

# 104 年度自行研究成果報告

題目： 落葉及廚餘堆肥技術研討

年度： 104

編號：9

單位： 武陵農場

研究人員： 王仁助

(武陵農場)104 年度自行研究成果報告摘要表

研 究 題 目	落葉及廚餘堆肥技術研討
研究單位及人員	產銷輔導組 王仁助
研 究 期 程	104 年 01 月至 104 年 12 月
內 容 摘 要	<p>一、研究緣起與目的(12 號字)</p> <p>廚餘及落葉約占垃圾的 4 成左右，如果全數以垃圾方式委外清運將所費不貲，且將造成第二次環境污染如溫室氣體排放，而推動農場成為環境教育場所(域)已成為既定政策方向，回收再利用除可免除搬運及環保問題，將對臺灣之永續經營有相當大的助益。本研究係以武陵農場為對象，就推動或設置落葉及廚餘堆肥場進行政策可行性評估。</p> <p>二、研究方法與過程(12 號字)</p> <p>透過文獻整理及實際觀察，分別就技術面、法規面及經濟面等三方面進行評估。</p> <p>三、研究發現與建議(12 號字)</p> <p>就位於國家公園內之公營農場而言，朝向成為環境教育場所(域)是必然且必需加速進行的事，園內有許多枯枝落葉非常適合發展框架式、圍網式或堆砌式，並豎立告示牌俾利對入場旅客進行環教，俟其吸引如獨角仙或鍬形蟲後，其外圍可部分以壓克力或其他透明材質，或可成為新觀光亮點。廚餘堆肥其益本比小於 1，除非有法令修改或政策指示，現階段尚無發展之可行性。</p>

# 目次

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起

根據統計台灣的家庭垃圾每天的廚餘占 35%、廢棄物占 13%、落葉占 7%，若能將超過 4 成的垃圾回收再利用，將對臺灣之永續經營有相當大的助益。武陵農場是一個非常適合推動環境教育的場域，從收費站起場區環境約 400 公頃，綠地超過 95%，綠意盎然，但落葉量也很驚人，估計落葉每年高達 1,520 噸以上，雖然，目前作法多數均以吹葉機吹送到樹下俾利自然分解，若將數量驚人的枯枝落葉以垃圾方式委外處理，每年至少要花近 1,000 萬元，倘以傳統送進焚化爐方式處理，將產生更驚人的二氧化碳，對整體環境及溫室效應有非常不利之影響，無論是將部分落葉回收再利用如製成有機肥或成為吃腐質土昆蟲飼養的天然牧場，都將對推動環境教育或永續經營有正面影響。此外，農場內國民賓館、富野度假村、武陵山莊及露營區共計 4 處可供人住宿及飲食，根據環保署估計國人每人每日平均把 137 克之廚餘送進焚化爐或掩埋場，以農場約 50 萬入場人次推估，全年所產生之廚餘量約 65 公噸，若能就地處理將廚房垃圾量減少約 50%，除可免除搬運及環保問題，亦可達到廢棄物再生有機質肥料及環保效果。

### 第二節 研究目的

本研究係以武陵農場為對象，就其推動或設置落葉及廚餘堆肥場，就技術面、法規面及經濟面等三方面，分別進行政策可行性評估。

## 第二章 堆肥

堆肥製作主要是把有機廢棄物如落葉、廚餘等經適當堆積後，在一定條件下，利用微生物作用，將其發酵分解轉變為有機質肥料，如此，能將資源循環利用。在堆肥化過程中，主要是利用微生物將有機材料加以分解發酵，當微生物作用時，需要碳(C)素當作能源，也需氮(N)素維持生命及構築體細胞，故適合作堆肥的碳氮比(C/N ratio)為 30，常見落葉、廚餘堆肥材料及其碳氮比如表 1，若堆肥材料的碳氮比太高時，會因氮素缺乏，致使微生物無法大量繁殖，堆肥化過程緩慢甚至停滯。如果堆肥材料的碳氮比太低，微生物分解釋出過多之氮而從堆肥中散失，導致氮素損失，堆積過程進行時，有機廢棄物的碳氮比將逐漸減少至 20 左右。

文獻指出枯枝落葉量均以脫落葉為最多占 88.1~92.5%，樹皮最少僅占 0.1~0.3%，在正常情況下，本場仍以脫落葉為主，只有在颱風過後及修剪樹木時會有比較多之枯枝。

廚餘目前廣為使用的定義認為係來自家庭或餐廳，包含餿水、飯菜殘渣、果皮、咖啡渣、蛋殼、動物性食物殘體及廢食用油等，由於飲食習慣差異，廚餘成分變化極大，因其富含澱粉、蛋白質、油脂、鹽及水分，屬極易腐敗發臭及孳生蚊蠅的有機物質，處理不當將嚴重影響環境品質。

表1、常見落葉、廚餘堆肥材料及其碳氮比

	材料名稱	碳氮比
樹木類	紙張	150
	新鮮木屑	>500
	樹皮	>500
	新鮮樹葉	45
	乾樹葉	60
	松葉	50-60
	杉葉	40-50
蔬菜類	蘿蔔葉	8-10
	蔥葉	10-15
	黃瓜莖	9-12
	甘藷藤	10-15
	甜玉米莖	10-15
食物 殘渣	植物性	
	米糠	18-22
	菜仔粕	7-10
	豆粕	6-8
	果皮及果心	30
	紅蘿蔔	27
	豆渣	5
	白飯	15
	海帶類	20-30
	海藻	35
動物性		
魚類	6-8	
肉類	6-8	

### 第三章 武陵農場設置堆肥場的政策可行性評估

#### 第一節 技術面評估

常見的堆肥方式有自然(風道式)堆肥法(window composting)、通氣堆積式堆肥法(aerated static-pile composting)及箱型高速堆肥法(in-vessel rapidly composting)三種(洪, 2000; 楊等, 1996), 分述如下:

##### 一、自然堆肥法(window composting):

自然堆肥法操作相當簡單, 將原料與副資材(例如米糠、稻草、泥土等)經混合後, 堆置成高約 1.2~1.5 公尺及寬約 4 公尺的長條狀, 藉由自然通風及移動式的翻堆設備加以翻堆, 提供微生物所需之空氣。所需時間至少 30 天以上, 才能完成完整的堆肥程序。

##### 二、通氣堆積式堆肥法(aerated static-pile composting):

多數堆肥微生物都屬於好氣性菌種, 藉由強制通氣系統, 使堆肥過程處於有氧狀態, 以加速有機物之分解, 並且將多餘的發酵熱釋出。

##### 三、箱型(槽式)高速堆肥法(in-vessel rapidly composting):

將堆肥材料置於發酵箱或發酵槽中進行堆肥化, 在發酵階段, 以連續或間接方式翻堆, 維持堆肥與空氣的充分接觸, 加速反應之進行, 此法效率高且不受地形、氣候之限制; 同時對臭味的控制效果更佳, 比自然式堆肥法及通氣堆積式堆肥法, 更易得到穩定的堆肥品質。

落葉堆肥常見的樣態包括桶裝式、框架式、圍網式、堆砌式、挖洞式等, 將落葉堆肥化, 既可減少垃圾量, 又可將之資源化, 因為無發生臭味之虞, 可以大量製作。

廚餘堆肥化主要包括前處理(如異物去除和水分調整)及堆肥化(材料分解及惡臭去除等), 而異物去除依據日本有關專家調查指出人工撿拾效果較機械撿拾的效果好。因為廚餘含有較高含水率, 故水分調整為其重要的關鍵程序, 其方法有烘乾脫水、機械脫水及添加水分調整材料等方式, 烘乾脫水需要耗費能源, 而機械脫水要增設廢水處理設備, 添加水分調整材料則需增加成本, 因堆肥的售價不高, 三種方式技術都已經成熟, 但卻不甚經濟。

#### 第二節 法規面評估

根據廢棄物清理法, 廚餘由家戶、或學校、軍方、公司行號等其他非事業產生, 稱「一般廢棄物」, 但廚餘由餐廳、工、醫院、百貨公司、旅館業、量販業、超級市場、量販業等事業產生, 稱「一般事業廢棄物」, 依規定應委託清運公司清運、處理。由事業單位所產生之廚餘, 如果要再利用, 應依「一般事業廢棄物再利用類別及管理方式」廚餘再利用管理方式之規定辦理, 其餘如空氣、廢水、廢棄物、噪音相關之環保法規均應恪遵環保單位之「空氣污染防治」、「水污染防治」、「廢棄物處理」及「噪音管理」等法令規定。

倘設立堆肥廠經營肥料製造、加工及肥料批發、輸出者, 均需依行政院農業委員會所訂「肥料管理法」及「肥料登記證申請及核發辦法」等規定取得肥料登記, 製成之有機堆肥成品則需符合該會所訂之「肥料品目及規格」規定。依據申

請農業用地作農業設施容許使用審查辦法第 13 條附表 1「自用堆肥舍」之申請基準或條件規定：「限生產自用堆肥使用，最大興建面積為 330 平方公尺」。按其立法精神，係容許農民於農業土地上興建之自用堆肥舍，利用自家農業經營所產生之農業事業廢棄物，再行利用作為自用堆肥供自家農業生產施肥之用；復依「肥料管理法」第 5 條規定：「肥料非經向中央主管機關申請核准發給肥料登記證，不得製造、輸入或販賣」，故除非自製之有機肥料供自用無販賣行為者外，無論以何種方式或設備製作有機肥料販賣者，均需辦理肥料登記證。故，申請農業用地作自用堆肥場(舍)之容許使用，應以自家農業事業廢棄物作為自用堆肥使用，始符合前開容許使用審查辦法之規定。

綜上，農場位於國家公園、國家型濕地保育及櫻花鉤吻鮭野生動物保護區內，另有許多的法規規定限制，因此，賓館餐廳廚餘宜依規需交付專業廠商處理，枯枝落葉則可自行規劃回收再利用。

### 第三節 經濟面評估

包括私人決策和政府決策，成本效益分析(cost benefit analysis, CBA) 都可作為決策工具參考，從成本效益分析的觀點來看，對公共投資(含硬體及軟體)的成本與效益都進行分析，成本和效益的形式為該單位的「財務成本效益分析」，只要益本比(B/C ratio)大於或等於 1，就是合乎經濟理論值得投資的決策。從過去農政單位輔導禽畜糞製造堆肥的經驗，每公斤之生產成本在 2.7-6.6 元間(邱等，2005)，市售有機堆肥價格每公斤約 4-6 元(價格隨品質成分不同而異)，多數狀況下設置廚餘機之益本比均小於 1(留，2003)，台灣 40 年代至 90 年代堆肥所面臨的問題大同小異，導致民間約有 43% 之機械化堆肥廠處於不敷成本的虧損狀況下，往往經營困難，沒有政府補助通常難以維持。

## 第四章 結論與建議

就位於國家公園內之公營農場而言，朝向成為環境教育場所(域)是必然且必需加速進行的事，園內有許多枯枝落葉非常適合發展框架式、圍網式或堆砌式，並豎立告示牌俾利對入場旅客進行環教，俟其吸引如獨角仙或鋤形蟲後，其外圍可部分以壓克力或其他透明材質，或可成為新觀光亮點。廚餘堆肥其益本比小於 1，除非有法令修改或政策指示，現階段尚無發展之可行性。

### 參考文獻

邱冠斌、范陽添與邱冠舜，2005。苗栗縣全面推動廚餘回收再利用之可行性研究。

中華行政學報(2):177-198。

洪明龍，2000。家戶廚餘與下水污泥共同堆肥之資源研究。國立台灣大學環境工程研究所碩士論文。

留啟民，2003。台灣地區廚餘資源化之經濟效益與可行性分析。國立高雄師範大學環境教育研究所碩士論文。

楊盛行、林正芳與林鴻祺，1996。廢棄物處理與再利用。國立空中大學。