥前之土壤理化特性（如氮、磷、鉀、pH 值、有機質含量等）。一般而言，當種植面積減少，肥料用量比例需增加，故盆栽試驗其肥料用量較田間試驗較多，同時，除了試驗成分外，對作物而言，其需要的其它營養分必需施用足量。

盆栽試驗普通在玻璃室進行，晴天置於光充足處，而試盆排列位置宜常更換，以免日光照射不同所造成的差異，雨天則應防雨水。

### 3.3.2 田間試驗

田間試驗最切實際，且無須特別設備，若能採用田間技術之原理設計試驗，其結果並經統計方法之分析，可得更為精確之結論。尤其如地力試驗等不宜於盆栽，此因底土之理化特性對生產量影響極大。盆栽試驗則除去了底土關係，例如水田之底土物理特性不良時，行還原作用生成氧化鐵，使根部生長不良，即有很多養分亦不能吸收，隨之生產不良，若此時僅移表土作盆栽試驗，已除去此種不良影響。盆栽與田間試驗相差極大，故地力試驗等應採取田間試驗。田間試驗外在條件最合作物之自然生長，試驗成績即可移供實行，盆栽試驗僅只預備試驗而已，田間試驗才達直接應用之目的。

一般田間試驗會依試驗條件分許多一定大小面積的小區域，來安排試驗的項目（如不同肥料用量），此為試驗工作及紀錄之基本單位，稱為試區（plot）。通常會將數個相鄰的試區劃定為一個區集（block），其中每個試區會安排不同的處理試驗，一般於試驗時會有數個區集，即所謂的重複試驗，如 4 個重複；即安置 4 個區集。區集的設計主要為控制試田局部土壤的差異。

如為比較 5 種肥料（如  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ ）之肥料，其試驗方法則可採每一種肥料施肥量相同，而劃分 6 個試區，即包括施肥及各施一種肥料，以此為一個區集（block），並重覆 6 次。若以  $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$  代表 6 個處理狀況，則田間試驗之安排可如圖 3.4 所示。

另如圖 3.5 及 3.6 為桃園區農業改良場所進行之禽畜廢棄物在農地之利用研究，其採茼蒿、茼蒿、蕹菜、小白菜輪作方式，並以 4 種堆肥（雞糞、豬糞、牛糞及蔗渣）為基肥，每分地施用 1 公噸（1T/10a），每一個試區面積為  $13.2m^2$ ，每個處理重覆 4 次，採完全逢機（RCBD）試驗。

第一區集 第二區集 第三區集	A <sub>9</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	第四區集 第五區集 第六區集
	A <sub>1</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>2</sub>	
	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	
	A <sub>2</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	
	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	
	A <sub>6</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	
	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	
	A <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>	
	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	

圖 3.4 田間試驗區集之安排例

### 3.3.3 堆肥試驗成品肥效評估

為了解桃園區廢棄物堆肥及 E 紙廠 2 種污泥堆肥肥效，特於台中農改場進行盆栽試驗，配合作物栽種期，此次選擇玉米及空心菜為試驗作物。其試驗方法為於栽種盆（直徑約 30cm，高度約 30cm）中置入 10 公斤土壤，並依土壤重量之 1.0%、2.0% 施用堆肥（此肥料用量相當於每公頃施用 20 公噸及 40 公噸），並配合作物化學肥料之需要量（即 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O）玉米=120-80-80 公斤/公頃，空心菜=120-80-100 公斤/公頃（每公頃以 200 萬公斤重之土壤換算）。將堆肥與化學肥料先與土壤充分混合再置入栽盆中，每種堆肥皆進行 2 種作物試驗及 3 組施肥用量（即不施肥、及施用 1%、2%），並重覆 4 組，全部盆栽皆置於網室中（有遮雨設施）；如圖 3.7 所示。

#### 1. 玉米栽培試驗

由玉米栽培試驗之不同生育期株高及全株重（如圖 3.8~11 所示）調查，結果顯示（表 3.12），在施用桃園地區聯合污泥堆肥處理中，玉米株高及全株乾重均以不施肥對照處理較佳，其次分別施用量 1% 及 2% 處理者，又由栽種觀察相驗證，顯然施用 1% 用量（相當於每公頃 20 公噸），配合化肥 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 為 120-80-80（公斤/公頃）之下，已對玉米幼苗生育有不良影響，致使日後玉米株高及乾重均低於對照處理，且堆肥用量越高時，玉米越有生長受阻趨勢，惟在紙廠廢水污泥稻殼堆肥及蔗渣堆肥處理下，則未見施堆肥有不利之影響，其中又以施用蔗渣堆肥處理者，玉米全株乾物重隨堆肥用量增加有顯著效益。由此顯示，不同堆肥之效益應由作物栽培試驗加以驗證瞭解，並可經由堆肥材料調整加以改進或配合適當使用方法。

#### 2. 空心菜栽培試驗

由於空心菜是屬可多收型作物種類，當採收後可再宿根繼續生長，本試驗共採收四次，由栽培試驗不同採收期（如圖 3.12~17 所示）之地上部鮮重調查結果，顯示（表 3.13）在施用桃園地區聯合污泥堆肥處理中，第一次收穫期，以堆肥施用量 1% 處理較佳，其次分別為不施堆肥對照及堆肥施用量 2% 處理者，惟第二、三及四次收穫期，則均以堆肥用量 2% 處理者之產量最高，其次分別為堆肥用量 1% 處理及不施堆肥對照處



圖 3.5 禽畜廢棄物在農地之利用研究說明例



圖 3.6 禽畜廢棄物在農地之利用研究情形（田間試驗）



圖 3.7 堆肥試驗成品肥效評估試驗（盆栽試驗全景）

理。在紙廠廢水污泥稻殼堆肥或污泥蔗渣堆肥試驗中，則在第一、二、三及四次收穫期均有相似的結果，其中亦以堆肥用量 2% 處理者之產量最高，其次分別為堆肥用量 1% 處理及不施堆肥對照處理。顯然適當的施用此三批試驗堆肥將有利於作物生長，增進作物產量。

### 3. 土壤肥力分析

表 3.12~3.14 為玉米及空心菜採收後，分析各試驗盆土壤肥力之結果。若將試驗盆之土壤視為一反應系統，各種堆肥用量代表不同的進料，而二種作物則可視為一出料量，若以質量平衡觀點來看，進料量減去出料量，及部分隨水分流失之肥分即為殘留量（土壤肥力分析結果）。由於堆肥之肥效應有長期性比較方易顯現；如經幾次輪作後其土壤肥力變化等。其次為土壤物理性質改變狀況；如土質、保水力、作物根系生長情形等。

### 4. 結論

由上述二個作物栽培試驗結果，比較聯合污泥堆肥施用於玉米及空心菜之成效（表 3.15 與表 3.16），可見其對玉米生長有阻礙趨勢，但在空心菜栽培時，其二收即可見產量增加。換句話說，不同作物栽培方式其肥效顯現成果易有差異。另外，由於事業廢棄物



特性不似原物料般穩定，因此為掌握較準確之試驗結果，應進行較長期（至少一年）之相關試驗，尤其對堆肥而言，其主要功用為改良土壤，因此需較長時間方可顯現其效果，而上述試驗受限於時間因素，僅進行一次試驗，故僅能供初步參考。

表 3.12 玉米不同生育期株高及全株乾重調查

堆肥種類 <sup>1</sup>	用量（%）	株高（cm）		全株乾重（g）
		第 56 日 <sup>2</sup>	第 80 日 <sup>2</sup>	第 80 日 <sup>2</sup>
SC	0	103a <sup>3</sup>	180a	53.1a
	1	79b	130b	43.0b
	2	53c	96c	30.4c
PC1	0	108a	173a	50.5a
	1	110a	167a	58.8a
	2	102a	165a	59.8a
PC2	0	109a	167a	52.2b
	1	98a	168a	68.4a
	2	99a	159a	63.9b

1.SC：聯合污泥堆肥、PC1：紙廠廢水污泥稻穀堆肥、PC2：紙廠廢水污泥蔗渣堆肥

2.播種後日數

3.同行中英文字母相同代表未達鄧肯氏分析 5%顯著水準

表 3.13 空心菜不同採收期鮮重調查

堆肥種類 <sup>1</sup>	用量（%）	空心菜鮮重（公克/盆）			
		一收 <sup>2</sup>	二收	三收	四收
SC	0	128a <sup>3</sup>	129b	150b	76b
	1	140a	211a	213a	176a
	2	68b	216a	221a	178a
PC1	0	123a	126a	166b	87b
	1	113a	149ab	228a	146a
	2	112a	182a	225a	142a
PC2	0	125b	127a	165b	78b
	1	165a	254a	259a	133a
	2	139ab	270a	316a	160a

1.SC：聯合污泥堆肥、PC1：紙廠廢水污泥稻穀堆肥、PC2：紙廠廢水污泥蔗渣堆肥

2.播種後第 30,49,67,87 天

3.同行中英文字母相同代表未達鄧肯氏分析 5%顯著水準

表 3.14 桃園區廢棄物堆肥盆栽試驗採收後土壤肥力分析

作物種類	用量 (%)	有機質含量 (%)	pH	有效性磷 (mg/kg)	交換性鉀 (mg/kg)	交換性鈣 (mg/kg)	交換性鎂 (mg/kg)
玉米	0	2.8 <sup>cl</sup>	7.1 <sup>b</sup>	79 <sup>c</sup>	86 <sup>c</sup>	1786 <sup>b</sup>	214 <sup>b</sup>
	1	3.5 <sup>b</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	164 <sup>b</sup>	171 <sup>b</sup>	2336 <sup>a</sup>	336 <sup>a</sup>
	2	4.3 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	231 <sup>a</sup>	258 <sup>a</sup>	2612 <sup>a</sup>	402 <sup>a</sup>
空心菜	0	3.0 <sup>c</sup>	7.2 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	43 <sup>c</sup>	2077 <sup>b</sup>	235 <sup>b</sup>
	1	3.6 <sup>b</sup>	7.0 <sup>a</sup>	106 <sup>a</sup>	122 <sup>b</sup>	2704 <sup>a</sup>	316 <sup>a</sup>
	2	4.5 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	137 <sup>a</sup>	218 <sup>a</sup>	2912 <sup>a</sup>	351 <sup>a</sup>

1.同行中英文字母相同代表未達鄧肯氏分析 5%顯著水準

表 3.15 紙廠污泥稻穀堆肥盆栽試驗採收後土壤肥力分析

作物種類	用量 (%)	有機質含量 (%)	pH	有效性磷 (mg/kg)	交換性鉀 (mg/kg)	交換性鈣 (mg/kg)	交換性鎂 (mg/kg)
玉米	0	3.1 <sup>b</sup>	6.9 <sup>a</sup>	82 <sup>b</sup>	58 <sup>c</sup>	2942 <sup>b</sup>	333 <sup>a</sup>
	1	3.6 <sup>ab</sup>	6.8 <sup>a</sup>	93 <sup>ab</sup>	94 <sup>b</sup>	3267 <sup>ab</sup>	384 <sup>a</sup>
	2	4.1 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	114 <sup>a</sup>	140 <sup>a</sup>	3578 <sup>a</sup>	371 <sup>a</sup>
空心菜	0	3.0 <sup>c</sup>	7.2 <sup>a</sup>	43 <sup>c</sup>	56 <sup>b</sup>	3661 <sup>a</sup>	233 <sup>b</sup>
	1	3.6 <sup>b</sup>	7.0 <sup>a</sup>	55 <sup>b</sup>	66 <sup>ab</sup>	3813 <sup>a</sup>	269 <sup>ab</sup>
	2	4.5 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	4164 <sup>a</sup>	292 <sup>a</sup>

1.同行中英文字母相同代表未達鄧肯氏分析 5%顯著水準

表 3.16 紙廠污泥蔗渣堆肥盆栽試驗採收後土壤肥力分析

堆肥種類	用量 (%)	有機質含量 (%)	pH	有效性磷 (mg/kg)	交換性鉀 (mg/kg)	交換性鈣 (mg/kg)	交換性鎂 (mg/kg)
玉米	0	3.0 <sup>bl</sup>	6.6 <sup>a</sup>	89 <sup>c</sup>	62 <sup>c</sup>	2760 <sup>a</sup>	351 <sup>a</sup>
	1	3.3 <sup>ab</sup>	6.7 <sup>a</sup>	123 <sup>b</sup>	87 <sup>b</sup>	3072 <sup>a</sup>	389 <sup>a</sup>
	2	3.5 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	159 <sup>a</sup>	133 <sup>a</sup>	3026 <sup>a</sup>	394 <sup>a</sup>
空心菜	0	2.9 <sup>bl</sup>	6.7 <sup>a</sup>	50 <sup>c</sup>	46 <sup>c</sup>	3185 <sup>b</sup>	225 <sup>b</sup>
	1	3.4 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	61 <sup>b</sup>	55 <sup>b</sup>	3762 <sup>a</sup>	299 <sup>a</sup>
	2	3.9 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>	3858 <sup>a</sup>	317 <sup>a</sup>

1.同行中英文字母相同代表未達鄧肯氏分析 5%顯著水準

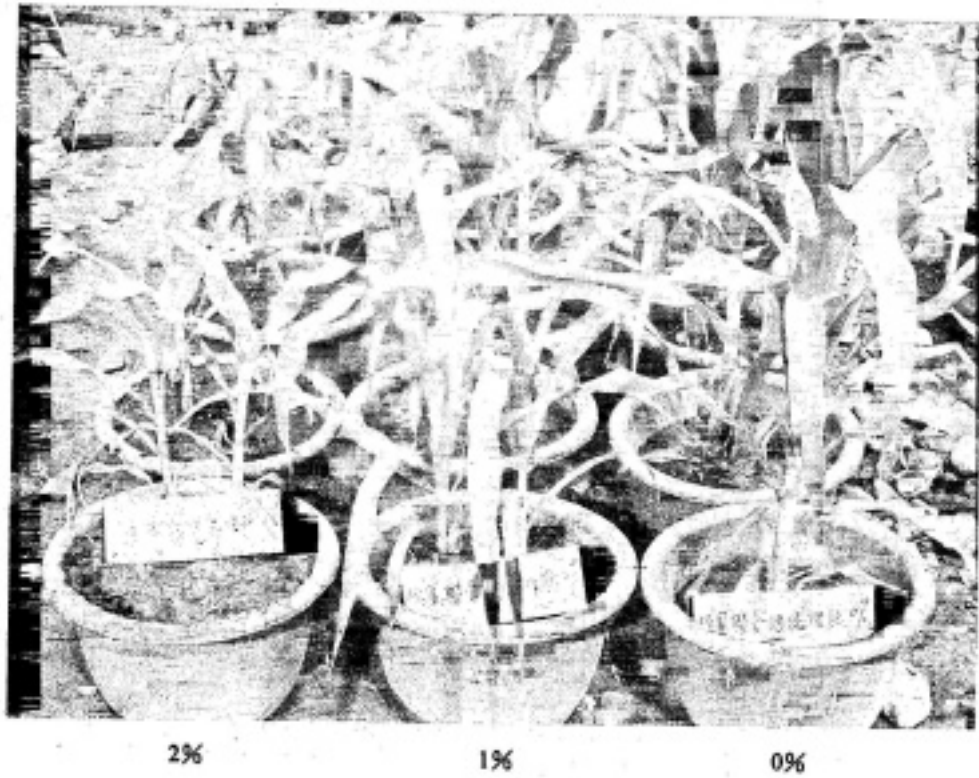


圖 3.8 施用聯合污泥堆肥之玉米栽培試驗（初期）

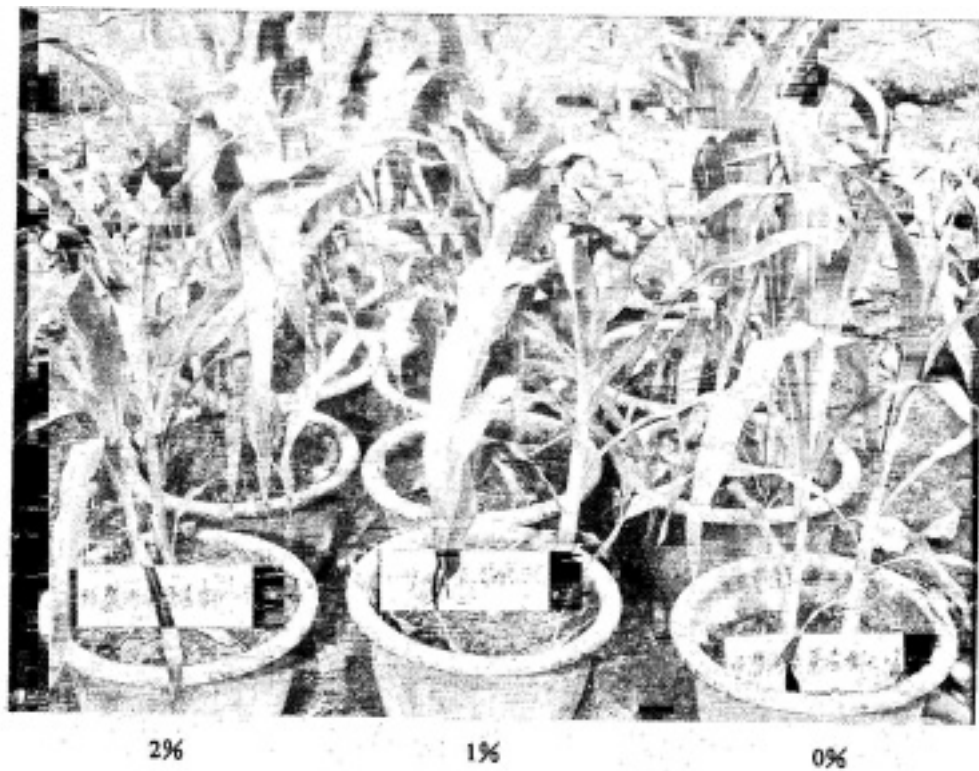


圖 3.9 施用紙廠污泥蔗渣堆肥之玉米栽培試驗（初期）

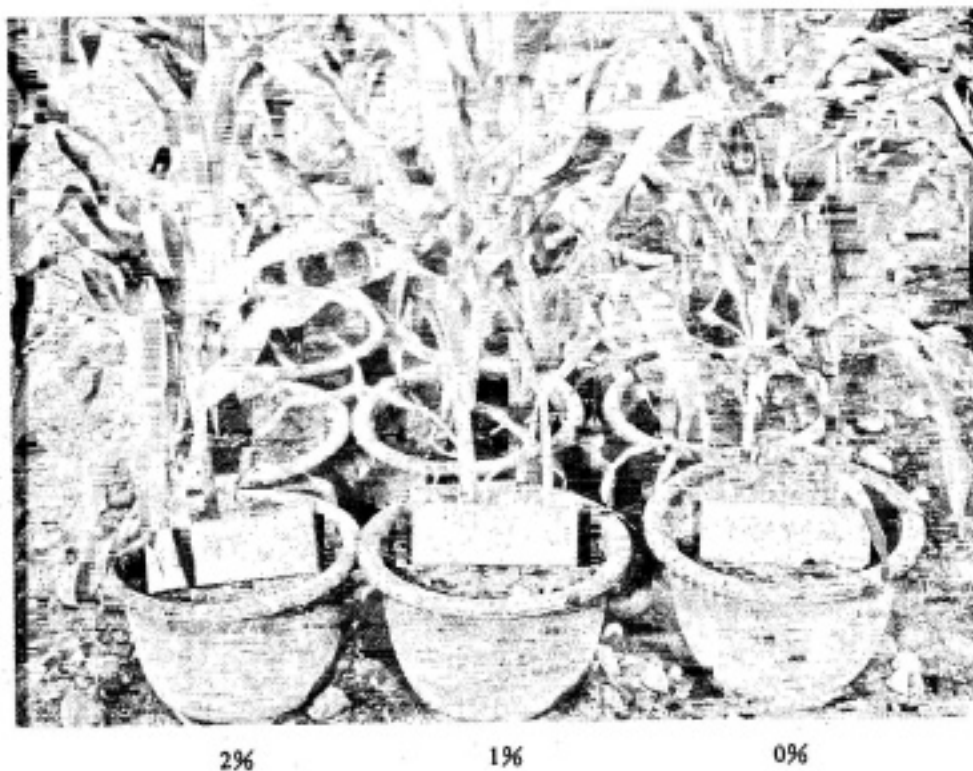


圖 3.10 施用紙廠污泥稻穀堆肥之玉米栽培試驗（初期）

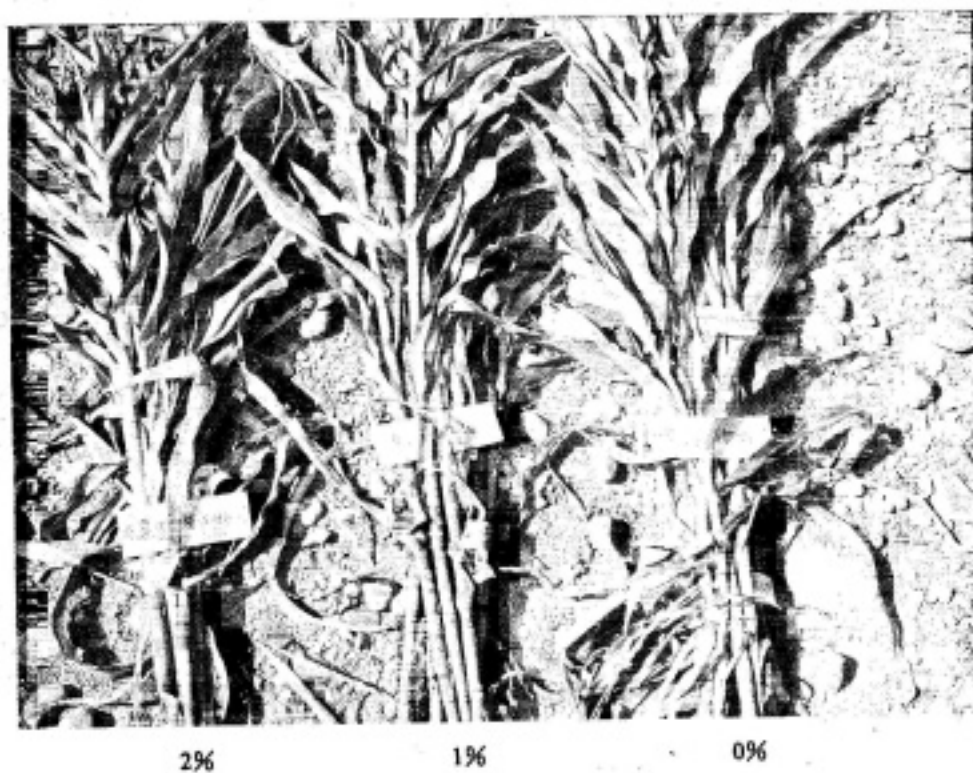


圖 3.11 玉米栽培試驗株高及全株乾重比較

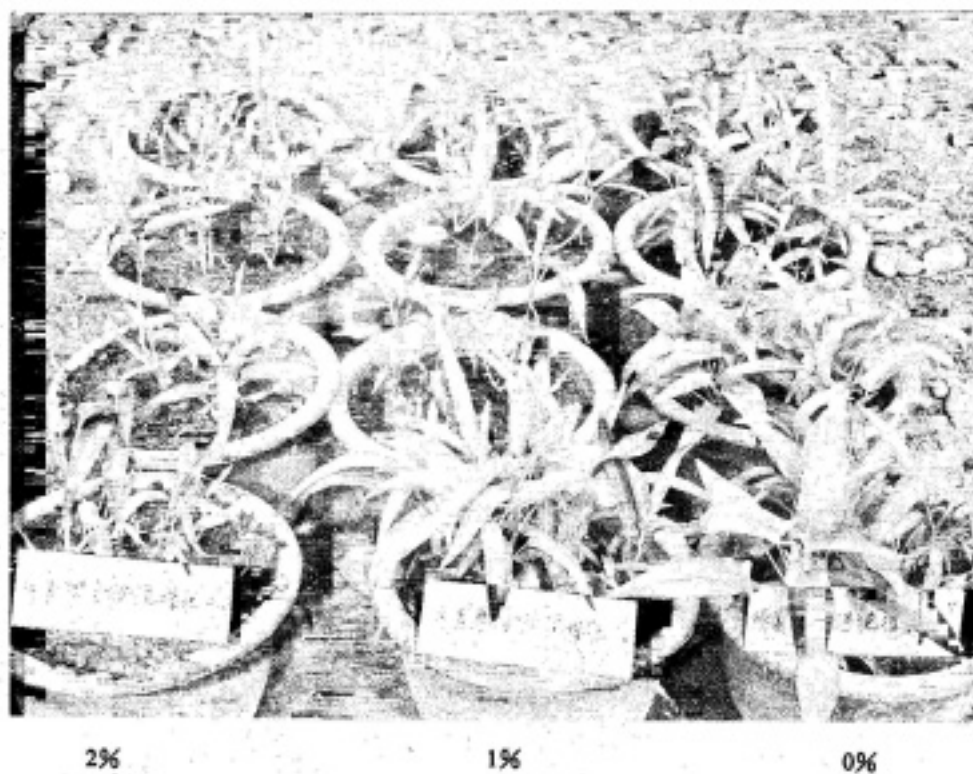


圖 3.12 施用聯合污泥堆肥之空心菜栽培試驗（初期）

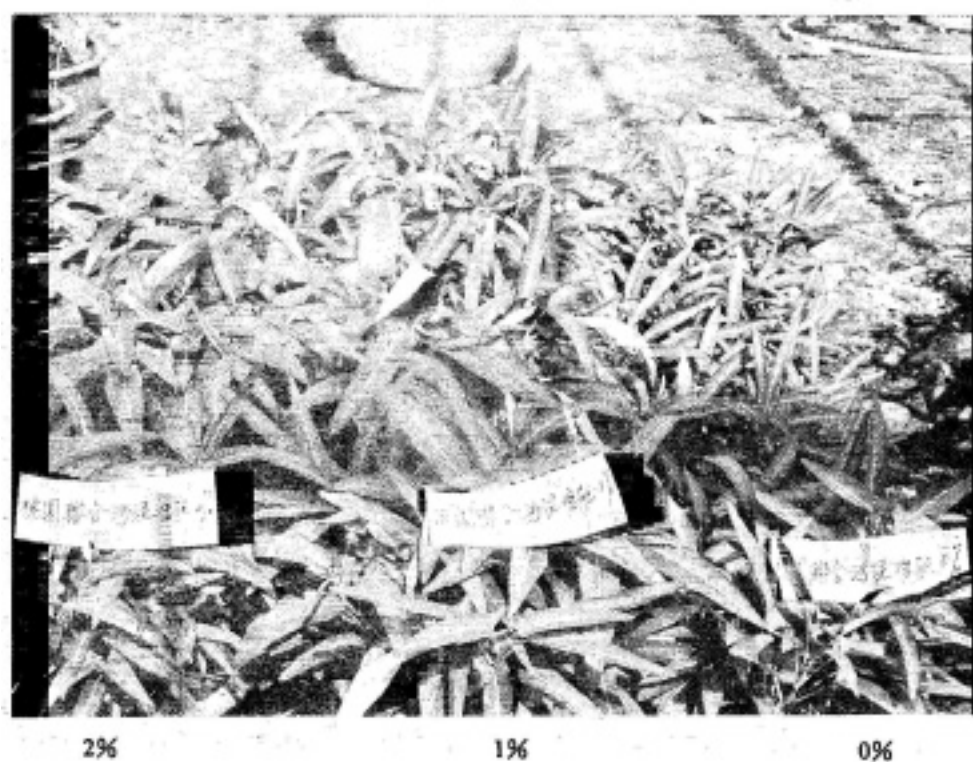


圖 3.13 施用聯合污泥堆肥之空心菜栽培試驗（二收）



圖 3.14 施用紙廠污泥稻殼堆肥之空心菜栽培試驗（初期）

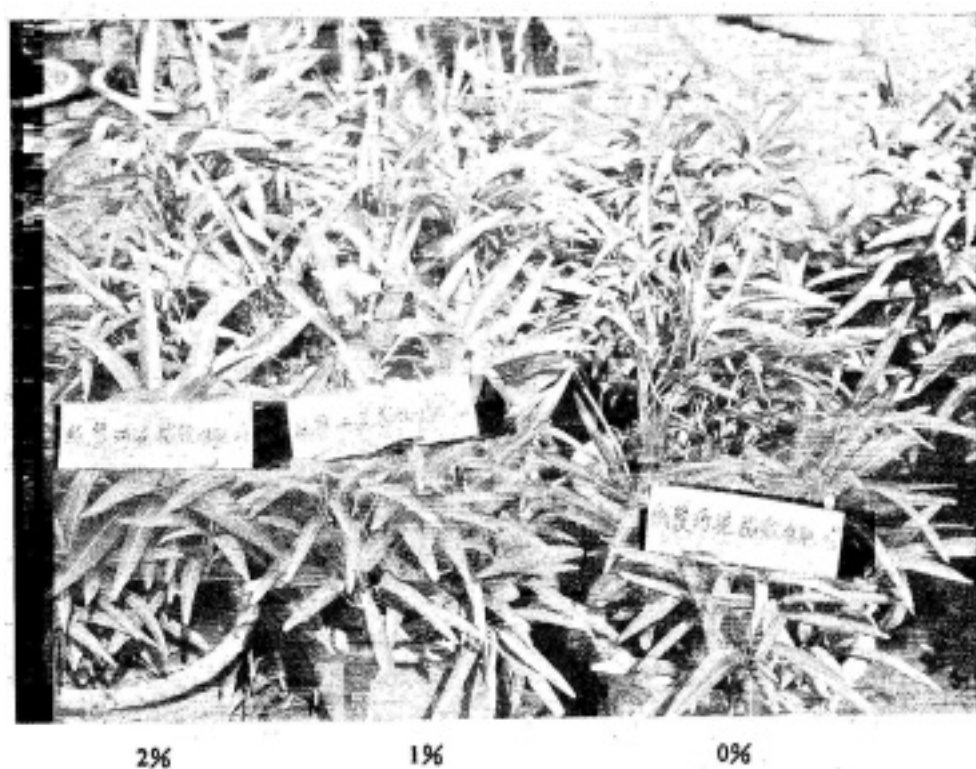


圖 3.15 施用紙廠污泥稻殼堆肥之空心菜栽培試驗（二收）



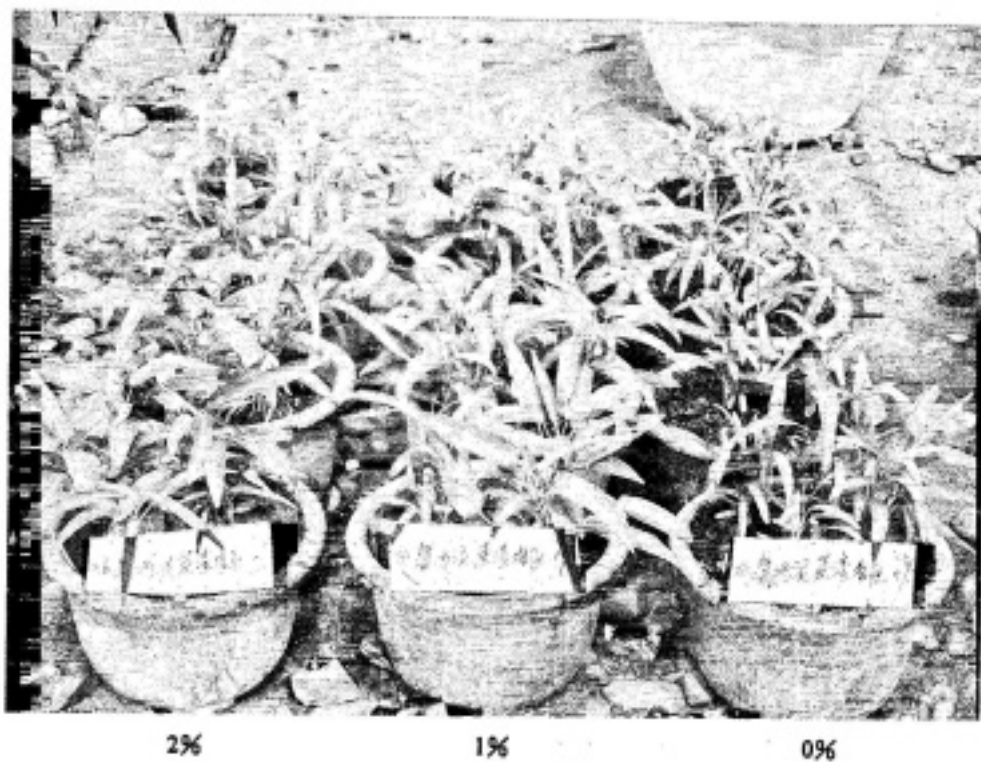


圖 3.16 施用紙廠污泥蔗渣堆肥之空心菜栽培試驗（初期）

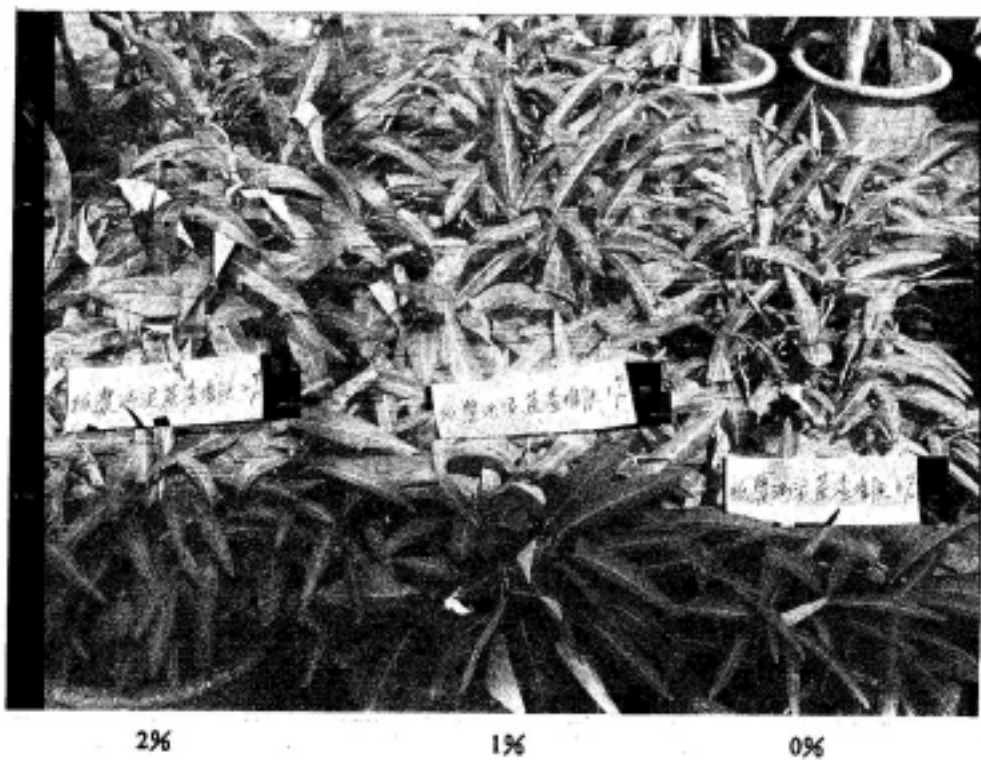


圖 3.17 施用紙廠污泥蔗渣堆肥之空心菜栽培試驗（二收）

## 第四章 廢棄物堆肥處理工程概論

典型的堆肥處理流程如圖 4.1 所示，其主要包括前處理、一次醱酵、二次醱酵、後處理加工、臭味處理等單元。各單元程序內容如下：

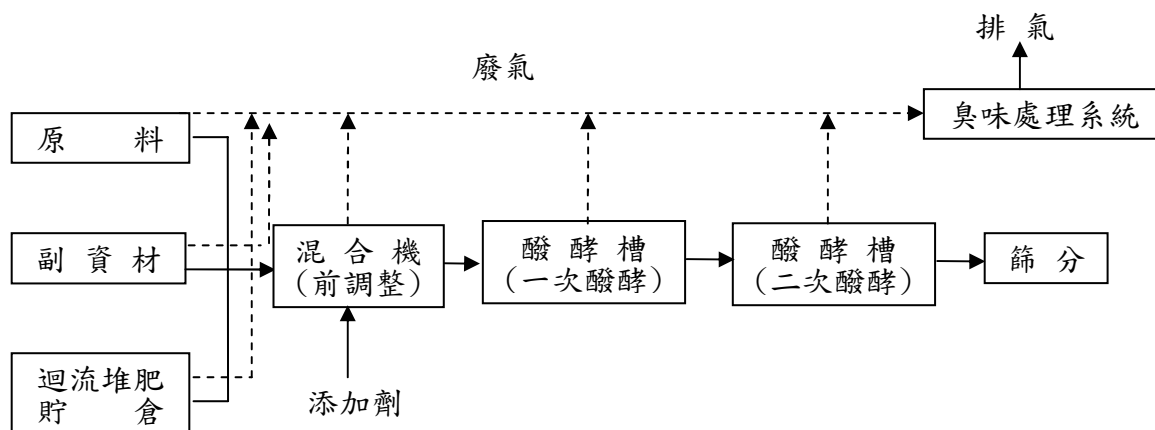


圖 4.1 典型堆肥化處理流程

### 4.1 前處理工程

前處理為將物料調整至適合微生物生長之條件；包括①C/N 比控制在 20~30 之間②水分約 50~60%③Ph 值維持於中性④物料粒徑不能太大，約 2~30mm，⑤添加菌種或微生物⑥物料需混合均勻，且去除雜質。當然，在完成上述這些條件之前，應對所需物料有一管理計畫，如副資材的選擇，混合摻配比例等。

#### 4.1.1 副資材的選擇

以有機污泥為例，副資材的添加可提供碳源，以提高 C/N 比，增加固體物的含量以降低含水率，以及增加孔隙度。而有些材料如木屑更可降低臭味，稻殼則可增加產品的鉀含量。

一般副資材之選擇需考量①取得便利性及成本②是否需前處理(如破碎、或粉碎、篩分等)以降低粒子大小③粗成品中是否需再處理(如將未分解部分篩除)④對產品特性之影響(如重金屬濃縮問題)等因素，表 4.1 為國內數種農業資材特性分析，表 4.2 為其生產量統計，由於同種資材依其產源不同，特性亦有差異，故在調配時亦應進行特性分析以確定合適比率。

以污泥為處理對象時，由於污泥為連續式產生且不可久貯，故需儘量以連續式處理方式為佳，因此所需之資材應有充分的準備，雖過多副資材的屯積會造成成本增加，但若因副資材缺乏，而導致停車，則污泥貯存的臭味問題將影響堆肥廠營運。



表 4.1 不同有機材料成分分析

材料	含水率%	C/N	全碳%	全氮%	磷%	鉀%
牛糞	70~80	13~17	35	1.8	0.5	1.7
豬糞	70~80	8~15	42	3	3	0.5
雞糞	70~80	6~9	18	3.3	1.7	2.4
米糠	13~15	18~22	55	2.4	0.4	1.8
大豆粉	10~15	4~6	38	7	0.6	2.4
大豆桿	10~15	30~36	42	1.3	0.3	0.5
樹皮	15~20	120~500	70	0.3	0.08	0.6
稻蒿	15~20	45~60	43	0.7	0.1	2
穀殼	13~15	70~90	35	0.4	0.1	0.6
木屑太空包	27~35	25~40	44	1.1	0.4	0.5
蔗渣	40	100~105	41	0.39	0.09	0.25

#### 4.1.2 物料的混合

於堆肥處理過程中，物料通氣性(即孔隙度)及水分含量是相當重要的操作關鍵。如局部的通氣不佳將產生厭氣作用、溫度不均、水分無法發散、不完全堆肥化、病蟲菌無法完全消滅、臭味增加並影響堆肥品質等。故堆肥化過程應適當的選擇副資材，並謹慎地定出混合操作基準。

一般混拌比之設計多以物料之固體物含量加以計算，以進入堆肥系統之物料來看，即污泥、副資材及迴流堆肥等，經混拌後之固體物含量以 40~50%為佳，即水分含量控制在 50~60%之間。其混合比之計算可以其固體物含量關係式表示，即

$$Q_x P_x + Q_y P_y + Q_r P_r = P_m (Q_x + Q_y + Q_r)$$

其中  $Q_x$ ：表污泥之添加量，Kg

$P_x$ ：污泥固體物含量，%

$Q_y$ ：表副資材之添加量，Kg

$P_y$ ：副資材固體物含量，%

$Q_r$ ：表迴流堆肥之重量，Kg

$P_r$ ：迴流堆肥固體物含量，%

$P_m$ ：表混合後之物料固體物含量，%，一般約在 40~50%之間

混合比之控制方式可採用重量計或體積計，前者較為精確，因重量只受含水率影響，而體積則與物料密度有關。但在靜堆式或風道式(windrow)操作過程則多以體積比，如混拌機械為鏟裝機則以鏟斗之容量來表示，如一個鏟斗之污泥與 3 個鏟斗之木屑混合。故良好的操作應每日分析各種摻配物料之水分含量變化，以利於控制混合後物料的水分。

表 4.2 台灣地區有機質材料產量統計及分佈情形

縣市別	禽畜糞 (噸/年)	太空包廢料 (噸/年)	蔗渣廢料 (噸/年)	稻穀米糠 (噸/年)	合計 (噸/年)
01 台北縣	89,483	0	0	2,713	92,196
02 宜蘭縣	57,901	320	0	13,641	71,862
03 桃園縣	195,396	0	0	32,386	227,782
04 新竹縣	60,098	0	0	16,714	76,812
05 苗栗縣	124,739	0	5,569	20,556	150,864
06 台中縣	115,438	12,960	129,295	35,445	293,138
07 彰化縣	602,616	1,624	276,264	71,971	952,475
08 南投縣	98,299	37,960	9,534	8,794	154,587
09 雲林縣	811,942	0	705,268	57,215	1,574,425
10 嘉義縣	265,539	64	667,478	45,396	978,477
11 台南縣	853,691	92	1,079,128	44,329	1,959,240
12 高雄縣	557,805	0	420,147	13,597	991,549
13 屏東縣	1,111,148	0	430,854	13,539	1,555,541
14 台東縣	49,229	0	139,068	12,463	200,760
15 花蓮縣	72,425	0	215,130	12,756	300,311
16 澎湖縣	7,857	0	0	0	7,857
17 基隆市	2,447	0	0	1	2,448
18 新竹市	16,758	0	0	3,109	19,867
19 台中市	8,783	0	34,684	3,659	47,126
20 嘉義市	8,638	0	11,647	2,505	22,790
21 台南市	17,258	0	46,496	1,279	65,033
22 台北市	4,974	0	0	599	5,573
23 高雄市	8,155	0	7,643	492	16,290
合 計	5,122,619	53,020	4,178,205	413,159	9,767,003

\* 禽畜每頭每日產生固型糞量：豬 1.2kg，雞 0.1kg，牛 20kg。

\* 統計資料來源：農業年報。

#### 4.1.3 物料堆置區設置

廠區地面的設置，尤其是物料堆置區，為能配合在任何天候下皆能操作，故地面之設計應避免採用碎石鋪設以防物料流失及土壤滲透，而利用柏油或混凝土鋪設亦應考量大型機械運轉（如鏟裝機、大卡車）所造成的磨損。另外為便於物料滲出液的收集，應採 2~2.5 %坡度設計。若採有屋頂之廠房，則應注意通風需良好。

## 4.2 堆肥化設施

對微生物而言，堆肥化（醱酵）設備為可提供並控制其生長的环境，最主要的控制因子為通氣性，即藉由機械設施使微生物能維持於喜氣狀態下，以提高堆肥化效率，使生產製程更為經濟有效。

若將堆肥化設施視為一個生產單元，則其操作因子即包括進料及出料方式、物料於此單元之停留時間、在此段時間內物料理化性質的變化、及影響物料變化的因子等。若以烹飪來類比堆肥化，則烹飪工具－鍋子的衍變，就類似堆肥化設備的發展情況，如利用傳統的灶與現代的快鍋來煮東西，即有明顯的效率差異。同樣的，堆肥化設施由傳統的野積式也已發展出許多快速的槽式（in-vessel）堆肥化設備。表 4.3 為各種堆肥化設備的簡易介紹，當然每種設備都有其優缺點，對以堆肥化方式處理廢棄物的觀點來看，其應有別於以生產商業化堆肥為目的的工廠，即除品質需符合市場需求外，對生產成本的控制及二次污染防治措施更是重要。因此，應依所在區域的环境條件，選擇適合的堆肥設施。

若將堆肥化設施簡單分類，大致可區分為傳統式（野積式）、通氣靜堆式及槽式三類，前兩者之區別在於堆肥化過程空氣提供的方式，即野積式主要藉由堆積體的表面或翻堆來提供（好氧性）微生物所需的氧氣，其效率較差，而通氣靜堆式則是藉由通氣系統的安排及翻堆強制性地提供氧氣。槽式則可說是一堆肥化「設備」，即其將堆肥化過程之操作因子（進出料方式、通氣量等）藉由設備元件來控制，可算是半自動化生產設備（因整個生產流程尚需包括前段物料調整及後續圓熟等過程），考量土地因素及二次污染等，槽式堆肥法設備應可說是未來的趨勢。

### 4.2.1 傳統式（野積式）堆肥法

由字面上的意義即可了解其處理方式，即就物料性質、產量、土地大小其堆置方式有很大的彈性，主要是堆積體大小需可具溫度蓄積的功能，但也應避免體積過大，以致造成內部形成厭氧狀態。在美國對此種堆積方式發展出所謂的風道式堆肥法（windrow composting），以下就此種堆肥化方式加以介紹。

風道式的堆肥方式可說是相當簡易的操作方式，即原料與副資材經混合後以長列方式堆置，藉由自然的通風以及移動式的翻堆設備加以翻堆，提供所需的空氣。

#### 1. 程序概要

典型的風道式堆肥處理流程如圖 4.2 所示，其主要步驟包括物料混合、堆置過程的操作管理、成品的貯存及迴流。

#### 2. 堆積方式

典型的傳統式風道堆積法如圖 4.3 所示，風道的建築方式有許多不同的方式，對一個成功的堆肥操作而言，良好的風道構築是重要的關鍵。如圖中所示，原料與副資材置於拖車上，以銜接方式卸料使成一長列，再利用移動式機械加以混合，如可橫跨風道的堆肥翻堆機，或利用鏟裝機。而所構築的風道需有適當的孔隙度及水分，同時堆置體大小需足以

維持好氣性菌種的分解反應。其大小與原料及副資材混合後體積、構築的方式及機器設備大小有關，一般工廠操作常見的大小尺寸如表 4.4 所示。而風道的長度需視每日產生的原料其質與量、副資材的混合比及場地大小而定，另每列之間隔需有足夠空間讓翻堆機在期間行走，通常 3m 的距離則已足夠。

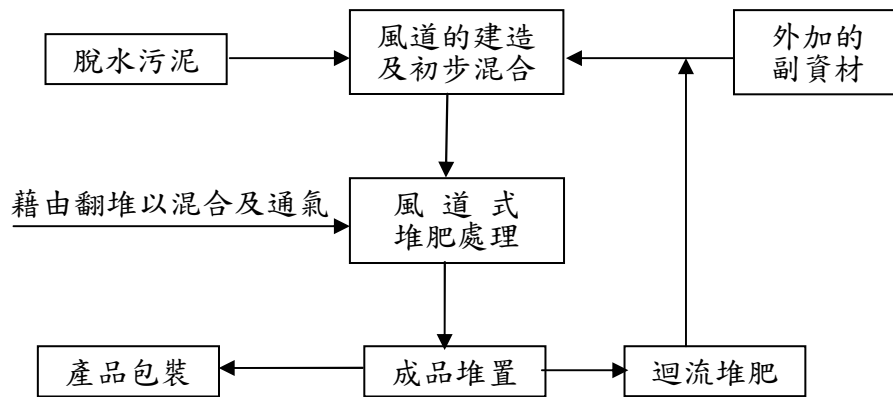


圖 4.2 典型風道式堆肥處理流程圖

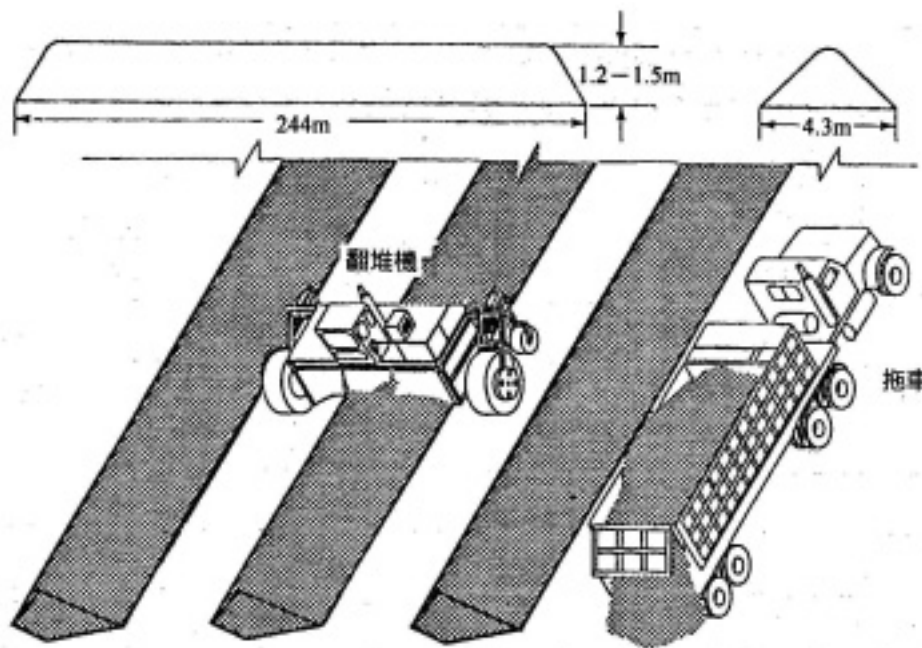


圖 4.3 風道式堆肥法操作示意圖

通常風道式的堆積方式約需 30 至 50 天，或者更長才能完成一個完整的堆肥程序。於堆肥過程需進行至少每週三次以上的定期翻堆。而翻堆主要的作用包括：降低粒子大小、使堆積物質混合均勻、增加孔隙度以保持喜氣狀態、增加供氣量、藉由底部受壓擠的水蒸氣釋放以加速乾燥，並使所有物料均能進入高溫區以有效消滅病蟲菌。如有適當的構築風道及翻堆，通常自堆積開始幾日內堆肥內部溫度可達 55°C 以上，且持續數週。

表 4.3 各種堆肥化設備及說明

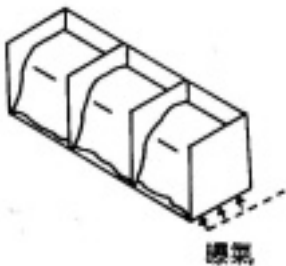
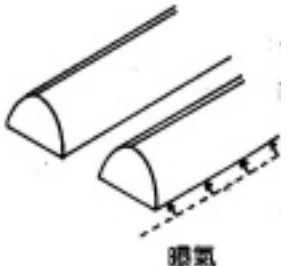
系統型式	堆 積 式	
項 目	鐵 鏟 式	風 道 式
概圖		
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 室內醱酵(堆肥高約 1.5~3m)</li> <li>• 經由鏟裝機將矩形貯存槽內醱酵物往上擠</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 室內進行醱酵(堆肥高約 1.5~3m)</li> </ul>
醱酵時間	30~60 日	60~90 日
翻堆方式及頻率	鏟裝機翻堆，1 次/2 週	鏟裝機翻堆，1 次/2 週
曝氣方式	槽底通氣	底部通氣
團塊狀與曝氣情形	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由於翻堆頻率低，易產生團塊狀，使通氣不良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由於翻堆頻率低，易產生團塊狀，使通氣不良</li> </ul>
曝氣阻力	大	大
曝氣動力	大	大
用地	大	大
設施型態	開放式	露天開放式
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設施簡易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設施簡易</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 需大型的除臭設備</li> <li>② 翻堆不易</li> <li>③ 發生團塊狀物，通氣不易，醱酵時間長</li> <li>④ 產品品質無法均一</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 除臭困難</li> <li>② 翻堆不易</li> <li>③ 通氣不易，醱酵時間很長，易發生團塊狀物</li> <li>④ 產品品質無法均一</li> </ul>

表 4.3 各種堆肥化設備及說明(續)

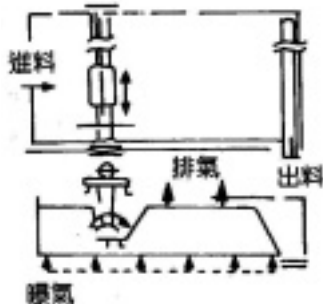
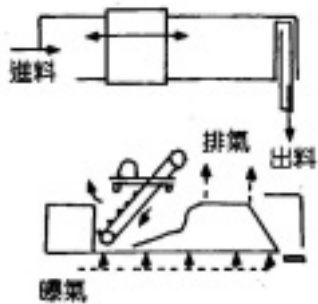
系統型式	機 械 式(水平式)	
項目	橫 型 短 槳 式	鏟 斗 式
概圖		
概要	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.圓形醱酵槽附短槳式(最大寬 2.5m，堆肥高 1.5m)</li> <li>2.醱酵物隨短槳作 Z 字型運轉而翻堆(橫切向前進後退)</li> <li>3.醱酵物隨短槳前進的反方向慢慢移動</li> </ol>	平面型 (最大寬 3m，堆肥高 1.5m)隨著鏟斗移動醱酵物被翻推及移動，鏟斗自進料處前進翻推，至出料處折返，再換至另一堆
醱酵時間	10~20 日	20 日~30 日
翻堆方式及頻率	隨短槳作 Z 字型運轉，1 次/日	移動式鏟斗，1 次/日
曝氣方式	醱酵槽底部導管	醱酵槽底部導管
團塊狀與曝氣情形	醱酵物隨短槳翻堆被破碎及慢慢堆積，故不會發生團塊狀物，通氣相當良好	隨著鏟斗翻堆，醱酵物被破碎及緩緩前進，有一些醱酵物會崩解，通氣性良好
曝氣阻力	小(55mmAg)	小
曝氣動力	小	小
用地	大	大
設施型態	開放式	開放式
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>①短槳翻堆，團塊物少，通氣良好、醱酵時間短</li> <li>②短槳操作簡易，大型醱酵槽可採用</li> </ol>	①鏟斗翻堆均勻，塊狀物不會發生
缺點	為開放型，需大型脫臭設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>①需大型的脫臭設備</li> <li>②醱酵槽的最大規模容量小</li> </ol>

表 4.3 各種堆肥化設備及說明(續)

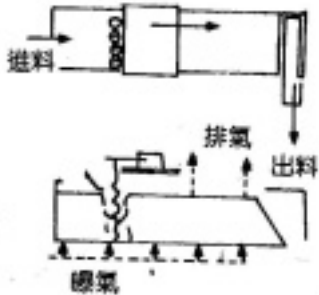
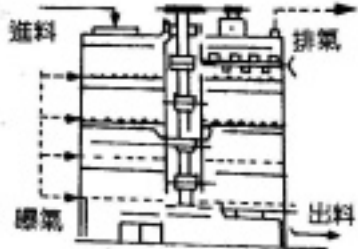
系統型式 項目	機械化(水平式)	機械式(直立式)
	螺旋鑽式	直立多段旋槳式
概圖		
概要	1.平面式(最大寬 3m, 堆肥高 1.5m)醱酵物 隨螺旋鑽運轉而翻堆前進	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多段旋槳式醱酵槽(堆肥高 1~1.5m)</li> <li>• 各層的迴轉攪拌槳將醱酵物攪拌, 及連續向下方移動堆積</li> </ul>
醱酵時間	約 30 日	10~20 日
翻堆方式及頻率	隨螺旋鑽運轉, 1 次/日	各層的迴轉攪拌槳, 1 次/日
曝氣方式	醱酵槽底部	由各層的底板向上曝氣
團塊狀與曝氣情形	螺旋鑽有壓擠醱酵物作用, 易發生團塊狀物, 使通氣不良	不會有團塊狀物, 通氣良好
曝氣阻力	中	小(約 5mmAq)
曝氣動力	中	小
用地	大	小
設施型態	開放式	開放式
優點	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>①經由迴轉攪拌槳攪拌, 醱酵物不會壓積</li> <li>②通氣阻力小, 所需動力少</li> <li>③用地面積小</li> <li>④只需小規模脫臭設備</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>①需大型脫臭設備</li> <li>②螺旋鑽的數量多, 使醱酵槽的比例增大</li> <li>③容易發生團塊狀物</li> <li>④通氣不良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①多層式的機械高度太高</li> <li>②機械設備建造費用高</li> </ul>

表 4.3 各種堆肥化設備及說明(續)

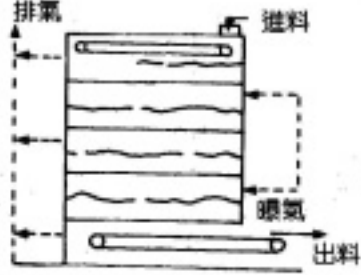
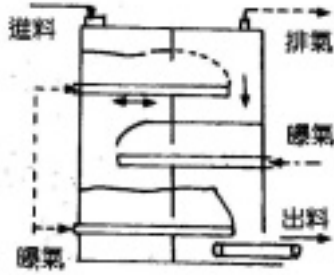
系統型式 項目	機 械 式 (直立式)	
	擋 板 式	移 動 板 式
概圖		
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多段立方型</li> <li>• 各段的底板設有擋板</li> <li>• 醱酵物隨著擋板的開關連續攪拌及移動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多段立方型(堆肥高 2.5 m)</li> <li>• 板層皆可移動</li> <li>• 醱酵物隨著板層前後(水平)移動而向下層輸送</li> </ul>
醱酵時間	30~35 日	約 30 日
翻堆方式及頻率	各段的擋板，1 次/3~4 日	全部的移動支架，1 次/2 日
曝氣方式	曝氣及排氣於各段交替進行	由各段的移動板層曝氣，由槽體上方排氣
團塊狀與曝氣情形	利用擋板開啟使醱酵物自然落下而粉碎，故團塊狀少，通氣良好	醱酵槽壁易有死角，易形成塊狀物，通氣不良
曝氣阻力	普通(約 30mmAq)	大
曝氣動力	小	大
用地	大	小
設施型態	密閉式	密閉式
優點	①佔地面積小 ②不用大型的密閉脫臭設備	①用地面積小 ②只需小型的密閉式脫臭設備
缺點	①屬密閉式機械裝置中較複雜的類型 ②需要有進料供給設備加以配合 ③為多段型，故機械裝置太高	①醱酵物易有團塊發生，移動板層通氣不良 ②移動板層構造較複雜 ③為多段型故機械裝置太高



表 4.3 各種堆肥化設備及說明(續)

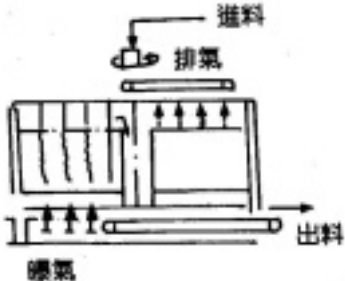
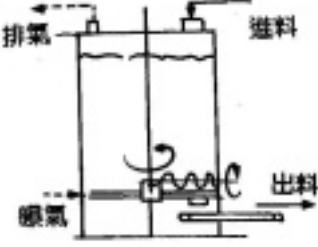
系統型式 項目	機 械 式 (直立式)	
	旋轉螺旋鑽型	貯倉型
概圖		
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單段圓筒型(堆肥高 1.5~2.0m)</li> <li>• 醱酵槽內有旋轉螺旋鑽</li> <li>• 由醱酵槽邊側進料，隨著翻堆漸向中心移動，而中央排出口出料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單段圓筒型(堆肥高 2.5m)</li> <li>• 醱酵物由貯槽上方進入，慢慢向下移動，藉由槽底迴轉螺旋出料時並加以翻堆</li> </ul>
醱酵時間	約 30 日	約 30 日
翻堆方式及頻率	旋轉螺旋鑽，1 次/日	無
曝氣方式	由醱酵槽底導管曝氣，由上部的出口排氣	由醱酵槽底部曝氣，槽上方排氣
團塊狀與曝氣情形	由於旋轉螺旋鑽翻堆時，螺旋槳會造成部分醱酵物壓擠，而發生團塊狀，使曝氣不良	由醱酵槽內部無翻堆裝置，醱酵物易擠壓，曝氣不良
曝氣阻力	中	相當大(1,000~2,000mm Aq)
曝氣動力	中	相當大
用地	中	小
設施型態	開放式	密閉式
優點	①可變更排出口高度，調整停留時間	①用地面積小 ②醱酵槽的有效容量大 ③只需小型的密閉式脫臭設備
缺點	①易發生短流現象，造成停留時間不穩定，生成物性質無法均一 ②螺旋鑽翻堆時，易發生團塊狀物造成曝氣不良 ③醱酵物槽邊側進料，機構複雜 ④為開放型，需大型的脫臭設備	①堆肥高度太高，又無翻堆裝置易造成壓密且通氣不良 ②通氣的阻力太大，需較大動力 ③產品品質無法均一

表 4.4 典型風道式構築尺寸

項 目	型 式		
	小	中	大
高度 m(ft)	0.9(3.0)	1.4(4.5)	2.1(7.0)
底部寬度 m(ft)	3.7(12.0)	4.3(14.0)	7.0(23.0)
單位長度體積 m <sup>3</sup> /m(cu yd/ ft)	2.3(0.9)	3.10(1.25)	8.8(3.5)
單位面積體積 m <sup>3</sup> /ha(cu yd/ac)	1,890(1,000)	2,830(1,500)	6,610(3,500)
表面積-體積比 m <sup>2</sup> / m <sup>3</sup> (sq ft/cu ft)	2.6(0.8)	1.6(0.5)	0.80(0.25)

### 3. 影響風道式堆肥之操作因子

對風道式堆肥處理而言，其成敗決定於程序操作因子及環境因素，故於操作程序設計前應審慎評估這些因子，以求得最佳的設計值。重要的程序操作因子包括原料性質、副資材種類、翻堆頻率、風道大小及通氣量等。

#### (1) 原料性質

首要的特性為總固體物的含量，因其決定了副資材需添加的比例，也就是需使混合後的物料水分控制於 50~60% 左右。一般副資材皆需另外採購，可能為操作過程主要的花費，同時混合後體積決定風道的大小，也因此需儘可能地減少混合物的體積，亦即需儘量降低原料的含水率以達此目標。

#### (2) 副資材的選擇

副資材的主要作用為增加原料的孔隙度以利於氧氣的滲透，並作為微生物生長所需的食物來源之一。而副資材的種類及添加量會影響堆肥溫度的提升及持續性；換句話說，也影響了堆肥滅菌及乾燥的效果。一般常用於風道式堆肥的副資材如 4.5 所示。

表 4.5 常用於風道式堆肥的副資材及其特性

種類	總固體物 %	揮發性固體物* %	視比重(bulk density) (kg/m <sup>3</sup> )
鋸木屑	74	95	260
迴流堆肥	63	50	590
稻殼	74	95	130
乾稻草	73	80	234
樹枝(葉)	82	97	237

\* 佔總固體物之百分率

### (3) 風道翻堆頻率

如圖 4.4 所示，風道式堆肥之溫度分佈可區分成幾個不同區域，如溫度小於 55°C 的“冷溫區”及此區內部周圍的“高溫區”。以圖中為例，約有 40% 左右小於 55°C，22% 為 55~65°C，22% 為 65~71°C，14% 超過 71°C。而翻堆就是使冷溫區與高溫區充分混合，以確保所有堆積物皆能暴露於高溫區內，以達到滅菌功能。而較常翻堆其內部高溫區體積會較小，如圖 4.5 所示，可明顯看出其差異性。另外翻堆次數增加亦可加速乾燥速率，也因此翻堆的頻率需視堆肥處理的情況而定，以期達到良好的溫度及乾燥速率控制。一般而言，風道式堆肥處理多採隔天翻堆一次（約 3 次/週），以位於美國 Ohio，一家污水處理廠之堆肥場為例，其堆肥操作於第一週採每日翻堆二次，而在近完成前之 3~4 週則每日翻堆一次。

### (4) 風道的大小

風道的大小（截面積）主要影響內部溫度提升的程度，為使溫度能升高，則其所產生的熱能必需超過外在表面積因傳導、對流、輻射所損失的熱能，而表面熱能的損失與 SVR（表面積與體積比）及環境條件，如大氣溫度與風速等有關。一般而言，當風道的截面積增加 0.5m<sup>2</sup>，則其溫度可大約提升 1.2°C。就堆肥的另一主要目的—殺菌而言，倘風道太小，則殺菌需要的高溫期將無法達到，因此就體積來看，較大者有利於殺菌。另外於堆肥過程亦應確保整個風道的基部整齊地位於同一軸上，避免有不規則的截面出現，而使高溫效果降低。

另外就堆肥乾燥速率來看，雖然小堆不利於溫度的提升，但其乾燥速率顯然優於體積較大者，有一研究報告指出依副資材種類，風道體積及季節之不同，小型風道式其乾燥速率會比中型風道式快 25~37%（小型與中型之尺寸資料請參閱表 4.4）。由此可得知，於風道式堆肥之操作應視其所需之目的；如殺菌或乾燥，加以調整體積（截面積）大小。

### (5) 通氣量

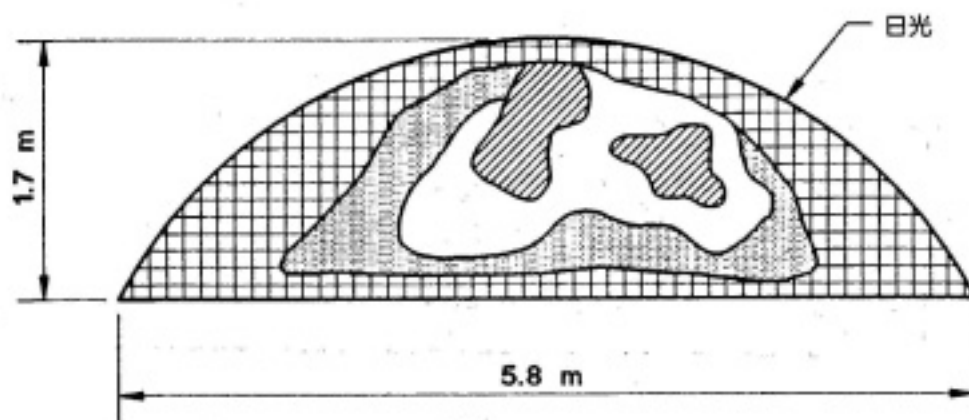
於堆肥化過程應使氧氣含量連續保持大於 5% 的狀態，因此，對風道式堆積法藉由定期的翻堆提供足夠的氧氣，以供熱分解菌利用是必要的，同時可避免形成厭氣狀態，而產生臭味。

## 4. 環境因素

倘風道式堆肥採露天方式操作，則容易受雨天、低溫、日曬及風速等環境條件所影響，以致操作效率降低。為避免此些因素，一般堆肥廠多會興建場房，以室內方式操作，而場房亦可採開放式與密閉式，後者對於臭味之控制與處理頗具成效，但相對地其設置成本較高。

(I)(1)物料組成：新鮮污泥43%、迴流堆肥43%、新鮮鋸木屑14%

(2)堆積天數：15日，總固體物含量：51.5%



(II)(1)物料組成：40%新鮮污泥、60%鋸木屑

(2)堆積天數：15日，總固體物含量：51.6%

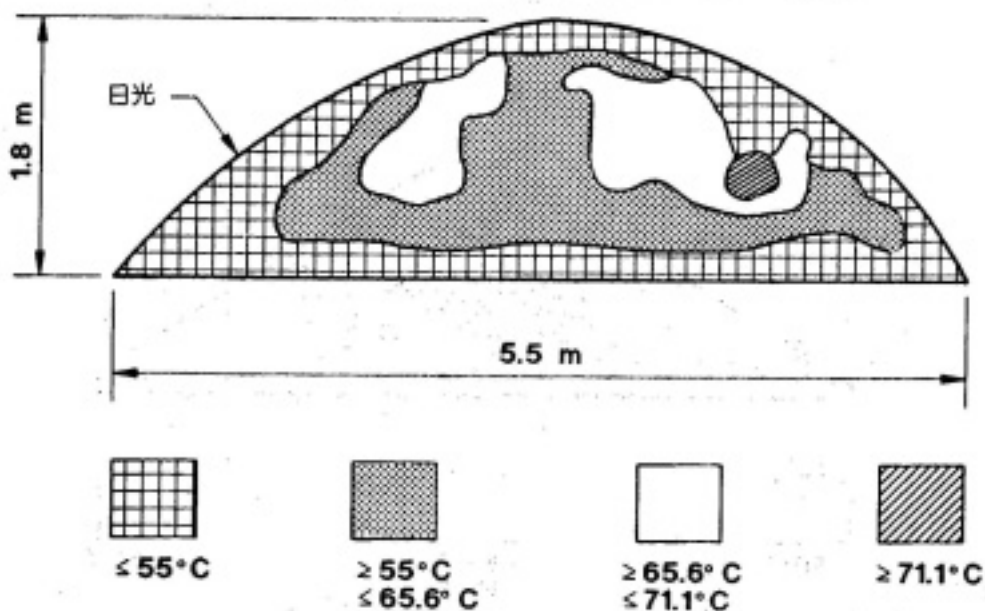


圖 4.4 二種不同堆肥組成其溫度分布情形

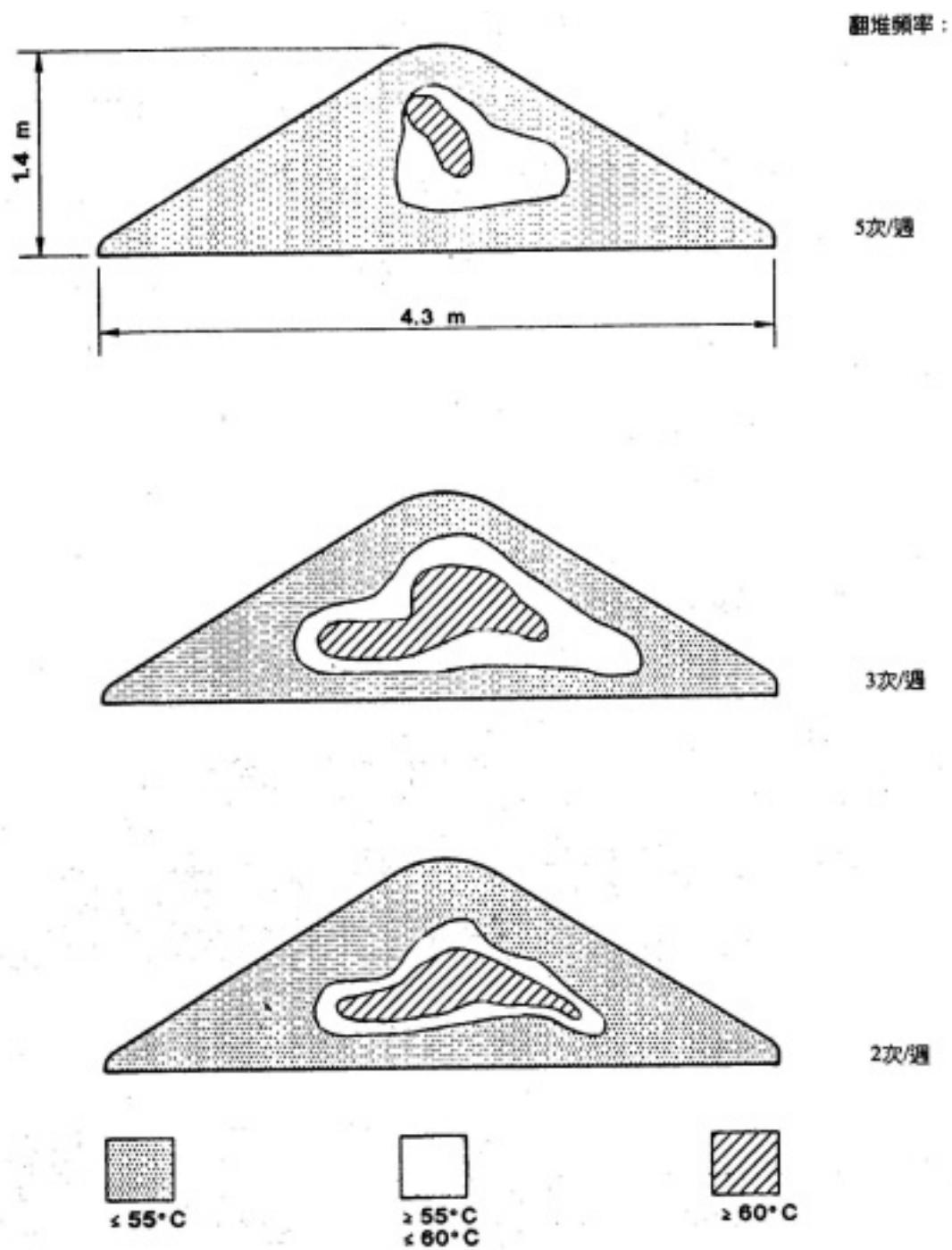


圖 4.5 翻堆頻率與堆肥內部高溫區分布之關係

## 5. 臭味的產生及控制

對風道式堆肥處理流程而言，影響其臭味擴散及感測因子包括：場地中新構築的風道數目、風道的 SVR（表面積與體積比）、風道的溫度、副資材的種類與添加量、臭味的感測點至堆肥廠的距離、臭味的傳送條件；如風向、風速、及灰塵擴散、原料特性與滲出水的排放情形等。

相關研究指出風道式堆肥表面臭味的逸散與內部溫度的高低有直接的關係，當內部溫度愈高時臭味的逸散愈嚴重，尤其是在翻堆過程及其後的一段時間內。一般而言，整的堆肥的過程臭味逸散主要於初期的前幾天，之後臭味逸散隨之降低，直至整個堆肥過程完成。

減少臭味產生方式包括於臭味產生的顛峰期降低堆肥尺寸、改變或減少副資材的使用量、減少翻堆次數或僅於低風速時期翻堆、於場房周圍保留足夠的緩衝區並藉由圍籬或樹等作為分隔。部分工廠會藉由添加特殊酵素或菌種以控制臭味，但一般而言，其成效並不顯著。

## 6. 風道式堆肥場規劃

風道式堆肥場規劃應考慮的因子，包括土地需求、堆肥堆置表面的鋪設、物料進出的控制、視覺遮蔽效應、及相關附屬設施等。

### （1）土地需求

堆肥場場地包括堆肥作業區、產品貯存區、緩衝區、及建物區等。以堆肥作業區而言，原料的固體物含量及堆肥化效率直接影響場地大小。亦即當原料含水率過高時，則副資材的添加量必需增加，以調整水分含量至 50~60% 左右，也因此整個物料的體積亦隨著增加。所以減少原料的含水量不僅可減少副資材用量，同時可減少用地面積。

為了減少臭味對堆肥廠周圍的影響，其作業區外的緩衝區應儘可能愈大愈好，而受限於場地大小亦可考慮利用視覺遮蔽效應或屏障，如加設圍籬或樹籬等，以減緩堆肥作業區所逸散出之灰塵及臭味。

另外尚需堆肥貯存區及後製區，後製區包括堆肥成品過篩、添加其它營養源及包裝等製程。而貯存區應有足夠空間以貯存完成堆肥的粗成品達一週以上或更久的時間。

### （2）堆肥場地的鋪設

一般而言，堆肥場地面會鋪設柏油或混凝土，以防止地表水或雨水的流入，同時可利於堆肥滲出水的收集及處理，避免污染地下水。

#### 4.2.2 通氣靜堆式堆肥法 (aerated static-pile composting)

通氣靜堆式的堆肥法於北美可謂是最普遍的堆肥處理方式，根據美國 Biocycle 雜誌於 1994 年調查結果，美國 201 座操作中的下水污泥堆肥工廠，有 93 座採用此式。此系統如此受歡迎的原因可歸納成下列幾點：

- (1) 與其它堆肥處理系統比較起來最為經濟。
- (2) 其處理物料特性相當廣。
- (3) 與槽式 (in-vessel) 堆肥系統比較，其設置成本相當低。
- (4) 可容許相當大的原料質量變異。
- (5) 系統的操作處理容量範圍很廣，由 0.5~100 乾噸/天。
- (6) 因一直保持著喜氣狀態，比風道式堆肥系統有較佳的臭味控制。
- (7) 可提供較好的殺菌效果及產品穩定度。
- (8) 可採露天或完全密閉操作，視其臭味控制的需要程度而定。

而其缺點則為：

- (1) 比部分槽式堆肥系統需較大的土地。
- (2) 倘系統設計及操作不當則有臭味問題。
- (3) 除非操作場房加蓋或採密閉式，否則生產容易受天氣影響。

此種堆肥處理方法主要藉由強制通氣系統使堆肥化過程維持於好氣狀態，以加速有機物分解。同時，亦可去除多餘水分，並利於發酵熱的釋出，以控制堆肥化溫度。一般通氣量的控制常藉由堆肥溫度變化則在 55~60℃ 間。因此藉由通氣速率的控制以使溫度維持於此範圍內。一般通氣量約維持 0.2~0.25 立方公尺/公噸·乾重 (標準狀態下)，故正常設計值為 0.25~0.32 立方公尺/公噸·乾重 (標準狀態下)。

##### 1. 程序概要

典型的通氣靜堆式與風道式的處理流程相似，即包括物料管理、混合、堆肥化過程及後處理加工等。而主要的差異性應是堆肥化過程物料的堆積方式及通氣系統的安排。就堆積方式來看，可分為單一式 (individual pile) 及延長式 (extended pile) 二種，其概況如下：

##### (1) 單一式

所謂單一式，即各堆為分開，當然堆置的大小及形狀種類很多，依各廠操作及生產情況有很大的彈性，唯堆積高度應考量通氣系統的負荷。通常廠內會依其產量設置數個區間，而隨著每堆積物料所需的堆積時間，移動物料至下一個區間，依此類堆，即第一個區間的進料，隨著翻堆逐漸移動，當此物料移至最後一個區間時，變成出料，如此整個生產線形成一完整循環。採用此式可依物料或產品之不同而變化調整配方，通常其翻堆方式多利用鏟裝機。

## (2) 延長式 (extended pile)

延長式應可說是單一式的轉換，即將單一式所設立的區間去除，使物料形成一連續延長的堆積體，通常堆積體之高度約 1.5m 左右，寬度約 3~5m (需視翻堆機械可操作範圍而定)，長度則視物料需堆積時間、產量及場地大小而定。首先，物料經混合後，由一端進入，隨著翻堆物料逐漸前移，而新的物料不斷補充，另一端成品則可每日出料，如此便形成一連續生產線。一般採用之翻堆設備有固定式；如天車懸臂杓子式；或移動式。各式翻堆積依物料挑起及落下機制的不同，有許多不同型式。

## 2. 通氣系統的設計

由於堆肥化過程主要藉由好氣狀態下微生物的活動，以使有機物分解，因此利用鼓風機 (blower) 或風扇 (fan) 系統的安排，以提供足夠的空氣，而通氣量的控制應考量因子包括：堆積體的溫度、氧氣需求量及水分含量等，一般常用堆肥溫度做為通氣量的指標。另外，為考量堆肥化過程所產生的臭味收集及處理問題，亦應將整廠的通風系統做一完整的規劃。

一般曝氣系統可採正壓式 (壓力式通風設備) 或負壓式 (真空通風系統) 以達適當的程序控制，後者有利於臭味的收集及處理。二種系統皆有工廠採用，以美國位於 Metro Denver 的堆肥廠為例，其於最初 10~15 天採用真空通氣系統以收集處理堆肥初期所產生的臭味，15 天之後則轉為壓力式通氣系統，以促進乾燥。

一般而言，喜氣狀態下，堆肥釋出的能量約 20 倍於厭氣狀態，也因此有利於其內部溫度的提升及乾燥的進行，這也就是採曝氣式的主要原因。而通氣量與有機物生物氧化速率、水分及熱能的釋出有關，應避免因曝氣量過大而使堆肥溫度及溼度下降。

由於堆肥化過程隨著醱酵時間的不同，物料的性質亦隨之改變，如含水率逐漸降低，因此送風量需隨之變化。依此來看，不論單一式或延長式，送風量皆應有階段式的差異。

通氣靜堆式是國內堆肥場普遍採用的處理技術，以農林廳推動的畜牧廢棄資源共同處理要點中之禽畜糞堆肥場為例，即採用延長式通氣靜堆法，茲以其設計參考要點為例介紹通風系統的規劃。(摘自禽畜糞堆肥場輔導手冊，農林廳技士翁震圻先生研究報告)

- (1) 鼓風機，一般市面上可購得，唯需注意電壓是 110V 或 220V，單相或三相，採用適合鼓風機之規格，另外標準送風量每立方公尺堆肥送風 0.1-0.2 立方公尺，風壓適當標準為 100-200mm (水柱) 高，如果太低則壓力不夠，送風困難，但太高也不宜，醱酵熱被沖散而醱酵不良；市面上出售之規格：出力 1/2 馬力，電壓 220V，三相，風壓 320mm (水柱)，每分鐘送風量 5-10 立方公尺，則醱酵槽高 1 公尺，每 50 平方公尺，約配置一台鼓風機，每送風 5 分鐘，停 20 分鐘，並依堆肥醱酵情形調整。
- (2) 送風管，由塑膠管連接鼓風機、主風管及支風管而成，於通進醱酵槽之主風管應設調節閥。以控制風量及需不需要風，槽底的送風管管徑 4 吋 (10 公分)，風管之下側開二排的小孔為出風口，孔徑 5 公厘，每間隔 10 公分開一出風孔。如圖 4.6 所示，



其鼓風機、送風管之連接及排設應依堆肥含水率不同而分段排設，如醱酵槽為長槽式設計，因前後堆肥含水率不同，醱酵時間不同，送風量亦不同，堆肥含水率關係通氣性，不可一台送風機送全部醱酵槽之風，應依堆肥含水率不同而分段排設送風機，一般醱酵槽前面每 10 公尺設計一組，約排設 5—6 組，至醱酵槽三分之二處（即水分降至 35—40% 時），再用時間控制器控制每一組送風機運轉時間及風量。

(3) 醱酵處理廠（區）及風乾處理場（區）一般是連棟密閉場房設計，如圖 4.7 所示，便利翻堆積之連續製作堆肥，醱酵處理場（區）及風乾處理場（區）場房密閉設計，防止臭氣溢出，並從密閉場房抽出醱酵臭氣至脫臭槽，如圖 4.8 所示，人員不在裡面操作，以避免臭味；原料堆置場（區）則設計輸送帶系統將原料送入密閉之醱酵處理場（區），風乾處理場（區）後端則設計輸送帶系統將成品送入倉庫（區）篩選、包裝處理，醱酵處理之翻堆機則設計自動化操作，人員不進入，形成一密閉連續製作堆肥場房，防止臭味污染。

(4) 脫臭槽如圖 4.9 所示，以木屑為介質者，兼作水分、有機質調整材堆置場，實為原料堆置場（區）之前置區域，即將木屑先於脫臭槽灑水吸附氮肥預作處理使先腐爛，飽和後作為水分、有機質調整材，可縮短木屑醱酵時間，並達脫臭之目的。

#### 4.2.3 槽式 (in-vessel)

所謂槽式堆肥處理系統，為將物料置於一生物反應槽(bioreactor)進行堆肥化，其比風道式或通氣靜堆式更易得到穩定的產品性質，同時對臭味控制之效果更佳。但也由於其涉

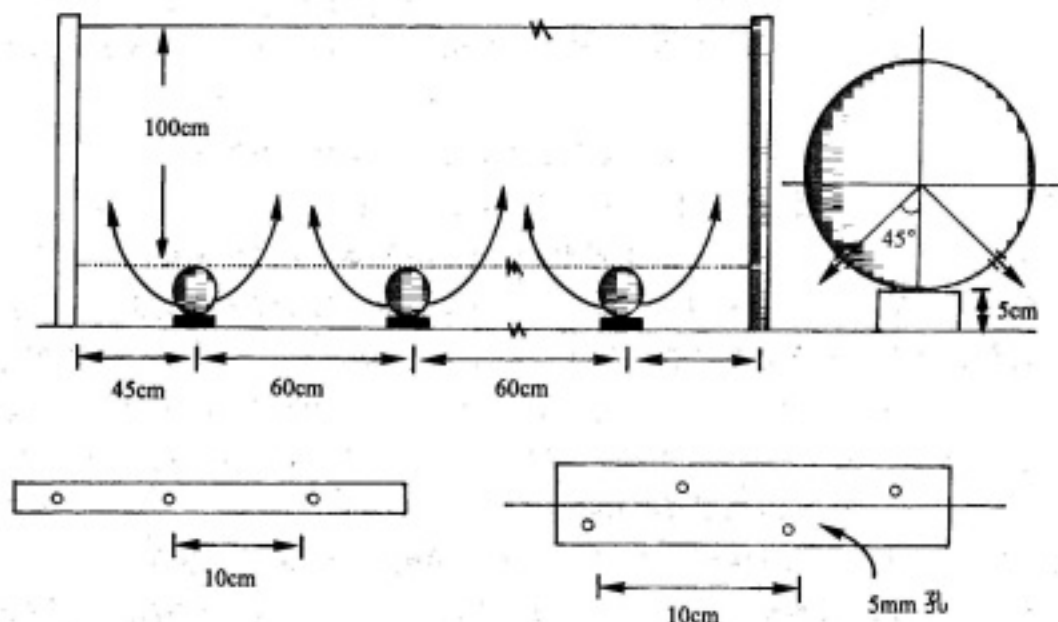


圖 4.6 送風排列及鑽孔式意圖

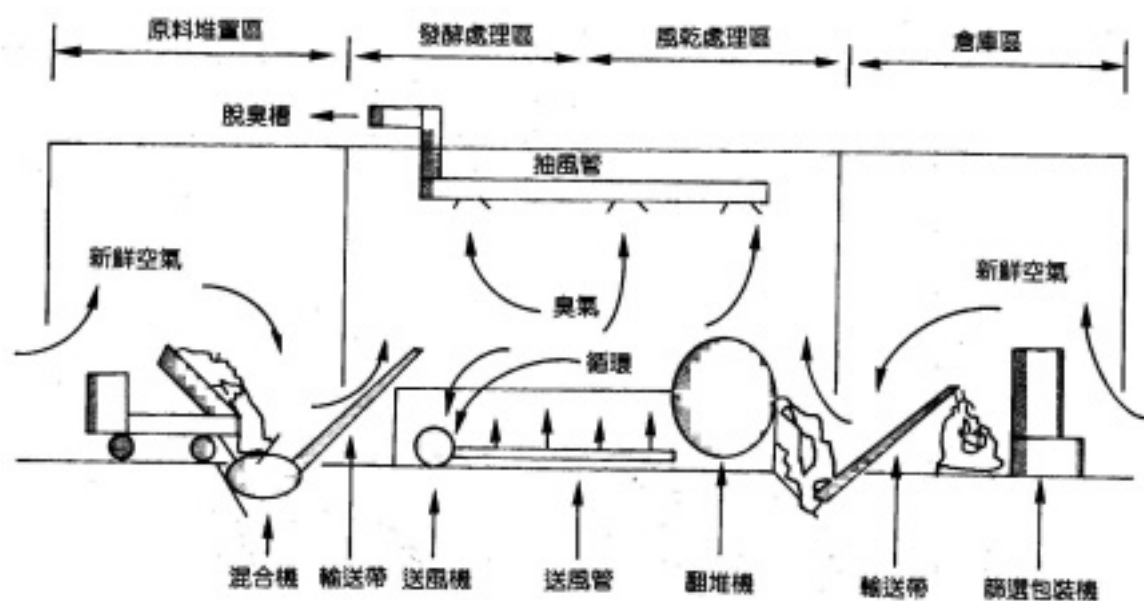


圖 4.7 密閉式堆肥發酵場房氣體流程示意圖

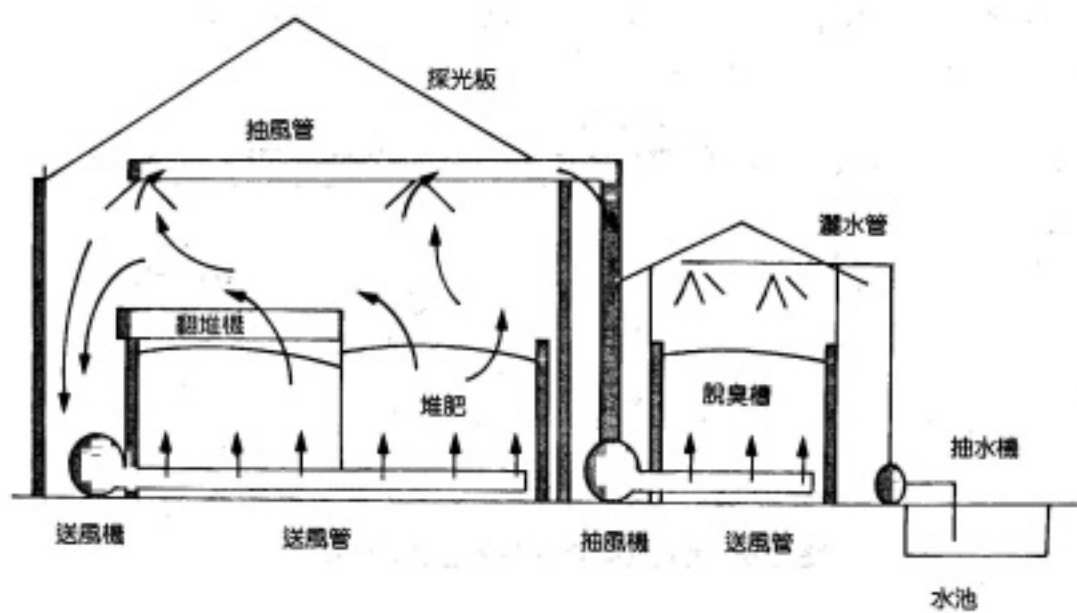


圖 4.8 密閉式堆肥發酵場房氣體流程示意圖

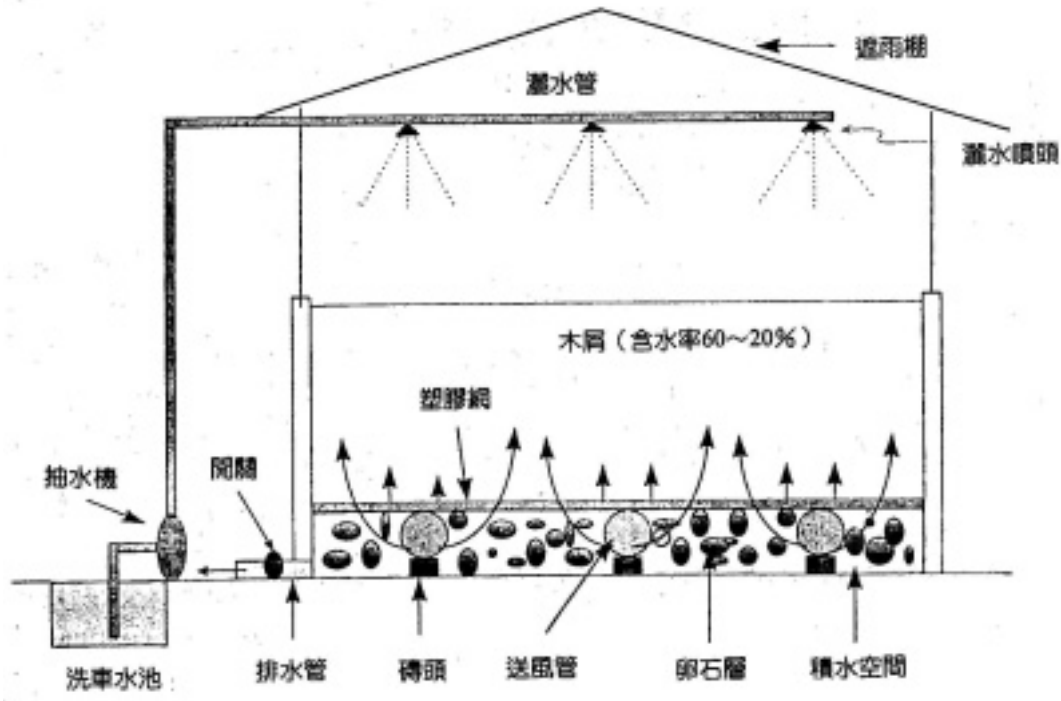


圖 4.9 脫臭槽剖面結構示意圖

及較複雜的機械設備，不僅需較多的人力維護機械，同時也易因機械設備問題而影響生產。一般槽式堆肥處理系統可略分為下列幾個單元，包括物料（原料、副資材及迴流堆肥）、物料管理（貯存、混合、輸送）、反應系統、曝氣系統、臭味控制系統、場外圓熟/貯存工廠、市場行銷等，其生產流程如圖 4.10 所示。

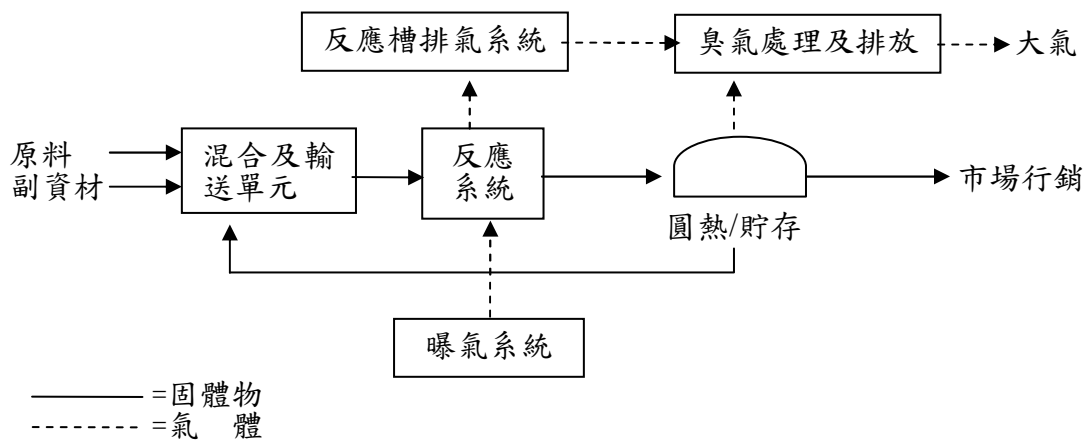


圖 4.10 槽式堆肥處理系統生產流程圖

一般槽式 (in-vessel) 堆肥系統設計評估要點包括下列幾項

#### 1. 製程概況

- (1) 物料特性—污泥、副資材及迴流堆肥之種類與量。
  - 污泥、副資材及混合後揮發性固體物。
  - 污泥、副資材及混合後最初固體物含量。
  - 混合物及產品之孔隙度及視比重。
  - 混合比。
- (2) 反應槽的型式、尺寸及體積
- (3) 各階段之停留時間—每個反應槽
  - 曝氣圓熟區
  - 產品貯存區
- (4) 固體物停留時間，於—反應槽
  - 廠內
- (5) 曝氣方式（反應槽內外）—方式
  - 速率（ $\text{m}^3/\text{min}$ ）
  - 通氣量（單位混合物重之氣體體積）
  - 靜壓（static head pressure）。
- (6) 各股物料水分含量變化—反應槽
  - 堆肥場
- (7) 監測及控制系統—溫度
  - 含氧量
- (8) 質量平衡
- (9) 能量平衡
2. 產品性質—
  - (1) 達到高溫標準及殺菌效果
  - (2) 符合其它產品標準之規定
3. 臭味控制—
  - (1) 詳列所有可能產生臭味之來源
  - (2) 每個臭味產生源之控制計劃，包括收集及抑制計畫、處理及排放方式。
4. 物料的搬運系統
  - (1) 系統概圖
  - (2) 單元描述，包括—運轉機構、結構材料、保養需求、市場使用概況、常見問題之維修步驟、能源需求。
  - (3) 控制系統。
5. 曝氣及排氣系統
  - (1) 系統概圖

(2) 單元之描述，包括一運轉機構、結構材質、保養需求、市場使用概況、常見問題之維修步驟、能源需求

(3) 控制系統

6.反應系統（包括卸料裝置）—同上

7.操作員

(1) 人力需求

(2) 技能需求—設備操作、程序控制、設備維修

(3) 標準操作程序（SOP）

就選擇槽式堆肥系統之工廠來看，一般有幾項因素，如土地應用的限制、產品成份較豐富、人力需求較少、臭味控制較佳、較好的視覺景觀、民眾較易接受等。

槽式堆肥處理系統通常採用多段式的處理流程，第一階段通常於「生物反應槽」(bioreactor)內進行，其停留時間是材料的性質及反應器的型式與構造而定。而反應槽通常可分為三種，包括直立式推流 (vertical plug flow)、水平式推流 (horizontal plug flow) 及攪拌箱式 (agitated bin)。其主要差異在於進料、出料方式 (即物料於反應器內之行進路線)、曝氣系統與槽體型狀等。以下就美國使用例加以說明設備概況。

1.直立式推流系統 (vertical plug flow)

此系統為一直立式槽體，物料由頂端進入後漸往下移動至槽底，氣體強制送入槽體，物料於此段進行有機物分解，隨後再於第二段單元進行圓熟過程，整個流程一般約需 28~35 天左右。圖 4.11 為一圓柱形反應器，其堆肥物料深度約 7~8 公尺，圖 4.12 及圖 4.13 為鐵製及混凝土製矩形反應器。如表 4.6 所示，美國於 1994 年共有 18 座採直立式推流反應槽之堆肥工廠。當然各場反應槽之曝氣系統、卸料裝置、反應槽型式及材質、相關輔助設備等不盡相同，但大部分的工廠其操作並無法一直維持於設備處理量。以位於 Reedy Creek, Fla.之堆肥場為例，其將此槽式堆肥系統作為備用裝置，而另外採靜堆式堆肥法。位於 Ft. Lauderdale, Fla.及 Henrico Country, Va，皆因臭味及機械問題而停止操作，另亦有工廠因曝氣系統修正而減低產量。由以上一些使用例來看，推流式反應槽堆肥系統其可藉由密閉式的操作，使槽內維持負壓狀態而利於臭氣的收集，但另一方面則因槽內未具攪拌裝置，物料會壓積易造成曝氣系統阻塞，槽內形成厭氧狀態。

2.水平式推流系統 (horizontal plug flow)

此種反應槽依其外型又稱為隧道式，其操作方式與直立式相似，如圖 4.14 所示為此系統之典型，進料由一端進入，藉推送器逐漸前進至另一端出料。如圖 4.15 及圖 4.16 為具有攪拌功能之反應槽。根據調查資料顯示，至 1994 年美國有 5 座堆肥工場採用此種反應槽(如表 4.7 所示)，其中 Newburg, Ore 因設備結構問題已於 1988 年停工，而 Hickory, North Carolina 正進行更大處理量及更有效的化學洗滌塔臭味處理系統工程。

### 3. 攪拌箱型式 (agitated bin reactor)

此系統與推梳式反應槽最大的不同在於其藉由攪拌裝置定時的運轉而使物料移動，其反應槽通常為上方開口式，氣體由底部強制送入，而槽體可為矩形或圓柱型，一般堆肥箱之深度約 2~3 公尺，其構造如圖 4.17 所示。於美國之使用例如表 4.8 所示，共計有 24 家堆肥工廠採用此法。其中位於 Akron, Ohio 的堆肥廠因臭味問題而降低處理容量，並新設一多段式化學洗滌塔處理臭味，位於 Baltimore, Md 的堆肥廠則降低處理容量至設計之 80%。

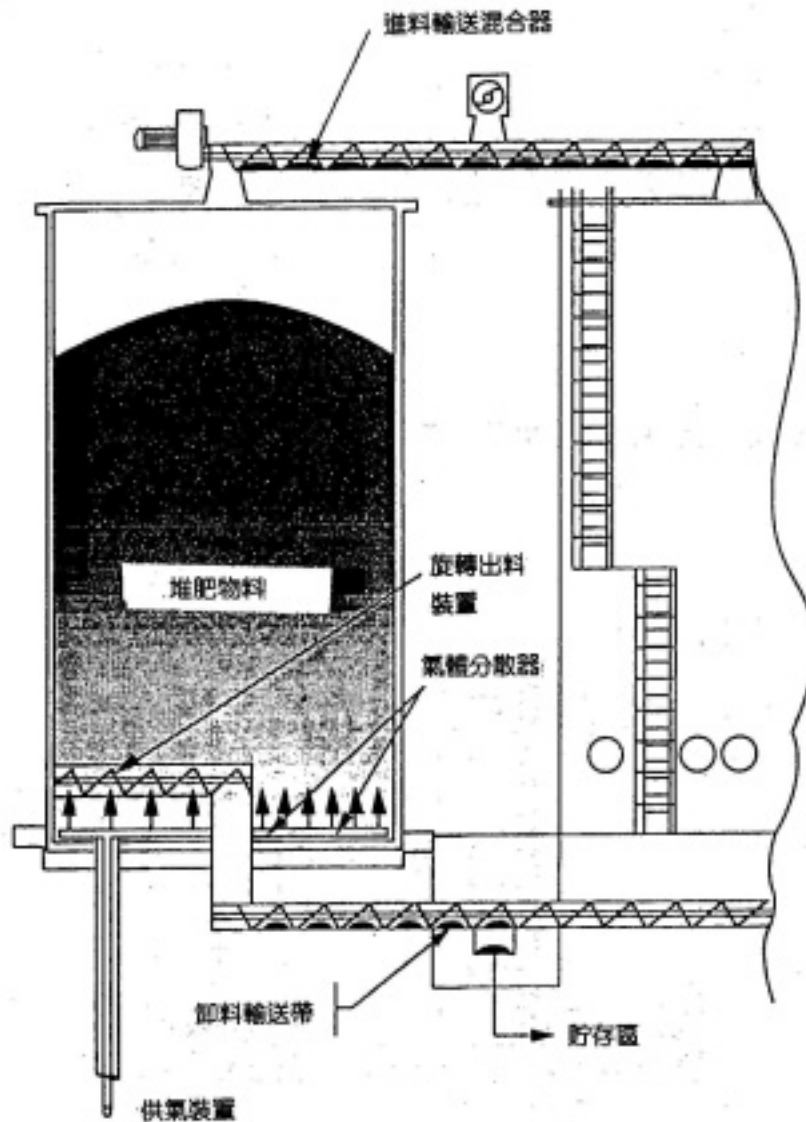


圖 4.11 鋼鐵製圓柱形直立式推流反應槽 (U.S. EPA, 1994)

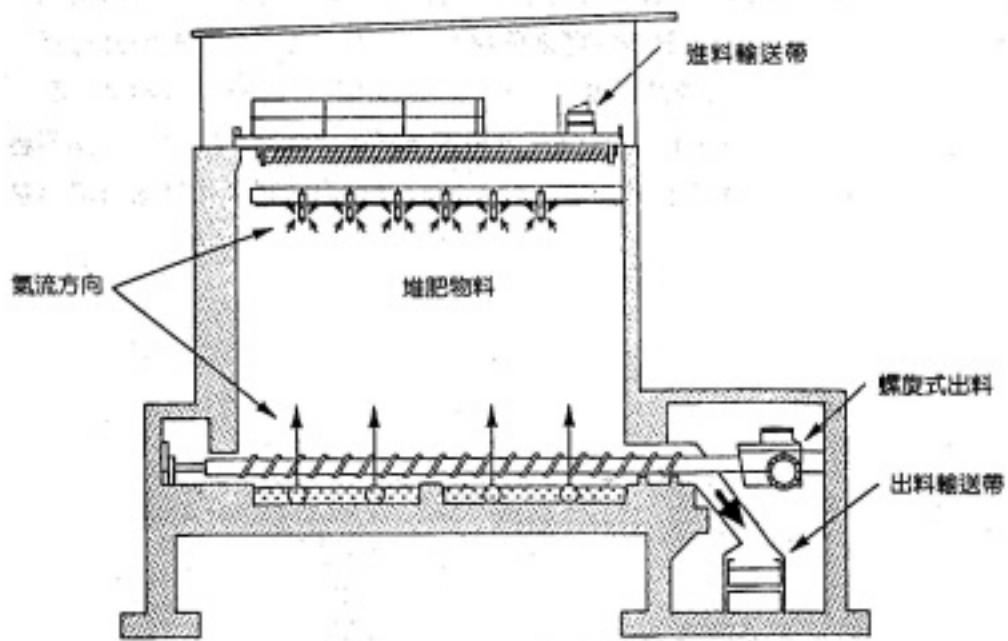


圖 4.12 混凝土製矩形直立式推流反應槽 (U.S. EPA, 1994)

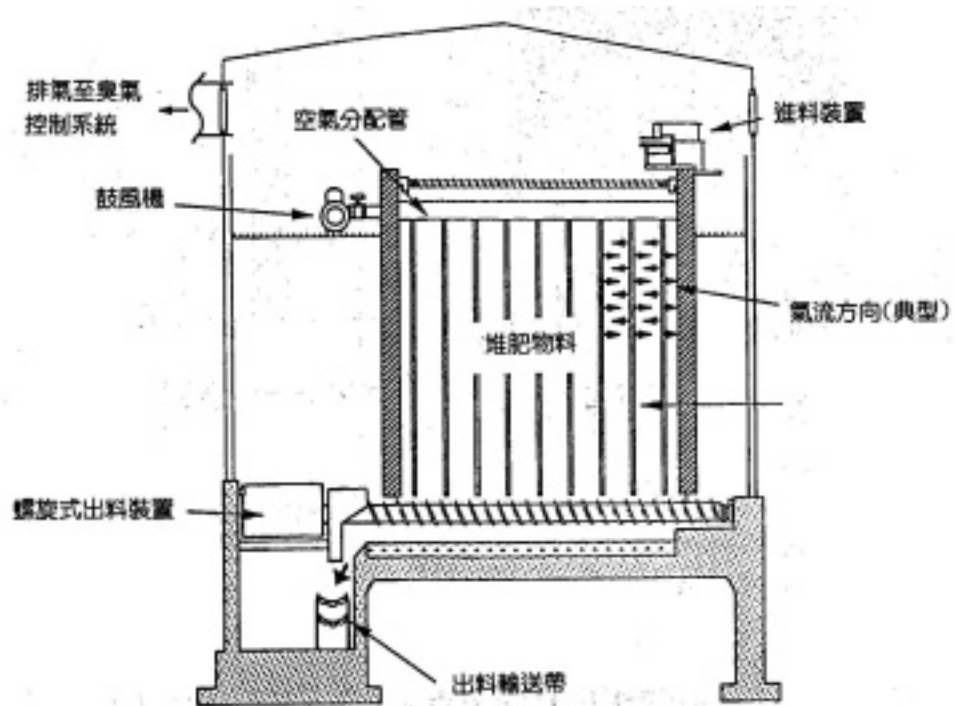


圖 4.13 鋼鐵製矩形直立式推流反應槽 (U.S. EPA, 1994)

表 4.6 美國直立式推流反應槽之堆肥廠概況 (U.S. EPA, 1994 年)

場 址 <sup>1</sup>	建廠時	設計容量	反應槽數	
		公噸/日 (乾重)	第一段	第二段
Schenectady, N. Y.	1987	14	2	2
Hartford, Conn.	1990	48	10	10
Cape May County, N. J.	1985	18	1	1
Sarasota, Fla.	1987	5	1	1
Ft. Lauderdale, Fla.	1988	21	6	6
Henrico County, Va.	1990	16	6	4
Portland, Ore.	1985	54	4	2
East Richland, S. C.	1986	5	1	0
Endicott, N. Y.	1986	2	1	1
Clayton County, Ga.	1986	3	1	1
Dothan, Ala.	1987	6	2	0
Lancaster, Pa.	1987	21	2	2
Reedy Creek, Fla.	1990	8	1	1
Binghamton, N. Y.	1990	9	2	1
Springfield, Mass.	1990	25	2	0
Bristol, Tenn.	1990	13	1	1
Musconetcong, N. J.	1992	3	1	1
Guelph, Ontario, Can.	1994	14	2	1

註：1.1994 年時，上列各廠並非全在操作中

2.資料來源：Biosolid compositing, WEF 1994

表 4.7 美國採水平式推流反應槽之堆肥廠概況 (U.S. EPA 1994 年)

場 址 <sup>1</sup>	建廠時	設計容量	反應槽數	
		公噸/日 (乾重)	第一段	第二段
Newburg, Ore.	1987	4	2	0
Hamilton, Ohio	1988	15	6	0
Hickory, N.C.	1990	18	4	0
Camden, N.J.	1994	45	20	0
Hilton Head, S.C.	1990	1	2	0

註：1.1994 年時，上列各廠並非全在操作中

2.資料來源：Biosolid compositing, WEF 1994



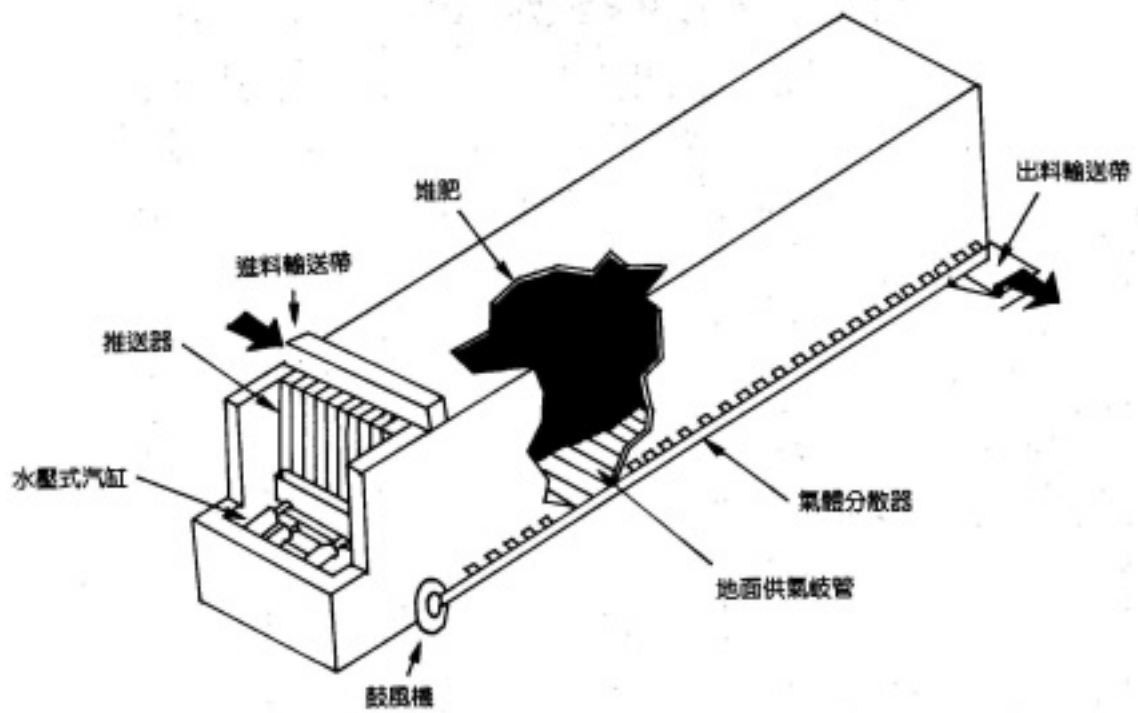


圖 4.14 水平式推流反應槽 (U.S. EPA 1994)

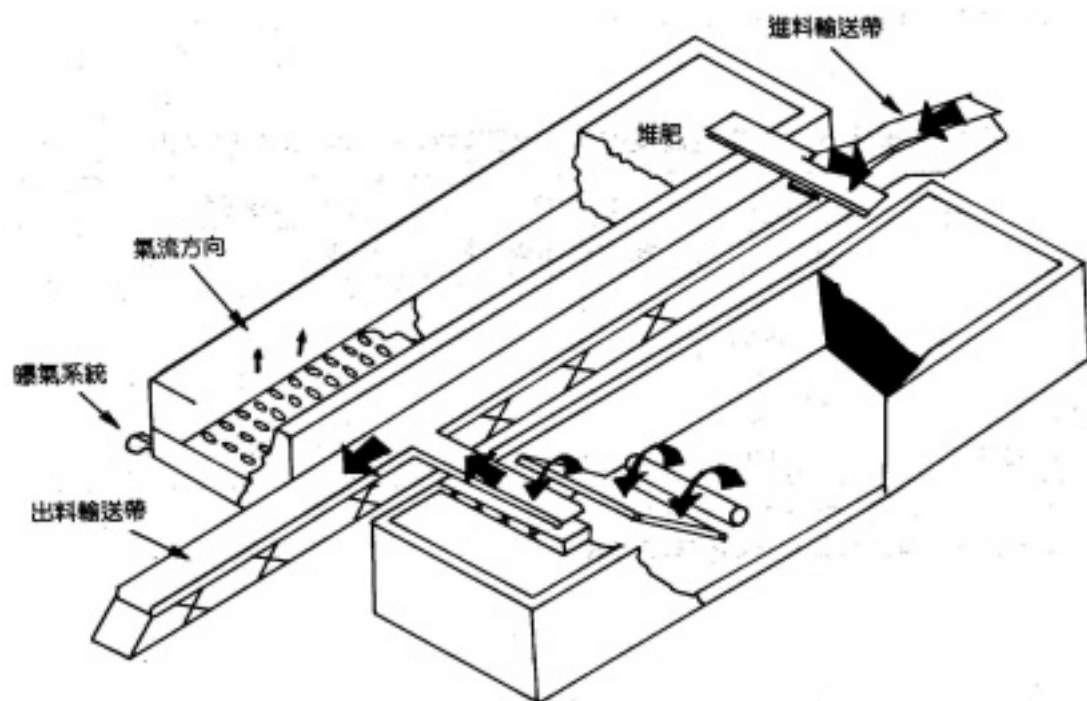


圖 4.15 水平式混合反應槽 ( I )

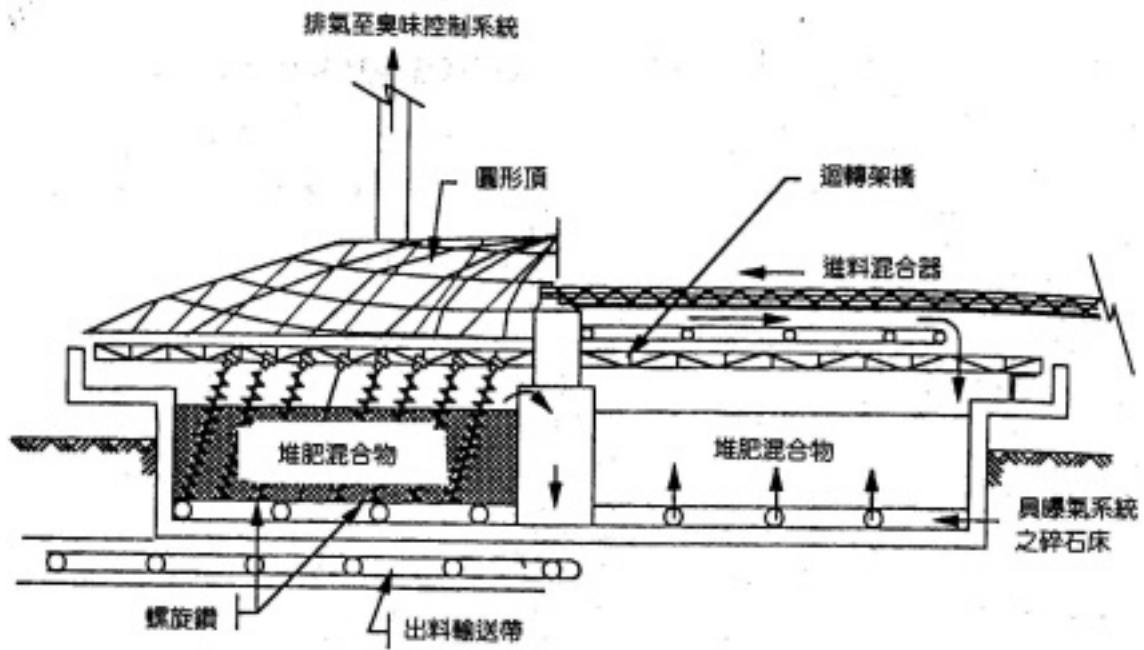


圖 4.16 水平式混合反應槽 (II)

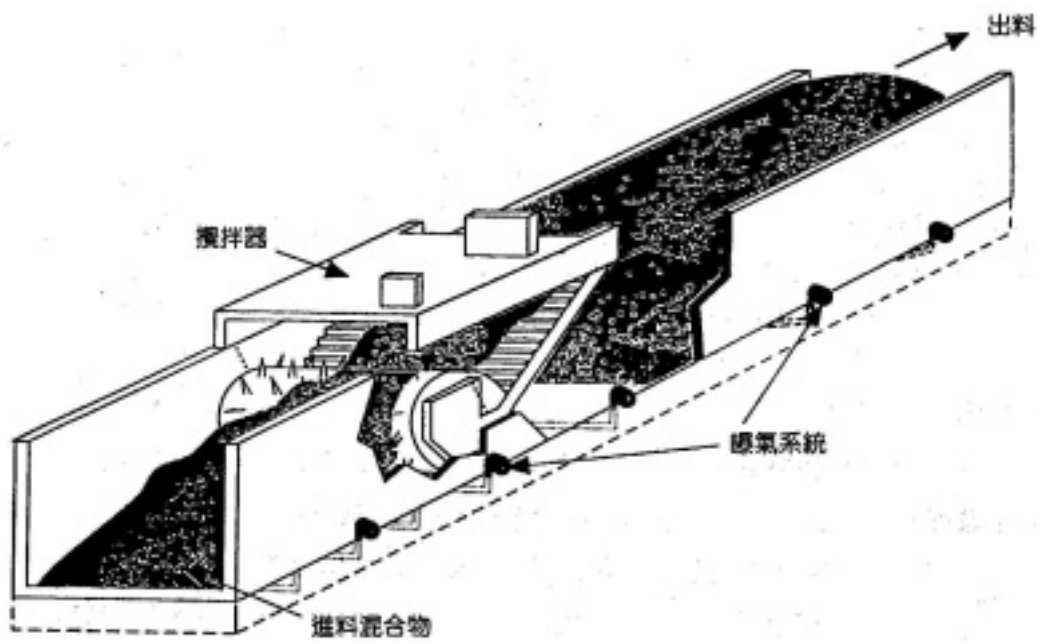


圖 4.17 典型攪拌箱型式反應槽 (U.S. EPA 1994 年)

表 4.8 美國採水平攪拌箱型式之堆肥廠概況 (U.S. EPA 1994 年)

場 址 <sup>1</sup>	建廠時	設計容量	反應槽數	
		公噸/日	第一段	第二段
Clinton County, N.Y.	1986	31 (乾重)	2	0
Akron, Ohio	1986	66 (乾重)	4	0
Baltimore, Md.	1986	30 (乾重)	2	0
Fairfield, Conn.	1989	36 (濕重)	6	0
Baldwinsville, N.Y.	1989	15 (乾重)	12	0
Lockport, N.Y.	1991	82 (濕重)	12	0
Palm Beach County, Fla.	1991	27 (濕重)	4	0
Holyoke, Mass.	1991	91 (濕重)	16	0
Plymouth, N.H.	1991	4 (濕重)	2	0
State College, Pa.	1992	73 (濕重)	12	0
Guilderland, N.Y.	1992	27 (濕重)	4	0
Bennington, Vt.	1992	36 (濕重)	4	0
Bristol, R.I.	1992	25 (濕重)	4	0
Dartmouth, Mass.	1993	36 (濕重)	6	0
Leroy, N.Y.	1993	36 (濕重)	6	0
Farmington, Conn.	1993	22 (濕重)	6	0
Brunswick, Ga.	1993	94 (濕重)	12	0
Kingston, Ontario, Canada	1993	36 (濕重)	6	0
Palm Beach County, Fla. (Expansion)	1994	159 (濕重)	36	0
Las Virgenes, Calif.	1994	27 (濕重)	8	0
Rochester, N.H.	1994	109 (濕重)	15	0
Auburn, Maine	1993	6 (乾重)	6	0
Lexington, N.C.	1990	2 (乾重)	4	0
Yarmouth, Mass.	1992	3 (乾重)	6	0

註：1.至 1994 年止，並非所有工廠皆在操作中

2.資料來源：Biosolid compositing, WEF 1994

### 4.3 後處理加工

物料經過一次醱酵過程，已使較易分解有機物先行分解，但欲製成可出售產品則需再經過後處理加工，以使產品具市場性。這些流程包括乾燥、篩分、圓熟、品質調整檢驗、造粒、包裝等。由於堆肥產品單價偏低且需求量隨季節變化很大，故在產品品質與成本及庫存量等應有詳細產銷計畫，而後處理加工流程設計即需考量這些影響因子。

#### 4.3.1 後醱酵（圓熟）

後醱酵的主要作用為使主醱酵工程未分解的有機物再行分解，形成腐植酸等較安定的有機物，依物料特性及產品要求標準，可採不同方式，如採堆積式或槽式、可通氣或不通氣，堆積期間可數日或長達一個月以上等。而其目的皆為使堆肥達腐熟，因為若施用未腐

熟的堆肥於土壤中，則將使土壤中分解菌大量繁殖，因而從土壤中吸收多量的營養分，造成與作物的根發生營養分的競爭，以致作物受害。通常堆積時間愈久腐熟度愈高。唯後醱酵的時間需考量出料量，一般工廠會將後醱酵區視為貯存緩衝區，配合堆肥銷售量調整後醱酵時間。

至於後醱酵區的設計需與前段主醱酵設施相配合，如採單一式或延長式的靜堆通氣法，通常於後段改變翻堆次數及通氣量即可，如每週翻堆一次且不通氣。若為槽式堆肥設施，則自槽中取出物料再另行堆置。

#### 4.3.2 乾燥與篩分

物料經醱酵過程有機物質逐漸分解，其原形亦隨著改變，但可能夾雜的玻璃、陶器、金屬、塑膠及未分解之團塊有機質等會仍存於成品中，故需經篩分以去除這些雜質。一般物料於初期開始堆置時水分含量約 50~60% 左右，隨著堆肥化過程水分會漸漸散失減少至 40~50% 左右，其視堆肥化時間與物料特性而定。若在篩分時物料含水率仍偏高，則於篩分時易有阻塞現象，同時若成品於篩分後要直接包裝出售，則其水分含量則應符合產品標準。

一般工廠鮮少另設置乾燥設備，多藉由後醱酵過程（如加大通氣量）或採自然風乾、曬乾方式來進行，台灣地區普遍多日高溫，藉此自然資源可節省能源，唯需較大的場地及較多的勞力。因此，藉由後醱酵製程的控制以降低水分是較經濟的做法。故圓熟、乾燥及篩分其並無先後，可視廠內生產情況加以調整。

工業上所使用的篩選機械種類很多，一般工廠較常用為振動篩，而依其振動次數、振動方式、網面運動形狀等有許多種類，其分類如表 4.9 所示。

經篩選去除的較大顆粒物，除不可分解的雜物外，可能亦包括尚未完全分解的副資材，如木屑等，一般常會將此部分與迴流堆肥一併返送至主醱酵槽再分解。另外物料初期混合時，因未充分混合，或於醱酵過程混拌不均，會有團塊物形成，通常其外表已風乾，但內部水分仍高，此些物料則需經破碎處理再返送至主醱酵槽。

#### 4.3.3 品質調整與檢驗

對於堆肥產品其最基本的要件為需符合現有的肥料標準，包括保證成分（如氮、磷、鉀）需在低限以上，有害成分（如重金屬）需在高限以下，另有其它規定者亦需符合。表 4.10 為國內部份有機質肥料規格內容（其餘請參考附錄）。其首要應是有害成分不得超過標準，由於堆肥使用的物料來源及種類並非完全固定不變，因此定期的品質檢驗是必需的，唯對部分有機類有害物質因檢測較困難，一般多會以田間試驗或盆栽試驗方式來代替，同時亦可了解其肥效。

目前肥料市場產品種類很多，許多有機質肥料除強調有效成分外，常會於肥料中添加特種作物所需求的微量元素以使產品多樣化，唯每增加一生產單元則成本都會提高，故仍需了解產品市場供需量，以作調節。

表 4.9 振動篩選之分類

形式	網面之運動形狀	主要特徵	較具代表性的名稱
低頭	L E	原則上是網面水平設置	低頭 (Low-head) 橢圓振動篩 (Eliptex)
共振	L 或模擬 E	大型專用、共振架框 上下篩框之平衡	諧振篩 (Resonance S.) Binder
圓振動	C C, E C C, E	1 軸、4 軸承、固定軸、橡膠或螺旋彈簧 1 軸、4 軸承、完全浮軸、橡膠支持 1 軸、4 軸承、固定軸、板彈簧 重心貫穿軸、偏心 2 軸承、線圈、橡膠 重心外貫穿軸、偏心 2 軸承	尼加拉瓜 (Niagara) Try-rock Gyrex Ripl-flo Aero-vib, Ty-rocket
高振動 數形	L C, E	使網面直接振動 (電磁) 網面垂直振動形 (電磁) 調諧形 (振動電動機) 諧振形 (振動電動機)	hammer 電磁垂直振動形, Rhewum 形 振動電動機式 振動電動機式
特殊	水平 C L  L 立體 C C	超高速篩 機率篩  往復動形 框之中心軸會迴轉、圓形網面 圓形垂直網面之旋轉與迴旋	高速迴轉篩 Mogensen sizer, High cap Screen Grader Sweco 形 堆心篩 (Symons V)

註：C：圓，E：橢圓，L：直線

#### 4.3.4 製粒與包裝

堆肥產品製粒的目的，主要為便於搬運、貯存及施用，尤其在施用方面，粉狀肥料易產生粉塵，一般農民較不喜愛，故目前市場上已多採粒狀方式，而製程前混拌其它添加料使產品性質更多元化，市場價值更高亦是另一種趨勢。唯每增加一製程單元意謂生產成本必增加一些，因此需有完整的產銷規劃。目前市面上粒狀肥多採圓柱狀，粒徑約 4~6mm。

國內有機肥料多採 25 或 30 公斤塑膠袋裝，包裝設施由完全連續全自動化至半自動化或完全採人工包裝都有，而包裝袋之材質及設計更是各式各樣皆有，但依肥料管理規則之內容規定肥料包裝或容器，應以中文標示下列事項：一、肥料登記證字號。二、肥料品目及廠牌：有商品名稱，其名稱。三、保證成品、性狀及包裝淨重（容）量。四、製造業者名稱及地址。五、製造工廠之名稱及廠址。六、使用方法。七、製造年、月。八、其它經中央主管機關公告指定之事項等。

以 25 公斤或 30 公斤之包裝方式主要考量人力搬運負荷以便於施撒，而國外配合肥料施撒機械多推廣散裝方式，以節省包裝及搬運成本，由於國內農業型態及肥料管理法規與國外差異頗大，故目前尚未推廣散裝肥料。

表 4.10 國內部分有機質肥料規格

肥料 種類	乾燥菌種肥料 CNS-11923	副產植物質肥料 CNS-11927	副產動物質肥料 CNS-11926
適用 範圍	適用於食品工業、醱酵工業或紙漿工業之廢水，於活性污泥法淨化時所得之菌體，經加熱乾燥而製成	適用於以植物質為原料之食品工業或醱酵工業副產所製成之肥料	適用於以動物質原料之食品工業、纖維工業、製膠工業或製皮工業等副產物製成之肥料
保證 成分 低限 (% 以上)	1.全氮 5.5% 2.如保證（不須符合 1.） a.全氮 4.0%，全磷酐 1.0% b.全氮 4.0%及全氧化鉀 1.0%	1.全氮 3.5% 2.如保證（不須符合 1.）—全氮及全磷酐或全氮、全氧化鉀之含量計 5.0% 3.前項保證成分—全氮、銨態氮 1.0%，全磷酐 1.0%、全氧化鉀 1.0%	1.全氮 6.0% 2.如保證（不須符合 1.）—全氮及全磷酐或全氮、全氧化鉀之含量計 10.0% 3.前項保證成分—全氮 2.0%、全磷酐 2.0%、全氧化鉀 9.0%
有害 成分 高限 (% 以下)	1.每含 1.0%全氮量計—鎘 0.00008 %	總鹽分 10.0%	每含 1.0%全氮量計—砷 0.01%
其 它 規 定	須經作物毒害試驗，證明無害者。	—	—

表 4.10 國內部分有機質肥料規格（續）

肥料種類	雜項有機質肥料 （暫定）	雜項有機液肥 （暫定）	垃圾堆肥 CNS—3960
適用範圍	—	—	利用垃圾、廢物或混合污泥、水肥等，經微生物或物理或化學處理而成堆肥。
保證成分低限（%以上）	1. 有機質：60.0%，氮、磷酐、氧化鉀之合計量：0.8%。 2. 如保證（不須符合 1.）—有機質：40.0%，並符合下列中之一項者— （1）氮、磷酐、氧化鉀之一要素或二要素以上合計量：5.0%。並得保證氧化鎂。 （2）氧化鎂、氧化鈣、氧化矽之二要素以上合計量：20.0%。並得保證三要素。 3. 前 1.2 項保證成分—氮、磷酐：0.3%、氧化鉀 0.2%、氧化鎂、氧化鈣、氧化矽：1.0%以上型態、溶性同「複合肥料」、「雜項次量要素肥料」。	1. 氮、磷酐、氧化鉀之一要素量或二要素以上合計量：5%。本項保證成分：0.2%型態、溶性同「複合肥料」。 2. 如保證（符合 1.）—水溶性氧化鈣：1.0%。氧化鎂、硼、錳、鋅之含量、溶性同液態「複合次量微量要素肥料」	1. 全氮：0.8%全磷酐、全氧化鉀：各 0.6% 2. 有機質：40%
有害成分高限（%下）	1. 每含 1.0%全氮、磷酐、氧化鉀之最大成分合計量—鎘：0.000075%、砷：0.002% 2. 每含 1.0%上項氧化鎂、氧化鈣、氧化矽最大成分合計量—亞硝酸：0.04%、砷：0.004%、鎳：0.01%、鈦：0.04%、鉻：0.1% 3. 銅：0.01%	1. 氯化鈉：5.0% 2. 每含 1.0%氮、磷酐、氧化鉀之最大成分合計量—鎘：0.000075% 砷：0.002%	汞：2ppm 鎘：5ppm 鎳：25ppm 砷：50ppm 鉛：150ppm 銅：150ppm 鉻：150ppm
其它規定	水分：35%	製造廠肥料說明書，應記載有機物之名稱與含量。	1. 腐植度：30%以上、 2. 水分：25%以下。 3. 碳氮比(C/N)：20 以下。pH：6.0~7.5 4. 使用於培養，不得有下列活性物存在：誘發病蟲之病菌、蟲卵及能發芽種子。 5. 不純潔物如玻璃、石器、陶器片、塑膠及金屬類等難分解物，大小不得超過 0.4 公分，總含量不得超過 3%  $\text{腐植度} = \frac{\text{總碳} - 2\% \text{氨水不溶性碳}}{\text{總碳}} \times 100$

## 4.4 臭味防制

### 4.4.1 臭味管制法規

隨著生活水準的提高，人們對環境品質的要求亦日益提高。尤以空氣品質是人們最能感受到的，更是各種環境污染中最迫切急需改變的，根據環保署環境保護統計年報一項統計資料顯示八十四年惡臭陳情案件計 11,788 件已超過粒狀物質及黑煙，佔空氣污染總陳情案件之 48.5% 比例極高，且亦較八十三年度增加 17% 約 1,739 件。多年來黑煙排放的管制，環保機關已有良好的績效如透過目測判煙，陸空聯合稽查取締，營建、道路管線工程污染之取締，柴油車之排放黑煙等取締。然而惡臭污染，過去因其對人體健康不致構成威脅且對惡臭缺乏有效且快速之測試方法因而構成取締較為困難。

現今對於惡臭物質對人體的毒性或危害性資料尚不足，多建立於實驗動物的組織傷害等，而對人體是否有相同效應則多未確認，然而惡臭確實在心理或生理方面造成頭痛、嘔吐、反胃、呼吸急促、咳嗽、影響睡眠及食慾、刺激眼睛及呼吸道、減緩心跳速率、促進皮膚及肌肉的血管收縮及其他特殊的毒性。已經知道對人體的影響有以下四點：

#### 1. 影響嗅覺黏膜的功能

有些化合物會降低嗅覺黏膜的正常 pH 值 (6.7~6.9)，使黏膜由溶膠狀成凝膠狀，而揮發性的油氣及薄荷腦 (1%) 等亦會造成纖毛的傷害，曝露延時越長，傷害越大，因黏膜實則為呼吸道與空氣中的外來物質的保護界面，任何物質使纖毛運動減緩或停止，都將降低或破壞黏液的屏障功效。

#### 2. 在腦部的傳輸

嗅覺接受器為惡臭環境與腦部的橋樑，而嗅覺接受細胞的兩端分別為纖毛及腦部的嗅蕾 (olfactory bulb)，曾有研究指出具放射活性的白氨酸 (leucine) 可進入嗅覺接受器，並在細胞中被吸收合成蛋白質，並以 400mm/天的效率由嗅覺的軸突 (axon) 傳輸至嗅蕾。由於巨大蛋白質與無機質皆能往腦部移動，所以惡臭物質亦有可能從外在環境進入人體後以同樣的方式傳輸至腦部。

#### 3. 嗅蕾會因長期受惡臭刺激而改變外形

#### 4. 影響自主神經及內分泌功能

惡臭刺激嗅覺黏膜會引起明顯的呼吸及血管的反應，而一般的嗅、味覺似乎皆與交感神經 (與副交感神經同屬自主神經) 相通，而引起生理上的反應。

#### 1. 目前國外對惡臭污染之管制

##### (1) 日本

總理府環境廳訂定之排放標準乃依六階段臭氣強度表示法中，臭氣強度 2.5~3.5 所對應之惡臭物質濃度來作為周界濃度排放標準；而排放管道標準則利用計算公式，代入周界排放濃度限值，算出管道排放量。各都道府縣可依環境訂定之標準來判定管線區內之標準，當事業單元排放之惡臭物質超過標準時，可勸告或命令其改



善設備或加量惡臭減量設施，並可要求其提出此二種設備之使用狀況報告，若違反要求，則可懲罰之。

## (2) 美國加州惡臭相關管制法規

美國聯邦政府訂定之環境法令中，對惡臭問題無相關之管制法規。在加州 Bay Area 空氣品質管理行政區之法規中，對惡臭物質之排放濃度及稀釋率等則有詳細的規定：

惡臭管制法令之施行，必須在空氣污染控制官員（Air Pollution Control Officer 簡寫成 APCO）於 90 天期間內接獲 10 次以上之民眾申訴，指稱有人在其所有物周圍造成臭味，才能以法令規範之。當如上述因民眾申訴而使惡臭法令對排放者生效時，此法將維持一年之有效性。當空氣污染控制官員再次於 90 天期間內，接獲五年以上之民眾申訴時，則惡臭法令對此排放者再次生效。茲對該法所訂之排放管道之惡臭濃度標準與惡臭空氣稀釋率說明如下：

### ① 惡臭空氣稀釋率

惡臭空氣稀釋率又分為地面以上排放點（排放管道）之惡臭空氣稀釋率及周界惡臭空氣稀釋率。從排放管道看出之惡臭空氣依表 4.11 列之標準稀釋後，若有臭味，則必須受罰。而周界惡臭空氣稀釋率則規定任何人不能排放惡臭物質而造成污染源周界空氣在經稀釋四倍後仍有臭味。

表 4.11 惡臭空氣稀釋率限制（美國加州）

排放管道之稀釋率		周界惡臭空氣稀釋率
高度 (m)		4
0~9	1.000	
9~18	3.000	
18~30	9.000	
30~35	30.000	
55 以上	50.000	

註：
$$\frac{\text{非臭味空氣體積}}{\text{臭味空氣樣品體積}}$$

### ② 惡臭化合物之排放濃度標準

惡臭化合物之排放濃度標準分成二類如表 4.12 所示。A 類型排放點乃指排放點具有固定的幾何形狀，使其流量及污染濃度可被測量，且污染物之性質及污染程度在採樣與排放點間不會重大的改變；A 類型排放點以外之排放點即為 B 類型排放點。

## (3) 韓國

僅針對產生惡臭之各個行業訂定管理及操作上之規範，而並無惡臭排放標準之規定。

表 4.12 美國加州 Bay Area 惡臭物質最大容許排放濃度

惡臭物質	A 類型排放點	B 類型排放點
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0.1	0.05
NH <sub>3</sub>	5000	2500
RSH 類似 CH <sub>3</sub> SH 計算	0.2	0.1
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	0.02	0.02
酚類化合物以 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH 計算	5.0	2.5
H <sub>2</sub> S	地面濃度在 24 小時內不能持續 3 分鐘超過 0.06ppm 或持續 60 分鐘超過 0.03ppm。	

#### (4) 德國

對於惡臭之防制，並不以排放標準來管制，而是針對各業別（養豬與養雞業、屠宰場、肉品加工或魚類加工廠，動物脂肪熔煉廠、動物屍體處置場、糞肥乾燥廠）訂定詳細之管理、操作及設施規範，其中訂有養豬場、養雞場與住宅區或預定之住宅區須有一定之距離，可緩衝惡臭之強度。

#### (5) 荷蘭

對畜牧業之惡臭訂定氨氣減量計畫，新畜場欲獲得許可，必須設有氨減量設施；舊畜舍則必須以管理，操作等來改善。

#### (6) 澳洲

對於動物下腳品煉製工廠之惡臭控制主要以操作及設施規範來達成，並提出可行之控制設備種類及費用；而對於新廠則要求其廠房須密閉；既有之工廠在按設施規範執行後，仍有廠外之惡臭問題發生，則必須階段性地將廠房改為密閉。

### 2. 目前我國對惡臭污染之管制

#### (1) 排放標準

我國對惡臭之防制採排放標準及行為管制，目前台灣地區惡臭最主要來源係農畜牧業、清潔劑肥皂業、油漆塗裝業、塑橡膠業、食品業、醱酵業、煉油石化業、皮革業、紙漿人纖業、廢水處理業、有機溶劑使用業、印刷業及洗衣業等，各種惡臭物質排放標準如表 4.13 所示。

惟上述排放管制及周界之排放標準係以其對人體健康直接影響為管制基礎，而非以惡臭為考量故符合該些排放標準，並不保證就無惡臭問題發生。如以硫化氫為例周界限質為 0.1ppm，但人鼻可聞到之閾值為 0.0053ppm，所以若周界對附近有居民居住仍有陳情事件發生，如以前彰化台化公司就有此問題。故對惡臭物質或其他之空氣污染物，環保署訂有「臭氣及異味官能測定法」以人鼻聞之而計算稀釋之倍數，如超過排放標準始予以處分，其排放標準如表 4.14 所示：

表 4.13 各種惡臭物質排放標準

空氣污染物	排放標準		換算常數		施行日期		測定方法	備註
	排放管道	周界	a1	a2	新污染源	既存污染源		
硫化氫( $\text{H}_2\text{S}$ )	逕排大氣 100ppm	0.1ppm	0.12	0.09	發布日	發布日	排放管道：滴定法、吸光光度法(CNSK 9070 或參照 JIS K0108)。	
	燃燒前處理之入口濃度 650ppm						周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
硫醇(RSH 以 $\text{CH}_3\text{SH}$ 計量)	依第八條所列方法計量	0.01ppm	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
硫化甲基( $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ )	依第八條所列方法計量	0.2ppm	0.24	0.31	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
二硫化甲基( $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ )	依第八條所列方法計量	0.1ppm	0.12	0.24	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
一甲基胺( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ )	依第八條所列方法計量	0.02ppm	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
二甲基胺( $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ )	依第八條所列方法計量	0.02ppm	$2.4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
三甲基胺( $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ )	依第八條所列方法計量	0.02ppm	$2.4 \times 10^{-2}$	0.03	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照日本環境六法之檢驗法)。	
氨氣( $\text{NH}_3$ )	依第八條所列方法計量	1ppm	1.22	0.43	發布日	發布日	排放管道：中和滴定法或靛酚法(CNSK9099)或參照(JIS K0099)。周界：APHAMethods 401,402,801	
苯( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	依第八條所列方法計量	0.5ppm	0.61	0.99	發布日	發布日	排放管道或周界：G.C.法(參照 ASTM3686,3687 檢驗法)。	C1/S1+C2/S2+C3/S3 $\leq$ 1, C1,C2,C3 為苯、甲苯、二甲苯之實測度。S1,S2,S3 為苯、甲苯、二甲苯之周界濃度。
甲苯( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ )	依第八條所列方法計量	2ppm	2.44	4.66	發布日	發布日		
二甲苯( $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ )	依第八條所列方法計量	2ppm	2.44	5.36	發布日	發布日		

表 4.14 臭氣或厭惡性異味排放標準

空氣 污 染 物	排 放 標 準					施 行 日 期		測 定 方 法	備 註
	排 放 管 道			周 界		新 污 染 源	既 存 污 染 源		
臭氣或 厭惡性 異味	高度 (公尺)	臭氣 (1)	濃度 (2)	區域別	臭氣濃度 (1) (2)	自發布日 起適用標 準	1.標準 (1)自發布日起 施行	官能 測定 法	臭氣或厭惡性異味 濃度係無因次之數 學運算值，故無單 位。
	0~9	1500	1000	工業區	70 50		2.標準 (2)自 82 年 7 月 1 日起施行。		
	9~18	4500	3000	工業區	20 10				
	18~30	13500	9000	以外地					
	30~55	45000	30000	區					
	55 以上	75000	50000						

臭氣及異味官能測定法係將試樣氣體以純淨空氣適當稀釋後，置於三個嗅袋中的一個（另二個嗅袋裝純淨空氣）由六名合格嗅覺判定員分別以嗅覺判斷那個嗅袋含有臭氣（即試樣氣體），在平均算出嗅覺判定員可聞出之稀釋倍數，以臭氣濃度表示。

## （2）行為限制

前述濃度標準係以考量惡臭物質對人體健康之危害程度而訂定，因此部份污染源雖排放符合濃度標準之廢氣，仍可能因低濃度排放為周圍居民感知而遭陳情，故空污法第十九條將下列行為訂為空氣污染行為並製訂罰則以加強管制：

- ①棄置、混合、攪拌、加熱、烘烤物質，致產生惡臭或有毒氣體。
- ②使用、貯存有機溶劑或其他揮發性物質，致產生惡臭。
- ③餐飲業從事烹飪，致散布油煙或惡臭。

倘上述條款仍無法規範時，各級主管機關可視需要依空污法第十九條第七款另行公告如新竹縣、新竹市公告有殯儀館或民間停屍造成惡臭之管制。

## 3.未來管制策略

### （1）應貫徹土地分區使用原則及設立緩衝地帶

許多惡臭污染源雖設有污染防制設施，然仍因操作不慎或偶然性之逸散造成污染引起附近居民之陳情抗議，造成困擾，因而對具惡臭之污染源應責其設置於適當地點避免與住宅區毗鄰，另環保署為防特殊性工業區之設立造成環境污染，已依空氣污染防制法之規定草擬「特殊工業區緩衝地帶設置辦法」責成於新設或開發該些工業區，應設置適當緩衝地帶及綠地。

### （2）以排放標準暨設施設置及操作規範管制

依各行業別排放特性訂定排放管道及周界惡臭濃度標準及官能測定標準，以管制其惡臭之排放。另應訂定適宜之禁止行為（空氣污染行為）及污染防制設施設置操作規範，以責成污染源依規定設置及操作，節省稽查人員之人力物力，並達有效管制之目的，環保署已草擬有「畜牧業及肉品加工製造、處理業」及石化業之空氣污染管制規範。

### (3) 尋找以儀器檢測之可能性

以三袋式異味及惡臭官能測定法常花費人力物力及時間，且取樣後應即刻進行測定，以免樣品隨時間而變化影響測定結果之代表性，因而部份環保單位疏於使用。倘可引進測定低濃度惡臭物質之儀器，將可使測定便捷，結果更具公信力及科學性。

### (4) 惡臭陳情案件之管理

惡臭排放皆為間歇性及瞬時性，環保人員常於皆獲陳情案件前往處理時，已難找出陳情發生與主要臭味源之關係，尤以石化工業區為甚，因而陳情案件應詳予登錄以發揮日後資料之效用，便易於進行惡臭污染評估。陳情案件資料應包括下列項目：

- ①查覺惡臭之時間地點。
- ②簡述惡臭之特性。
- ③可能惡臭之發生源。
- ④陳情當地氣象資料如風速、風向和溫度等應予紀錄。
- ⑤如有採取行動應註明所採取之管制措施，例如派遣稽查人員至陳情現場，以確定惡臭之情況，取樣分析結果等資料。

### (5) 聞臭人員之管理訓練和監測計畫

對重大污染源將責成其組成聞臭隊，對聞臭人員施以訓練以進行惡臭排放之鑑定適時改善其惡臭排放源，另對環境周界及逸散源進行惡臭物質監測，以了解污染排放情形。

### (6) 推廣惡臭減量控制技術並加以本土化

有關惡臭減量控制技術國內研究成果不夠，國內廠家實際應用惡臭防制技術或設備不夠，應與目的事業主管機關合作推廣惡臭減量控制技術之研究並加以本土化，應用於國內相關行業，以降低惡臭之產生。

#### 4.4.2 堆肥化過程臭味產生情形

於堆肥處理過程中，臭味生成因子包括混合物之 pH 值及溫度、堆肥物料的種類（如污泥種類）、採喜氣或厭氣處理、堆肥中產生氣體之釋放方式等。即堆肥化過程中的生物化學、物理、化學等程序直接影響臭味形成及釋出。一般於堆肥廠中可能產生之氣體包括脂肪酸（fatty acid）、氨氣（ammonia）、胺類（amine）、芳香類（aromatics）、無機硫化物（

inorganic sulfur）、有機硫化物（organic sulfur）、萜烯類（terpenes,  $C_{10}H_{16}$ ）及木質素（lignins）等。各類化合物產生情形如下：

1. 脂肪酸：如醋酸、丙酸、丁酸等通常於厭氣狀態下產生，但在喜氣狀態下容易被新陳代謝，且於正常堆肥操作條件下，脂肪酸不會成為主要臭氣來源。
2. 氨氣：堆肥化分解主要之副產物即為胺類，當胺類分解即產生氨氣，在高溫及 pH 值高時氨氣極易揮發。

3.碳氫化合物：於堆肥化之攪拌曝氣時碳氫化合物以不同化合物型態釋放出來，大部份堆肥化臭氣來源為這些化合物分解成其它有機物所造成，如醛類、酮類、酯類及醇類等。另外像木質素、萜烯為主要來自植物性材料，如木質素為木材之主要成分，故堆肥化過程木質素的分解為臭味來源之一。而萜烯為來自含油脂或樹脂之木材或鋸屑。

4.硫化物：堆肥化之早期易產生硫化氫氣體，且通常於厭氣狀態下產生，故當污泥與副資材混合不均或水分過高時，部分因通氣性不足，即可能產生  $H_2S$ ，但可能與材料分解產生之臭氣產生酸鹼反應而沒有釋出。而有機硫化物為堆肥中主要之臭味來源，其氣味閾值通常只有數 ppbv，如表 4.15 所示。由於其易分解特性（於採樣或分析時即可能分解），故很難判定成分。如甲基硫醇（methyl mercaptan  $CH_3SH$ ）為當氨基酸經細菌、黴菌或其它菌類於喜氣或厭氣狀態下分解即可能產生，尤以厭氣狀態下更容易。

對堆肥產品而言，其臭味與腐熟度有關，而測定堆肥之腐熟度可採用微生物呼吸速率（microbial respiration rate），當其值愈低時腐熟度愈高，以表 4.16 為例，依污泥型態之不同，亦可看出其需氧量變化與臭味之關係，由此即可作為判定堆肥化過程產生臭味之可能性，故在堆肥前之污泥運輸及貯存時臭味防制是值得重視的。

當然臭味釋出與堆肥溫度、蒸氣壓及通氣速率有關，不過當分解速率最快時，亦是臭味產生量最大時，一般約在  $45\sim 50^{\circ}C$  之間。

副資材的添加亦可有效控制臭味逸散，一般常用的副資材有石灰及木灰，對廢水污泥而言，相關研究顯示，添加石灰於厭氣消化污泥及生活污水中可有降低其堆肥化過程之臭味逸散，且當 pH 值控制於 10~12 間，更可明顯降低硫化物臭味。通常於污泥脫水前添加石灰較為有效。而添加木灰（wood ash）於堆肥中除可提供生物分解臭味所需之碳源外，更可改變堆肥產品之外觀。

#### 4.4.3 臭味氣體控制技術

臭味控制技術可區分為氧化法與吸附法，其中氧化法包括焚化法、濕式洗滌法、乾式氣體氧化法及生物濾床法。事實上，某些製程排放臭氣係由於廢氣中粒狀物含致臭性物質而造成臭味污染，於此情況控制粒狀物排放即可有效解決臭味污染問題。在臭味控制技術之諸多方法中，濕式洗滌法可同時去除廢氣中之微粒及吸收臭味物質，而直接焚化法亦可用以燃燒氧化具可燃性之粒狀物質，惟其需要更高之燃燒溫度。

一套臭味控制系統要想獲得整體性之防制成效，除了需將臭氣完全捕集並導入控制系統處理外，亦有賴製程設備或公用設施之適宜地操作及圍籬，諸如有效率之廠房管理與維持乾淨（加強清理廠房內地面與機台之油脂結垢）、原料及加工產品之適當處理（避免長期堆置）與貯存（採密閉式貯存並進行排氣處理），良好之洩漏預防與廢棄物處置措施等。在生產過程中藉由廠內管理方式之改良，進行製程改善與減廢措施，以達到減少污染排放之目的，則可降低控制設備之初設成本與操作費用。

表 4.15 各種化合物之氣味閾值

化合物	臭味特性	臭味閾值，ppm
乙醛 ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )	刺鼻性、水果味	0.004
丙烯基硫醇 ( $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{SH}$ )	強蒜味、咖啡	0.00005
氨 ( $\text{NH}_3$ )	刺鼻性酸味	0.037
戊硫醇 ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{SH}$ )	不快氣味、腐臭味	0.0003
苯甲基硫醇 ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SH}$ )	強烈臭味	0.00019
丁胺 ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ )	酸腐味、如氨之臭味	—
二甲基戊烷 ( $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$ )	腐臭味、腐肉味	—
氯 ( $\text{Cl}_2$ )	刺鼻味	0.01
氯酚 ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCl}$ )	藥味、酚味	0.00018
丁二胺 ( $((\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{NH})$ )	魚味	0.016
二異丙胺 [ $((\text{CH}_3)_2\text{CH}_2)\text{NH}$ ]	魚味	0.0035
二甲基胺 ( $((\text{CH}_3)_2\text{NH})$ )	腐臭味、魚味	0.047
二甲基硫 ( $((\text{CH}_3)_2\text{S})$ )	腐菜味	0.001
乙胺 ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ )	如氨的臭味	0.83
乙硫醇 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ )	腐敗菜葉	0.00019
硫化氫 ( $\text{H}_2\text{S}$ )	腐臭蛋味	0.00047
甲基胺 ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ )	腐敗魚味	0.021
甲基硫醇 ( $\text{CH}_3\text{SH}$ )	腐敗菜葉	0.0011
臭氧 ( $\text{O}_3$ )	超過 2ppm 有刺痛感	0.001
丙硫醇	不快味	0.000075
吡啶 ( $((\text{NCCH})_4\text{CH})$ )	難受刺激感	0.0037
3-甲基吡啶 $\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$	噁心感	0.0012
二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ )	刺鼻刺激味	0.009
丁硫醇 ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{SH}$ )	不快臭味	0.00008
硫代甲酚 ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SH}$ )	酸腐味	0.0001
硫酚 ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$ )	腐臭味、如蒜的味道	0.000062
三乙基胺 ( $((\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N})$ )	如氨氣味、魚味	0.08

### 1. 焚化控制技術

焚化控制技術可分為直接焚化法與觸媒焚化法，其乃將臭味物質轉化成氧化物，最典型之例子即為碳氫化合物轉化成二氧化碳及水。焚化爐設計時需能供給氧氣並滿足燃燒溫度、停留時間及廢氣擾流等三個燃燒條件，其中每個條件皆可視需要情況加以修正，並準確控制，以使廢氣獲得完全燃燒，達到預期之處理效果。若臭味氣體所含污染物質濃度不高，則來自污染物成份之燃燒產熱對廢氣溫度提升相當有限，欲如此處理尚需添加適量輔助燃料，才能達到所需之燃燒溫度。

表 4.16 各種污泥型態需氧量變化與臭味之關係

污泥型態	需氧量 $\text{mgO}_2/\text{g}$ 乾污泥/h	臭味排次
二級生化污泥 (Raw secondary)	3.6	最高
一級生化污泥 (Raw primary)	1.6	
消化 (digested) 污泥	0.9	
硬化活性污泥	0.9	
適度腐熟堆肥	0.1	
良好腐熟堆肥	0.05	最低

同時考量燃燒溫度與停留時間對處理效率之影響如圖 4.18 所示，其試驗所用焚化爐屬直接焚化法，而臭味物質之進入濃度係保持常數值。

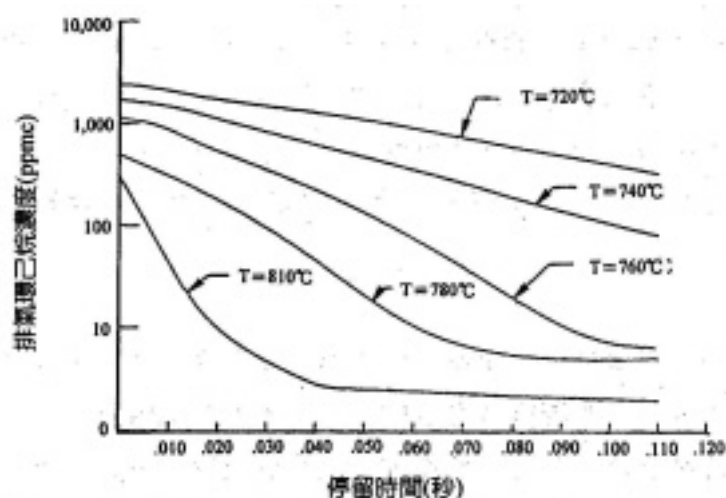


圖 4.18 燃燒溫度與停留時間對焚化處理後排氣濃度之影響

#### (1) 直接焚化法

在直接焚化法中，臭氣於  $650\sim 820^{\circ}\text{C}$  下停留  $0.3\sim 0.6$  秒，並與氧氣充份混合，臭味物質即可被氧化，其氧化效率達  $95\sim 99\%$ 。若於有致臭性粒狀物質存在之情況下，燃燒溫度有需提升至  $1,150^{\circ}\text{C}$ ，且停留時間亦需延長至 2 秒左右，才可將可燃性粒狀物質燃燒氧化。

直接焚化法脫臭裝置之特色係對於含任何濃度臭味物質之廢氣，可藉由特定燃燒溫度而獲得高脫臭效率。來自污染源廢氣進入裝設於焚化爐附近之熱交換器，藉由處理後排氣之餘熱進行熱回收，以預熱待處理廢氣，經預熱後之廢氣再進入焚化爐內進行氧化脫臭。為經常保持一定之燃燒溫度，焚化爐應安裝保溫裝置，以防止爐內之溫度降低。



(a) 餘熱利用 (熱交換器)

直接焚化爐之燃燒溫度一般約為 650~820°C，可利用燃燒處理後高溫廢氣之餘熱預熱待處理廢氣，以節約燃燒時之燃料用量。餘熱利用效率與停留時間之大小有關，若停留時間大時則預熱效果充分，然因溫度上升而造成之風量變化，在設計上必須非常注意，以免因系統風車之動力容量選用不足，而造成排氣風量不順之情況發生。

(b) 燃燒噴嘴

經預熱後之待處理廢氣，即可進入焚化爐藉由瓦斯燃燒噴嘴所噴出火焰進行燃燒脫臭，設計時應考慮燃燒器之燃燒容量足以負荷廢氣風量，以免造成燃燒不完全。

(c) 焚化爐

焚化爐之內部需要能經常維持適宜之燃燒溫度，故其耐火磚外側構造須具有保溫裝置，並設定燃燒停留時間為 0.3~0.6 秒，以達完全燃燒之目的。焚化爐在構造設計上雖有足夠之處理容量，但若不具能足以維持適宜燃燒溫度之保溫裝置時，將會造成爐內溫度降低，致有臭味物質燃燒不完全情形發生之虞。此外，隨著溫度提升而致風量之增加，若其燃燒停留時間不足 0.3~0.6 秒，則廢氣亦有燃燒不完全之虞。

(2) 觸媒焚化法

觸媒是一種能引發或加速化學反應而本身不受影響之材料，因具有特殊之化學性質而能降低燃燒溫度，使製程排放廢氣中所含有機物質或碳氫化合物等具臭味物質，能於較低之燃燒溫度下即可氧化而轉換成二氧化碳及水等無害物質。當氣體濃度即使位於「低燃燒下限 (LEL)」以下之範圍內，亦能藉由觸媒促使完全燃燒反應之進行。由於觸媒焚化法所需之燃燒溫度較低，故輔助燃料之添加可大大地減少。

對於觸媒焚化法在燃燒溫度、停留時間及廢氣擾流等三個燃燒條件之控制上，其中停留時間參數可以觸媒表面積替代設計，廢氣擾流可藉臭氣流經觸媒床而獲得充份混合，燃燒溫度之維持則有賴氧化反應之放熱及輔助燃料之添加。若廢氣進入觸媒焚化爐前之溫度達 540°C 左右，雖氣體濃度即使低至「低燃燒下限 (LEL)」之十分之一，焚化系統仍可在不再添加輔助燃料之情況下進行燃燒反應。有關觸媒焚化法之反應機構包括有：

- (a) 反應物擴散到觸媒表面。
- (b) 反應物吸附至觸媒表面。
- (c) 反應物於觸媒表面與氧作用生成產物。
- (d) 生成物脫附離開觸媒表面。
- (e) 生成物擴散進入氣流中。

觸媒焚化法與直接焚化法之燃燒條件有如表 4.17 所示之主要差異，最大差異在於燃燒溫度及火焰之狀態。若以輔助燃料之添加用量進行比較，一傳統式直接焚化爐於煙囪排氣溫度為 700℃ 之操作情況下，每處理廢氣量 1,000scf/min (26Nm<sup>3</sup>/min) 之熱量用率約需 7×10<sup>6</sup> BTU/hr (2.25×10<sup>5</sup> Kcal/hr)，而具熱回收裝置之觸媒焚化爐用以破壞有機臭氣時，即使污染物質之濃度不高而對燃燒產熱貢獻相當有限，其每處理廢氣量 1,000scf/min (26Nm<sup>3</sup>/min) 之熱量用率約需 3×10<sup>6</sup> BTU/hr (7.56×10<sup>4</sup> Kcal/hr)。

表 4.17 直接焚化法與觸媒焚化法之主要差異

項目	直接燃燒法	觸媒氧化法
燃燒溫度	650~820℃	150~480
燃燒狀態	高溫火焰中停留一定時間	接觸觸媒不生成火焰
空間速度	7,500~12,000m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hr	15,000~25,000m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hr
停留時間	0.3~0.5 秒	0.14~0.24 秒

以使用鉑族金屬作為催化劑之觸媒焚化爐，其需在 315~480℃ 之溫度下進行臭味氣體之燃燒。整體而言，觸媒焚化爐之燃燒溫度不能太高，否則觸媒會產生燒結作用而降低處理效果，且燃燒溫度亦不能太低，否則氧化反應將無法自行持續地進行，表 4.18 為各種化合物對直接焚化法於無觸媒情況下之正常發火溫度，與觸媒焚化法之觸媒著火溫度，由表 4.18 可知觸媒之存在可大大降低燃燒溫度。

表 4.18 不同燃燒控制條件所需點火之溫度

碳氫化合物	直火燃燒溫度 (℃)	觸媒反應溫度 (℃)
甲烷	630	405
乙烷	470	360
丙烷	480	345
正丁烷	440	300
正己烷	250	330
正庚烷	235	305
正辛烷	230	255
正癸烷	210	260
正十二烷	—	280
苯	580	230
甲苯	550	240
鄰二甲苯	495	245
氫	575	常溫
揮發油	230~280	230
乙炔	305	165

圖 4.19 所示為一典型之觸媒焚化爐脫臭裝置，處理有機廢氣催化燃燒觸媒主要有二種，其一為金屬氧化物（ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ ），另一為稀有金屬（Pr、Pd、Ag、Au），觸媒可能為單一物質、合金或被覆在擔體上。影響觸媒處理效率之因素有觸媒種類、金屬含量、觸媒形狀、觸媒使用時間及燒結程度等，一般而言，觸媒之活性愈大、比表面積愈大、活化位置愈多或觸媒被覆越均勻，則其處理效率愈佳。觸媒焚化法目前於工業之應用上，多用以處理有機廢氣，其相關應用實例如表 4.19 所示。

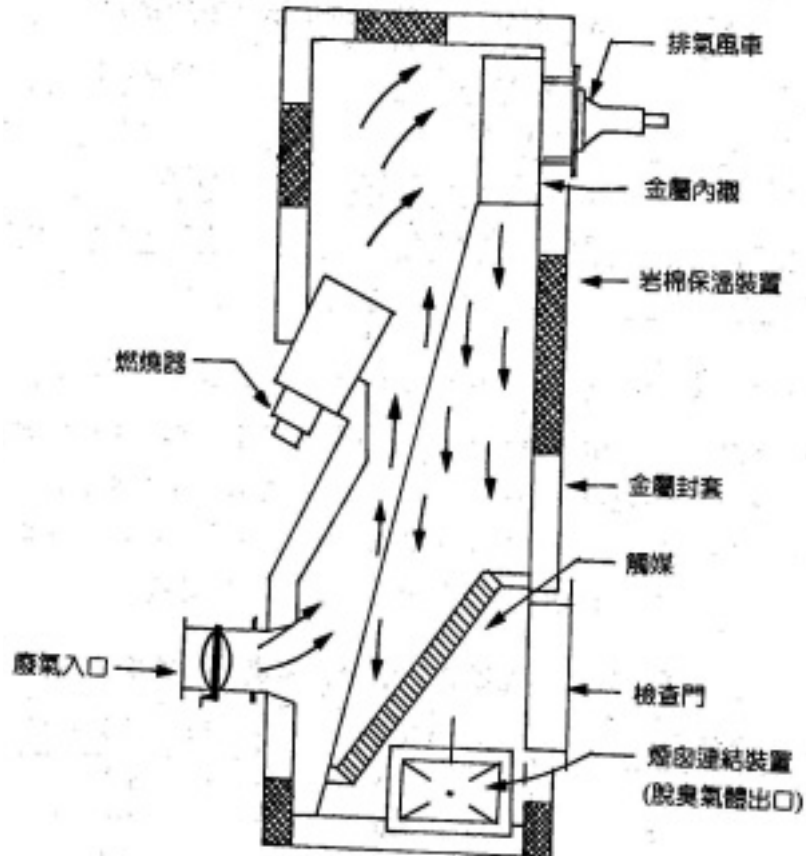


圖 4.19 觸媒焚化爐裝置之構造

## 2. 濕式洗滌法

濕式洗滌法亦稱為吸收法，係利用洗滌液吸收臭味物質，並由其中之化學藥劑進行反應或化學氧化作用，而去除空氣中臭味物質之程序。所謂氣體吸收係藉由氣相與液相之接觸，使氣相中之臭味物質因溶解而轉移到液相，以達到分離目的之一種操作，例如氨氣與空氣之混合物通過水中時，氣相中之氨氣溶於水中形成氨水溶液，而空氣則自水面逸出。在濕式洗滌法中最常用之洗滌液為清水，部份臭味物質（如氨氣及硫化氫）因易溶於水中而可被洗滌水輕易去除，其他有機性臭味物質則因水溶性不佳，必須增加額外之洗滌處理或考慮採用別種處理方法。

表 4.19 觸媒焚化法應用於工業之實例

工業製程	污 染 物 質	觸媒焚化反應溫度(℃)
瀝青氧化	醛、蒽、蒸氣、碳氫化合物	315~370
炭黑製造	H <sub>2</sub> 、CO、CH <sub>4</sub> 、C	650~980
催化裂解	CO、碳氫化合物	345~425
焦炭烘烤	石蠟、油霧蒸氣	315~370
甲醛製造	H <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、CO、HCHO	345
金屬石版烘烤	有機溶劑、樹脂	260~400
辛基苯酚製造	酚	315~425
酞酐製造	順丁烯二酸、酞酸、CO、HCHO	315~345
聚乙烯製造	碳氫化合物	260~650
印刷製程	有機溶劑	315
凡立水	碳氫化合物蒸氣	315~370
漆包線製造	有機溶劑、凡立水、樹脂	315~370

針對高濃度臭味氣體或處理風量很大時，一般較常使用濕式洗滌塔設備，而為了確保臭味物質可被適當吸收，洗滌塔之設計必須能使廢氣與吸收液獲得良好之接觸。濕式洗滌塔具有數種不同之型式，其設備種類依氣體流動方式可分三類：(a) 對流式 (counter current)：在垂直之管柱中，液體自上方流下，氣體自底部向上。(b) 同流式 (cocurrent)：氣體與液體均由上向下流。(c) 垂直交流式 (cross current)：氣體與液體之流動方向保持垂直。若依設備之型式，則可分為填充塔、噴霧塔、文氏洗滌塔、泡罩塔、旋風洗滌塔等多種，如圖 4.20 至 4.23 所示。各種吸收設備之特性歸類如表 4.20。其中以填充式洗滌塔等最為常見，有關洗滌塔對於處理效率、初設成本、化學藥劑費用、動力需求、接觸時間、設備空間需求及待處理廢氣特性等條件，各系統均有其優點與限制，但影響濕式洗滌系統處理效率之主要關鍵因素，則為臭味物質在洗滌液中之溶解度，而溶解度必須經由測試得知，且常受 pH 值之影響。

#### (1) 填充式洗滌塔

填充式洗滌塔一般常用於去除有害氣體及蒸氣之處理，亦有應用於粒狀污染物之控制，由於粒狀物會造成填充材之阻塞，故填充式洗滌塔一般不專用於處理粒狀物或含塵量過高之廢氣。若廢氣中粒狀物濃度甚高而欲採用填充洗滌塔進行處理，則須在填充式洗滌塔前裝設處理裝置，以去除過多之粒狀污染物。有關填充式洗滌塔常見設計型式為垂直對流式。

對流式填充洗滌塔之底部為廢氣入口而頂部為廢氣出口，臭味氣體自塔底進入，向上流過填充床處理後，再經除霧器裝置由塔頂排出。填充床區通常充填比表面積甚大之填充材，並藉由支持板以支撐填充材之重量。

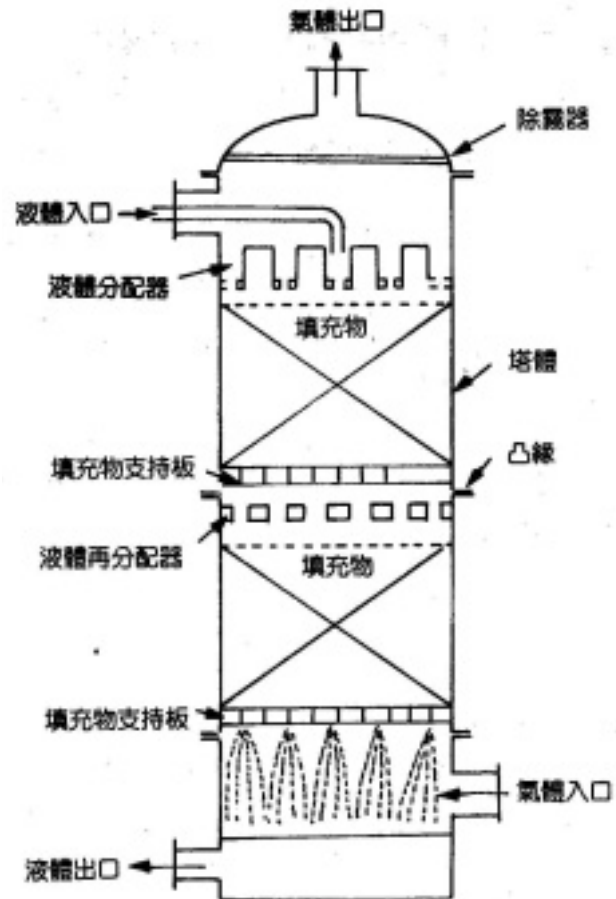


圖 4.20 填充塔構造

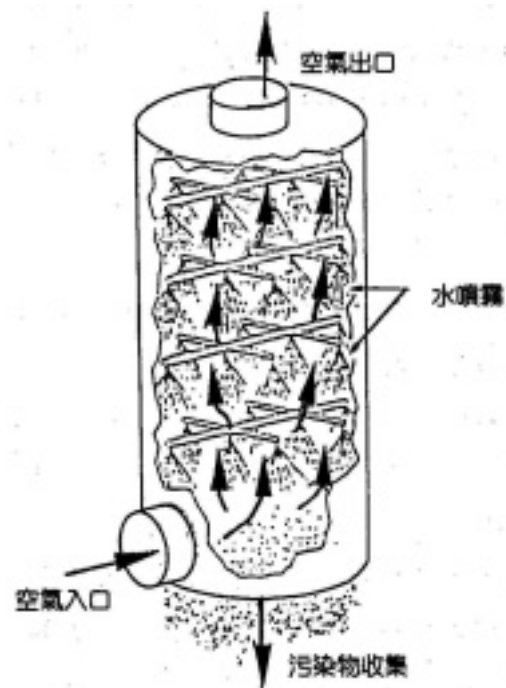


圖 4.21 噴霧塔式意圖

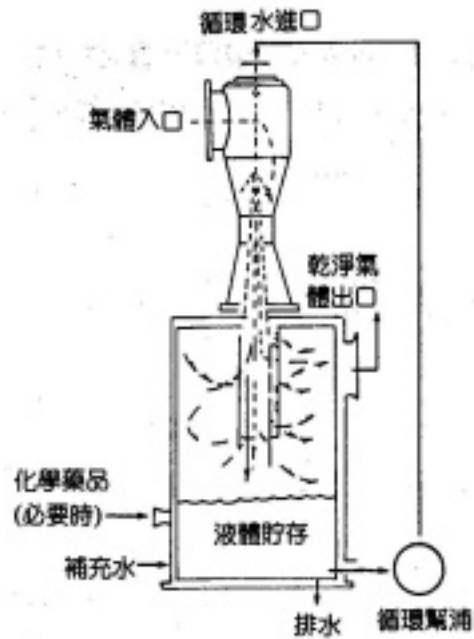


圖 4.22 文氏洗滌器（水再循環）

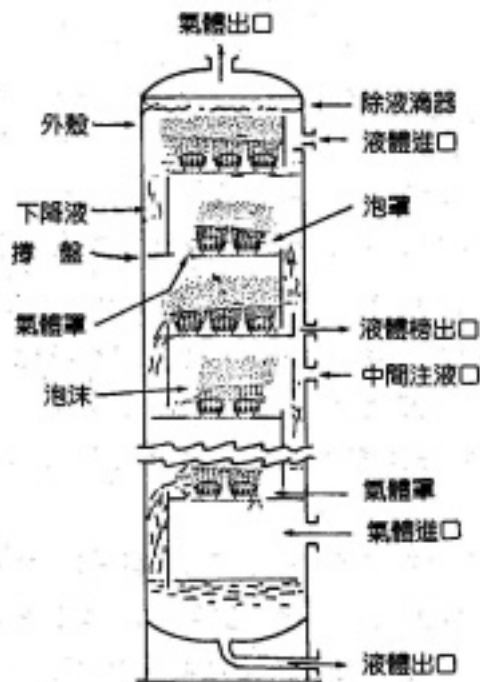


圖 4.23 泡罩吸收塔

填充材裝置目的在使氣體與液體間有充分接觸之機會，故填充材之型式及充填高度為決定洗滌塔處理之重要因素，因此良好之填充材料應具有表面積大、表面積疏鬆多孔、填料間空隙大、重量輕、自由容積大、價格低廉、堅固耐用及不起任何化學作用等條件，常用之填充材料包括拉西環、波爾環、泰勒式環及結構造型之填充材，至於填充材之充填高度一般為 1.5~3.0m。

表 4.20 各種氣體吸收裝置之特性

名稱	流量 (m <sup>3</sup> /min)	風速 (m/sec)	壓力損失 (mmAq)	所要液體量 (L/ m <sup>3</sup> gas)	裝置容量
填充塔	300	<1	100~300	1~10	充填高度 2~5m
噴霧塔	10,000	<2	10~60	0.1~10	塔高 5m 以上
噴水滌氣器	1,000	喉部 20~50	0~200	50~100	—
文式滌氣器	1,000	喉部 50~120	300~800	3~10	—
旋風式滌氣器	1,000	1~2	50~200	0.5~3	—
水濾器	30~1,000	2.5	200~500	—	—
洗滌器	1,000	1~2	—200~—400	0.5~2	—
脈衝滌氣器	150	—	—	0.3	—
泡罩塔	—	0.3~1.0	—	4~50	—
滯水式回流型	—	30	100	2~40	—
串聯塔	—	1	—	15~20t/塔斷面積 m <sup>2</sup>	高 5m 以上較適當

對流式填充洗滌塔操作時，欲進行吸收之氣體混合物（廢氣）由塔底進入，液體吸收劑則自塔頂由分佈器噴灑而下，在流經填充床之途中，與逆流上升之廢氣相接觸，並吸收廢氣中之臭味物質成份，形成溶液而自塔底途出，經吸收處理過之廢氣則由塔頂之出口排出，而除霧器係去除排氣中之液滴，以避免再度造成污染。針對以散置方式充填之填充材，洗滌液之循環流量約 1.3~2.6L/m<sup>3</sup>。而結構型填充材之流量則可增加至 2.5~5L/m<sup>3</sup>。從濕式洗滌系統中排出之廢棄洗滌液，一般需導至廢水處理場進行處理，其廢液產生量約在 0.001~0.005L/m<sup>3</sup> 之間，但仍需視洗滌液中經吸收之生成物量，及是否需將其從洗滌塔中排除而定。由於廢液之排出及廢氣變成飽和狀態而攜出水份，故須在循環洗滌液中添補，以彌補損失之洗滌液量。

至於廢氣於塔中之實際流速乃與填充材及洗滌液流率有關，一般介於 1.5~2.5m/sec 之間，而壓力損失亦視填充材型式與洗滌液流率而定，其範圍約為 40~100mmH<sub>2</sub>O。

洗滌塔製作材質通常採用玻璃纖維強化塑膠(FRP)及熱塑性塑膠(thermoplastics)，其中 FRP 因具有耐用、質輕及維護需求少等特性，故常被用於建造洗滌塔之本體，而塔體內部如填充材、支持板、噴嘴及除霧器等零件或裝置材質有聚氯乙烯 (PVC)、聚丙烯 (PP) 及高密度聚丙烯等。

## (2) 化學藥劑

常見於臭味吸收處理之化學藥劑如表 4.21 所示，部分藥劑於吸收液之特定 pH 值下，其吸收效果較佳。由於臭味物質必須先被吸收於吸收液中，再與其中之化學藥劑進行反應，故為確保臭味控制操作之效率，吸收液與化學藥劑之接觸時間為一重要參數。

表 4.21 臭味控制常用之化學藥劑

臭味物質	化 學 藥 劑
硫化氫	次氯酸鈉、過錳酸鉀、過氧化氫、碳酸鈉
硫醇	次氯酸鈉、氫氧化鈉、過錳酸鉀、過氧化氫
醛	次氯酸鈉、過錳酸鉀、過氧化氫、亞硫酸氫鈉
甲醛	次氯酸鈉、過錳酸鉀
芳香醛	亞硫酸氫鈉
胺	氯化氫、硝酸、硫酸、過錳酸鉀
氨氣	氯化氫、硝酸
羧酸	氫氧化鈉、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉
酯	氯化氫
脂肪酸	氫氧化鈉
酮	次氯酸鈉
酚	氫氧化鈉、過氧化氫、過錳酸鉀

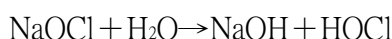
利用 pH 值之調整作用進行吸收處理之實例為氫氧化鈉 ( $\text{pH} \geq 11$ ) 吸收硫醇類、亞硫酸氫鈉吸收醛類，及硫酸與鹽酸吸收胺類等，因藉由 pH 值之調整可增加吸收速率，故酸性臭味物質如硫化氫、二氧化硫、有機酸類及硫醇類等於高 pH 值下之吸收速率較快，而鹼性臭味物質如氨氣及有機胺類等於低 pH 值下之吸收速率較快。在一系統中，吸收速率越快，臭味控制效果越佳。

次氯酸鈉與氯氣由於價格便宜且貯運方便，故比過錳酸鉀更常被使用，同時其最終產物之水溶性特佳，後續處理亦較容易；而硫酸與其他含硫酸類之藥劑因氧化電位與 pH 效應較佳，故在臭味控制上較其他酸液易獲成效；氫氧化鈉及蘇打水由於在調整 pH 值時會生成可溶性產物，故成為較佳之鹼性添加劑。在多數洗滌系統中，達成有效去除效果之藥劑濃度並非固定，然而具備足夠藥劑量與所吸收之臭味物質進行反應則為必要條件。洗滌液所添加化學藥劑之反應速率需視濃度狀況而定，一般而言，臭味之吸收速率常與藥劑濃度成正比，亦即藥劑濃度越高之吸收效果越佳。

#### (a) 次氯酸鈉

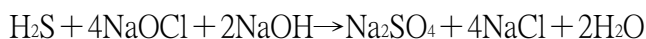
次氯酸鈉在液相中為一強氧化劑，除非與氫氧化鈉混合，否則次氯酸鈉在空氣中並不穩定，因此在 1 升溶液中常含有 11g 之氫氧化鈉。由於次氯酸鈉較易均勻分散於吸收液中，故其用途較氯氣廣泛，若以重量計算，一公斤次氯酸鈉之反應效果較 1 公斤氯氣為佳。

在水中，次氯酸鈉將產生次氯酸：





次氯酸鈉適用於控制各項臭味物質，在高 pH 值之溶液中，硫化氫可被完全氧化成硫酸鹽，而在 NaOH 存在之情況發生下列反應：

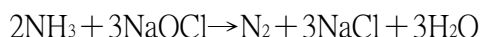


在低 pH 值情況時，硫化氫將氧化形成固態硫沉澱：



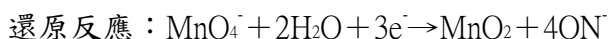
反應進行時硫化氫先被吸收於洗滌液中，而洗滌液之 pH 值對吸收效果極為重要，因液相硫化氫濃度隨鹼度之提高而增加，故為了確保洗滌液中僅存在極少數自由態硫化氫，pH 值範圍必須在 10.5~13 之間。在處置廢棄洗滌液時必須特別注意，因為當 pH 值下降時，將釋出硫化氫而造成臭味問題。

至於次氯酸鈉與氨氣之反應如下：



#### (b) 過錳酸鉀

過錳酸鉀在臭味氣體處理上係作為氧化劑，其水溶液 pH 值之最佳操作範圍為 8.0~9.5，因此過錳酸鉀溶液常需以碳酸鈉、碳酸氫鈉或硼砂作為緩衝劑以穩定 pH 值，但吸收之二氧化碳與反應生成之氧化物將會快速降低溶液 pH 值。過錳酸鉀雖可用於處理多種之臭味物質，但其並非為針對某類臭味物質之特殊氧化劑。過錳酸鉀溶液用以氧化臭味物質之最佳操作濃度範圍為 1~2%，可氧化硫化氫、有機硫化物、醛類、脂肪酸、硫酸、酚及雜環型化合物等，其氧化還應舉例如下：



由於過錳酸鉀必須溶於熱水中，故於操作上將造成某些困難，其溶解曲線如圖 4.24。過錳酸鉀反應之產物為棕色固態之二氧化錳，將可能造成吸收塔之填充材阻塞，因此應進行週期性之清理工作，以維持處理系統原有設計之壓損。表 4.22 所示為適以清理二氧化錳固體之清洗溶液，清洗時間端視沉積量而定，但至少需 1 小時時間才有成效。清理期間由於清洗溶液具有腐蝕性，故即使在有腐蝕抑制劑存在之情況下，金屬材質之腐蝕率亦可能達  $5 \times 10^{-5}$  cm/hr 以上。

#### (c) 過氧化氫

由於過氧化氫在分解後不會殘留任何污染物質，故成為一種廣受使用之氧化劑。過氧化氫通常以 35~50% 之水溶液形態出現，在鹼性溶液中可氧化硫化物、硫代硫酸鹽及聚硫代鹽類等，而在酸性溶液中氧化亞硫酸鹽。水溶液之 pH 值會影響氧化反應所需時間，例如於過氧化氫與亞硫酸鹽之莫耳數比為 1:1 之情況下，當 pH 為 11.4 時，將 99% 之  $\text{SO}_3^{2-}$  氧化成  $\text{SO}_4^{2-}$  所需時間為 43 分鐘，但在 pH 為 7.9 時，則僅需 2 分鐘。

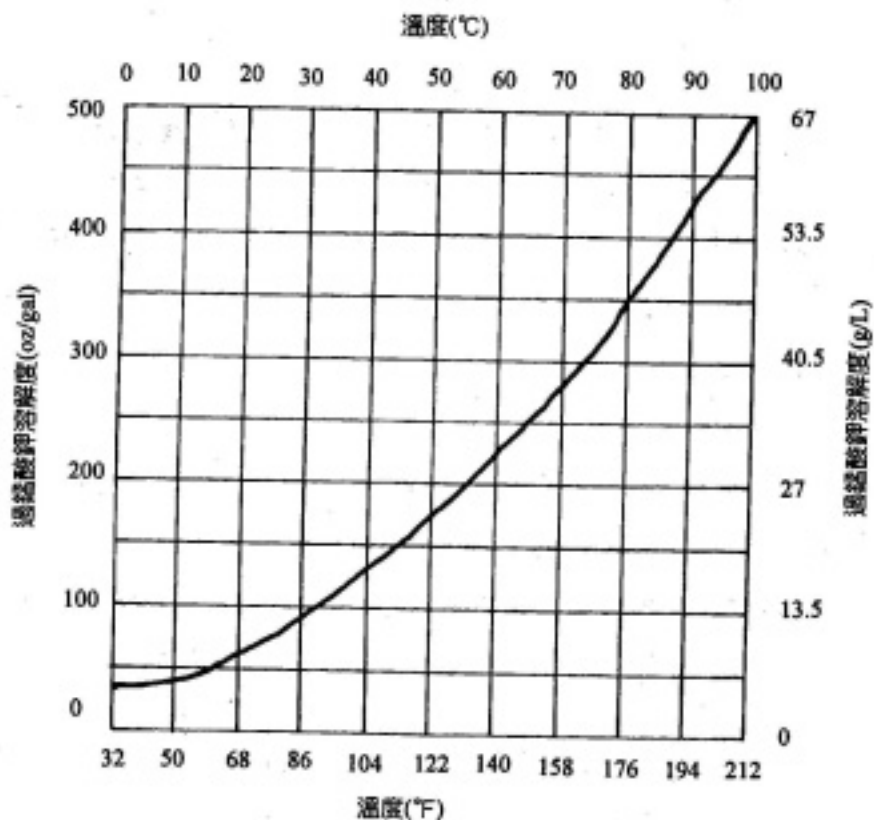


圖 4.24 過錳酸鉀於水中之溶解度

表 4.22 適以溶解二氧化錳沉積物之清洗溶液

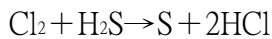
添加藥劑	調配比例
(1) 氨基磺酸 過氧化氫 (35%) 甲醛 (37%) 腐蝕抑制劑 (Rodine III) 水	2.5% 0.5% 0.25% 0.1% 補足至 100%
(2) 氨基磺酸 乙醇酸 甲醛 (37%) 腐蝕抑制劑 (Rodine III) 水	2.5% 1.25% 0.25% 0.1% 補足至 100%
(3) 檸檬酸 甲醛 腐蝕抑制劑 (Rodine III) 水	2.75% 0.50% 0.1% 補足至 100%
(4) 氨基磺酸 (96%) 甲醛 (37%) 腐蝕抑制劑 (Rodine III) 水	6.0% 0.5% 0.1% 補足至 100%
(5) 氨基磺酸 乙二酸 腐蝕抑制劑 (Rodine III) 水	5.0% 2.5% 0.1% 補足至 100%
(6) 亞硫酸氫鈉 水	5.0% 補足至 100%

### 3.乾式氣體氧化法

化學氧化法在乾式及濕式廢氣處理均可加以應用，其接觸形態可為氣對氣、氣對液或氣對固之一種以上，而氯氣及臭氧則可用在氣對氣之接觸氧化系統充當氧化劑。由於氯氣或臭氧兩者均為毒性氣體及污染物，所以使用時必須善加安裝與控制，以防止未反應之氯氣及臭氧外洩。

#### (1) 氯氣

在氣相以氯氣氧化硫化氫之化學反式如下：



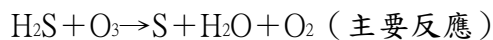
為了有效控制硫化氫之惡臭氣體，採用過量加氯是必要條件，一般氧化作用至反應終結所需之接觸時間介於 0.5~3.0 秒間。

在經乾式氣體之化學氧化後，常繼而串聯濕式鹼性洗滌塔以去除前段反應所剩下之氯氣，另外，洗滌塔亦可同時去除未被氯氣氧化之臭味物質。

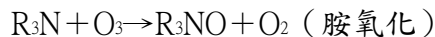
#### (2) 臭氧

臭氣系統之初設成本高，但操作費用通常較低，惟用以處理大量且不穩定之臭味氣體時，由於臭氧之產生費用高與化學活性等因素而不具經濟效益。對於處理下水道之臭氣，當反應接觸時間在 15 秒或以上時，每 10ppm 硫化物約需 1ppm 臭氧進行氧化作用。臭氧化作用主要用作管末廢氣處理之一種淨化技術，典型之去除反應式如下所示：

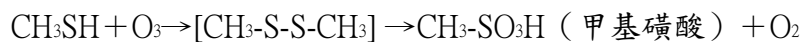
##### • 硫化氫



##### • 胺類



##### • 甲基硫醇



在工業廢氣處理之應用上，臭氧化作用之反應接觸時間一般建議採 15~30 秒，而有些情況則需提升至 60 秒，然而亦有僅需 1~5 秒之成功案例存在。適當之臭氧濃度以完成氧化是必須的，其典型之操作範圍約 1~90ppm，但在氧化處理後排氣中則應避免有過量之臭氧存在，因為臭氧本身帶有刺激性異味且具毒性，故排氣中之臭氧濃度應小於 0.01ppm，此可以裝置臭氧分析儀進行監測與控制。

臭氧是一種強氧化劑，其製備方法乃是將空氣通過放電電暈或曝露於紫外光下製造，而紫外光輻射法曾被廣泛應用於臭味之控制，一般認為其主要效果係來自初期所產生氧氣及臭氧之緣故。在實際應用時，若含臭味廢氣之溼度過高，則臭氧產生器將失去作用，雖然如此，臭氧產生器之體型不大且相當具安全性。有效臭氧系統之臭氧

產生量要能達到 2,200kg/day，而其所需之動力耗能約為 4.5kwh/kg 臭氧。為了決定臭氧系統之設計規範，有需要以實驗測試系統進行調查，其測試調查項目包括臭味形式、臭味濃度、廢氣溫度、廢氣濕度、臭氧分佈及所需停留時間等。

在實際應用上，若排氣風車、風管或煙囪等裝置能提供足夠之停留時間，使得臭味氣體在排入大氣之前完成氧化反應，則臭氧可於該等裝置部位直接加入以控制臭氣。根據外國之應用實例指出，化製廠洗滌塔之排氣裝置注入 10ppm 臭氧，以去除剩餘臭味至可接受程度；建築物排放煙囪噴入 94ppm 臭氧，於停留時間 5 秒之條件下控制來自烹調炊具之臭味氣體；於商業與住宅區烹調之排氣系統，視廢氣溼度與臭味濃度之大小，配合導入 1.5~3.0ppm 臭氧以控制臭味；對於來自橡膠製程之臭氣，於旋風集塵機之出口處注入 4ppm 臭氧進行控制；魚肉乾燥製程廢氣以濕式洗滌塔處理後仍帶臭味，於距煙囪頂端之 12m 處噴入 10ppm 臭氧控制臭味；紙漿製造廠之回收爐廢氣於經濕式洗滌塔與分離器系統後，因含有硫化氫及二氧化硫等臭味物質，故於其排氣煙囪加入 80ppm 臭氧進行控制，該煙囪可提供 2 秒之停留時間；於可提供停留時間達 45 秒之接觸反應室注入 5.5ppm 臭氧，以控制來自堆肥所產生含有氨及硫化物之廢氣。

#### 4. 生物濾床法

生物濾床法乃是使用微生物分解有害或致臭味化學物質為無害化合物之空氣污染控制技術，其於處理大風量、低濃度之有機臭味廢氣頗為有效。生物濾床法主要乃藉濾床中濾料所附著之微生物，將廢氣中污染物質予以分解。當廢氣通過生物濾床時，污染物質經由擴散至濾料表面之生物膜，並於生物膜中分解。通常進行分解之微生物為好氧性細菌，其過程類似土壤或水中有機物之好氧分解，分解後之產物為二氧化碳、水、礦物鹽及微生物。

廢氣生物濾床隨各工程公司所發展之系統略有不同，圖 4.25 所示為單層開放式生物濾床。基本上，生物濾床可包含預過濾器、增濕系統、廢氣分配系統及濾床四部份，茲分別說明如下：

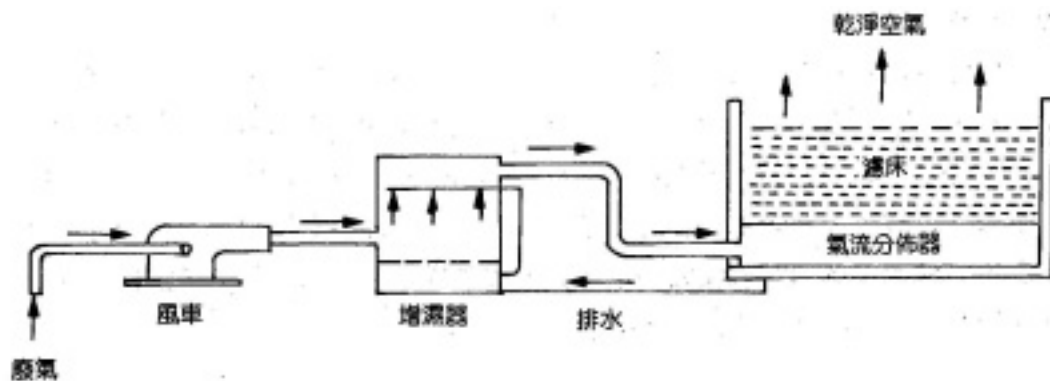


圖 4.25 單層開放式生物濾床之構造

### (1) 預過濾器

此為選擇性配備裝置，當廢氣中含有粒狀物質時，為避免生物濾床遭受阻塞，廢氣需先經預過濾器去除粒狀物，尤其是工業廢氣中含有高分子黏性物質時，適當之預過濾器就顯得十分重要。預過濾器型式因所欲去除之粒狀物特性而異，其種類包括袋濾集塵機、靜電集塵機、濕式洗滌塔及除霧塔。

### (2) 增濕系統

維持生物濾床適當之溼度，是確保污染物去除效率之主要關鍵，即濾床內水份含量被認為是決定濾床去除臭味效果之最重要變數，而最佳之濾床水份含量取決於所用濾材，一般介於 20~70%（重量百分比）之範圍。若濾床含水量太低，會使得生物濾床形成乾燥區（dry zone），將導致微生物活性降低，造成污染物傳輸逸出濾床；而太多水份進入濾床中，會使部分濾床形成厭氧層（anaerobic zone），將造成揮發性臭味之產生，並伴隨廢氣由濾床中排出，再者，由於濾料孔隙空間充滿水份，亦將使系統壓損增加而降低廢氣處理量，故設計適當之溼度控制設施將是生物濾床成功之關鍵。

控制生物濾床之溼度可於廢氣進入濾床前應用噴霧塔增濕，或於濾床上方灑水，或是兩者併用，然應用噴霧塔方式調節溼度，可使濾床含水率較為均勻而廣受使用。當於濾床上方使用表面直接灑水系統時，其水滴直徑須小於 1mm，且為避免濾床結構損壞，濾床最大水份負荷量宜保持每小時噴灑約 30mm 厚度，一般設計準則為每 1,000 立方公尺廢氣量之灑水量介於 6.8~13.6 公升。特殊現場狀況如潮濕、降雨量大區域及濾材物理特性等均將影響所需之灑水量，且水之入滲及涵容特性則取決於潤濕率及濾材中其他因素等，一般而言，此等影響因子會隨時間而改變；對於廢氣進入濾床前採以噴霧器進行調濕，若廢氣係處於水份飽和度大於 95% 以上時，因為生物氧化作用屬放熱反應，所以廢氣溫度將略為提高，此會造成未飽和現象而促使濾床水份流失。因此，除非進入濾床前之廢氣溼度能調高至 99% 以上，才可避免濾床水份持續流失，否則乃需同時配合表面直接灑水系統之採用，持續對濾床水份進行調整動作，以控制生物濾床於最佳溫度之條件操作。

### (3) 廢氣分配系統

廢氣分配系統乃在於調節廢氣，使其能均勻通過生物濾床，並排除濾床中多餘水份。目前常用之廢氣分配系統有三：多孔管（perforated pipes）、壓力槽系統（pressure chamber system）及預鑄箱系統（sinter block system）。多孔管為最常使用之方法，主要在濾床下方埋設多孔管，並於管上鋪設卵石，以確保廢氣均勻分配及管孔不受阻塞。壓力槽系統主要應用於規模較小之濾床，惟其濾床壓損高且具不穩定性。預鑄箱主要為水泥製品，可提供氣體分佈及排水。

#### (4) 濾床

濾床為提供微生物生長，以分解通過之污染物質，微生物之生長主要乃附著濾床中所填充之濾料（或稱為載體，carrier）。在生物濾床內填充濾料有三個典型之目的，一為提供微生物附著之高表面積，二為供給微生物所需之營養量（包含有機碳、氮、磷及微量無機營養鹽），三為提供一穩定結構及母體（matrix）以使廢氣得以立即通過，俾產生完整及一致之處理效果。常用之濾料為堆肥、土壤及泥煤（peat）等，為了有效操作生物濾床，濾料需能立即吸附水份以利微生物族群生存，所謂濾料之最佳能力乃是指具有高孔隙空間及最小系統壓力損失，惟此兩個特徵常彼此衝突而無法同時具備，因為高孔隙之粗砂易與高反應表面積之堆肥混合。另外，隨著操作時間增長而產生結塊現象（compaction）應加以避免，以防系統壓損增加或廢氣通過床時發生渠化效應（channeling effect）。

典型之濾床深度為 1m，一般最常使用之濾床為單層開放式濾床（open singlebed），然由於生物濾床所需面積較大，為能節省反應時間，已逐漸發展多層式生物濾床。此外，歐洲地區亦發展密閉式系統（enclosed system）如圖 4.26 所示，以減少氣候變化對生物濾床之干擾，密閉式生物濾床處理後廢氣則由固定管道排放。

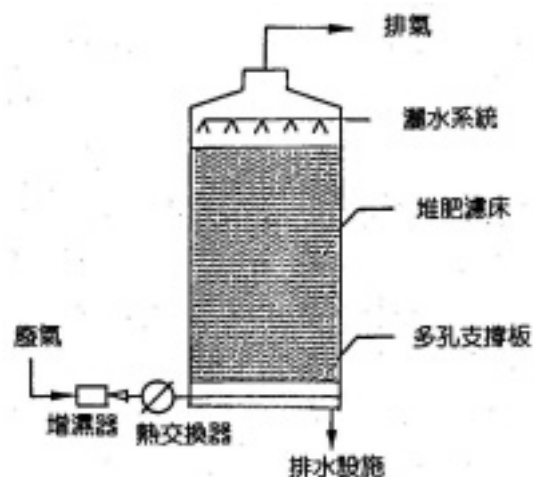


圖 4.26 密閉式生物濾床之構造

典型生物濾床應具備之操作條件如下：

- 有機物含量：大於 55%
- 濾料粒徑：大於 4mm 之粒料佔 60%（重量比）
- 孔隙率
  - 堆肥濾床：40~80%
  - 土壤濾床：40~50%
- 濾床深度：45~230cm（一般為 1m）

- 水份含量：50~70%（重量比）
- pH 值：7~8
- 廢氣溫度：20~40℃
- 含氧量：至少 5~15%

微生物生長及除臭效率受濾床之化學及物理狀況所影響，關鍵因素包含 pH 值、溫度、溼度、孔隙率及供給微生物生長之營養量，此乃生物賴以生存及對廢氣進行新陳代謝作用之要素。濾床 pH 值應保持在 7~8 之間，由於還原態硫化合物被生物分解後之最終或副產物為酸性物質，如果濾床之濾粒未採緩衝處理（例如加入石灰），將導致濾床之 pH 值降低，促使濾床上之微生物群招致破壞，進而迫使生物濾床之操作壽命縮短。

一般有數種不同設計準則可用以概估生物濾床之尺寸，即廢氣之污染負荷量可以濾床表面之廢氣處理量（ $\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ）、停留時間（秒）或去除能力（克/公斤濾料·天或克/立方米濾床·小時）設計。通過濾床表面之廢氣處理量介於  $0.3 \sim 9.5 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，典型之數值介於  $0.3 \sim 1.6 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 。停留時間可以濾床體積除以廢氣流量求得，雖然真正之停留時間受濾床孔隙空間所影響，但一般將生物濾床視同無濾料之空間加以設計。國外經驗建議堆肥濾床之最小停留時間宜為 30 秒，而土壤濾床則採大於 30 秒以上設計，惟為確保臭氣能被完全吸收，一般生物濾床所需之停留時間為 30~40 秒。

## 5. 活性碳吸附法

吸附為一溶質之濃縮現象，利用此現象，以使用內部比表面積較大之多孔性固體粒子（吸附劑）來分離氣體或液體混合物之操作，稱之為吸附操作。吸附為一放熱反應，且其效能隨溫度之升高而降低，故操作前應預先冷卻廢氣溫度，以提高吸附效率。以吸附原理處理 VOCs 或惡臭物質，一般常用粒狀活性碳或活性碳纖維。因欲處理之廢氣成份可能極為複雜，故於吸附過程中，可藉活性碳之預行特殊含浸或表面處理，使吸附現象併含複雜之物理及化學反應，以達到去除 VOCs 或除臭效果。

### （1）活性碳吸附塔構造

活性碳吸附設備型式眾多，包括顆粒狀之固定床式、珠碳流動床式活性碳纖維之蜂巢式等，而一般以固定床式最常為人所使用，其構造及處理流程如圖 4.27 所示。該圖為典型活性碳吸附/脫附操作示意圖，含 VOCs 或臭味氣體於進入吸附塔前須先經一前置過濾器，以去除氣體中粉塵雜質，而後經冷卻系統將氣體冷卻至 40℃ 以下，再進入吸附塔進行吸附，經活性碳吸附後之乾淨氣體則由煙囪排至大氣中。吸附操作一段時日後，活性碳會達飽和狀態，此時須將活性碳更換或再生，再生之方法可以過熱蒸汽、高溫惰性氣體或減壓等方式，將活性碳表面所吸附之有機物質脫附排出，再經冷凝器冷卻後靜置分離。

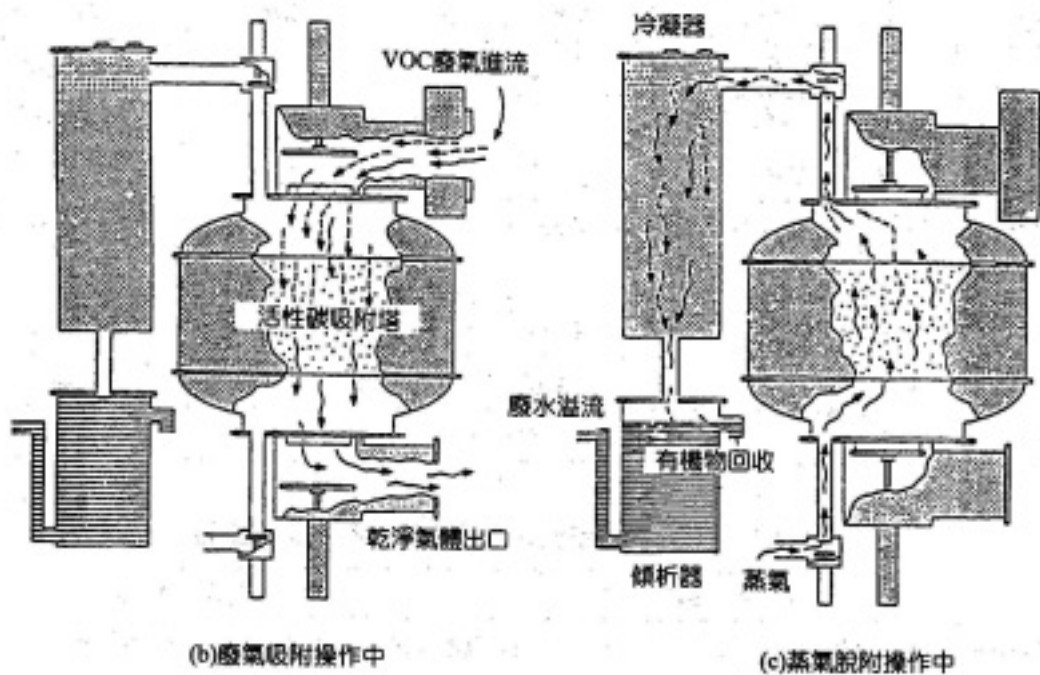
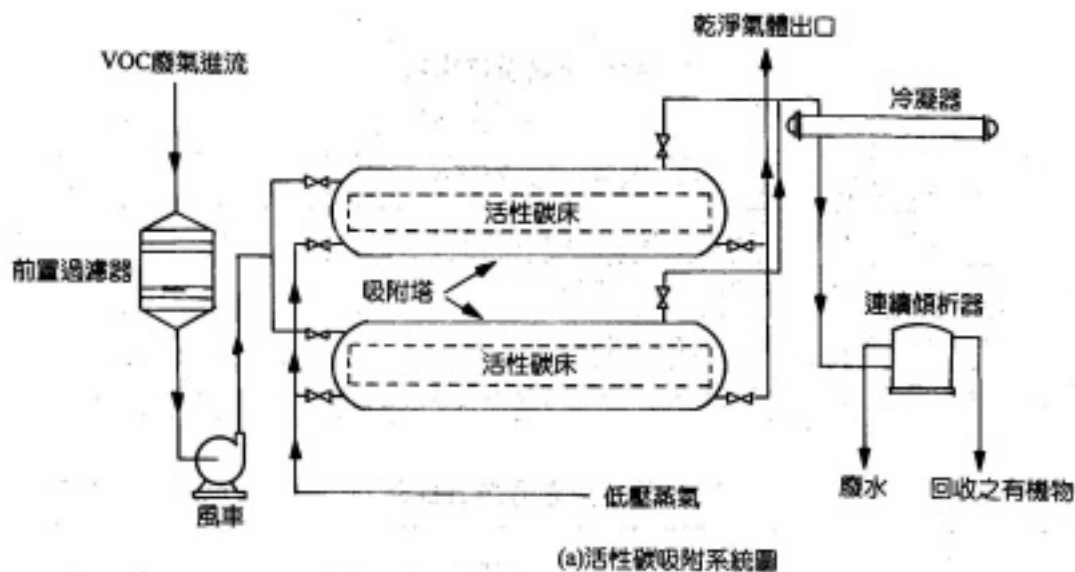


圖 4.27 典型活性炭吸附/脫附操作式意圖

## (2) 吸附劑種類及選擇

一般所使用之物理性吸附劑中，各種不同型式之活性炭約佔大半部份，而矽膠、分子篩、合成沸石及活性白土等之實用例則較少。常用之活性炭又可依製造原理及其形狀之不同而予以區分為粉末狀活性炭、粒狀活性炭及纖維狀活性炭等三類，而在氣體吸附之應用上則以後兩者較為常用，其特性比較如表 4.23～表 4.25 所示。決定選用吸附劑前要審慎評估，因不同之吸附劑可能適用於不同之吸附質，且尚須考慮諸多因子，諸如價格、吸附容量、物化特性、取得難易程度及飽和活性炭採再生或棄置方式處理等，有時外在環境亦會對不同之吸附劑造成不同程度之影響。



表 4.23 活性碳之製造原料

種類	使用原料
果實類活性碳	椰子殼、核桃殼、桃子種子等
木質類活性碳	木材、木屑、木炭、乾爆物等
石碳類活性碳	泥碳、亞碳、石碳等
石油類活性碳	石油殘渣、硫酸泥
其他	紙漿液、木質素、紙漿製造廢物、甘蔗渣、廢糖蜜等

表 4.24 活性碳之分類及性質

性質 \ 分類	粒 狀 活 性 碳			活性碳纖維
	破碎碳	造粒碳	珠形碳	
原料種類	果實類	木質類、石碳類	石油類	木質素、煤渣
形狀	不規則	成型碳	珠狀	纖維
大小	4~14mesh	4~6mesh	0.4~0.8mm $\phi$	10~20 $\mu$ m $\phi$ 之纖維
平均孔徑 (Å)	20~40	10~40	—	15
填充密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.4~0.6	0.35~0.6	0.5~0.6	0.04~0.05
外表面積 (m <sup>2</sup> /g)	~0.001			0.2~0.7
比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	900~1,200			1,000~1,600
pH 值	偏鹼性			偏中性
脫附時間	30~60min			5~10min

表 4.25 粒狀活性碳與活性碳纖維之優缺點比較

	粒 狀 活 性 碳	活 性 碳 纖 維
優點	1. 價格便宜 (70~180 元/公斤)。 2. 可充填於各式各樣之吸附槽。 3. 有較好之吸附床利用率。 4. 對於極性較強之吸附質有較佳吸附效果。	1. 纖維極細，比表面積大，吸附容量高。 2. 表面平滑不易脆弱，損耗小。 3. 不純物及重金屬含量極少。 4. 脫附速度快，回收溶劑品質高，特別是應用於氯系溶劑。 5. 操作簡單，設備體積小且易於安裝。 6. 受溫度影響較小。
缺點	1. 運送時易粉末化，進行吸附、脫附氣體時會耗損。 2. 偏鹼性，脫附時易造成水解現象。 3. 比表面積小，飽和吸附量較低。	1. 價格昂貴 (1,000 元/公斤)。 2. 結構較蓬鬆，易生渠流效應，吸附床利用率較低。

### (3) 吸附影響分子

影響臭味控制吸附平衡之因素包括吸附質之分子大小、吸附劑之特性及廢氣溫度，其中吸附作用最強時機發生於吸附劑之孔隙大小剛好微大於吸附質時，而一定量吸附劑之吸附速率隨著吸附表面積與適當孔徑數目之增加而增加。污染物之吸附量除受上述因素影響外，同時受廢氣中其他物質共競爭吸附劑上之活性位置、電極性、吸附質之重量與型式、吸附劑表面之電極性、壓力及相對溼度等所左右。一般吸附劑之吸附容量常以吸附劑之「等溫吸附」(adsorption isotherm) 加以表示，其為定溫下污染物吸附量與廢氣中濃度之關係。

#### (a) 吸附劑性質

- 比表面積—比表面積愈大，飽和吸附容量愈大。
- 孔隙大小—孔隙愈小，單位比表面積愈大，吸附容量愈高。
- 表面所帶官能基及極性—在原 (virgin) 活性碳表面是呈非極性，故對非極性有機分子具有極高之親和力。但當活性碳表面被氧化物如臭氧、高錳酸鉀及氯氣等氧化時，則有一部份表面變成非常之極性，因為產生含氧之官能基及氫鍵鍵結致使吸附能力增強，但對非極性有機分子之吸附容量則降低。

#### (b) 吸附質性質

- 分子大小—適合吸附物質之分子量約介於 45~200 之間 (甲醇除外)，且分子量愈大者，被吸附能力愈佳。
- 沸點—適合吸附物質之沸點約介於 20~175°C 之間，且沸點愈高，吸附能力愈佳。
- 溶解度—溶解度愈大，其受溼度之影響愈大。
- 官能基及極性—同系分子中，具某特定官能基愈多者，吸附能力愈佳。
- 濃度—進流污染物質濃度愈大，其吸附貫穿時間愈短，而飽和吸附容量增加。

#### (c) 環境因子

- 溫度—因吸附為放熱反應，故溫度愈低愈有利吸附作用，一般入口溫度控制於 40°C 以下。
- 溼度—相對溼度愈大，活性碳飽和吸附容量於低，且吸附質濃度愈低或溶解度愈大者，其受影響愈大，一般進入廢氣溼度宜控制於 50% 以上。
- 流量—流量增大會使貫穿時間縮短，但只要流速低於理論反應時間，則流量之增加對飽和吸附量之影響不大。
- 熱傳效果—選擇吸附塔半徑及管壁厚度較小者，可增加散熱作用，提高吸附效果。
- 經濟效益
- 可能面臨困難

#### (d) 活性碳對有機物之飽和吸附量

一般固定床式之吸附操作可概分成四個階段，如圖 4.28 所示。起初吸附效果良好，出口濃度  $C_1$ 、 $C_2$  遠低於入口濃度  $C_0$ ，但隨著已處理氣體體積之增加，直至一貫穿點時（出口濃度為  $C_3$ ，一般設定為  $5\%C_0$ ），活性炭即已達到飽和，此時應進行更換或再生吸附劑之程序。

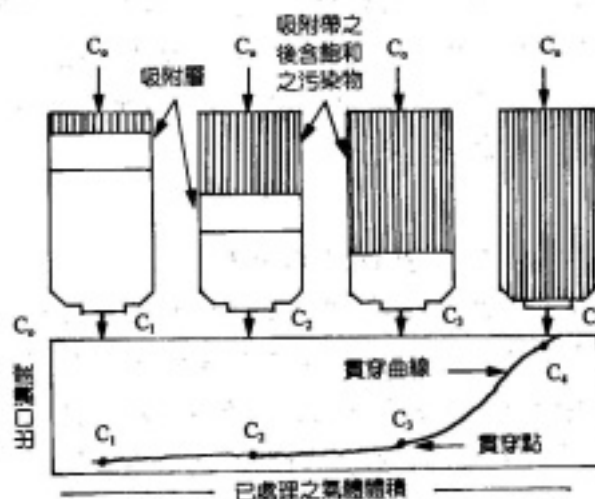


圖 4.28 吸附之四階段及出口濃度

吸附劑與不同濃度之某特定揮發物質之平衡吸附容量關係，一般均以等溫吸附曲線作說明，而據此研判吸附質所能被吸附之飽和容量，通常以「被吸附質重量/吸附劑重量」之百分比表示之。但因等溫吸附曲線之數據是得自實驗室中最佳狀態下之實驗結果，並不盡符合實際狀況，且無法提供脫附資料，故於實廠裝置應用時不可直接引用。一般設計上均以吸附劑之工作容量作為設計指標，所謂吸附劑之工作容量係指吸附床在進行脫附後，其所能吸附之吸附質在未達到貫穿點前之總吸附量，此吸附量乃吸附劑真正有用之吸附容量，一般約為飽和吸附量之 35% 左右。

表 4.26 數值係以椰子殼活性炭充當吸附劑進行脫附後，其對臭氣或有機溶劑之吸附容量，此種吸附容量是以單位活性炭之重量百分比表示，因其係於實驗室中進行，故所得數值應介於等溫飽和吸附容量與工作容量之間，可供吸附床設計之參考。

至於物理吸附之最大妨害因素為溫度，當氣體溫度在  $60^{\circ}\text{C}$  以上時，吸附效果會大幅降低，而當溫度在  $40^{\circ}\text{C}$  以下則適合吸附。再者，當氣體中含有水分而在活性炭表面凝結時，吸附性能亦會降低，尤其是灰塵、煙霧及塵土等覆蓋在活性炭表面更甚，因此必須事先對廢氣作預處理工作。

#### (e) 活性炭吸附塔之選擇

活性炭吸附設備可自行或委請專業工程公司設計，若廢氣處理容量不大，則可向具有實績之供應廠商購買套裝組合系統以節省成本。每一種適用情形均需善加考量，

且套裝系統設計亦需經詳細估算過才可承購，在決定設置活性碳吸附系統後，可依工廠製程所排放之廢氣成份、特性及要求條件而作一完整規劃設計。

表 4.26 活性碳對各種有機物質之吸附容量

成分	吸附容量 (%)	摘要	成份	吸附容量 (%)	摘要
(醇類)			(芳香烴類)		
乙醇	21		苯	23	溶劑
甲醇	10	木精	硝基(代)苯	20	
丁醇	34	溶劑	甲苯	25	溶劑
戊醇	35	離醇油	二甲苯	26	溶劑
(有機酸)			(脂肪類碳化氫)		
醋酸(乙酸)	37	藥品	丙烷	5	燃料
酪酸	35	體臭	丙烯	5	煤氣
甲酸	7	藥品	癸烷	35	燈油成分
棕櫚酸	35	棕櫚油	庚烷	29	汽油成分
丙酸	30		己烷	10	汽油成分
丙烯酸	20		壬烷	30	燈油成分
辛酸	35	動物臭	(醚)	8	燃料
(無機氣體)			乙醚		
胺	一些	刺激臭	二異丙醚	15	醫藥品
溴	40		甲醚	18	溶劑
二硫化碳	15	黏膠	丁醚	10	
四氯化碳	45	溶劑、滅火用	(酯)	20	溶劑
氯	15	顏料製造	醋酸戊酯		
溴化氫	12	藥品	醋酸丁酯	41	漆溶劑
氯化氫	12	燃燒氣體	醋酸乙酯	28	漆溶劑
氟化氫	10	氟	醋酸丙酯	19	漆溶劑
碘化氫	15		醋酸甲酯	23	漆溶劑
硫化氫	3	腐蛋臭	(醛)	16	溶劑
碘	40		乙醛	7	藥品
硝酸	20	藥品	丙醛	15	燃燒排氣臭
二氧化氮	10	燃燒氣體	丁醛	20	
臭氧	分解氧	放電管			
二氧化硫	10	燃燒排氣	甲醛	很少	柴油廢氣、 合成用劑
三氧化硫	15	燃燒排氣	(其他化合物)		燃燒排氣臭
硫酸	30	藥品	石炭	30	
(鹵化烴類)			甲酚	30	苯酚樹脂
三氯乙烯	13	乾洗用			醫院消毒液臭
三氯甲烷	40	麻醉藥			

表 4.26 活性碳對各種有機物質之吸附容量（續）

成分	吸附容量 (%)	摘要	成份	吸附容量 (%)	摘要
三碘甲烷	30	防腐用	吡啶	25	煙草臭
異丙基氯	20		糞臭素	25	排泄物
氯化甲烷	5	冷煤	松節油	32	溶劑
二氯甲烷	25		吉草酸	35	體臭、腳臭
四氯代甲烷	60		蓋醇	20	
（硫醇）			煙鹼	25	煙草
甲硫醇	20	黃蘿蔔鹼菜臭	苳酮	20	
乙硫醇	23	蒜、蔥、污水	（多成分臭）		
丙硫醇	25		汗水臭	大	
（酮類）			廁所臭	大	
丙酮	10	溶劑	料理臭	大	
二乙基甲酮	30	溶劑	食物臭	大	
丁酮	10	溶劑	包裝室臭	大	
甲基異丁基酮	20	溶劑	體臭	大	

在設計前需先掌握下列資料：

- 系統目的
- 溶劑或臭味物質種類
- 溶劑是否回收再用
- 系統操作方式（連續、批次或其他）
- 氣體組成、溫度、壓力、溼度
- 溶劑價格
- 氣體流率
- 冷卻水之溫度、壓力及取得難易程度
- 電力供應問題
- 再生蒸氣之供應及溫度、壓力

在掌握此等資料後，設計者或供應廠商所提計畫案內包含下列各項說明：

- 系統材質構造
- 循環時間
- 操作條件（如氣體流量、組成、溫度及溼度等）
- 設備裝置尺寸
- 吸附劑種類、性質及價格

- 再生容量
- 所需空間大小
- 電力需求
- 冷卻水、水蒸氣用量
- 儀表控制詳述
- 設置與操作費用
- 污染控制之保證
- 系統操作細節

(f) 活性碳吸附塔設計參數

固定床式活性碳吸附塔之設計，一般依再生系統之有無而予以區分，若廢氣中溶劑濃度較高而可回收，或吸附劑成本相對於再生成本很貴時，可選用再生式吸附床；倘若廢氣中溶劑濃度只有數 ppm 或其中摻雜有害、毒性或臭味物質，其回收不具經濟效益時，可不設再生設備，可將飽和活性碳委託合法廠商再生或處理。但廢棄吸附劑之處置應符合法令規定，以避免造成環境之二次污染。

(i) 吸附操作

- 吸附床斷面流速：0.2~0.5m/sec
- 吸附床深：0.45~1.0m
- 滯留時間：1~2sec
- 操作壓損 70~150mmH<sub>2</sub>O
- 吸附效率：大於 90%
- 吸附週期：大於 2hr（再生系統 8~12hr）
- 廢氣入口溫度：小於 40°C
- 廢氣溼度：小於 50%
- 廢氣中塵粒含量：小於 0.5mg/m<sup>3</sup>
- 工作容量（working capacity）：10~15%飽和吸附容量

(ii) 脫附操作

- 脫附溫度：110°C 以上
- 脫附時間：30~60min
- 蒸氣用量：0.25~0.35kg@15psig/kg-carbon
- 脫附床數（Nd）：

$$Nd = \frac{(\text{吸附床數}) \times (\text{脫附時間} + \text{冷卻時間})}{\text{吸附時間}}$$

#### (g) 操作注意事項

- 需確實掌握廢氣特性，如組成、濃度、溫度、濕度、粉塵量及干擾物質，以確保吸附效果並降低操作費用。
- 若廢氣中含有硫化氫、胺類、醛類等不適合吸附物質時，可以利用化學吸附方式（如活性碳表面酸鹼處理）或配合藥液清洗法等處理之。
- 高沸點物質（如黏著劑、可塑劑、安定劑、樹脂、酚類、胺類或沸點大於 260°C 者）通常易與活性碳起化學反應，而沉積於活性碳表面細孔上，降低其吸附能力，且再生時此沉積物亦不易去除，故須加裝前處理設備濾除之。
- 廢氣於進入活性碳前須先經過濾網過濾，以去除細粒雜質（尤其是粒徑大於 5  $\mu$ m 之顆粒），並須保持活性碳床之均一性，避免堵塞或形成氣流渠道（gas channeling）現象。
- 當廢氣包含二種以上污染物質時，吸附效率會降低，因分子量較大者為優勢吸附質，使分子量較小者之貫穿時間縮短，故此時需加高吸附床深或縮短操作週期。
- 對於水溶解度較大者，其飽和吸附容量受濕度影響較大，且濃度愈低，所受影響程度愈大。當以蒸氣脫附時，水溶解度較大者（或極性較大者）其回收率較佳，但其分離時愈複雜困難。
- 當廢氣中含有酮類、酯類或鹵素等溶劑時，因其易氧化分解或水解，且分解反應之生成物具有腐蝕性，故設備材料之選擇要非常注意。
- 粒狀活性碳因偏鹼性，且金屬含量較活性碳纖維高，對於含氯之有機溶劑進行脫附時，具有不利影響。
- 當吸附系統阻力明顯增大時，需檢查活性碳床（含篩板），並予以清洗或更換。
- 若操作不當，致使高溫廢氣或大量溶劑進入活性碳床，而引起活性碳床溫度超過 150°C 時，應緩慢注水冷卻以免著火。
- 對於易燃性氣體操作時之安全考量，一般安全規定入口溶劑物質濃度不可超過其爆炸下限值之 25%，此外，設備上最好採用防爆型及防靜電型。

#### 6. 選擇脫臭設備要點

選擇脫臭裝置之前，必須根據生產製程之實際操作情況，推估或測定污染源之排氣風量，再據以設計或選擇具有適宜處理容量之有效脫臭設備，若脫臭設備之處理容量設計或選擇不當時，其將造成之負面效應如下：

##### (1) 處理容量比排氣風量小時

廢氣於脫臭裝置內之停留時間比規範之有效時間短，致使吸收法、吸附法或焚化法等控制技術無法達到應有之去除效率，造成環保投資之成效不彰。

##### (2) 處理容量比排氣風量大時

雖可充分去除臭味氣體，但除非生產製程於未來有擴充之可能，或將來預計合併處理其他具相似廢氣特性之污染源外，否則就環保投資及能源消耗觀點而言則屬浪費，例如焚化法燃燒裝置因需消耗超過需要之熱量而造成能源浪費，而控制設備所需風車於過大之馬力數值下運轉亦浪費電力資源。

對臭味的防制設施廠地點的選擇亦是相當重要，如考慮風向及鄰近住宅情況等。目前國內的堆肥廠有臭味防制設施並不多，主要與堆肥多採開放式操作有關，較大型之堆肥廠則有利用木屑當吸附床，或利用蛇木屑成為生物濾床之介質，另亦有採濕式洗滌塔。



## 第五章 堆肥產品的市場評估及規劃

國內自民國 46 年至 66 年之間曾設置 22 座垃圾堆肥場，如表 5.1 所示。由於成品品質不良、經營管理不善、處理技術欠缺，致使堆肥銷售困難相繼停工，分析其原因可歸納如下。

### 1.化學肥料使用普遍

相較於有機肥料，化學肥料價格較低廉，施肥方便且效果迅速，品質及量又較有機堆肥易於控制，農民較易接受。

### 2.堆肥成品品質不良

以往興建設置之堆肥處理場因設備簡陋，採用人工篩檢，分離作業不完全，垃圾成份較複雜，堆肥製程不易控制，影響發酵效率，致使製出之堆肥成品中之玻璃、針頭等不純物無法去除，常造成農民作業時之意外傷害，此外，品質參差不齊，亦降低農民使用信心。

### 3.堆肥場操作維護費缺乏

一般公、民營事業單位皆視堆肥場為一生產事業，以為經營堆肥場可獲利，形成觀念之偏差。事實上應將堆肥場視為垃圾處理之一環，依操作維護成本收取處理費用。

### 4.環境污染問題

大多堆肥處理場因資金短缺，為降低投資成本，致設備簡陋，流程簡單，其堆肥成品品質及二次公害防治設備多被忽略，遂易造成環境污染。此外，後期堆肥圓熟採露天堆置，除影響發酵反應外，亦造成環境污染，常遭致居民之嚴重抗議。

若以當時的相關法規政策背景來看，如肥料管理規則於 78 年 6 月發布，並公告肥料品目及規格，即就肥料品質管制來看，過去垃圾堆肥廠缺乏品質管制標準。另外，廢棄物清理法於民國 63 年制定公告，於 78 年 5 月發布的「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」對廢棄物的清除處理方有較具體的規定，亦即當時缺乏垃圾清理的強制性。隨著環境及相關政策的改變，目前污染者付費及資源回收的觀念已漸被接受及推行，對設立廢棄物堆肥場而言，此點應可謂是一項有利因子。但相對的，堆肥市場的變化；如產品種類多樣化；品質要求的標準提升等，對以廢棄物為主要原料產製堆肥亦是一大挑戰。也因此做好廢棄物堆肥處理場的產銷規劃，可謂是影響成敗的重要關鍵。而產銷計劃應包括下列幾點：

- 場址所在區域的市場需求量評估
- 確定場址所在區域市場的品質需求
- 肥料管理規則所定之肥料標準依據
- 評估副資材的可利用性與成本

表 5.1 台灣地區以往設置之垃圾堆肥場概覽

場別	每日處理量 (公噸/日)	建場時間	總工程費(元)	備註
屏東市堆肥場	60 (30)	46 年 3 月	1,221,000	大部份機械均逾齡無法使用。另六十三年興建一套，經營情況良好，唯因堆肥銷路困難，已停工。已報廢。
	(30)	63 年 12 月	2,160,000	
羅東鎮堆肥場	10	48 年 3 月	700,000	
台東鎮堆肥場	20	49 年 5 月	450,000	
		59 年 11 月	365,000	因飛機場擴建而報廢。
高雄市堆肥場	60	50 年 5 月	3,770,000	已屆設計使用年限，大部份機械逾齡，已報廢。同上。
中壢市堆肥場	30	51 年 5 月	1,770,000	因附近旱田已改為工業區，堆肥銷路困難，已停工。
花蓮市堆肥場	30	53 年 5 月	820,000	原由輔導會興建，於 63 年售交彰化市公所經營，後因市公所無資修建已報廢。
彰化市堆肥場	30	55 年 5 月	1,600,000	機械年久失修，已報廢。
陽明山堆肥場	30	55 年 10 月	1,433,000	58 年設置一處，但因垃圾收集量增加，原有處理設備不勝負荷。另於 64 年增設機械一套，因無銷路停工。
嘉義市堆肥場	70 (30)	58 年 10 月	3,000,000	因無銷路停工。
	(40)	64 年 7 月	2,000,000	
楊梅鎮堆肥場	10	60 年 11 月	480,000	因銷售堆肥價款不敷支出。鎮公所無法編預算經營，已停工。
南投鎮堆肥場	30	60 年 11 月	2,100,000	經營虧損，無法自給自足已停工。
斗南鎮堆肥場	20	60 年 11 月	1,200,000	經營不佳已停工。
善化鎮堆肥場	10	60 年 11 月	480,000	因無銷路已停工。
鳳山鎮堆肥場	20	60 年 11 月	1,200,000	經營虧損，無法自給自足已停工。
朴子鎮堆肥場	20	61 年 3 月	1,200,000	因無銷路已停工。
台南市堆肥場	60	61 年 5 月	4,500,000	經營虧損，鄉公所又無法編預算經營，已停工。
內埔鄉堆肥場	20	61 年 5 月	1,200,000	仁成有機肥料廠投資興建，因週轉失靈，已停工。
台中市堆肥場	200	61 年 10 月	80,000,000	經營不佳，停工。
				同上。
虎尾鎮堆肥場	20	64 年 3 月	1,570,000	大同有機肥料廠投資設廠，由中央信託局接管，租給重慶堆肥廠經營，因經營不善，已停工。已停止操作。
鹿港鎮堆肥場	20	64 年 3 月	1,920,000	
高雄市堆肥場	350	64 年 3 月	400,000,000	
馬公鎮堆肥場	30	66 年 1 月	5,000,000	

- 了解可生產堆肥的物料產品
- 調查了解可能成為客戶的對象
- 評估了解市場競爭的產品
- 決定未來擬擴充市場的產品規格
- 確立市場目標
- 市場發展潛力的評估
- 確定潛在市場的代理商或經銷商
- 擬定銷售計劃及售價結構（財務評估）

簡化言之，即是應確立產品目前及未來的質量需求，以擬定完整的產銷計劃。

## 5.1 肥料管理規則

目前國內肥料之管理乃以民國 78 年 6 月公告之「肥料管理規則」(參考附錄)為準則。凡經營肥料輸入、製造或販賣業者，除法令另有規定外，皆依本規則管理。而對農民自產自給及家庭園藝用之有機質肥料，則不適用本規則。其管理方式主要以「肥料登記證」；即肥料業者應向縣（市）主管機關申請登記，轉請省主管機關簽證後，方可輸入或製造。依此管理規則中所定之肥料品目及規格(參考附錄)分為(1)三要素及次量微量要素肥料(2)有機質肥料(3)複合肥料(4)植物生長輔助劑等。業者視輸入或製造之肥料性質就公告之肥料品目及規格申請，凡訂有國家標準者，其品質應符合國家標準。

依農委會統計資料，國內至 84 年底肥料業者及肥料登記證統計表如表 5.2 所示。各種肥料製造廠商共計 107 家，其中核發的有機質肥料登記證為製造者 139 件。由於肥料登記證核發為一項產品須有一張，故同一製造廠會有數張。

表 5.2 國內肥料業者及肥料登記證統計表（84 年 12 月累計）

地 區		台灣省		台北市		高雄市		合 計		
肥料業者		製造	輸入	製造	輸入	製造	輸入	製造	輸入	計
廠商數		122	74	2	164	8	20	132	258	390
肥料登記證件數	氮肥	30	35	0	40	3	0	33	73	108
	磷肥	28	17	0	29	4	2	32	48	80
	鉀肥	15	9	0	13	1	1	16	23	39
	次量、微量要素肥料	128	63	0	100	2	1	130	164	294
	有機質肥料	210	77	0	102	0	9	210	188	398
	複合肥料	350	405	21	873	31	20	402	1,298	1,700
	植物生長補助劑	39	84	0	143	0	9	39	236	275
合計		800	690	21	1,300	41	42	862	2,032	2,894

## 5.2 國內有機質肥料廠概況

就有機質肥料之發展來看，早期是以農家自製之堆肥為主，隨著農業型態改變，慢慢發展出商品化的有機質肥料，但就國內現有有機質肥料廠之經營方式來看，仍較屬於農場方式，即在專業知識之提昇、產品品質控制及保證、機械設備改善以及產品行銷方式等，仍有別於其它工業。

### 1. 工廠經營型態

依工廠經營型態大致可區分為(1) 畜牧業廢棄物(禽畜糞)收集場：此類工廠為最早之有機質肥料場，其規模通常不大，類似農場，隨著市場擴大再收集其它廢棄物。目前此類型工廠配合農政單位輔導獎助政策，場數正逐漸增加。(2) 下腳料(廢棄物)收集業：以收集特定工廠產生之動植物類下腳料為主，包括食品廠、毛紡廠、皮革廠、菸廠、酒廠。或是標售過期大宗進口貨物等。(3) 配合飼料廠：因配合飼料原料(如豆粕、魚粉等)與有機質肥料共同性高，而其原料多為大宗進口，定期有下腳料產生(即品質較差之原料)，故目前許多配合飼料廠利用這些下腳料製造有機質肥料。(4) 農藥工廠：藉由農藥廠本身之行銷系統及農友對其品牌熟悉，農藥廠多已開發有機質肥料市場。(5) 國營機構：如台肥、台糖。(6) 其它：如由進口或販賣有機質肥料進而製造。

### 2. 使用物料特性

一般工廠使用物料型態可分為(1) 原料：以提供基本營養分為主，如氮、磷、鉀。(2) 副資材：作為填充料調整營養分及提供有機質。(3) 添加劑：調整產品品質或補充營養源(如微量元素)。依工業污染防治技術服務團訪視之各有機肥料廠(可參考附錄)其所使用各物料種類如表 5.3 所示。由此來看，原料仍以農牧廢棄物為主。

就物料取得方式來看，除了進口豆粕類及魚粉、海鳥糞等進價較高，其它大部分為免費取得，或另支付運費，而對來自工廠的下腳料(廢棄物)依其價值部份免費，部份仍需付費購買。

### 3. 製產方式

各廠產製方式大致可分為(1) 乾料混製：即原料皆為乾料，廠內只經配料、粉碎、混合或再製粒即為成品。(2) 堆肥處理：物料經發酵使其腐熟。

表 5.3 各有機質肥料廠所使用物料種類

型 態	種 類
原料	禽畜糞(豬、雞、牛)、豆粕、羊毛、魚下腳、樹皮、皮革屑
副資材	穀殼粉、菇類太空包、米糠、蔗渣、茶渣、菸渣、酒糟、魚粉、海鳥糞、乾燥污泥
添加劑	蚵殼粉、苦土石灰、泥炭土、石灰、微量元素

就其產製方式來看，以乾料混製的工廠，其設備主要為粉碎機與混合機，部份廠內設有製粒機，而生產線自動化比率頗高，即其生產量淺能相當大，唯目前受限於銷售市場尚未全量發揮。

以堆肥方式產製有機質肥料之工廠，除混料及包裝設備外，依其醱酵設施大致可區分如下(1)靜堆式：大部份於原料初期醱酵配合其它物料以添加醱酵菌或自然醱酵方式，於室內或室外進行，其堆積高度通常超過 2 公尺，翻堆過程多利用鏟裝機。以此方式產製之缺失為臭味逸散無法控制及品質不穩定。(2)通氣靜堆式：此類型之醱酵槽多半為以水泥區隔三面，於下面鋪設通氣孔，物料堆積約 1.5~2.5 公尺，利用鏟裝機翻堆，即依醱酵所需時間配合翻堆次數設置醱酵槽數，固定時間於第一槽進料，隨著翻堆進行於最末一槽出料。(3)懸吊式自動翻堆機：此為物料以長條型堆置（一般約 3 公尺寬，1.5 高，長度則配合醱酵時間），下面鋪設通氣孔，上面設置天車懸吊翻堆機，此翻堆機為鏈帶式攪拌葉，隨著天車前進將物料由底部翻攪至上面，目前廠家採用皆為台製。此產製流程為配合物料醱酵時間，由末端進料隨著翻堆，物料逐漸前進，經一定時間後至前端出料。(4)密閉機械式：即醱酵槽為密閉，槽內設有通氣及攪拌設備，其醱酵條件可以機械自動控制，依各廠牌設計型式各有不同，主要為配合進出料、通氣及攪拌方式。

國內目前有機質肥料廠之醱酵設備仍以開放式居多，且設備仍較簡陋，分析此原因可能因經營型態以農場方式居多，在技術提昇上資訊不足，而且缺乏輔導單位。另外也因有機質肥料的利潤有限，影響廠內設備更新意願。

#### 4.產銷情形

目前各廠產品多採 25 公斤或 30 公斤袋裝。平均售價約 5~10 元/公斤。一般 9 月至隔年 3 月為銷售旺季。其銷售管道大致區分為(1)農會代售：各鄉鎮農會多有代售有機質肥料。(2)自屬經銷商：以農藥工廠及配合飼料廠最具代表性，少數廠商擁有完善的經銷系統，對於產品銷售佔很大優勢。(3)委託經銷：於農藥店或肥料店寄賣。(4)直銷：由廠商自行尋找對象或經由農民彼此介紹。依相關資料顯示，直銷是大部份廠商採用方式，其次為透過農會經銷，自屬經銷商及委託經銷則較少。分析此結果應與有機質肥料廠規模有關，一般其資本額都不大，員工少（多為家庭成員），故很難組成經銷系統。

#### 5.有機質肥料廠之缺失

歸納各廠現有缺失可以(1)生產管理(2)污染防治兩方面來探討。

- (1)生產管理之缺失：有機質肥料之品質除需符合肥料管理規則保證成品之最低值以上，同時需不含有害成分。但由於一般工廠物料來源並非固定，部份甚至變化很大。依調查資料顯示，一般工廠有品檢設施相當少，除有效肥分無法保證外，對有害物質防範措施更是缺乏。
- (2)污染防治的缺失：主要為臭物控制不當，除配料型的有機質肥料廠外，廠內有醱酵過程的工廠，其設施多半屬於開放式，且其設置臭味收集及處理系統並不普遍。同時因

此類工廠多屬農場或家庭式經營，不僅在人力、物力上較無力投資污染防治設備，在污染防治觀念上更有待加強。

### 5.3 國內有機質肥料供需情形

#### 5.3.1 有機質肥料需求量

近年來由於工業發達，農業的轉型，國內農地施肥情形幾乎已完全由化學肥料取代，其引發的問題為土壤酸化等（如表 5.4），目前農政單位積極推廣永續農業，鼓勵農民使用有機質肥料，希望藉此改善地力提高農作品質。

根據台灣省農業年報調查資料，全省耕地面積共計約 874,535 公頃，其中高經濟作物面積共 462,560 公頃；包括蔬菜 184,309 公頃、果品 228,281 公頃、花卉 9,089 公頃、特用作物（茶、菸草、胡麻、香花作物及其它等）40,881 公頃。約佔全省耕地面積 53%。各縣市耕地面積分佈情形如表 5.5 所示。以中南部所佔比率較高。

表 5.4 台灣土壤問題與改善對策

項 目	意 義	主 要 原 因	影 響	改 善 對 策
強酸性	Ph<5.5	洗滌作用 酸性肥料 酸雨（水）	Fe、Al、Mn 毒 害微生物活動 受阻等	施用天然石灰 物質
排水不良	灰斑在 40~90cm 土 層出現	地下水位高 質地不均 犁底層	根通氣不良 養分吸收受阻 等	選擇作物 暗管排水 作高畦 深耕
有機質缺 乏	有機質<2%	自然環境 集約耕作 缺乏有機質補充	土壤理化性及 生物性差	施有機肥 種綠肥 休耕 草生栽培
土壤壓實	總體密度>1.2g/cm <sup>3</sup>	機械壓實 浸水耕犁 自然環境	根系伸長受限 影響水分滲透 等	深耕 施有機肥
鹽化土壤	土壤水飽和 抽出液電導度>4 mmhos/cm	海水倒灌 蒸發>降雨 施肥不當 廢水污染	妨礙植物吸收 水（養）分等	選擇作物 洗鹽 注意灌溉水品 質
土壤污染	多指八大有害重金屬 含量過高	主要為水，其次為 空氣、廢棄物、農 業資材等	作物毒害即引 起人體病症	阻絕污染源慎 選作物

表 5.5 台灣耕地分佈情形

縣市別	耕地面積		高經濟作物面積	
	合計（公頃）	所佔比率（％）	合計（公頃）	所佔比率（％）
台北縣市	40,440	4.6	20,258	4.4
宜蘭縣	28,126	3.2	8,893	1.9
桃園縣	44,043	5.0	6,846	1.5
新竹縣市	34,562	4.0	12,491	2.7
苗栗縣	36,236	4.1	15,013	3.3
台中縣市	63,558	7.3	32,563	7.1
彰化縣	68,441	7.8	33,647	7.3
南投縣	62,915	7.2	57,219	12.5
雲林縣	86,868	9.9	43,941	9.6
嘉義縣市	79,647	9.1	43,592	9.5
台南縣市	102,892	11.8	54,050	11.8
高雄縣市	55,103	6.3	35,260	7.7
屏東縣	75,304	8.6	58,961	12.9
台東縣	47,345	5.4	19,175	2.2
花蓮縣	43,520	5.0	16,204	3.5
澎湖縣	5,571	0.6	484	0.1

施用有機質肥料應瞭解土質及作物種類，而推估需求量的方式，若依農政單位建議施用量為每年每公頃 10 公噸來估算，全省每年有機質肥料需求量約 874 萬公噸，若以高經濟作物為施用對象則每年約需有機質肥料 463 萬公噸。

另若以短期作物每公頃每年施用有機質肥料 4 公噸，長期作物每公頃每年施用有機質肥料 8 公噸來估算，則每年有機質肥料需求量約 532 萬公噸。其估算結果如表 5.6 所示。

### 5.3.2 有機質肥料供給量

根據農林廳畜牧科之估算，台灣地區豬、牛、雞其所排泄之禽畜糞尿固型物每年約 512 萬公噸，全省每年菇菌類太空包廢料約 5.3 萬餘公噸，蔗渣廢料等農產副產物約有 417 萬餘公噸，稻穀、米糠約 41.3 萬公噸，以上農產廢棄物合計約 976 萬餘公噸。若將可取得之畜產廢棄物與農產廢棄物混合製成醱酵有機質肥料（可取得原料製成有機質肥料為原料量之 1/3），則每年可供給有機質肥料約 325 萬餘公噸，其統計如表 5.7 所示。

表 5.6 台灣地區有機質肥料年需求量估算表

縣市別	短期作物面積（公頃）							長期作物面積（公頃）				有機質肥料需求量（公噸）		
	稻米	玉蜀黍	落花生	甘藷	蔬菜	花卉	小計	茶園	甘蔗	果品	小計	短期作物	長期作物	合計
台北市	674	0	5	78	2,107	116	2,890	191	0	524	715	11,560	5,720	17,280
高雄市	424	148	6	3	298	10	889	0	134	585	719	3,556	5,752	9,308
台灣省合計	389,829	77,175	32,030	10,898	181,994	8,963	700,889	22,743	62,173	227,172	312,088	2,803,556	2,496,704	5,300,260
台北縣	2,060	66	129	960	8,306	321	11,842	4,302	0	3,847	8,149	47,368	65,192	112,560
宜蘭縣	15,181	30	293	89	3,683	201	19,477	697	0	4,312	5,009	77,908	40,072	117,980
桃園縣	37,916	71	38	143	3,547	294	42,009	2,143	0	844	2,987	168,036	23,896	191,932
新竹縣	16,714	547	94	341	3,440	75	21,211	3,405	0	4,850	8,255	84,844	66,040	150,884
苗栗縣	22,177	813	428	801	4,353	104	28,676	1,454	100	8,891	10,445	114,704	83,560	198,264
台中縣	38,068	250	305	1,505	4,892	638	45,658	29	2,160	24,709	26,989	182,632	215,184	397,816
彰化縣	63,074	4,827	3,747	765	20,440	4,355	97,208	12	3,984	7,933	11,629	388,832	95,432	484,264
南投縣	8,504	1,534	43	84	11,863	805	22,833	7,022	145	34,524	41,691	91,332	333,528	424,860
雲林縣	54,308	22,205	21,773	2,846	38,487	205	139,860	445	9,810	3,894	14,149	559,440	113,192	672,632
嘉義縣	37,706	11,603	2,216	304	18,841	291	70,961	1,919	9,276	19,187	30,382	283,844	243,056	526,900
台南縣	35,248	18,115	708	348	21,119	288	75,826	1	14,102	28,950	42,693	303,304	341,544	644,848
高雄縣	12,788	2,323	282	626	12,758	178	28,955	160	6,654	19,854	26,668	115,820	213,344	329,164
屏東縣	12,273	1,506	502	1,181	17,362	570	33,394	19	8,176	39,781	47,976	133,576	383,808	517,384
台東縣	11,355	5,423	184	257	2,539	37	19,774	792	2,291	14,554	17,637	79,096	141,096	220,192
花蓮縣	11,938	6,948	719	100	5,057	148	24,910	336	4,101	9,831	14,268	99,640	114,144	213,784
澎湖縣	0	71	486	306	470	0	1,333	0	0	14	14	5,332	112	5,444
基隆市	1	1	4	52	344	13	415	2	0	125	127	1,660	1,016	2,676
新竹市	3,377	27	7	30	273	10	3,724	5	0	378	383	14,896	3,064	17,960
台中市	4,017	45	12	36	923	72	5,105	0	564	489	1,053	20,420	8,424	28,844
嘉義市	1,960	182	4	16	329	288	2,779	0	177	457	634	11,116	5,072	16,188
台南市	1,184	588	56	108	2,978	25	4,939	0	633	108	741	19,756	5,928	25,684
總合計	390,927	77,323	32,041	10,979	184,309	9,089	704,668	22,934	62,307	228,281	313,522	2,818,672	2,508,176	5,326,848

\*短期作物每公頃施用有機肥料 4 公噸，長期作物每公頃施用有機質肥料 8 公噸。

\*\*資料來源：農業年報。



表 5.7 台灣地區有機質材料與肥料產量統計估算表

縣市別	禽畜糞每年 生產量(噸)	太空包廢料 (噸)	蔗渣廢料 (噸)	稻穀米糠 (噸)	堆肥原料量 (噸)	有機質肥料量 (噸)
01 台北縣	89,483	0	0	2,713	92,196	30,732
02 宜蘭縣	57,901	320	0	13,641	71,862	23,954
03 桃園縣	195,396	0	0	32,386	227,782	75,927
04 新竹縣	60,098	0	0	16,714	76,812	25,604
05 苗栗縣	124,739	0	5,569	20,556	150,8642	50,288
06 台中縣	115,438	12,960	129,295	35,445	293,138	97,713
07 彰化縣	602,616	1,624	276,264	71,971	952,475	317,492
08 南投縣	98,299	37,960	9,534	8,794	154,587	51,529
09 雲林縣	811,942	0	705,268	57,215	1,574,425	524,808
10 嘉義縣	265,539	64	667,478	45,396	978,477	326,159
11 台南縣	835,691	92	1,079,128	44,329	1,959,240	653,080
12 高雄縣	557,805	0	420,147	13,597	991,549	330,516
13 屏東縣	1,111,148	0	430,854	13,539	1,555,541	518,514
14 台東縣	49,229	0	139,068	12,463	200,760	66,920
15 花蓮縣	72,425	0	215,130	12,756	300,311	100,104
16 澎湖縣	7,857	0	0	0	7,857	2,619
17 基隆市	2,447	0	0	1	2,448	816
18 新竹市	16,758	0	0	3,109	19,867	6,622
19 台中市	8,783	0	34,684	3,659	47,126	15,709
20 嘉義市	8,638	0	11,647	2,505	22,790	7,597
21 台南市	17,258	0	46,496	1,279	65,033	21,678
22 台北市	4,974	0	0	599	5,573	1,858
23 高雄市	8,155	0	7,643	492	16,290	5,430
合計	5,122,619	53,020	4,178,205	413,159	9,767,003	3,255,668

\* 畜牧每頭每日產生固形糞量：豬 1.2kg、雞 0.1kg、牛 20kg。

\* 有機質肥料量約為堆肥原料可取得量 1/3。

\* 統計資料來源：農業年報。

\* 資料來源：農林聽畜牧科

而農政單位為解決大量的農牧廢棄物，依據台灣省農業建設方案，積極推動「農牧複合經營」及發展永續農業，其擬定許多輔導措施以加強輔導農牧廢棄物之處理及資源再利用，如獎勵禽畜糞堆肥場設置輔導要點、台灣省畜牧廢棄資源共同處理班組訓要點等。依據各縣市農牧廢棄物產生情形（表 5.7），而興建及規劃之堆肥場生產情形如表 5.8 所示。依據此表統計民營堆肥場外，每年約可生產 70 萬公噸有機質肥料。

表 5.8 台灣地區有機質肥料生長情形

縣市別	製作有機質肥料可生產量（公噸）	有機質肥料生產情形								有機質肥料可再生產量（公噸）	尚可再規劃設置堆肥場數	備 註
		大型堆肥集中中心		畜牧場附設堆肥舍		民營堆肥場		合計				
		場數	產量	場數	產量	場數	產量	場數	產量			
01 台北縣	30,732	1	11,680	1	400	2	4,000	4	16,080	14,652	1	1.尚可再規劃設置堆肥場數，以每場20,000 公噸計算。
02 宜蘭縣	23,954	1	8,760	0	0	2	4,000	3	12,760	11,194	1	
03 桃園縣	75,927	1	14,600	5	3,000	2	4,000	8	21,600	54,327	3	
04 新竹縣	25,604	1	7,300	5	3,000	1	2,000	7	12,300	13,304	1	
05 苗栗縣	50,288	2	37,960	3	1,500	1	2,000	6	41,460	8,828	1	
06 台中縣	97,713	3	32,320	4	2,000	3	6,000	10	40,320	57,393	9	
07 彰化縣	317,492	5	117,040	13	7,000	2	4,000	20	128,040	189,452	2	
08 南投縣	51,529	1	5,000	7	5,000	1	2,000	9	12,000	39,529	19	
09 雲林縣	524,808	7	131,140	8	6,000	2	4,000	17	141,140	383,668	13	
10 嘉義縣	326,159	2	48,800	2	1,000	2	4,000	6	53,800	272,359	29	
11 台南縣	653,080	4	55,248	7	5,000	2	4,000	13	64,248	588,832	13	2.大型堆肥集中中心包括已設場生產、已規劃或建場中及預定規劃設置者。
12 高雄縣	330,516	3	67,160	13	7,000	1	2,000	17	76,160	254,356	20	
13 屏東縣	518,514	4	113,120	17	10,000	2	4,000	23	127,120	391,394	3	
14 台東縣	66,920			1	300			1	300	66,620	5	
15 花蓮縣	100,104			1	300			1	300	99,804	1	
16 澎湖縣	2,619							0	0	2,619	0	
17 基隆市	816							0	0	816	1	
18 新竹市	6,622							0	0	6,622	0	
19 台中市	15,709							0	0	15,709	0	
20 嘉義市	7,597							0	0	7,597	0	
21 台南市	21,678			1	200			1	200	21,478	0	3.畜牧場附設堆肥場包括養豬、養禽、養牛牧場設置 100 坪～500 坪之堆肥舍。
22 台北市	1,858							0	0	1,858	0	
23 高雄市	5,430							0	0	5,430	0	
合計	3,255,668	35	650,128	88	51,700	23	46,000	146	747,828	2,507,841	125	

資料來源：翁震炘，農牧廢棄資源利用推廣探討，台灣畜牧第七期，P.51～P.61，84 年 2 月。

### 5.3.3 有機肥料的消費情形

根據農試所調查本省農田肥力測定報告指出，全省耕土壤有機質含量在 2%（低級）以下者約占 65%，顯示本省耕地有機質含量相當缺乏。因此，應經常補充適量有機質肥料以提高土壤肥力。目前政府亦在各項農建計劃下獎勵農民購買有機質肥料，如「使用有機質肥料之補助要點」補助農民長期作物每公頃施用 8 公噸以上，補助 8,000 元，短期作物每公頃施用 4 公噸以上，補助 4,000 元。同時亦推動「永續農業」，其內容包括耕作制度，省工不耕起農耕法、免用化學藥品耕作法、病蟲害之綜合防治法、有機肥料之使用及有機農產品之銷售等。

隨著這些政策的推動，目前農友使用有機質肥料的比率已逐漸提高。依一份「台中區農民使用有機質肥料之現況及意願調查」結果顯示，台中區受補助面積計 1678.59 公頃，農戶數 2,245 戶。有機質肥料購自 15 家廠商。依有機質類別歸納為六類，其中以什項有機質肥料占施用總面積 40.8%，居第一位；禽畜堆肥占 32.8% 次之。施用作物因地區而略有別，台中縣主要施用於高接梨、葡萄及西瓜等；彰化縣以葡萄、花卉、蔬菜為主；南投縣以茶、梅、柑桔為主。施用時期集中在每年 10 月至翌年 2 月，大多於整地時或果品採收完畢，全量當基肥施用。就施用量而言，果樹每公頃 6~10 噸，蔬菜瓜果類 3~3.5 噸。就市售有機質肥料包裝方式，以每包 25 公斤裝占 53%，每公斤單價則以 5~6 元最多，占 46.7%。從農友使用有機質肥料之意願來看，農友對目前之售價認為可接受占 72.8%，施用效果認為滿意者占 97%。進一步調查一旦政府停止有機質肥料補助時，農友繼續使用意願，其結果顯示，有意願者占 72%，惟可能會減量或隔年使用以節省成本。至於 28% 認為需視未來農產品價格變化而定。

至於目前有機質肥料實際的銷售量有多少，並無相關統計資料，不過由上述結果來看，使用有機肥料仍以高經濟作物為主，以每公頃施用 10 公噸有機質肥料估算，每公斤肥料以 5 元計，即需肥料費 5 萬元，再加上施肥工資，以目前農產運銷及價格來看，實非一般農作物所能使用。也因此，雖理論推估有機肥料需求潛力頗大，但受限於價格因素，有機肥料的推廣仍有待努力。

### 5.4 堆肥產品市場規劃

有機肥料係以體積龐大、質重、價低之產品，其原料及產品之運輸費用佔生產成本之比率較高，故如長距離運輸原料及產品較不符經濟效益，另外包裝費用亦是一筆開銷。因此，產品品質規格與市場價位是市場規劃時重要決定因子，以下就日本與美國之產銷情形加以介紹，作為市場規劃之操考。

#### 5.4.1 日本污泥肥料產銷概況

根據日本 1991 年資料顯示，其污泥產生量約 300 萬噸/年（含水量約 70%），其中可再利用之污泥（如糞便污泥、食品工廠污泥）約有 40% 還原於農地。依日本之「肥料使用法」中對以污泥為肥料訂定下列等級：

1. 一般肥料：必須為有機肥料（屬於動植物）之一種

（1）乾燥菌體肥料：指醱酵工業、食品工業、紙漿工業、凝膠工業（不以皮革屑為原料者）等之廢水採活性污泥法處理，其所產生之菌體以加熱乾燥所得之物。其成分為含氮(N) 5.5%，或氮 (N) 4% 以上、磷酸 ( $P_2O_5$ ) 1% 以上、鉀 ( $K_2O$ ) 1% 以上者。

2. 特殊肥料（成分不定者）

（1）污泥肥料（由工廠或是各事業單位排出之廢水、污水道末端處理產生之污泥、糞便或家禽排泄物經過曝曬或是醱酵處理所得之污泥）以及其處理物。

（2）燒成污泥：上述污泥或是經過石灰處理的污泥，而且及乾燥物必須含鹼性（alkali）25% 以上之燒成品。

（3）堆肥：稻草、稻皮、草皮、樹皮、海藻或動物質廢棄物等，以有機物為主體堆積腐熟而成之物。

（4）石灰處理肥料：污泥、人的糞便、家畜或家禽之糞便或是果實經過加工的殘渣以石灰處理過者，且其乾燥物含有 25% 以上。

除此之外，上述(1)~(4)之乾燥物的砷 (As) 含量必須小於 50ppm、鎘 (Cd) 含量小於 5ppm、水銀 (Hg) 2ppm 以下，同時並必須符合日本總理府有關各種有毒物質產業廢棄物的管理規定。

1984 年日本環境廳發表「防止農地土壤重金屬含量沉積管理基準」法，規定農用地表層土土壤（乾燥土）鋅含量不得超過 120 mg/kg（強酸分解法）。施用污泥之際，當然亦必須遵守此一基準的規定。

日本由於以農立國之故，所以都以堆肥作為污泥的物理性改善、除臭及滅菌效果之最佳的處理方法，而且亦以此為最高之指導方針，努力於各項相關技術的開發。其農綠地的污泥利用形態以堆肥化為主。在日本「下水污泥堆肥化設施設計指南方案」中，堆肥產品的品質目標即以配合使用目的為主要之考慮。其主要設計原則有下列二點：

1. 堆肥產品的性狀以含水率 30~40% 為主要，此時每克乾燥物之  $BOD_5$  應在 30 mg 以下。

2. 堆肥產品其醱酵過程溫度應在攝氏 65 度以上，並經過二天以上。

堆肥產品只要遵守上述的堆肥條件（堆肥品質）和賦與適當的後熟時間，即可解決病原菌及惡臭等問題，達到改善物理性狀及品質之要求。同時亦可以避免大量施用易分解有機物時，所發生土壤異常還原造成植物生育阻礙現象。

有關日本下水污泥肥料之產銷情形，1986 年日本下水污泥資源利用協會針對國內 47 家製造廠及 25 家經銷業者進行下水污泥肥料經銷問題之問卷調查，業者主要困擾問題為需

求季節變動大及缺乏施用技術指導。另在買賣經銷之改善點則包括品質管理、規格、包裝、交易價格獲利情形、運輸、貯存及技術服務等。

日本污泥肥料應用於高爾夫球場、園藝、公共綠地、農業及其它等方面之利用情況如表 5.9 所示。依使用動機來看以對使用效果之期待為最高，其次為價格便宜因素，顯示業者已建立對使用有機肥料可改善土壤性質的觀念，加上價格因素皆可提高使用機率。另由開始施用期及資訊來源二項調查結果顯示，藉由行政機關的宣導，使用率已逐年提高。依使用效果來看，對土壤改良等皆有相當程度改善。唯在使用上，臭味問題及施用機械問題是必須加強改善的。

對下水污泥買賣經銷的改善，使用者以對品質改善的期待最高，同時希望進行二次加工，即對施用省力、方便且效果強之複合肥料有相當的期待。另一方面對肥料價格的接受度普遍仍認為可接受甚至便宜，其希望購買價格以 20 公斤袋裝平均約 105 元（5.25 元/公斤），散裝則約每噸 2,057 元（2.06 元/公斤）（匯率以日幣/台幣=0.3 計），若以物價指數比較中日肥料價格，顯然國內目前有機肥料（約 5 元/公斤）價格較日本高，分析其原因可能在品質要求不似台灣嚴格，如上述；日本在特殊肥料（如污泥、燒成污泥、堆肥、石灰處理肥料等）並不規定成分，而只限定部分重金屬之含量。

茲以日本二個下水道污泥堆肥處理案例介紹其產品銷售概況，以作為事業廢棄物堆肥產品市場行銷策略之操考。其一為 S 市，其設立於 1984 年，當初為考量掩埋場用地難尋，先行作長期投資以分散風險，另外 K 市為設立於 1981 年，其當初考量動機為將其污泥資源化。表 5.10 為二場之概要內容。其產品銷售概要如表 5.11 所示，內容包括產品的研究開發、公家機關的證實、消費市場的特徵、販賣策略及顧客服務等。其中 S 市藉由農政機關之農協（農會）組織的合作，針對部份區域指定利用污泥肥料的示範計劃，同時提供農民肥料散布機的無息貸款等措施，以加強農友的購買意願。K 市則利用批發價格優惠措施，以增加中盤商數目，提高產品銷售量。而在對農友的售後服務則有 S 市的土壤診斷及監測、施用方式指導等以加強產品形象。唯亦有同業以污染肥料含有害金屬之問題加以攻擊。

而在客戶使用狀況方面（如表 5.12），許多農戶因地力欠佳，有機質缺乏，且堆肥價格便宜而使用污泥堆肥。且在使用效果亦有明顯效益，唯對產品的穩定性、粒狀化、臭味問題等仍期待改進。

#### 5.4.2 美國下水污泥肥料利用概況

根據美國 Bio Cycle 雜誌估計，1993 年全美約有 90 萬公噸（乾重）的下水污泥以堆肥方式回收，其中大部份成品以散裝為主，其應用對象包括表土混合工程、園藝工程承商、苗圃、高爾夫球場、掩埋場、公家單位（如公園、軍隊基地、高速公路等）及農廠等。以 Santa Rosa, California 及 New England 為例，其應用概況如表 5.13 所示。另根據調查 1993 年美國堆肥使用量約為 2,700 萬公噸，而推估的潛在市場需求量約為 45,000 萬公噸/年。

表 5.9 日本下水污泥肥料的使用問題點

單位：％

項目 \ 使用業別		高爾夫球場	園藝	公共綠地	農業及其它	平均
使用動機	價格便宜	39	19	29	14	25
	對使用效果之期待	39	31	46	43	41
	使用容易	12	13	11	19	13
	有機物取得困難	5	6	-	14	6
	主人指定	-	31	11	-	10
	其它	5	-	3	10	5
開始施用期	昭和 50 ~ 53(1975 ~ 1978)	10	28	12	0	11
	昭和 54 ~ 57(1979 ~ 1982)	45	36	35	43	40
	昭和 58 ~ 60(1983 ~ 1985)	45	36	53	57	49
	昭和 61 ~ 63(1986 ~ 1988)	45	36	53	57	49
資訊來源	製造者	-	17	33	20	27
	販賣業者	27	25	-	-	11
	行政機關	18	50	56	53	46
	其它	18	8	11	27	16
使用情形	施肥效果提高	12	22	33	33	27
	土壤改良效果提高	31	44	22	19	28
	肥料費減少	31	22	37	33	32
	病害發生減少	6	6	0	5	3
	其它	19	6	8	10	10
使用的問題點	有臭味	33	24	40	12	30
	品質成分不安定	11	14	3	-	7
	石灰處理的限制	6	5	3	-	3
	穩定供給的問題	-	24	3	24	12
	摻雜異物	-	-	3	-	1
	有不潔感	-	14	10	-	7
	施用效果低	6	-	7	-	3
	土壤改良效果低	-	-	-	6	1
	機械散布困難	39	5	21	17	20
	擔心重金屬問題	5	5	3	17	7
	其它	-	9	7	24	9
	其它	-	-	-	-	-
今後的使用意願	增加	30	55	47	42	44
	維持現狀	50	45	47	42	46
	減少	-	-	-	8	2
	不使用	-	-	-	-	-
	不確定	20	-	6	8	8

表 5.10 日本 S 市及 K 市下水道污泥堆肥製造販賣概要

項目		S 市下水道資源會社	K 市水道局
設立動機		資源有效利用，長期開發投資	資源有效利用
工廠概要	設施規模	脫水污泥處理量 75t/日(設計值 100t/日) 堆肥產量 24t/日(設計值 40t/日)	脫水污泥處理量 80t/日(設計值 88 /日) 堆肥產量 28.3t/日
	醱酵方式	一次醱酵槽—橫型短槳式(70~80℃ 14 天，1 次/1 日翻堆)二次醱酵槽—堆積式(30~45℃、40~60 天，1 次/1 週翻堆)	醱酵方式： 醱酵槽 7 天 70~80℃ 後 熟 30 天 80℃ 醱 酵 20 天 80℃ 製 品
	完工期	1984	1981
	預算	61 億日元	26 億日元(補助金 14 億日元)，1985 年另有增設
污泥產生概要	污泥餅產生量	24,499m <sup>3</sup> /年，含水率 62.4%	29,191m <sup>3</sup> /年，含水率 62%
	凝集劑	石灰、氯化鐵	石灰、氯化鐵
	最終處置	堆肥 95.3%、焚化 3.2%、土地利用 1.5 %	堆肥 99.9%、其它 0.1%(堆肥品為販賣 43.6%、試用品 4.0%、掩埋 35.6%、貯存 16.2%)
	每噸處理成本	脫水污泥餅：13,230 日元 焚化：68,000 日元	掩埋 8,000 日元
堆肥特點	成分	N=2%、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =3.5%、K <sub>2</sub> O=0.2%、MgO=1 %、CaO=18%、有機物=35%、水分 20 ~50%	N=1.5~2.5 %、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =1.5~2.5 %、CaO=20~25 %、有機物=30~35%、水分 20~50%
	特點	增進土壤肥沃度、改善土壤物理性、改良酸性土壤、增加土壤微生物	增加有機物、增加土壤微生物、矯正酸性土壤
產銷情形	生產成本 (每噸)	營運費 41,098 日元(1987 年) 折舊費 27,029 日元 利息— 合計 68,127 日元	營運費 22,097 日元(1985 年) 折舊費 5,216 日元 利息 8,670 日元 合計 35,983 日元
	販賣價格	20kg 袋裝 250 日元，散裝 6,500 日元/噸	20 公斤袋裝 200 日元，散裝 6,000 日元/噸
生產量	年度	生產量(t) 販賣量(t) 販賣所得(千日元)	生產量(t) 販賣量(t) 販賣所得(千日元) 掩埋(t)
	1985	5,378 3,535 33,298	7,833 3,376 13,962 (2,731)
	1986	7,126 6,394 53,475	9,853 4,251 14,799 (3,506)
	1987	7,795 7,290 69,832	10,374 4,534 12,127 (3,689)
販賣概況	銷售系統	農協系統 62.6% 公司直銷 37.4%	經銷商 72.4% 直銷 21.9% 供適用 5.7%
	使欲概況	農業利用 59.8%、公共事業 9.4%、造園 2.1%、高爾夫球場 25.9%、民眾園藝 2.7 %	農業利用 77.1%、綠地 12.2%、林地 5.0%、其它 5.7%
改善點	1.農協系統各層的手續費 2.製品多樣化困難 3.公共事業用資材的品牌指定 4.需求的季節性及貯存問題		1.地域行政團體的協同組織 2.農業利用指導組織 3.開發農協運送市場

表 5.11 日本 S 市及 K 市下水道污泥肥料的市場銷售概況

項目		S 市下水道資源公社	K 市水道局
1.業務	內容	公社下水堆肥工廠，焚化中心管理	市公共上下水道管理
	污泥堆肥	下水污泥堆肥生產販賣	市污泥堆肥化場生產販賣
2.目標	事業使命	下水污泥的資源化	下水污泥的資源化
	事業目標	下水污泥有效利用，增加農業生產	下水污泥有效處理，有機肥料供給
	販賣目標	銷售量增加、成本降低	銷售量增加、成本降低
	販賣策略	擴大流通網以增加銷售	擴大需求以增進流通
3.產品的研究開發	產品品牌	札幌堆肥(石灰處理污泥)	(石灰處理污泥)
	開發組織	會社、荏原公司製造	局內規劃、荏原公司製造
	肥料粒狀化	製粒工場興建中	粒狀化試驗，意見調查中
	複合融雪劑	道農試共同開發、專利申請中	—
	肥料高級化	二次醱酵（高級化、複合化）	二次醱酵（高級化、複合化）
	資材添加	無	無
4.政府機構的確認	政府機關的確認	1979 道農務部長、住宅都市部長通報 1982、84 道中央農試堆肥委託試驗 1986 道濃霧部長及獎勵事項、指定區域資材品目	1965～67 縣農試委託試驗 1681～82 縣農政部使用規劃指導
	經營組織	理事 7 人、幹事 2 人、常務理事 1 人、職員 9 人、營運業務轉包	水道局內事務管理指導、營運事務轉包、堆肥販賣業務委外
5.消費市場的特徵	市場特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>市中心 100 公里範圍內</li> <li>火山灰土、泥炭、酸性、鹼性等土質</li> <li>畜產農家減少、土壤重金屬含量少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硅石</li> <li>大型商店畜產堆肥製造販賣 50 家</li> <li>副資材取得困難(畜產競爭)</li> </ul>
6.銷售策略	市場開發(調查)	貫徹銷售活動、舉辦施用展覽、散布機無息貸款	培養中間販賣業者(製造流通) 辦理無息供應制度
	價格設定	市場競爭價格參考、批發價格另計、 20 公斤袋裝 250 日元 散裝 1 噸 6,500 元	批發價格分別計價 20 公斤袋裝 200 日元 散裝 1 噸 6,000 日元
	流通管道管理	生產者—農協—消費者(農業) 生產者—消費者(綠化) 流通管道多樣化、批發價格差異	生產者—中間業者—消費者(農業) 生產者—消費者(綠化) 生產者—中間業者—小販(農協)—消費者
	宣傳、促銷計畫	郵寄廣告(區域特定項目)	—
7 顧客服務	施肥管理服務	施用方針指導 土壤診斷(利用者協議會)	施用指導、運送服務
	預約、融資	農協預約制、農協貸款、現金	現金、收穫時付款（中間業者）



表 5.12 日本 S 市及 K 市下水道污泥肥料的利用狀況

項目 \ 使用者		S 市下水道資源公社	K 市水道局
1.使用理由 (動機)	農作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地力不足</li> <li>• 有機質不足</li> <li>• 價格便宜</li> <li>• 政府研究機關資料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地力不足</li> <li>• 有機質不足</li> <li>• 節省化學肥料</li> <li>• 價格便宜</li> <li>• 使用容易</li> <li>• 土壤改良</li> </ul>
	綠地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 價格便宜、供給安定</li> <li>• 有機質不足</li> </ul>	—
2.施用量	農作物	施用基準(10 公頃)      M 氏    H 氏 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 麥      類 400~500kg      360kg    —</li> <li>• 豆      類 200 ~ 500kg      360kg    600kg</li> <li>• 根 菜 類 500~1000kg      —      500kg</li> <li>• 蔬菜果樹 500~1000kg      —      600kg</li> <li>• 飼料作物 500~1000kg      —      —</li> <li>• 牧      草 700~1000kg      —      —</li> </ul>	10 公頃      混合堆肥 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 茶      800~1,400kg</li> <li>• 蘿蔔      400~1,200kg</li> <li>• 水稻      200~260kg</li> </ul>
	綠地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 草皮、花卉 700~1000kg    0.2~0.6kg/m<sup>2</sup></li> <li>• 樹皮 500~1000kg</li> </ul>	0.5kg/m <sup>2</sup>
3.施用效果	農作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 收成增加</li> <li>• 化學肥料等農業費用減少</li> <li>• 品質提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 肥料效果大(速效、持續)</li> <li>• 化學肥料等農業費用減少</li> <li>• 品質提升</li> <li>• 抵抗力提高</li> <li>• 地力提升</li> <li>• 酸性矯正</li> </ul>
	綠地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 草皮生長快</li> <li>• 肥料效果大</li> </ul>	—
4.改善點	農作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 製品的品質安定性、水分安定性、供給穩定性</li> <li>• 粒狀化(散布機械、粉狀易飛散)</li> <li>• 價格穩定性</li> <li>• 批發價格確定</li> <li>• 惡臭問題</li> <li>• 重金屬問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 粒狀化</li> <li>• 農協及聯合販賣方式</li> <li>• 不同作物施用基準</li> <li>• 重金屬問題</li> <li>• 鹼性傷害</li> <li>• 降低運費</li> <li>• 批發價格確定</li> <li>• 畜糞混合肥料化</li> <li>• 惡臭問題</li> </ul>
	綠地	複合性、高級性及差異性產品 批發價格問題 粒狀化、惡臭問題	—

表 5.13 美國下水污泥堆肥於 Santa Rosa, California 及 New England 之應用情形

使 用 對 象	Santa Rosa, Calif	New England
園藝工程承包商	43%	49%
表土混合工程	40%	
苗圃	12%	5%
公家單位	5%	3%
掩埋場	—	16%
土地再生	—	1.75%
一般家庭	—	11%
農場	—	1.75%
沒有市場	—	12.5%

由以上數據來看美國下水污泥肥料的應用空間以原藝工程（環境美化工程）為大宗，此點應與美國特有的生活環境（廣大的開放空間）及對環境品質的要求有關，而以 New England 之應用例中有 16% 用於掩埋場覆土，另 12.5% 沒有銷售市場，顯示污泥堆肥的推廣及市場接受性仍有待加強。

#### 5.4.3 消費者資訊收集

堆肥目前之主要消費客戶應屬農民，雖然工業與農業是截然不同的二個領域，但以台灣發展過程來看，幾乎每個人都與農業生產有過關係，如父母或親友為農民，對農業的運作都也些許的了解。農業特性可歸納成下列幾點：（1）受自然條件限制。（2）對土地的依賴性。（3）農業改進及單位面積產量不易長期提高。（4）自然災害多。（5）農產品的笨重性、易腐性。（6）季節性。（7）供需缺乏彈性。就經濟學角度分析其型態，其供給面屬固定性供給，消費面缺乏彈性。農業產銷與一般工商業迥異。農業生產者大部份為小農，大農不多；生產方式無法全部機械化；生產場所不在室內，依賴氣候變化決定其產品質量。至農產品運銷無論其為原料品或加工品（製灌較多），均係「有機性」的運銷。

臺灣推行的各種小農經濟制度，名目繁多，除合作農場和農業合作社大家較熟悉外，尚包括下列幾項：

##### 1. 農漁牧綜合經營

農漁牧綜合經營，輔導農民建畜舍，飼養家畜以其糞尿充肥料，生產飼料作物，再以飼料飼養家畜，達到「農牧」互為利用。亦可利用旱田地區，對於灌溉不良農地闢為魚塢，除養魚外，另在池畔建築畜舍飼養家畜家禽，以其糞尿及剩餘飼料放入池中養魚，達到多角經營方式。

## 2. 共同作業與共同經營

共同經營係將土地相毗連的農民，或飼養同類家禽的農民五人以上，組成一個耕作單位，透過共同計畫方式有效運用此一經營單位內所有的勞力、資本及技術等資源，從事於專業生產，提高勞動效率，謀求最高農場收益。由於「共同」程度上的差異，可有下列四種經營方式。

- (1) 交換勞力（即換工）方式－鄰近農家在農忙期相互換工。
- (2) 技術委託（如包公）方式－按農民專長與興趣，組成育苗、整地、插秧等組，再包工出售。
- (3) 勞力與資材共同利用（即共同作業）方式－鄰近農家若干戶合作，除出資購買農機具共同利用外，兼營代耕，利用共同勞力，賺取工資。
- (4) 共同經營方式－由共同作業擴大範圍，包括運銷等作業，稱共同經營。

## 3. 農業專業區

農業生產專業區係指按農產別規定經營種類，劃定並建立產、製、儲、銷體系的地區。希望在同一地區同一類型的農家相互結合，根據市場需要選擇一、二種最有利的產品從事專業化的經營，其主要的有四：

- (1) 實施「適地適作」，提高農業資源利用效率。
- (2) 獎勵機械化共同作業，擴大經營規模。
- (3) 採用政策性支持措施，推行計畫產銷，機動調整農業結構。
- (4) 加強公共設施投資，改善農業生產及農民生活環境。

## 4. 委託經營

委託方式有三種，即委託代辦、合夥委託、與委託租耕。

綜合以上資料來看，在農作物的堆肥推廣策略應配合農業組織型態，故若能藉用農政單位現有之推廣教育結構；在各鄉鎮農會的推廣部門、農改場的農友服務部門、縣市政府的管理部門等資訊（如出版品、研習會、觀摩會等）作為與農友接觸的橋樑，應是不錯的方法。（相關農政單位可參考附錄一）

當然，堆肥的使用應不僅限於農作方面，以日本為例；污泥堆肥其應用於高爾夫球場、園藝、公共綠地亦佔相當比例，而美國污泥堆肥應用於表土混合、園藝、苗圃、高爾夫球場、甚至掩埋場及公家單位（如公園、軍隊、高速公路等）多於農場。其與我國目前堆肥消費群有相當的差異，主要原因應與地理環境有關，其次為堆肥品質標準不同，以用於綠地、園藝、甚至掩埋場品質要求就不似農作般嚴格；當然對重金屬仍有含量限制，但在水分、有機質、氮、磷、砷等就無成分限定。國內在農作外之應用，以一園藝公司為例，其主要業務為道路之綠化，其以土方與其它廢棄資材混合作為植栽用之培養土，除用量可達年約 20 萬噸外，其品質要求亦不在現有肥料規格標準內，顯示這些方面之用途仍值得開發。

#### 5.4.4 產銷策略規劃

就以堆肥化方式進行廢棄物資源回收而言，堆肥產品的行銷成功與否有決定性的影響，而以堆肥除在品質應保持穩定外，對產量、銷售量與貯存量之規劃相當重要。若消費對象以農作物為主，則對每年9月至次年3月間之旺季與除此之外之淡季其銷售量的落差，應有貯存空間的規劃或開發非農作物的應用市場。如前節日本污泥肥料行銷概況中所述，業者較困擾問題為需求季節變動大及缺乏施用技術指導。由於堆肥之應用考量土壤性質及作物種類，而定出適宜之施用量及施用方式，而一般堆肥製造業者對此部份較不專精，同時為能取得消費者的信賴，通常業者會委託相關學術機構進行試驗，或配合示範觀摩提供消費者正確使用觀念。

以農林廳目前推動之農牧廢棄資源處理中心為例，其所輔導生產之有機質肥料均以當地處理當地利用為原則。就目前已輔導生產有機質肥料之崙背、新社、佳里及中埔等農牧廢棄資源處理中心之產品，經調查結果有60%係透過各鄉鎮農民組織團體；如農會、合作社及經銷商銷售，另有30%則由處理中心直接出售給農民，而另有10%則直接出售花卉造園、風景遊樂區及高爾夫球場等相關業者。其運銷通路規劃如圖5.1所示。

目前農林廳輔導農牧廢棄資源處理中心之產品主要行銷策略有：

1. 規劃設計有機肥料使用示範圖，提供農民觀摩。
2. 輔導生產各種不同成分之複合有機質肥料，以符合不同作物農家之需求。
3. 經常邀請農民至處理中心參觀，以增進其對有機質肥料品質之瞭解。
4. 利用農業雜誌等刊物辦理產品促銷廣告及宣傳看板。
5. 普遍規劃設立經銷據點，以建立銷售網路。
6. 配合長短期不同作物對有機質肥料需求季節之差異，解決需求淡旺季之產品調配問題，以減少庫存壓力及供應不足之困擾。
7. 輔導農民使用散裝有機質肥料，以降低生產成本。

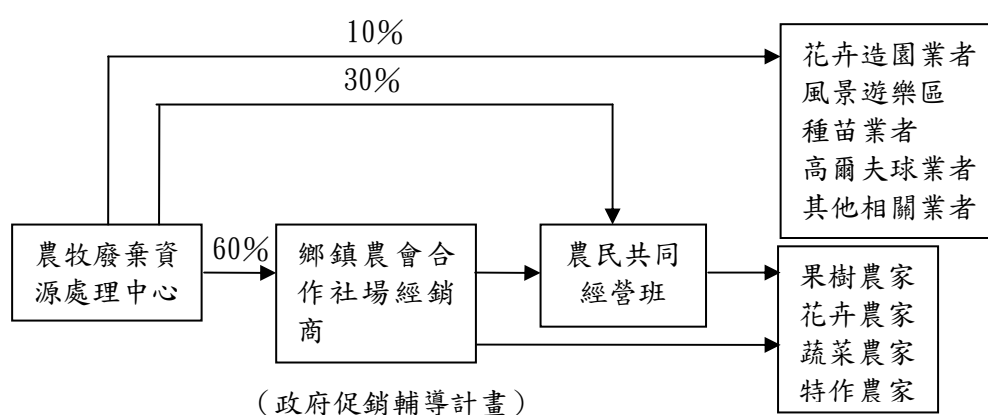


圖 5.1 農林廳輔導有機肥料產品之運銷通路規則

## 第六章 案例介紹

### 6.1 國內案例

如前 5.2 節所示，國內堆肥場目前以農政單位輔導設立之農牧廢棄資源處理中心較具規模，且場數增加中，而在民營廠方面多是設立較久之工廠，以下就 2 家農牧廢棄資源處理中心、1 家廢水污泥轉製肥料及 1 家快速醱酵堆肥廠之經營概況為例，以供產銷規劃參考。

#### 6.1.1 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心

##### 1. 廠內概況

該處理中心設立目的為解決該地區酪農戶之牛糞處理問題，其主要採強制通氣之好氧性醱酵處理，此法可避免產生惡臭，且在醱酵處理過程中可產生約 70~80°C 之高溫，可完全消滅雜草種子及病菌。另為考慮堆肥醱酵生產過程中可能產生之噪音、空氣及水質等污染問題，於設計堆肥處理設施時，特別考慮建築物之設計；如採密閉式建築以減低臭氣逸散，並於屋頂設通風窗以利水分蒸發；堆肥攪拌機採電力馬達驅動防止噪音產生；所收集隻牛糞利用日光天然乾燥方式處理，以達適合堆肥醱酵之含水率，此法不但可節省能源亦可避免產生水質污染問題。

##### 2. 處理流程與設備概要

(1) 處理流程如圖 6.1：

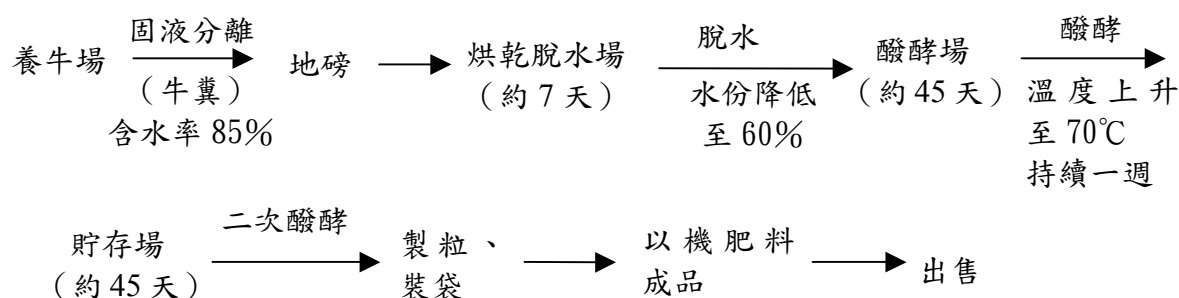


圖 6.1 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心處理流程

##### (2) 設備概要

- ①牛糞收集：輔導酪農戶於集糞溝內設置新式刮糞板 (bane cleaner) 行初步之固液分離，尿液經收集後採厭氣或好氣處理。
- ②牛糞運輸：以小卡車或拖車放置於刮糞板尾端待牛糞自動掉入，再定期搬運至堆肥中心進行醱酵處理。
- ③堆肥處理場：堆肥處理場主要係由烘乾場、醱酵場及貯存場 (即二次醱酵場) 等部份所組成，其容量大小可依所需處理牛糞數量設計。牛糞烘乾場採用日光乾燥方式並配置一組機械翻動設備 (如圖 6.2)，使其含水率由剛進場時之 85~90% 降至 60

%之最適醱酵條件後，再利用輸送機移至堆肥醱酵槽內（如圖 6.3）。堆肥醱酵槽內置有強制送風設備，保持良好通氣，另在配置一組堆肥攪拌機（圖 6.4），定期翻動牛糞以利好氣性微生物迅速繁殖，如此進行約 45 天時間，牛糞堆肥可達完全醱酵程度，後再移置貯存場所，進行二次醱酵或裝貨出售。上述設備要與成本分析如表 6.1 所示。

### 3.效益分析

#### （1）產品粗收效益估計

該處理中心之設計容量為年處理 1,200 頭乳牛之固體排泄物，全年可處理含水率 85%之鮮牛糞 10,950 公噸，如以 27%產製率估算，則可年產有機堆肥 2,957 公噸，如以每公噸價值 3,000 元計算，則全年可得粗收益 8,871,000 元，若以目前有機肥料市價平均每公噸 5,600 元計算，則計算年粗收益將高達 16,559,200 元，惟本項計畫粗收益僅採保守之每公噸 3,000 元估算，以避免高估。

#### （2）年單位產品生產成本之估算

該堆肥集中處理中心之設備成本；即固定成本 2,346,182 元（含地租，詳見表 6.1），如另加上年變動成本 5,565,000 元時，則年營運總成本為 7,911,182（如表 6.2）。而堆肥年產量為 2,957 噸，則平均每公噸生產成本為 2,675 元（如表 6.3）。

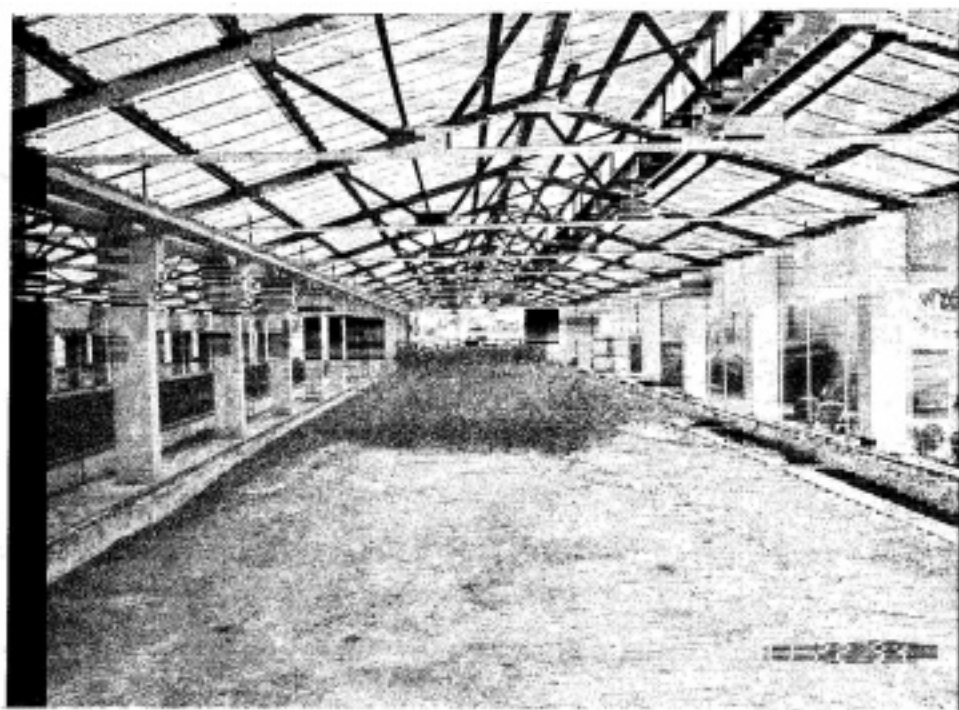


圖 6.2 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心之乾燥設備

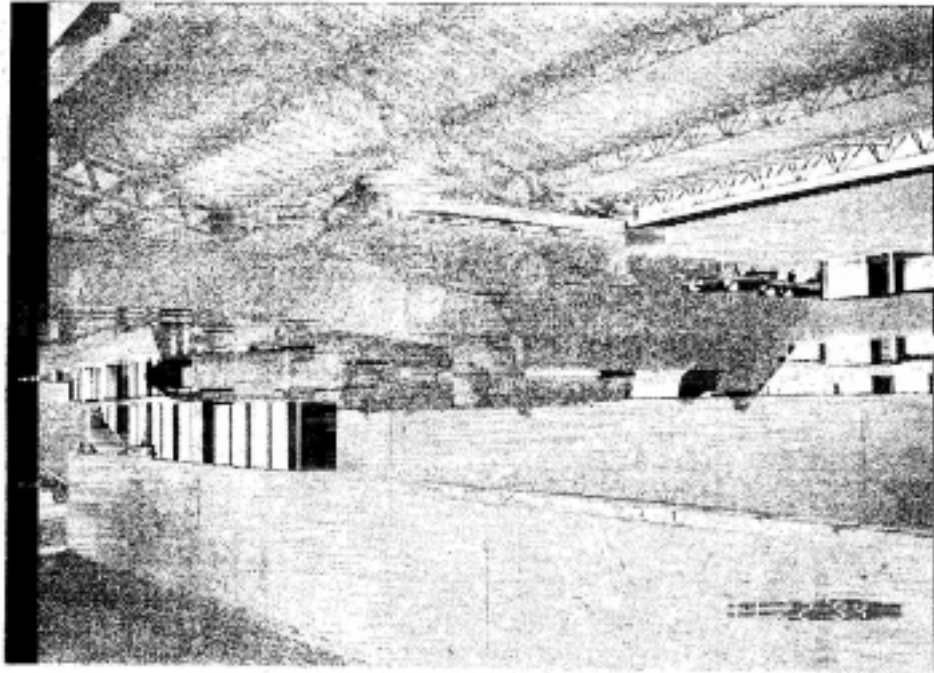


圖 6.3 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心之醱酵設備

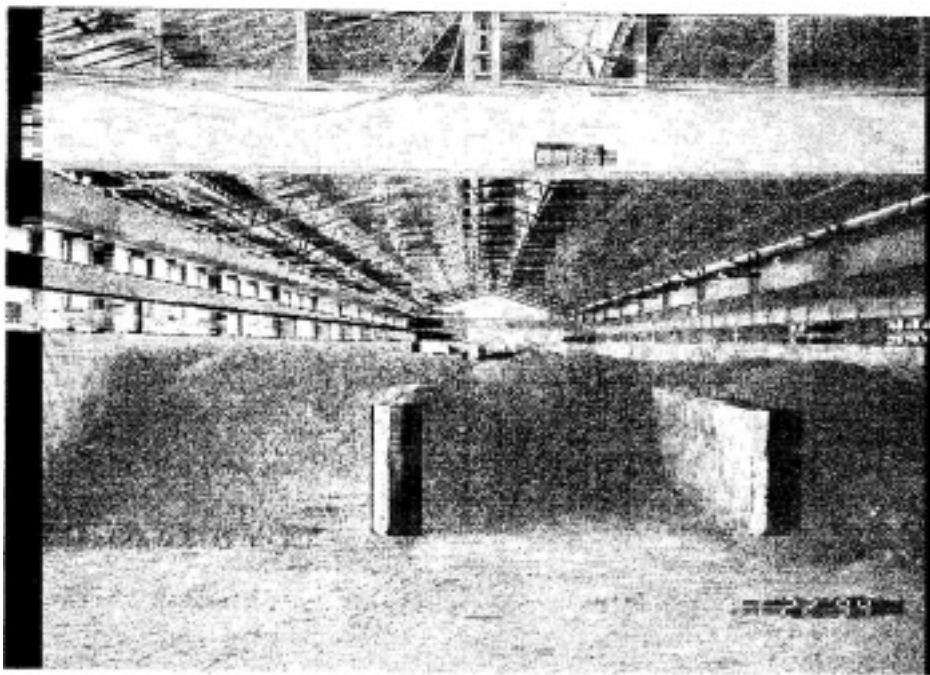


圖 6.4 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心之翻堆設備

表 6.1 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心處理設備概要與成本分析

項 目	規格、數量	耐用年限 ( 年 )	總投資成品 ( 元 )	年成本 ( 元 )	備註
1.堆肥場整地作業	級配 9,100m <sup>2</sup>	50	498,782	37,288	貼 現 率 以 7.25 % 折 算 為 年 金 現 值
2.堆肥烘乾、醱酵及貯存場 土木建築等	鋼架混凝土 3,262 m <sup>2</sup>	25	10,465,639	918,380	
3.通路	柏油瀝青 900 m <sup>2</sup>	10	500,000	72,014	
4.圍牆、大門、護坡	水泥、鋁管 350m	30	1,033,210	85,363	
5.堆肥醱酵翻堆機	220V,40HP 寬 8m×2 組	10	4,621,000	655,550	
牛糞烘乾脫水機	220V,5HP 寬 7m×3 組	10			
6.堆肥舍場外電力設備	220V×1 組	25	295,665	25,945	
7.製粒包裝設備	1 組	10	1,197,000	172,401	
8.鏟裝車	45HP,1 台	8	640,000	108,220	
9.輸送機	45m	10	892,430	128,534	
10.運輸設備	90m	—	141,500	193,021	
11.堆肥舍場用地地租	0.917ha，地租每公頃年租 額以稻穀 4,000 公斤×市 價 17 元/公斤計算	—	1,222,140	68,000	
固定成本合計	—	—	26,507,366	2,346,182	

資料來源：農林廳農業經濟料

表 6.2 A 畜牧廢棄物聯合堆肥處理中心投資總經費分析

項 目		規格、數量	年營運成本 (元/年)	備 註
變 動 成 本	1.水電燃料費	220V，12 個月×95,000 元/月	1,140,000	以農業用電估算電費 80,000 元/月，燃料費 15,000 元/月
	2.設備維護費	12 個月×30,000 元/月	360,000	以 2 部堆肥攪拌機，3 部烘乾 機及 135 公尺輸送機、鏟裝及 卡車乙輛估算
	3.營運管理費	3 人×13 個月×20,000 元/月	780,000	—
	4.牛糞原料費	10,950 公噸×0.3 元/公斤	3,285,000	1,200 頭×25 公斤×365 天×0.3 元/公斤（含搬運工資）
小計		—	5,565,000	—
固定成本		—	2,346,182	—
年營運總成本合計		—	7,911,182	年固定成本+年變動成本

資料來源：農林廳農業經濟料



表 6.3 A 畜牧廢棄物聯合處理中心投資計畫效益－成本分析表

項 目	金額（元）	備 註
1.年總成本	7,911,182	年固定成本+年變動成本+（固定成本 2,346,182 元，年變動成本 5,565,000 元）
2.有計畫之年粗收益	8,871,000	以堆肥年產量 2,957 公噸，每公噸價值 3,000 元計算，1,200 頭×25 公斤×365 天×27%
3.有計畫之年淨收益	2,977,500	年粗收益－年變動成本
4.無計畫時之淨收益	328,500	無計畫時牛糞原料價值平均每公噸約為 200 元，1,200 頭×25 公斤×365 天×0.3=3,285 公噸×200 元=657,000 元×50%
5.年效益（B）	2,649,000	有計畫年淨收益－無計畫年淨收益
6.益本比（B/C）	1.13	有效益（B）/年固定成本（C）
7.投資報酬率%	8.1	有計畫年淨收益/有計畫年總成本
8.年附加價值	8,542,500	無計畫年粗收益－無計畫年淨收益
9.年成品產量（公噸）	2,957	10,950 公噸×27%（有機堆肥原料年處理量×產製率）
10.單位生產成本（元/公噸）	2,657	年總成本/年堆肥成品量

資料來源：農林廳農業經濟科

### （3）年淨收益與年效益之估算

由年粗收益減去年成本可得年淨收益，則有計畫之年淨收益為 2,977,500 元，無計畫之年淨收益為 328,500 元，又將有年計畫之淨收益扣除無計畫之淨收益得年效益（B）為 2,649,000 元。

### （4）益本比與年投資報酬率分析

由年效益值與年固定成本值之比可得計畫投資益本比(B/C)為 1.13，年投資報酬率為 8.1%。

## 4.結論

與目前新設之農牧廢棄資源處理中心比較起來，該廠雖在設備、場房不似其它完善，但卻是此方案推動時之示範場，也提供後續新廠一些改善參考。其組織型態與推動工業廢棄物共同處理模式相近，即組成會員為農戶，就物料取得以區域性為主是相當重要的規則，即就地取材與當地利用是很好的堆肥化產銷策略，唯在早期原料取得仍需支付費用，可顯見許多農牧廢棄物在農友觀念中仍是有價材料，但隨著回收處理農戶減少，目前已漸朝向免費載運至處理中心，或酌收處理費用，此觀念改變對堆肥處理有相當正面的影響。

## 6.1.2 B 農牧廢棄物資源處理中心

### 1.廠內概況

B 農牧廢棄資源處理中心之規劃設置目的係以處理該地區所產出之香菇木屑太空廢包（如圖 6.5）及雞糞為主，由於上述兩種資源均屬含高有機質產品，尤以雞糞更含較高之氮與磷成分，為優良有機堆肥之材料；因此，就資源回收再利用之經濟面與生態面而言

，極具利用價值。該廠主要生產原料木屑香菇廢包佔 75%、雞糞佔 25%，上述木屑廢包係由香菇栽培農家於生產結束後自行僱工將其所產出的廢包載運到該處理中心堆置場，廢包運送至處理場時，該處理中心另向菇農酌收代處理費每輛（約 3 噸重）100 元。另外雞糞則向鄰近養雞場依實際生產需要購入使用，以節省運費及降低原料購入成本。



圖 6.5 B 農牧廢棄資源處理中心之原料—廢太空包

## 2.處理流程與設備概要

(1) 該農牧廢棄資源處理中心之處理流程如圖 6.6。

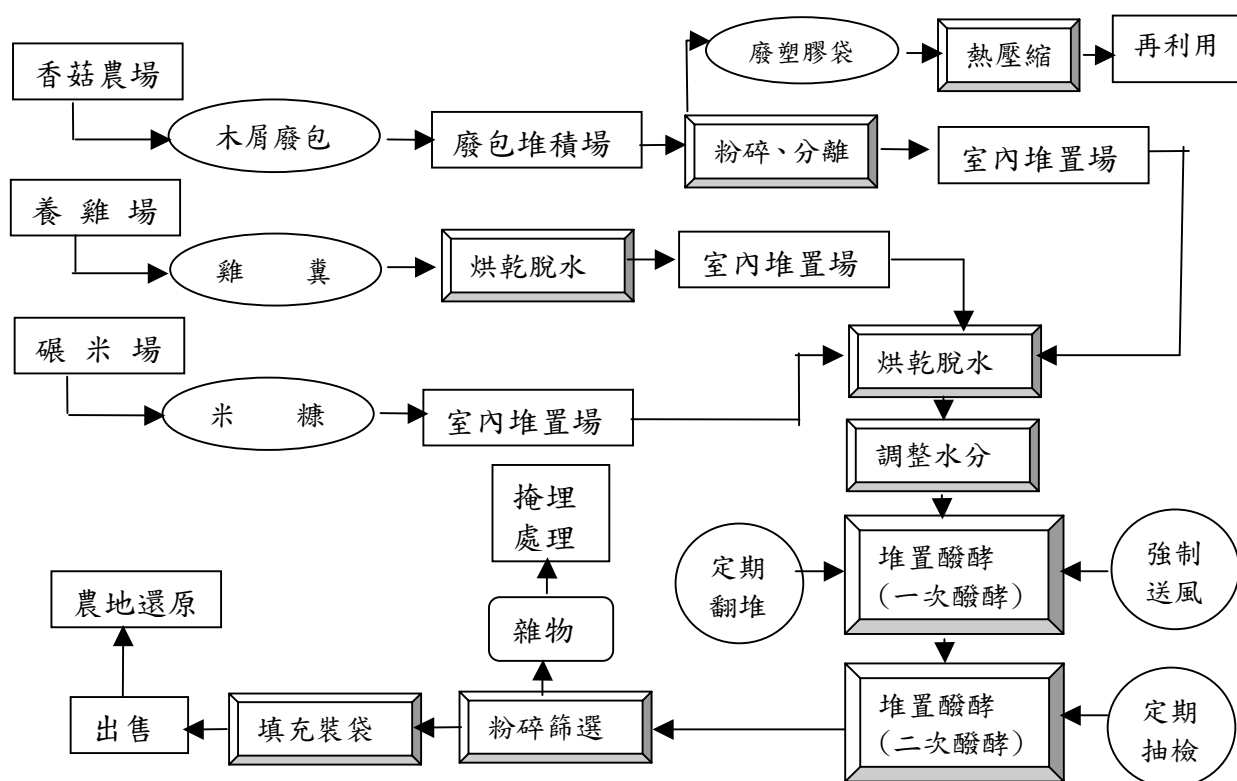


圖 6.6 農牧廢棄資源處理中心處理流程圖

(2) 設備概要：

- ①香菇廢包粉碎分離設備（如圖 6.7）：該設備主要目的為將廢包之塑膠袋及木屑利用粉碎機先經粉碎並分離塑膠袋，以利木屑與其它材料充分混合，而分離之塑膠袋則收集後再回收處理。
- ②前期堆積醱酵設施（一次醱酵）（如圖 6.8）：該設施採無溝槽之開放式，在槽底部埋設直徑一吋通風管並設有通風口，利用空氣壓縮機每隔 40 分鐘強制送風 20 分鐘，以防堆肥內部產生嫌氣醱酵作用，同時架設吊式自動翻堆設施。
- ③後期醱酵設施（二次醱酵）（如圖 6.9）：該設施係為提高有機肥料品質，以產製完全腐熟之產品，並縮短前其醱酵時間，提高生產效率，同時為考慮農民使用之季節性；及淡季時貯存需要，因此設置二次醱酵場，該設施採用靜堆式。
- ④成品粉碎分離設備：為避免堆肥成品內尚含有其他雜質；如塑膠袋、石塊、玻璃及殘存塊狀木屑，因此，經腐熟後之成品需再經粉碎分離篩別過程，以確保成品品質及安全。
- ⑤包裝設備：該項設備為堆肥成品完成商品化之必須設備，為便利搬運，該處理中心之產品採 25 公斤 PE 袋裝，並於 PE 袋前後兩面分別印刷產品名及使用方法、成分等資料，以方便農民辨識及使用（如圖 6.10）。

上述設備概要與成本分析如表 6.4 所示。



圖 6.7 B 農牧廢棄物資源處理中心之廢太空包分離設備

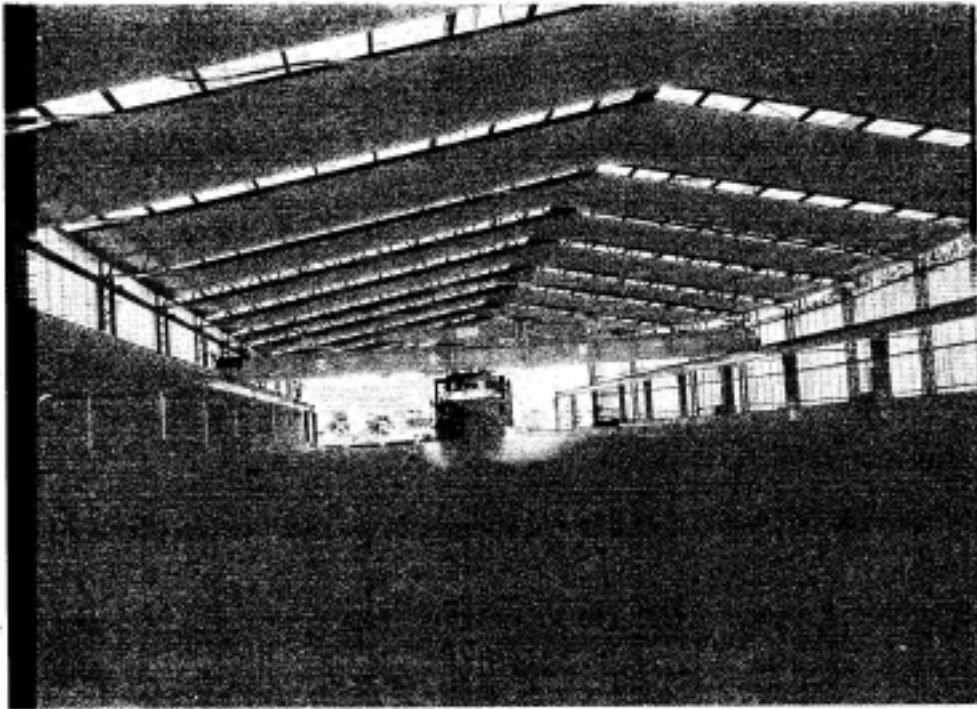


圖 6.8 B 農牧廢棄物資源處理中心之一次醱酵設施



圖 6.9 B 農牧廢棄物資源處理中心之後期醱酵設施



圖 6.10 B 農牧廢棄資源處理中心之堆肥成品

### 3.效益分析

B 農牧廢棄物資源處理中心八十二年全年投資總成本為 5,908,627 元，其中固定成本為 2,742,000 元（分析如表 6.4），年變動成本唯 3,406,627 元（如表 6.5 分析）。該處理中心年產品總值為 6,527,386 元，其中有機肥料價值 5,670,000 元，木屑出售收入 402,905 元，其它收入 454,436 元。經由年粗收益減年總成本後可年淨收益值為 378,759 元，益本比為 1.06，資本投資報酬率為 6.2%（如表 6.6）。

### 4.結論

該地區全年香菇栽培數量高達 3,500 萬包，廢包年產出量亦高達 17,564 公噸，目前該處理中心由於用地有限，醱酵場地面積僅有 1,300 平方公尺，計畫年處理廢包量為 10,528 公噸，共佔產出量之 60%，另外尚有 30%，即 5,269 公噸需經菇農另行設法處理利用，而另有 10%即 1,757 公噸則由農民自行分離塑膠袋後直接施用於農地。從上述資料中可知，如要將全部廢包均加以堆肥化處理，則非擴大生產設施不可，原則需另覓土地再設處理場，以解決全部香菇廢包之問題。另根據調查該區雞隻飼養數量為 76,600 隻，年產出乾雞糞達 9,595 公噸，而目前處理中心所處理之容量僅有 959 公噸，佔 10%，尚有 90%即 8,636 公噸直接還原於農地，由於未經醱酵處理之雞糞直接使用極容易產生蚊蠅及對作物產生傷害，因此對於無法處理之雞糞除擴大產能外，尚應另規劃設置雞糞堆肥處理場，以有效解決該地區雞糞污染環境之問題。

表 6.4 B 農牧廢棄物資源處理中心處理設備概要與成本分析

項 目	規格數量	耐用年限	取得成本(元)	年固定成本(元)	備 註
1.堆肥醱酵場廠房設備	1,435m <sup>2</sup>	10 年	3,500,000	476,000	1.貼現率設定為 6 % 2.年固定成本除採用年償債基金法計算而得，其公式為 $R=Pi/(1+i)^{-n}$
2.露天原料貯存場	10,000 m <sup>2</sup>	20 年	2,000,000	174,000	
3.廢水處理池	216 m <sup>2</sup>	10 年	200,000	27,000	
4.室內原料堆置場	1,056 m <sup>2</sup>	10 年	256,000	348,000	
5.醱酵槽通風暗管及空氣壓縮機	2 馬力 8 台	5 年	600,000	142,000	
6.廢包粉碎、分離及攪拌機械	10 馬力乙台	8 年	1,430,000	230,000	
7.翻堆機	中型乙台	8 年	700,000	113,000	
8.成品袋裝機	半自動二台	6 年	400,000	81,000	
9.貨車	八公噸乙輛	10 年	3,050,000	414,000	
10.廢塑膠袋處理機	乙 組	8 年	700,000	113,000	
11.管理室	磚造 30 坪	25 年	200,000	16,000	
12.環境美化及水土保持工作	2,500 m <sup>2</sup>	30 年	8,374,000	608,000	
合計	—	—	23,714,000	2,742,000	

資料來源：中興合作農場

表 6.5 B 農牧廢棄資源處理中心 82 年變動成本分析

項 目	金 額(元)
1.原料費	1,231,44
2.包裝材料費	368,214
3.燃料費	154,395
4.修繕費	177,967
5.材料費	106,559
6.水電費	288,613
7.人工費	1,079,535
變動成本合計	3,406,627

表 6.6 B 農牧廢棄物資源處理中心營運收益分析表

項目	金額(元)	備註
1.年總成本	6,148,627	1.年固定成本貼現率設定為 6%
(1) 年固定成本	2,742,000	2.年淨收益=年粗收益-年總成本
(2) 年變動成本	3,406,627	3.益本比=年粗收益/年總成本
2.年粗收益	6,527,386	4.資本投資報酬率=年淨收益/年總成本×100
(1) 中興有機肥	5,670,000	5.平均單位成本=年總成本/年產出量
(2) 木屑	402,950	6.其他收益包括：雜項、利息、運費、廢包處理及代工等項
(3) 其他	454,436	
3.年淨收益	378,759	
4.益本比	1.06	
5.資本投資報酬率(%)	6.2	
6.有機肥料產出量(公噸/年)	1,350	
7.平均單位成本(元/公噸)	4,555	

### 6.1.3 C 高速醱酵有機肥料廠

#### 1.廠內概況

該廠位於宜蘭縣龍德工業區內，佔地面積為 7,350m<sup>2</sup> (約 2,223 坪)，建地面積共 1,645 m<sup>2</sup>，廠區配置如圖 6.11 所示，廠房外觀如圖 6.12 所示。所謂「有機廢物高速醱酵處理」係由特有的原菌及返菌於短時間(8~48 小時)，將各種有機廢棄物加以醱酵、分解、濃縮並淨化，特別是容易腐化的屠體、羽毛、棄魚等動物性有機廢棄物及廚房殘餘之剩菜剩飯，經調配後再藉由高速醱酵處理過程，分解成外觀及氣味均佳之高養分有機肥。

所謂原菌是由 23 種醱酵菌類混合而成，其中包括放射線菌類、真菌類、絲菌類、細菌類及新開發之酵母菌，其在乾燥及常溫下呈休眠狀態，在充分通氣下，及水分含量 60 %、溫度在 60℃ 時最為活躍。當溫度在 65°~75℃ 時，能有效分解澱粉、醣類、蛋白質、脂肪。而溫度在 55°~62℃ 時，難分解之纖維質、半纖維、角蛋白等，經處理後可作有效分解。其生長週期壽命約 6 個月。返菌為有機肥料成品，係由原菌所繁殖分裂產生之醱酵分解菌，其功能與原菌相同。

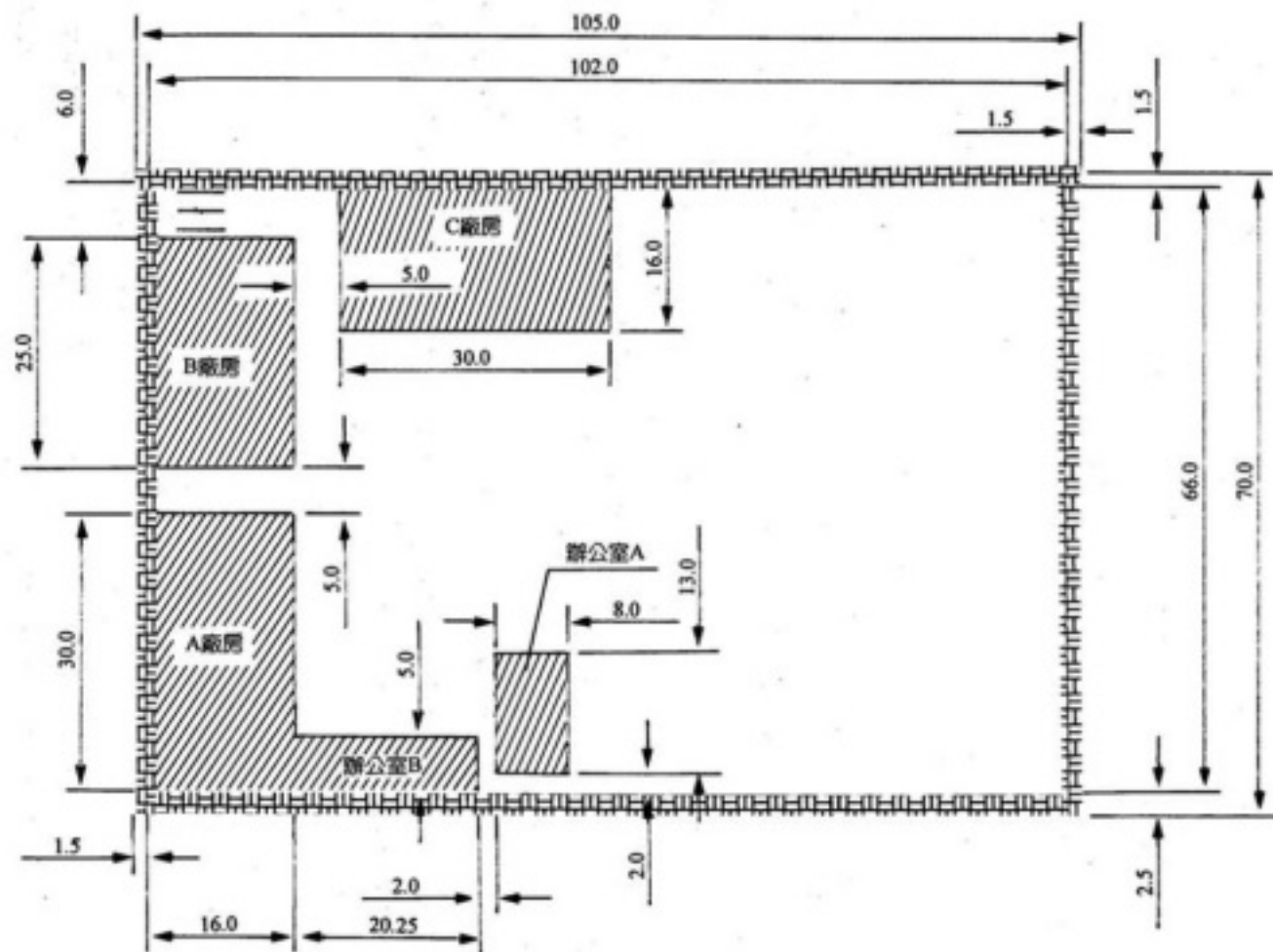
#### 2.處理流程與設備概要

(1) 生產流程如圖 6.13 所示。

(2) 高速醱酵處理條件控制

##### ① 資材成份之調配

資材中的碳素是微生物活動繁殖的基本能源，氮素則為微生物細胞形成之重要物質，故其碳/氮(C/N) 比值大小以 25 最佳，然因實做上難以掌控此數據，故以 17 ~33 為一般理想區間之參考依據。另碳/磷(C/P) 比值以 75~150，氮/鉀(N/P) 比值以 2~5 為原則。以上 C/N、C/P、N/P 值以 C/N 為主要調整比值，即以此為調整之主要參考依據。



(1)土地面積

$$145\text{m} \times 70\text{m} = 7350\text{m}^2$$

辦公室A

$$13\text{m} \times 8\text{m} = 104\text{m}^2 \approx 31.5\text{坪}$$

辦公室B

$$20.25\text{m} \times 5\text{m} = 101.25\text{m}^2 \approx 30.6\text{坪}$$

A廠房

$$16\text{m} \times 30\text{m} = 480\text{m}^2 \approx 145.2\text{坪}$$

B廠房

$$16\text{m} \times 25\text{m} = 400\text{m}^2 \approx 121\text{坪}$$

C廠房

$$16\text{m} \times 30\text{m} = 480\text{m}^2 \approx 145.2\text{坪}$$

(2)總面積

$$80\text{m}^2 + 1565\text{m}^2 = 1645\text{m}^2 \approx 497.61\text{坪}$$

表 6.11 C 高速醱酵有機肥料廠廠區配置圖



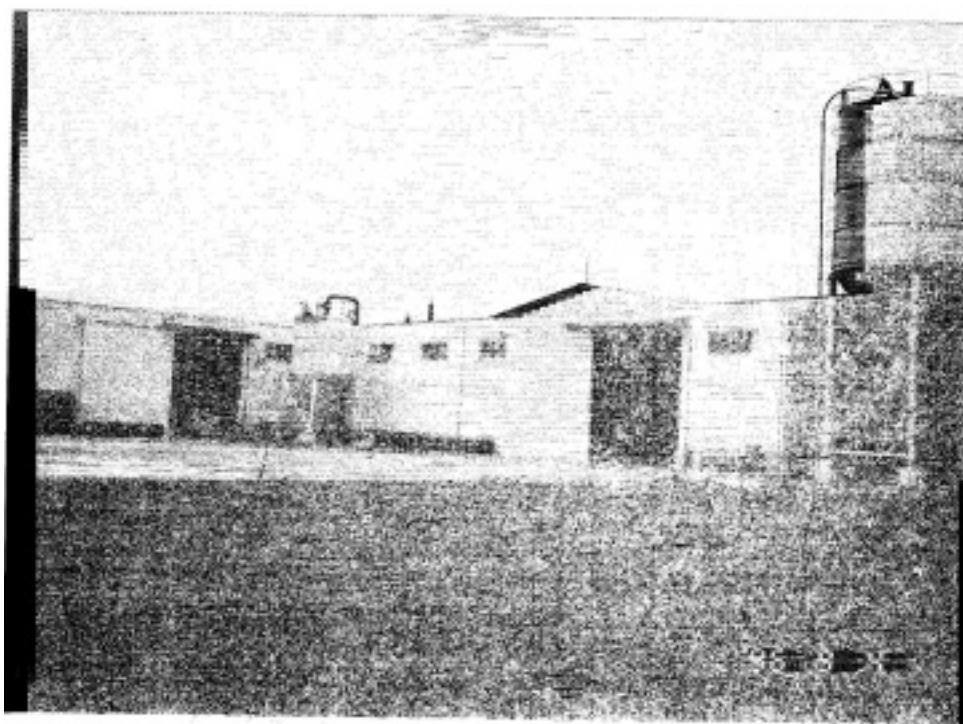


圖 6.12 C 高速醱酵有機肥料廠之外觀

酸鹼(PH)值為微生物生育、活動之重要因子，一般而言，細菌性喜中性、真菌性喜微酸性、ph 值調整在 5.7~7.0 之間即可。

#### ②水分調整

由於微生物體中之水份含量在 60% 以上，故資材含水量將影響微生物之活動、繁殖。當資材含水率低於 40%，對微生物之活動、繁殖將產生抑制作用，若處於乾燥狀態下之微生物其活動性較微弱，故含水率低於 10% 時，微生物一切之活動停止。而資材含水率過高時，會阻礙空氣流通，行厭氣性菌分解產生惡臭。故最適資材水份應調整於 60%±5%，如太濕可使用稻草、粗糠、木屑、返菌等資材調整。

#### ③溫度控制

有機廢棄物高速醱酵處理是運用「高速醱酵處理機」之溫控設備，將溫度控制在適合原菌及返菌之生長、活動環境溫度。「原菌」、「返菌」之活動溫度在 45~80℃ 之間，而高速醱酵作業之溫度則應控制在 50~65℃ 之間最為理想。

#### ④空氣供給（攪拌通氣）

資材進行高速醱酵分解時，氧氣之供應是不可欠缺的條件，若通氣不良時將造成氧氣供應不足，好氧性菌無法對有機物產生醱酵分解作用（原菌、返菌亦然），而厭(嫌)氣性菌種活動分解，將造成有機物質腐臭、氨化現象。因此適當充分之送風攪拌，是為充分供給「原菌」、「返菌」氧氣促進資材快速分解最好之方法；攪拌亦能使「原菌」、「返菌」充分與均勻地和資材接觸，加速資材之分解速度。

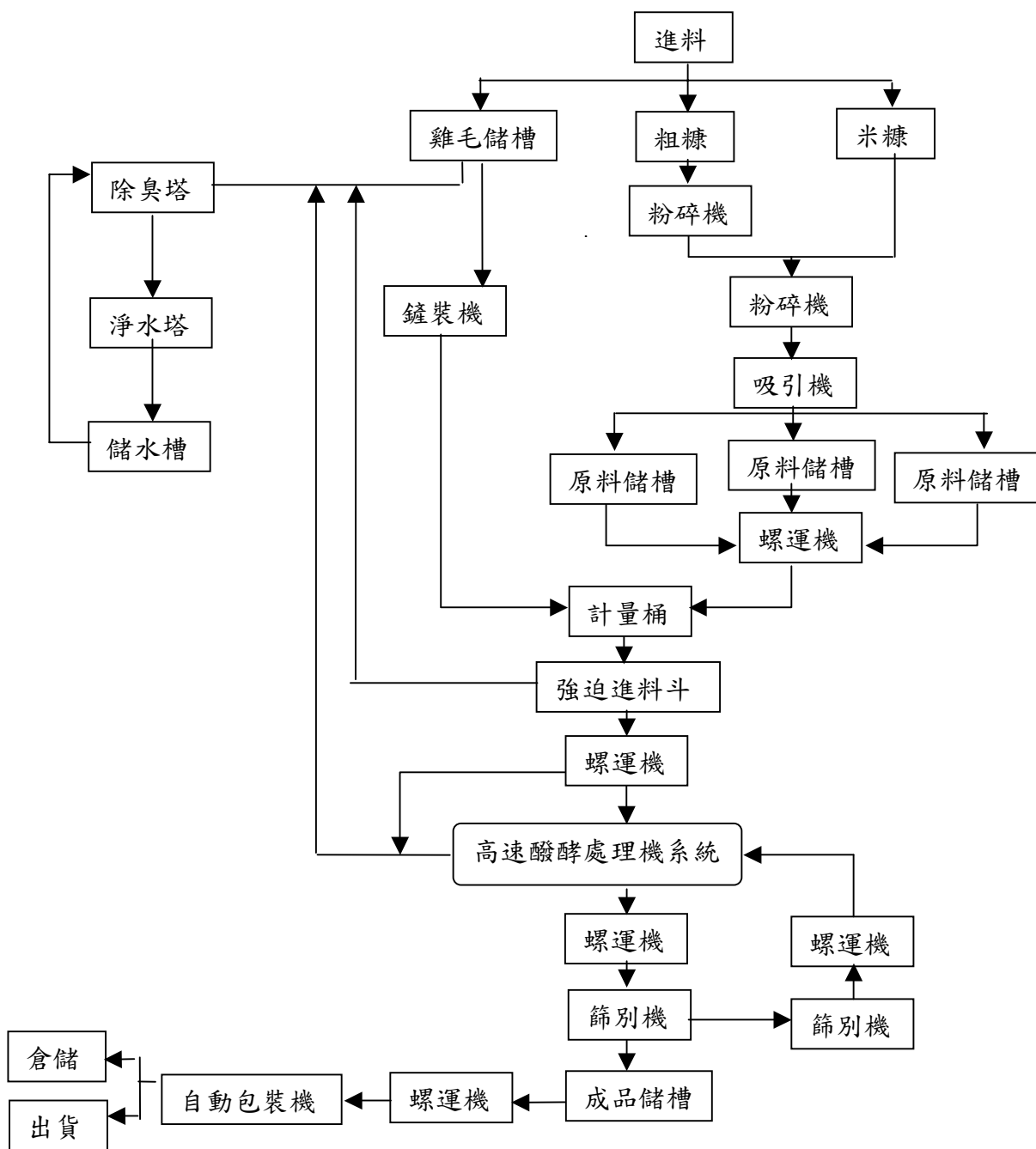


圖 6.13 C 高速醱酵有機肥料廠製造流程圖

### (3) 設備概要

表 6.7 為其設備概要，總計設備投資成本約 8 千餘萬元。其中 8 台主醱酵機，每台容量 7 噸，實際處理量為 5 噸/台，故總處理容量為 40 噸。

### 3. 效益分析

目前該廠處理的廢棄物種類包括雞毛、酒糟、動物殘體（死雞）、豆渣、木屑、茶渣、粗糠等。經處理後之成品已申請「雜項有機質肥料」之肥料登記證，產品名稱為紅標 1 號及 2 號，其成份約為 N=3%，P=2%，K=1%，有機質 65% 以上。成品採 30 公斤袋裝，粉狀售價 6 元/公斤，粒狀 7.5 元/公斤。

表 6.7 C 高速醱酵有機肥廠廠內設備概要

設備名稱	規格、數量	備註
生資材貯槽	內容積：160m <sup>3</sup> ×3 槽 材質：SUS-304、SS-41 RC 結構	採密閉式、內設除臭管線(如圖 6.14)
污泥貯存桶	容積：30 噸 材質：SUS-304	含壓送系統、計量系統(如圖 6.15)
乾資材貯桶(木屑、粗糠)	容積：150 噸×3 槽 材質：SS-41	含計量系統(如圖 6.16)
粉碎系統	處理量：1.2 噸/小時 超音波粉碎，壓送方式	—
計量系統	計量：1.3 噸/次，電子計量、 累積計量，採皮帶式輸送 材質：SS-41	—
高速發酵主機	內容積：7,000L×8 部 材質：SUS-304、SS-41	(如圖 6.17，實驗機如圖 6.18)
主機附屬週邊設備	皮帶自動料系統 除臭管線系統 污泥、酒槽進料系統 材質：SUS-304、SS-41	—
成品貯槽	容積：3m <sup>3</sup> ×8 槽 材質：SS-41	可依規格不同自動分開入料
造粒系統	處理量：20 噸/日 粒徑：4mm~6mm $\phi$ 動力：150HP	—
除臭塔	生物率床 材質：SS-41	(收集管線如圖 6.19，生物濾床如圖 6.20)

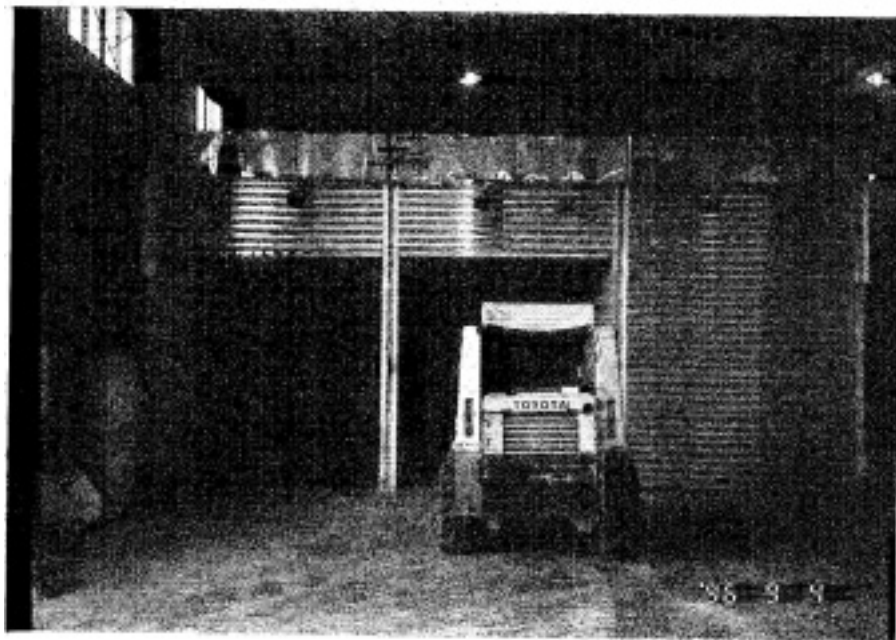


圖 6.14 C 廠之生資材貯槽

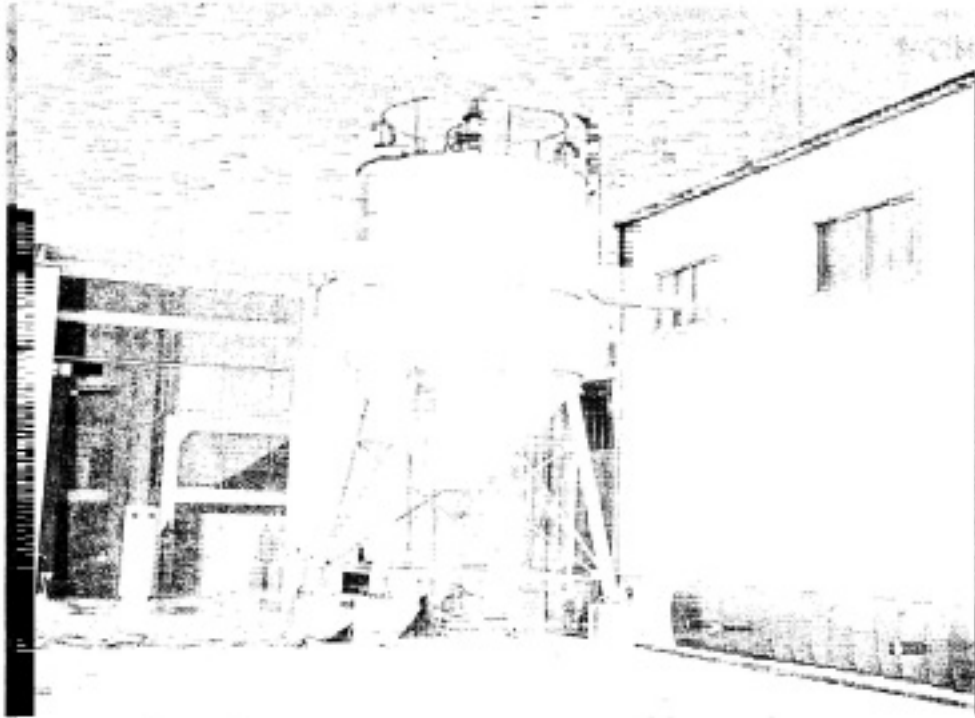


圖 6.15 C 廠之污泥（溼料）貯槽

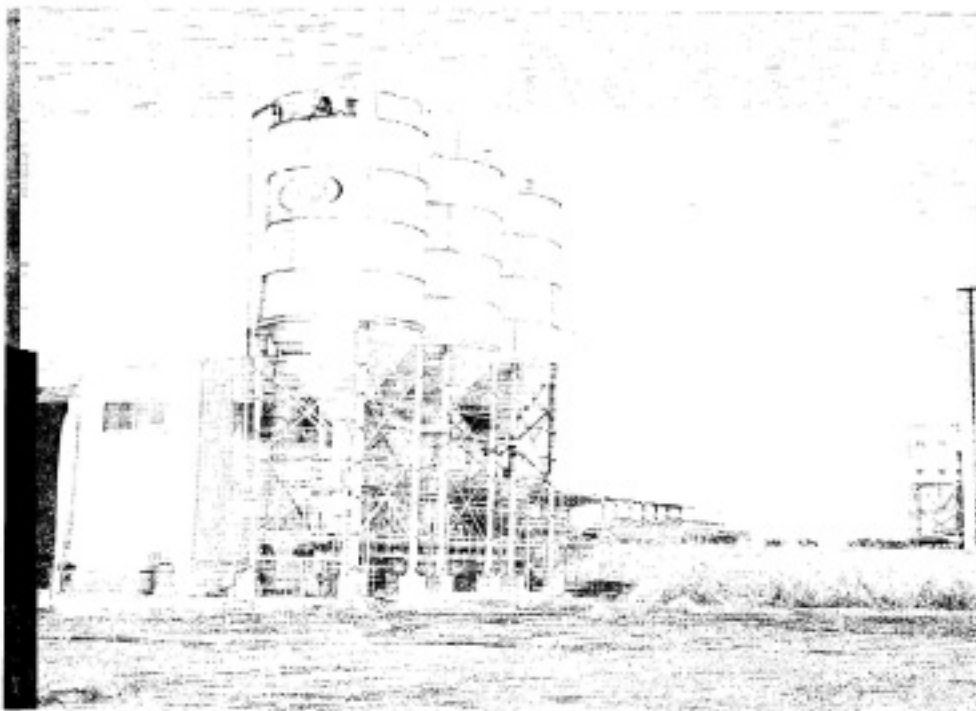


圖 6.16 C 廠之副資材（稻穀粉）貯槽

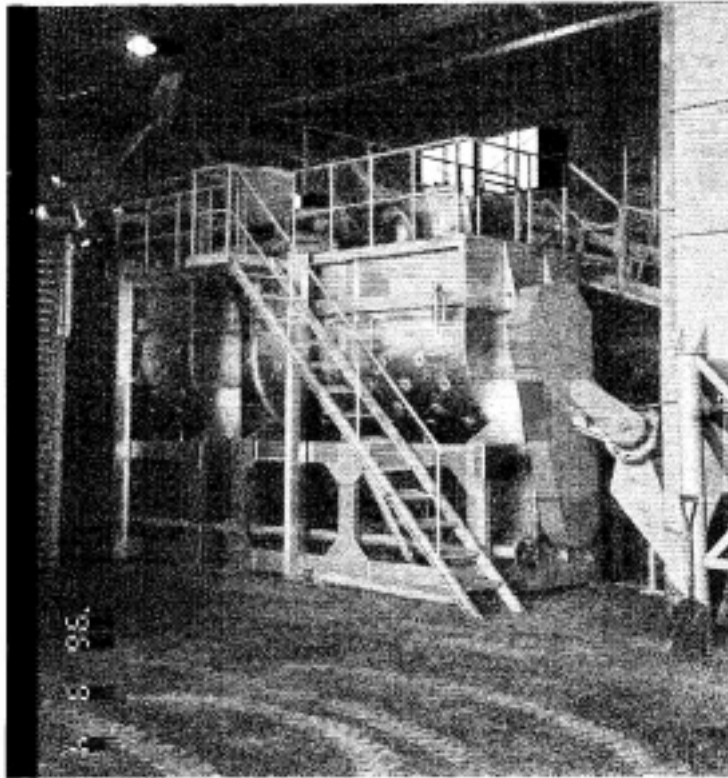


圖 6.17 C 廠之醱酵設備



圖 6.18 C 廠之醱酵實驗機

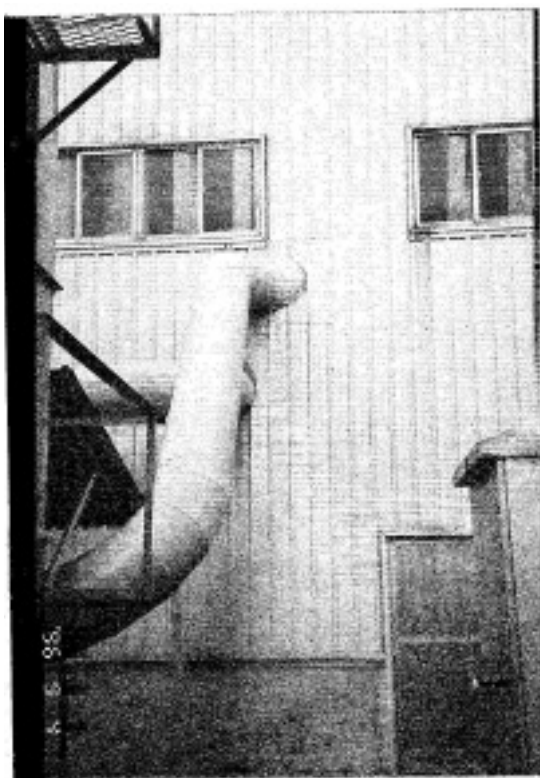


圖 6.19 C 廠醱酵廠房臭味收集管線

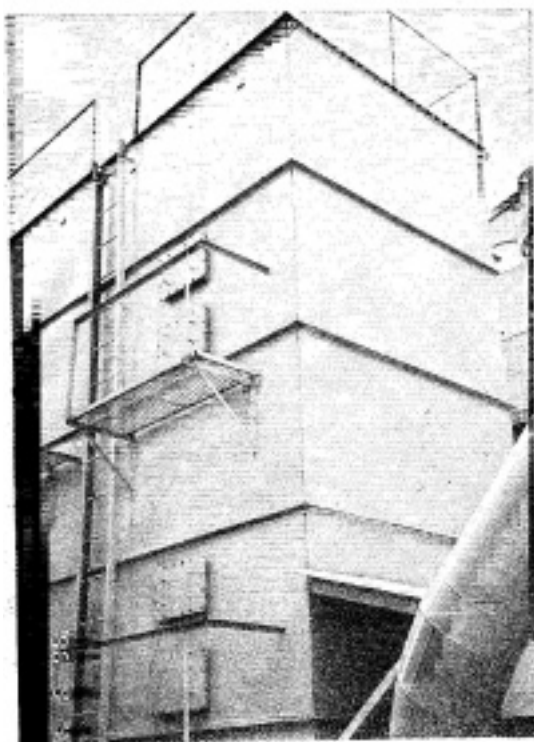


圖 6.20 C 廠之生物濾床

#### 4. 結論

該廠所使用的醱酵設備可算是密閉槽式 (in-vessel)，其設備代理商配合設備推廣委託農改場進行一些動植性廢料的堆肥試驗，並於相關研討會發表試驗成效，同時進行該廠之興建規劃，於 85 年 4 月試車運轉，其不僅在醱酵設備為國內首見，且在廠房之規劃興建都有別於一般堆肥化工廠，於參觀該廠時可感受其所投入之人力及物力。以一民營堆肥廠而言，實屬不易，若相較於農政單位輔導設立的堆肥廠，對此類型工廠是否應獎勵或提供相關協助：與掩埋日益短缺情況下如何提高國內廢棄物處理比率，此二者間的關係是值得思考的問題。

#### 6.1.4 D 廠廢水污泥轉製有機質肥料

##### 1. 廠內概況

該廠主要利用木片經蒸煮產製紙漿並進一步進行抄紙。其於生產過程所產生的廢水採化學混凝沉澱法及生物處理法，而化學混凝乃利用海水與石灰為混凝劑，因此，混凝沉澱後之脫水污泥含有豐富之鈣與鎂。為解決廢水污泥處置問題，該廠自 78 年即著手進行污泥資源化研究，由固化試驗轉至焚化處理，續將焚化灰渣轉製無機肥，後來更將污泥乾燥並混合其它有機質製成有機肥料，其研發過程如表 6.8 所示。

##### 2. 處理流程與設備概要

(1) 污泥特性：分析結果如表 6.10 所示，顯示化學污泥中含豐富之鈣、鎂。

表 6.8 D 廠污泥轉製肥料研發過程

時間	內 容
78.6	污泥的再生資源化研究 • 固化試驗— 脫水污泥加入固化劑 污泥焚化之灰渣添加骨材及固化劑製成建材 • 轉化有機肥料試驗— 污泥焚化製成無機肥 污泥乾燥製成有機肥
79.7~80.7	肥效試驗—委託花蓮農改場進行一年期之田間試驗，並舉辦 2 次觀摩會（試驗結果如表 6.9 所示）
80.8~81.12	申請肥料登記證— • 副產石灰質（CNS-11850）—鎂富鈣肥 1 號 • 雜項有機質肥料（皆訂標準）—鎂富鈣機肥 —有機肥料 1 號
82.1	有機肥料廠設置完成，正式量產，每天約可產製有機肥 50 噸左右
85.4	取得 ISO 9002 品質管理及品質保證之國際標準

(2) 處理流程：(如下)

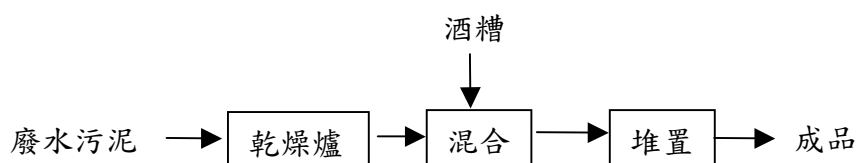


表 6.9 D 廠鎂富鈣肥肥效試驗結果

項 目	效 果
a.每公頃施用鎂富鈣肥 1,500 公斤	1.栽培水稻，可比未施鎂富鈣肥區增產：10.5～20.2%。 2.栽培落花生，可比未施鎂富鈣肥區增產：16.1～218.9%。 3.栽培無子西瓜，可比未施鎂富鈣肥區增產：8.6%。 4.提高土壤 pH0.5～1.1 單位，及增加土壤中磷、鉀、鈣、鎂、與矽等元素含量並可抑制病蟲害發生。
b.對落花生之殘效方面	79 年秋作於 pH4.6 之酸性土壤栽培落花生，每公頃施用 1,500 公斤及 3,000 公斤。80 年春作未再施用而連作落花生，每公頃產量均 3 噸以上，比對照區增產 151.4%～164.1%，可知施用後，連續種植兩期落花生，仍有增產效果。

表 6.10 D 廠污泥特性分析結果

成份 \ 污泥性質	化學污泥	生物污泥	95%化學污泥+5%生物污泥
有機質% (乾基)	36.5	89.1	42.81
N%	0.48	7.2	0.41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0.42	2.2	0.5
K <sub>2</sub> O%	0.016	0.3	0.07
MgO%	3.09	1.3	4.37
CaO%	19.36	1.3	22.48
SiO <sub>2</sub> %	0.56	0.4	0.99
鹼度% (以 CaO 計)	30.85	2.7	26.64

(3) 設備概要：該廠之廢水污泥轉製肥料之肥料廠於 82 年 8 月完工，其設備概要與費用支出情形如表 6.11 所示。

### 3. 效益分析

根據調查資料顯示，台灣地區約有 60% 農田之土壤多屬於酸性至強酸性，酸性土壤中化鹽基元素如鈣、鎂等均易缺乏，影響作物之生育，為改良酸性土壤，一般均施用含鈣、鎂之資材，如：石灰石粉、消石灰、矽酸爐渣、白雲石粉等，因資材種類之不同，其價格、中和酸性之能力及所含養分之多寡等亦有所差異。



表 6.11 D 廠肥料興建項目及費用支出情形

項 目		費用（萬元）	合計（萬元）
廠房及倉庫	土木工程	100	313.36
	鋼架工程	142	
	牆面工程	67	
	肥料倉庫西側預留門封閉	4.3	
有機肥貯倉	土木基礎	25	168.8
	卸灰擋牆西側廢 RC 牆打除	1.8	
	貯倉製裝	142	
包裝輸送設備	肥料包裝機（全電子式自動秤量）&縫口機	85	85
	斗式升降機	84	295.68
	馬達減速機	11.7	
	閘板弁	5.8	
	螺旋輸送機	105	
	安裝工程（含提運機、輸送機、分歧短管與擋板，有機菌質添加槽等）	71	20.47
	油漆工程	18.18	
	舊配電盤改裝重組	2	
	電氣配電（線）工程	9.6	
	重油槽等基礎移造	12	18.5
	重油槽等遷移工程	7.7	
	電氣動力電源遷配	0.77	
	肥料倉庫北側地坪整理	10	
	增設保養廠等工程	8.5	30
其它	浴廁興建	18	
	西側止水檻製作	0.39	
	有機質添加料篩選石頭及粉塵設施等工程	30	
總 計		—	961.74

該廠有兩種污泥轉化為肥料之處理方式：

(1) 經焚化後製成無機肥（CNS 4-25,11850 副產石灰）

該項產品係以一級化學混凝沉澱污泥經脫水及焚化而成之副產石灰，約含有機質（8.6%）、氮（0.48%）、磷酐（0.84%）、氧化鉀（0.16%）、氧化鈣（36.3%）、檸檬酸溶性氧化鎂（12.3%）、鹽酸溶性氧化矽（2.6%）及微量元素等作物需求之要素外，

pH 值約近 12，鹼度（以 CaO 計）40%以上，屬鹼性肥料，可調節酸性土壤使其漸呈中性，促進作物之生育及提高其品質。為探討酸性土壤施用該項產品對水稻、落花生、無子西瓜之效果及對落花生之殘效試驗，於 79 年 7 月至 80 年 6 月經花蓮區農業改良場田間試驗，每公頃施用 1,500 公斤時，水稻可增至 10.5~20.2%，落花生可增產 16.1~218.9%，無子西瓜可增產 8.6%，並可提高土壤 pH 值 0.5~1.1 個單位，及增加土壤中磷、鉀、鈣、鎂與矽等元素之含量。對落花生殘效方面於 79 年秋作於 pH4.6 之土壤施用 1,500 公斤及 3,000 公斤，而在 80 年春作時未再施肥而連作落花生，每公頃增產 151.4%~164.1%，可知施用後連續種植兩期落花生，仍有增產效果。

## （2）未焚化污泥經調配成有機肥（CNS-5-62）

該項產品係將一級化學混凝沉澱污泥混合二級生物處理污泥經脫水乾燥至水份 35%以下，並添加氮、磷、鉀三要素，因本身鹽酸溶性氧化鈣（CaO）20%以上，檸檬酸溶性氧化鎂 3%以上，頗符合本省土壤酸化問題所需之中和改良外，並兼具有機質，對農業主管及農業界積極研發「有機質及有機生物肥料」之推廣而言極具其價值。

## （3）木屑回收再利用

將木屑回收集中堆置，利用酒糟等促使醱酵腐熟，當育苗介質用，每年可回收木屑 3,000 噸，每噸 600 元計，年經濟效益為 1,800,000 元/年。

上述污泥肥料效益評估如表 6.12 所示。

## 4. 結論

對廢水污泥如何處理或資源化這個議題而言，此案例可說是一很好的示範，即當工廠在考量或規劃廠內廢棄物處理時，該如何評估經濟效益固然與各廠經營策略有關，但考量長期性環境變化，該廠的研發過程是相當值得他廠學習的。

表 6.12 D 廠工業減廢經濟效益評估

減廢項目	減廢方法（技術）	減廢成果及經濟效益
廢水污泥之回收再利用	△將污泥直接送入乾燥窯烘乾，免除載運費用。	1.減少污泥載運費（含整堆）；經濟效益為 972,000 元/年(27 元/T×3,000T/月×12 月)
	△污泥僅乾燥，勿需再經焚化過程。	2.減少污泥焚化費；經濟效益為 18,000,000 元/年(150 萬元/月×12 月)
	△乾燥後直接裝袋，作為肥料出售。	3.增加肥料收入；經濟效益為 9,200,000 元/年(1,800 元/T-1,289 元/T)×18,000T/年
現場木屑之回收再利用	△將木屑集中堆置，利用酒糟等促其醱酵腐熟，當育苗介質用。	4.增加木屑收入；經濟效益為 1,800,000 元/年(600 元/T×3000T/月)
		合計 29,972,000 元/年

## 6.2 國外案例

此節將介紹日本與美國一些工廠概況，有關日本部份是配合工業污染防治技術服務團專案工作執行至日本考察之部分內容，而美國概況則來自一些文獻資料。

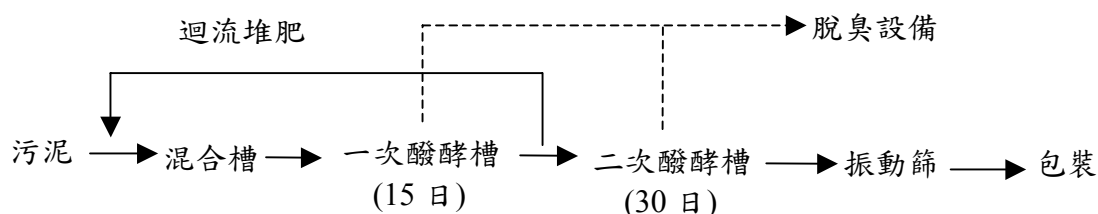
### 6.2.1 日本 E 市堆肥工場

#### 1. 廠內概況

該廠是由 E 市下水道局於昭和 58 年（1982 年）所設立，目前由「財團法人 E 市下水道資源中心」經營，其設立目的為將 E 市下水道污泥（設計處理量每日約 160 噸）以堆肥處理行資源回收。該廠廠地面積共 15,149m<sup>2</sup>，廠房面積為 7,992m<sup>2</sup>。平面醱酵床計有 6 床，每床之容積約 485m<sup>3</sup>，共計 2,910m<sup>3</sup>。於設立之初投資金額約 20 億日幣，可算是日本國內最大的下水道污泥堆肥工場，其外觀如圖 6.21 所示。

#### 2. 處理流程及設備概要

（1）其產製流程如圖 6.22 所示，圖 6.23 為廠內配置情形，簡要流程如下：



#### （2）設備概要

其迴流堆肥與污泥之配比約 3：2，一次醱酵槽計有 6 槽；為通氣靜堆式，二次醱酵槽計有 8 槽；為密閉通氣式。而脫臭設備含化學處理及土壤脫臭，同時設有污水處理設備以處理化學脫臭設備之排水及洗車廢水。

#### 3. 效益分析

經堆肥處理後之產品成份如表 6.13 所示。

表 6.13 E 市污泥堆肥成份特性與標準值之比較

項 目	N (%)	P (%)	K (%)	Hg (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1.肥料管理法之規定值	—	—	—	2	50	5	—
2.特殊肥料（污泥）的使用建議	1.1	2.1	0.3	1	3.4	1.6	740
3.E 市堆肥產品	1.6	2.9	0.1	0.5	2.2	1.6	482

#### 4. 結論

日本為解決下水道污泥問題，於許多區域設置處理場，以污泥堆肥處理而言，日本經驗是相當值得操考的。若以表 5.10 中 2 個下水道污泥堆肥案例比較，如 S 市投資 61 億日元處理約 25,000 噸/年之污泥，K 市投資 26 億日元處理 29,000 噸/年污泥，此案例投資 20 億日元處理 48,000 噸/年之污泥，也許讀者會開始思考為何其不採用較便宜的掩埋方式，若再進一步思考日本地理環境條件或環保要求標準與我國之相似處，似乎可預言，未來國內可能需花費一筆相當費用以興建廢棄物處理設施。



圖 6.21 E 市下水道污泥堆肥廠外觀

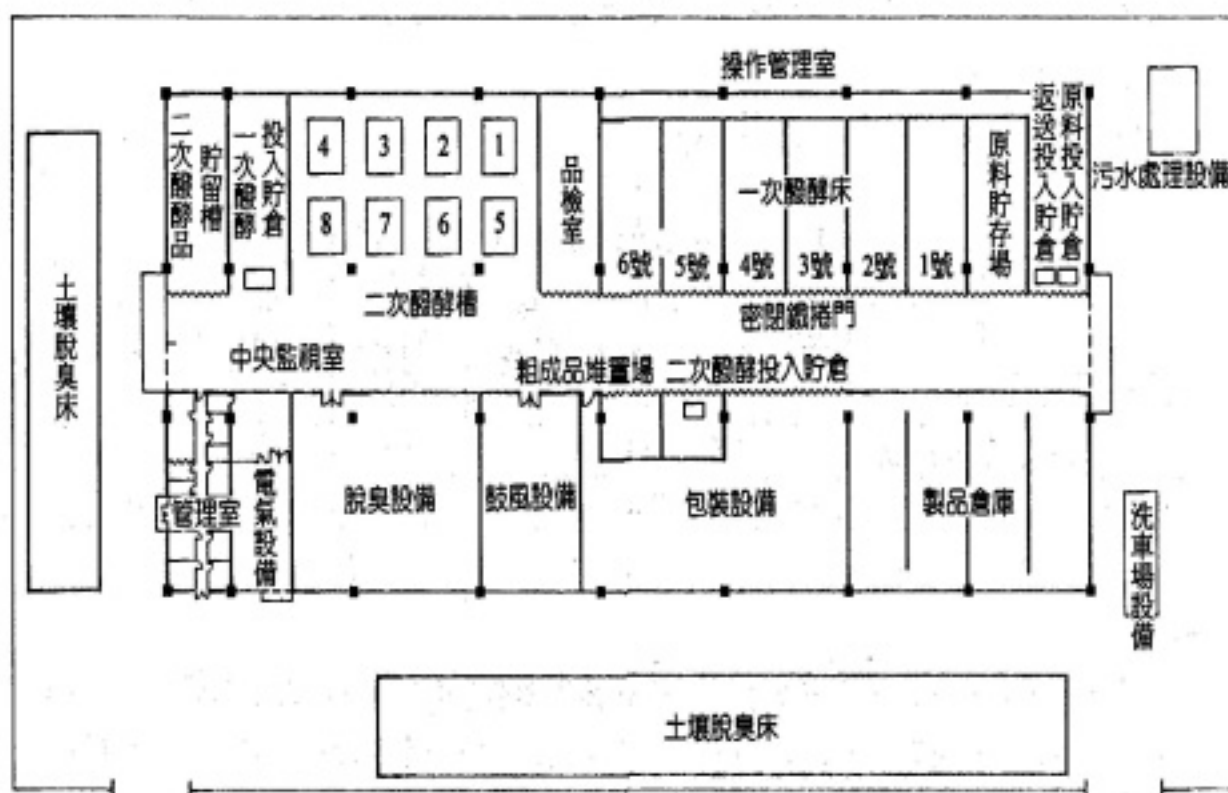


圖 6.22 E 市堆肥工廠廠區配置圖

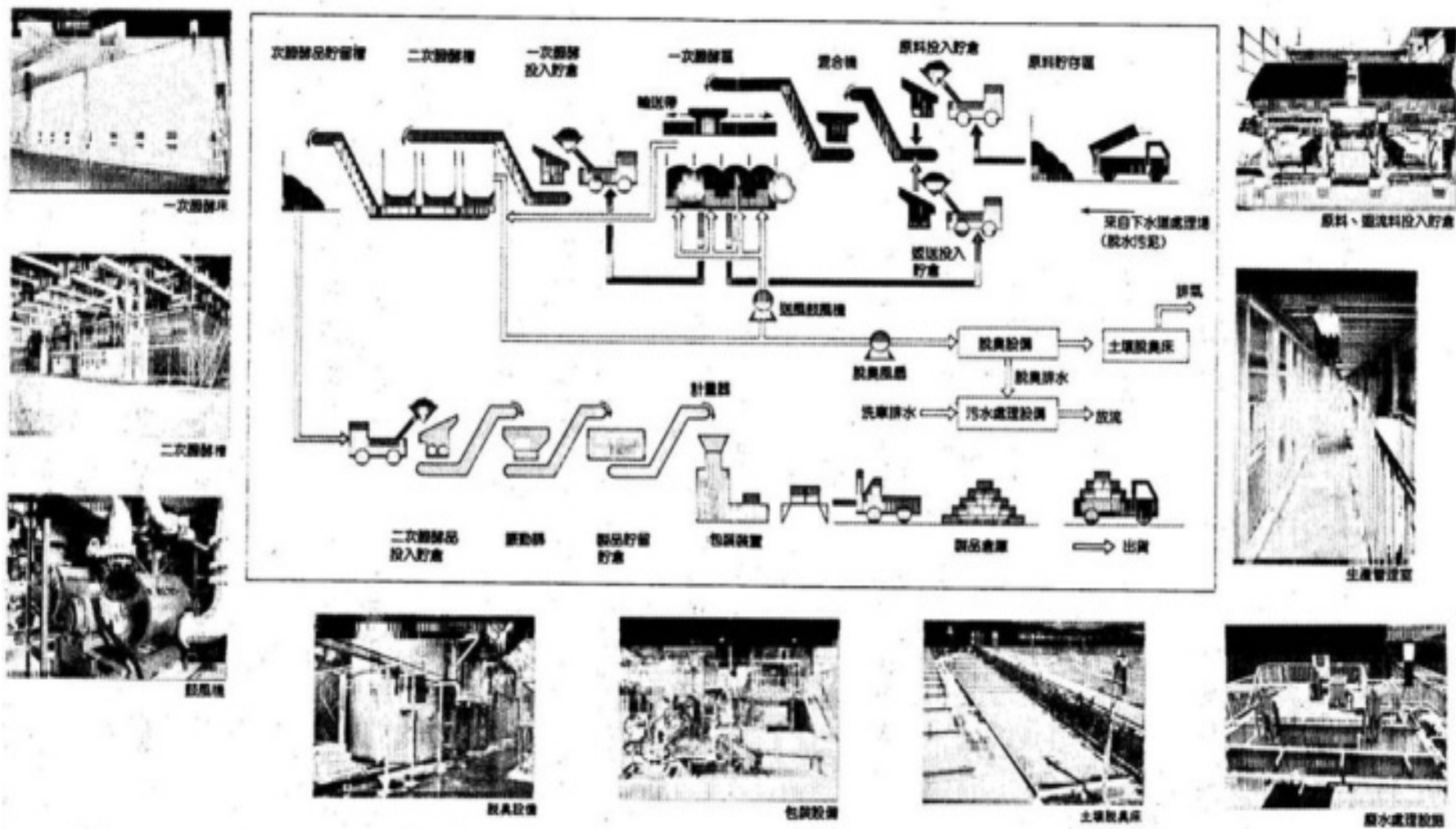


圖 6.23 E 市堆肥工廠生產流程圖

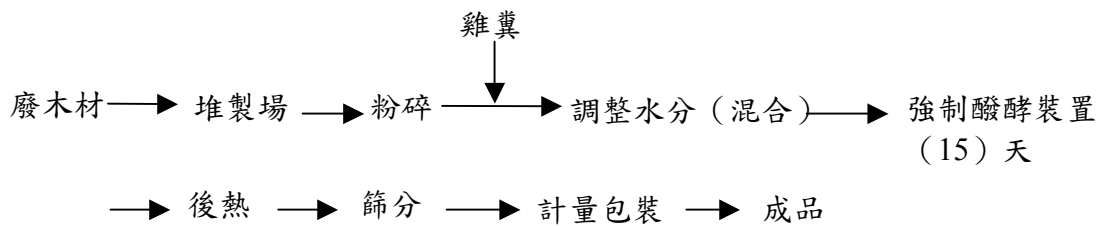
### 6.2.2 F 廠資源開發事業協同組合

#### 1. 廠內概況

該廠為 F 市內 50 家製材所及 8 家原木市場於平成 4 (1992) 年 2 月共同組合設立，以處理其產生之樹皮及廢木材。配合製材及原木堆置區，本場位於偏僻山區內，其佔地共 29,000m<sup>2</sup> (平地面積 18,000 m<sup>2</sup>)，總投資金額 3 億 6 千萬日幣。目前此區域廢料產生量約 60 萬噸/年，該廠計劃處理量為 24,000 m<sup>3</sup>/年，目前處理量為 40 m<sup>3</sup>/日。

#### 2. 處理流程與設備概要

(1) 產製流程如下 (如圖 6.24 所示)。其中廢木材已為半腐熟，為加速分解而添加乾雞糞 (配比約 9:1)。



(2) 設備概要：

目前廠內有二座強制醱酵裝置，處理容量為 350 噸/座，為一圓柱形附攪拌及通氣裝置之槽體。平均每日產量約 24 噸，售價約 ¥4,000~10,000/m<sup>3</sup>。

#### 3. 結論

由於樹皮、木屑需有相當時間的堆積方可腐熟，以國內一家樹皮堆肥廠為例，即先進行 5~6 年之堆置方可進場再處理，因此前段的堆置場地需求是相當重要的考量因子。本案例的組合與國內推動工業廢棄物共同處理相似。

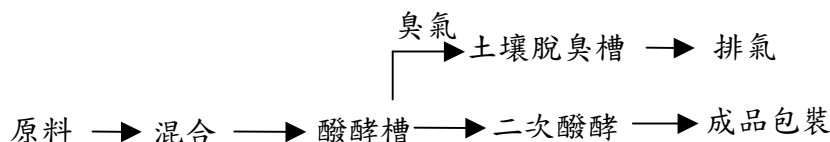
### 6.2.3 G 廠造園土木株式會社

#### 1. 廠內概況

該廠屬事業廢棄物代處理業，主要以堆肥方法處理本廠所在轄區內所產生之下水道脫水污泥，及來自紙廠的焚化殘渣，同時添加蚵殼粉作為添加劑。

#### 2. 處理流程及設備概要

(1) 其產製流程如下：



(2) 設備概要

其採用醱酵設備為圓筒式醱酵機，此與台肥公司雲林有機肥料廠之醱酵設備相同，醱酵機外觀與圖 6.25 相似 (差異處為尺寸大小)，內部構造如圖 6.26 所示，此醱酵機之主體為橫置於基座上之長原筒形之旋轉筒，其兩端開口分別連結於原料投入口及製品排出口，此兩端開口固定不動，為便於原料在旋轉筒內翻動、混合、曝氣及推

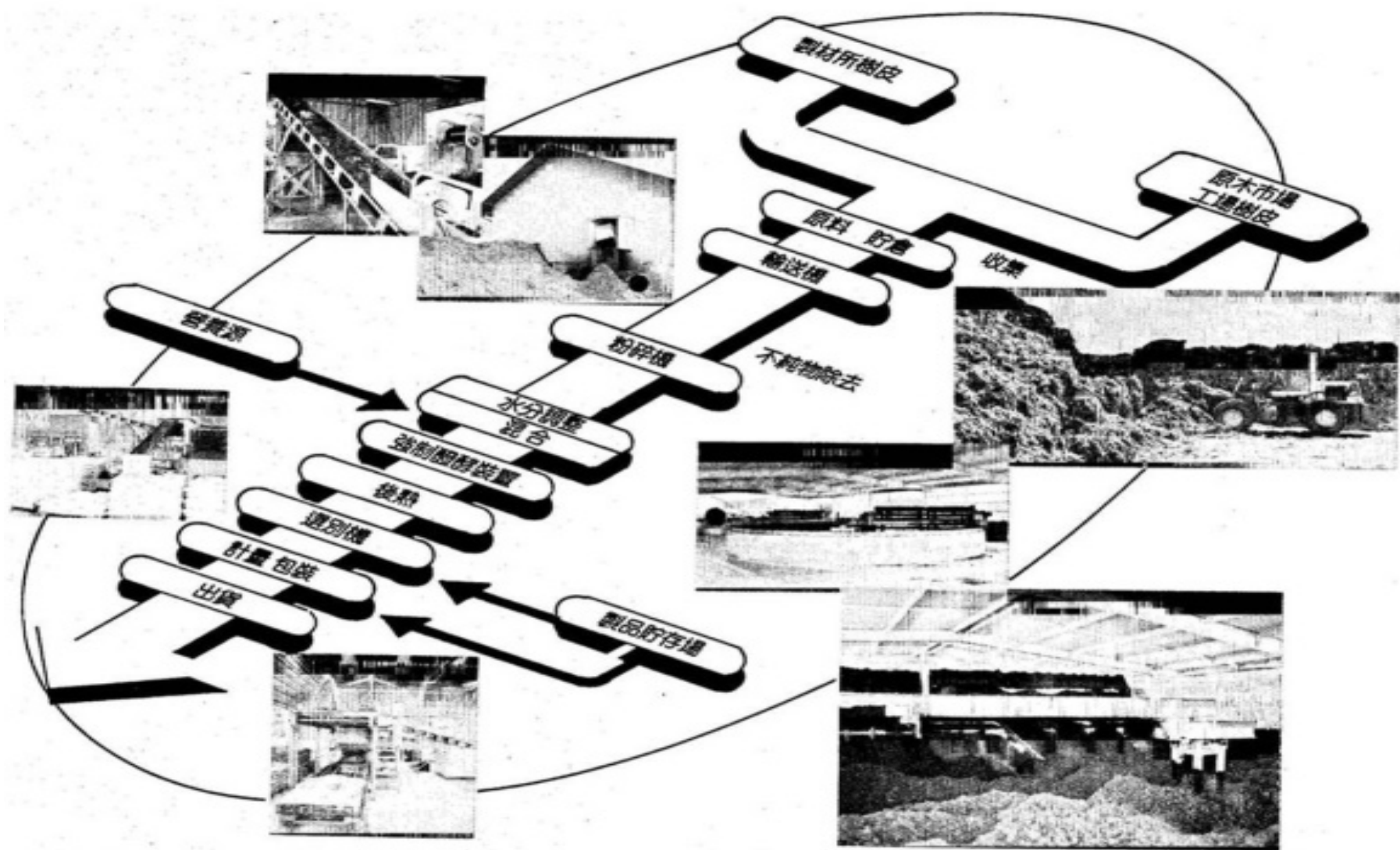


圖 6.24 F 廠堆肥產製流程

往出口方向移動，在筒之軸心設一固定軸管貫通全筒，其前後兩端則固定於出入口之結構上，然後在此軸管上等間隔地設置多組固定翼片構成攪拌翼片群；又於旋轉筒之內壁周面設有多片呈突起且螺旋狀列置之拌送片；至於曝氣管則利用軸管之中空部份當空氣分配主管，而於軸管體上等間隔地開孔安裝垂直於軸管之曝氣管。另外為排除醱酵廢氣，於原料投入口之結構上設置排氣管（如圖 6.27 所示），藉由排風扇將廢氣送到廢氣處理系統。旋轉筒之轉速可依加料、醱酵及出料變換設定（如圖 6.28），從原料投入到製品送出時間依材料性質而定，約需 2~5 天，筒壁全部安裝保溫層。

### 3.效益分析

該廠所製之堆肥產品，主要售予日本 PMC 協會的會員及造園業者，所謂 PMC 為將堆肥與一種含豐富澱粉的植物（作為黏著劑）混合使其具黏性，再噴灑固著在山坡地上達山坡地綠化功用。目前日本已組成一 PMC 協會專門從事山坡地綠化工程，以達水土保持功能。其施工情形如圖 6.29 所示。

### 4.結論

本案例中堆肥化產品的開發與應用推廣，是促成此類代處理業興起的原因之一，即當資源化產品市場穩定後，有利於資源化廠的興建，但分析其市場穩定原因，應是來自政府單位規劃的山坡地綠化工程，可見若由政策面配合推動資源化產品似乎對於廢棄物資源化助益更大。

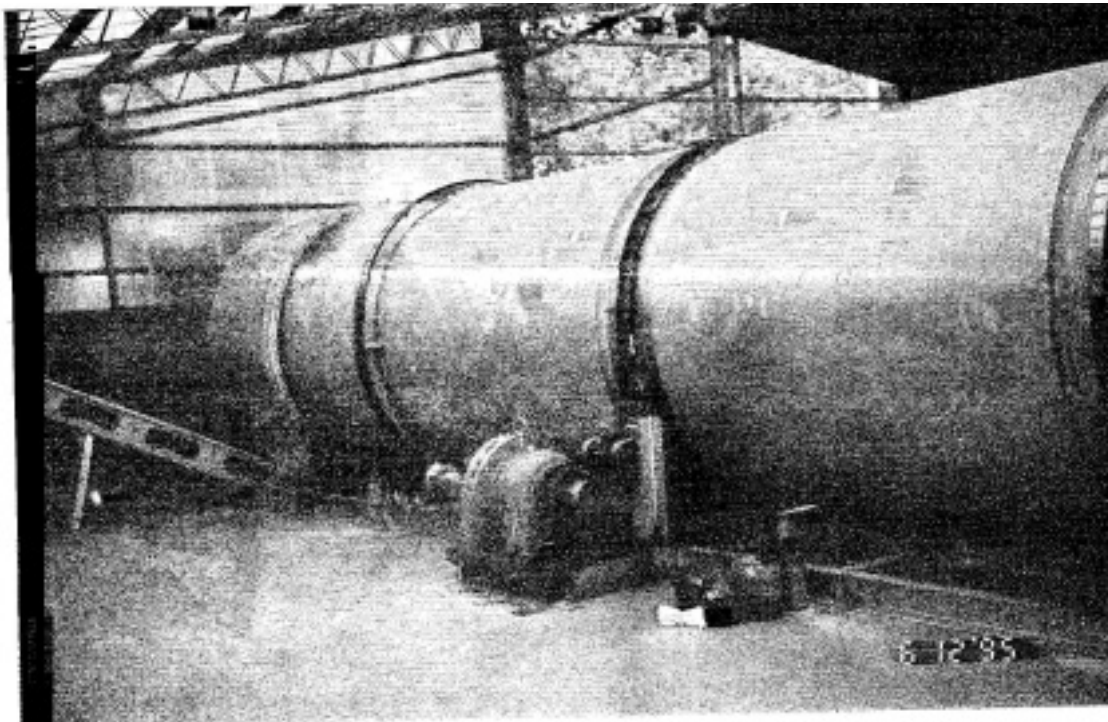


圖 6.25 圓筒式醱酵設備外觀



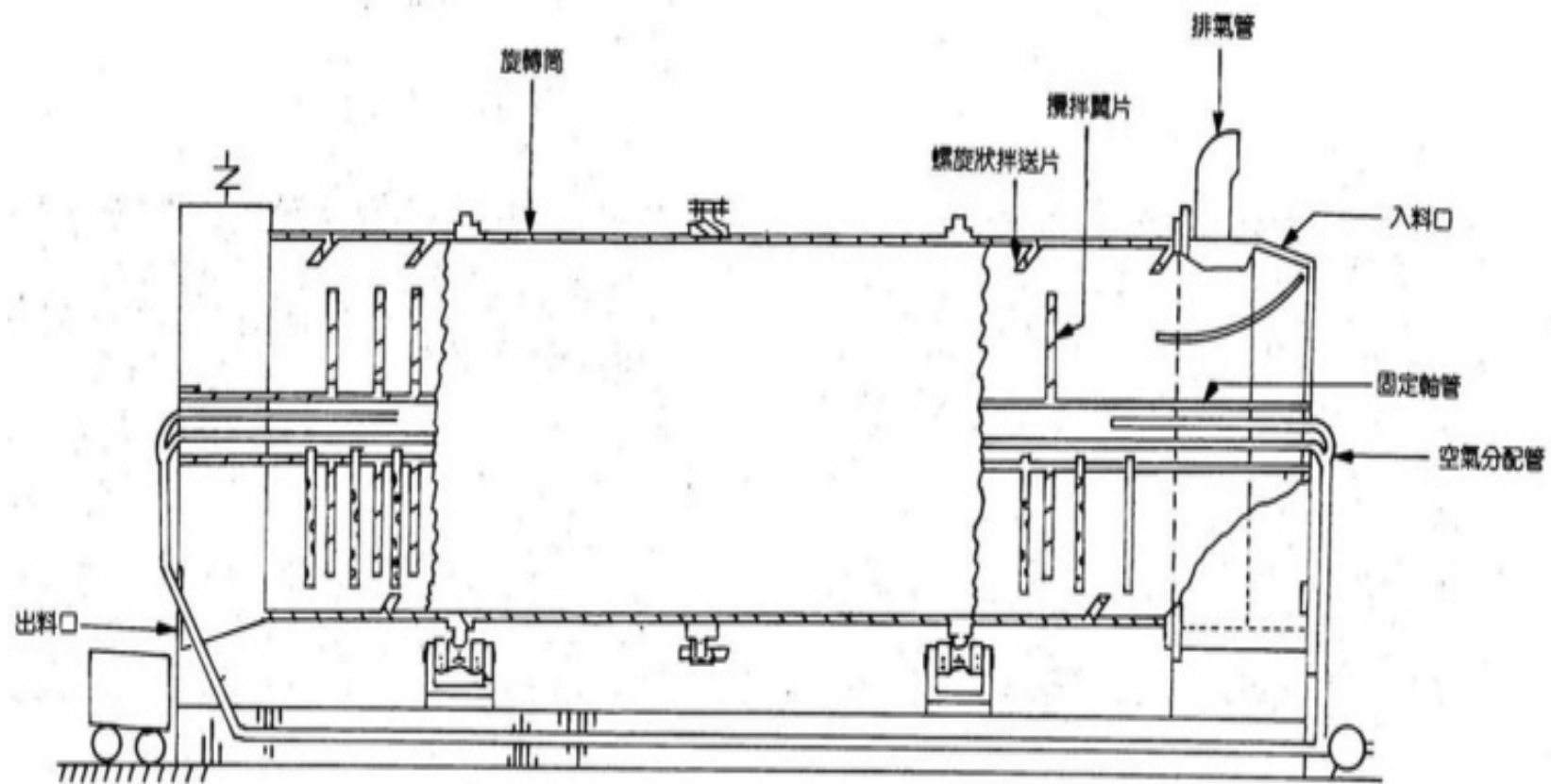


圖 6.26 圓筒式發酵機結構圖

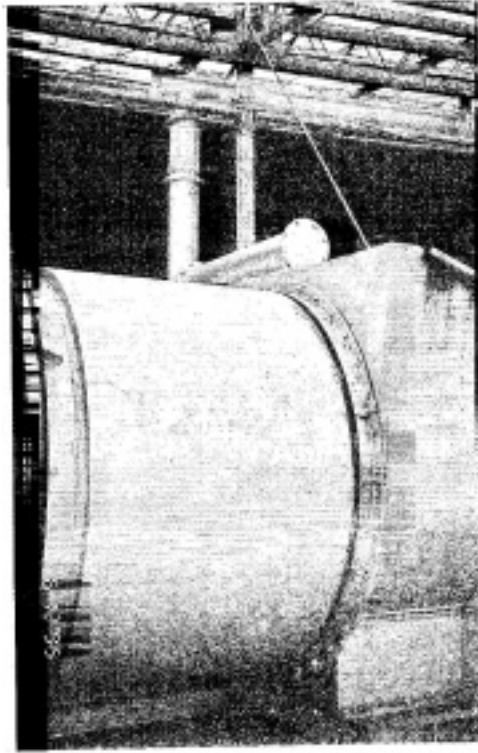


圖 6.27 圓筒式醱酵設備之排氣設備（上方管線）

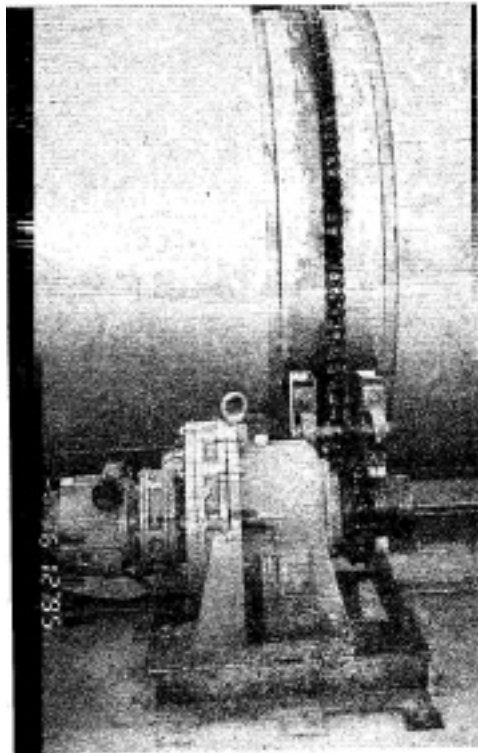


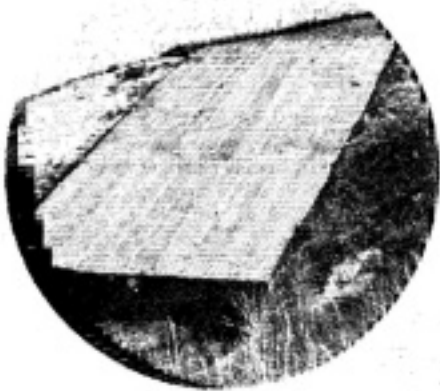
圖 6.28 圓筒式醱酵設備之鏈條帶動設備



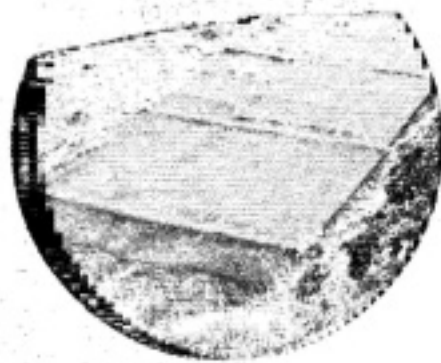
施工前



施工情形



施工完成



1個月後之生長狀況

圖 6.29 PMC 施工情形

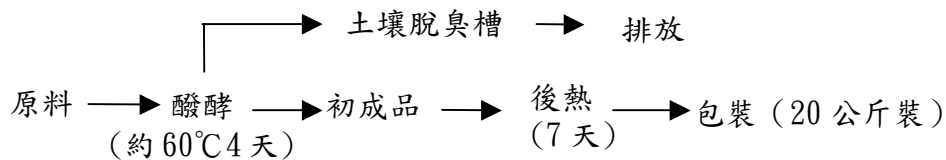
#### 6.2.4 H 廠食品化學株式會社

##### 1. 廠內概況

該廠主要生產海藻，於其製造過程的過濾單元會有過濾助劑產生（外觀如圖 6.30 所示），主要成分為矽藻土，每日約 15 噸，含水率約 60%，經由醱酵處理產製肥料出售（每日約 5 噸）。圖 6.31 為廠內醱酵場之一景。

##### 2. 處理流程與設備概要

（1）簡要處理製程如下：



（2）所使用設備與前述之 G 廠相似。

##### 3. 效益分析

所產生之肥料特性為  $H_2O$ ：40.05%、 $N$ ：0.66%、 $P_2O_5$ ：0.63%、 $K_2O$ ：0.06%、 $CaO$ ：7.16%、 $MgO$ ：0.36%、強熱減量：25.55%、鹽酸不溶解物：19.79%、 $pH$ ：6.9，廠方以土壤改良劑出售，售價¥200/袋（約 3 元/公斤）。

##### 4. 結論

以國內食品業型態來看，亦有與該廠相似的工廠存在，即其堆肥化原料—廢矽藻土許多工廠都有，但大都委託代清理，由此來看，若可配合中小型槽式堆肥設備，工廠自行堆肥化處理應是相當可行的。



圖 6.30 H 廠之廢矽藻土

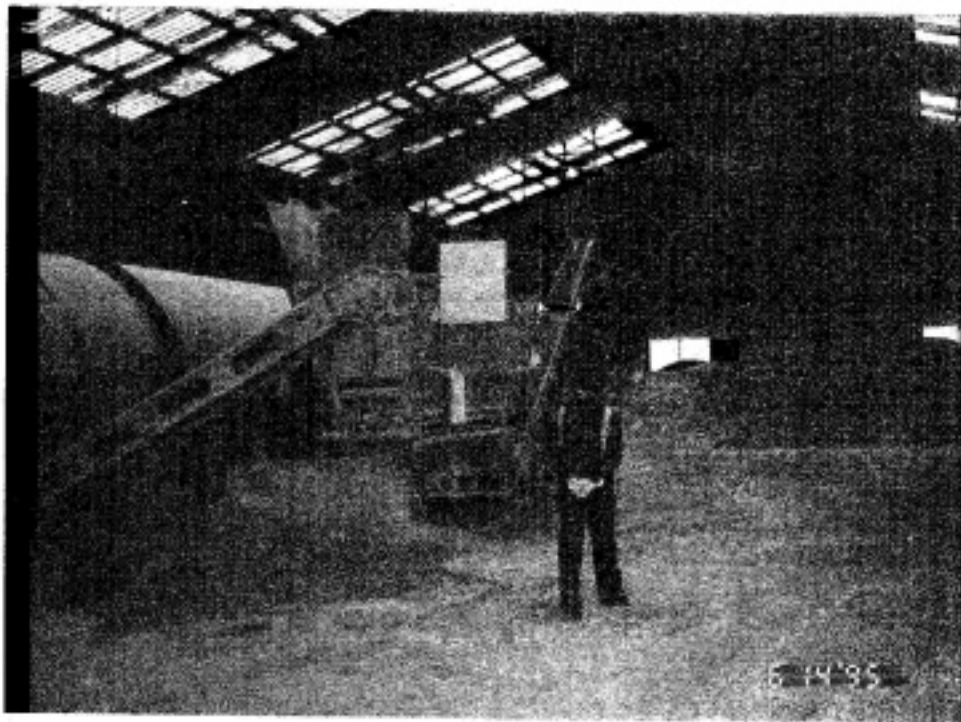


圖 6.31 H 廠之堆肥處理廠之一景

### 6.2.5 美 A 市下水道堆肥廠

#### 1. 廠內概況

該廠設立於 1986 年 12 月，屬於 Ohio 州 A 市府所有，設立目的為希望將既有焚化爐無法容納之下水污泥，利用槽式 (in-vessel) 堆肥設備回收資源化。經一年之興建與試車於 1988 年 1 月正式連續操作，原設計處理量為 66 乾公噸/天，採每週 7 天，每天二班操作，而原經費預算為 2,860 萬美元，至實際完工時共花費 3,050 萬美元，於 1988 年 6 月時其操作處理量僅為原設計量之 34%，即每週操作 4 天，每天一班，實際處理量為 40 乾公噸/天，即僅能處理 50% 之下水道污泥，其餘仍得藉由廢水處理場之焚化爐加以處理，其降低處理量乃為減少臭味產生。

該廠佔地面積共 77,300m<sup>2</sup>，其中脫水、混合、堆肥化及操作管理室於 317m×73m (約 23,000 m<sup>2</sup>) 之建物中進行，圓熟/貯存區則分為一 4,000 m<sup>2</sup> 覆蓋區，及 20,000 m<sup>2</sup> 未覆蓋區，而臭味處理系統佔地約 5,300 m<sup>2</sup>。廠址所在地之東側有一廢水處理場及掩埋場，南側及西側則為住商區，離最近之住家僅約 91~152m，且無緩衝區，故來自民眾之臭味抱怨是該廠最感困擾問題。

#### 2. 處理流程與設備概要

該廠之處理流程如圖 6.32 所示，主要物料包括污泥餅、樹皮、木屑及迴流堆肥，原設計摻配比例為 1/0.33/0.33/1.33。實際之操作值則為 1/0.4/0.6/2.33，其改變原因包括因迴流堆肥水分高於設計值，以致需多添加木屑以控制固體物含量在 43~45%，但木屑添加量

增加導致在反應槽內溫度及通氣量難以控制，因此而調整摻配比例，但因迴流堆肥屬粒子較小之物質，當添加量多時會使混合物孔隙度變小，因此，操作時需隨時檢測孔隙度，其測定方法為利用一固定體積容器裝入一定量之混合物，再將其壓實，量測前後深度變化，再與資料庫比對數值。其使用物料的特性如表 6.14 所示。

表 6.14 美 A 市堆肥廠使用物料特性

種類	總固體物含量，%	揮發性固體物含量，%	視比重，kg/m <sup>3</sup>
脫水污泥	15	70	881~929
木屑	50~60	90~95	288~352
樹皮	50~60	90~95	320~401
迴流堆肥	60~68	60	401~481
混合物	43~45	70	561~641

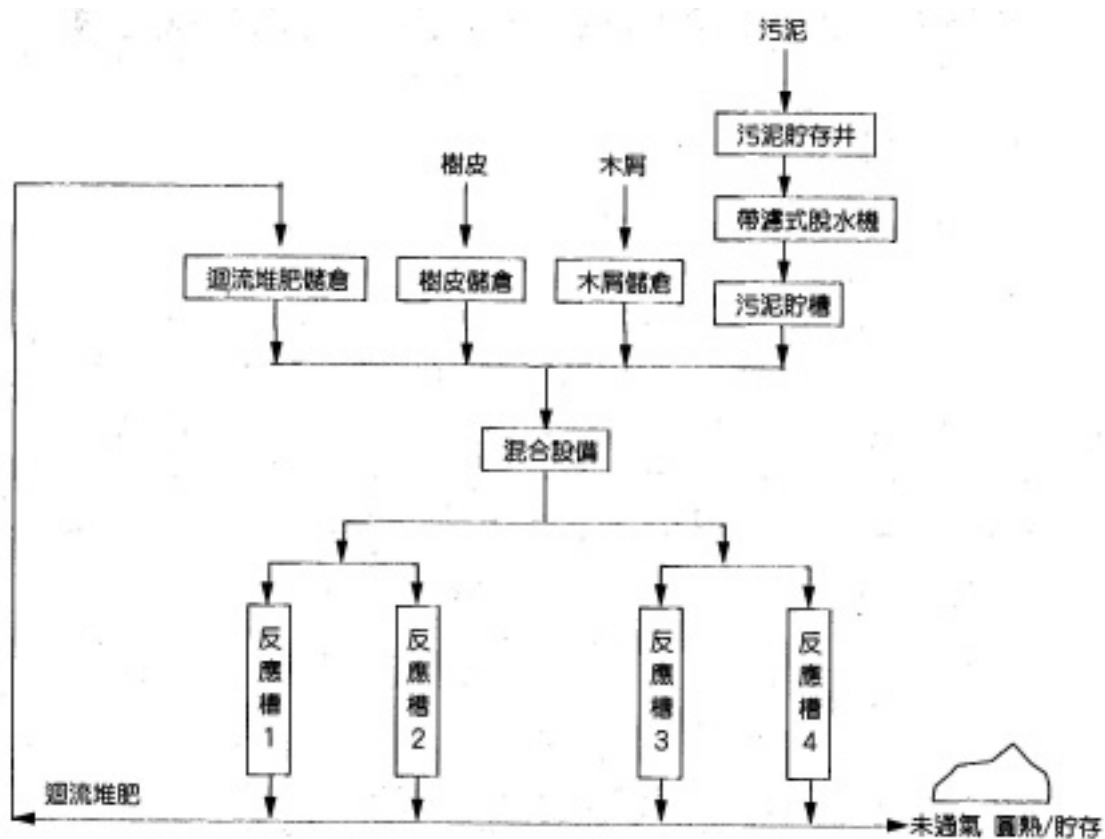


圖 6.32 A 市堆肥廠處理流程圖

該廠使用之槽式堆肥化設備與圖 4.15 相同，為水泥製成，共有 4 座，每作之尺寸為 223m×6.1m，堆肥堆積高度為 3m，共計處理量為 16,500m<sup>3</sup>。經混合之物料可由反應槽 1 與 2、3 與 4 間之輸送帶進入，另每 2 個反應槽亦共同使用一翻堆設備（通常每週至少翻堆一次）此設備與圖 6.33 相似。而每個反應槽皆設有 12 個 18 公尺長之通氣區，每一通氣區使用 2 部鼓風機，固每個應槽共有 24 部，其可採正壓或負壓方式，前者通氣流經堆肥而帶出，後者則通過堆肥向下吸入，但因所吸入之空氣之水分易腐蝕鼓風機之軸承，同時空氣中之水分使樹皮含水率飽和反有礙空氣流入，因此其操作仍以正壓式為主。圖 6.34 為反應槽內溫度變化情形，由圖中可見其操作可達 55℃ 以上，且維持 3 天以上之標準。依原設計值，混合物於反應槽約經 3 週後，堆肥粗成品可移至圓熟/貯存區，覆蓋約 2 個月，未覆蓋約需 4 個月，其採不通氣靜堆方式，堆積高度約 3~4m 可使成品腐熟，唯實際操作時發現即使已進行圓熟/貯存 6 個月後，當物料再放回反應槽內部仍會發熱，因此，後段已考慮用通氣方式，但仍需考量廠內既設空間問題。圖 6.35 為反應槽內之質量平衡情形，表 6.15 為成品之組成分析，而表 6.16 為堆肥之使用規範及標準。

表 6.15 A 市下水污泥堆肥組成

成分	含量範圍	單位
總固體物	61~63.4	%
10%溶液之電導度	510~1,080	mhos/cm
10%溶液之 pH	6.8~8.5	
總有機碳 (TOC)	210,000~260,000	mg/kg
熱值	4,000~4,532	Btu/lb
總氮 (TKN)	2,450~2,700	mg/kg
氨氮	1,900~2,300	mg/kg
有機氮	520~800	mg/kg
硝酸氮	0.14~88	mg/kg
總磷	2.7~4,400	mg/kg
Ca	1,800~30,000	mg/kg
K	2.0~1,600	mg/kg
As	3.7~12	mg/kg
Cd	7.7~11	mg/kg
Cr	0.2~54	mg/kg
Cu	190~230	mg/kg
Pb	130~160	mg/kg
Mg	470~530	mg/kg
Ni	18~23	mg/kg
Zn	110~900	mg/kg

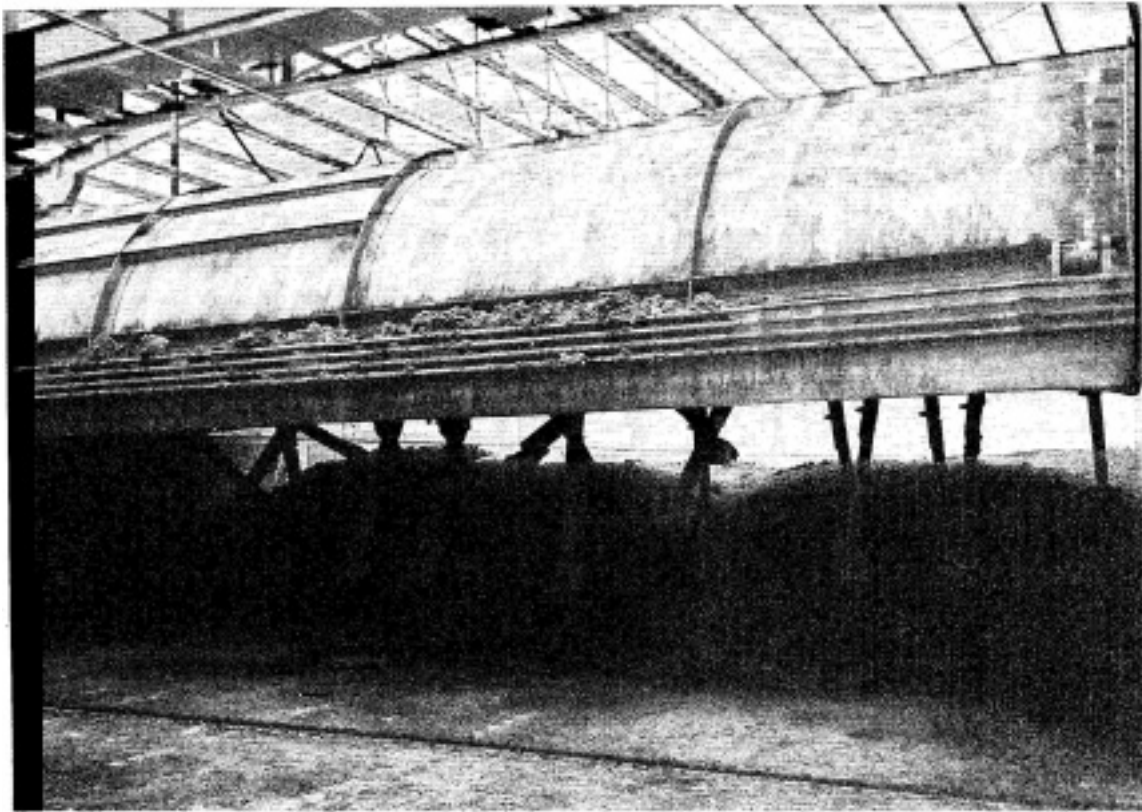


圖 6.33 與美 A 市堆肥廠相似之翻堆設備

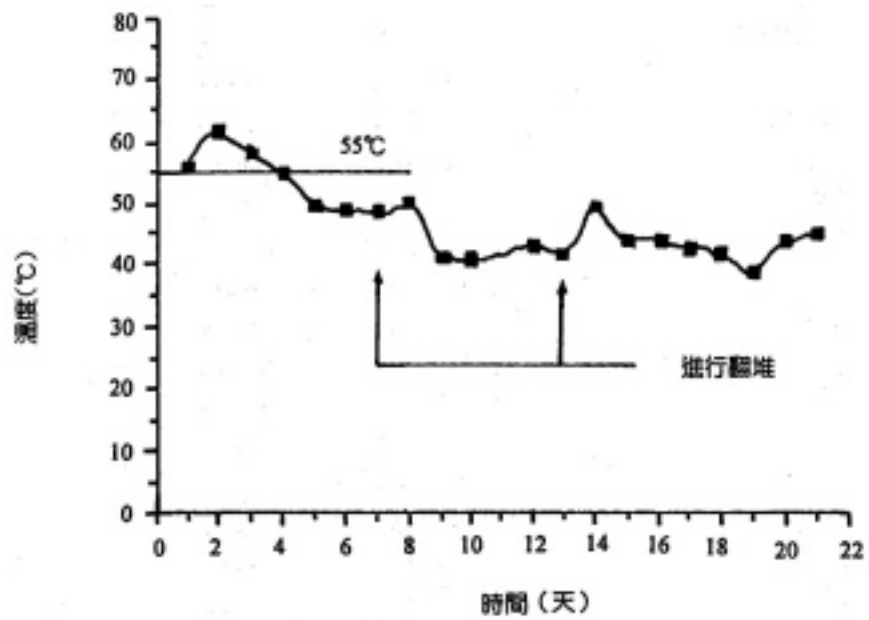


圖 6.34 美 A 市堆肥廠操作溫度變化情形



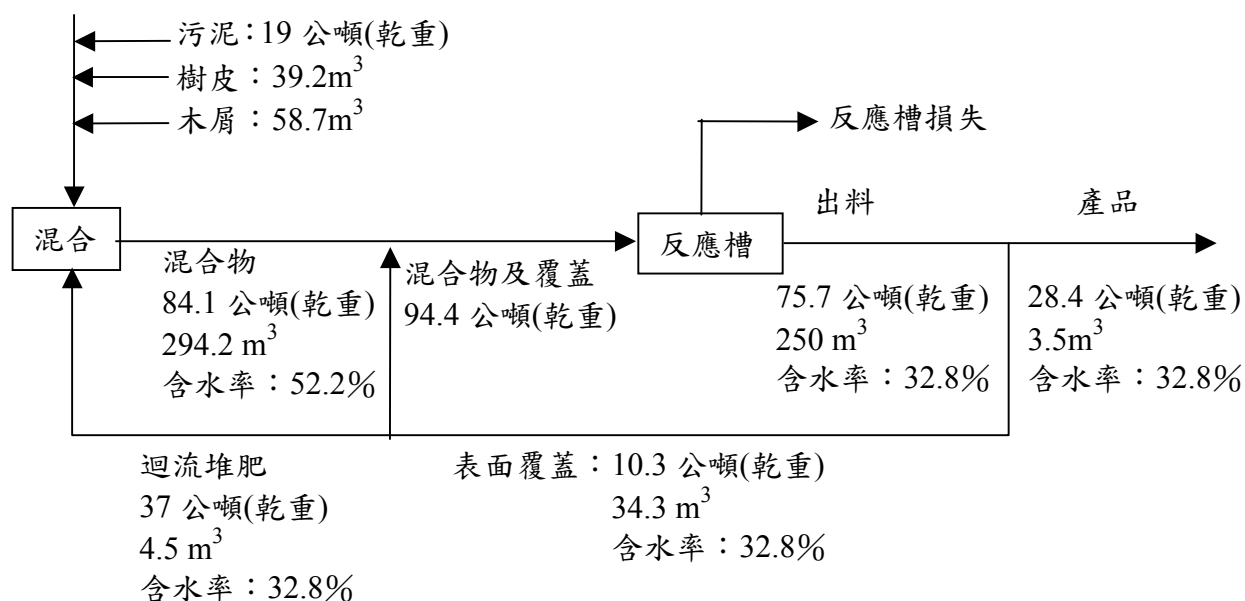


圖 6.35 美 A 市堆肥廠反應槽之質量平衡圖

表 6.16 美國污泥堆肥使用規範與標準

成 分	污泥堆肥分類		
	I <sup>1</sup>	II <sup>2</sup>	III <sup>3</sup>
鎘(Cd)mg/kg	≤12.2	≤25	> 25
鉛(Pb)mg/kg	≤500	≤1,000	> 1,000
PCBmg/kg	≤5	≤10	> 10
Cd/Zn 比	≤0.015	>0.015	>0.015

1. I 級：無使用限制，可用於食用作物

2. II 級：僅可用於園藝，不可用於食用作物，且須提醒消費者其危害性，並得有銷售日誌。

3. III 級：僅可用於掩埋場或裸礦場(strip mine)之再生

該廠之臭味主要來自液狀污泥貯槽，其利用以堆肥為濾材之生物濾床加以處理，可去除約 95% 的臭味。在製程單元方面，當反應槽內之混合物水分偏高，孔隙度差時，其臭味較預估值高出甚多，故該廠原利用室外空氣以 10:1 方式稀釋無效後，而改以腐熟堆肥覆蓋於混合物上方（此部份不計入迴流堆肥量中）。

### 3. 效益分析

該廠含污泥脫水及堆肥處理之操作維護費評估如表 6.17 所示。於該廠規劃時，其設計操作量為乾重 66 公噸/天；1984 年預估需 194.4 萬美元，1987 預估需 207.5 萬美元，而 1987 年處理量減為乾重 21 公噸/天；實際之支出費用約 139.8 萬美元。其於 1988 年共處理乾重 7,104 公噸之污泥，即平均每天約處理乾重 19.3 公噸之污泥，含脫水之實際操作成本如表

6.18 所示。其堆肥成品主要售予表土生產業者(topsoil producers)及園藝業，售價視

訂購量而定，如以一整卡車計，為 25 美元/m<sup>3</sup>，而售予一般大眾之小包裝（約 20 公斤）約 1 美元/袋。

表 6.17 美 A 市下水污泥堆肥廠操作維護費估算表<sup>\*1</sup>

項 目	設計估算值(66 公噸/天・乾重)		1987 年實際支出估算 <sup>*3</sup> (21 公噸/天・乾重)
	1984 <sup>*2</sup>	1987 <sup>*2</sup>	
人事費	528	564	390
電費及燃料費	337	360	187
藥品及材料費	816	871	318
維護費	263	281	50
承包商服務費	0	0	153
管理手續費	0	0	300
合計	1,944	2,075	1,398
每噸乾污泥成本	66.2	70.8	138.8

1. 估算值以每週 7 日計，每年以 365 日計算

2. 含污泥脫水費用

3. 不含脫水費用

表 6.18 美 A 市下水污泥堆肥廠操作成本統計<sup>1</sup>(自 1988 年 1.1~12.31)

單位：美元

項 目	費 用	比 率%
人事費	595,977	29
公用設施	260,275	12
副資材	410,022	20
藥品費 (polymer)	87,911	4
其它	719,729	35
合計	2,073,911	100

1. 含脫水費用

#### 4. 結論

該廠評估污泥處置方式時之所以採用堆肥，與美國 EPA 鼓勵下水污泥再利用政策有關 (49FR 24358, June 12, 1984)。而該廠當初亦有評估採靜堆式 (static pile)，但考量臭味、勞力及物料管理系統等問題後，決定採用槽式 (in-vessel)。若以美國堆肥廠發展情形來看，於 1975 年全美不超過 10 家堆肥廠，而至 1989 年含規劃中與操作中之堆肥廠近 200 家，且其堆肥化系統漸採用槽式。此與國內 20 年前堆肥廠被排斥及目前堆肥廠有逐漸增加趨勢比較，似乎目前在環保相關政策上對堆肥技術之規範與推廣仍有待加強。

## 6.2.6 美 P 市下水道污泥堆肥廠

### 1. 廠內概況

該廠位於紐約州 P 市，其設立於 1986 年 4 月，在此之前廢水處理場之污泥載運至 12 哩遠之掩埋場，但因掩埋場容量預計於 1986 年中飽和，在原擬採與市區垃圾共焚化方案無法成功之際，改以堆肥化方式處理。由於該廠之廢水污泥含來自紙廠之廢棄物，因此其污泥顆粒較大，且有明顯纖維存在，考量在反應槽中之孔隙度問題及操作處理彈性，故採用具攪拌混合功用之迴轉攪拌槽式（與圖 4.16 相似）。該廠投資費用共計 1306.7 萬美元，設計處理量為乾重 31 公噸/天之污泥，於 1988 年時，其實際處理量為乾重 25 公噸/天之污泥。

### 2. 處理流程與設備概要

處理流程如圖 6.36 所示。其使用物料包括污泥、木屑及迴流堆肥，摻配比率如表 6.19 所示。該廠共有 2 座反應槽，採並聯方式，每個反應槽之直徑為 35.4m，為水泥製成之圓柱體置於地面下，而上方則覆有鋁製之圓頂。圖 6.37 為此反應槽之剖面圖，其特點為具迴轉橋之攪拌系統，跨越在反應槽上，並依圓形軌道迴轉，經混合之物料由進料輸送帶送至反應槽之架橋輸送帶上，再卸料至反應槽之邊緣（如圖 6.38），隨著迴轉橋所具之攪拌螺旋鑽將物料由邊緣向軸心移動，由中央出料口出料。一般堆肥床深度約 2.4~2.7m，攪拌軸則以每 2 小時 1 圈之速度轉動，由於該廠需完全處理廢水處理廠之廢水污泥，故並無固定槽內停留時間，通常冬天為 7 日，夏天為 10 日。隨後再經未通氣之圓熟/貯存至少 30 天以上。

表 6.19 美 P 市下水污泥堆肥廠之物料混合比

性 質	污泥/木屑/迴流堆肥	
	設計值	實際值
乾重比	1/0.68/2.68	1/1/3.4
濕重比	1/0.23/0.97	1/0.4/1.7
體積比	1/0.69/1.07	1/1.5/3.3

該反應槽之通氣系統由槽底之通氣管以正壓方式吹送，其以 PVC 管排列成圓形，並由中心向反應槽壁方向密集，即其共區分為 5 個曝氣區，而通氣管上方原鋪設木屑層以防堆肥掉入排氣孔內，但後來發現木屑因水分而形成一「硬盤」，導致反應槽因而停車 2 個月，且需以人工方式清除，隨後則改鋪設 #1 石頭。圖 6.38 為廠內之通氣系統概況。由反應槽產生之臭味因原預估值相當低，故原擬採直接排放至大氣方式處理，但當正式運轉時卻發生嚴重臭味問題，使 1.5km 外之住家抱怨，該廠遂採單段填充式濕式洗滌塔，以處理臭味。此設計以氫氧化鈉及次氯酸鹽混合以去除硫化氫，但此系統卻無法處理來自堆肥處理之氨氣。故其改由含硫酸及去氨劑之特用化學品，臭味氣體於此系統約

停留 2.3 秒，排氣先經除霧器，再由臭味氣體處廠場房上方 1.5m 高之煙囪排放。由於成效仍欠佳，由相關單位之建議改採二段式，即前段為硫酸及去氮劑，第二段為氫氧化鈉及次氯酸鹽。

於反應槽內之質量平衡如圖 6.39 所示，其中污泥與堆肥成份分析如表 6.20 所示。

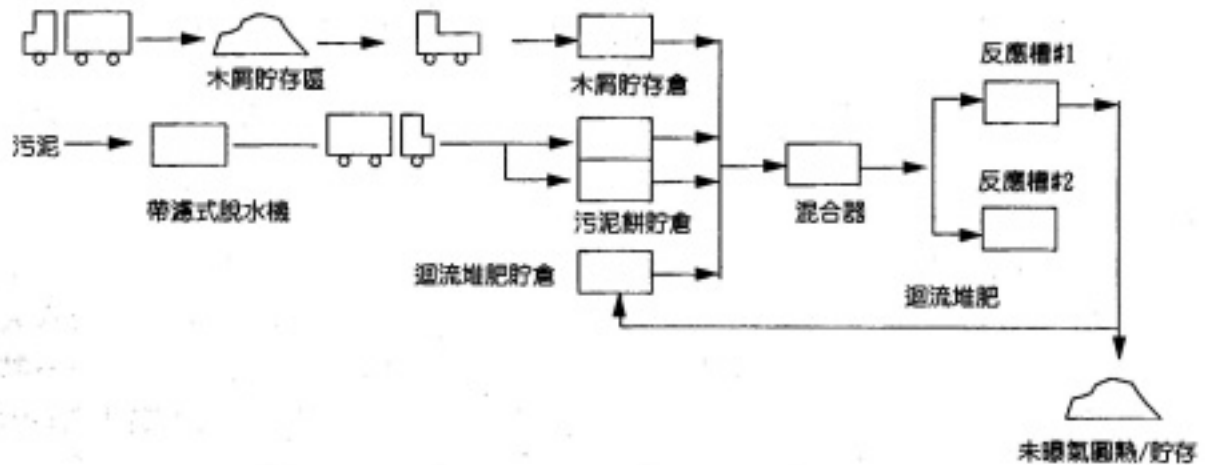


圖 6.36 美 P 市下水污泥堆肥廠流程圖

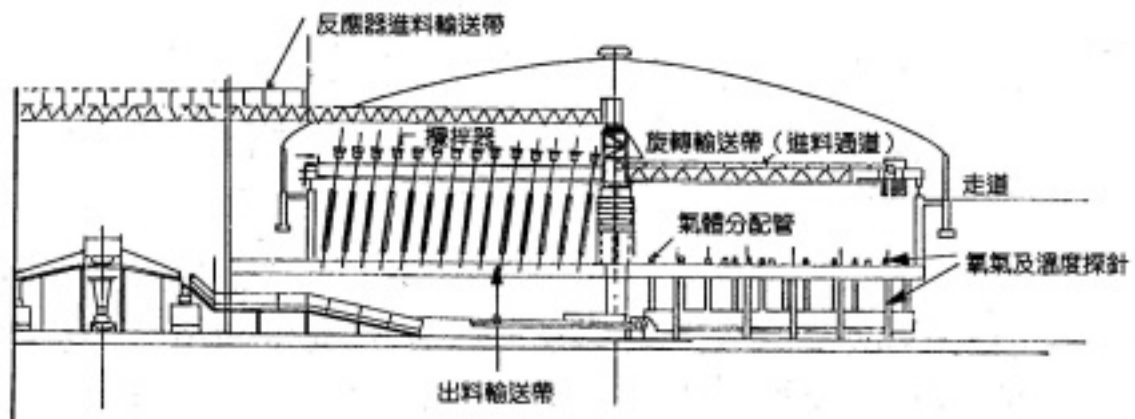


圖 6.37 美 P 市下水污泥堆肥廠堆肥槽剖面圖

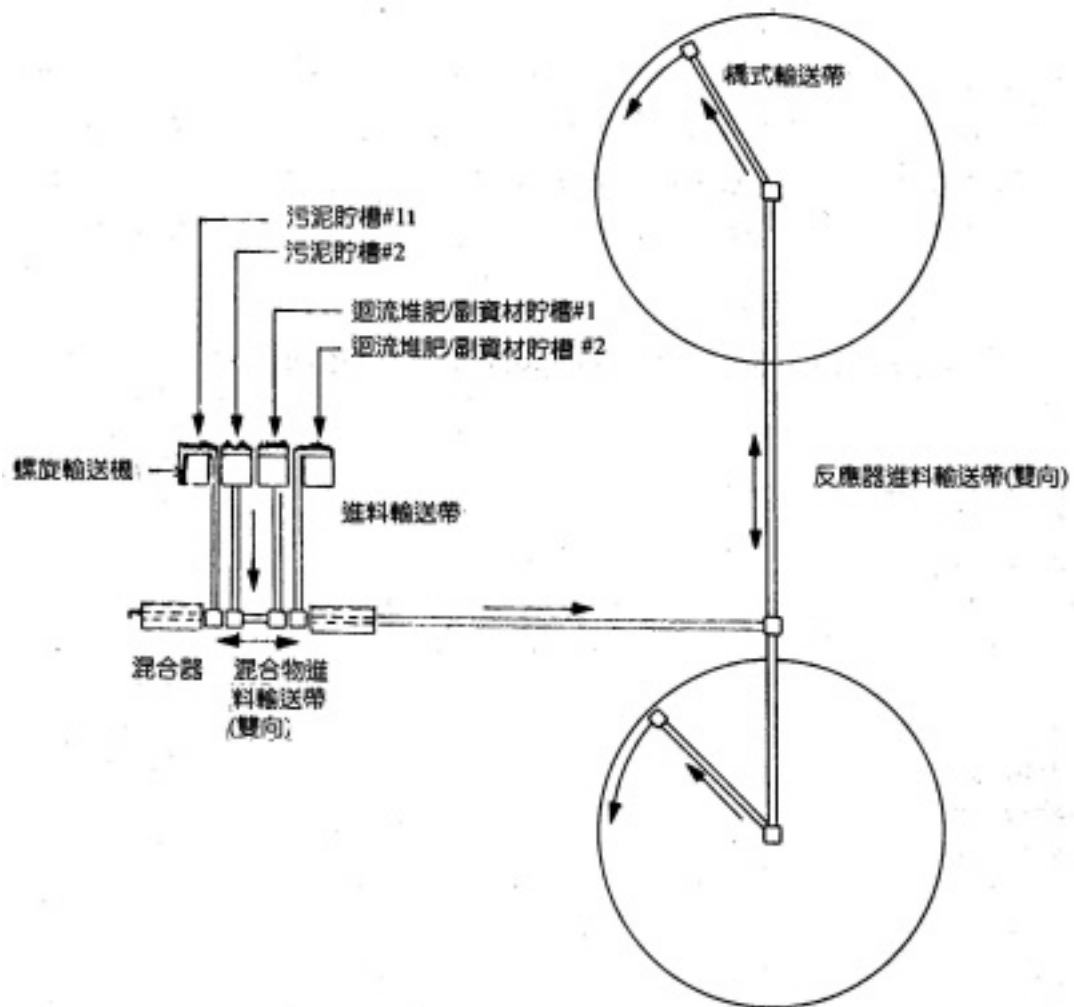


圖 6.38 美 P 市下水道污泥堆肥廠進料輸送系統

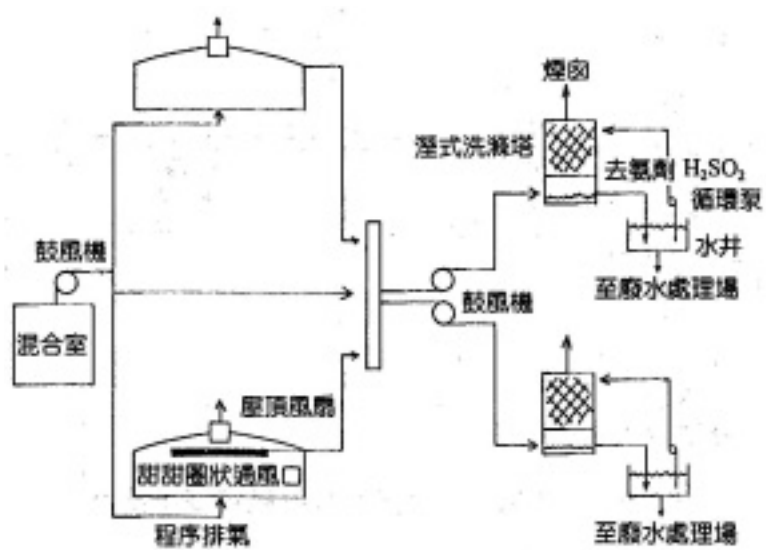


圖 6.39 美 P 市下水道污泥堆肥廠通氣系統

### 3.效益分析

該廠之操作維護成本分析如表 6.21 所示，於 1988 年之總額為 106 萬美元，1987 年該廠約售出 3,600 公噸，收入為 1,120 美元（其中部份為售予政府單位，故無收入），同年該政府花費 2 萬美元處理費，以處理剩餘的 9,080 公噸堆肥作為掩埋場之覆土。1988 年共處理乾重 6,664 公噸之污泥，產製 23,056（濕重）公噸之堆肥，售出 25%，其餘則花費了 4 萬美元之堆肥處置費。

表 6.20 美 P 市下水道污泥堆肥廠污泥及堆肥特性

成 分	污 泥	堆 肥	州立堆肥標準 <sup>1</sup>
總固體物%	17	50	—
揮發性固體物%	85	82	—
總氮（TKN）%	4.3	2.5	—
氨氮（NH <sub>3</sub> -N）%	0.11	0.59	—
鉻（Cr）ppm	17	17	1,000
鎘（Cd）ppm	3.1	1.6	10
銅（Cu）ppm	182	167	1,000
鎳（Ni）ppm	17	11	200
鉛（Pb）ppm	36	26	250
鋅（Zn）ppm	159	156	2,500
汞（Hg）ppm	0.36	0.36	10
PCBs	0.81	<0.17	1
磷（P）	—	2,700	—
鉀（K）ppm	—	1,000	—

1.此標準為分級 1 之最大容許含量（此類產品僅限使用於種在土壤之食用作物）

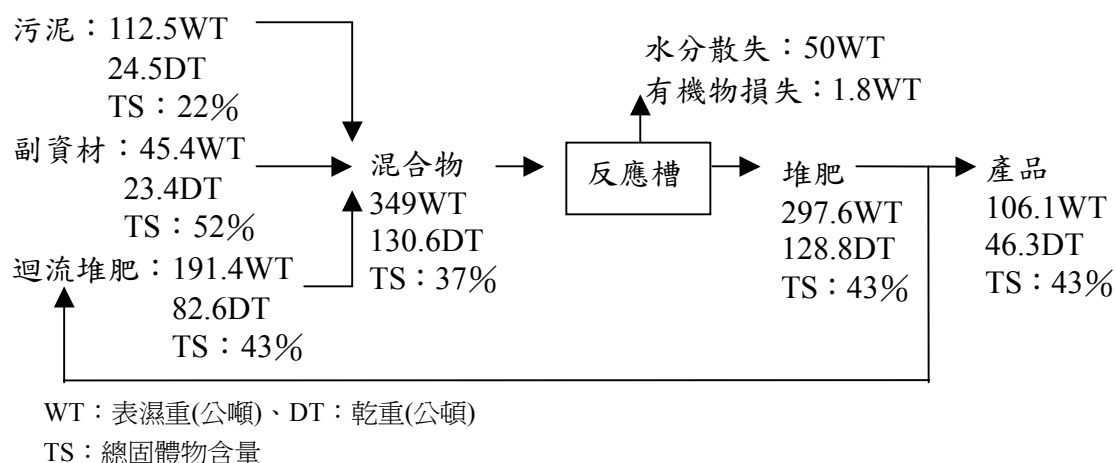


圖 6.40 美 P 市下水道污泥堆肥廠質量平衡圖

#### 4. 結論

以美國地理環境與我國比較，似乎其廢棄物更有掩埋條件，如土地問題應不若國內嚴重，但在此案例中，則可見廢水污泥經堆肥處理後仍需支付費用以作掩埋表土，就經濟考量著實不是一個好的污泥處理法，但就環境條件而言，則可作為國內廢棄物處理的一個典範。

表 6.21 美 P 市下水道污泥堆肥廠操作維護成本分析

項 目	1983 年計劃估算	計劃估算值於 1988 年總值	1988 年工廠實際預算
人事費	122	139	125
電量	60	68	250
藥品費	173	198	—
木屑	—	—	225
臭味控制藥品費	—	—	120
維修費	45	51	140
雜項	20	23	—
自來水及地下水	—	—	60
污泥搬運費	—	—	100
剩餘堆肥處置費	—	—	40
合 計	420	479	1,060



## 第七章 工廠進行堆肥化處理之評估與建議

### 7.1 可行性評估

對工廠而言，倘若廠內的事業廢棄物希望以堆肥處理方式進行資源回收，應如何進行呢？首先，應先確認此類廢棄物是否含有害物質，即非「有害事業廢棄物認定標準」中之物質，屬一般事業廢棄物（由於成品最終為土地利用，故應採較嚴謹之作法）。其次；再進一步了解所含可作植物利用之營養成分為何；如氮、磷、鉀、有機質等。接下來則是進行初步堆肥可行性試驗（可自行或委託）及相關評估；如配比、肥效、市場接受性、工程技術、二次污染防治技術、操作維護及財務評估等。以上這些步驟主要是對事業廢棄物可採堆肥化處理提出事實證明，而非只是主觀認定可行或不可行。

當試驗結果證明可行時，廠內應採何種方式應視各廠概況而定，如廢棄物產生量、產生頻率（每日、定期或不定期）、廠內管理事業廢棄物原則，及未來廠內的規劃等。對工廠而言，倘能委託既有堆肥廠處理是最方便的，但要尋找到合作廠商需要一番努力，另也可考慮於廠內設置中間處理設施（如乾燥、或利用套裝堆肥設備）製成半成品再交予堆肥廠。對單一工廠而言，另外設置一堆肥廠並不容易，其原因包括可能需由廠外收集添加的副資材，及需有專責人員進行堆肥生產流程的控制及產品銷售等，即涵蓋的程序較多，對工廠而言，負擔可能較重。而若能結合區域內工廠籌組設立廢棄物共同或聯合堆肥處理場，亦是可行的方案。針對上述建議方案內容可參考表 7.1。

若工廠的事業廢棄物以堆肥處理方式進行回收再利用，依廢棄物清理法相關規定屬再利用行為，於現行廢棄物清理法、事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準、環境保護事業機構管理辦法中之相關條文包括：

- （1）再利用：係指事業機構產生之事業廢棄物自行、販賣、轉讓或委託做為原料、材料、燃料、填土或其他經中央主管機關及目的事業主管機關認定之用途行為。
- （2）再利用之類別及管理方式
  - ①一般事業廢棄物再利用之類別及管理方式，由中央主管機關會商目的事業主管機關公告：未經公告再利用之一般事業廢棄物，或有害事業廢棄物得檢具再利用計畫申請核准。
  - ②事業廢棄物經中央主管機關及中央目的事業主管機關認定，以再利用方式較符合資源永續使用方法者，不得以再利用以外之方式最終處置。
- （3）再利用之規範
  - ①一般事業廢棄物再利用之用途應符合主管機關或目的事業主管機關之相關規定；其輸出國外或大陸地區者，應符合該國或地區之規定。再利用前之貯存清除應符合設施標準之規範。

- ②一般事業廢棄物再利用於原料、燃料者，以經政府機關登記有案之工廠為限，其再利用為燃料者，燃燒設備及廢氣排放應經當地主管機關核准。

#### (4) 再利用之申報

提供一般事業廢棄物再利用之事業機構應於每年六月及十二月底，將一般事業廢棄物再利用之名稱、種類、數量、用途及再利用者向事業機構所在地之主管機關申報備查。

**表 7.1 工廠進行廢棄物堆肥處理可行性評估內容**

項 目	執行方式	備註
確認為一般事業廢棄物	委託環保署許可環境檢驗測定機構分析	1.參考有害事業廢棄物認定標準 2.檢測機構可電詢環保署環檢所第一組 TEL：02-9170987 轉 819、862、864
事業廢棄物基本特性分析	委託相關檢測機構分析	1.請參考 3.1 節 2.可委託學術單位（農學院所）、各農業改良場、經濟部商檢局。（請參考附錄）
堆肥可行性相關試驗	1.依特性分析結果擬定物料摻配比例 2.收集摻配副資材 3.擬定試驗方法 4.於場內自行試驗或委託學術單位、農業改良場進行。	1.請參考 3.2 及 3.3 節
委託既有堆肥場代處理	1.收集堆肥廠資料並電話查詢。 2.至堆肥廠現場訪視了解其產製流程及經營現況。 3.當雙方有合作意願可簽定合作契約，以向環保單位證明。	1.請參閱附錄堆肥場資料。 2.可獎勵廠內員工提供資料。 3.現場訪視時最好準備無害證明文件及少許樣品。 4.堆肥廠評估內容請參考表 7.2。
廠內設置中間處理設施	1.先決定擬採用中間處理設施的型式，如乾燥、焚化或堆肥化。 2.評估處理容量。 3.規劃處理後成品之處置方式。 4.決定適用的設備。	1.若因廢棄物水分偏高遭堆肥廠拒收，建議可考慮於廠內設置乾燥設備。
籌設事業廢棄物共同堆肥處理廠	1.決定同一區域內可共同堆肥處理之廠商資料，並了解其意願。 2.召開協調會。 3.籌組共同處理推動小組。 4.進行共同處理廠之規劃評估工作。	1.請參考附錄二工業廢棄物處理體系輔導要點。 2.工業污染防治服務團可提供輔導。
籌設事業廢棄物聯合堆肥處理廠	1.由數家工廠主動邀請一家堆肥廠聯合處理。 2.召開協調會。 3.籌組共同處理推動小組。 4.進行聯合處理廠之規劃評估工作。	1.請參考附錄二工業廢棄物處理體系輔導要點。 2.工業污染防治服務團可提供輔導。

表 7.2 委託堆肥場代處理時之評估內容

內 容	評 估 原 因
1.堆肥場基本資料（場名、地址、電話、負責人、聯絡人等）	聯絡用基本資料
2.工廠登記文件或核准設立堆肥場文件	依肥料管理規則之規定肥料製造廠商需具備此資格
3.堆肥場使用物料種類及來源	1.可與本廠廢棄物作一比較，有雷同者可提供廠商資料，以提高其意願。 2.確認其使用物料是否可能含有害成分，避免日後成品有問題時，引起糾紛。
4.產製情形及污染防治設施概況	當評估結果欠佳時，應慎重考慮，以確保本廠權益
5.產品之肥料登記證字號及銷售情形	1.依法需有肥料登記證字號方可製造及販賣。 2.倘銷售欠佳，可能面臨堆肥場因產量減少拒收廢棄物之情形。
6.確認堆肥場是否有公害（臭味）問題，遭鄰近居民抗議	倘常有此困擾，可協助之或慎重考慮之。

## 7.2 未來趨勢

根據統計，台灣地區每年產生事業廢棄物高達 1,200 萬公噸，其中約有 52% 可回收再利用，行政院環保署為鼓勵產業界進行廢棄物資源回收再利用，已於 84 年 7 月 19 日修正發布「事業廢棄物清除處理方法及設施標準」明列事業廢棄物再利用條文規定。為順利推動再利用，再 84 年 10 月 11 日訂定之「環境保護事業機構管理辦法」，亦規定廢棄物之再利用符合廢棄物清理法及相關法規之規定者，可排除取得「清除、處理許可證」，使事業廢棄回收再利用合法化，此舉使國內產業界資源化再利用工作邁向一大步。

為促進資源永續利用，確保資源有效利用，廢棄物回收再利用是目前政府既定目標及措施。目前擬具之「資源回收再利用」草案，即考慮產品生命週期之全程予以整理規範，從設計、製造、銷售至使用、棄置各階段考慮回收再利用可行性，同時配合輔導、獎勵措施等誘因，來達到資源回收之目標。為順利推動事業廢棄物再利用，目前政府已就其再利用技術、市場需求及確保成本等因素評估其再利用可行性，並擬依序公告資源回收再利用之種類及符合資源永續使用之方式。

## 7.3 建議

對一般工廠而言，廠內廢棄管理業務以往多由總務部門負責，即習慣將廢棄物清理視為一物料的出廠。但隨著廢棄物清理相關法規增修訂，及環境因素日漸複雜（如掩埋場不足的問題等），目前法規雖未規定工廠需設置廢棄物處理專責人員，但建議廠內負責此作業之部門應加強相關法規內容及資訊之收集與了解，以確保工廠權益。如目前廠內所採用

之方式是否合乎法規要求？目前廢棄物委託清除的方式是否有可能因環境因素而中斷？對這些狀況廠內的應變措施或替代方案為何？換句話說，即應了解工廠可承受之環保衝擊性如何，及其應變策略。而除了被動的應變策略外，建議廠內亦可積極進行廢棄物減量，及長期的經濟與環保評估。

## 附錄一 相關單位資料

### 一、政府單位

單 位 名 稱	地 址	電 話	傳 真
經濟部工業局第七組	台北市信義路三段 41 之 3 號 5 樓	(02)754-1255 轉 2722	(02)7081204
經濟部技術處	台北市福州街 15 號	(02)3567310	(02)3514850
經濟部商品檢驗局	台北市濟南路一段 4 號	(02)3431806 (02)3431807	(02)3932324 (02)3560998
經濟部中央標準局	台北市敦化南路二段 333 號 12 樓	(02)7375562	(02)7330194
經濟部國際貿易局	台北市湖口街 1 號	(02)3510271 轉 320/325	(02)3513603
行政院農業委員會	台北市南海路 37 號	(02)3812991	(02)3810341
台灣省政府農林廳	南投市中興新村光華路 8 號	(049)332865	(049)351011
台灣省農業藥物毒物試驗所	台中縣霧峰鄉中正路 189 號	(04)3302101~3	(04)3323073
台灣省林務局	台北市杭州南路一段 2 號	(02)3515441	(02)3414281
台灣省糧食局	台北市杭州南路一段 15 號	(02)3937231	
台灣省山地農牧局	南投市中興新村光華路 6 號	(049)339191	(049)324344
台灣省農業試驗所	台中縣霧峰鄉中正路 189 號	(04)3302301~5	(04)3333816
省農試所嘉義試驗分所	嘉義市民權路 2 號	(05)2771341	(05)2773630
省農試所鳳山熱帶園藝試驗分析	鳳山市文山里園藝巷 4 號	(07)7310191	(07)7315590
台灣省林業試驗所	台北市南海路 53 號	(02)3817107	(02)3142234
台灣省菸葉試驗所	台中縣大里市中興路一段 157 號	(04)3393204	(04)3325075
台灣省糖業研究所	台南市生產路 54 號	(06)2671911	(06)2685428
台灣省香蕉研究所	屏東縣九如鄉玉泉村榮泉街 1 號	(08)7392111	(08)7393647
台灣省蠶峰業改良場	苗栗縣公館鄉南村 261 號	(037)222111	(037)221277
台灣省茶葉改良所	桃園縣楊梅鎮金龍里 324 號	(03)4822059	(03)4824716
省茶茶改良場魚池分場	南投縣魚池鄉中山路 270 巷 13 號	(049)855106	(049)856605
省茶葉改良場林口分場	台北縣林口鄉東湖路 48 號	(02)6011423	
台灣省種苗繁殖場	台中縣新社鄉大南村興中街 46 號	(04)5811311	(04)5811577
台北區農業改良場	三重市重新路四段 2 號	(02)9814849	
花蓮區農業改良場羅東分場		(039)801707	
桃園區農業改良場	桃園縣新屋鄉後庄村 16 號	(03)4768216	(03)4768477
台中區農業改良場	彰化大村鄉茄苳路一段 361 巷 200 號	(04)8523101	(04)8525841
台南區農業改良場	台南市林森路一段 350 號	(06)2679526	(06)2696523

單 位 名 稱	地 址	電 話	傳 真
台南區農業改良場朴子分場	嘉義縣朴子鎮德興里 120 號	(05)3792060	(05)3794495
高雄區農業改良場	屏東市民生路瑞光里農事巷 1 號	(08)7228158~6	(08)7229467
高雄區農業改良場澎湖分場		(06)9212645	
台東區農業改良場	台東市中華路一段 675 號	(089)325110	(089)318572
花蓮區農業改良場	花蓮縣吉安鄉吉安村 144 號	(038)521108	(038)533740

## 二、環保單位

單 位 名 稱	地 址	電 話
行政院環保署	台北市中華路一段 41 號	(02)3117722
台灣省政府環境保護處	台中市南屯區黎明路二段 497 號 1 樓	(04)2521718
台北市政府環境保護局	台北市市府路 1 號 7 樓	(02)7206301
高雄市政府環境保護局	高雄市四維三路 2 號 10 樓	(07)3368333
台灣省政府環境保護處北區環境保護中心	台北市南港區昆陽街 161-1 號	(02)7850510
台灣省政府環境保護處中區環境保護中心	台中市南屯區黎明路二段 497 號 7 樓	(02)2553349
台灣省政府環境保護處南區環境保護中心	高雄縣鳳山市經武路 85-21 號	(07)7479882
台北縣環保局	台北縣板橋市漢生東路 278 號 6 樓	(02)9628121
基隆市環保局	基隆市信義區東光路 253 號	(02)4651115
桃園縣環保局	桃園市縣府路 1 號 10 及 11 樓	(03)3386021
新竹市環保局	新竹市東大路二段 105 號	(035)339011
新竹縣環保局	新竹縣竹北中正西路 50 號 3 樓	(035)519344
苗栗縣環保局	苗栗市建功里中正路 191 號	(037)358325
花蓮縣環保局	花蓮市林森路 465 號	(038)335724
宜蘭縣環保局	宜蘭市泰山路 66-5 號	(039)365207
台中市環保局	台中市復興路一段 59 號	(04)2611121
台中縣環保局	台中縣豐原市中山路 273 巷 18 號	(04)5279880
彰化縣環保局	彰化市健興路 1 號	(04)7244026
南投縣環保局	南投市彰南路二段 61 號	(049)237531
嘉義市環保局	嘉義市吳鳳北路 184 號 5 樓	(05)2251775
嘉義縣環保局	嘉義縣朴子市大葛里大糠榔 1609 號	(05)3794477
雲林縣環保局	雲林縣斗六市大學路三段 600 號	(05)5340414
台南市環保局	台南市中華東路二段 133 巷 72 號	(06)2686751
台南縣環保局	台南縣新營市三民路 72 號	(06)6355013
澎湖縣環保局	澎湖縣馬公市中正路 115 號	(06)9272757
高雄縣環保局	高雄縣鳥松鄉澄清路 834 號	(07)7319500
屏東縣環保局	屏東市民生路 261 號	(08)7341239
台東縣環保局	台東市更生北路 136 號	(089)221999

### 三、財團法人、研究機構

單 位 名 稱	地 址	電 話	傳 真
財團法人中國技術服務社工業污染防治中心工業污染技術服務團	台北市敦化南路二段 97 號 6 樓	(02)3255486	(02)7000464
財團法人中國技術服務社工業污染防治中心工業減廢專案	台北市敦化南路二段 97 號 7 樓	(02)7022831	(02)7098825
財團法人中國技術服務社環保科技中心	台北市忠孝東路四段 280 號 8 樓	(02)7733317	(02)7732404
財團法人中國技術服務社觸媒研究中心	苗栗縣頭份郵政信箱 88 號	(037)637105	(037)628564
財團法人工業技術研究院化工所	新竹市光復路二段 321 號	(035)732001	(035)732349
財團法人工業技術研究院能源與資源研究所	新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號之 6	(035)721321	(035)820030
財團法人工業技術研究院污染防治中心環境策略技術小組	新竹市光復路二段 321 號	(035)732622	(035)732349
財團法人工業技術研究院污染防治技術發展中心	新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號	(035)916002	(035)820231
財團法人工業技術研究院量測技術發展中心	新竹縣光復路二段 321 號	(035)912242	(035)716231
財團法人工業技術研究院化工所事業廢棄物交換資訊服務中心	新竹縣光復路二段 321 號	(035)732664	(035)732349
財團法人工業技術研究院能資所工業減廢技術擴散中心	台南市平安工業區新樂路 55 號	(06)2631785	(06)2631796
財團法人工業技術研究院航太中心	新竹縣光復路二段 321 號	(035)732290	(035)727321
財團法人工業技術研究院 CFC 紓解技術輔導小組	新竹縣光復路二段 321 號	(035)732001	(035)732349
財團法人台灣產業服務基金會	台北市復興南路二段 268 號 10 樓之 1	(02)7335606	(02)7335302
中華民國清潔生產中心	新竹縣光復路二段 321 號	(035)732003	(035)732000
財團法人亞太科學技術協會	台北市長安東路二段 81 號 8 樓	(02)5082416	(02)5082263
財團法人台灣電力研究試驗中心	台北市羅斯福路三段 245 號 4 樓	(02)3620912	(02)3632933
中國紡織工業研究中心	台北縣土城市承天路 6 號	(02)2670321	(02)2675111
中油煉製研究所	嘉義市民生南路 239 號	(05)2224171	(05)2250324
台大慶齡工業研究中心	台北市基隆路三段 130 號	(02)3630231	(02)3625950
節約用水宣導與技術服務團	新竹縣竹東鎮中興路四段 195-6 號 24 館	(035)914339	(035)820038

單 位 名 稱	地 址	電 話	傳 真
財團法人中國生產力中心	台北市敦化北路 340 號 2 樓	(02)7137731	(02)7149337
財團法人中華民國電機電子產品發展協會	三重市重新路五段 609 巷 14 號 9 樓之 9	(02)9993600	(02)9993494
財團法人食品工業發展研究所	新竹市食品路 331 號	(035)223191	(035)214016
財團法人中華民國品質管制協會	台北市羅斯福路二段 75 號 10 樓	(02)3631344	(02)3627663
財團法人中華民國企業環境保護協會	台北市杭州南路一段 15-1 號 20 樓	(02)3214722	(02)3214791
財團法人中衡發展中心	台北市敦化北路 8 號 7 樓	(02)7513468	(02)7817790
國立台灣大學全球變遷研究中心	台北市信義路二段 33 號 9 樓之 3	(02)3625896	(02)3633642
美亞環保聯盟	台北市基隆路一段 333 號 32 樓 3207 室	(02)7201550	(02)7577086
中華植物保護學會	台中市國光路 250 號中興大學植病系	(04)2873181	(04)2873791
中華民國蠶絲協會	台北市重慶南路一段 15 號 5 樓	(02)3885598	
亞洲蔬菜研究發展中心	台南縣善化鎮益民寮 60 號	(06)5837801	(06)5830001
財團法人生物技術開發中心	台北市長興街 81 號	(02)7325123	(02)7325181

#### 四、廢棄物回收處理相關單位

單 位 名 稱	地 址	電 話	傳 真
財團法人保綠基金會	台北市仁愛路四段 445 號 5 樓	(02)7505638	(02)7731895
台灣區廢鉛蓄電池回收清除處理委員會	三重市重新路五段 609 巷 10 號 10 樓	(02)9992828	(02)9992626
財團法人聯合廢輪胎處理基金會	台北市吉林路 299 巷 1 號	(02)5930964	(02)5932914
財團法人中華民國廢輪胎處理基金會	台北市建國北路二段 96 號 4 樓	(02)5098122	(02)5080922
財團法人愛鋁基金會	台北市中山北路三段 27 號 8 樓之 1	(02)5996072	(02)5996073
財團法人中華民國輸入業環境保護基金會	台北市松江路 101 號 5 樓之 1	(02)5076907	(02)5076904
台灣區農藥工業同業公會	台北市建國北路二段 96 號 7 樓	(02)5034666	(02)5034405
台北市農藥肥料商業同業公會	台北市松江路 38 巷 20 號 4 樓	(02)5642872	(02)5373585
財團法人中華民國保麗龍回收再生協會	桃園市中正路 1205 號 15 樓之 3	(03)3571620	(03)3565385
財團法人惜福基金會	台北市羅斯福路三段 231 號 4 樓之 1	(02)3661455	(02)3661494
財團法人鐵罐回收基金會	台北市庫倫街 12 號 2 樓	(02)5967297	(02)5967283
財團法人一般廢棄物回收清理處理基金會	台北市漢口街一段 45 號 7 樓	(02)3753013	(02)3753011



## 附錄二 工業廢棄物處理體系輔導要點

經 濟 部 推 動 工 業 廢 棄 物 處 理 體 系 輔 導 要 點  
行政院環保署

□82130 經(82)工○八○八九九號

□82129(82) 環署廢字第○一○二六號

- 一、為協助工業界合作處理其製造過程產生之廢棄物，輔導成立工業廢棄物處理體系（以下簡稱處理體系），以兼顧環境保護及經濟發展，特訂定本要點。
- 二、本要點之處理體系分為以下兩種：
  - （一）共同處理體系：產生同類廢棄物之工廠共同投資設立處理廠（場）負責處理投資人之工業廢棄物。
  - （二）聯合處理體系：產生同類廢棄物之工廠聯具有廢棄物清除處理合作意願者共同投資處理處置廠（場）負責處理投資人之工業廢棄物。產生同類廢棄物之工廠，其投資比率以不低於百分之五十為原則。
- 三、處理體系之籌備工作，由同業公會召集會員工廠，或由三家以上工廠發起籌備會議邀請有關工廠，共同組成推動小組。
- 四、處理體系應由推動小組檢附下列文件向經濟部申請，並由經濟部、行政院環境保護署邀請有關機關審查核准後始得設立：
  - （一）設廠（場）計畫書（包括土地、財務、建造時程、投資人名冊及建廠管理等）。
  - （二）工業廢棄物清理計畫書。
  - （三）污染防治計畫書。
  - （四）營運管理計畫書。
- 五、處理體系為將來擴大處理容量，或增進處理效能所需之研究發展，應成立研發擴建基金。
- 六、處理體系之處理容量如有餘裕，得提供其他工廠參與投資，並接受處理廢棄物。前項投資應納入研發擴建基金管理之。
- 七、計畫成立處理體系之業者，可檢附以下文件於每年五月底前向經濟部、行政院環境保護署申請技術之研究開發或處理體系先驅計畫：
  - （一）工業廢棄物之名稱、數量、產生源、物理化學特性。
  - （二）目前之處理現況及遭遇困難。
  - （三）參與處理體系業者之名冊與切結同意書。
  - （四）計畫構想書。
- 八、處理體系得申請適用下列獎勵措施：

- (一) 所需資金得由投資人共同擔保，依規定申請「民營事業污染防治設備低利貸款」。
  - (二) 投資人得按其投資污染防治設備之金額申請投資抵減。
  - (三) 進口污染防治設備得依規定免徵進口關稅。
- 九、本要點所需之申請文件，其格式另訂之。
- 十、本要點經濟部會同行政院環境保護署公告後施行；修正時亦同。

### **成立工業廢棄物處理體系申請須知**

- 一、對象：符合推動工業廢棄物處理體系輔導要點（以下簡稱要點）之處理體系，其組織得以股份有限公司為原則。
- 二、申請應檢附文件：
  - (一) 工廠廢棄物處理體系設立申請文件一份，(格式如附件一)。
  - (二) 設廠（場）計畫書五份，(格式如附件二)。
  - (三) 污染防治計畫書五份，(格式如附件三)。
  - (四) 營運管理計畫書五份(格式如附件四)。
  - (五) 工業廢棄物清理計畫書五份，(請依照行政院環境保護署規定事業廢棄物清理計畫書格式撰寫)
- 三、受理單位：經濟部工業局。
- 四、申請程序：處理體系應由堆動小組檢具第二項文件，向經濟部工業局申請。
- 五、審查與核准程序：由經濟部工業局邀請行政院環保署及相關單位複審，核准後始得設立，並視用核准投人之事業廢棄物清理計畫書，作業流程如附件五。

### **附件一 設廠（場）計畫書格式**

- 一、緣由
- 二、廠（場）址（並須檢附土地所有權狀或土地使用同意書）
- 三、參與投資人名冊及切結書
- 四、處理廢棄物之種類、數量及來源
- 五、處理方法及處理流程
- 六、建廠工程與管理（含建廠規劃、設計、施工及技術供應等軟、硬體之管理。）
- 七、機器設備概要（含主要廠房機器設備清表）
- 八、預定工程進度
- 九、財務分析
  - (一) 開發成本估計（土地、廠房、機器設備及其他）

- (二) 營運成本估計 (人事、操作維護費及其他)
- (三) 投資資金來源及償還方式

## 附件二 污染防治計畫書格式

### 一、環境調查報告：

- (一) 設廠地點土地使用分類 (係工業區、農業區、住宅區、商業區或其它) 與使用概況。
- (二) 鄰近環境狀況 (地理條件、地理位置、地形地勢、氣象等環境品質)。
- (三) 承受水體名稱及用途 (無廢水排放者免填)。
- (四) 可能對環境之影響。

環境品質 (大氣品質、河川分類及水質標準) 及污染物排放標準規定 (包括廢氣、廢水及廢棄物與噪音等管制標準)。

### 二、從處理方法、處理程序及工廠管理之改善以減輕污染之 (廠內改善) 措施 (設明是否為低污染性之處理方式或考慮有價資源副產物之回收等)。

### 三、有關廢氣防治方面：

- (一) 使用原料、燃料種類、數量及製造流程。
- (二) 廢氣排放源 (以製程圖標示)。
- (三) 廢氣特性、排氣量、排氣濃度 (預估值) 及設計處理量。
- (四) 廢氣處理原則或處理方式及預期處理成效。
- (五) 廢氣處理流程。
- (六) 處理設備描述 (設備處理能量、材質及規格等)。

### 四、有關廢水防治方面：

- (一) 廢水來源 (用水、原料與產品種類、數量、生產時間)。
- (二) 廢水量、水質狀況 (時間變化、季節性變化、生產改變化之可能變化)。
- (三) 設計水量、水質。
- (四) 廢水處理原則或處理方法及預期處理成效 (應包括污泥處置措施)。
- (五) 廢水處理流程及設計圖。
- (六) 設計規格 (水力設計、功能負荷、土木結構設計標準)。
- (七) 水力設計及功能設計計算。
- (八) 主要設備及其規格 (機械設備、電氣、儀表、管材等)。

### 五、有關噪音管制方面：

- (一) 建設開發其間之噪音振動來源。
- (二) 營運空間之噪音來源。
- (三) 噪音源及噪音量。
- (四) 噪音防治管理、處理方式及預期處理效果。

(五) 噪音處理設施及設施描述。

六、最終事業廢棄物處理(置)：

(一) 廢棄物來源。

(二) 廢棄物特性及排放量。

(三) 廢棄物處理(置)方式及預期處理成效(應包括二次污染防治措施)。

七、緊急應變措施。

### 附件三 營運管理計畫書格式

一、營運組織(含人力分析及組織運作)

二、廢棄物進出管制措施

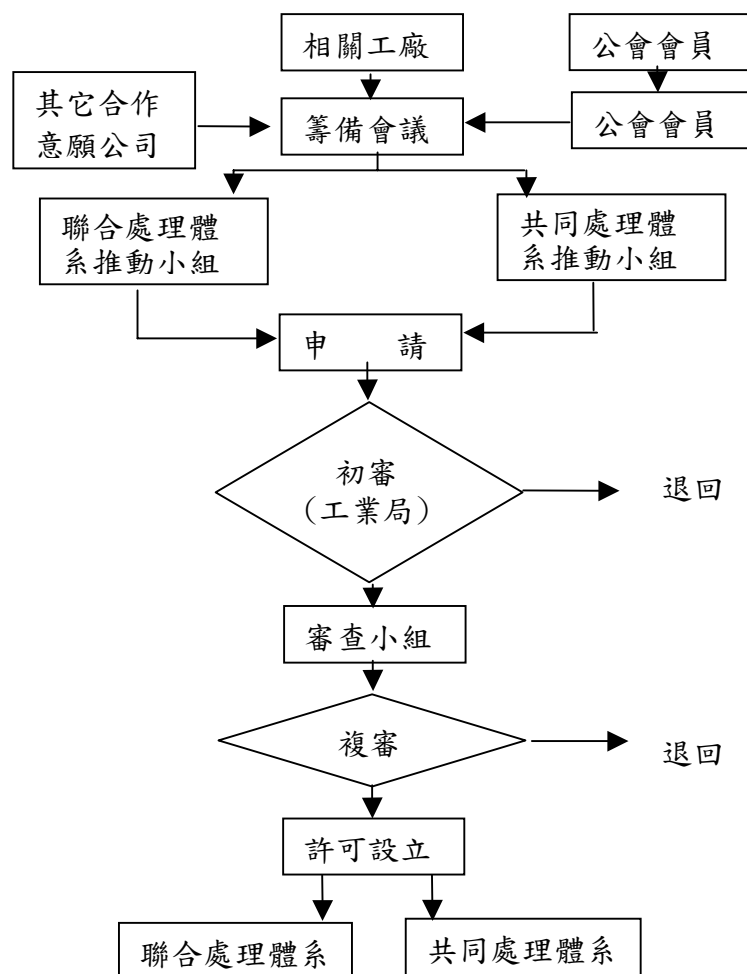
三、設備之操作與維護

四、污染控制措施

五、營運財務分析與處理費用評估

六、關廠計畫及停業之責任保證

### 附件四 申請許可作業流程圖



## 附件五 申請書

<p>成立工業廢棄物處理體系申請書</p> <p>茲依「經濟部、行政院環保署推動工業廢棄物處理體系輔導要點」之規定，申請設立工業廢棄物處理體系</p> <p>此致</p> <p style="text-align: center;">經濟部工業局</p> <p style="text-align: right;">申請人：(簽章)</p> <p style="text-align: right;">申請日期：          年          月          日</p>						
處理體系		<input type="checkbox"/> 聯合處理體系 <input type="checkbox"/> 共同處理體系				
公司名稱					電話	( )
設 廠 地 點	廠 址	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>縣          市鄉          村          鄰</span> <span>路          段          巷          弄          號</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>市          區鎮          里</span> <span>街                                  樓</span> </div>				
	地 號			使用分區或 用地類別		
資 本 額						
代 表 人	姓 名			身 分 證 統一編號		電話
	住 址					
參 與 投 資 人 或 單 位	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	
	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	
	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	
	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	
	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	
	單 位 名 稱 (或姓名)				地址： 電話：	

## 附錄三 一般事業廢棄物再利用計畫申請程序

### 1. 一般事業廢棄物再利用計畫申請程序及檢附文件

一般事業廢棄物之再利用，應由產生廢棄物之事業機構與再利用機構，共同填具申請書（如后），並由再利用機構或事業機構檢附下列資料送廢棄物產生地主管機關，核轉中央主管機關核准。

- （1）事業機構與再利用機構之工廠登記證影本或相關證明文件（由所在地目的事業主管機關出具）並加蓋印鑑。
- （2）事業廢棄物的來源、名稱、種類、數量及成分分析。
- （3）事業廢棄物再利用方法、原理、流程、用途及污染防治設施。
- （4）事業廢棄物再利用後剩餘廢棄物之處理及最終處置方式。
- （5）事業廢棄物之再利用清運方式。
- （6）再利用用途符合主管機關或目的事業主管機關相關規定之證明文件。
- （7）其他經中央主管機關指定之事項。

### 2. 申請應注意事項

- （1）依事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準公告為在利用或強制再利用之一般事業廢棄物毋須提出再利用之申請，未經公告之廢棄物採再利用者，應依設施標準第三十一條第二項規定提出申請。
- （2）事業機構產生之廢棄物依清理法第十條之一公告應回收之一般廢棄物，依設施標準第六條規定及相關清除處理辦法規定辦理。
- （3）一般事業廢棄物再利用申請主體，可為事業機構或再利用機構，但申請時必須有明確廢棄物來源之事業機構、再利用機構及再利用之目的與用途。
- （4）事業廢棄物之檢測分析應為環保署認可之檢測機構為之。
- （5）事業廢棄物再利用之清運，應於再利用事業廢棄物清理計畫中敘明清楚。
- （6）廢棄物特性包括產生過程、物理、化學及毒物性質溶出特性等，應具體說明，以作為再利用可行性判斷之依據。
- （7）廢棄物再利用於用途時應就再利用之共同事項，以及個別必須注意事項，分別載明其使用方法、規範、使用限制及其他必須遵行事項。

未經公告再利用類別及管理方式之一般事業廢棄物再利用

申請日期： 年 月 日

項目	申請書內容及文件	頁碼	初 審 (請打√)	地方 主管 機關	承辦人	科(課)長	單位主管
1. 申請機構	名稱			地方 主管 機關			
	地址						
	負責人						
	電話						
2. 機構基本資料	事業機構名稱			初			
	事業機構工廠登記證影本						
	再利用機構名稱						
	再利用工廠登記證影本/相關證明文件						
3. 廢棄物基本資料	來源			審			
	種類						
	名稱						
	數量						
	成本分析報告			意			
4. 再利用方式	方法						
	原理						
	流程						
	用途			見			
	污染防治設施(含貯存、清除及處理)						
5. 清運方式	自行或委託清運						
	清運車輛、車號						
	清運路線方式						
6. 再餘利廢用棄後物剩	成本分析						
	處理方式						
	最終處理方式						
7. 其它	申報作業說明						
8. 事業機構印鑑		9. 負責人印鑑		10. 再利用機構印鑑		11. 負責人印鑑	

說明：一、1.欄至 7.欄申請內容依計畫書頁碼填具。

二、2.欄規定檢附之相關文件係指所在地目之事業主管機關出具，並加蓋印鑑。

三、8.-11.欄若非單一產生或再利用機構均應加蓋公司章、負責人章於空白頁，並填具名稱、地址、聯絡電話，且裝訂於後頁。

四、再利用申請程序：由事業廢棄物或再利用機構填具本申請表及再利用計畫書送廢棄物產地主管機關，轉中央機關核准。

五、初審欄：由地方主管機關就文件項目審核登載。

## 附錄四 肥料管理規則

☐行政院 78.5.15 台七十八農一二六七〇號函核定修正

☐行政院農業委員會 78.6.30 農糧字第八一二一七二九 A 號令發布施行

- 第一條 為確保肥料品質，以促進農業生產，特訂定本規則。
- 第二條 凡經營肥料輸入、製造成販賣業（以下簡稱肥料業）者，除法令另有規定外，悉依本規則管理之。
- 農民自產自給及家庭園藝用之有機質肥料，不適用本規則管理。
- 第三條 本規則所稱主管機關；中央為行政院農業委員會；在省（市）為省（市）政府農林廳（建設局）；在縣（市）為縣（市）政府。
- 第四條 本規則所稱肥料，指供給植物養分或促進植物養分利用之物品，其種類如下：
- 一、三要素及次量微量要素肥料：包括氮、磷、鉀之三要素肥料，鎂、鈣、矽之次量要素肥料，硼、錳、鋅等之微量要素肥料。
  - 二、有機質肥料：包括植物質肥料、動物質肥料（含其排泄物）及其混合之肥料。
  - 三、複合肥料：二種以上三要素肥料複合，或再與次量、微量要素肥料、有機質肥料複合者。
  - 四、植物生長輔助劑：不屬前三款肥料，而對植物生長有促進作用者。
- 肥料之品目及規格，由中央主管機關公告之。肥料訂有國家標準者，其品質應符合國家標準。
- 第五條 肥料輸入或製造業者應向該管縣（市）主管機關申請登記，轉請省主管機關發證後，方可輸入或製造。在直轄市，應逕向該管主管機關申請辦理。
- 肥料登記證之有效期間為四年，期滿前六個月內申請展延，每次展延之期間不得超過四年。專供試驗、研究及辦理登記用之肥料，其輸入、製造經省（市）主管機關核准者，不受第一項之限制。
- 肥料登記證不得供他人使用，其登記發證及展延，應符合中央主管機關之規定。
- 第六條 肥料登記證應記載下列事項：
- 一、登記證字號及有效期間。
  - 二、肥料品目及廠牌。如有商品名稱者，其名稱。
  - 三、保證成分、性狀及包裝淨重（容）量。
  - 四、製造或輸入業者名稱、地址及負責人。
  - 五、其他經中央主管機關公告指定之事項。



前項應記載事項，非經省（市）主管機關核准，不得變更。

第 七 條 肥料包裝或容器，應以中文標示下列事項。

- 一、肥料登記證字號。
- 二、肥料品目及廠牌、有商品名稱者，其名稱。
- 三、保證成分、性狀及包裝淨重（容）量。
- 四、製造或輸入業者名稱及地址。
- 五、製造工廠之名稱及廠址。
- 六、使用方法。如附有說明書者，其說明書。
- 七、製造年、月。
- 八、其他經中央主管機關公告指定之事項。

肥料標示之使用或變更，應經省（市）主管機關核准。變更標示後，原標示應於六個月內更換完成。

輸入肥料，得在包裝或容器上，以外文標示名稱、廠址，其外文標示不得大於中文標示。

第 八 條 肥料登記證遺失或毀損者，應於十五日內向所在地主管機關申請，由原發證機關補發或換發。

第 九 條 肥料販賣業開業或歇業，應向直轄市或縣（市）主管機關申請登記。但零售家庭園藝用肥料或肥料製造、輸入業者將其製造、輸入之肥料批發者，得免辦肥料販賣業登記。

第 十 條 輸入或製造肥料，應於輸入販賣或出廠前，依照商品檢驗法規定，報請經濟部商品檢驗局（以下簡稱商品檢驗局，包括所屬分局）檢驗合格，領有合格證書，並加附檢驗合格標識後，始得販賣。

未列入商品檢驗局應施檢驗之肥料，由輸入或製造業者自行抽樣，經委託中央主管機關公告之機構試驗，達到保證成分後，始得販賣。

第 十一 條 肥料販賣業者不得分裝肥料。

第 十二 條 肥料業者以廣告推銷肥料時，應註明肥料登記證字號及保證成分，不得超越肥料登記證之內容，作虛偽、影射、誇張或其他不正當之廣告。

第 十三 條 主管機關應不定期派員檢查轄區內肥料業者產銷情形，每年至少一次，業者不得拒絕檢查，並應提供正確資料。

檢查人員執行檢查時，應出示身分證明文件。封存或抽取樣品時，應由該業負責人或在場員工會同封緘。

第 十四 條 主管機關查獲肥料涉嫌有下列情形之一者，得先予封存，並由肥料業者具結保管；涉及品質者，應出具收據，抽取樣品送驗後，再分別核定：

- 一、未具肥料登記證，擅自製造、加工或輸入者。

二、含有足以損害植物、土壤或危害人體健康之物質者。

三、摻雜、抽換降低肥料品質之雜物、國內外產品或分裝肥料者。

四、保證成分、有害成分、性狀、包裝淨重（容）量與肥料登記證記載內容不符者。

五、未依規定標示或標示不實者。

主管機關對前項核定結果，應儘速通知肥料業者。自封存之日起至通知之日止，其期間不得超過二個月。

第十五條 肥料業者對於前條之通知有異議時，得於核定通知送達後十日內，以書面向主管機關提出申復。但以一次為限。品質不合格者，其申復應包括複驗，複驗費用由肥料業者負擔。

第十六條 肥料經核定結果不符本規定者，肥料業者應於主管機關所通知之期限內收回，並在同一批肥料包裝上註明「禁售」字樣後，依下列規定處理：

一、違反肥料登記或標示規定者：限期補正，經直轄市或縣（市）主管機關派員查驗合格後始得販賣。

二、違反肥料品質規定者：

（一）移供製肥原料用，由直轄市或縣（市）主管機關派員監督之。

（二）補正保證成分：補正保證成分後符合規格，經中央主管機關核准後，得申領肥料臨時登記證，並依第十條第一項規定，報請檢驗合格加附標識後始得販賣。

（三）含有害物逾量者，在限期內由省（市）、縣（市）主管機關派員監督處理之。

依前項第二款第二目申領之肥料臨時登記證，限該批肥料使用。

第一項之情形如有違反商品檢驗法或其他法令定者，應即移送該管主管機關處理。

第十七條 肥料業者於六個月內違反本規定逾二次或經通知限期處理而逾期不處理者，直轄市或縣（市）主管機關應公告其廠商名稱、地址、負責人姓名、品目、商品名稱及違規事實；其情節重大者，經中央主管機關核准，並得撤銷其肥料登記證。

第十八條 肥料輸入或製造業歇業或停業滿兩年者，應將所領之肥料登記證繳銷，不繳銷者，由主管機關公告銷註之。

第十九條 本規則所定申請書、登記證等格式，由中央主管機關定之。

前項登記證之證書費，其收繳由省（市）主管機關依預算程序辦理。

第二十條 輸入或製造有機質肥料、植物生長輔助劑或已領肥料登記證之業者，應自本規則修正施行後一年內辦理肥料登記證之領證或換證。

第二十一條 本規則自發布日施行。

肥料品目及規格表

□78.6.30農糧字第八〇二〇三二三A號公告

□79.6.6農糧字第九〇二〇二六〇A號公告修正

□80.10.9農糧字第〇〇二〇五三三A號公告修正

□85.3.6農糧字第五〇二〇一四三A號公告修正

## 氮肥(一)類

編號・CNS總號 品 目(名)	保 證 成 分 低 限(%以上)	有 害 成 分 高 限(%以下)	其 他 規 定 事 項
一〇一 一三〇九 尿素	全氮— 無裹粉者：46.0% 裹粉者：45.0%	每含1.0%全氮量計— 二縮尿態氮：0.02%	—
一〇二 一九五六 裹覆尿素	全氮：35.0%	每含1.0%全氮量計— 二縮尿態氮：0.02%	氮素之初期溶出率50.0%以下
一〇三 一九五七 甲醛縮合尿素	一、全氮：35% 二、如保證水溶性氮：0.02%	每含1.0%全氮量計— 二縮尿態氮：0.02%	一、全氮中水溶性氮在50.0%以上時，尿素態氮應20.0%以下。 二、全氮中水溶性氮未達50%時，其氮之活性係數(※)應40.0%以上。 ※指冷水不溶性氮與熱緩衝液不溶性氮之差，除以冷水不溶性氮所得之係數
一〇四 一九五四 丁烯縮合尿素	全氮：28.0%	每含1.0%全氮量計— 二縮尿態氮：0.02%	尿素態氮：3.0%以下。
一〇五 一九五五 異丁烯縮合尿素	全氮：28.0%	每含1.0%全氮量計— 二縮尿態氮：0.02%	尿素態氮：3.0%以下。
一〇六 一九五八 硫酸氨基尿素	全氮：32.0%	每含1.0%全氮量計— 砷：0.004%	一、雙氰胺態氮：應在全氮量之10.0%以下。 二、胍態氮：應全氮量之5.0%以下。
一〇七 二六二 硫酸銨	銨態氮：20.5%	每含1.0%全氮量計— 硫氰酸：0.01% 氨基磺酸：0.01% 游離硫酸：0.01% 砷：0.004%	一、水分：0.5%以下。 二、經CNS 386篩析試驗，留在0.355mm網上者應佔90%以上，留在0.6mm網上者應佔50%以上。

—〇八 —九五〇 腐植酸銨	銨態氮：4.0%	每含1.0%銨態氮量計— 亞硝酸：0.04%。 磷：0.004%。	一、硫酸鹽類（以 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 表示）：10.0%以下。 二、不溶於3.5%鹽酸，但可溶於1.0%氫氧化鈉溶液者，須佔肥料總量之50%以上。
—〇九 —九五九 乙二醯胺肥料	全氮：30.0%	（註五）	—
——〇 五三 氯化銨	銨態氮：25.0%	（註五）	—
——— 五五 硝酸銨	全氮：32.0% 銨態氮：16.0% 硝酸態氮：16.0%	（註五）	水分：0.7%以下。
——二 —九五三 硝酸銨鈣	一、全氮：20.0% 銨態氮：10.0% 硝酸態氮：10.0% 二、如保證（符合一）— 鹼度（以CaO計，以下同）：10.0%。及檸檬酸溶性氧化鎂：0.50%	（註五）	
——三 —九六三 尿素硝酸銨（液態）	全氮：27.0% 銨態氮：1.0% 硝酸態氮：1.0%	每含1.0%全氮量計— 二縮脲態氮：0.02% 亞硝酸：0.04%	—
——四 —九五二 硝酸鈣	硝酸態氮：10.0%	每含1.0%硝酸態氮量計— 亞硝酸：0.04%	—
——五 —九五— 硝酸鈉肥	硝酸態氮：15.5%	（註五）	—
——六 二六六 氰氨化鈣	一、全氮— 粉狀：20.0%。 粒狀：18.0%。 二、鹼度：50.0%。 三、純氰氨化鈣— 粉狀：57.0%。 粒狀：50.0%。	（註五）	一、粒狀：粒徑0.5~5mm之間者應佔80%以上。 二、碳化鈣 $(\text{CaC}_2)$ ：1.5%以下。 三、雙氰胺 $((\text{CNNH}_2)_2)$ 態氮：應佔全氮量之20.0%以下。 四、磷化鈣 $(\text{Ca}_3\text{P}_2)$ ：0.5%以下。

——七 ——九六〇 副產氮肥	<p>一、符合下列中之一項者—</p> <p>1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：7.0%。</p> <p>2.銨態氮與硝酸態氮之合計量：7.0%。</p> <p>本項保證成分：1.0%。</p> <p>二、如保證（符合一）—</p> <p>水溶性氧化鎂：5.0%。</p> <p>水溶性錳：0.75%。</p>	<p>每含1.0%上項氮量計—</p> <p>硫氰酸(HSCN)：0.01%。</p> <p>氨基磺酸：0.01%。</p> <p>二縮脲態氮：0.02%。</p> <p>亞硝酸：0.04%。</p> <p>砷：0.004%。</p>	須經過作物毒害試驗證明無害者。
——八 ——九六二 副產氮肥(液態)	<p>符合下列中之一項者—</p> <p>1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：5.0%。</p> <p>2.銨態氮與硝酸態氮之合計量：5.0%。</p> <p>本項保證成分1.0%</p>	<p>每含1.0%上項氮量計—</p> <p>硫氰酸(HSCN)：0.01%。</p> <p>氨基磺酸：0.01%。</p> <p>二縮脲態氮：0.02%。</p> <p>亞硝酸：0.04%。</p> <p>砷：0.004%。</p>	須經過作物毒害試驗證明無害者。
——九 ——九六一 混合氮肥	<p>一、符合下列中之一項者—</p> <p>1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：15.0%。</p> <p>2.銨態氮與硝酸態氮之合計量：15.0%。</p> <p>本項保證成分：1.0%。</p> <p>二、如保證（符合一）—</p> <p>1.水溶性氧化鎂：1.0%。</p> <p>2.水溶性硼：0.02%。</p> <p>3.水溶性錳：0.05%。</p> <p>4.全鋅、水溶性鋅：0.05%。</p>	<p>每含1.0%上項氮量計—</p> <p>硫氰酸(HSCN)：0.01%。</p> <p>氨基磺酸：0.01%。</p> <p>二縮脲態氮：0.02%。</p> <p>亞硝酸：0.04%。</p> <p>砷：0.004%。</p>	本項肥料以氮肥混和氮肥，或氮肥混和氧化鎂、硼、錳、鋅之一項以上者。
——二〇 ——一四三六 混合氮肥(液態)	<p>一、符合下列中之一項者—</p> <p>1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：10.0%。</p> <p>2.銨態氮與硝酸態氮之合計量：10.0%。</p> <p>本項保證成分：1.0%。</p> <p>二、如保證（符合一）—</p> <p>氧化鎂、錳、鋅(水溶性)之保證成分同「混合氮肥」。</p>	<p>每含1.0%上項氮量計—</p> <p>硫氰酸(HSCN)：0.01%。</p> <p>氨基磺酸：0.01%。</p> <p>二縮 態氮：0.02%。</p> <p>亞硝酸：0.04%。</p> <p>砷：0.004%。</p>	本項肥料以氮肥混和氮肥，或氮肥混和氧化鎂、硼、錳、鋅之一項以上者。

磷肥(二)類

編號・CNS總號 品 目(名)	保 證 成 分 低 限(%以上)	有 害 成 分 高 限(%以下)	其 他 規 定 事 項
二〇一 四二七 過磷酸鈣	一、檸檬酸銨溶性磷酐( $P_2O_5$ ): 18.0%。 二、水溶性磷酐: 16.0%。	每含1.0%檸檬酸銨溶性磷酐量計— 硫氰酸: 0.1%。 氨基磺酸: 0.01%。 鎳: 0.00015%。 砷: 0.004%。	—
二〇二 一二〇二三 重過磷酸鈣	一、檸檬酸銨溶性磷酐: 30.0%。 二、水溶性磷酐: 28.0%。	每含1.0%檸檬酸銨溶性磷酐量計— 鎳: 0.00015%。 砷: 0.004%。	—
二〇三 一二〇二〇 燒製磷肥	檸檬酸銨溶性磷酐: 34.0%。	每含1.0%檸檬酸銨溶性磷酐量計— 鎳: 0.00015%。	90%以上須通過0.21mm網目。
二〇四 四二八 焙製磷肥	一、檸檬酸銨溶性磷酐: 17.0%。 鹼度: 40.0%。 檸檬酸溶性氧化鎂: 12.0%。 二、如保證(符合一)— 1.鹽酸溶性氧化矽( $SiO_2$ ): 20.0%。 2.檸檬酸溶性錳: 0.75%。 3.檸檬酸溶性銅: 0.02%	每含1.0%檸檬酸銨溶性磷酐量計— 鎳: 0.00015%。	全部通過2.0mm網目。
二〇五 一二〇一九 腐植酸磷肥	一、檸檬酸銨溶性磷酐: 15.0%。 水溶性磷酐: 1.0%。 二、檸檬酸溶性氧化鎂: 7.0%。 三、如保證(符合一、二)— 1.檸檬酸溶性錳: 0.05%。 2.檸檬酸溶性銅: 0.02%	每含1.0%檸檬酸銨溶性磷酐量計— 亞硝酸: 0.01%。 鎳: 0.00015%。 砷: 0.002%。	一、褐炭、泥炭等煤炭的硝酸分解物使用量,以乾物質量計應15%至30%。 二、褐炭、泥炭等煤炭的硝酸分解物,不溶於3.5%鹽酸但可溶於1.0%氫氧化鈉溶液之部分,應佔乾物質70.0%以上。

二〇六 一二〇二一 加工磷肥	<p>一、檸檬酸銨溶性磷酐：15.0%。 水溶性磷酐：1.0%。</p> <p>二、如保證（符合一）—</p> <p>1.檸檬酸溶性氧化鎂：2.0% 水溶性氧化鎂：0.5%。</p> <p>2.檸檬酸溶性錳：0.75%。</p> <p>3.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.02%。</p>	<p>每含1.0%檸檬酸溶性磷酐量計—</p> <p>鎢：0.00015%</p> <p>砷：0.004%</p> <p>鎳：0.01%</p> <p>鈦：0.04%</p> <p>鉻：0.1%</p>	—
二〇七 一二〇二二 副產磷肥	<p>一、檸檬酸銨溶性磷酐：30.0%。</p> <p>二、如保證（不須符合一）—</p> <p>1.檸檬酸溶性磷酐：20.0% 水溶性磷酐：2.0%。</p> <p>2.檸檬酸溶性氧化鎂：3.0%。</p>	<p>每含1.0%檸檬酸溶性磷酐量計—</p> <p>鎢：0.00015%</p> <p>砷：0.004%</p>	<p>一、食品工業、化學工業副產物製成之磷肥。</p> <p>二、須經過作物毒害試驗證明無害者。</p>
二〇八 一二〇三四 混合磷肥	<p>一、檸檬酸銨溶性磷酐：16.0%。 水溶性磷酐：1.0%</p> <p>二、如保證（不須符合一）—</p> <p>鹼度：15.0%</p> <p>檸檬酸溶性磷酐：3.0%</p> <p>水溶性磷酐：1.0%。</p> <p>三、如保證（符合一或二）</p> <p>1.鹽酸溶性氧化矽：10.0%。</p> <p>2.檸檬酸溶性氧化鎂、水溶性氧化鎂：1.0%。</p> <p>3.檸檬酸溶性錳、水溶性錳：0.05%。</p> <p>4.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.02%。</p> <p>5.全鋅、水溶性鋅：0.05%</p>	<p>每含1.0%檸檬酸溶性磷酐量計—</p> <p>亞硝酸：0.04%</p> <p>鎢：0.00015%</p> <p>砷：0.004%</p> <p>鈦：0.04%</p> <p>鎳：0.01%</p> <p>鉻：0.1%</p>	液態混合磷肥，適用本品目。
二〇九（暫訂） 磷礦粉	<p>一、全磷酐：25.0%。</p> <p>二、檸檬酸溶性磷酐，應佔全磷酐之40.0%。</p>	<p>每含1.0%檸檬酸溶性磷酐量計—</p> <p>鎢：0.00015%</p> <p>砷：0.004%</p> <p>鈦：0.04%</p> <p>鎳：0.01%</p> <p>鉻：0.1%</p>	<p>一、海鳥糞磷肥，適用本品目。</p> <p>二、90%以上須通過0.2mm網目，全部通過2.0mm網目。</p> <p>三、包裝上應標示：「適用於酸性土壤」。</p> <p>四、檸檬酸溶性磷酐含量，暫以四次淋洗合計量計算。</p>

鉀肥(三)類

編號・CNS編號 品 目(名)	保 證 成 分 低 限(%以上)	有 害 成 分 高 限(%以下)	其 他 規 定 事 項
三-〇一 三七〇五 氯化鉀	水溶性氧化鉀( $K_2O$ ): 60.0%。	(註五)	一、碳酸鈉: 0.5%以下。 二、無水硼酸鈉( $Na_2B_4O_7$ ): 0.5%以下。
三-〇二 三四三六 硫酸鉀	水溶性氧化鉀: 50.0%。	每含1.0%水溶性氧化鉀量計— 砷0.004%	一、氯( $Cl_2$ ): 3.0%以下。 二、游離硫酸: 0.5%以下。
三-〇三 一一九六五 碳酸氫鉀	水溶性氧化鉀: 46.0%。	(註五)	氯: 3.0%以下。
三-〇四 一一九六六 粗製鉀鹽	一、水溶性氧化鉀: 30.0%。 二、如保證(符合)— 水溶性氧化鎂: 5.0%。	(註五)	—
三-〇五 一一九六四 硫酸鉀鎂	一、水溶性氧化鉀: 16.0%。 二、水溶性氧化鎂: 8.0%	每含1.0%水溶性氧化鉀量計— 砷0.004%	一、氯: 3.0%以下。 二、游離硫酸: 0.5%以下。
三-〇六 一一九六八 腐植酸鉀	一、水溶性氧化鉀: 10.0%。 二、如保證(不須符合)— 1.檸檬酸溶性氧化鎂: 2.0% 水溶性氧化鎂: 1.0% 2.水溶性氧化鉀: 8.0%	每含1.0%水溶性氧化鉀量計— 亞硝酸: 0.04% 砷0.004%	一、不溶於3.5%鹽酸但可溶於1.0%氫氧化鈉溶液者,須佔該肥料總量之50%以上。 二、硫酸鹽類( $K_2SO_4$ )計: 10.0%以下。 三、碳酸鹽( $CO_3$ )計: 2.0%以下。
三-〇七 一一九六九 矽酸鉀	一、檸檬酸溶性氧化鉀: 20.0%。 鹽酸溶性氧化矽: 25.0%。 二、如保證(符合)— 1.檸檬酸溶性氧化鎂: 3.0%。 2.水溶性氧化鉀: 1.0%。 3.檸檬酸溶性鎂: 0.02%。	(註五)	本品中未反應之氧化鉀應3.0%以下。
三-〇八 一一九六七 加工濃汁鉀肥	水溶性氧化鉀: 6.0%。 檸檬酸溶性氧化鎂: 5.0%。	(註五)	以石灰加入濃汁粗製鉀鹽而成。



三〇九 — 九七〇 副產鉀肥	一、水溶性氧化鉀：6.0%。 二、如保證(符合)一— 檸檬酸溶性氧化鎂：3.0%。	每含1.0%水溶性氧化鉀量計— 砷：0.004%。	—
三一〇 — 二〇一八 混合鉀肥	一、水溶性氧化鉀：6.0%，或檸檬酸溶性氧化鉀：10.0%。 二、如保證(符合)一— 1.鹼度：20.0%。 2.鹽酸溶性氧化矽：10.0%。 3.檸檬酸溶性氧化鎂、水溶性氧化鎂：1.0%。 4.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.02%。 5.檸檬酸溶性錳、水溶性錳：0.05%。 6.全鋅、水溶性鋅：0.05%。	每含1.0%水溶性氧化鉀量計— 亞硝酸：0.04%。 銅：0.00015%。 砷：0.004%。 鉛：0.0065%。 鎂：0.01%。 鈦：0.04%。 鉻：0.1%。	一、硼超過0.2%時包裝袋上應標明：「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。 二、本項肥料以鉀肥混合鉀肥，或鉀肥混合鎂、矽、鈣（鹼度）、硼、錳、鋅之一項以上者。

#### 次量微量要素肥料(四)類

編號・CNS總號 品 目(名)	保 證 成 分 低 限(%以上)	有 害 成 分 高 限(%以下)	其 他 規 定 事 項
四〇一 — 八五一 硫酸鎂	水溶性氧化鎂(MgO)：11.0%。	每含1.0%水溶性氧化鎂量計— 砷：0.04%。	游離硫酸：0.5%以下。
四〇二 — 八五二 氫氧化鎂	檸檬酸溶性氧化鎂：50.0%。	(註五)	須全部通過2.0mm網目。
四〇三 — 二五七二 氧化鎂	檸檬酸溶性氧化鎂：80.0%。	(註五)	98%以上通過3.35mm網目，但通過1.40mm網目者不超過5%。
四〇四 — 八五四 腐植酸鎂	一、檸檬酸溶性氧化鎂：3.0%。 二、水溶性氧化鎂：1.0%。	每含1.0%水溶性氧化鎂量計— 亞硝酸：0.04%。	不溶於3.5%鹽酸但可溶於1.0%氫氧化鈉溶液之部份，須佔該肥料總量之40%以上。
四〇五 — 八五五 木質磷酸鎂	水溶性氧化鎂：5.0%。	每含1.0%水溶性氧化鎂量計— 亞硫酸：0.01%。 砷：0.004%。	由硫酸鹽衍生之氧化鎂：1.0%以下。

四-〇六 一一八五三 加工鎂肥	一、檸檬酸溶性氧化鎂：23.0%。 二、水溶性氧化鎂：3.0%。	每含1.0%檸檬酸溶性氧化鎂量計— 磷：0.004%。	全部通過2.0mm網目，並有60%以上通過0.6mm網目。
四-〇七 一一八五六 副產鎂肥	一、鹽酸溶性氧化鎂：40.0%。 二、檸檬酸溶性氧化鎂：10.0%。	每含1.0%檸檬酸溶性氧化鎂量計— 鎂：0.01%。 鈣：0.04%。 鉻：0.1%。	一、全部通過2.0mm網目，如以礦渣為原料製成者須60%以上通過0.6mm網目。 二、須經過毒害試驗證明無害者。
四-〇八 一一八五七 混合鎂肥	一、檸檬酸溶性氧化鎂：23.0%。 二、水溶性氧化鎂：3.0%。	每含1.0%檸檬酸溶性氧化鎂量計— 亞硝酸：0.04%。 磷：0.004%。 鎂：0.01%。 鈣：0.04%。 鉻：0.1%。	使用副產鎂肥為原料者，尚須經過毒害試驗證明無害者。
四-〇九（暫訂） 鉍合態鎂肥	水溶性氧化鎂 粉狀者：10.0%。 液狀者：4.5%。	（註五）	—
四-二一 一一八四五 生石灰	一、鹼度（CaO計以下同）：80.0%。 二、如保證（符合一）— 鹽酸溶性氧化鎂：8.0%。 檸檬酸溶性氧化鎂：7.0%。	（註五）	—
四-二二 一一八四六 消石灰	一、鹼度：60.0%。 二、如保證（符合一）— 鹽酸溶性氧化鎂：6.0%。 檸檬酸溶性氧化鎂：5.0%。	（註五）	—
四-二三 一一八四七 碳酸鈣	一、鹼度：50.0%。 二、如保證（符合一）— 鹽酸溶性氧化鎂：5.0%。 檸檬酸溶性氧化鎂：3.5%。	（註五）	除由化學反應生產之碳酸鈣外，須全部通過1.7mm網目，並有85%以上通過0.6mm網目。
四-二四 一一八四八 貝殼粉	一、鹼度：35.0%。 二、如保證（符合一）— 檸檬酸溶性氧化鎂：0.5%。	（註五）	—

四-二五 ——八五〇 副產石灰	一、鹼度：35.0%。 二、如保證（符合一）— 檸檬酸溶性氧化鎂：0.5%。	每含1.0%鹼度量計— 鎂：0.01%。但總量不超過0.4%。 鈦：0.04%。但總量不超過1.5%。 鉻：0.1%。但總量不超過4.0%。	使用礦渣為原料者，須完全通過1.7mm網目，並有85%以上通過0.6mm網目。
四-二六 ——八四九 混合石灰	一、鹼度：35.0%。 二、如保證（符合一）— 1.鹽酸溶性氧化鎂：4.5%。 檸檬酸溶性氧化鎂：0.5%。 2.檸檬酸溶性矽、水溶性矽：0.02%。	每含1.0%鹼度量計— 亞硝酸：0.04%。 砷：0.004%。 鎂：0.01%。 鈦：0.04%。 鉻：0.1%。	含有檸檬酸溶性磷酐1.0%以上時，應登記為保證成分。
四-二七（暫訂） 鈣液肥	一、水溶性氧化鈣：6.0%。 二、如保證（符合一）— 1.水溶性氧化鎂：1.0%。 2.水溶性錳：0.50%。 3.水溶性矽：0.10%。 4.水溶性鋅：0.10%。	（註五）	—
四-二八（暫訂） 硫酸鈣	一、鹽酸溶性氧化鈣：20.0% 二、全硫：10.0%。	每含1.0%鹽酸溶性氧化鈣量計— 硫酸：0.01%。 氨基磺酸：0.01%。 錳：0.00015%。 砷：0.004%。	—
四-三一 ——八六六 砂石灰	一、鹽酸溶性氧化矽：20.0%。 二、鹼度：25.0%。	（註五）	全部通過2mm網目並有60%通過0.6mm網目。
四-三二 ——九一〇 矽酸爐渣	一、鹽酸溶性氧化矽( $\text{SiO}_2$ )：20.0%。 二、鹼度：35.0%。 三、如保證（符合一）— 鹼度：30.0%。 並符合下列之一項或二項者。 1.檸檬酸溶性氧化鎂：1.0%。 2.檸檬酸溶性錳：0.75%。	每含1.0%鹽酸溶性氧化矽量計— 鎂：0.01%。但總量不超過0.4%。 鈦：0.04%。但總量不超過1.5%。 鉻：0.1%。但總量不超過4.0%。	一、國家標準之名稱：矽酸鹽熔渣。 二、全通過2.0mm網目，除水淬熔渣外，並有60%以上通過0.6mm網目。

四-三三 一九一〇 石灰爐渣	一、鹽酸溶性氧化矽：10.0%~20.0%。 鹼度：40.0%。 二、如保證（符合一）— 1.檸檬酸溶性氧化鎂：1.0%。 2.檸檬酸溶性錳：0.75%。	每含1.0%鹽酸溶性氧化矽量計— 鎂：0.01%。但總量不超過0.2%。 鈦：0.04%。但總量不超過1.0%。 鉻：0.1%。但總量不超過2.0%。	一、國家標準之名稱：矽酸鹽爐渣。 二、全通過2.0mm網目，並應含有鹽溶性氧化鈣應在40.0%以上。
四-四一 八六三 硼酸	水溶性硼(B)：17.0%。	(註五)	肥料之包裝上，應標明「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。
四-四二 八六二 硼酸鹽	一、檸檬酸溶性硼：11.0%。 水溶性硼：1.5% 二、如保證（不須符合一）— 水溶性硼：7.5%。	(註五)	一、保證檸檬酸溶性硼者，須全部通過0.85mm網目。 二、肥料之包裝上，應標明「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。
四-四三 八六四 熔製硼肥	檸檬酸溶性硼：4.65%。 檸檬酸溶性氧化鎂：10.0%。	(註五)	一、全部通過1.7mm網目，並須80%以上通過0.6mm網目。 二、肥料之包裝上，應標明「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。
四-四四 八六五 加工硼肥	一、水溶性硼：0.30%。 二、水溶性氧化鎂：11.0%。	每含1.0%水溶性硼量計— 硼：0.12%。	肥料之包裝上，應標明「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。
四-五一 八五八 硫酸錳	水溶性錳(Mn)：7.5%。	每含1.0%水溶性錳量計— 硼：0.005%。	—
四-五二 八六〇 礦渣錳肥	檸檬酸溶性錳：7.5%。	每含1.0%檸檬酸溶性錳量計— 鎂：0.012%。 鈦：0.05%。 鉻：0.12%。	全部通過1.7mm網目，並有85%以上通過0.6mm網目。
四-五三 二〇三三 鋅合想錳肥	水溶性錳— 粉狀者：10.0%。 液狀者：4.5%。	(註五)	—
四-五四 八五九 加工錳肥	一、水溶性錳：1.5%。 二、水溶性氧化鎂：12.0%。	每含1.0%水溶性錳量計— 硼：0.005%。	—
四-五五 八六一 混合錳肥	一、水溶性錳：1.5%。 二、水溶性氧化鎂：12.0%。	每含1.0%水溶性錳量計— 硼：0.005%。	—

四-六一 一二〇二七 氧化鋅	全鋅(Zn): 78.0%。	每含1.0全鋅量計— 鎘: 0.00015%。 鉛: 0.0075%。	金屬鋅: 0.5%以下。
四-六二 一二〇二五 硫酸鋅	水溶性鋅: 20.0%。	每含1.0水溶性鋅量計— 鎘: 0.00015%。 砷: 0.004%, 葉面施肥時0.00008%。 鉛: 0.0065%, 葉面施肥時0.0001%。	供為葉面施用時, 應於包裝上註明。
四-六三 一二〇二六 鉍合態鋅肥	水溶性鋅— 粉狀者: 10.0%。 液狀者: 5.5%。	(註五)	—
四-七一 一二〇二九 硫酸亞鐵肥	水溶性亞鐵( $\text{Fe}^{2+}$ ): 20.0%。	(註五)	—
四-七二 一二〇二八 鉍合態鐵肥	水溶性鐵(Fe)— 粉狀者: 12.5%。 液狀者: 5.0%。	(註五)	—
四-七三 一二〇三一 鉬酸鈉	水溶性鉬(Mo): 35.0%。	(註五)	肥料包裝上應標明「超量施用有毒害, 依肥料說明使用」。
四-七四 一二〇三一 鉍合態銅肥	水溶性銅(Cu)— 粉狀者: 10.0%。 液狀者: 5.5%。	(註五)	一、屬EDTA或其衍生物之鉍合態銅肥。 二、肥料包裝上應標明「超量施用有毒害, 依肥料說明使用」。
四-九一 一二〇三四 熔合微量要素肥料	一、檸檬酸溶性錳: 7.5%。 檸檬酸溶性硼: 1.5%。 二、如保證(須符合)— 檸檬酸溶性氧化鎂: 5.0%。	(註五)	一、全部通過1.7mm網目, 並須50%以上通過0.15mm網目。 二、肥料包裝上應標明「超量施用有毒害, 依肥料說明使用」。

四-九二 一二一〇一 複合「次量微量要素」肥料	一、氧化鎂(MgO)、錳(Mn)、硼(B)、鋅(Zn)等之二要素以上合計量：5.0%。 二、前項保證成分— 1.檸檬酸溶性氧化鎂、水溶性氧化鎂：1.0% 2.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.20% 3.檸檬酸溶性錳、水溶性錳：0.50% 4.水溶性鋅：0.2%	每含1.0%上項氧化鎂、硼、錳、鋅之最大成分(※)合計量計— 亞硝酸(HNO <sub>2</sub> )：0.02% 砷：0.002% 鎳：0.005% 鈦：0.02% 鉻：0.05% ※最大成分指一要素中不同形態或溶出量之最大含量	本項肥料品目之規定，註二。
四-九三 一二一〇二 複合「次量微量要素」肥料(液態)	一、氧化鎂、硼、錳、鋅等之二要素以上合計量：3.0%。 二、前項保證成分— 1.水溶性氧化鎂：1.0% 2.水溶性硼：0.10% 3.水溶性錳：0.50% 4.全鋅、水溶性鋅：0.10%	每含1.0%上項氧化鎂、硼、錳、鋅之最大成分合計量計— 砷：0.002%	本項肥料品目之規定，註二。
四-九四(暫訂) 雜項「次量微量要素」肥料	一、氧化鈣、氧化矽之二要素合計量：30.0%。 二、如保證(不須符合)— 氧化鎂、硼、錳、鋅之一要素或二要素以上合計量：3.0%。及保證氮、磷、鉀之一要素或二要素以上合計量：3.0%。 三、前項保證成分— 1.氧化鈣、氧化矽為鹽酸溶性(0.5M)：1.0% 2.其餘成分同「複合肥料」	一、每含1.0%鹽酸溶性氧化矽量計— 鎳：0.01% 鈦：0.04% 鉻：0.1% 二、每含1.0%上項氧化鎂、硼、錳、鋅之最大成分合計量計— 亞硝酸：0.02% 砷：0.002% 鎳：0.005% 鈦：0.02% 鉻：0.05%	一、本項肥料品目之規定，註二。 二、硼超過0.2%時，包裝上應標明：「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。

有機質肥料(五)類

編號・XNZ總號 品 目(名)	保 證 成 分 低 限(%以上)	有 害 成 分 高 限(%以下)	其 他 規 定 事 項
五-〇一 一九一七 大豆粕肥料	全氮：6.0%。 全磷酐：1.0%。 全氧化鉀：1.0%。	(註五)	本類有機質肥料應符合註六之規定。
五-〇二 一九一八 花生粕肥料	全氮：5.5%。 全磷酐：1.0%。 全氧化鉀：1.0%。	(註五)	—
五-〇三 一九一九 亞麻仁肥料	全氮：4.5%。 全磷酐：1.0%。 全氧化鉀：1.0%。	(註五)	—
五-〇四 一九二〇 米糠粕肥料	全氮：2.0%。 全磷酐：4.0%。 全氧化鉀：1.0%。	(註五)	—
五-〇九(暫訂) 雜項渣粕肥料	一、全氮：4.0%。 二、如保證(符合一) — 全磷酐：1.0%。 全氧化鉀：1.0%。	(註五)	包括菜籽粕、棉子粕、蓖麻粕、豆腐渣、芝麻粕：等所製成之渣粕肥料。
五一三 一九二七 副產植物質肥料	一、全氮：3.5%。 二、如保證(不須符合一) — 全氮及全磷酐、或全氮及全氧化鉀之合計 量：5.0%。 三、前項保證成分 — 全氮、銨態氮：1.0%。 全磷酐：1.0%。 全氧化鉀：1.0%	總鹽分：10.0%。	—

五—四 九二三 乾燥菌體肥料	一、全氮：5.5%。 二、如保證（不須符合）— 1.全氮：4.0%。 及全磷鉀：1.0%。 2.全氮：4.0%。 及全氧化鉀：1.0%。	每含1.0%全氮量計— 磷：0.00008%。	須經過作物毒害試驗，證明無害者。
五—三一 九— 魚渣肥料	一、全氮及全磷鉀之合計量：12.0%。 二、前項保證成分 全氮：4.0%。 全磷鉀：3.0%。	（註五）	—
五—三二 九二五 魚廢物加工肥料	一、全氮：4.0%。 全磷鉀：1.0%。 二、如保證（符合）— 氧化鉀：1.0%。	（註五）	—
五—三三 九—二 肉渣肥料	全氮：6.0%。	（註五）	—
五—三四 九—三 肉骨粉肥料	全氮：5.0% 全磷鉀：5.0%。	（註五）	—
五—三五 九—四 生骨粉肥料	一、全氮及全磷鉀之合計量：20.0%。 二、前項保證成分 全氮：3.0%。 全磷鉀：16.0%。	（註五）	—
五—三六 二五九六 蒸製骨粉肥料	一、全氮及全磷鉀之合計量：21.0%。 本項保證成分— 全磷鉀：17.0%。 全氮：1.0%。 二、如保證（不須符合）— 全磷鉀：23.0%。	（註五）	—
五—三七 九—五 蒸製毛粉肥料	全氮：6.0%。	（註五）	—
五—三八 九—六 蒸製皮革粉肥料	全氮：6.0%。	（註五）	—



五-三九 ——九二六 副產動物質肥料	一、全氮：6.0%。 二、如保證（不須符合一）—全氮及全磷或全氮及全氧化鉀之合計量：10.0%。 三、前項保證成分— 全氮：2.0%。 全磷：2.0%。 全氧化鉀：9.0%。	每含1.0%全氮量計— 磷：0.01%。	—
五-五一 ——九二二 海鳥糞氮磷肥	一、全氮：12.0%。 銨態氮：1.0%。 二、全磷：8.0%。 檸檬酸溶性磷：4.0%。 三、全氧化鉀：1.0%。	（註五）	—
五-五二 ——九二四 禽（畜）糞加工肥料	一、全氮：2.5%。 二、全磷：2.5%。 三、全氧化鉀：1.0%。	一、每含1.0%全氮量計— 磷：0.004%。 二、銅：0.01%。	一、禽（畜）糞混合硫酸等經加熱乾燥粉碎而成者。 二、水分：35.0%以下。
五-五三 堆肥 （修訂，原品名稱禽畜糞堆肥）	一、一般堆肥 （一）有機質：60% （二）全氮：0.6%，全磷、全氧化鉀各0.3% 二、蛋雞糞堆肥 （一）有機質：40% （二）全氮、全磷各2.0%，全氧化鉀：1.0%。 三、樹皮堆肥 （一）全碳量：40~50%。 （二）碳氮比：20~40。 （三）陽離子交換容量：60毫克當量/100克。 （四）全氮、全磷、全氧化鉀以實際含量登記保證。 四、垃圾堆肥 （一）全氮：0.8%。 全磷、全氧化鉀：各0.6%。 （二）有機質：40%。	銅：0.01%。 鋅：0.08%  銅：0.01% 鋅：0.08%  （註五）  汞：2ppm 鎳：5ppm 鎘：25ppm 砷：50ppm 鉛：150ppm 鉻：150ppm 鋅：500ppm	一、利用有機廢棄物，經過充分發酵腐熟，而未加入化學肥料者。 二、水分：蔗渣堆肥、樹皮堆肥及垃圾堆肥為40%以下，其餘堆肥為35%以下，並應標示於肥料包裝上。

五-六一 一一九二八 混合有機質肥料	<p>一、全氮及全磷酐，或全氮及全氧化鉀之合計量：6.0%。</p> <p>二、前項保證成分— 全氮、全磷酐、全氧化鉀：1.0%。</p>	<p>一、每含1.0%全氮量計— 鎢：0.00008%。 砷：0.01%。</p> <p>二、銅：0.01%。</p>	<p>固態肥料有機質：40%以上。</p> <p>水分：35%以下。</p>
五-六二（暫訂） 雜項有機質肥料	<p>一、有機質：60.0%。 氮、磷酐、氧化鉀之合計量：0.8%。</p> <p>二、如保證（不須符合）— 有機質：40%，並符合下列中之一項者— 1.氮、磷酐、氧化鉀之一要素量或二要素以上合計量：5.0%。 並得保證氧化鎂。 2.氧化鎂、氧化鈣、氧化矽之二要素以上合計量：20.0%。並得保證三要素。</p> <p>三、前一、二項保證成分— 1.氮、磷酐：0.3%。 2.氧化鉀：0.2%。 3.氧化鎂、氧化鈣、氧化矽：1.0%。 以上之形態、溶性同「複合肥料」、「雜項次量要素肥料」。</p>	<p>一、每含1.0%全氮、磷酐、氧化鉀之最大成分合計量計— 鎢：0.000075%。 砷：0.002%。</p> <p>二、每含1.0%上項氧化鎂、氧化鈣、氧化矽最大成分合計量計— 亞硝酸：0.04%。 砷：0.004%。 鎂：0.01%。 鈦：0.04%。 鉻：0.1%。</p> <p>三、銅：0.01%</p>	<p>一、水分：35%以下。</p>
五-六三（暫訂） 雜項有機液肥	<p>一、氮、磷酐、氧化鉀之一要素量或二要素以上合計量：5%。 本項保證成分：0.2%。 形態、溶性同「複合肥料」。</p> <p>二、如保證（符合）— 水溶性氧化鈣：1.0%。 氧化鎂、硼、錳、鋅之含量、溶性同液態「複合次量微量要素肥料」。</p>	<p>一、氯化鈉：5.0%。</p> <p>二、每含1.0%氮、磷酐、氧化鉀之最大成分合計量計— 鎢：0.000075%。 砷：0.002%。</p>	<p>製造廠肥料說明書，應記載有機物之名稱與含量。</p>

# 複合肥料(六)類

編號・CNS總號 品 目	保 證 成 分 低 限(％以上)	有 害 成 分 高 限(％以下)	其 他 規 定 事 項
六〇一 三〇七六 複合肥料	一、氮、磷酐、氧化鉀等之二要素以上合計量 固態：15.0％ 液態：10.0％ 二、前項保證成分— 1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：1.0％。 2.檸檬酸溶性磷酐、檸檬酸鉍溶性磷酐、 水溶性磷酐：1.0％。 3.檸檬酸溶性氧化鉀、水溶性氧化鉀： 1.0％。 三、如保證(符合一) 1.檸檬酸溶性氧化鎂、水溶性氧化鎂： 0.5％。 2.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.02％。 3.檸檬酸溶性錳、水溶性錳：0.05％。 4.全鋅、水溶性鋅：0.5％。 5.有機質(限固態)：30.0％。	一、每含1.0％氮、磷酐、氧化鉀之 最大成分合計量計— 硫酸：0.005％ 氨基磺酸：0.005％ 二縮尿態氮：0.01％ 亞硝酸：0.02％ 錳：0.000075％ 砷：0.002％ 鎳：0.005％ 鈦：0.02％ 鉻：0.05％ 二、氯化鈉：液態(固態不限)： 5.0％	一、保證全氮肥料限： 1.肥料中同時含有銨態氮及硝酸態氮者。 2.肥料中含有銨態氮及硝酸態氮以外形態之氮者。 二、由檸檬酸溶性磷酐、檸檬酸鉍溶性磷酐合併製成之肥料， 得擇其一保證之。 三、使用氯化鉀為原料者，不得標示為菸草用。 四、含有機質者，應標示原料名稱，並得保證其全磷酐 (1.0％以上)、全氣鉀(1.0％以上)。輸入時應符合檢疫規 定。有機質未達30％者得登記為「其他成分」(限固態)。 五、供為葉面施用時，其成份以水溶性者為限。 六、硼超過0.2％時，包裝上應標明：「超量施用者有毒害， 依肥料說明使用」。 七、依實際保證成分，應登記、標示為含鎂、微量要素、有機 質複合肥料。
六一〇九 一二〇九九 裏覆複合肥料	一、氮和磷酐、氧化鉀等之二要素以上含量 計：25.0％。 二、前項保證成分— 1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：1.0％。 2.水溶性磷酐：1.0％。 3.水溶性氧化鉀：1.0％ 三、如保證(符合一)— 1.水溶性氧化鎂：0.5％。 2.水溶性硼：0.02％。 3.水溶性錳：0.05％。 4.水溶性鋅：0.05％。	每含1.0％氮、磷酐、氧化鉀之合計 量計— 硫酸：0.005％。 氨基磺酸：0.005％。 二縮尿態氮：0.01％ 亞硝酸：0.02％ 錳：0.000075％ 砷：0.002％	一、保證全氮肥料限： 1.肥料中同時含有銨態氮及硝酸態氮者。 2.肥料中含有銨態氮及硝酸態氮以外形態之氮者。 二、氮素須為水溶性，其初期溶出率應在50％以下。

六—— 一二〇〇 家庭園藝用複合肥料	<p>一、氮、磷、鉀、氧化鉀之二要素以上合計量— 固態、浮態：3.0% 液態：0.20%</p> <p>二、前項保證成分— 1.全氮、銨態氮、硝酸態氮：0.1%。 2.全磷、檸檬酸溶性磷、檸檬酸鉍溶性磷、水溶性磷：0.1%。 3.全氧化鉀、檸檬酸溶性氧化鉀、水溶性氧化鉀：0.1%</p> <p>三、如保證(符合)— 1.檸檬酸溶性氧化鎂、水溶性氧化鎂：0.01%。 2.檸檬酸溶性硼、水溶性硼：0.001%。 3.檸檬酸溶性錳、水溶性錳：0.001%。 4.檸檬酸溶性鋅、水溶性鋅：0.001%。</p>	<p>一、每含1.0%氮、磷、鉀、氧化鉀之最大成分合計量計— 硫氨酸：0.005%。 氨基磷酸：0.005%。 二縮脲態氮：0.01% 亞硝酸：0.02% 鎢：0.000075% 砷：0.002% 鎳：0.005% 鈦：0.02% 銻：0.05%</p> <p>二、氯化鈉：液態(固態不限)不超過保證成份之合計量，但最高為5.0%</p>	<p>一、限10公斤以下包裝之固態、浮態或液態複合肥料。</p> <p>二、保證全氮肥料限： 1.肥料中同時含有銨態氮及硝酸態氮者。 2.肥料中含有銨態氮及硝酸態氮以外形態之氮者。</p> <p>三、含有檸檬酸溶性磷與檸檬酸鉍溶性磷之肥料，得擇其一保證之。</p> <p>四、保證全磷者，應同時保證檸檬酸鉍溶性磷或水溶性磷。</p> <p>五、保證氧化鉀者，應同時保證檸檬酸溶性氧化鉀，或水溶性氧化鉀。</p> <p>六、含有動物、植物性有機質肥料者，應標示其名稱，並得保證其全磷、全氧化鉀，輸入時應符合檢疫規定。</p> <p>六、雖超過0.2%時包裝袋上應標明：「超量施用有毒害，依肥料說明使用」。</p>
-----------------------	---	---	---

#### 植物生長輔助劑(七)類

編號・CNS總號 品 目	保 證 成 分 低 限(%)以上	有 害 成 分 高 限(%)以下	其 他 規 定 事 項
七〇一(暫訂) 植物生長輔助劑 腐植劑	<p>固態— 有機質：以實際含量登記保證。 有機質中之腐植酸：10.0%</p> <p>液態— 腐植酸10.0%。</p>	(註五)	本類植物生長輔助劑，應符合註七之規定。
七〇二(暫訂) 植物生長輔助劑 海藻加工品	藻酸：5.0%	(註五)	固態部分應登記有機質為保證成分。
七〇一(暫訂) 植物生長輔助劑 氨基酸	氨基酸態氮：0.5%	(註五)	—
七〇一(暫訂) 植物生長輔助劑 泥炭(煤)泥苔	<p>有機質：以實際含量登記保證。 有機質中腐植酸：以實際含量登記保證。</p>	(註五)	<p>一、有機質以乾基計算。</p> <p>二、應登記標示水分及酸鹼(pH)值。</p>

### 「肥料品目及規格表」附註

註一：肥料訂有國家標準者，其品質應符合國家標準，並應符合「肥料管理規則」與「肥料登記證申請及發證須知」之規定。

註二：肥料品目與商品名稱：

(一)同一肥料，若符合二種以上肥料品目時，應依肥料之特性，由中央或省市主管機關核定其應登記之品目。

(二)利用肥料要素為商名時，應以登記為保證成分者為限。

(三)品目上「次量微量要素」之肥料，於辦理肥料登記時，應依實際所含之要素登記；肥料中同時含有次量要素與微量要素者，始可登記為「次量微量要素」。未含次量要素，或微量要素者，只登記微量要素或次量要素。要素在二項以內者，得直接登記其要素名稱。

(四)品目上之「堆肥」，於辦理肥料登記時，得登記為「有機質肥料」。

註三：保證成分：

(一)保證成分：指肥料在銷售過程中應含有之最低成分，在公定「肥料品目及規格」之保證成分低限範圍內由製肥工廠設定。達到規格表所訂之保證成分低限以上者，應登記為保證成分。

(二)保證成分之有效數：三要素、次量要素、腐植酸、藻酸及有機質，其有效數訂為小數點以下一位。微量要素、鉬、鐵、硫，其有效數訂為小數點以下二位。家庭園藝用複合肥料之氯化鎂為小數點以下二位，硼、錳、鋅為小數點以下三位。

(三)保證全氮限：(1)肥料中同時含有銨態氮及硝態態氮者。(2)肥料中含有銨態氮及硝酸氮以外形態之氮者。

(四)由檸檬酸溶性磷與檸檬酸鉍磷合併製成之肥料，得擇其一保證。

(五)氮(屬水溶性)以外之要素，登記、標示為葉面施肥用者，以水溶性者為限。

(六)登記、標示同一素而不同形態，或不同溶性之保證成分時，全(多)量內所含之各成分，應低一字位並加「內含」記載。全量與其不同形態量或不同溶性相同時，則只登記其要素形態量，或要素溶性量。

註四：其他成分

(一)肥料中之附屬成分，在下列低限以上，經委託試驗證實者，得登記為「其他成分」，惟已列為保證成分者，不得登記為「其他成分」。

有機質、腐植酸、藻酸：1.0%；三要素、氨基酸態氮、蛋白質態氮、次量要素、硫：0.5%；鐵：0.1%；錳、鋅：0.05%；硼：0.02%；鉬：0.05%；以上成分形態，參照次量、微量要素肥料、複合肥料等之規定。

(二)氨基酸、酵素、維他命、磷酸、鹽、鈣、銅……等成分，檢附原製造廠成分資料及委託試驗報告，經中央主管機關核准者，得登記為「其他成分」。本項成分之試驗發生問題時，應由其廠商提供試驗方法，如何無法試驗其成分時，則不予列入登記。

(三)經登記「其他成分者」，由發證機關將其成分註明於肥料登記證之背面內。

註五：有害成分：

(一)未訂「有害成分」高限之肥料，仍不得含有有害成分，其「高限」比照類同肥料之規定，銷售中抽驗之，但於申請肥料登記證時免試驗其成分。

(二)抽驗肥料，如發現新有害成分時，應儘速增訂其有害成分之限量。

註六：有機質肥料：

(一)輸入之有機質肥料及混合有機質之肥料應符合動物植物檢疫規定。

(二)肥料包裝或容器上應標示主要原料名稱及水分(液態外)。肥料品目(名)上記載原料者，如大豆粕等，則不另標示原料名稱。

(三)有機質(液態外)之含量以乾基量計算。有機肥料中之有機質，均可登記為保證成分。

(四)申請有機質肥料登記證，無論肥料業者是否需要申請登記有機質、三要素為保證成分，均須依規定試驗其有機質、三要素之實際成分，並記載於委託試驗報告書上。

註七：植物生長輔助劑：

(一)植物生長輔助劑無法試驗其成分時，則不予列入登記。輸入部份應符合動物植物檢疫規定。

(二)包裝或容器上應標示主要原料名稱，但其品目上已記載原料者，如泥炭等，則不另標示原料名稱。

(三)符合(一)至(六)類之肥料規格，又符合本(七)類肥料規格時，依肥料規則第四條之規定，應在(一)至(六)類內登記、發證，並得登記、標示其腐植酸(10%以上)、藻酸(5%以上)、氨基酸態氮(0.5%以上)等為「保證成分」；而不予在本類肥料品目內登記、發證。

(四)三要素、次量要素及微量要素等成分，符合註四規定者，應登記為「其他成分」。

(五)申請本類(泥炭、泥苔外)肥料登記證，無論肥料業者是否需要登記三要素為保證成分，均須試驗其三要素之實際成分，並記載於委託報告書上。

## 肥料登記證申請及發證須知

□78.5.15 農糧字第八〇二〇二九八 A 號公告

□81.6.3 農糧字第一〇二〇二六七 A 號公告修正

一、本須知依據肥料管理規則（以下簡稱本規則）第五條、第六條、第八條、第十九條及第二十一條之規定訂定。

### 二、肥料登證之申請

（一）填具肥料登記申請書；縣（市）為三份，直轄市二份（如格式一）。

（二）檢附有關文件

1. 應檢附之文件及份數（直轄市各檢附影本一份）如左表：

附件名稱	工廠登記文件或核准設立堆肥場文件影本	製造國肥料登記影本以肥料說明書經駐外單位簽證文件	營利事業登記證影本、輸入肥料另附出進口廠商印鑑上影本	肥料說明書(附經駐外單位簽證說明書者檢附本項文件二份)	肥料委託試驗報告及其影本	商標註冊證影本或切結書	肥料包裝或容器標示樣張	其他
製造肥料登記證(份)	2	—	2	3	各 1	2	3	
輸入肥料登記證(份)	—	2	2	3	各 1	2	3	

2. 檢附之文件應符合下列規定：

（1）工廠登記文件影本或核准設立堆肥場文件

①工廠登記文件：指業者所在地工業主管機關所核發之工廠登記證或免辦登記證文件。

②核准設立堆肥文件：指省（市）農業主管機關依據中央農業主管機關所訂「禽畜糞堆肥場設置要點」及規定所核發之文件。

（2）製造國肥料登記文件：由當地政府機關核發並記載明確有效（保證）成分者為限。

（3）肥料說明書

①內容應包括肥料品目（應依本規則所定肥料品目查註：輸入肥料得由輸入業者查註）、廠牌、肥料名稱、製肥原料名稱、製造過程、詳細成分（包括保證成分與有害成分之名稱、分子式；分成溶性、形態應符合規定）及含量、性狀、使用方法及注意事項、包裝方式、淨重（容）量、工廠（場）名稱及廠（址）。

②保證成分：指肥料銷售時所含之最低成分，在公定規格內由製肥廠（場）設定。

- ③本說明書以原製廠（場）出具為限，有效期間自簽發日起六個月。輸入肥料應經輸入業者簽章並附中譯本，該中譯本須由譯者或肥料業者簽章。

（4）肥料委託試驗報告：

- ①受理委託試（檢）驗肥料成本之機關，為經濟部商品檢驗局及所屬分局。
- ②委託試驗申請書應註明「申請肥料登記證用」並檢附肥料說明書一份。試驗報告應註明肥料是否符合國家標準或肥料規格，符合者應註明其國家標準總號及名稱或肥料品目、編號。
- ③有機質肥料、植物生長輔助劑及其他經中央主管機關指定之肥料，無論肥料業者是否登記三要素成分，均須試驗記載其氮、磷、鉀之含量。
- ④委託試驗報告之有效期間：自該報告簽發日起六個月。

（5）商標註冊影本或切結書：

申請肥料登記所採用之商標、廠牌或肥料名稱，以經濟部中央標準局註冊登記者為準。未經註冊登記者，由肥料業者簽具切結書負責之。

（6）肥料包裝或容器標示樣張（以下簡稱肥料標示樣張）

- ①標示事項應符合規則第七條「肥料包裝或容器，應以中文標示下列事項：一、肥料登記證字號。二、肥料品目及廠牌：有商品名稱者，其名稱。三、保證成分、性狀及包裝淨重（容）量。四、製造或輸入業者名稱及地址。五、製造工廠之名稱及廠址。六、使用方法。如附有說明者，其說明書。七、製造年、月。八、其它經中央主管機關公告指示之事項。肥料標示之使用或變更，應經省（市）主管機關核准。變更標示後，原標示應於六個月內更換完成。輸入肥料，得在包裝或容器上，以外文顯示名稱、廠址，其外文標示不得大於中文標示。」之規定，並應與肥料登記證申請書之內容相符。
- ②本規則第七條第一項第八款所稱「其它經中央主管機關公告指定之事項」，規定如下：
- A. 微量要素肥料之肥料標示，應依肥料規格之規定註明「超量施用有毒害，依肥料說明施用」之字樣。
- B. 有機質肥料、植物生長輔助劑之肥料標示，應註明主要原料名稱。
- C. 經登記有經銷者、技術合作者、或製造國輸出業者，得於其肥料標示上註明其名稱、地址、電話。
- D. 不屬肥料品目規格表內之保證成分，而含量穩定，經委託試驗報告證實者，得登記、標示為「其他成分」，但以肥料品目規格表附註所規定者為限。
- E. 廠牌商標經註明登記者，得登記標示其證號。

(7) 其他：

- ①檢附之文件為影本時，應在影本簽章註明「本件影本與正本記載相同」。
- ②其它應檢附文件：指需要登記國外輸出業者、經銷商、技術合作者及經規定須經過作物毒害試驗證明無害等之相關文件。
- ③在六個月內再次申請肥料登記證時，其工廠（場）登記文件、營利事業登記證、出進口廠商印鑑卡之內容若無變更者，免附。
- ④政府機關申請肥料登記證，免附營利事業登記證及出進口廠商印鑑卡影本。

(三) 受理申請機關：

1. 製造業者應向工廠所在地直轄市或縣（市）主管機關提出申請。
2. 輸入業者應向公司行號所在地直轄市或縣（市）主管機關提出申請。

(四) 工業管理、環境保護、出進口簽審及檢疫等規定之配合：

1. 國內製造肥料部份：

肥料製造業者具備生產設施與場地，並應符合工業管理、環境保護等有關規定。

2. 輸入肥料部份：

- (1) 依據出進口簽審規定，尿素、裹覆尿素、硫酸銨、硫酸銨及硝酸銨之複合鹽及混合物、尿素硫酸銨、氯化鉀等肥料，應檢附行政院農業委員會同意文件。
- (2) 依據動植物檢疫規定時，以動物遺體或排泄物發酵及以垃圾、污泥所製成之肥料，均不予核發輸入肥料登記證。以植物體發酵者，須符合檢疫規定。涉及以上肥料無法認定時，應檢附檢疫機具出具之證明文件。

三、審查與核發肥料登記證

- (一) 肥料登記證申請書與所附文件之內容應相符合。如登記特殊用無法審查時，應通知業者提供相關資料。
- (二) 肥料品質包括保證成分，應符合依本規則第四條第二項所定肥料規格，不符合者，不得登記發證亦不准製造、輸入。
- (三) 肥料品質委託試驗結果之含量，若低於其「保證成分」、「其他成分」之登記量者，或高於其「有害成分」、「其他規定事項」之規定量者，應認為不相符合。其「保證成分」、「其他成分」之含量在 0.001% 至 10.0% 者，高容許量為相對值 50%，但絕對值不超過 1.5；含量在 10.1% 至 25% 者，高容許量為相對值 15%，但絕對值不超過 2.5；含量在 25.1% 以上者，高容許量為相對值 10%，但絕對值不超過 3.5，有機質、腐植酸不超過 7.0%。



- (四) 縣(市)主管機關於初審後，將申請書、肥料標示樣張、肥料說明書各二份，及其他文件各一份，函送省主管機關核辦，直轄市由其主管機關核辦。
- (五) 省(市)主管機關審查各項文件符合規定後，核發肥料登記證，並檢還其肥料標示樣張，同時將申請書及肥料說明書各一份函送中央主管機關備查。省轄地區部份，應由受理登記之縣(市)主管機關轉發其登記證與標示樣張，並將證號、發證日期或改正事項記載於該肥料登記證申請書；此申請書背面兼備為變更登記、管理之紀錄表，以下簡稱為肥料登記紀錄表。
- (六) 本規則第六條肥料登記證應記載事項，所稱「其他經中央主管機關公告指定之事項」，規定如下：
1. 應記載「工廠(場)名稱及廠(場)址」。
  2. 應記載「肥料品質須符合肥料管理規則之規格」。
  3. 輸入肥料登記證應記載「肥料原名稱」。
- (七) 製造肥料登記證及輸入肥料登記證之證紙由中央主管機關統一供應。
- (八) 肥料登記為一廠一肥一證號，其編號方式如左：
- 第一字位為肥料業者轄區別：台灣省為「臺」，臺北市為「北」，高雄市為「高」。
- 第二字位為國內製造國輸入肥料別：國內製造為「製」，輸入為「進」。
- 第三字位為肥料類別：氮肥為「氮」，磷肥為「磷」，鉀肥為「鉀」，次微量要素肥料為「微」，有機質肥料為「質」，複合肥料為「複」，植物生長輔助劑為「輔」。
- 本字位後添加「字」以利區分登記。

#### 四、肥料登記證記載及包裝或容器標示事項之變更

##### (一) 肥料登記證記載事項之變更

1. 肥料登記證不得轉讓，應記載事項，依本規格第六條第二項規定，非經省主管(市)機關核准，不得變更。
2. 肥料品質、保證成品不得申請變更，以重新登記為原則。
3. 肥料業者申請肥料登記證記載事項之變更時，應填具「肥料登記證變更登記申請書」(如格式二)；縣(市)三份，直轄市為二份，並檢附下列文件向所在地縣(市)或直轄市主管機關申請變更：
  - (1) 肥料登記證。
  - (2) 營利事業登記證影本；縣(市)二份，直轄市一份。
  - (3) 變更登記事項之相關文件(無者免附)；縣(市)二份，直轄市一份。

(4) 肥料標示(原)※縣(市)二份，直轄市一份，及肥料標示(新)樣張(無變更者免附)：縣(市)三份，直轄市二份。

※肥料標示(原)：以下同，指未變更前市售肥料之標示，五公斤(升)

以上者，檢附該標示之彩色照片，該標示事項未符規定時，記違規一次。

4. 縣(市)主管機關初審後，將其申請書、肥料樣張(新)樣張各二份及其他附件各一份轉送省主管機關核辦，直轄市由其主管機關核辦。

5. 省(市)主管機關審查各項文件符合規定核准後，將變更登記事項記載於該肥料登記證背面，並與肥料標示(新)樣張發還該業者，同時將其申請書一份函送中央主管機關備查。省轄地區部份，應由其縣(市)主管機關轉發其登記證其肥料標示(新)樣張，並將變更事項記載於該肥料登記紀錄表。

6. 本項變更事項涉及肥料標示事項者，應合併申請之。

## (二) 肥料包裝或容器標示事項之變更

1. 肥料標示事項之變更，依本規則第七條第二項規定應經省(市)主管機關之核准。

2. 肥料業者申請肥料標示事項(含附有之說明書)變更時，應填具「肥料包裝或容器標示事項變更申請書」(如格式二)；縣(市)三份，直轄市二份，並檢附下列文件向所在地縣(市)或直轄市主管機關申請變更：

(1) 肥料登記證。

(2) 營利事業登記證影本；縣(市)二份，直轄市一份。

(3) 肥料標示(原)；縣(市)二份，直轄市一份及肥料標示(新)樣張；縣(市)三份，直轄市二份。

3. 縣(市)主管機關初審後，將其申請書標示(新)樣張各二份及其他附件各一份轉送省主管機關核辦，直轄市由其主管機關核辦。

4. 省(市)主管機關審查各項文件符合規定核准後，將其肥料標示(新)樣張及肥料登記證發還該業者，並將其申請書一份函送中央主管機關備查。省轄地區部份，應由縣(市)主管機關轉發其登記證及肥料標示(新)樣張，並將變更事項記載於該肥料登記紀錄表。

5. 本項變更事項涉及肥料登記證記載事項者，應合併申請之。

## 五、肥料登記證之補發、換發及有效期間之展延

### (一) 肥料登記證之補發、換發

1. 肥料登記證遺失或損毀時，肥料業者應於十五日內填具申請書，並檢附下列文件向所在地縣(市)或直轄市主管機關申請補發或換發。

(1) 遺失者，應檢附切結書；縣(市)二份，直轄市一份，並敘明遺失原因或經過。毀損者，應檢附原肥料登記證。

(2) 營利事業登記證影本；縣(市)二份，直轄市一份。

(3) 肥料標示(原);縣(市)二份,直轄市一份。

2. 縣(市)主管機關初審後,應將申請書及附件各一份轉送省主管機關核辦,直轄市由其主管機關核辦。

3. 省(市)主管機關審查各項文件符合規定後補發或換發肥料登記證。省轄地區部份由該縣(市)主管機關轉發其登記證。

## (二) 肥料登記證有效期間之展延

1. 肥料業者於其肥料登記證有效期限屆滿前六個月,得申請展延。肥料品目、規格及有關登記、標示等事項不符合規定而未改正,或逾有效期者,均不予展延。

2. 填具肥料登記證有效期限展延申請書(如格式二);縣市三份,直轄市二份,並檢附下列文件向所在地縣(市)或直轄市主管機關申請展延。

(1) 肥料登記證。

(2) 肥料委託試驗報告或影本(只驗保證成品、其他成份);縣(市)各一份,直轄市各一份。

(3) 近二年製造或輸入肥料銷售年報表(如格式三);縣(市)三份,直轄市二份。

(4) 肥料標示(原);縣(市)二份,直轄市一份。

3. 縣(市)主管機關初審後,將申請書、肥料銷售年報表各二份及其他附件各一份轉送省主管機關核辦。直轄市由其主管機關核辦。

4. 省(市)主管機關審查各項文件符合規定後,核准展延,在原肥料登記證上簽章註明延有效日期(以原登記證有效日期順延四年)後,檢還肥料業者;並將其申請書及肥料銷售年報表各一份函送中央主管機關備查。省轄地區部份,應由該縣(市)主管機關轉發其登記證,並將展延之有限日期記載於該肥料登記紀錄表。

## 六、申請核發製造或輸入肥料樣品同意函

(一) 製造或輸入專供試驗、研究及辦理登記用之肥料樣品,依本規則第五條第三項規定,經省(市)主管機關核准者,發給同意製造輸入函件(簡稱肥料樣品同意函),免辦肥料登記證。輸入肥料樣品部份,須符合動植物檢疫規定;同輸入肥料之規定。

## (二) 申請核發製造肥料樣品同意函

1. 製造業者或公、私立試驗研究機構(登記有案者為限),應於製造肥料樣品前檢附下列文件,向工廠或機構所在地縣(市)或直轄市主管機關提出申請:

(1) 肥料說明書(同申請肥料登記證之附件);縣(市)三份,直轄市二份。

(2) 承諾書(承諾所製造肥料樣品, 僅供辦理肥料委託試驗用或供試驗研究所, 絕不流供他用, 否則願受有關規定之處分); 縣(市)二份, 直轄市一份。供試驗研究用者, 應另附試驗研究實施計畫書(包括施肥面積及數量等); 縣(市)二份, 直轄市一份。

(3) 其他經省(市)主管機關公告指定之文件; 縣(市)二份, 直轄市一份。

2. 縣(市)主管機關於初審後將其肥料說明書二份及其他附件各一份, 函送省主管機關核辦。直轄市由其主管機關核辦。

3. 省(市)主管機關審查各項文件符合規定後, 核發製造肥料樣品同意函, 並檢附肥料說明書一份函送主管機關備查。省轄地區部份, 由該縣(市)主管機關轉發其同意函件。

### (三) 申請核發輸入肥料樣品同意函

1. 肥料業者、農戶或公、私立試驗研究機構(登記有案者為限), 應於輸入肥料樣品前, 檢附下列文件, 逕向其所在地省(市)主管機關提書申請:

(1) 肥料說明書(同申請肥料登記證之附件)一份。

(2) 營利事業登記證或國民身分證影本一份, 公私立試驗研究機構免附。

(3) 承諾書(承諾所輸入肥料樣品, 僅供辦理肥料委託試驗用或供田間試驗、研究用, 絕不流供他用, 否則願受有關規定之處分)及試驗研究實施計畫書(輸入數量在二公斤(公升)以下者免附)各一份。

2. 輸入肥料樣品數量以二公斤(升)為限, 專案供田間試驗、研究用者, 按其實施計畫書(包括施肥面積及數量等)之數量核定之。

3. 省(市)主管機關審查各項文件, 符合規定後, 核發輸入肥料樣品同意函。

### 七、肥料登記證之證書費

(一) 肥料登記證之證書費為新台幣六百元, 於新領、補發、換發肥料登記或辦理肥料登記證有效期間展延領證前依規定繳交。

(二) 肥料登記證之證書費, 其收繳由省(市)主管機關依預算程序辦理。

格式一

□製造□輸入肥料登記證申請書  
(發證後供為肥料登記管理記錄表)

收文

(業者發文 年 月 日第 號)

受文者：

申請人	業者名稱	(蓋章)		負責人姓名身分證統一編號	(蓋章)		
	地 址			營利事業登記證統一編號			
登記事項及資料	工廠(場)名稱			電 話			
	廠(場)址			輸入肥料原名稱	(國內製造者免填)		
	肥料品目			廠 版			
				商品名稱	(無者免填)		
	其他登記事項	(無者免填)					
	原 料 及 製 造 過 程						
	①保證成分 ②有害成分 ③規定事項 ④其他成分	成分名稱 或規定事項	①	②	③	④	
	登記量 或規定	%					
	試驗結果	%					
性狀及包裝	<input type="checkbox"/> 固態 <input type="checkbox"/> 懸 <input type="checkbox"/> 緩效性 <input type="checkbox"/> 液態 <input type="checkbox"/> 狀 <input type="checkbox"/> 進口分裝 公斤 <input type="checkbox"/> 袋裝 <input type="checkbox"/> 桶裝 <input type="checkbox"/> 罐裝 <input type="checkbox"/> 瓶裝每件淨重 公斤				附註： 1.本申請書一式三份(直轄市為三份)省、縣(市)主管機關各一份，並於發證時將另一份和肥料說明書函送中央主管機關備查。附件份數直轄市各減附影本一份。 2.填寫本申請書請參閱「肥料登記證申請及發證須知」、「肥料品目及規格表」規定。 3.(1)肥料委託試驗報告：年 月 日第 號 (2)商標註冊證：年 月 日第 號 (3)*記號者，指六個月內再次申請時，免附該文件		
	使用方法及 注意事項						
國內製造： 工廠登記文件 或核准設立 堆肥場文件之 影本	國外輸入：製 造國肥料登記 文件影本或經 駐外單位簽證 之肥料說明書 、影本	營利事業登記 證影本。輸入 肥料另附出進 口廠商印鑑卡 影本	肥料說明書 影本	肥料委託試驗 報告、影本	商標註冊證影 本或切結書	肥料包裝或容 器標示樣張	其他文件
2*	2	2*	3	各1	2	3	
審查意見及發證	發證日期 年 月 日 字 號 發證文號 字 號						
	省主 (市)管				縣主 (市)管		

變更登記（含有效期展延）或違規事項紀錄表

日期及文號		變 更 登 記 或 違 規 事 項 之 紀 錄
收文	發文	

格式二

- ☐ 肥料登記證變更登記  
☐ 肥料登記證有效期間展延  
☐ 肥料包裝或容器標事項變更

申請書

收文者： 申請者：		蓋身分證號碼 章管利事業登記證		(收文) (業者發文 年 月 日 號)	
		蓋負責人章 聯絡人：		電話：	
肥料登記證號碼：		肥料：		廠牌：	
原登記(或標示)事項		變更(新)登記(或標示)事項		證明文件或說明	
證號碼：		有效：		商品名稱：	
地址：		發證：		審核意見	
肥料登記：		年 月 日		省(市)主管機關 縣(市)主管機關	
原發登記(或標示)事項		變更(新)登記(或標示)事項		主管 主管	
1. 本申請書一式三份(直轄市為二份)，縣(市)、省主管機關各一份核准變更登記，或展延後，另一份申請書函送中央主管機關備查。 2. 請參閱「肥料登記證申請及發證須知」。 3. 肥料登記證不得轉讓，肥料品質亦不得變更。 4. 附件： <input type="checkbox"/> 肥料登記證 <input type="checkbox"/> 肥料委託試驗報告及影本各一份 <input type="checkbox"/> 製造、輸入肥料銷售年報表二份 <input type="checkbox"/> 肥料標示(原)二份 <input type="checkbox"/> 肥料標示(新)樣張三份 <input type="checkbox"/> 管利事業登記證影本二份		承辦人：		承辦人：	

格式三

製造、輸入肥料銷售年報表

肥料品目 \_\_\_\_\_ 肥料登證 \_\_\_\_\_

廠牌商品名稱 \_\_\_\_\_ 證號碼 \_\_\_\_\_ 字 \_\_\_\_\_ 號 \_\_\_\_\_

年 月份	供 應 量		銷 售 量			結 存 (下月初之盤存)	備 註
	上月結存	製造或輸入量	小 計	內 銷 量	外 銷 量		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
計	(上年12月結存)						
廠商名稱：			負責人：			(簽章) 承辦人：	



## 禽畜糞堆肥場設置要點

☐ 中華民國八十一年四月十七日行政院農業委員會八一農牧字第一〇五〇一〇四 A 號函公告訂定

☐ 中華民國八十二年五月十四日行政院農業委員會八二農牧字第二〇五〇一四五 A 號函公告訂定

☐ 中華民國八十一年十月七日行政院農業委員會八二農牧字第二〇五〇四〇九 A 號函公告訂定

一、為妥善處理禽畜排泄物，避免造成環境污染，並促進禽畜糞堆肥之利用，特訂定本要點。

二、本要點適用範圍如下：

- (一) 由農會、合作社場等農民團體設立之堆肥場。
- (二) 公民營堆肥製造業者設立之堆肥場。
- (三) 畜牧場附設之堆肥場。

三、除畜牧場附設之堆肥場外，下列地區不得設場：

- (一) 都市計畫區及水庫集水區範圍內之土地。
- (二) 非都市土地之森林區、鄉村區、風景區等範圍之土地。
- (三) 特定農業區經農地重劃之農牧用地不得設場。但當地（鄉、鎮、市）可重劃之農地均已辦竣農地重劃，或可重劃農地已重劃農地重劃超過百分之八十以上，其他非重劃土地不適宜供堆肥場使用者，得於地重劃區內之邊緣土地設置。

農會、合作社場等農民團體設立之堆肥場，對畜牧污染防治具有重大效益，經縣（市）及省（市）政府勘查評估，認不影響農業生產環境（包括區域內給排水、農路、公共設施及土地區位之適當性與完整性），經層報中央農業主管機關核准者，得不受前項第（三）款之限制。

四、堆肥場之設置應符合下列規定：

- (一) 場房邊緣需距離住家一百公尺以上，且堆肥場四周應有五公尺以上之種樹綠化地帶，但畜牧場附設之堆肥場不在此限。
- (二) 場內應分別設置完善之雨水排放系統及廢污水處理系統，避免滲入地下。
- (三) 堆肥場場房所有建築以平房為限，其各項處理設施應在室內操作，並以不污染土壤為原則。
- (四) 設場用地面積不得超過一公頃，畜牧場附設之堆肥並依其禽畜飼養頭數訂定土地使用面積。

五、堆肥場設置，應包括下列必要設施：

- (一) 原料堆置場。
- (二) 醱酵處理場。
- (三) 風乾處理場。
- (四) 倉庫。
- (五) 管理室。

六、堆肥場內操作管理、原料運送及公害防治，應符合環保有關法令之規定。

七、經核准設置之堆肥場，其堆肥品質須符合「肥料管理規則」所訂之成分規格。

八、申請設置程序如下：

- (一) 農會、合作社場及公民營堆肥製造業者申請設廠時，應填具申請書並檢附土地所有權人同意書、土地登記簿謄本、地籍圖謄本、場房設施、規劃設計、營運計畫及污染防治計畫書等相關文件，向當地縣（市）政府申請辦理，由縣（市）政府核轉省（市）農業主管機關審核。
- (二) 畜牧場申請附設堆肥場時，應填具申請書並檢附牧場登記證、土地所有權人同意書、土地登記簿謄本、地籍圖謄本、場房設施、規劃設計、營運計畫等相關文件，向當地縣（市）政府申請辦理，由縣（市）政府核轉省（市）農業主管機關審核。
- (三) 省（市）農業主管機關審查設場申請案件時，應會同省（市）環保主管機關前往會勘，並邀相關單位共同審查設場後，由申請人依「非都市土地使用管制規則」等相關規定辦理土地容許使用。
- (四) 堆肥場用地經核定得為禽畜糞堆肥設置後，應於一年內完成建場，並於建場完成後三個月，報請當地縣（市）政府核轉省（市）農業主管機關會同省（市）環保主管機關前往複勘，再發給許可操作及製造肥料樣品同意文件，據以申請核發肥料製造登記證。
- (五) 核准設場後一年內未完成建場者，須於期滿前一個月內提出正常向省（市）農業主管機關辦理展延，展延期間最長以一年為限。

## 附錄五 有機質肥料廠資料集

### 有機質肥料製造廠名冊

(工業污染防治技術服務團現場訪視工廠名冊)

編號	工廠名稱	地址	聯絡人	電話	使用物料
* 1	順豐有機質農業社	桃園縣新屋鄉永興路 8 鄰 51 號	黃德桂	03-4761756	豬糞、香菇太空包
* 2	益農農業社	桃園縣新屋鄉東明村 16-1 號	姜義能	03-4778855 090-177483	茶渣、牛糞、香菇太空包
* 3	台益工業股份有限公司	桃園縣觀音鄉保障村 68 之 1 號	陳吉昌	03-480878	魚粉、豆粕、泥炭土、豬糞
* 4	台肥公司新竹廠	新竹市中華路一段 257 號	吳錦龍	035-713171	雞糞、穀殼粉
* 5	得春盛實業股份有限公司	苗栗縣卓蘭鎮豐田里 2 鄰 6-1 號	周俊明	04-5893317	雞糞、苦土石灰、菸渣、金針菇太空包、 蚵殼粉
* 6	春源企業有限公司	南投縣南岡工業區仁和路巷 10 號	劉宏城	049-255351	葡萄渣、茶渣、廢飼料
* 7	大力機肥股份有限公司	南投縣草屯鎮坪頂里股坑巷 34-10 號	高天成	049-313389	皮革屑、豆渣、廢飼料、酒糟、木屑、 泥碳粉
8	欣農產業股份有限公司	南投縣竹山鎮瑞竹里鯉南路 245-5 號	李振儀	049-712222	魚粉、黃豆粕、花生殼粉、米糠、麻子 粕
9	慧春企業有限公司	台中縣神岡鄉大豐路 42 巷 56 弄 17 號	鄭啟陞	04-5275797	木漿素、泥炭土、菜子粕、酒粕、豆粕
* 10	台茂農業股份有限公司	台中縣大肚鄉沙田路一段 854 巷 67 之 2 號	陳德旺	04-6980496	羊毛、魚下腳、粕類
* 11	興農股份有限公司	台中縣大肚鄉中和村中山路 11 號	張茂榮	04-3726181	木屑、蔗渣、豬糞類
* 12	福壽實業(股)公司沙鹿總廠	台中縣沙鹿鎮沙田路 45 號	楊松茂	04-6362111	粕類
* 13	宏基(股)公司	台中縣后里鎮甲后路 138 巷 17 號	陳建輝	04-5569813	花生殼、花生粕、菸渣、黃梔子
* 14	忠誠農產加工廠	台中縣東勢鎮東坑街八盛巷 13 之 8 號	管文正	04-5873566	菸渣、蔗渣、酒糟、米糠
* 15	宏揚化工(股)公司	台中縣新社鄉水井街 48 之 3 號	張林美根	04-5872123	羊毛、金針菇太空包
* 16	新社鄉農牧廢棄物資源處理中心	台中縣新社鄉中和村中興路 158 號	林 雄	04-5931379	香菇太空包、雞糞、米糠
* 17	正豐化學股份有限公司	台中縣霧峰鄉吉峰村民生路 200 號	林漢清	04-3393201	豬糞、泥炭土、海鳥糞
* 18	頂新製油產業(股)公司	彰化縣永靖鄉光雲村意善巷 74 號	陳顯治	04-8221166	粕類
* 19	岱山畜牧場	彰化縣田尾鄉海豐村光榮巷 345 號	何文光	090-473630	豬糞、豆粕類
* 20	日瀧工業(股)公司	雲林縣崙背鄉大有村新豐路 1-11 號	林清貴	04-8811286 090-461495	豆渣、粕類、金針菇太空包、蔗渣

註：\* 表物料有經堆肥化處理

編號	工廠名稱	地址	聯絡人	電話	使用物料
* 21	雲林乳牛生產合作社牛糞處理中心	雲林縣崙背鄉西榮村民族路 10 號	李清枝	05-6965312	牛糞
* 22	台肥公司雲林廠有限公司	雲林縣大埤鄉嘉興村豐昌路 21 號	留有財	05-5916750	雞糞、穀殼粉、泥碳粉
* 23	嘉義縣農會附設堆肥處理中心	嘉義縣民雄鄉 6 鄰竹仔腳 7 之 22 號	賴仁全	05-2260415	豬糞、穀殼粉
24	新安農農化廠有限公司	嘉義縣民雄鄉福興村新興 1 之 1 號	蔡文夏	05-2200610	粕類、豆粉
* 25	台糖公司大林廠	嘉義縣大林鎮大糖里 399 號	鄭榮村	05-2659566	菸灰、蔗渣屑、豬糞渣
* 26	友基農業股份有限公司	嘉義縣水上鄉店仔後 90 號	鍾樹根	05-5688909	雞糞、穀殼粉
* 27	培根有機肥料(股)公司	嘉義縣梅山鄉大南村南勢坑 8 號	李茂全	05-2624101	豆粕、黃豆粉、粕類、米糠、泥炭土
28	安妥工業股份有限公司	台南縣七股鄉中寮村 22-6 號	陳源欣	06-7800218	蚵殼粉、穀殼粉、蔗渣
29	惠光化學股份有限公司	台南縣麻豆鎮小埤里苓仔林 17 之 10 號	徐貴龍	06-5702181	豬糞、雞糞、木屑
30	中部實業股份有限公司	台南縣學甲鎮達明里 1 號之 1	王天賜	06-7835121	豆粕、魚粉、黃豆粉
* 31	台糖公司新營附產加工廠	台南縣柳營鄉人和村 56 號	梁溫慶	06-6220221	蔗渣、濃醪
* 32	嶺先興業股份有限公司	台南縣東山鄉東原村 68-2 號	陳 嶺	06-6861000	樹皮
33	永任產業股份有限公司	台南縣仁德鄉中正路 673 巷 85 號	鄭銀鵬	06-2744093	粕類、魚粉、微量元素
34	三傑飼料股份有限公司	高雄縣路竹鄉鴨寮村復興路 282 號	吳振榮	07-6965141	豆粕、魚粉、黃豆粉
* 35	農大產業股份有限公司	高雄縣路竹鄉甲南村大仁路 520 巷 7-1 號	王謝妤	04-6972259	酒糟、菸渣、蔗渣、皮屑、大宗物質下腳
36	崧歡行股份有限公司	高雄縣路竹鄉環球路 21 號	蔡條庭	07-6951121	豆粕、魚粉
* 37	立隆肥料工廠(股)公司	高雄縣大社鄉民權路 46-1 號	林見立	07-3521017	豬糞、豆渣、麻油粕、木屑、蚵殼粉、黃豆粉、肉骨粉
38	高大農業有限公司	高雄縣六龜鄉新威村 291 號	高羅瑞英	049-313389	天然藥草
39	家寶事業股份有限公司	宜蘭縣蘇澳鎮龍德工業區德興一路 23 號	李汪章	039-902716	魚下腳
* 40	台糖公司虎尾總廠蔗渣堆肥廠	雲林縣虎尾鎮中山路 2 號	同春男	05-6327093	蔗渣、豬糞
* 41	佳農興(股)公司	宜蘭縣冬山鄉德興五路 27 號	藍方盟	039-906769 02-3516277	動植物殘渣

註：\* 表物料有經堆肥化處理

畜牧廢棄資源共同處理班設置堆肥共同處理場名單

號次	班名稱	負責人(班經理)	地 址	電話	直接輔導單位	堆肥場操作許可證字號
1	柳營地區班	曾榮泰	台南縣柳營鄉八翁村 115 之 7 號	06-6223399	柳營鄉農會	農畜堆許字第〇〇〇五號
2	澎湖地區班	郭順利	澎湖縣胡西鎮林投村 43 號	06-9922477	澎湖鄉農會	農畜堆許字第〇〇〇六號
3	二林地區班	黃啟誠	彰化縣溪湖鎮員鹿路三段 88 號	04-8683930	二林鄉農會	農畜堆許字第〇〇〇七號
4	芳苑地區班 (第一班)	林嘉政	彰化縣芳苑鄉漢寶村芳漢路漢一段 560 號	04-8990353	芳苑鄉公所	農畜堆許字第〇〇〇八號
5	芳苑地區班 (第二班)	邱慶昌	彰化縣芳苑鄉博愛村芳和路王功段 445 號	04-8932150	芳苑鄉公所	農畜堆許字第            號
6	溪洲地區班	曾國珍	彰化縣溪洲鄉中山路四段 228 號	04-8895267	溪洲鄉公所	農畜堆許字第            號
7	田尾地區班	何文光	彰化縣田尾鄉海豐光榮巷 116 號	04-8233588	田尾鄉公所	農畜堆許字第            號
8	名間地區班	涂錫智	南投縣名間鄉東湖村虎坑巷 47 之 1 號	049-734870	名間鄉農會	農畜堆許字第            號
9	埔里地區班	黃溫成	南投縣埔里鎮西安路三段 321 號	049-931298	埔里鎮農會	農畜堆許字第            號
10	鹽水地區班	張德安	台南縣鹽水鎮南港里 201 之 9 號	06-6891039	鹽水鄉農會	農畜堆許字第            號
11	三灣地區班	張添生	苗栗縣三灣鄉永和村 6 鄰 11 之 2 號	037-832723	三灣鄉農會	農畜堆許字第            號

資料來源：農林廳畜牧科物染防治股

畜牧廢棄資源共同處理班禽畜糞堆肥生產資料表

號次	班 別	班員數 (公證數)	每 日 禽 畜 糞 堆 肥 原 料 量						年產有機質 肥料成品 重量 (原料 1/2) (公噸) 水分 30%	年產有機質 肥料成品 體積 (原料 2/3) (立方) 水分 30%	堆肥場主要建築面積		土地面積 (公頃)
			禽畜別	每日收集 數量 (頭、隻)	禽畜糞 重 量 (公噸)	調整材 重 量 (公噸)	堆肥原料 重 量 (公噸) 水分 65%	堆肥原料 體 積 (立方) 水分 65%			堆肥場房建 築面積 (平方 (坪)	脫臭槽 面 積 (平方 (坪)	
1	柳營地區班 柳營鄉農會	31 二班聯合	豬 雞 牛	0 0 3,800	0 0 39.8	0 0 2.489	42.29	59.7	7,717	14,527	7178.4 2175.3	1134.0 343.6	1.4008
2	澎湖地區班 澎湖鄉農會	30 二班聯合	豬 家禽 牛	10,000 70,000 600	2 2.1 6	0.125 0.131 0.375	10.73	15.15	1,958	3,687	1940.8 588.1	330.0 100.0	0.7236
3	二林地區班 二林鄉農會	55 三班聯合	豬 雞 牛	6,000 930,000 0	1.2 27.9 0	0.075 1.743 0	30.92	43.65	5,643	10,622	4965.0 1504.5	672.0 203.6	0.768
4	芳苑地區班 (第一班) 芳苑鄉公所	72 三班聯合	豬 雞 牛	140,300 0 0	28.06 0 0	1.753 0 0	29.81	42.09	5,441	10,242	4632.2 1403.7	635.8 192.7	1.295
5	芳苑地區班 (第二班) 芳苑鄉公所	45 二班聯合	豬 雞 牛	0 1,010,000 0	0 30.3 0	0 1.893 0	32.19	45.45	5,875	11,060	5136.0 1556.4	528.0 160.0	1.584
6	溪洲地區班 溪洲鄉公所	73 四班聯合	豬 家禽 牛	144,139 0 0	28.82 0 0	1.801 0 0	30.63	43.24	5,590	10,522	4702.8 1425.1	672.5 203.8	0.8497
7	田尾鄉公所	50 三班聯合	豬 雞 牛	150,000 0 0	30 0 0	1.875 0 0	31.88	45	5,817	10,950	5177.2 1568.8	720.0 218.2	1.3704
8	名間地區班 名間鄉農會	41 二班聯合	豬 雞 牛	26,799 537,000 0	5.359 16.11 0	0.334 1.006 0	22.81	32.2	4,163	7,836	345.3 1556.2	571.2 173.1	0.6515
9	埔里地區班 埔里鎮農會	37 二班聯合	豬 家禽 牛	0 1,500,000 0	0 45 0	0 2.812 0	47.81	67.5	8,726	16,425	6868.4 2081.3	945.0 286.4	2.5555
10	鹽水地區班 鹽水鄉農會	36 二班聯合	豬 家禽 牛	23,648 125,000 1,855	4.729 3.75 18.55	0.295 0.234 1.159	28.72	40.54	5,241	9,866	6579.0 1993.6	648.0 196.4	0.9604
11	三灣地區班 三灣鄉農會	25 二班聯合	豬 家禽 牛	2,080 144,800 1,150	0.416 4.344 11.5	0.026 0.271 0.718	17.28	24.39	3,153	5,935	3192.0 967.3	336.0 101.8	2.2552

資料來源：農林廳畜牧科污染防治股

## 參考資料

- 1.盛澄淵編著，肥料學，國立編譯館出版，81 年 10 月。
- 2.楊秋忠，土壤與肥料，農世股份有限公司，82 年 8 月。
- 3.張仲民譯，土壤與肥料學，徐氏基金會出版，81 年 6 月。
- 4.台灣省政府糧食局肥料運銷處，肥料手冊，78 年 12 月出版。
- 5.有機性汚泥の綠農地利用委員會編，有機性汚泥の綠農地利用，博友社。
- 6.禽畜糞堆肥輔導手冊，台灣省政府農林廳編印。
- 7.堆肥技術及其利用研討會論文集，中華生質能源學會，83 年 12 月。
- 8.台灣農業年報，台灣省政府農林廳，83 年版。
- 9.肥料品目及規格表暨肥料登記證申請及發證須知，台灣省政府農林廳編印，82 年 2 月。
- 10.江舟峰，延長固定堆曝氣式堆肥技術案例研究。
- 11.翁震圻，農牧廢棄資源利用推廣與探討，台灣畜牧，第一卷第 7 期，84 年 2 月。
- 12.經濟部工業局，事業廢水有機汚泥共同或聯合處理規劃及推動策略評估報告，工業污染防治技術服務團，83 年 6 月。
- 13.經濟部工業局，有機汚泥堆肥處理技術評估專案報告，工業污染防治技術服務團，84 年 6 月。
- 14.蔡宜峰，有機質肥料製作及肥料評估之研究，中興大學土壤研究所。
- 15.鄭詩華，堆肥製造與利用之經濟分析，中華土壤肥料學會，83 年 12 月。
- 16.袁紹英，廢棄物生物處理技術，文翔圖書股份有限公司。
- 17.Biosolid composting, Water Environment Federation 1995.
- 18.吳恪元，農業特質和小農制度，台灣農業 31（4）pp.98~102，1995。
- 19.莊作權等，有機質肥料養分供應能力之評估，中華生質能源學會會誌，第 12 卷第 3、4 期，pp.132~146，1996。
- 20.吉田重方，固形添加資材の回收方式による一食品排水汚泥のコンポスト化に關する基礎試驗，資源環境對策，Vol.31，No.8，1995。
- 21.須藤隆一，環境淨化のための微生物學，講談社，1992。
- 22.微生物による環境制御・管理技術マニエアル編集委員會，微生物による環境制御・管理技術マニエアル研究會，1982 年。
- 23.鄧耀宗、黃伯恩，台灣永續農業之現況與展望，永續農業研討會專集，1993 年。
- 24.龍國維等，堆肥施用機械開發規劃與製作，永續農業研討會專集，1993 年。
- 25.陳清文，台中地區農友使用有機質肥料之現況及意願調查，永續農業研討會專集，1993 年。

- 26.王鯤生等，探討垃圾堆肥化處理之可行性－台灣地區堆肥市場調查及堆肥廠區選定之研究，高雄縣政府，1989。
- 27.新環工程顧問股份有限公司，研究「垃圾堆肥處理效能查核準則」研究報告，行政院環保署，1989。
- 28.徐玉標，基隆河污泥利用可行性之研究（二），國科會，1988。
- 29.Markets for Compost, U.S. EPA, 1993.
- 30.H. Benedict, Eliot Epstein and Joel Alpert, Composting Municipal Sludge - A Technology Evaluation Noyes, Data coporation, 1988。
- 31.In-vessel composting of municipal waste water sludge, U.S. EPA, 1989。
- 32.永續農業研究與推廣之進展研討會專集，中華永續農業協會，84年6月。
- 33.永續農業研討會專集，台灣省政府農林廳，82年6月。
- 34.經濟部工業局，事業廢棄物堆肥處理技術講習會，工業污染防治技術服務團，85年9月。
- 35.賴耿陽譯，廢棄物處理工學，復文書局，1985。
- 36.有機性廢棄物處理とリサイクル，日報編集部編者，1995。
- 37.鄭健雄、蔡宜峰，農村地區廢棄物堆肥化處理與利用之規劃研究，台灣農業 32(2):59~72，1996。
- 38.林信輝、陳意昌，台灣地區高爾夫球場草皮特性與管理之研究，中華民國雜草學會會刊第14卷，第2期，82年12月。
- 39.王西華，永續性農業中生物工業之角色，生物產業 Bioindustry Vol.3, No.3、4, 1992。
- 40.鍾仁賜等，污泥及都市廢棄物堆肥之肥料性狀，Journal of the Biomass Energy Society of China, Vol.11, No.1-2, pp21~30,1992。
- 41.連深等，有機質肥料之重金屬含量及「肥料規格」之有關規範，中華農業研究，43(4):41~424 (1994)。
- 42.陳武德，雲嘉南地區雜糧作物農機代耕中心之設置與營運，台灣農業 Vol.32, No.4 pp.2~12，1996。
- 43.經濟部工業局，臭味防治技術講習會論文集，工業污染防治技術服務團，85年5月。



**有機事業廢棄物堆肥處理技術**

出版日期：中華民國八十六年二月初版

編 著：工業污染防治技術服務團

發行人：汪雅康

總編輯：楊萬發

編輯企劃：余騰耀、翁志聖、林坤讓

執行編輯：黃勉善、徐家玫、蘇雪華

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

(02) 754-1255

出版所：工業污染防治技術服務團

台北市敦化南路二段 97 號 6 樓

(02) 325-5486

打字排版：星光電腦科技有限公司

印刷承製：集思創意設計印刷股份有限公司