

計畫編號：EPA-105-Z103-02-107

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

期末報告

(正式報告)

計畫執行期間：105 年 12 月 27 日至 106 年 12 月 26 日

受託單位：財團法人環境與發展基金會

行政院環境保護署委託研究

中華民國一〇六年十二月

- * 「本報告係受託單位或計畫主持人個人之意見，僅供本署施政之參考，不代表本署立場」
- * 「本報告之著作財產權屬（委辦者）所有，非經（委辦者）同意，任何人均不得重製、仿製或其他之侵害。」

計畫編號：EPA-105-Z103-02-107

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

期末報告

(正式報告)

計畫執行期間：105 年 12 月 27 日至 106 年 12 月 26 日

受託單位：財團法人環境與發展基金會

計畫經費：叁佰伍拾萬元整

受託單位計畫執行人員：陳文卿、鄭幸雄、陳文欽、

陳明德、梁永瑩、黃珮瑄、嚴玉桂

行政院環境保護署委託研究

中華民國一〇六年十二月

「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」計畫期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	財團法人環境與發展基金會		
參與計畫人員姓名	陳文卿、鄭幸雄、陳文欽、陳明德、梁永瑩、黃珮瑄、嚴玉桂		
年 度	105	計畫編號	EPA-105-Z103-02-107
研究性質	<input type="checkbox"/> 基礎研究 <input checked="" type="checkbox"/> 應用研究 <input type="checkbox"/> 技術發展		
研究領域	環境保護類		
計畫屬性	<input type="checkbox"/> 科技類 <input checked="" type="checkbox"/> 非科技類		
全程期間	105 年 12 月～106 年 12 月		
本期期間	105 年 12 月～106 年 12 月		
本期經費	3,500 千元		
	資本支出		經常支出
	土地建築_____千元		人事費 1,530.1 千元
	儀器設備_____千元		業務費 1,500.203 千元
	其 他_____千元		材料費_____千元
			其 他 469.697 千元
摘要關鍵詞（中英文各三則） 廚餘(kitchen waste)、厭氧發酵(anaerobic digestion)、生質能(biomass energy)			

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要（簡要版）

- 一、中文計畫名稱：廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫
- 二、英文計畫名稱：Study and Analysis on the Anaerobic Co-digestion of Kitchen Waste and Various Biomass Wastes
- 三、計畫編號：EPA-105-Z103-02-107
- 四、執行單位：財團法人環境與發展基金會
- 五、計畫主持人：陳文卿
- 六、執行開始時間：105 年 12 月 27 日
- 七、執行結束時間：106 年 12 月 26 日
- 八、報告完成日期：106 年 11 月 27 日
- 九、報告總頁數：
- 十、使用語文：中文，英文
- 十一、報告電子檔名稱：EPA-105-Z103-02-107.DOC
- 十二、報告電子檔格式：WORD 2007
- 十三、中文摘要關鍵詞：廚餘、厭氧發酵、生質能
- 十四、英文摘要關鍵詞：kitchen waste、anaerobic digestion、biomass energy
- 十五、中文摘要

本計畫已完成全國未回收廚餘量、果菜市場廢棄物、豬糞渣及污泥與下水道污水處理廠餘裕量調查，除完成上述生質物共厭氧消化之潛能進行分析外，並利用實驗模組及 BMP(biological methane potential，生物甲烷產能)實驗評估不同有機廢棄物組成下之沼氣產生量。

本計畫同時進行廚餘厭氧消化沼渣與沼液進行成份分析，並比對國內外肥料或土壤澆灌使用之有害重金屬限制成份分析，搭配發芽率測試結果，以瞭解共消化後的沼渣液再利用之可行性。針對四大類有機廢棄物共消化進行製程及設備規劃，並完成最適比例之沼氣產生量，分析各項影響因子及評估相關之經濟效益、環保效益等。

針對既有堆肥場完成 20 場次之現勘與效能輔導，提出具體之改善建議，並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。另已完成全國廚餘回收再利用業務檢討會之辦理。

配合環保署之政策推動方針，本計畫已完成「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」之撰寫，提出全方位之廚餘處理方案，包括加強廚餘回收再利用工作、暢通多元化利用途徑並建置以廚餘為主要對象之厭氧消化生質能源廠等。

十六、英文摘要

This project has completed the survey on the amounts of generation for domestic kitchen waste to be recycled, agriculture waste from fruit and vegetable markets, pig feces, and sludge from sewage treatment plants throughout the country. Besides conducting analysis for the potential of anaerobic co-digestion of the abovementioned biomass, experiments were conducted by this project to assess the biological methane potential (BMP) of the biomass, and evaluate the amounts of biogas generation under different compositions of various organic wastes.

This project also analyzed the composition of the digestate generated through the kitchen waste anaerobic digestion process, and compared the results with the domestic and overseas requirements on utilization of digestate as fertilizers for land applications, in terms of limitations on heavy metal contents for fertilizers and seed germination rates, in order to determine the feasibility of utilizing digestate from anaerobic digestion. For the four major types of co-digestion processes for various organic wastes and planning for their respective equipment needs, this project has also completed the analyses on the optimal mixing ratios of waste for greatest biogas generation, their potential impact factors and relevant economical and environmental benefits.

In addition, this project conducted 20 site visits to existing composting facilities and offered recommendations on efficiency improvement, provided concrete efficiency improvement recommendations, and assessed the funding required in order for the composting facilities to conduct performance and infrastructure improvement projects. Moreover, a review meeting on the current status of domestic kitchen waste recycling operations was held to seek further process improvement.

In line with Taiwan EPA's policy guidance, this project has developed the proposal on Six-Year Plan for Development of Green Energy through Circular Economy - Generation and Utilization of Biomass Energy. In this proposal, comprehensive kitchen waste treatment and disposal options, including enhanced collection and recycling of kitchen waste, as well as diversified means for utilization of kitchen waste, and establishment of biomass energy plants using anaerobic digestion of kitchen waste were proposed.

目 錄

第一章、前言及背景說明	1
1.1 國內廚餘回收再利用現況	1
1.2 有機廢棄物厭氧消化生質能回收技術.....	5
1.3 有機廢棄物厭氧共消化	6
第二章、工作內容與查核點說明	11
2.1 工作內容	11
2.2 查核點說明	13
2.3 目前工作進度	15
第三章、執行成果.....	19
3.1 全國各類生質廢棄物之產量調查及厭氧消化量潛能分析	19
3.2 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析	40
3.2.1 養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化測試結果	48
3.2.2 養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化測試結果	53
3.2.3 微生物特性分析.....	57
3.3 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃	61
3.3.1 廚餘與各類生質廢棄物共消化最適模式探討	61
3.3.2 廚餘與各類生質廢棄物共厭氧發酵之規劃	70
3.3.3 沼氣利用最適化及沼渣、沼液處理規劃	81
3.3.4 推動效益分析	105
3.3.5 全國生質能源化廠設置之統籌規劃	127
3.4 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化行政措施協調及規劃	133
3.5 撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」.	134
3.6 擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導.....	139
3.6.1 擴大全國廚餘堆肥再利用量之評析及規劃	139
3.6.2 擴大全國廚餘堆肥再利用量之評析及規劃	144

3.7 辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會.....	177
第四章、結論與建議.....	185
附 件	189
附件一、「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」第一次工作進度報告、 期中報告審查意見回覆及期末報告審查意見回覆	191
附件二、相關有機廢棄物共厭氧消化規劃與行政措施協調	215
附件三、廚餘生質能源化六年經建計畫初稿	249
附件四、廚餘堆肥場現場評估報告	253
附件五、廚餘回收再利用業務檢討會會議資料及簽到單	307

圖 目 錄

圖 1.1-1、近五年全國廚餘回收量與各種再利用量趨勢	4
圖 1.3-1、丹麥各類有機物共消化量與產氣貢獻度	9
圖 3.1-1、廢棄生質物種類	19
圖 3.1-2、各類有機廢棄物厭氧共消化規劃	20
圖 3.1-3、105 年各縣市未回收廚餘量	22
圖 3.1-4、105 年各縣市未回收廚餘量比例	23
圖 3.1-5、106 年各縣市養豬頭數.....	25
圖 3.2-1、豬糞尿廢水固液分離與否對生質氣體產量的影響.....	44
圖 3.2-2、BMP 試驗培養設備與分析示意圖	47
圖 3.2.1-1、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化實驗累積產氣圖	51
圖 3.2.2-1、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化實驗累積 產氣圖.....	55
圖 3.2.3-1、厭氧醱酵槽微生物電子顯微鏡觀察結果	58
圖 3.2.3-2、以 T-RFLP 進行反應系統各段厭氧醱酵槽微生物族群結構之探討..	60
圖 3.3.1-1、廚餘前處理設施流程示意圖	67
圖 3.3.2-1、生質廢棄物共厭氧發酵流程	70
圖 3.3.2-2、厭氧發酵前處理	71
圖 3.3.2-3、輥壓型碾碎機.....	72
圖 3.3.2-4、絞碎型破碎機.....	72
圖 3.3.2-5、漿化後之物料.....	73
圖 3.3.2-6、雙相式廚餘厭氧發酵模場.....	76
圖 3.3.2-7、機械攪拌及污泥回流攪拌組合.....	78
圖 3.3.2-8、日處理 200 噸廚餘之厭氧消化系統質量平衡.....	81
圖 3.3.3-1-1、沼氣處理程序與應用示意圖	83
圖 3.3.3-1-2、水洗脫硫沼氣發電程序	84
圖 3.3.3-1-3、沼氣加壓水洗精鍊程序示意圖	85
圖 3.3.3-1-4、沼氣薄膜分離精鍊程序示意圖	86

圖 3.3.3-1-5、沼氣引擎機組外觀圖.....	87
圖 3.3.3-1-6、微型渦輪發電機組外觀圖.....	88
圖 3.3.3-2-1、廚餘厭氧消化後之沼渣沼液處理與利用流程.....	92
圖 3.3.3-2-2、厭氧消化沼液對水生植物生長之差異比較.....	93
圖 3.3.3-2-3、中國大陸沼肥應用之相關標準	95
圖 3.3.5-1、日處理量 200 公噸之厭氧消化生質能廠流程.....	129
圖 3.3.5-2、厭氧消化生質能廠各單元相關設備	129
圖 3.3.5-3、生質能源化廠設置之統籌規劃需進行評估之內容.....	130
圖 3.3.5-4、厭氧發酵廠廠區配置.....	131
圖 3.6.2-2、廚餘堆肥廠之處理流程	147
圖 3.7-1 廚餘回收再利用業務檢討會辦理情形	179

表 目 錄

表 1.1-1、近五年之全國廚餘回收統計	2
表 1.1-2、近五年各縣市清運垃圾性質分析廚餘類之百分比	3
表 1.3-1、國際大型厭氧消化系統操作成果表	8
表 2.3-1、各分項之工作內容與執行進度	15
表 3.1-1、105 年各縣市廚餘回收再利用情形	21
表 3.1-2、台灣畜牧業產業分類及總數	24
表 3.1-3、106 年各縣市養豬頭數、豬糞渣及污泥推估	26
表 3.1-4、全國養豬場規模分布	27
表 3.1-8、植物性廢棄物預估回收量	35
表 3.1-10、各類生質廢棄物統計量	37
表 3.1-11、各縣市可收集生質廢棄物統計量	38
表 3.2-1、廚餘基質特性分析結果比較表	42
表 3.2-2、養豬廚餘與農業有機廢棄物基本固體物特性分析	46
表 3.2-3、厭氧共消化 BMP 試驗測試各類基質特性分析結果表	46
表 3.2.1-1、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化實驗基質調配比例表	48
表 3.2.1-2、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿混合比例 BMP 試驗分析結果表	52
表 3.2.2-1、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化實驗基質 調配比例表	53
表 3.2.2-2、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥混合比例 BMP 試驗 分析結果表	56
表 3.3.1-1、日處理 200 噸之厭氧發酵廠	62
表 3.3.2-1、日本廚餘前處理設備資訊	73
表 3.3.2-2、國外廚餘前處理設備資訊	74
表 3.3.2-3、厭氧發酵槽之評估項目	75
表 3.3.2-4、各種進料基質濃度進行高溫厭氧發酵之能源供需情況	77
表 3.3.2-5、厭氧發酵廠臭氣防制對策	79

表 3.3.2-6、各種除臭技術說明	79
表 3.3.3-1-1、微型渦輪發電效率比較	87
表 3.3.3-1-2、脫硫與沼氣發電之設置與操作維護成本	89
表 3.3.3-1-3、天然氣國家標準 CNS 3719 及台灣中油公司規範.....	90
表 3.3.3-2-1、國際有關土地對厭氧消化殘餘物營養物質 (沼渣沼液) 承載力	94
表 3.3.3-2-2、歐盟與德國污泥(沼渣沼液)農用的重金屬限定值	94
表 3.3.3-2-3、歐盟規定堆肥製造原料之重金屬含量限值.....	94
表 3.3.3-2-4、中國大陸沼肥的技術指標.....	95
表 3.3.3-2-5、中國大陸沼肥使用的限量指標	96
表 3.3.3-2-6、不同栽種作物每公頃每年可施灌豬糞尿或沼液沼渣估算量	97
表 3.3.3-2-7、有機液肥品目及規格.....	98
表 3.3.4-1、廚餘各種處理方式之環境效益比較	105
表 3.3.4-2、廚餘回收率與焚化爐低未發熱量變化推估表	108
表 3.3.4-3、國內各焚化廠之垃圾處理費	110
表 3.3.4-4、營運中之厭氧消化廠興建設置成本彙整	111
表 3.3.4-5、國外厭氧消化廠興建成本分項說明	113
表 3.3.4-6、各國有機廢棄物處理廠設置成本	114
表 3.3.4-7、國外廠商報價日處理 200 噸之廚餘厭氧消化廠建廠成本.....	115
表 3.3.4-8、國外廠商報價之日處理 200 噸之廚餘厭氧消化廠操作成本	116
表 3.3.4-9、都市有機廢棄物厭氧消化廠建造成本與操作成本推估	116
表 3.3.4-10、日處理 200 噸厭氧消化廠之機械設備工程各項單元費用估算	117
表 3.3.4-11、日處理 200 噸厭氧消化廠之建廠成本費用估算	117
表 3.3.4-12、民間參與厭氧消化廠興建營運之各種可行性比較	121
表 3.3.4-13、厭氧消化廠建廠營運之費用支出分析	125
表 3.3.5-1、全國可設置之生質能源廠概況.....	127
表 3.3.5-2、國外厭氧消化廠用地需求彙整.....	132
表 3.5-1、開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫-撰寫內容格式	134
表 3.6.2-2、已完成之堆肥廠輔導行程.....	145

表 3.6.2-3、廚餘堆肥廠基本資料表	152
表 3.6.2-4、廚餘堆肥廠效能評估表	153
表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表	154
表 3.6.2-6、各堆肥廠成品檢測報告	170
表 3.6.2-7、各類肥料品目及規格.....	176
表 3.7-1、廚餘回收再利用業務檢討會議程	177
表 3.7-2、各縣市推動廚餘回收之困難與建議	180
表 3.7-3、各縣市對於本次廚餘回收再利用業務檢討會之意見	182

報告大綱

本報告本文含計畫緣起、計畫目標與工作內容、執行成果、工作進度等，共分為四章。

第一章、前言及背景說明：述明本計畫之緣起與執行現況。

第二章、工作內容與查核點說明：說明計畫之目標及各項工作之具體工作內容，並說明工作內容之執行進度及查核點。

第三章、執行成果：依據本計畫之工作內容分別敘述各工作項目之工作成果，包含各類生質廢棄物產量及潛能分析、各類有機廢棄物共厭氧消化試驗、最適模式探討及規劃、廚餘生質能源化六年經建計畫、公有廚餘堆肥廠效能輔導、辦理廚餘回收再利用業務檢討會等工作成果。

第四章、結論及建議：依據本計畫執行之成果，提出本年度工作之結論與建議，以便後續相關工作之參考及推行。

另依據專案研究計畫契約書之規定，將各項相關文件等重要資料均列為附錄。

專案工作計畫成果報告摘要（詳細版）

計畫名稱：廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

計畫編號：EPA-105-Z103-02-107

計畫執行單位：財團法人環境與發展基金會

計畫主持人(包括協同主持人)：陳文卿

計畫期程：105 年 12 月 27 日起 106 年 12 月 26 日

計畫經費：350 萬元

摘要

本計畫已完成全國未回收廚餘量、果菜市場廢棄物、豬糞渣及污泥與下水道污水處理廠餘裕量調查，除完成上述生質物共厭氧消化之潛能進行分析外，並利用實驗模組及 BMP(biological methane potential，生物甲烷產能)實驗評估不同有機廢棄物組成下之沼氣產生量。

本計畫同時進行廚餘厭氧消化沼渣與沼液進行成份分析，並比對國內外肥料或土壤澆灌使用之有害重金屬限制成份分析，搭配發芽率測試結果，以瞭解共消化後的沼渣液再利用之可行性。針對四大類有機廢棄物共消化進行製程及設備規劃，並完成最適比例之沼氣產生量，分析各項影響因子及評估相關之經濟效益、環保效益等。

針對既有堆肥場完成 20 場次之現勘與效能輔導，提出具體之改善建議，並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。另已完成全國廚餘回收再利用業務檢討會之辦理。

配合環保署之政策推動方針，本計畫已完成「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」之撰寫，提出全方位之廚餘處理方案，包括加強廚餘回收再利用工作、暢通多元化利用途徑並建置以廚餘為主要對象之厭氧消化生質能源廠等。

前言

我國目前的垃圾處理政策，是配合廢棄物清理法及資源再回收利用法之規定，以「源頭減量、資源回收」為政策主軸，推動綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，有效將資源廢棄物循環利用，逐年達成垃圾零廢棄、全回收之目標。配合該項目標，環保署訂有七項執行工作，而「推動廚餘多元再利用工作」為其中重要的工作項目。環保署自 92 年起全面推動廚餘回收，回收率自早期的約 3%，至 100 年達 10%以上，回收量約為每年 70 萬公噸。我國廚餘回收率曾於 101 年達 11.17%之最高峰，但近年來卻有下降趨勢。再利用方式方面，近五年為堆肥再利用 30%，養豬再利用 70%。

厭氧消化是應用微生物的作用與轉換，配合適當的環境因子，以將有機廢棄物進行減量與穩定化的處理。除具污染防治之功能外，並可使其轉為可用能源，為生質能源應用的最佳典範。有機物的厭氧消化，不僅可有效將有機物加以減量與穩定化，相較於其它處理程序，於密封環境下較不會有臭味問題產生，生質氣體可回收為能源應用，消化污泥脫水後之濃縮過濾液可作為植物液肥，消化殘渣品質則受消化操作之停留時間長短而有些許差異，停留時間增長將有助於消化更完全。目前德國、法國、丹麥與日本等國，將都市下水道污泥、庭院修剪之樹葉、廚餘及食品廢棄物等進行厭氧消化處理，已有許多成功的操作範例，且有更多的廠商將各類有機廢棄物，如食品廢棄物、生物污泥、禽畜糞便等送入厭氧消化處理廠進行共消化處理。

執行方法

首先進行全國廚餘、農業有機廢棄物、禽畜糞尿及下水道污泥等生質廢棄物之產量、區位分布及共厭氧消化量潛能分析，以掌握可能之料源，同時進行廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共厭氧消化，及廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共厭氧消化等 2 種模式試驗及研析，後續進行最適模式探討及最適模式之規劃，完成全國生質能源化廠設置之統籌規劃。

另為擴大廚餘堆肥再利用量及提升公有廚餘堆肥廠效能，本計畫安排專家學者進行 20 場次公有廚餘堆肥廠之效能輔導，提出具體之改善建議，並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。

結果

本計畫已完成全國未回收廚餘量、果菜市場廢棄物、豬糞渣及污泥與下水道污水處理廠餘裕量調查，並完成上述生質物共厭氧消化之潛能進行分析，發現北部地區回收廚餘量較其他地區高，而中南部地區則以農林剩餘資材、禽畜糞比例較高。

「廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿」及「廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥」2 種組成之生質物進行共厭氧消化模式進行試驗，模式一：產氣量最佳的組合比例為養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的混合比為 67%:17%:17% 為最高。模式二：以養豬廚餘與果菜廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥進行試驗，發現下水道污泥加入厭氧處理系統中，對整體產氣反應的增加並無太多的提升的功能，僅能於批次實驗中提供 pH 緩衝的能力。以整體的累積產氣量加以比較，以廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥的混合比為 50%:33%:17%:0% 為最高，可達到 662mL，此結果與先前的三成份混合比例測定結果相近，第二高的混合比例則是以廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥混合比為 67%:17%:8%:8%，可達到 633mL。綜合上述結果，可見養豬廚餘比例為 50%~67% 之間，由養豬廚餘提供足夠的溶解性反應基質，搭配其它基質混合獲得較穩定微生物反應較佳的環境，也可獲得較多的生質氣體。

為提出最適合國內的有機廢棄物共消化最適化模式及驗證 BMP 試驗的分析結果，除了於實驗室中以酸化與甲烷化的兩相式厭氧消化系統進行驗證實驗外，同時對模廠之放流沼渣與沼液進行放流殘渣的成份分析，比對國內外肥料或土壤澆灌使用之有害重金屬限制成份分析，搭配進行發芽率測試，以瞭解共消化後的沼渣液再利用之可行性。針對四大類有機廢棄物共消化進行製程及設備規劃，並完成最適比例之分析，分析各項影響因子及評估相關之經濟效益、環保效益等。可提供各縣市依其有機廢棄物產生量，規劃採行之最適化厭氧消化模式參考。

在沼氣利用最適化及沼渣、沼液處理規劃方面，完成沼氣發電利用與天然氣燃料利用之製程規劃，在沼渣沼液性質與農地利用分析方面，1 公噸/日廚餘排放之沼液量約為 2 公噸/日，含氮濃度約為 1,000 mg/L，每年約 700kg，約須 3 公頃農地。然而目前相關法規對廚餘厭氧消化產生之沼渣沼液，因鹽分及油分較高之問題，仍

禁止回歸農地再利用，建議農政機關協助調整沼肥農地利用之相關法規，以增加廚餘厭氧消化處理之沼肥去化途徑，創造多贏的局面。

本計畫已完成推動廚餘與有機廢棄物共消化之環境效益分析、經濟效益分析、厭氧消化廠之設置成本及操作營運成本等財務規劃分析建議，並完成民間參與厭氧消化廠興建營運之各種可行性推動模式分析。依據全國各地區之廚餘與有機廢棄物之產生量與分布調查分析，完成國內未來可推動區域整合性之生質能源廠、廠區配置等規劃。

依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定，本計畫已完成「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」之撰寫，提出全方位之廚餘處理方案，為減少垃圾進焚化廠處理量，將加強廚餘回收再利用工作；為實現將廢棄物轉換為有用資源，將暢通多元化利用途徑；為開拓綠能將推動建置以廚餘為主要對象之厭氧消化生質能源廠。

依計畫目標之規劃，於 106 年 2 月至 10 月間完成 20 場次之廚餘堆肥廠評估與效能輔導，邀請專家學者現場評估公有廚餘堆肥廠之效能，提出具體之改善建議，並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。

本計畫已於 11 月 7~8 日，辦理一場次之全國廚餘回收再利用業務檢討會，會議共 58 人參與，會議內容以廚餘回收再業務政策方向、技術與實務介紹、各縣市經驗交流等三大方面為主軸。

結論

1. 本計畫已完成全國未回收廚餘量、以果菜市場廢棄物為主之農業廢棄物、豬糞渣及污泥與下水道污水處理廠餘裕量調查，並完成上述生質物共厭氧消化之潛能進行分析。本項調查之目的在規劃未來國內設置生質能源廠後，各地可提供之有機廢棄物料源，經評估各地區除生質廢棄物種類及數量有所差異外，其主要料源品項亦不盡相同，如北部地區回收廚餘量較其他地區高，而中南部地區則以農林剩餘資材、禽畜糞比例較高。
2. 以單一基質進行厭氧消化產生沼氣之潛能而言，養豬廚餘與果菜廢棄物相近

具最高之沼氣轉換率，而豬糞尿次之。下水道污泥生物可分解率較低，沼氣產生率也最低。以 2 種共厭氧消化模式試驗結果發現養豬廚餘比例為 50%~67%之間，由廚餘提供足夠的溶解性反應基質，搭配其它基質混合獲得較穩定微生物反應較佳的環境，也可獲得較多的生質氣體。以廚餘與果菜廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥進行試驗，發現下水道污泥加入厭氧處理系統中，於先前的 BMP 的測試結果發現，對整體產氣反應的增加並無太多的提升的功能，僅能於批次實驗中提供 pH 緩衝的能力。

3. 養豬廚餘、果菜廢棄物與養豬畜牧廢水共消化不僅可降低廚餘的油脂影響使產氣量增加外，廚餘與果菜廢棄物厭氧出流的沼渣液再利用只要做好沼渣液的儲放管理或適度稀釋，與目前進行的養豬畜牧廢水再利用灌溉於農田方式相較，其肥效甚至高於現有的養豬畜牧廢水。
4. 各類有機廢棄物進行厭氧消化後之沼液分析結果發現，養豬廚餘與果菜廢棄物共消化之沼液總有機氮含量可高達約 1,000~3,000mg/L 左右(依進料處理濃度而定)，相對於豬糞尿厭氧消化廠之沼液，可提供較高之氮肥，澆灌於農地將更有利於農作物之生長。而銅、鋅等重金屬含量不僅低於農委會之液態雜項有機肥料(品目 5-14)之管制標準，甚至更低於養豬場厭氧消化廠所排出之沼液。
5. 本計畫針對四大類有機廢棄物共消化進行製程及設備規劃，並完成最適比例之分析，分析各項影響因子及評估相關之經濟效益、環保效益等。可提供各縣市依其有機廢棄物產生量，規劃採行之最適化厭氧消化模式參考。
6. 為提升整體廚餘再利用成效，本計畫同時進行 19 處(20 場次)之公有堆肥廠效能評估，並提供操作技術協助與設施改善建議。發現部分堆肥廠依現有空間可再增加處理量(如竹南、竹山廠)，但人力不足，且缺乏誘因增加處理量。廚餘堆肥場最迫切需求之改善設施為廚餘脫水設備，經檢討為當前可發揮最大效益者，可優先採行。
7. 本計畫配合環保署提報行政院之「多元化垃圾處理計畫」，完成「廚餘生質能源化六年經建計畫草案」，提出包括推動全面回收、暢通多元利用(飼料

化、肥料化、能源化)及健全合作機制等全方位之廚餘回收再利用目標及相關推動策略，將可提供環保署作為逐年推動廚餘回收再利用工作之參考。

建議

1. 國內之廚餘以往皆以養豬、堆肥再利用為主，但二者都有待克服的問題。考量國內各縣市之情況，未來之廚餘回收策略為全面回收提高回收再利用率；依地方之環境特性因地制宜推動肥料化、飼料化與能源化之多元化再利用。此外應加強農政、環保單位之合作，以提升全國廚餘回收再利用之成效。
2. 配合節能減碳國際趨勢，廚餘厭氧消化能源化為未來必須加強推動之工作。但考量各縣市可回收廚餘性質之差異性，必須因地制宜與適當之有機廢棄物進行共消化，以發揮最高經濟效益。
3. 相對於禽畜糞等各種有機廢棄物之厭氧消化，養豬廚餘是沼氣產生潛能最高者，然而厭氧消化後產生之沼渣沼液濃度高，不宜直接排放於地面水體。但考量所含之豐富有機質為農作物生長所需之肥份，故應以提供農地澆灌利用為最佳策略，但目前之法規尚未容許。然而依據本計畫研究所進行之各類有機廢棄物厭氧發酵沼液分析結果發現，養豬廚餘、果菜廢棄物厭氧發酵之沼液各項成分皆低於農委會液態雜項有機肥料之管制標準，建議農政機關協助調整沼肥農地利用之相關法規，以增加廚餘厭氧消化處理之沼肥去化途徑，創造多贏的局面。
4. 配合政府全力推動綠能目標，農委會積極鼓勵養豬場設置厭氧發酵場並進行沼氣發電。但國內各養豬場所收集之糞尿濃度偏低(有機固體約僅 1%)，若將有機濃度高且生物分解率亦較高之廚餘、果菜廢棄物部分提供養豬場厭氧發酵廠做共消化，將可提高其沼氣產生量，更具經濟效益。
5. 對於以廚餘為主要處理目標之厭氧發酵廠，可依各地區環境狀況，將果菜廢棄物收集與廚餘混合進行共消化以提高經濟效益，考量沼液沼渣再利用之安全性問題，不宜將下水道污泥投入廚餘厭氧發酵廠。
6. 雖然推動厭氧消化為未來之目標，但以往環保署所補助設置之廚餘堆肥廠仍

不宜偏廢。針對設施完整，處理容量大之堆肥場，可加強處理設施之改善，提升整體處理成效。

7. 考量含水率偏高是廚餘堆肥場進行堆肥發酵最棘手之問題，建議環保署可視實際需要優先補助各地方設置包括破碎機、脫水機(可將廚餘含水率降低至70%以下)等前處理設備，降低廚餘之含水率及粒徑，對於提升廚餘堆肥場效能將有極大助益。
8. 環保署曾補助各縣市鄉鎮設置五十多處堆肥場，目前堆肥場大多維持良好性能持續營運，但也有少數堆肥場設施老舊故障且缺乏人力或不熟悉操作技術，以致操作量能不足，正逐步提升中。另一方面為鼓勵各縣市提升廚餘回收再利用成效，建議應辦理各縣市廚餘回收再利用之評鑑工作，並持續輔導各堆肥場提升效能。

第一章、前言及背景說明

1.1 國內廚餘回收再利用現況

我國目前的垃圾處理政策，是配合廢棄物清理法及資源再回收利用法之規定，以「源頭減量、資源回收」為政策主軸，推動綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，有效將資源廢棄物循環利用，逐年達成垃圾零廢棄、全回收之目標。依據行政院於 92 年 12 月所核定「垃圾處理方案之檢討與展望」，訂定我國「垃圾零廢棄」政策，要求於 96 年以後，除偏遠地區外，生垃圾將不進掩埋場，且處理前之總減量目標達 25%，100 年達 40%，109 年達 75%，以建立「零廢棄社會」之目標。

配合該項目標，環保署訂有七項執行工作，而「推動廚餘多元再利用工作」為其中重要的工作項目，將與其他的工作項目，如「推動巨大廢棄物多元再利用工作」、「設置水肥處理相關設施工作」...等整合成為「一般廢棄物資源循環推動計畫」，以期達成我國「垃圾零廢棄」之目標。

廚餘以往之處理為掩埋與焚化，然而各有嚴重之問題。以掩埋而言，由於有機物濃度極高，將造成掩埋場之高有機負荷及滲出水處理困難。以焚化方式，雖可將垃圾達到減量及安定化之目的，但因廚餘之含水量極高(約 75%以上)，因此熱值明顯偏低，據調查最高位發熱量約 1,300Kcal/kg，低位發熱量約 800Kcal/kg(參見楊萬發、楊盛行、鄭正勇、陳文卿、馬鴻文，「廚餘及堆肥成品中有害成份調查、肥力及土壤列管評估計畫暨廚餘資源化設施、產品品質標準建制及市場開發近、中程策略規劃」期末報告，臺北市政府環境保護局委託計畫，2002 年)，明顯低於一般焚化爐之最低設計值(低位發熱量約 1,000 Kcal/kg 以上)，不利於焚化能源回收。因此，將廚餘之有機資源回收，除可避免焚化或掩埋所衍生的二次污染問題外，更符合廿一世紀資源永續經營之環保潮流，及推動廢棄物減量與多元化處理之政策目標。

環保署自 92 年起全面推動廚餘回收，回收率自早期的約 3%，至 100 年達 10%以上，回收量約為每年 70 萬公噸。表 1.1-1 統計自 101 年至 105 年全國之廚餘回收情形，可發現國內廚餘回收率曾於 101 年達 11.17%之最高峰，但近年來卻

有下降趨勢。再利用方式方面，由近五年之平均 30% 為堆肥再利用，70% 為養豬再利用，如圖 1.1-1 所示，表 1.1-2 為由垃圾成份分析中所統計各縣市之尚未回收廚餘百分比。由表 1.1-1 及表 1.1-2 之分析，可分析近五年全國之回收情形為：

- 全國之平均廚餘總產生量：約 1,936,810 公噸/年。
- 廚餘回收量：707,153 公噸/年，回收率 36.51%(廚餘回收量/總廚餘產出量)，尚有 1,229,657 公噸(63.49%)(廚餘未回收量/總廚餘產出量)未回收而送至焚化廠，尚有極大之努力空間。
- 廚餘回收率約 9.55%(佔垃圾產生量比率)，大部分之再利用方式為養豬再利用(約 7 成)，其餘為堆肥再利用(約 3 成)。例外之情形為台北市：堆肥約佔 77%，養豬 23%；新北市：堆肥 50%，養豬 50%。連江及金門，堆肥佔 8 成，養豬僅 2 成；澎湖縣幾乎都為堆肥)
- 歷年清運之垃圾中廚餘含量佔 35.07~40.39%，且有逐年小幅增高趨勢。
- 無法養豬利用之廚餘，再利用途徑受阻。

表 1.1-1、近五年之全國廚餘回收統計

年別	垃圾產生量(A)	垃圾清運量(B)	廚餘回收量(C)	總廚餘產出量(D) (D=C+B*垃圾性質分析 廚餘類之比率)	廚餘占垃圾產生(%) (E=D/A)	廚餘回收率(%) (F=C/A)	廚餘未回收率(%) (G=E-F)	廚餘未回收量 (H=D-C)
101 年	7,470,569	3,379,390	834,541	2,129,861	28.51	11.17	17.34	1,295,320
102 年	7,452,476	3,300,151	795,213	1,952,576	26.20	10.67	15.53	1,157,363
103 年	7,400,537	3,272,669	720,373	1,952,206	26.38	9.73	16.65	1,231,833
104 年	7,289,368	3,236,388	609,706	1,916,883	26.30	8.36	17.93	1,307,177
105 年	7,411,146	3,045,260	575,932	1,732,522	23.38	7.77	15.61	1,156,590
近 5 年平均	7,404,819	3,246,772	707,153	1,936,810	26.16	9.55	16.61	1,229,657
					100.00%	36.51%	63.49%	

資料來源：行政院環保署統計資料，本計畫整理

表 1.1-2、近五年各縣市清運垃圾性質分析廚餘類之百分比

採樣地區	101 年(%)	102 年(%)	103 年(%)	104 年(%)	105 年(%)
總 計	38.33	35.07	37.64	40.39	37.98
新北市	35.54	35.33	31.71	44.95	39.4
臺北市	22.97	16.23	32.87	40.37	33.89
臺中市	42.4	37.01	35.02	37.93	38.64
臺南市	36.86	40.87	39.9	44.94	35.92
高雄市	34.66	32.16	41.67	35.88	37.94
宜蘭縣	40.58	37.41	35.81	52.09	39.19
桃園縣	37.47	35.68	37.56	22.72	39.93
新竹縣	36.58	32.46	34.21	41.83	29.77
苗栗縣	39.18	35.13	42.45	35.4	36.78
彰化縣	42.26	31.78	41.21	38.12	41.57
南投縣	52.27	34.86	36.88	41.19	43.2
雲林縣	41.56	31.32	37.32	49.27	32.55
嘉義縣	40.75	44.37	38.88	49.29	46.75
屏東縣	46.64	44.14	42.24	52.61	47.28
臺東縣	36.01	34.51	35.93	35.95	34.63
花蓮縣	34.25	39.29	36.9	36.92	40.27
澎湖縣	34.74	32.47	39.63	28.58	35.62
基隆市	41.24	44.45	49.86	40.88	41.58
新竹市	36.65	33.63	36.93	40.93	39.05
嘉義市	45.96	39.17	37.57	46.44	42.2
金門縣	33.45	26.89	29.37	32.96	37.31
連江縣	29.48	30.93	30.38	27.59	27.16

資料來源：行政院環保署統計資料，本計畫整理

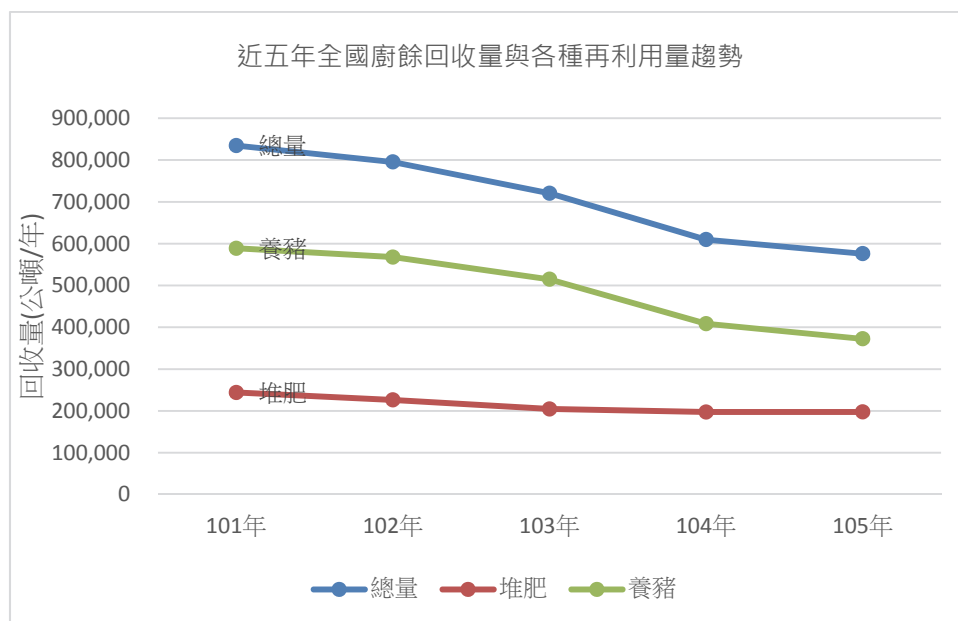


圖 1.1-1、近五年全國廚餘回收量與各種再利用量趨勢

資料來源：行政院環保署統計資料，本計畫整理

整體而言，國內長期推動廚餘回收再利用雖具有良好之績效，但卻有以下隱憂：

一、養豬再利用比例偏高：依據環保署截至 105 年之統計資料顯示，不含餐廳廚餘在內之廚餘養豬再利用比例高達 70%以上，若併入餐廳廚餘(尚乏統計數據)恐將高於八成。養豬再利用雖具消耗量大，可節省飼料成本之好處，但是在環境衛生管理尚條件欠佳，且可能衍生防疫之隱憂，另考量國內養豬頭數逐年減少，未來得以消化廚餘之數量將隨之下降，不能不未雨綢繆。

二、廚餘堆肥場可處理量有限，且操作成本偏高，各地方機關無力維持良好之營運，導致許多堆肥場週遭環境欠佳，產生之堆肥品質不太穩定，不易符合農委會規定之雜項堆肥品質規範，且產量不高只能以土壤改良劑、培養土之名義，供民眾無償取用。

三、再利用場容量、位置分配不平均：台灣地區人口集中於北部，台北市、新北市、桃園市總人口數約佔全國一半，廚餘產生量也以該三直轄市佔最大宗。但是都會區人口密集，不僅無足夠規模之堆肥場，養豬再利用也必須外送其他縣市，

增加運費且不符節能減碳原則。其他人口密集的都會區如台中市、高雄市等亦面臨同樣之窘境。

基於以上考量，為妥善處理日益增加之廚餘，在廚餘產生量大之都會區附近，覓適當場所規劃設置厭氧消化生質能源廠將迫切需要。在此之前，利用其他有機廢棄物厭氧消化廠(如下水道污泥、禽畜糞便等)，進行共消化仍不失為可行之方案。

1.2 有機廢棄物厭氧消化生質能回收技術

厭氧消化是應用微生物的作用與轉換，配合適當的環境因子，以將有機廢棄物進行減量與穩定化的處理。除具污染防治之功能外，並可使其轉為可用能源，為生質能源應用的最佳典範。有機物的厭氧消化，不僅可有效將有機物加以減量與穩定化，相較於其它處理程序，於密封環境下較不會有臭味問題產生，生質氣體可回收為能源應用，消化污泥脫水後之濃縮過濾液可作為植物液肥，消化殘渣品質則受消化操作之停留時間長短而有些許差異，停留時間增長將有助於消化更完全。

在厭氧狀態下，大部份的有機碳將轉換成甲烷(CH_4)及二氧化碳(CO_2)，而有機物中某些含硫及氮的有機成份將轉化為硫化氫(H_2S)與氨氣(NH_3)。一般而言，厭氧醱酵槽所產生的沼氣組成約為：甲烷 55%~70%；二氧化碳 30%~45%，以及約 0.2~0.5%之硫化氫。此外亦含有水氣，其含量視溫度而定。

厭氧消化技術視為再生能源開發的重要項目之一，而以往國內發展較成熟的是來自於豬糞尿的沼氣開發利用，近年以來廚餘及下水道污泥之厭氧消化則日益受重視。基於以下之理由，厭氧消化實為國內應積極推動的工作：

- 一、台灣全年平均接近 30°C 的氣溫，適合厭氧消化之進行。
- 二、技術發展成熟，且已累積豐富之實務經驗。
- 三、污染物中超過 70%之 COD 可藉由厭氧程序移除。
- 四、可產生大量沼氣以供利用。

發電利用方面，每千瓦小時的電力將消耗約 0.65m^3 之沼氣，因此國內有機廢棄物沼氣能源回收之潛力極高，估計每年可獲約 1,200MKWH 之電力，而且其中約有半數可來自豬糞尿處理場。

綜合本團隊長期推動廚餘回收再利用工作之經驗，建議國內應積極推動廚餘厭氧消化，原因如下：

- 一、現行各種廚餘回收再利用以遇到瓶頸，回收率不易再提高
- 二、養豬、堆肥再利用各有隱憂
- 三、都會區缺再利用場
- 四、國際間節能減碳推動綠能之趨勢

相對於其他的各種有機廢棄物，廚餘更具厭氧消化之優勢，理由如下。

- 一、廚餘之有機成份高，生物分解潛能大

- (一) 沼氣產生率高： $>0.6\text{m}^3/\text{kg VSS}$
- (二) 殘留量低：約 20%以下
- (三) 分解速率快：停留時間可低於 20 天(固含量 3%)

二、厭氧消化是全面性的解決方案(Total solution)，可將氣、固、液等充份利用。且具能源利用價值、資源回收價值、經濟效益。

1.3 有機廢棄物厭氧共消化

目前德國、法國、丹麥與日本等國，將都市下水道污泥、庭院修剪之樹葉、廚餘及食品廢棄物等進行厭氧消化處理，已有許多成功的操作範例，且有更多的廠商將各類有機廢棄物，如食品廢棄物、生物污泥、禽畜糞便等送入厭氧消化處理廠進行共消化處理，如表 1.3-1 可看出已有許多大型處理系統的成功案例，並可獲得大量的生質氣體，以下為相關國外案例之介紹與分析說明。

生活污水污泥與其它都市有機廢棄物的共消化研究已經有相當多的案例，義大利的 Viareggio 及 Treviso 污水處理廠即進行實廠的共消化研究(Bolzonella, Battisi

et al. 2006)，Treviso 廢水處理廠實廠操作約二年時間，廠區內營運費用所占投入費用以廢水處理占 47%為最高，但於污泥處理方面，有機都市固體廢棄物前處理區投入 14%、消化槽區 21%及最終污泥處理亦占 17%。Treviso 廢水處理廠的實際初設費用約為 750,000 歐元，再考量售回的電力、每年 2%的折舊率及人事成本，初始過程，每日添加 3 公噸的有機都市廢棄物與廢棄活性污泥混合進行共消化，使體積負荷由 1.0 升至 1.2 Kg-TVS/M³-d，生質氣體產量則增加 50%，Treviso 污水處理廠目前則每日添加約 10 公噸的有機市政廢棄物，生質氣體的月產量則自 3,500 M³ 提升至 17,500 M³。若以污泥消化設施共消化每週 50 公噸的有機都市廢棄物，將可於約 3.5 年攤還其共消化所增添的設備成本。

於日本的 JFE 工程公司與鹿島建設合作，於 2014 年在愛知縣以總經費計 137 億日圓建造一座共消化的生質能廠，進料為每日收集的 365 立方公尺的下水道污泥、59 噸廚餘、107 立方公尺糞尿，三種基質經過發酵產生沼氣，供氣體引擎發電，出力為 1,000KW，依本的 FIT(固定價格收購制度)以每 KW/小時 39 日圓之價格售予電力公司，20 年間的權利期售電收入約 53 億日圓，此外殘渣液經脫水碳化後，尚可做為工廠等鍋爐之燃料。該廠於 2017 年開始發電，但因同時使用 3 種不同之生質能源，由於成分不一，處理上較困難，造成設置成本上升，特別是需考量去除生質能源中會腐蝕及摩耗氣體引擎成分之發電設備與良好的前處理與混合條件的發酵槽。

Konrad et al.,(2016)針對城市污水處理廠污泥與食品廢棄物進行批次式與實廠的共消化影響探討，在批次實驗中經由質量平衡結果計算共消化增加比基質產氣率為 18%，主要原因推測是將原有以污泥進料的碳/氮比為 8.8，添加廚餘的碳氮比為 17.7 所調配產生的影響，而當添加 10%(W/W)的廚餘即可將原來全廠因產氣回饋的能量由 25%增加一倍。

參考文獻: Konrad Koch, Markus Plabst, Andreas Schmidt, Brigitte Helmreich, Jörg E. Drewes, "Co-digestion of food waste in a municipal wastewater treatment plant: Comparison of batch tests and full-scale experiences", *Waste Management* 47 (2016) 28–33.

表 1.3-1、國際大型厭氧消化系統操作成果表

國家	地點	廢棄物種類*	廢棄物 (公噸/年)	消化槽 體積(Ft ³)	年沼氣產生 量(Ft ³ /年)	每噸廢棄物 沼氣產生量 (Ft ³ /公噸)	單位槽體積每 日沼氣產生量 (Ft ³ /日- Ft ³)
瑞士	Aarburg 阿爾堡	Yard 庭院廢棄物	12,128	52,973	28,605,150	2,359	1.48
瑞士	Baar 巴爾	Yard 庭院廢棄物	4,410	16,951	13,419,700	3,043	2.17
瑞士	Bachenbülach 巴興比拉赫	Yard & Food 庭院/食品廢棄物	9,482	18,364	30,017,750	3,166	4.48
德國	Baden-Baden 巴登-巴登	Food & Kitchen 食品廢棄物/廚餘	7,166	211,890	51,206,750	7,146	0.66
德國	Braunschweig 布倫瑞克	Kitchen 廚餘	17,640	59,329	60,035,500	3,403	2.77
德國	Buchen 布亨	MSW 都市固體廢棄物	110,250	141,260	141,260,000	1,281	2.74
瑞士	Geneva 日內瓦	Yard 庭院廢棄物	13,230	35,315	42,378,000	3,203	3.29
丹麥	Grindsted** 格林斯泰茲	Biosolids & Food 有機固體物質/食品 廢棄物	38,036	98,882	22,954,750	603	0.64
英國	Holsworthy** 霍爾斯沃西	Manure & Food 肥料/食品廢棄物	160,965	282,520	137,728,500	856	1.34
德國	Karlsruhe 卡爾斯魯爾	Yard & Kitchen 庭院廢棄物/廚餘	8,820	47,675	30,935,940	3,507	1.78
德國	Lemgo 萊姆戈	Yard & Kitchen 庭院廢棄物/廚餘	37,485	90,053	134,197,000	3,580	4.08
德國	Munchen 慕尼黑	Yard & Kitchen 庭院廢棄物/廚餘	27,563	84,050	52,972,500	1,922	1.73
瑞士	Niederuzwil 尼德魯茲維爾	Yard 庭院廢棄物	11,025	31,784	30,724,050	2,787	2.65
瑞士	Otelfingen 奧特芬根	Yard 庭院廢棄物	13,781	29,665	38,846,500	2,819	3.59
瑞士	Rumlang 呂姆朗	Yard & Food 庭院/食品廢棄物	7,718	16,245	28,252,000	3,661	4.76
瑞士	Samstagern	Yard & Food 庭院/食品廢棄物	8,489	18,364	28,958,300	3,411	4.32
Average			30,512	77,207	54,530,774	2,922	2.65

*When there is more than one type of waste, the higher percentage feedstock is provided first.

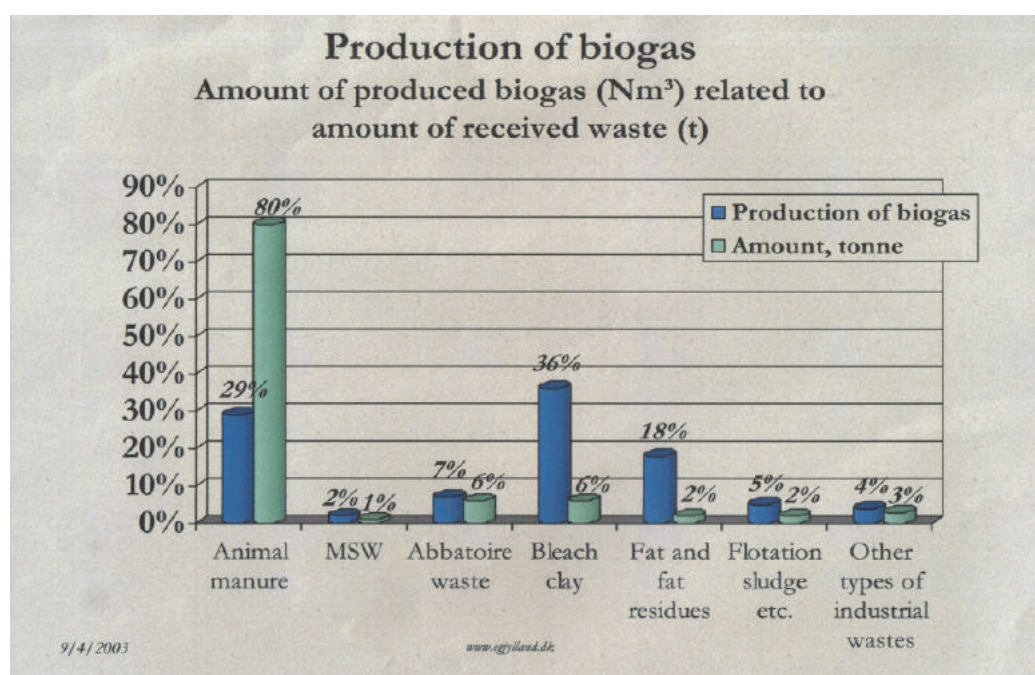
**While not a part of the survey, sufficient information was gathered to make consistent comparisons

資料來源：行政院環保署「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」，98 年 7 月。

丹麥以廚餘等有機廢棄物為厭氧消化有機物來源之集中式資源化實場實績就超過 20 座，每日處理有機廢棄物量可達 450 噸。目前，丹麥大力推動集中式沼氣工廠，以解決環境與土地的負擔。目前，其處理有機廢棄物來源分為二大類：

一、禽畜糞類：此部分年廢棄量達 1.03×10^6 噸，其中有 51% 為豬糞、44% 為牛糞、4% 為豬糞與牛糞混合物及 1% 為貂或家禽糞便與穀物殘餘物。

二、污泥類：此部分年廢棄量達 3.25×10^5 噸，其中動物腸道內含物等廢棄物占 27%，其他 53% 是來自食品、飼料工廠或屠宰場等污泥與廢棄物，6.5% 為生活污水處理時所產生之污泥，其餘 0.5% 為經分類後之家庭廢棄物。



Ref. Murto M., L. Bjornsson, et al. (2004). "Impact of food industrial waste on anaerobic co-digestion of sewage sludge and pig manure." *Journal of Environmental Management* 70(2): 101-107.

圖 1.3-1、丹麥各類有機物共消化量與產氣貢獻度

由圖 1.3-1 中可發現當單獨以含油脂之吸油矽藻土等消化(Bleach clay, Fat and fat residues)將抑制微生物之生長，與其他生質廢棄物共消化後，抑制問題消失。其中油脂類 8% 進料重量比可達 54% 產氣貢獻比，糞肥 80% 進料重量比只貢獻 29% 產

氣比。不過，若無其他生質廢棄物的共消化，整體消化程序很可能因高油脂之抑制而停擺。由此可看出共消化對整體反應器的操作具有穩定的作用。

第二章、工作內容與查核點說明

2.1 工作內容

依據「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」契約書，本計畫目標如下：

- 一、完成全國廚餘、農業有機廢棄物、禽畜糞尿及下水道污泥等生質廢棄物之產量、區位分布及共厭氧消化量潛能分析。
- 二、廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共厭氧消化，及廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共厭氧消化等 2 種模式進行試驗及研析。
- 三、廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化最適模式探討及最適模式之規劃。
- 四、完成廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化工作相關行政措施之協調與規劃。
- 五、完成撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」。
- 六、完成擴大廚餘堆肥再利用量評析規劃及公有廚餘堆肥廠效能輔導 20 場次以上。
- 七、辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會。

其工作內容包含下列各項：

- 一、全國廚餘、農業有機廢棄物、禽畜糞尿及下水道污泥等生質廢棄物之產量、區位分布及共厭氧消化量潛能分析。
- 二、廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共厭氧消化，及廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共厭氧消化等 2 種模式進行試驗及研析。
 - (一) 最適基質調配比率探討。
 - (二) 菌相分析。
 - (三) 沼渣、沼液分析。
 - (四) 沼氣產出及利用最佳化評析。

(五) 最佳化操作參數探討。

三、 廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化最適模式探討及最適模式之相關規劃。

(一) 廚餘與各類生質廢棄物共消化最適模式探討（需探討廚餘單獨消化，廚餘與下水道污泥共消化，廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共消化，廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共消化等 4 種模式）。

(二) 最適處理規模探討，及廠區設施配置、處理流程、各單元設備設施等初步規劃（含污染防治措施）。

(三) 沼氣利用最適化及沼渣、沼液處理規劃。

(四) 環境效益分析、經濟效益分析、財務分析（含建廠及營運成本分析、財務規劃建議）及推動模式（含促參模式）評估。

(五) 全國生質能源化廠設置之統籌規劃（包括各廠之區位、面積、料源及沼液沼渣之去化）。

四、 推動廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化工作相關行政措施之協調與規劃，包括相關部會、地方政府需配合措施。

五、 完成撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」。

六、 擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導。

(一) 擴大全國廚餘堆肥再利用量之評析及規劃，包括拓展公有廚餘堆肥廠及民間堆肥廠再利用量能之可行性評估及作法。

(二) 邀請專家學者現場評估公有廚餘堆肥廠之效能，至少達 20 場次以上，提出具體之改善建議（包含臭味等二次污染防治設施及堆肥成品銷售通路等），並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。

- 七、辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會〔2 天 1 夜，參加人數至少 50 人（含工作人員 5 人），住宿費由各機關自行核銷〕。

2.2 查核點說明

工作項目 \ (106 年)月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一、全國各類生質廢棄物之產量調查及厭氧消化量潛能分析												
二、廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析												
三、廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃												
(一)共消化模式探討												
(二)共消化處理流程與設備規劃												
(三)沼氣利用及沼渣沼液處理規劃												
(四)推動效益評析及推動模式評估												
(五)生質能源化廠設置統籌規劃												
四、廚餘與有機廢棄物共厭氧消化行政措施協調及規劃												
五、「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」												
六、擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導												
七、全國廚餘回收再利用業務檢討會												
第一次工作進度報告			(1)									
期中報告							(2)					
期末報告											(3)	
預定進度累積百分比（%）	5	18	25	30	40	52	62	72	82	90	95	100

預定完成時間		內容說明
106.03		完成全國各類生質廢棄物之產量調查
106.04		完成廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析，1 種模式
106.06		完成全國各類生質廢棄物之厭氧消化量潛能分析
106.06		完成公有廚餘堆肥廠之效能現場評估累計 15 場次
106.07		撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」
106.08		完成廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析，累計 2 種模式
106.08		完成共消化最適化模式探討
106.09		完成共消化流程與設備規劃
106.09		完成沼氣利用及沼渣沼液處理規劃
106.10		完成擴大廚餘堆肥再利用量評析及公有廚餘堆肥廠之效能現場評估 累計 20 場次
106.10		辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會
106.10		完成共消化推動效益評析及推動模式評估
106.11		全國生質能源化廠設置之統籌規劃
查核點	時間	查核點內容說明
(1)	106.03	第一次工作進度報告
(2)	106.07	期中報告
(3)	106.11	期末報告

2.3 目前工作進度

依目前各分項之工作內容與執行進度如表2.3-1所示，已完成所有工作項目。

表 2.3-1、各分項之工作內容與執行進度

工作內容項目	實際執行情形	差異分析（打√）			落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		符合	落後	超前			
一、全國各類生質廢棄物之產量調查及厭氧消化量潛能分析	已完成全國各類生質廢棄物之產量調查。	√					
二、廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析	已完成廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共厭氧消化，及廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共厭氧消化等 2 種模式進行試驗及研析。	√					
三、廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃		√					
(一)共消化模式探討	已完成四種模式之規劃考量，考量包括厭氧共消化操作因子、原料收集的難易度、有機廢棄物數量變動性、厭氧反應過程的生物反應影響因子、生質氣體產生量、沼渣與沼液後續利用性及現行法規限制、行政與經濟性考量因子等。	√					
(二)共消化處理流程與設備規劃	已完成流程規劃、前處理設備、厭氧發酵槽、發酵系統建議、污染防治措施、質量平衡等設備規劃。	√					
(三)沼氣利用及沼渣沼液處理規劃	已完成廚餘與各類有機厭氧共消化所產生之沼氣能源利用之製程規劃，並建議其短中長期推動目標。並完成沼渣沼液處理規劃，參考國外案例並比較國內之環境差異性，提出適用於國內之沼渣沼液再利用方式。	√					
(四)推動效益評析及推動模式評估	已完成推動效益評析，包括：環境效益、紓解垃圾處理之壓力、經濟效益等，並完成厭氧消化廠設置成本、操作營運成本及興建模式評估(公有公營、公有民營、民有民營等模式)。	√					
(五)生質能源化廠設置統籌規劃	依據全國各地區之廚餘與有機廢棄物之產生量與分布調查分析，已完成國內未來可推動區域整合性之生質能源廠規劃，並完成相關廠區配置規劃。	√					

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

四、廚餘與有機廢棄物共厭氧消化行政措施協調及規劃	已完成廚餘與有機廢棄物共厭氧消化行政措施協調及規劃。	√					
五、「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」	依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」，完成「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」，以建構完整之垃圾處理計畫。	√					
六、擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導	已完成 20 場次之廚餘堆肥廠評估與效能輔導，並提出廚餘堆肥廠之可再增加處理量建議量、改善建議及建議增加之設施與經費。	√					
七、全國廚餘回收再利用業務檢討會	已於 11 月 7~8 日完成辦理。	√					
查核點	預定完成時間	查核點內容說明					
完成全國各類生質廢棄物之產量調查	106.03	已於 106 年 3 月前完成廚餘、農業有機廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥全國各類生質廢棄物之產量調查。					
第一次工作進度報告	106.03	已於 106 年 3 月 30 日提交第一次工作進度報告，並於 106 年 4 月 11 日召開審查會議。					
完成廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析，1 種模式	106.04	已於 106 年 4 月前完成廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共厭氧消化試驗研析。					
完成全國各類生質廢棄物之厭氧消化量潛能分析	106.06	已於 106 年 6 月前完成廚餘、農業有機廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥全國各類生質廢棄物之潛能分析。					
完成公有廚餘堆肥廠之效能現場評估累計 15 場次	106.06	已於 106 年 6 月前完成 15 場次公有廚餘堆肥廠之效能現場評估及具體之改善建議。					
撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」	106.07	已於 106 年 7 月前完成「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」。					
期中報告	106.07	已於 106 年 7 月 6 日提交期中報告，並於 106 年 8 月 1 日召開審查會議。					
完成廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析，累計 2 種模式	106.08	已於 106 年 8 月前完成廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共厭氧消化試驗研析。					
完成共消化最適化模式探討	106.08	已於 106 年 8 月前完成四種模式之規劃考量					
完成共消化流程與設備規劃	106.09	已於 106 年 9 月前完成流程規劃、前處理設備、厭氧發酵槽、發酵系統建議、污染防治措施、質量平衡等設備規劃。					
完成沼氣利用及沼渣沼液處理規劃	106.09	已於 106 年 9 月前完成廚餘與各類有機厭氧共消化所產生之沼氣能源利用之製程規劃。					
完成擴大廚餘堆肥再利用量評析及公有廚餘堆肥廠之效能現場評估累計 20 場次	106.10	已於 106 年 10 月前完成累計 20 場次公有廚餘堆肥廠之效能現場評估及具體之改善建議。					

辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會	106.10	原訂於 106 年 9 月 12-13 日舉辦全國廚餘回收再利用業務檢討會，因泰利颱風來襲，配合環保署辦理時間，故延期至 11 月 7~8 日辦理，共 58 人參與。
完成共消化推動效益評析及推動模式評估	106.10	已於 106 年 10 月前完成共消化推動效益評析，包括：環境效益、紓解垃圾處理之壓力、經濟效益等，並完成厭氧消化廠設置成本、操作營運成本及興建模式評估(公有公營、公有民營、民有民營等模式)。
全國生質能源化廠設置之統籌規劃	106.11	已於 106 年 11 月前完成國內未來可推動區域整合性之生質能源廠規劃，並完成相關廠區配置規劃。
期末報告	106.11	已於 106 年 11 月 27 日提交期末報告。

第三章、執行成果

3.1 全國各類生質廢棄物之產量調查及厭氧消化量潛能分析

生質物（料源）為推動生質能的基礎，掌握生質物基線資料（包括種類、數量及分布）方能評估選擇合適能源轉化技術。依據生質物特性，可概分為刻意植栽的「能源作物(Crops)」及因活動衍生的「生質廢棄物(Bio-waste)」兩大類。

就「能源作物」而言，須綜合考量是否有排擠糧食生產用地、破壞天然原始地貌等問題限制較多，且應就其生命週期（含播種、施肥、照護、收成及運輸等）評估淨減碳效益；而「生質廢棄物」係人為活動所產生的廢棄物，若未妥善處理，則衍生環境污染之虞，倘若於處理過程回收能源，亦具有一舉兩得效果，且生命週期的碳足跡遠小於其他能源作物，故目前國際生質能推動多以「生質廢棄物」為主要料源。而廢棄物中的生質物部份又可概分為一般廢棄物及一般事業廢棄物之生質部份，如下圖所示。

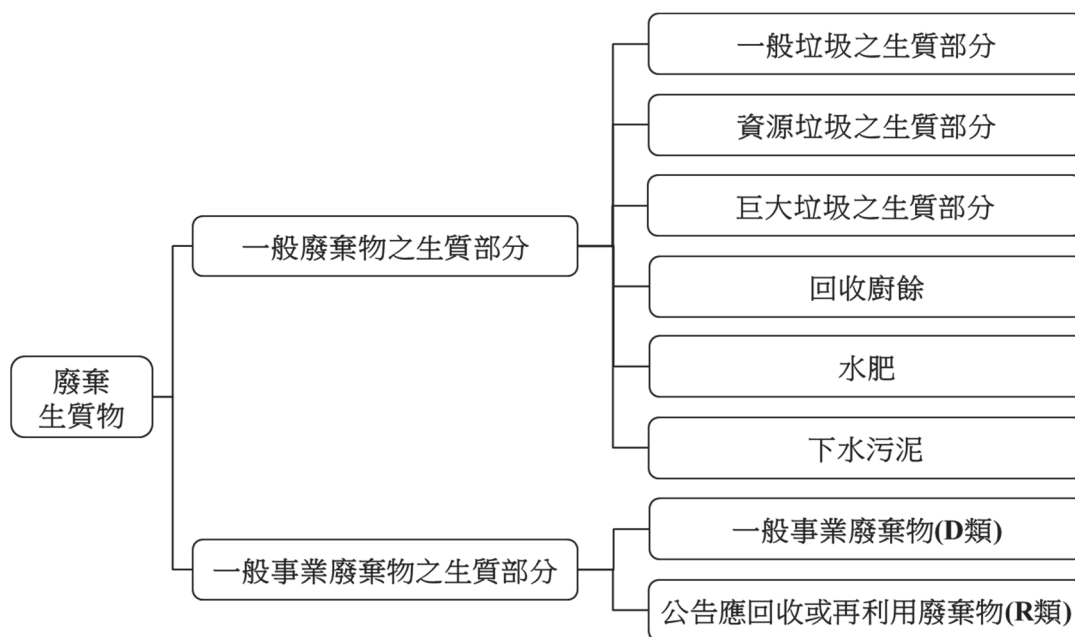


圖 3.1-1、廢棄生質物種類

環保署為解決潛在污染問題，並達到節能減碳目的，於民國 103 年研析規劃「區域生質廢棄物能源化系統整合」推動策略，並建議以「區域」概念作為整體性規劃。本計畫以全國較主要的生質廢棄物為對象，包括廚餘、農業有機廢棄物、禽

畜糞尿及下水道污泥等針對產量、區位分布及共厭氧消化之潛能進行分析，各類有機廢棄物可合併共消化之概念如圖 3.1-2 所示。以下分別針對各類有機廢棄物目前產生情形敘述如後。

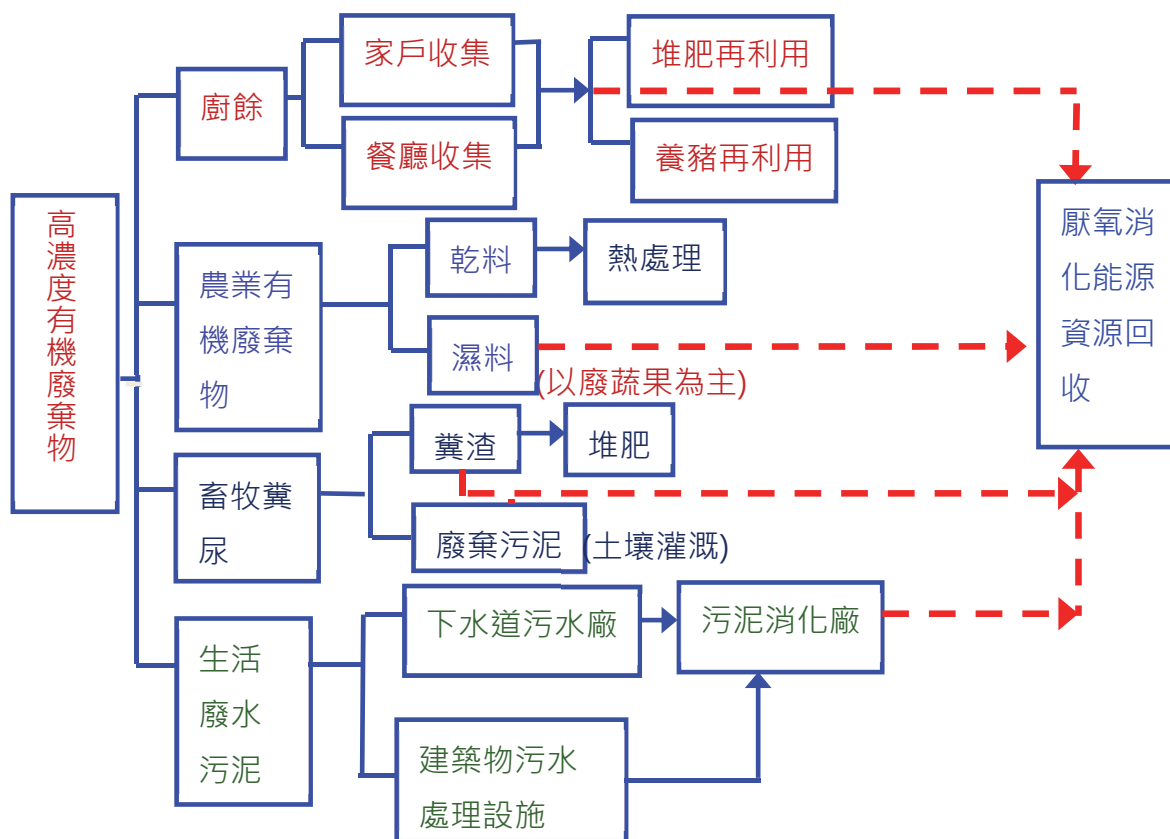


圖 3.1-2、各類有機廢棄物厭氧共消化規劃

一、廚餘

依環保署之統計資料，105 年各縣市廚餘回收再利用情形如圖 3.1-1 所示。配合表 1.1-1~表 1.1-2 與圖 1.1-1 之分析，發現有以下趨勢。

近五年全國之回收情形為：

- 全國之平均廚餘總產生量：約 1,936,810 公噸/年。
- 廚餘回收量：707,153 公噸/年，回收率 36.51%(廚餘回收量/總廚餘產出量)，尚有 1,229,657 公噸(63.49%)(廚餘未回收量/總廚餘產出量)未回收而送至焚化廠，尚有極大之努力空間。

- 廚餘回收率約 9.55%(佔垃圾產生量比率)，大部分之再利用方式為養豬再利用(約 7 成)，其餘為堆肥再利用(約 3 成)。例外之情形為台北市：堆肥約佔 77%，養豬 23%；新北市：堆肥 50%，養豬 50%。連江及金門，堆肥佔 8 成，養豬僅 2 成；澎湖縣幾乎都為堆肥)
- 歷年清運之垃圾中廚餘含量佔 35.07~40.39%。
- 無法養豬利用之廚餘，再利用途徑受阻。

由表 3.1-1 之分析，可知全國未回收廚餘量尚高達 1,136,907 公噸(垃圾清運量×清運垃圾中廚餘類%)，每月約 95,000 公噸，每天約 3,150 公噸。新北市約 369 公噸/日；台北市(含基隆市)約 301 公噸/日，桃園市約 381 公噸/日，台中市(含南投縣)約 447 公噸/日，台南市約 249 公噸/日，高雄市約 418 公噸/日(圖 3.1-3)。可見，即使僅以未回收之廚餘為主要對象，上述縣市即具設置日處理量 200 噸以上之厭氧發酵廠之潛力。另以區域統計新竹縣、新竹市、苗栗縣合計 206 噸/日；彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市，合計約 432 公噸；屏東縣 199 噸/日，也具有設置區域性厭氧發酵廠之潛力。東部縣市及外島產生量較低，且不易跨區域收集處理，於下一階段再作考量。

表 3.1-1、105 年各縣市廚餘回收再利用情形

	垃圾產生量 (公噸) A	垃圾清運量 (公噸) B	清運垃圾中廚餘類(%) C	廚餘回收量(公噸) D=E+F+G	堆肥再利用量 (公噸) E	養豬再利用量 (公噸) F	其他 (公噸) G	廚餘回收率(%) $H=D/A*100$	全年度未回收廚餘量(公噸) $I=B*C/100$	未回收廚餘量 (噸/日) $J=I/365$
總計	7,411,146	2,993,435	37.98	575,933	197,307	372,280	6,346	7.77	1,136,907	3,115
新北市	990,138	341,979	39.4	122,269	65,723	54,641	1,905	12.35	134,740	369
臺北市	783,268	244,574	33.89	68,213	56,096	12,117	-	8.71	82,886	227
桃園市	792,116	360,060	38.64	25,915	1,049	24,866	-	3.27	139,127	381
臺中市	815,996	365,297	35.92	42,979	7,631	35,339	9	5.27	131,215	359
臺南市	639,667	239,640	37.94	72,434	26,899	45,535	-	11.32	90,919	249
高雄市	926,848	389,658	39.19	89,536	4,491	85,045	-	9.66	152,707	418
宜蘭縣	165,525	75,524	39.93	14,162	3,559	10,410	193	8.56	30,157	83
新竹縣	165,179	70,197	29.77	9,869	2,112	7,757	-	5.97	20,898	57
苗栗縣	191,217	89,810	36.78	12,466	3,895	8,521	50	6.52	33,032	90
彰化縣	401,503	201,872	41.57	13,960	1,704	10,488	1,768	3.48	83,918	230
南投縣	187,571	74,422	43.2	15,197	1,666	11,890	1,641	8.10	32,150	88

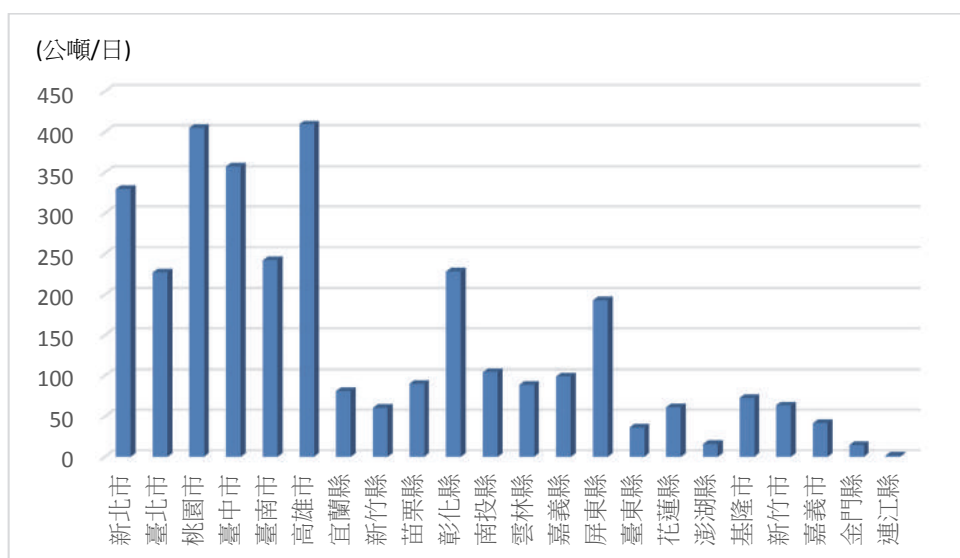
	垃圾產生量 (公噸) A	垃圾清運量 (公噸) B	清運垃圾中廚餘類(%) C	廚餘回收量(公噸) D=E+F+G	堆肥再利用量 (公噸) E	養豬再利用量 (公噸) F	其他 (公噸) G	廚餘回收率(%) H=D/A*100	全年度未回收廚餘量(公噸) I=B*C/100	未回收廚餘量 (噸/日) J=I/365
雲林縣	198,745	65,766	32.55	12,675	3,523	9,141	11	6.38	21,407	59
嘉義縣	183,548	77,709	46.75	12,905	3,996	8,587	322	7.03	36,329	100
屏東縣	299,360	153,709	47.28	11,261	1,395	9,851	15	3.76	72,674	199
臺東縣	88,339	12,787	34.63	6,912	3,529	2,992	391	7.82	4,428	12
花蓮縣	112,200	41,933	40.27	5,490	1,044	4,431	15	4.89	16,886	46
澎湖縣	37,881	16,059	35.62	4,018	4,018	-	0	10.61	5,720	16
基隆市	149,929	64,829	41.58	11,871	2	11,869	-	7.92	26,956	74
新竹市	152,053	55,496	39.05	12,267	1,717	10,550	-	8.07	21,671	59
嘉義市	93,057	37,004	42.2	8,216	447	7,769	-	8.83	15,616	43
金門縣	30,972	13,002	37.31	2,135	1,629	481	25	6.89	4,851	13
連江縣	6,035	2,108	27.16	1,183	1,183	-	-	19.60	573	2

資料來源：行政院環保署統計資料，本計畫整理

備註：廚餘回收量(公噸)=堆肥再利用量+養豬再利用量+其他(非採上述二種方法處理之廚餘回收再利用數量，例如：製成家禽飼料、厭氧發酵等。)

廚餘回收率(%)=廚餘回收量/垃圾產生量*100

全年度未回收廚餘量(公噸) I=垃圾清運量*清運垃圾中廚餘類/100



資料來源：行政院環保署統計資料，本計畫整理

圖 3.1-3、105 年各縣市未回收廚餘量

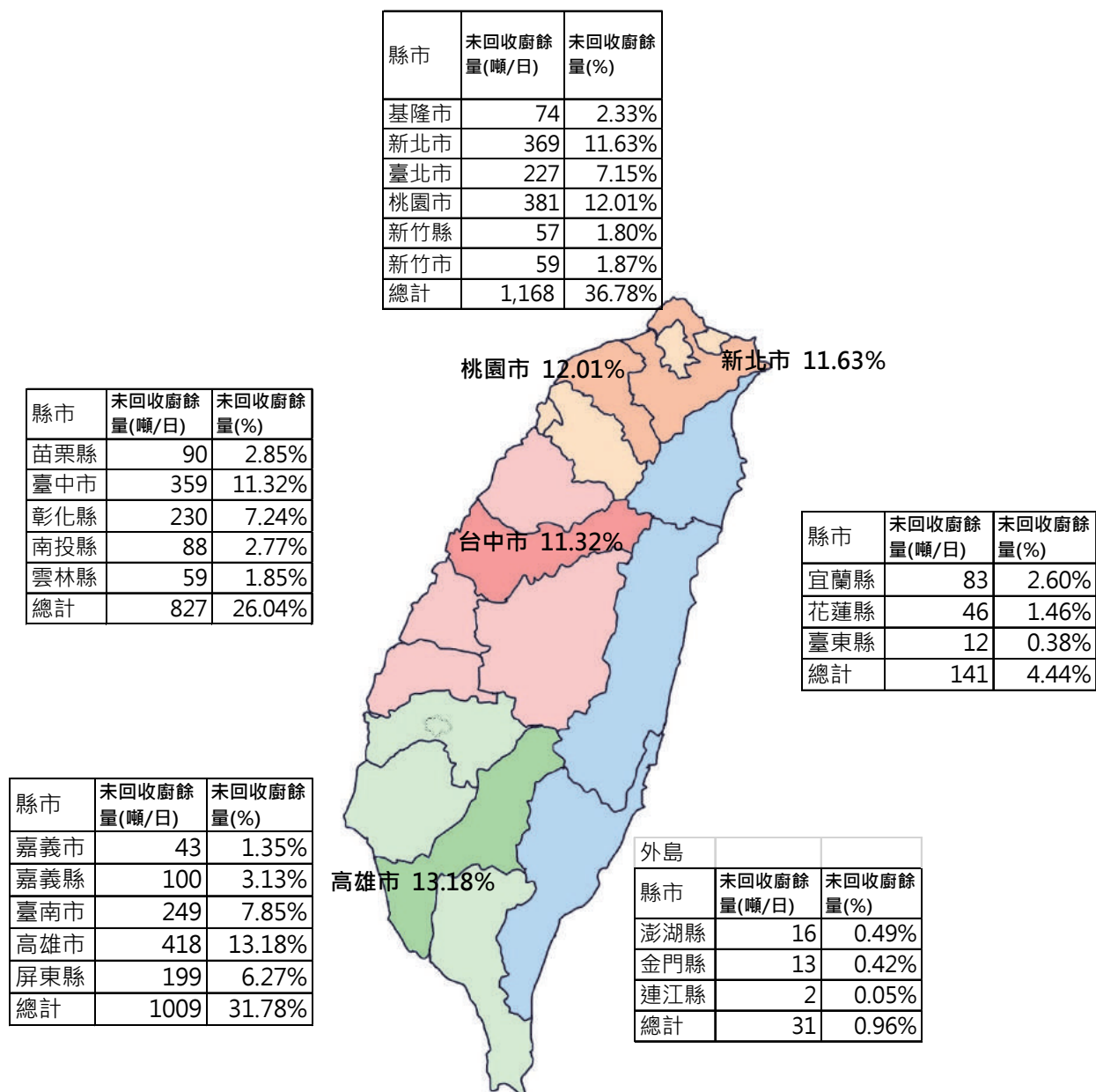


圖 3.1-4、105 年各縣市未回收廚餘量比例

二、畜牧糞尿

國內畜牧業產業分類及家數詳表 3.1-2 所示，主要以養豬業為主，其比例佔畜牧業 34%以上，養牛用水量不高，牛糞亦收集進行堆肥化再利用，而豬糞尿之污染為長期以來十分嚴重之污染問題，且普遍以厭氧消化為主要的處理方式，因此進行共消化建議以豬糞尿為主要對象。依據農委會養豬頭數調查報告(截至 106 年 5 月底)，台灣養豬頭數約 539 萬頭，前五名之縣市分別為雲林縣、屏東縣、彰化縣、臺南市及嘉義縣等五縣市(詳圖 3.1-5 所示)，顯示台灣地區之養豬業分布多位於中南部地區。

表 3.1-2、台灣畜牧業產業分類及總數

飼養	畜牧業（一）				畜牧業（二）					總家數
畜種	適用非草食性動物(如、雞、鴨、鵝)				適用草食性動物					
禽畜別	豬(含 200 頭 以下)	雞	鴨	鵝	牛	羊	鹿	馬	兔	
場數 (場)	7,436	5,870	2,800	719	1,957	1,934	604	109	24	21,453
占畜牧 業總家 數	34.66%	27.36%	13.05%	3.35%	9.12%	9.02%	2.82%	0.51%	0.11%	-

資料來源：農委會畜禽統計調查結果(106 第三季)及養豬頭數調查報告(106.05)

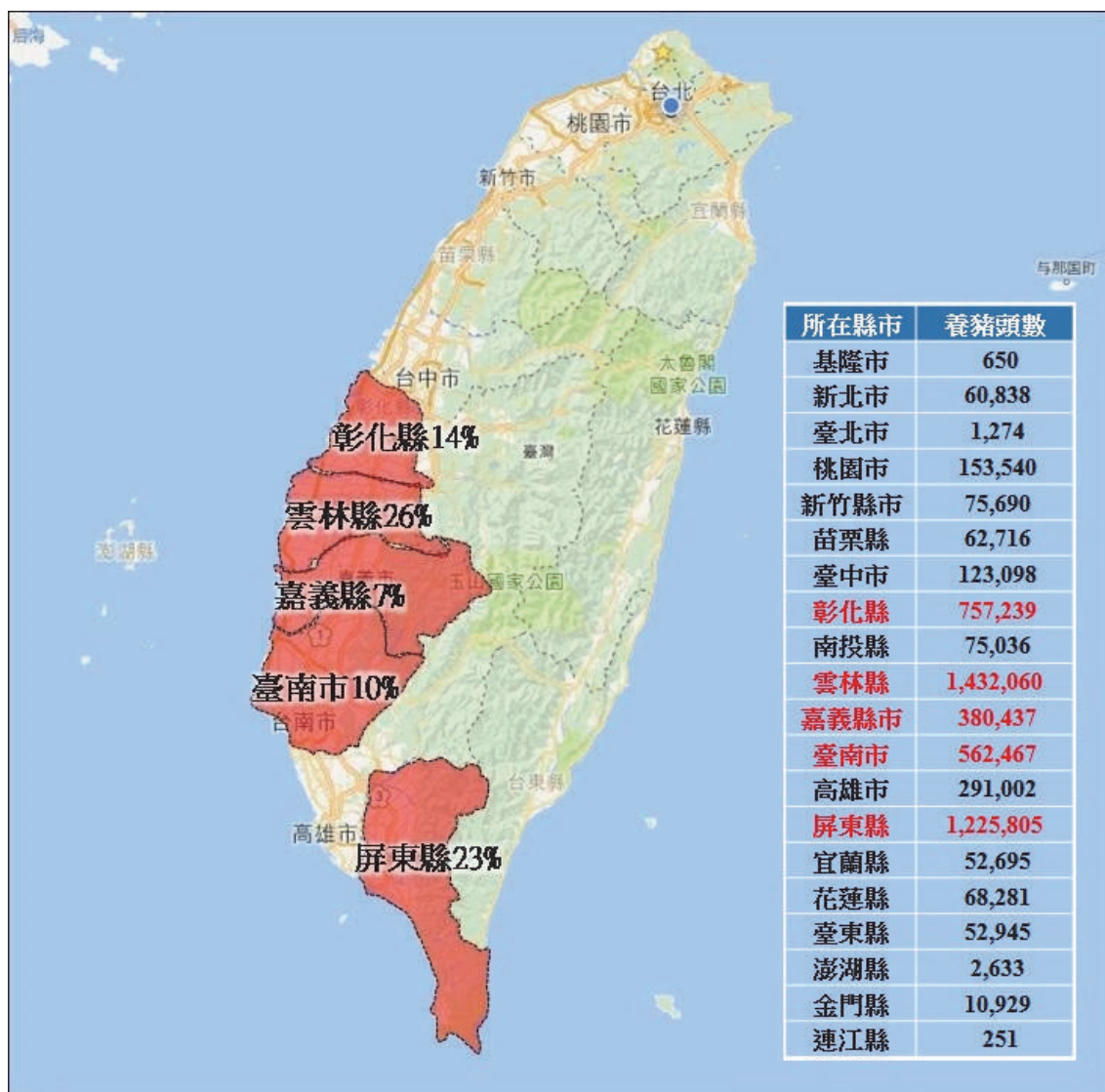


圖 3.1-5、106 年各縣市養豬頭數

國內養豬業目前大多採三段式廢水處理系統，需再行處理及可能與廚餘進行共消化者有三方面：

- (一)固液分離之糞渣：含水率約15%，此為可供堆肥利用部份，但亦可投入污泥消化槽供產生沼氣能源。
- (二)厭氧醱酵槽累積污泥：由於生物處理僅提供部份之分解去除率，無法分解或微生物代謝之產物將轉換之污泥累積於厭氧槽內，影響處理性能。因此，定期清除厭氧污泥為維持厭氧系統穩定之關鍵。
- (三)活性污泥槽過剩污泥：活性污泥系統必須控制一定濃度之MLSS(以豬糞尿系統而言約2,000~4,000mg/L為最理想)，污泥量若不足或食微比(F/M)偏高，

無足夠分解有機質之能力。反之，污泥量若太多，耗氧量大且易冲刷外流，造成放流水濃度偏高。因此定期排除污泥亦為實務上極重要的工作。然而，所排除之污泥亦必須有適當的管道以作妥善處理。

以一仟頭豬隻之養豬場進行估算，原水每日產生量 30M^3 、VS濃度1%、VS總量0.3噸：

(一)經固液分離後，每日產生量為 0.8M^3 、VS濃度15%、VS總量0.12噸。

(二)經厭氧發酵後，每日產生量為 2M^3 、VS濃度3%、VS總量0.06噸。

(三)經活性污泥後，每日產生量為 0.9M^3 、VS濃度1%、VS總量0.009噸。

本計畫依據農委會養豬頭數調查報告(截至106年05月底)進行各縣市豬糞渣及污泥推估，如表3.1-3所示。

表 3.1-3、106 年各縣市養豬頭數、豬糞渣及污泥推估

NO	縣市	場數	總頭數	百分比 (%)	豬糞渣		厭氧消化污泥		活性污泥	
					(M^3/d)(VS \div 15%)	VS(tons/d) (乾基)	(M^3/d)(VS \div 3%)	VS(tons/d) (乾基)	(M^3/d)(VS \div 1%)	VS(tons/d) (乾基)
1	雲林縣	1,204	1,432,060	26.58%	1,145.65	171.85	2,864.12	85.92	1,288.85	12.89
2	屏東縣	1,756	1,225,805	22.75%	980.64	147.10	2,451.61	73.55	1,103.22	11.03
3	彰化縣	705	757,239	14.06%	605.79	90.87	1,514.48	45.43	681.52	6.82
4	臺南市	645	562,467	10.44%	449.97	67.50	1,124.93	33.75	506.22	5.06
5	嘉義縣	291	376,087	6.98%	300.87	45.13	752.17	22.57	338.48	3.38
6	高雄市	520	291,002	5.40%	232.80	34.92	582.00	17.46	261.90	2.62
7	桃園市	407	153,540	2.85%	122.83	18.42	307.08	9.21	138.19	1.38
8	臺中市	270	123,098	2.28%	98.48	14.77	246.20	7.39	110.79	1.11
9	南投縣	98	75,036	1.39%	60.03	9.00	150.07	4.50	67.53	0.68
10	花蓮縣	97	68,281	1.27%	54.62	8.19	136.56	4.10	61.45	0.61
11	新竹縣	338	65,325	1.21%	52.26	7.84	130.65	3.92	58.79	0.59
12	苗栗縣	239	62,716	1.16%	50.17	7.53	125.43	3.76	56.44	0.56
13	新北市	177	60,838	1.13%	48.67	7.30	121.68	3.65	54.75	0.55
14	臺東縣	433	52,945	0.98%	42.36	6.35	105.89	3.18	47.65	0.48
15	宜蘭縣	123	52,695	0.98%	42.16	6.32	105.39	3.16	47.43	0.47
17	金門縣	77	10,929	0.20%	8.74	1.31	21.86	0.66	9.84	0.10
18	新竹市	20	10,365	0.19%	8.29	1.24	20.73	0.62	9.33	0.09
19	澎湖縣	10	2,633	0.05%	2.11	0.32	5.27	0.16	2.37	0.02
20	嘉義市	7	2,175	0.04%	1.74	0.26	4.35	0.13	1.96	0.02

NO	縣市	場數	總頭數	百分比 (%)	豬糞渣		厭氧消化污泥		活性污泥	
					(M ³ /d)(VS _≐ 15%)	VS(tons/d)(乾基)	(M ³ /d)(VS _≐ 3%)	VS(tons/d)(乾基)	(M ³ /d)(VS _≐ 1%)	VS(tons/d)(乾基)
21	臺北市	12	1,274	0.02%	1.02	0.15	2.55	0.08	1.15	0.01
22	基隆市	3	650	0.01%	0.52	0.08	1.30	0.04	0.59	0.01
23	連江縣	4	251	0.00%	0.20	0.03	0.50	0.02	0.23	0.00

資料來源：農委會統計資料，本計畫整理

就規模而言，國內養豬場之規模分布如表3.1-4所示，其中5,000頭以上之大型養豬場有129家，養豬頭數佔比為23.2%，其畜牧糞尿廢水量在100 CMD以上，已具推動能源型生質沼氣中心(一段式廢水處理)之潛勢。

表 3.1-4、全國養豬場規模分布

級距	家數	養豬頭數 (萬頭)	佔全國百分比(%)		平均畜養量 (頭數/場數)
			家數	頭數	
大型畜牧場 (5,000 頭以上)	129	125	1.7%	23.2%	9,693
中型畜牧場 (2,000~5,000 頭)	338	99	4.5%	18.4%	2,930
小型畜牧場 (2,000 頭以下)	6,859	315	92.2%	58.4%	459
出清	110	-	1.5%	-	-
總計	7,436	539	100%		725

資料來源：農委會，農業統計資料查詢系統，養豬頭數調查報告，106 年 05 月。

三、農業廢棄物

農業廢棄物方面，依行政院農委會之統計，104 年生物性農業廢棄物總產生量達四百五十萬噸，包括農、漁、牧及農產批發與食品加工等，其中農產廢棄物及畜牧廢棄物各佔一半，如表 3.1-5 所示。農業廢棄物中，生物性且可能作厭氧消化者主要為禽畜糞、果菜花卉殘渣與食品加工廢棄物。禽畜糞則為以既有厭氧消化場處理者，故暫不列入考量。果菜花卉殘渣目前是焚化 2,246 公噸，堆肥處理 19,035 公噸，動物飼料利用為 5,563 公噸。食品加工廢棄物，焚化處理 5,200 公噸，堆肥處

理 22,500 公噸，動物飼料 3,500 公噸。果菜花卉殘渣與食品加工廢棄物二者合計焚化處理每年總量 7,446 公噸(每月 620 公噸)，而堆肥處理者為 41,535 公噸(平均每月 3,461 公噸，每日 116 公噸)。

畜牧廢棄物以禽畜糞為主，而農產廢棄物包括乾料之稻殼、稻稈及廢棄菇包等，批發市場廢棄物以果菜殘渣(濕料之廢蔬果)等，亦為可進行厭氧消化之對象，104 年約有 2 萬 6 仟公噸之果菜廢棄物，且果菜市場廢棄物具有收集清運管道容易之優點，因此本計畫針對批發市場之果菜殘渣進行調查，由環保署列管污染源資料查詢系統(<http://prtr.epa.gov.tw/>)進行資料彙整，彙整 104 年~105 年全台主要批發市場之果菜殘渣量(表 3.1-6)，其中果菜殘渣(申報代碼:R-0114)104 年約有 1.5 萬公噸，105 年約有 1.3 萬公噸進行回收再利用，植物性廢渣(申報代碼:D-0102)部分 104 年約有 1.4 萬公噸，105 年約有 1.2 萬公噸，其中約有 92%以上為焚化處理。

果菜殘渣回收再利用部分，台北市第一及第二果菜市場果菜殘渣再利用方式為運送至苗栗縣、臺南市及屏東縣進行再利用，新北市果菜市場果菜殘渣再利用方式為運送至苗栗縣進行再利用，西螺果菜市場之果菜殘渣運送至附近之雲林縣堆肥廠進行堆肥再利用，大社、鳳山及高雄果菜市場之果菜殘渣運送至附近之屏東縣進行再利用(表 3.1-7)。

在植物性殘渣部分，由圖 3.1-6 可看出台北第一及第二果菜市場、鳳山及高雄果菜市場、新竹果菜市場、臺南及屏東果菜市場等之植物性殘渣以焚化為處理方式，其中最大量者為台北第一及第二果菜市場，合計每年約有 6 仟公噸之物性殘渣進行焚化，鳳山及高雄果菜市場，合計每年約有 3 仟公噸之植物性殘渣進行焚化，未來在考量設置廚餘厭氧消化系統時，可納入鄰近共同處理之廢蔬果量，避免厭氧系統設置後料源不足，造成營運成本偏高之問題。

進一步考量全台各縣市植物性廢棄物，由環保署列管污染源資料查詢系統(<http://prtr.epa.gov.tw/>)進行資料彙整，包括 R-0114 果菜殘渣、R-0117 植物性中藥渣、R-0120 植物性廢渣、D-0102 植物性廢渣等，以 105 年資料為例(表 3.1-8)，R-0114 果菜殘渣可收集 14,022 公噸/年、R-0117 植物性中藥渣 2,277 公噸/年、R-0120 植物性廢渣 38,867 公噸/年、D-0102 植物性廢渣 17,539 公噸/年，每年約可收集 72,700 公噸植物性廢棄物。可收集之量為：臺北市(含基隆市)約 51 公噸/日、新北

市約 2 公噸/日、桃園市約 30 公噸/日、臺中市(含南投市)約 29 公噸/日、臺南市約 39 公噸/日、高雄市約 20 公噸/日。以區域統計新竹縣、新竹市及苗栗縣約 3 公噸/日、彰化縣、雲林縣、嘉義縣及嘉義市約 18.5 公噸/日、屏東縣約 6.7 公噸/日、宜蘭縣約 1.6 公噸/日、台東縣約 0.01 公噸/日。

表 3.1-5、104 年農業廢棄物產生及處理狀況統計

單位：公噸

廢棄物種類	產生量	妥善處理量										其他(請 備註說 明)	未妥善 處理量		
		合計	就地翻 耕掩埋	作物栽 培覆蓋	焚燒、 掩埋 (禽畜 糞,死廢 畜禽主 要為掩 埋)	倉庫 墊料	育苗栽 培介質	堆肥	飼料或 飼料原 料	禽畜舍 墊料	薪材、 燃料			資源回 收	化製原 料
農業廢棄物(生物性)	4,524,341	4,499,948	1,228,058	168,537	89,512	54,547	105,156	2,478,153	104,515	79,087	63,269	6,213	72,918	49,984	24,393
農產廢棄物	2,123,990	2,123,990	1,228,058	168,537	81,766	54,547	89,806	292,568	47,452	79,087	63,269	0	0	18,901	0
稻穀	316,346	316,346	0	0	0	31,635	63,269	31,635	47,452	79,087	63,269	0	0	0	0
稻蒿	1,581,732	1,581,732	1,228,058	168,537	81,766	22,912	26,537	35,021	0	0	0	0	0	18,901	0
廢棄菇包	225,912	225,912	0	0	0	0	0	225,912	0	0	0	0	0	0	0
漁業廢棄物	131,196	118,076	0	0	0	0	15,350	24,000	48,000	0	0	0	0	0	13,120
牡蠣殼	131,196	118,076	0	0	0	0	15,350	24,000	48,000	0	0	0	0	30,726	13,120
畜產廢棄物	2,208,519	2,197,268	0	0	300	0	0	2,120,050	0	0	0	4,000	72,918	0	11,251
禽畜糞	2,135,193	2,124,000	0	0	0	0	0	2,120,000	0	0	0	4,000	0	0	11,193
畜禽屠宰後廢棄物	31,518	31,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,518	0	0
死廢畜禽	41,809	41,750	0	0	300	0	0	50	0	0	0	0	41,400	0	59
批發市場廢棄物	29,436	29,414	0	0	2,246	0	0	19,035	5,563	0	0	2,213	0	357	22
果菜殘渣	26,382	26,382	0	0	1,427	0	0	19,035	5,563	0	0	0	0	357	0
花卉殘渣	819	819	0	0	819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
漁產殘渣	2,235	2,213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,213	0	0	22
食品加工廢棄物	31,200	31,200	0	0	0	5,200	0	22,500	3,500	0	0	0	0	0	0
農業資材廢棄物(非生物性)	110,879	110,870	77,369	0	15,567	0	0	0	312	0	0	17,612	0	10	9

資料來源：行政院農委會，<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/inquiry/InquireAdvance.aspx>，本計畫整理。

表3.1-6、104~105年果菜批發市場廢棄物產生量

年度	104					105												
申報代碼分類	R-0114 果菜殘渣					D-0102 植物性廢渣				R-0114 果菜殘渣					D-0102 植物性廢渣			
果菜市場名稱/廢棄物清理方式	將廢棄物作為再利用之原料使用	將廢棄物作為再利用之飼料	將廢棄物作為再利用之肥料	掩埋	焚化處理	其他最終處理方式	生物處理	將廢棄物作為再利用之原料使用	將廢棄物作為再利用之飼料	將廢棄物作為再利用之肥料	掩埋	焚化處理	其他最終處理方式	生物處理				
台北農產運銷股份有限公司	5,483.1				5,470.95			6,681.37				4,367.06						
臺北農產運銷股份有限公司第二果菜批發市場	3,679.36				1,759.23			3,899.50				1,503.56						
台南市綜合農產品批發市場					113.89							249.2174						
大社果菜市場					0.06			359.93										
高雄果菜運銷股份有限公司		1,434.847			784.87				310.02			808.46						
新北市果菜運銷股份有限公司								50.82										
桃農綜合農產品批發市場股份有限公司						3.4							0.9					
嘉義市果菜市場股份有限公司												333.5						
南投縣草屯鎮果菜市場			0.43							3.4								
北斗農產運銷股份有限公司					53.15							21.47						
員林果菜市場股份有限公司					20.88							10.368						
溪湖鎮果菜市場股份有限公司							815.81							893.05				
田中果菜市場股份有限公司					1.31							1.23						
永靖鄉果菜市場					71.5							44.5						
新竹農產運銷股份有限公司					1,160.34							1,086.75						
斗六農產品市場股份有限公司				0.12							0.12							
斗南果菜市場股份有限公司					4.82							2.71						

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

年度	104						105					
申報代碼分類	R-0114 果菜殘渣			D-0102 植物性廢渣			R-0114 果菜殘渣			D-0102 植物性廢渣		
果菜市場名稱/廢棄物清理方式	將廢棄物作為再利用之原料使用	將廢棄物作為再利用之飼料	將廢棄物作為再利用之肥料	掩埋	焚化處理	其他最終處理方式	將廢棄物作為再利用之原料使用	將廢棄物作為再利用之飼料	將廢棄物作為再利用之肥料	掩埋	焚化處理	其他最終處理方式
西螺農產品市場股份有限公司			1,994.09		592				1,716.14			
北港果菜市場股份有限公司					49.5						45.8	
鳳山果菜市場			2,545.7		2,441.21				618.98		2,214.69	
屏東市果菜市場					410.3						388.8	
潮州鎮果菜市場					152						151.5	
麟洛果菜市場股份有限公司					2.71						6.1	
皇盛農產物股份有限公司					0.12						0.12	
台東果菜市場股份有限公司					2.25						13	
累計	9,162.46	1,434.847	4,540.22	0.12	13,091.09	3.4	10,991.62	310.02	2,338.52	0.12	11,248.84	0.9
												893.09

資料來源：行政院環境保護署列管污染源資料查詢系統，<http://prtr.epa.gov.tw/>，本計畫整理。

表3.1-7、果菜批發市場再利用管道

批發果菜市場	回收再利用者	再利用地點	再利用方式
台北農產運銷股份有限公司	林光榮畜牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	安煌畜牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	康軒生物科技股份有限公司	苗栗縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	水柳坡牧場	苗栗縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	明洲生化科技股份有限公司	臺南市	將廢棄物作為再利用之原料使用
臺北農產運銷股份有限公司第二果菜批發市場	林光榮畜牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	安煌畜牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	康軒生物科技股份有限公司	苗栗縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	水柳坡牧場	苗栗縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
	明洲生化科技股份有限公司	臺南市	將廢棄物作為再利用之原料使用
新北市果菜運銷股份有限公司	水柳坡牧場	苗栗縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
西螺農產品市場股份有限公司	金億陽開發有限公司	雲林縣	將廢棄物作為再利用之肥料
大社果菜市場	財夯實業股份有限公司堆肥場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之原料使用
鳳山果菜市場	文慶牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之飼料
高雄果菜運銷股份有限公司	文慶牧場	屏東縣	將廢棄物作為再利用之飼料

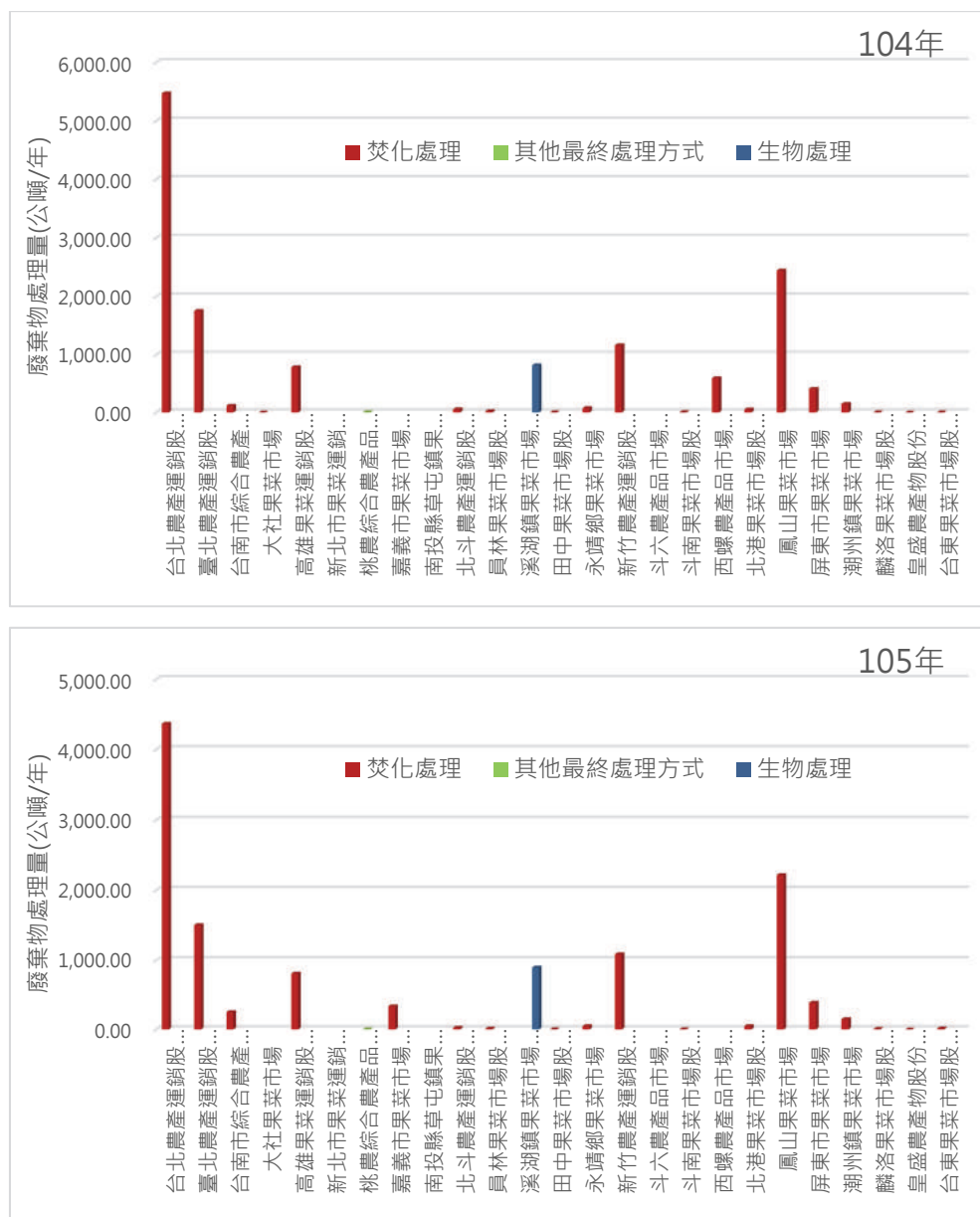


圖3.1-6、104年及105年果菜批發市場植物殘渣產生量

表 3.1-8、植物性廢棄物預估回收量

縣市	R-0114 果菜殘渣 (公噸/年)	R-0117 植物性中 藥渣 (公噸/年)	R-0120 植物性廢 渣 (公噸/年)	D-0102 植物性廢 渣 (公噸/年)	預估年平 均回收量 (公噸/年)	預估日平 均回收量 (公噸/日)
基隆市	-	-	-	257.91	257.91	0.71
台北市	10,580.87	-	17.50	7,670.94	18,269.31	50.05
新北市	50.82	-	2.89	557.87	611.58	1.68
桃園市	-	119.70	10,547.78	171.72	10,839.20	29.70
臺中市	-	-	10,108.64	343.01	10,451.65	28.63
臺南市	-	2,157.90	11,297.83	773.84	14,229.58	38.99
高雄市	1,629.53	-	925.62	4,607.22	7,162.37	19.62
南投縣	3.40	-	-	8.17	11.57	0.03
新竹縣	-	-	11.52	0.75	12.27	0.03
新竹市	-	-	-	1,090.90	1,090.90	2.99
苗栗縣	-	-	-	9.49	9.49	0.03
彰化縣	35.60	-	761.70	1,020.84	1,818.13	4.98
雲林縣	1,716.26	-	1,462.52	57.08	3,235.86	8.87
嘉義縣	5.65	-	1,332.98	14.53	1,353.16	3.71
嘉義市	-	-	-	333.50	333.50	0.91
屏東縣	-	-	1,842.42	591.62	2,434.04	6.67
宜蘭縣	-	-	556.12	25.15	581.27	1.59
臺東縣	-	-	-	4.92	4.92	0.01
累計	14,022.13	2,277.60	38,867.51	17,539.46	72,706.70	199.20

資料來源：行政院環境保護署列管污染源資料查詢系統，<http://prtr.epa.gov.tw/>，105 年度資料，本計畫整理。

四、下水道污泥

國內下水道污水處理場產生之污泥量如表3.1-9所示。內政部營建署對下水道污泥有既定之處理再利用政策，並規定處理水量達20,000CMD以上的污水處理廠應設有厭氧污泥消化處理設施，故本計畫所推動之共消化將以利用下水道污水處理場之餘裕量探討共同處理廚餘及其他有機廢棄物為主，而非處理下水道污泥為目標。本團隊104年曾調查國內各污水處理場之污泥厭氧消化系統運作情形，本計畫進行更新如表3.1-9，推估尚有之餘裕量，作為可提供廚餘共消化之潛能。

表3.1-9、國內污水處理廠厭氧消化單元運作現況調查表

污水廠名稱	消化槽容積(M³) A	消化槽槽數 B	消化槽總容積(M³) C=A×B	實際水力停留時間(day)	消化槽實際可進料量 D (m³/day)	單槽可進料量	消化槽現有進料量 E (m³/day)	餘裕量(%) (1-E/D)*100
迪化污水處理廠	10,500	3	31,500	41.7	604	201	504	17
八里污水處理廠	9,000	4	54,000	38	758	189	700	8
淡水水資源回收中心	2,768	2	5,536	46	96	48	131.52	38
福田水資源回收中心	4,600	4	18,400	31.4	469	117	293.3	37
安平污水處理廠	5,400	2	10,800	20	432	216	133.65	69
高雄中區污水處理廠	8,478	4	33,912	-	-	-	-	-
鳳山溪污水處理廠	4,778	4	19,112	-	-	-	-	-
六塊厝污水處理廠	4,700	1	4,700	12	313	313	96	69
小計					2,673		1,786.95	33

註 1：八里污水廠新建 2 消化槽目前尚未完成驗收。

註 2：中區污水處理廠消化槽暫無使用且淤積嚴重。

註 3：鳳山溪污水廠目前進行優化工程，消化槽僅作暫存使用。

註 4：污水廠消化槽有泥沙淤積問題，故消化槽實際可進料量以八折計。

調查更新日期:106/11，本團隊調查統計

本計畫收集上述料源相關資料進行彙整如表 3.1-10(未回收廚餘以清運垃圾中廚餘類比例推估；果菜批發市場植物性廢棄物為環保署列管污染源資料查詢系統之果菜殘渣 R-0114、植物性中藥渣 R-0117、植物性廢渣 R-0120 及植物性廢渣 D-0102；畜牧糞尿以養豬頭數進行推估)，下述 3.3 節廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化初步試驗結果得知廚餘比例為 50%~67%之間可獲得較多的生質氣體，因此建議以廚餘及果菜批發市場為主要共厭氧消化量來源。由表 3.1-10 可見各地區除生質廢棄物種類及數量有所差異外，其主要料源品項亦不盡相同，如北部地區回收廚餘量較其他地區高，而中南部地區則以農林剩餘資材、禽畜糞比例較高，應依當地料源特性為基礎，如：北部以廚餘為主要料源，而中南部則可以農林剩餘資材、禽畜糞為主要料源發展，發展各區域最適之生質能源中心。

表 3.1-11 以「廚餘及果菜批發市場」為料源，具有 200 公噸/日以上潛力之縣市為新北市、臺北市、桃園市、臺中市、彰化縣、臺南市、高雄市、屏東縣；以「廚餘、果菜批發市場及畜牧糞尿」為料源，具有 200 公噸/日以上潛力之縣市為新北市、臺北市、桃園市、臺中市、彰化縣、雲林縣、臺南市、高雄市、屏東縣。

表 3.1-10、各類生質廢棄物統計量

料源	廚餘	果菜批發市場	畜牧糞尿			下水道污泥
縣市	未回收廚餘量 (公噸/日)	植物性廢棄物 (公噸/日)	豬糞渣 VS (公噸/日) (乾基)	厭氧消化污泥 VS(公噸/日) (乾基)	活性污泥 VS(公噸/日) (乾基)	餘裕量(%)
基隆市	74	0.71	0.08	0.04	0.01	-
新北市	369	1.68	7.30	3.65	0.55	38
臺北市	227	50.05	0.15	0.08	0.01	17
桃園市	381	29.70	18.42	9.21	1.38	-
新竹縣	57	0.03	7.84	3.92	0.59	-
新竹市	59	2.99	1.24	0.62	0.09	-
苗栗縣	90	0.03	7.53	3.76	0.56	-
臺中市	359	28.63	14.77	7.39	1.11	37
彰化縣	230	4.98	90.87	45.43	6.82	-
南投縣	88	0.03	9.00	4.50	0.68	-
雲林縣	59	8.87	171.85	85.92	12.89	-
嘉義縣	43	3.71	45.13	22.57	3.38	-

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

料源	廚餘	果菜批發市場	畜牧糞尿			下水道污泥
縣市	未回收廚餘量 (公噸/日)	植物性廢棄物 (公噸/日)	豬糞渣 VS (公噸/日) (乾基)	厭氧消化污泥 VS(公噸/日) (乾基)	活性污泥 VS(公噸/日) (乾基)	餘裕量(%)
嘉義市	100	0.91	0.26	0.13	0.02	-
臺南市	249	38.99	67.50	33.75	5.06	69
高雄市	418	19.62	34.92	17.46	2.62	-
屏東縣	199	6.67	147.10	73.55	11.03	69
宜蘭縣	83	1.59	6.32	3.16	0.47	-
花蓮縣	46	-	8.19	4.10	0.61	-
臺東縣	12	0.01	6.35	3.18	0.48	-
澎湖縣	16	-	0.32	0.16	0.02	-
金門縣	13	-	1.31	0.66	0.10	-
連江縣	2	-	0.03	0.02	0.00	-

表 3.1-11、各縣市可收集生質廢棄物統計量

料源 縣市	廚餘、果菜批發市場 (公噸/日)	廚餘、果菜批發市場及畜牧糞尿 (公噸/日)
基隆市	75	75
新北市	371	382
臺北市	277	277
桃園市	411	440
新竹縣	57	70
新竹市	62	64
苗栗縣	91	102
臺中市	388	411
彰化縣	235	378
南投縣	88	102
雲林縣	68	338
嘉義縣	46	118
嘉義市	100	101
臺南市	288	394
高雄市	438	493
屏東縣	206	437
宜蘭縣	84	94
花蓮縣	46	59
臺東縣	12	22

縣市 \ 料源	廚餘、果菜批發市場 (公噸/日)	廚餘、果菜批發市場及畜牧糞尿 (公噸/日)
澎湖縣	16	16
金門縣	13	15
連江縣	2	2

註:未回收廚餘以清運垃圾中廚餘類比例推估；果菜批發市場植物性廢棄物為環保署列管污染源資料查詢系統之果菜殘渣 R-0114、植物性中藥渣 R-0117、植物性廢渣 R-0120 及植物性廢渣 D-0102；畜牧糞尿以養豬頭數進行推估。

3.2 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之試驗研析

一、最適基質調配比率探討

2002 年歐洲牛海綿狀腦病 (BSE) 的爆發，增加關於動物廢棄物處理的規定與應用於土地安全的要求，因此歐盟於 2002 年起出版一份適用於生物處理（包括厭氧發酵設施 AD）的生物廢棄物綜合清單，規定特定類別條件的有機物才可作厭氧消化槽的進料原料，部份歐盟國家更要求進料原料先經 65~70°C 的熱處理 30~60 分鐘，以確保致病菌的消滅，使消化物的生產和回收皆在厭氧消化槽的整個封閉循環中進行質量管理和控制，也讓使用的厭氧消化槽原料到最終利用消化物與作為肥料土地使用過程皆可確保環境安全，主要規定可使用之物質包括：

- (一) 動物糞便(Animal manure)
- (二) 農作物(Crops)
- (三) 蔬菜副產品和殘留物及來自農業，園藝，林業等的廢物(Vegetable by-products and residues as well as wastes from agriculture, horticulture, forestry, etc)
- (四) 人類和動物畜牧工業（植物和動物來源）的可消化有機殘留物和廢水 (Digestible organic residues and waste waters from human and animal feed industries (of vegetable and animal origin)
- (五) 家庭廢棄物和食物殘渣的有機部分（來源於植物和動物）(Organic fraction of household waste and food remains (of vegetable and animal origin)
- (六) 動物副產品由 EC-Regulation 1069/2009 定義(Animal by-products, as defined by the EC-Regulation 1069/2009)

因此廚餘、農業有機廢棄物與畜牧糞尿等有機廢棄物進行合併消化處理已成為目前國際厭氧處理的趨勢。而由於不同季節及區域所產生廚餘與農業廢棄物，其組成成份將有相當大的差異，如家庭廚餘以含果菜類廢棄物為主，餐廳廚餘類又以含鹽份與油脂較高之餵水為主，而學校、社區則可能以含碳水化合物之餵水類為主，而夏秋稻穀收成與冬天落葉增多，皆也會造成有機廢棄物的數量與特性產生變化。目前德國、法國、丹麥與日本等國，將都市產生的各類有機廢棄物，如

廚餘(食品廢棄物)、生物污泥、禽畜糞便等送入厭氧醱酵處理廠進行共消化處理，除可提升厭氧消化槽的有機物比例，提高產氣量外，亦可調配進料基質之濃度，降低廚餘成份中的油脂與鹽份、禽畜糞便可能含有少量有害生物反應物質的濃度之影響，並可穩定調供生物產氣槽的進料量與產氣量，使整體系統可維持於穩定的操作狀況。

另一方面，下水道污泥則因水資源利用廠的納管區域、納管方式及污水處理流程有關，由於國內台灣地區下水道普及率尚不高，污泥厭氧消化設施之建造與操作經驗亦不足，加上目前下水道多為截流式設計，可能因河川泥砂較多導致污泥含有大量的砂土，揮發性固體物的比例(VSS/SS)降低，且可能有部份工業廢水的混入，導致下水道污泥有機成份與國外相較相對偏低，水質特性變化大而無法有效提升污泥的厭氧消化效率，也使消化後的污泥殘渣再利用受到限制。此外，依據本計畫團隊於 104 年度執行環保署委辦之「廚餘與污泥共醱酵能源化操作參數之評析」之研究結果發現，國內的污水處理廠產生之污泥尚含有重金屬成分，於進行厭氧消化後所殘留的沼渣，經檢測結果發現超出農委會規定之雜項堆肥有害成分限制標準以致不易再利用，此為未來推動與廚餘進行共發酵時必須考慮之要項。

為進行本計畫最適基質調配比率探討，本研究採取兩階段的探討，第一階段為蒐集堆肥廚餘、果菜落葉、養豬廢水與生活污水處理廠的廢棄污泥，分別進行包括 SS、VSS、COD 與 TN 及 TP 等基質特性進行分析，考量各類有機物的收集難易度與包括固體物濃度及油脂與鈉鹽等影響之研究成果，加以計算各類有機物可推動之共消化比例範圍，進行第二階段的最適比例的實驗設計，實驗進料基質的選擇分別說明如下：

(一)廚餘的部份：目前廚餘回收與分類多以後續利用方式為分類依據，廚餘分類方式分為兩大類，分別為家戶「堆肥(非養豬)廚餘」(即一般俗稱之生廚餘)及「養豬廚餘」(即一般俗稱之熟廚餘)兩類，養豬廚餘所指為家中不再食用的食物、食材，只要煮熟後豬可吃的，且不論生、熟均可回收，如菜葉、水果、冷凍食品等因養豬場高溫蒸煮後仍可讓豬食用、消化，另一類為堆肥(非養豬)廚餘，如果核、果皮、禽畜類骨頭、樹葉、花材、殘渣(茶葉渣、咖啡渣、蔗渣、中藥渣)蝦、

蟹、蛤蜊等外殼及植物外殼如落花生殼、菱角殼)等，蒸煮後豬隻仍不適合食用者。由於目前國內廚餘回收方式，多以再利用方式進行分類，故主要以養豬及不適合養豬(堆肥)廚餘加以進行分類，本研究團隊於 104 年曾針對分別來自於新竹市、台中市與台南市環保局回收點，分析北中南的廚餘特性差異，分析結果如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1、廚餘基質特性分析結果比較表

分析項目	新竹		台中		台南	
	堆肥	養豬	堆肥	養豬	堆肥	養豬
pH	5.2	4.3	5.8	4.9	4.9	4.6
含水率(%)	86.36	89.44	88.69	88.29	83.50	83.80
SCOD (g/L)	27.2	52.6	21.8	62.8	17.8	67.6
TCOD (g/L)	179	197	161	199	224	299
TS (%)	13.64	10.56	11.31	11.71	16.50	16.20
TVS (%)	11.45	9.46	10.29	11.10	14.76	15.12
TVS/TS	0.84	0.90	0.91	0.95	0.89	0.93
TKNs (mgN/L)	590	592	74	196	124	322
NH ₄ ⁺ -N(mgN/L)	102	98	32	46	46	54
Org-N (mgN/L)	488	494	42	150	78	268
Na ⁺ (mg/L)	1270	4200	2300	6500	3010	6700
油脂(mg/L)	2980	9200	1950	10700	2250	19500

資料來源：環境保護署「廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫」期末報告(2015)

由分析結果可知各地採樣的廚餘的 TVS/TS 比例分別界於 0.84~0.95，皆為高有機質比例可提供厭氧生物反應，進行厭氧消化時皆有產生大量生質氣體量的潛能，但熟廚餘則因油脂含量可能較高，厭氧消化產生之沼氣轉換率可更加提高，但微生物分解速度較慢與可能因系統浮渣所造成系統操作之問題必須克服。

另一方面，以不同比例堆肥及養豬廚餘與生活污水共消化 BMP 試驗結果顯示，廚餘的產氣量皆明顯高於生活污水。於堆肥廚餘的厭氧消化結果部份，整體累積產氣量隨進料堆肥廚餘比例增加而提高，且甲烷氣組成高於 60%，整體反應相對穩定。但於養豬(熟)廚餘與生活污水進行調配共消化時，其反應累積產氣量

以 33%~50%的廚餘添加比例有最高的累積產氣量，當持續增加養豬廚餘混合比例時，過高的油脂與鈉離子濃度可能造成厭氧反應受到影響而降低產氣量的下降。主要原因為文獻中指出油脂、鹽份與氨氮為廚餘厭氧發酵反應主要影響因素，Gumersindo(1995)的研究結果顯示，鈉離子濃度於 3~16 g/L 時，將會造成 50%的抑制作用，Komatsu et al.,(1991)與 Tagawa et al.,(2002)等人的研究結果皆顯示，過高濃度的油脂不宜進入厭氧槽，污泥將會吸附油脂與蛋白質等形成顆粒上浮，研究顯示上浮污泥中的油脂與蛋白質成份可高達 80%以上。研究分析結果可看到養豬廚餘因大部份為經過烹調的殘餘物，水體內的油脂與鈉離子濃度皆偏高，因此過高養豬廚餘比例進行共消化，有導致系統發生不穩定的可能性增高，且可能造成後續沼渣液應用於農地之困擾。由於本研究農業廢棄物的部份取樣自果菜市場的廢棄物，為避免成份與堆肥廚餘相近，故廚餘來源選擇以新竹市環保局所回收的養豬廚餘為主。

(二)畜牧糞尿的部份：國內畜牧規模目前仍以養豬場為最大宗，且產生的廢水量為最大，目前養豬場有超過 7,400 場，飼養豬隻約 539 萬頭，養豬場獨立設置沼氣發電之具經濟規模飼養頭數為 2 千頭以上，共 467 場，飼養豬隻 224 萬頭(占 41.6%)。根據水污染防治法及其相關法令目前之規範，養豬場規模在 200 頭以上者即須申請廢水的排放許可。目前畜養豬業者既有廢水處理系統多為固液分離、厭氧及好氧之三段式廢水處理系統處理。三段式廢水處理流程中在第一階段的固液分離主要以固液分離機為主，主要目的是將混於尿水中之豬糞固體加以取出，減輕後續之處理負擔，它的去除效果 BOD 在 15~30%、SS 約在 50%左右。但由於將豬糞尿廢水中的固渣成份加以去除，此部份為有機性固體物，一併進入進行反應於厭氧反應過程中亦可分解產生生質氣體，若能於設計時有良好的排泥設計考量與操作，則可達到增加生質氣體產量，成為能源型回收設施，有較大量的生質氣體產生即可提高經濟效益，本研究團隊於 105 年度的農委會委辦「能源回收型豬糞尿處理系統之效能評估研究」計畫中亦曾進行探討，分析結果如圖 3.2-1 所示，結果證實未經固液分離的養豬廢水於相同 10 天的操作停留時間下，可獲得一倍以上的生質氣體產量，大量增加生質氣體產量。而為固液分離的進料基質於厭氧反應後的分析結果顯示，銅與鋅為沼渣與沼液中的主要金屬成份，未固液分離組於沼液部份僅有微量增加濃度但不致成為沼液後續利用之困擾。因此

本計畫於畜牧糞尿的選擇上，以直接沖洗未固液分離的養豬尿廢水為試驗基質，以達到提升生質氣體潛能的目的。

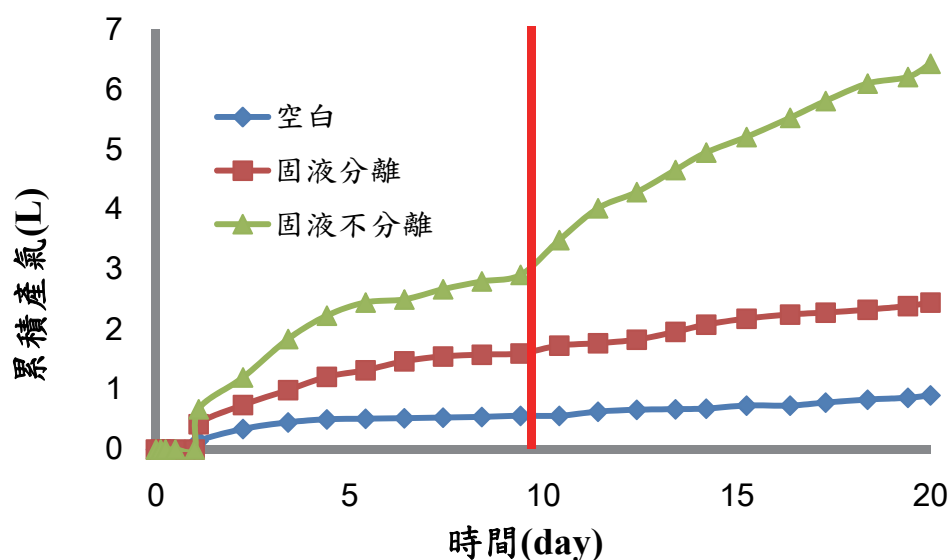


圖 3.2-1、豬糞尿廢水固液分離與否對生質氣體產量的影響

資料來源:農委會「能源回收型豬糞尿處理系統之效能評估研究」期末報告(2016)

(三)農業廢棄物的部份：依行政院農業委員會 104 年的統計結果，臺灣每年產生含有纖維性物質的農業廢棄物約可達 215 萬噸，此部份廢棄物有 80%以上為於生產地區直接進行就地翻耕掩埋、作物栽培覆蓋與堆肥處理為主，並未造成太大的處理問題，但在批發市場廢棄物中的漁業廢棄物如牡蠣殼及果菜與花卉市場的廢棄物部份，因送達市場遠離產地，故大部分為委外清運公司清運，而最終處置主要亦是以堆肥與焚化為主要的處理方式，但因果菜花卉廢棄物水份含量高，此部份則需要更好的再利用方式，由於此部份廢棄物成份與不適合養豬的堆肥廚餘相近，因此本計畫於農業廢棄物的選擇上，以果菜市場所回收的廢棄物為試驗基質。

(四)下水道污泥的部份：既有處理廠之污泥消化槽尚有餘裕量可容納其他有機廢棄物共消化，但若無生物處理則其有機成份較低，而沼渣與沼液農地利用仍有疑慮，作為共消化進料基質應加以全盤考量，不宜添加比例過高，且應探討沼

渣與沼液之成份特性。由於一般下水道處理設施如有二級生物處理，其廢棄之生活污水特性差異不大，故本計畫直接就近取用新竹客雅水資源中心的沉澱濃縮污泥為試驗基質。

依本計畫招標須知所示，執行項目需求分別為：第一種是以養豬廚餘、農業有機廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化；第二種是以養豬廚餘、農業有機廢棄物與畜牧糞尿搭配下水道污泥共厭氧消化。以 2 種模式的最適基質調配比率的分析進行試驗及研析，藉由累積產氣量及產氣速率的變化，以瞭解養豬廚餘、農業有機廢棄物與畜牧糞尿共消化之反應特性及搭配下水道污泥共厭氧消化的差異與影響。

本計畫團隊於共消化混合比的測試前，先進行採樣分析基本性質的工作，於獲得試驗基質採樣與特性分析養豬廚餘組成成份分析，隨即開始進行 BMP 試驗共消化實驗分析。由於養豬廚餘與農業有機廢棄物為高濃度的固體形態，故僅進行初步的含水率與 TVS/TS 的分析(如表 3.2-2 所示)，獲得分析結果後以果汁機進行破碎，以破碎後調整進料固體物濃度為 5%的目標，而畜牧糞尿與下水道污泥因形態以液態為主，故直接以採樣之原始樣品形式進行進料基質的特性分析(如表 3.2-3 所示)。

1. 廚餘：本次採樣廚餘分別來自於新竹市環保局回收點，新竹市目前廚餘分類回收方式僅以適合養豬的廚餘分類為主。

2. 農業有機廢棄物：由於農業有機廢棄物未能有妥善處理方法的稻草桿、漁業廢棄物如牡蠣殼、禽畜糞便、死禽屍體及漁業與果菜批發市場廢棄物為主，由於稻草桿成份以真菌分解較為有效，不適合以厭氧細菌處理，而牡蠣殼及死禽屍體並不合適進入厭氧系統，禽畜糞便亦與後續養豬廢棄物有所重覆，故本次採樣農業有機廢棄物來自於新竹市果菜市場環保回收點，主要成份為果菜葉為主，並去手動方式將塑膠繩索等加以去除。

3. 畜牧糞尿：目前畜養豬業者既有廢水處理系統多為固液分離、厭氧及好氧之三段式廢水處理系統處理。三段式廢水處理流程中在第一階段的固液分離主要以固液分離機為主，主要目的是將混於尿水中之豬糞固體加以取出，減輕後續之處理負擔，但由於將豬糞尿廢水中的固渣成份加以去除，此部份為有機性固體物，一併進入進行反應於厭氧反應過程中亦可分解產生生質氣體，故本研究中畜牧糞

尿取樣於苗栗竹南某養豬場的廢水收集渠道，此部份尚未經固液分離，可有較高的固體物濃度。

4. 下水道污泥：本次研究下水道污泥取自於新竹客雅水資源回收中心的廢棄污泥濃縮池。

表 3.2-2、養豬廚餘與農業有機廢棄物基本固體物特性分析

分析項目/有機物來源	養豬廚餘	農業廢棄物
含水率(%)	84.89	90.51
TS (%)	15.11	9.49
TVS (%)	13.47	8.38
TVS/TS(%)	89.1	88.3

表 3.2-3、厭氧共消化 BMP 試驗測試各類基質特性分析結果表

分析項目/有機物來源	養豬廚餘	農業廢棄物	畜牧糞尿	下水道污泥	植種沼液
pH	4.3	5.1	7.5	7.2	6.9
TS (mg/L)	52800	48900	29500	14800	11000
TVS (mg/L)	48790	43100	21560	9920	7865
TVS/TS(%)	92.4	88.1	73.1	67.2	71.5
SCOD (mg/L)	23900	11500	1120	150	8300
TOC (mg/L)	36200	32900	11040	3670	8650
TKN (mgN/L)	1680	1425	1385	258	1340
NH ₄ ⁺ -N(mgN/L)	320	205	728	32	1020
Org-N (mgN/L)	1360	1220	657	226	320
TN (mgN/L)	1730	1455	1400	275	1345
C/N	20.9	22.6	7.9	13.3	6.4
TP (mgP/L)	326	262	168	12	322
Na ⁺ (mg/L)	2720	538	870	180	1750
油脂(mg/L)	6080	488	150	18	460

依本計畫招標執行項目需求分別以廚餘(養豬廚餘)、農業有機廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化，及廚餘(養豬廚餘)、農業有機廢棄物與畜牧糞尿搭配下水道污泥共厭氧消化之 2 種模式的最適基質調配比率的分析進行試驗及研析，故於完成各類有機廢棄物的進料基質特性檢測結果後，以改良的 Owen 等人(1979)之批次式厭氧生物反應生化甲烷產能試驗(Biochemical Methane Potential, BMP)進行。於破碎後分別調整養豬廚餘或農業廢棄物固體物濃度約為 5%，配合取回之禽畜

糞尿或下水道污泥進行不同添加比例的試驗。由於實驗血清瓶為 100mL，由實驗室反應系統取出的植種菌源沼液體積一律控制為 40mL，以固定反應瓶內的植種菌源量，剩餘的 60mL 空間則為反應基質的總體積，於血清瓶中先添加依反應所需添加比例的各類有機性廢棄物基質，為避免厭氧微生物植入受到接觸空氣影響初期產氣速率，血清瓶上方氣體以 70%的氮氣與 30%二氧化碳進行封瓶，反應控制培養箱分別控制於 35°C 與 30rpm 下操作(如圖 3.2-2 所示)，血清瓶上方中孔橡膠蓋可進行氣體定量與抽取分析，氣體產生量以玻璃注射筒(5~50mL) 量測，測定前針筒應先以蒸餾水潤滑後，欲讀數時針筒應保持水平以維持瓶內外壓力之平衡，並前後抽動活塞二至三次後，記下平衡點之讀數。



圖 3.2-2、BMP 試驗培養設備與分析示意圖

BMP 試驗時所添加的厭氧生物植種沼液來源為本研究團隊成員元培醫事科技大學自 2006 年起進行培養的酸化及甲烷兩相式厭氧生物反應系統，目前研究進料為養豬廚餘與果菜市場廢棄物混合，進料濃度為 5%，於反應過程中酸化槽與甲烷反應槽的停留時間分別為 6 與 30 天，BMP 試驗的厭氧植種反應污泥來源為厭氧甲烷化反應槽，污泥反應與活性極佳。反應結果藉由累積產氣量及產氣速率的變化，可瞭解不同養豬廚餘、農業有機廢棄物與畜牧糞尿共消化比例之反應特性及搭配下水道污泥共厭氧消化的差異與影響，反應結束後拆瓶進行基本成份分析與種子發芽率測試，以評估後續沼渣液之再利用潛力或限制。實驗規劃之不同基質混合比例如後續表列所示。

3.2.1 養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化測試結果

養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿等三類有機廢棄物，以 BMP 試驗進行最適比例共厭氧消化實驗，實驗之基質調配比例如表 3.2.1-1 所示。

表 3.2.1-1、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化實驗基質調配比例表

編號	3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7
厭氧生物植種液(mL)	40	40	40	40	40	40	40	40
養豬廚餘(mL)	0	60	45	45	45	40	40	40
果菜廢棄物(mL)	0	0	15	7.5	0	20	10	0
畜牧糞尿(mL)	0	0	0	7.5	15	0	10	20
無氧水(mL)	60	0	0	0	0	0	0	0
編號	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13	3-14	3-15
厭氧生物植種液(mL)	40	40	40	40	40	40	40	40
養豬廚餘(mL)	30	30	30	20	20	20	0	0
果菜廢棄物(mL)	30	15	0	40	20	0	60	0
畜牧糞尿(mL)	0	15	30	0	20	40	0	60
無氧水(mL)	0	0	0	0	0	0	0	0

養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿等三類有機廢棄物 BMP 試驗產甲烷的反應試驗結果如圖 3.2.1-1 所示，圖中的累積產氣量為實驗瓶內定期取出之反應瓶內壓力平衡下所測得產氣量累加而成，由三種不同反應基質混合比下所進行的 BMP 試驗累積產氣圖，可看出大多數反應瓶產氣反應多於反應初期即有較快反應，此部份應為養豬廚餘或果菜廢棄物前破碎造成有部份溶解性物質釋出造成有較快的產氣反應。由於一般於厭氧污泥的消化反應中，甲烷反應槽停留時間多介於 20~25 天之間，故雖然產氣量於後期可看到各反應瓶的產氣量均已遲緩，但仍將整體實驗訂於 584 小時為反應終止時間，於反應終止後立即進行拆瓶進行瓶內的 TS、TVS、導電度、氨氮與種子發芽率的分析。

由圖 3.2.1-1 中可看出空白組(3-0)的產氣量 61 mL 為最低，代表厭氧植種液中已無殘留過多基質持續參與反解與產氣反應。而當以 100%養豬廚餘(3-1)、果菜廢棄物(3-14)與畜牧糞尿(3-15)所進行的產甲烷試驗中其累積產氣量分別為 499、722 與 446 mL，雖然 100%的養豬廚餘(3-1)於反應前 TVS 濃度遠高於 100%的畜牧糞尿組(3-15)，但其累積產氣量 499mL 僅略高於 100%的畜牧糞尿組 446 mL，且在整體 15 個不同調配的反應瓶中累積產氣量為倒數第三，可見

仍有大量的有機物未轉為生質氣體，但由 100%養豬廚餘(3-1)所得的最大產氣率於前期仍有 11.0mL/hr，與其它混合比例的差異不大，可見 100%養豬廚餘(3-1)於初期反應速率仍佳。追究其可能的原因，雖然於 BMP 試驗進行前已有考量養豬廚餘進料時有酸化過快的問題，於反應瓶的厭氧植種菌液中有添加鹼度 1,000mg/L，但高比例的養豬廚餘固體物內反應瓶內明顯酸化，拆瓶後所測得的 pH 為 4.2，對於甲烷菌反應極為不利，也可由養豬廚餘添加比例超過 75%時各組 pH 皆低界於 5.1，反應瓶內已有整體酸化狀況發生，導致後續累積產氣快速的下降，此亦可由拆瓶後的發芽率測試結果可看出較其它混合組為低，可見整體反應於後期受到影響造成種子發芽率的下降，此部份雖然無法在批次實驗中進行 pH 的調整控制，但可以在高濃度比例的養豬廚餘進行厭氧反應，於反應槽的操作提供足夠的鹼度與控制良好的 pH 環境，此部份的影響應可降低。

以整體的累積產氣量加以比較，以養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的混合比為 67%:17%:17%(3-6)為最高，可達到 746mL，第二則是 100%的果菜廢棄物(3-14)達到 722mL，可見 100%的果菜廢棄物(3-14)並未如 100%的養豬廚餘(3-1)有抑制作用，由於本試驗的厭氧植種液已長期進行養豬廚餘與果菜廢棄物此兩種廢棄物的厭氧反應，對於此兩種養豬廚餘與果菜廢棄物的分解能力較畜牧糞尿為佳。由於養豬廚餘有部份澱粉類的米飯等較易快速於反應初期酸化，故養豬廚餘比例較高時，因養豬廚餘經破碎後液態含有溶解性有機物造成厭氧微生物第一波的快速產氣，故起始的反應產氣速率加快，但因果菜廢棄物固體物水解酸化速率較慢，畜牧廢水中可提供較多的 pH 緩衝能力，故養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的混合比為 67%:17%:17%(3-6)可獲最高的累積產氣量，顯示共消化的反應基質不同可使養豬廚餘中的抑制性物質如油脂或鹽份降低，整體反應環境可較適合厭氧生物的反應，也使累積產氣量可持續提高。本研究團隊陳文欽曾進行油脂對厭氧反應的影響探討發現，當油脂濃度於 1,000 mg/L 以下，並無造成厭氧槽明顯的影響，但當油脂濃度達到 2,500mg/l 時產氣量則開始無法提升，而當油脂濃度超過 5,000mg/l 後，反應產氣量明顯下降。由於養豬廚

餘比例增加將導致油脂濃度的提升，本次最佳的養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的三成份混合比為 67%:17%:17%(3-6)，以各廢棄物與植種液分析進料油脂加以計算獲得起始油脂濃度為 2,693mg/L，當養豬廚餘比例提高至 75%以上時，油脂濃度則達 3,000mg/L 以上，雖有較高的有機物濃度，但產氣量已有下降的結果，可見應該是油脂濃度過高的確會造成生物產氣反應的影響，未來實廠操作設計應針對養豬廚餘之高濃度油脂進行前處理或與其它廢棄物混合，將油脂濃度降至 3,000mg/L 以下，才可有較佳且穩定的反應條件。

若以最大產氣率為指標加以比較，以 100%的果菜廢棄物(3-14)及養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿混合比為各 33%的反應組(3-12)為最高，其最大產氣率為 13.7~14.7 mL/hr，雖然後者(3-12)的累積產氣量不如 100%的果菜廢棄物(3-14)為高，但其反應初期即有最大產氣率的出現，且反應後的 pH 也近中性，種子發芽率也高達 90%，可見厭氧整體反應完全。

整體而言，養豬廚餘或果菜廢棄物因反應濃度較畜牧糞尿濃度為高，若其反應環境可控制於甲烷菌適應的中性環境，則應有即佳的生質氣體產量反應，當養豬廚餘添加比例大於 75%，反應後期皆有減緩的趨勢，於拆瓶後進行反應瓶最終 pH 測定發現，各組 pH 皆低於 5.1，已有明顯的酸化狀況產生，導致後期累積產氣量無法持續增加。

由各組最大反應速率發生的時間加以觀察，皆在初期反應過程的產氣速率相當快速，主要是當養豬廚餘或果菜廢棄物比例較高時，破碎液中含有溶解性有機物較多而造成厭氧微生物第一波的快速產氣，故起始的反應產氣速率加快，但畜牧廢水主要為飼料殘渣需要水解，導致反應產氣量呈現數波段的反應狀況。

由於養豬廚餘有較多澱粉類碳水化合物，所以酸化反應較其它基質為快，且養豬廚餘中的油脂含量為 6,080mg/L，鄭凱尹(2001)研究結果指出油脂濃度高達 1,000 mg/L 以上，即可能造成厭氧甲烷槽明顯的影響。另外 Salminen 等人(2000)亦發現大量油脂轉為長鏈脂肪酸過程，可能影響丙酸的甲烷化速率，丙

酸累積亦將造成固體物水解速率的下降，加上油脂可能造成微生物外圍被包覆、甲烷菌反應速率降緩、氣體不易由顆粒化污泥中排出而造成厭氧污泥的上浮等現象。因此過高養豬廚餘添加比例時，油脂的濃度將增加，也可能因此影響甲烷菌的效能，而揮發酸的累積導致反應瓶 pH 下降，亦使整體甲烷反應更加緩慢，產氣組成中的二氧化碳比例也會增加，也因此可看出若養豬廚餘混合果菜廢棄物與畜牧糞尿，可減少快速酸化與油脂的問題，果菜廢棄物與畜牧糞尿添與養豬廚餘一併共消化反應有助於整體效能的穩定增加。

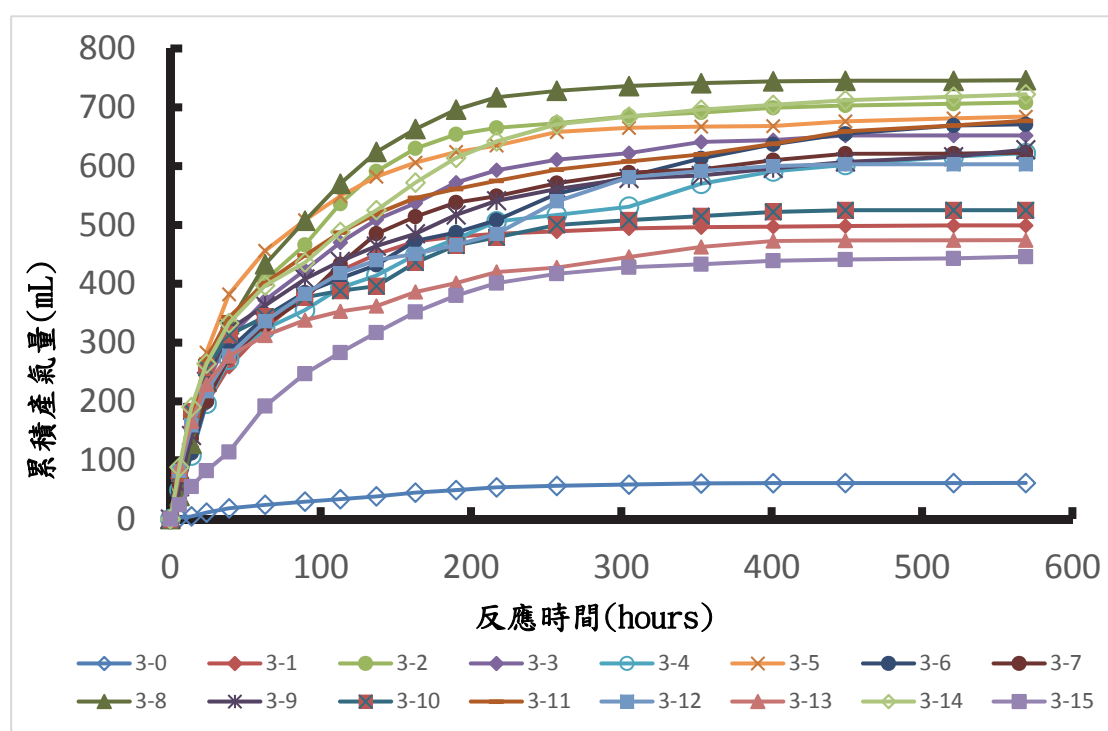


圖 3.2.1-1、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿共厭氧消化實驗累積產氣圖

表 3.2.1-2、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿混合比例 BMP 試驗分析結果表

標號	3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7
養豬廚餘比例(%)	0	100	75	75	75	67	67	67
果菜廢棄物(%)	0	0	25	13	0	33	17	0
畜牧糞尿(%)	0	0	0	13	25	0	17	33
反應前 TVS(mg/L)	3150	32420	31570	30550	29530	31280	29920	28560
反應後 pH	7.6	4.2	4.5	4.9	5.1	5.5	5.9	6.2
反應後導電度(ms/cm)	3.29	6.02	6.25	6.50	7.16	6.46	6.88	7.27
反應後氨氮(mgN/L)	388	426	448	508	580	541	596	603
反應後 TVS(mg/L)	2140	21800	19840	18950	18840	19280	18120	17330
累積總產氣量(mL)	61.2	499	655	652	622	684	746	623
最大產氣率(mL/hr)	0.6	11.0	10.9	10.4	8.8	12.3	13.0	9.8
基質產氣率(ml/gTVS)	194.3	153.9	207.5	213.4	210.6	218.7	249.3	218.1
產氣甲烷比(%)	64	55	55	55	55	57	59	61
種子發芽率(%)	98	44	56	60	70	66	70	82
標號	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13	3-14	3-15
養豬廚餘比例(%)	50	50	50	33	33	33	0	0
果菜廢棄物(%)	50	25	0	67	33	0	100	0
畜牧糞尿(%)	0	25	50	0	33	67	0	100
反應前 TVS(mg/L)	30600	28650	26650	29940	27420	24700	29000	20850
反應後 pH	6.5	6.3	6.5	6.6	6.9	6.9	6.6	7.1
反應後導電度(ms/cm)	6.61	7.46	8.35	6.74	7.90	10.45	7.61	10.72
反應後氨氮(mgN/L)	564	672	746	536	507	980	757	1125
反應後 TVS(mg/L)	17280	17890	17680	17100	16700	15900	16150	12810
累積總產氣量(mL)	694	582	525	677	603	474	722	446
最大產氣率(mL/hr)	11.1	10.9	13.1	12.6	13.7	12.5	14.7	4.0
基質產氣率(ml/gTVS)	226.8	203.1	197.0	226.1	219.9	191.9	249.0	213.9
產氣甲烷比(%)	62	60	60	61	62	63	63	63
種子發芽率(%)	80	84	92	76	90	92	84	90

3.2.2 養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化測試結果

養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥等四類有機廢棄物，以 BMP 試驗進行最適比例共厭氧消化實驗，實驗之基質調配比例如表 3.2.2-1 所示。

表 3.2.2-1、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化實驗基質調配比例表

編號	4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
厭氧生物植種液(mL)	40	40	40	40	40	40	40	40
養豬廚餘(mL)	0	60	45	45	45	45	40	40
果菜廢棄物(mL)	0	0	10	10	5	5	10	10
畜牧糞尿(mL)	0	0	5	0	5	0	0	5
下水道污泥(mL)	0	0	0	5	5	10	10	5
無氧水(mL)	60	0	0	0	0	0	0	0
編號	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13	4-14	4-15
厭氧生物植種液(mL)	40	40	40	40	40	40	40	40
養豬廚餘(mL)	30	30	30	30	20	20	15	0
果菜廢棄物(mL)	20	20	20	10	20	20	15	0
畜牧糞尿(mL)	10	5	0	10	10	0	15	0
下水道污泥(mL)	0	5	10	10	10	20	15	60
無氧水(mL)	0	0	0	0	0	0	0	0

養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥等四類有機廢棄物 BMP 試驗產甲烷的反應試驗結果如圖 3.2.2-1 所示，由四種不同反應基質混合比下所進行的 BMP 試驗累積產氣圖，可看出大多數反應瓶產氣反應多於反應初期即有較快反應，此部份為養豬廚餘或果菜廢棄物前破碎造成有部份溶解性物質釋出造成有較快的產氣反應。

由表 3.2.1-2 與表 3.2.2-2 的分析結果中可看出當分別以 100%養豬廚餘(4-1)、果菜廢棄物(3-14)、畜牧糞尿(3-15)與下水道污泥(4-15)等四類所進行的產甲烷試驗中其累積產氣量分別為 480、722、446 與 168mL，比基質產氣率分別為 148.1、249.0、213.9 及 139.8mL/gTVS，可見果菜廢棄物有最大的產氣率，此成份與堆肥廚餘相近可供未來應用參考，相對的下水道污泥較其它三類有機廢棄物，其生質氣體產生的潛能相對為低，而 100%的基質產氣率偏低，但其反應初期有快速產氣，卻因酸化過快與油脂影響而降低產氣量，此亦可由而以養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的混合比為 67%:17%:17%(3-6)獲最高的累積產氣量

發覺，單獨以養豬廚餘為進料時的系統操作複雜性與穩定度需更加以考量與注意。在整體 15 個不同調配的反應瓶中只要下水道污泥混合比例較高者，相對於先前的三種基質混合都有下降的趨勢。由此四種不同的基質混合反應結果加以比較，養豬廚餘添加比例高與三種基質的混合成果差異不大，皆於初期反應速率仍佳，但酸化過快對甲烷菌反應不利的狀況也一樣發生。但當畜牧糞尿或下水道污泥混入後可增加 pH 的緩衝能力，雖然反應瓶內仍有酸化狀況發生，但四成份一併混合的各組其 pH 變化較僅以三成份混合者更趨於中性，由發芽率也可看出較先前三成份的混合組為高，可見雖然下水道污泥的混入無法提高生質氣體的產量，但有助於提供較佳的 pH 環境。由各組反應後的 pH 趨近中性，種子發芽率也達 92%。

以整體的累積產氣量加以比較，以養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥的混合比為 50%:33%:17%:0%(4-8)為最高，可達到 662mL，此結果與先前的三成份混合比例測定結果相近，第二高的混合比例則是以養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥混合比為 67%:17%:8%:8%(4-7)，可達到 633mL。若比最大產氣率與比產氣率為指標加以比較，也是上述兩混合比例者為最高，其最大產氣率為 12.6~13.5 mL/hr 及 216.8~230.7mL/gTVS，可見養豬廚餘比例為 50%~67%之間，由養豬廚餘提供足夠的溶解性反應基質，搭配共消化的其它基質混合獲得較穩定微生物反應較佳的環境，也可獲得較多的生質氣體，此部份的混合比例測試結果也可提供後續養豬廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃。

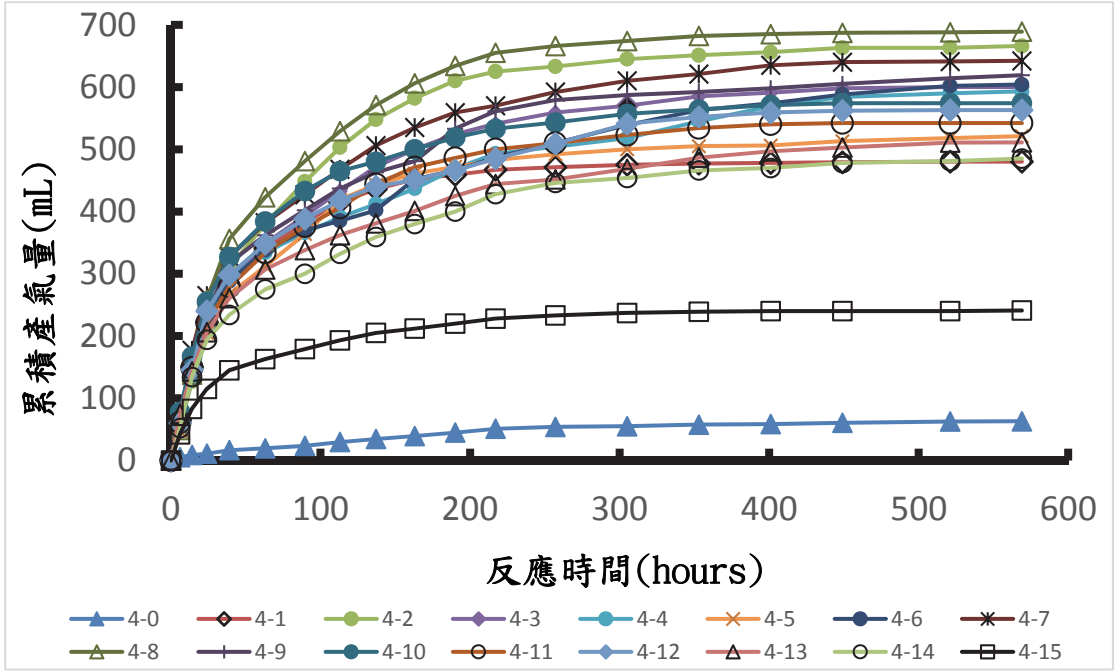


圖 3.2.2-1、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥共厭氧消化實驗累積產氣圖

表 3.2.2-2、養豬廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿與下水道污泥混合比例 BMP 試驗分析結果表

標號	4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
養豬廚餘比例(%)	0	100	75	75	75	75	67	67
果菜廢棄物(%)	0	0	17	17	8	8	17	17
畜牧糞尿(%)	0	0	8	0	8	0	0	8
下水道污泥(%)	0	0	0	8	8	17	17	8
反應前 TVS(mg/L)	3150	32420	30880	30150	29500	28740	28450	29200
反應後 pH	7.6	4.4	4.8	4.8	5.0	5.6	6.0	5.8
反應後導電度(ms/cm)	3.32	6.07	6.65	6.34	6.49	6.19	5.96	6.49
反應後氨氮(mgN/L)	388	424	477	500	491	504	491	507
反應後 TVS(mg/L)	2100	22610	19900	20940	19250	19450	17950	19150
累積總產氣量(mL)	63	480	602	508	496	521	598	633
最大產氣率(mL/hr)	0.9	10.8	9.4	11.0	9.7	12.3	12.3	12.6
基質產氣率(ml/gTVS)	200.0	148.1	194.9	168.5	168.1	181.3	210.2	216.8
產氣甲烷比(%)	64	55	56	55	58	59	62	61
種子發芽率(%)	98	48	54	62	70	64	70	72
標號	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13	4-14	4-15
養豬廚餘比例(%)	50	50	50	50	33	33	25	0
果菜廢棄物(%)	33	33	33	17	33	33	25	0
畜牧糞尿(%)	17	8	0	17	17	0	25	0
下水道污泥(%)	0	8	17	17	17	33	25	100
反應前 TVS(mg/L)	28700	28600	27900	26520	26950	24480	23580	12020
反應後 pH	6.4	6.6	6.6	6.8	6.9	7.0	7.1	7.5
反應後導電度(ms/cm)	7.23	6.55	6.18	6.62	6.90	5.93	7.43	4.28
反應後氨氮(mgN/L)	618	557	541	585	649	491	748	524
反應後 TVS(mg/L)	18270	17600	17260	17880	18250	15240	15100	10870
累積總產氣量(mL)	662	568	440	416	394	326	485	168
最大產氣率(mL/hr)	13.5	10.9	9.2	10.2	10.8	10.8	10.3	7.0
基質產氣率(ml/gTVS)	230.7	198.6	157.7	156.9	146.2	133.2	205.7	139.8
產氣甲烷比(%)	62	62	63	62	63	61	62	64
種子發芽率(%)	84	74	76	76	80	78	92	90

3.2.3 微生物特性分析

一、以掃描式電子顯微鏡觀察厭氧養豬廚餘與污泥醱酵微生物菌相

兩相式反應器操作的程序是巨觀的表現，而微生物的型態是微觀的表現，利用電子顯微鏡的觀察，可以清楚看到反應槽中的微生物型態，及其大小及特性，藉由菌相的觀察可以就他的變化來評估反應槽操作的狀況。在 SEM 的第一次觀察結果(圖 A)中，由於該試程是以果菜廢棄物為進料，可發覺有長桿菌、短桿菌及球菌等多樣化的生物菌相表現，但有觀察到許多不規則狀物體，表面出現有球菌附著與孔洞，推測可能為未分解完全的果菜廢棄物纖維性基質。第二次是以養豬廚餘、果菜廢棄物與豬糞尿廢水 67%:17%:17% 為厭氧共消化醱酵槽為進料混合後，成份更加複雜且固體物濃度高，由掃描式電子顯微鏡所進行的觀察結果如圖 B 與 C 所示，由圖 B 可發覺因進料基質較為複雜，除反應槽內的厭氧污泥外，SEM 的觀察中還可發覺，如養豬廚餘油脂、果菜纖維及豬糞尿中的未分解飼料等，微生物菌相上亦表現相當豐富，而由圖 C 的結果可看到有長桿菌、短桿菌及球菌的存在，但球菌的分布較先前的分佈減少，球菌直徑在 1-2 μm 之間，佔視覺範圍內約小於 10~15%，桿菌的長度 5-15 μm 之間不等分布多寡不一，長桿菌佔整體視覺畫面範圍內為主體分布，由此甲烷槽的菌相外觀部份觀察主要菌相仍以桿狀與鞘形桿狀的甲烷菌為優勢族群，應為絲狀 *Methanosaeta*，它是利用乙酸的甲烷菌，常存在甲烷系統當中，但某些共營性的細菌，如脂肪酸降解菌亦有成桿狀的種類，而共營性的微生物，像是醋酸氧化後由嗜氫氣甲烷菌來產生甲烷等在環境中亦容易成並列團聚的形式，故僅由此以其外觀進行觀察並不是相當容易分辨。

除此之外，於實驗過程中亦可發覺厭氧醱酵槽上層浮渣有明顯的污泥球與油滴聚集形成的浮渣，形成許多直徑不一的球狀物質，而當把表面以 SEM 進行觀察，放大至 10,000 倍的觀察結果如圖 D，可覺此球狀物質表面上有許多的球菌存在，但此上層浮渣中也可看到有部份微生物表面似有如圓球狀的油脂附著，微生物被油滴微胞包覆則可能造成厭氧微生物產氣無法排出與活性抑制的現象發生，並可能將微生物上浮流出反應器，故於未來反應系統的設計與操作參數需將油脂的進料控制濃度或分解速率等納入考量，以避免影響系統的穩定

性。

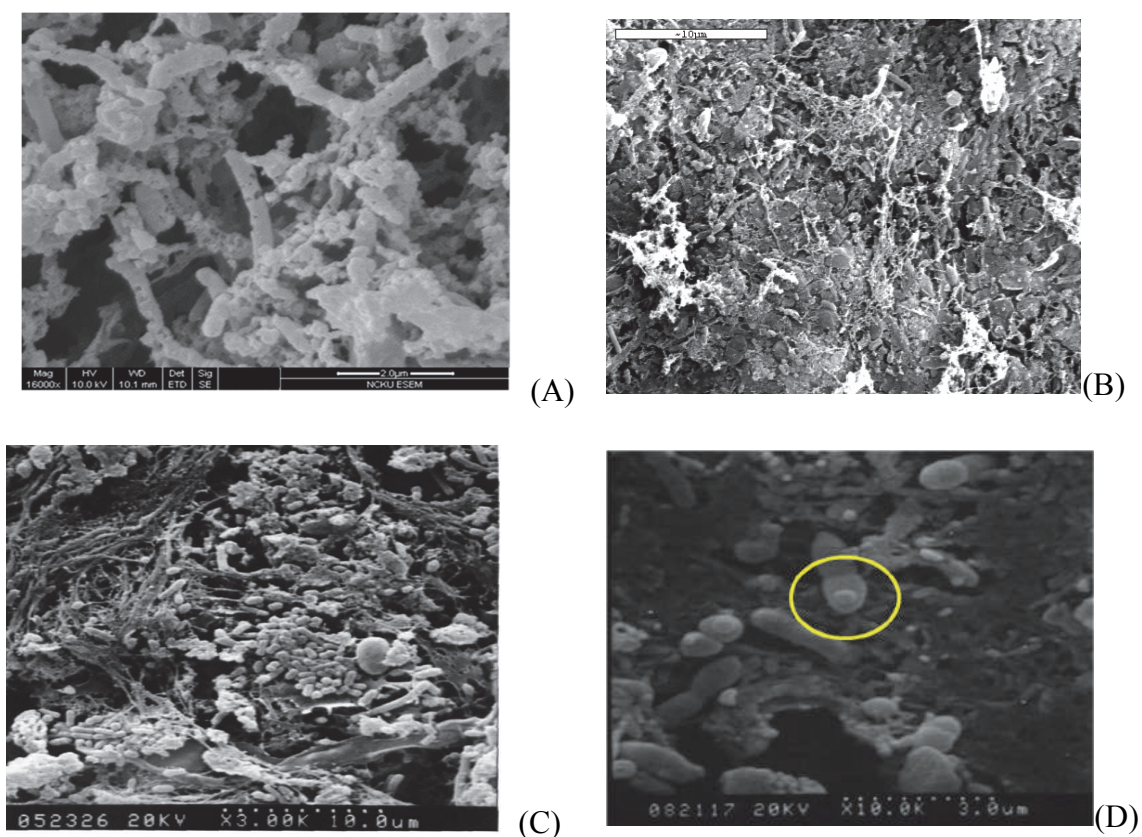


圖 3.2.3-1、厭氧醱酵槽微生物電子顯微鏡觀察結果

二、 厭氧醱酵槽微生物族群結構之探討

因養豬廚餘、果菜廢棄物與豬糞尿廢水等的成份組成複雜，其中富含碳水化合物、蛋白質、脂質、揮發酸等有機物，此類有機廢棄物固體物濃度高，以厭氧消化技術可達到有機廢棄能源化的開發，故培養具豐富多樣性的混合菌群微生物生態系統是較具有優勢及工程上的意義。本計畫除上列以掃描式電子顯微鏡觀察微生物菌相外，將模廠取出的厭氧微生物進行遺傳訊息 DNA 萃取、純化及利用分子生物方法 T-RFLP 檢測微生物族群，以分子生物方法提高不同菌種之辨識能力等探討。本研究中使用 T-RFLP 主要是想嘗試瞭解兩相式厭氧反應程序(酸化/甲烷化)經過進料基質的變化穩定操作後，分析包括養豬廚餘/酸化相/甲烷化相三段過程中，細菌域微生物的族群結構和變動。本研究中使用 T-

RFLP 探討細菌相所使用的引子為 EUB338-6FAM 與 1392r，消化的限制酵素則為 MseI，引子及限制酵素的使用是參考 Duangmanee 等人所建立針對產氫菌之 T-RFLP 分析(Duangmanee et al., 2007)。

由圖 3.2.3-2 包括進料養豬廚餘/酸化相及甲烷相的細菌類分析結果顯示，由於進料主要以養豬廚餘為主，在 forward 部分以 102 bp 和 256 bp 為主，在 102 bp 出現的 peak 應是 *Lactobacillus*，256 bp 出現的可能為 *Lactobacillus* 或是 *Clostridium*。再看到 reverse 部分，主要是以 119 bp 和 308 bp 為主，119 bp 為 *Lactobacillus* 而 308 bp 則可能是 *Clostridium*，顯示養豬廚餘取代果菜廢棄物為進料後產生大量的產氫性菌體。

在酸化相的 T-RFLP 圖譜可看出其 peak 數量相對進料的原生菌較少，forward 的 256 bp 可能為部分 *Lactobacillus* 屬之菌種，亦可能為 *Clostridium* 之菌種，但再比對 reverse 端的片段長，代表許多 *Lactobacillus* 屬的 119 bp 幾乎消失不見，取而代之的為 308 bp 及 312 bp 之 *Clostridium* 屬菌群成為酸化相中的優勢族群。

在甲烷化反應槽中 forward 端切出來的片段長集中在 231 bp、232 bp、256 bp、260 bp 與 501 bp 處，231 bp 附近的菌屬多屬於厭氧消化槽中常出現的菌種，接近 *Clostridium* 屬，256 bp 則是脂肪酸氧化菌 *Syntrophomonas palmitatica*，260 bp 為纖維水解相關聯的菌屬，多屬於 *Clostridium* 屬，501 bp 則是另一屬適合具有產氫功能的 *Anaerobaculum*；Reverse 端 MseI 切出來的片段長則分布在約 119 bp、269 bp 以及 314、315 bp，119 bp 附近的菌屬為 *Clostridium* 及 *Anaerobaculum*，269 bp 則有纖維水解相關的 *Clostridium* 及脂肪酸降解的 *Syntrophomonas palmitatica*，出現在 315 bp 附近的菌屬則大多和 forward 端 231 bp 之菌種相符。特別是在 269 bp 處是具有機物水解功能之菌種，如 *Clostridium thermocellum* 等可行纖維水解的族群或是 *Syntrophomonas palmitatica* 此類可進行 β -oxidation 的脂肪酸降解族群，但由於使用 MseI 在 reverse 端分離這些菌種的效果不是甚佳，故訊號之 peak 有疊加現象；但看到 forward 端之 229 至 232 bp 附近，有數量多但面積值小的 peak 存在，故推測在厭氧消化槽有存在油脂與纖維素轉化功能表現，但這些有特殊水解能力的菌株

在消化槽中並未成為優勢族群。

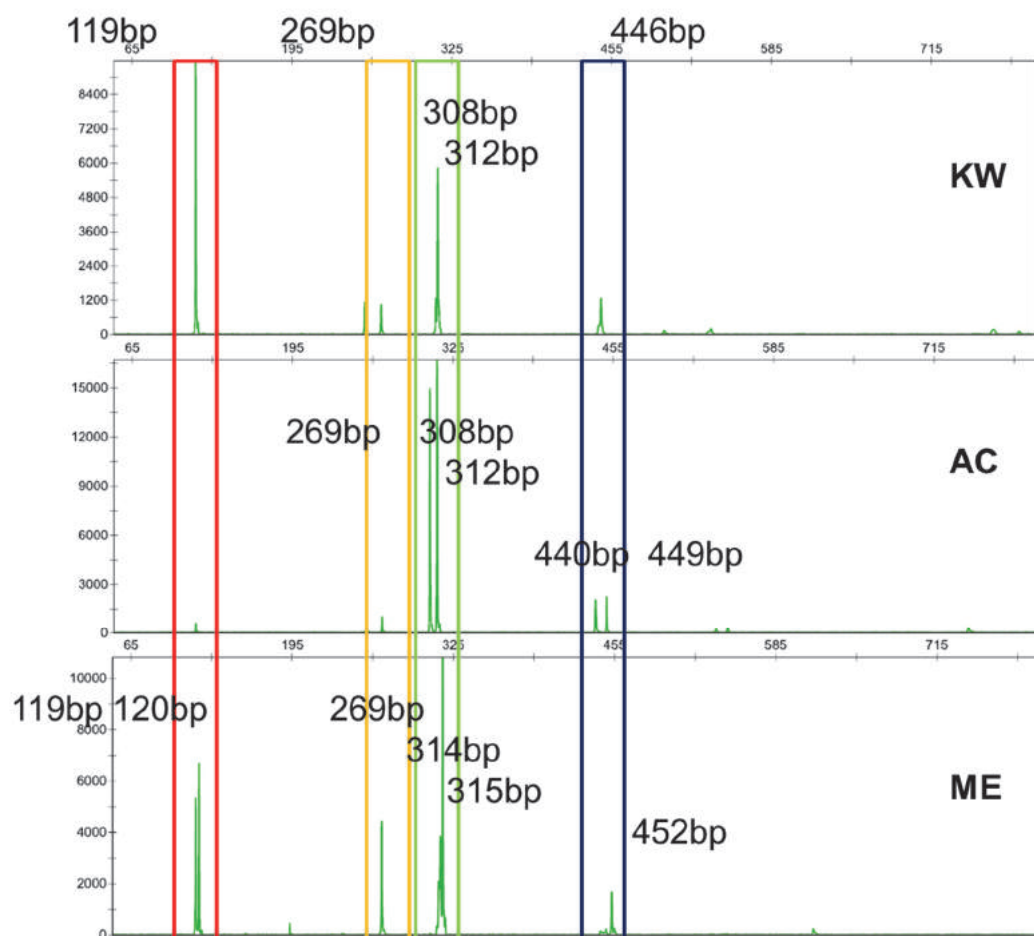


圖 3.2.3-2、以 T-RFLP 進行反應系統各段厭氧發酵槽微生物族群結構之探討

不論由掃描式電子顯微鏡(SEM)或 T-RFLP 的觀察與分析結果中可看出微生物對於進料基質變動的敏感度高，當由果菜廢棄物為進料轉為以養豬廚餘為主，整體微生物的組成已開始進行彈性變化與族群數量變化，來面對突變的環境衝擊。但是反應系統中的菌相的組成多樣化時，意味著有更多不同且平行的代謝路徑可在消化槽中發生，如此一但面對於環境變動或是負荷突增具有更強的抵抗力，以保持反應槽在基質轉化效率以及產氣效率。

3.3 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃

3.3.1 廚餘與各類生質廢棄物共消化最適模式探討

由國際上現有厭氧共消化系統的設置成本評估，可發現因廢棄物厭氧消化處理的相關設備眾多，導致整廠的初設投入費用較大，且於評估經濟效益上的考量因子亦包含原料的收集、雜物的篩除方式、反應器型式與操作條件、生質氣體の利用方式、厭氧發酵後殘餘物的處理及相關的輸送成本。有部份消化廠因其收集都市廢棄物，必需要前處理以篩選雜物，此部份成本即超過整廠的設置與操作成本 40% 以上，但因國內已有良好的廚餘回收系統，因此將可大幅減少此部份的成本投入，並增加其經濟效益。厭氧消化過程中，有機物厭氧發酵所產生的生質氣體量和產氣組成取決於進料有機廢棄物的組成及反應系統操作狀況，因此考量有機廢棄物可收集量、運送便利性與目前妥善處理率等應用性，於本計畫進行最佳化操作參數探討時亦需將此部份影響一併考慮納入。

本計畫於前一節針對養豬廚餘與各類生質廢棄物共消化比例的 BMP 試驗成果，由累積產氣量結果可發現單獨以養豬廚餘進行厭氧處理時的產氣量不如適當的與其它有機廢棄物加以混合處理的成果，最佳的組合比例為養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的混合比為 67%:17%:17% 及 50%:33%:17% 為最高，可見養豬廚餘比例為 50%~67% 之間，由養豬廚餘提供足夠的溶解性反應基質，搭配其它基質混合獲得較穩定微生物反應較佳的環境，也可獲得較多的生質氣體，此部份的混合比例測試結果也可提供後續養豬廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化最適模式探討及規劃。而各類有機廢棄物共消化反應後之濃縮過濾液目前國內外都積極推動作為植物液肥，雖然消化殘渣受消化操作之停留時間長短與操作效能影響而有所差異，如水力停留時間增長將有助於消化更完全，各類有機成份於反應器中轉為二氧化碳與甲烷，C/N 比將會大幅下降，且因反應與攪拌均勻，腐熟程度平均，為一良好的有機廢棄物處理減量方式，殘渣可作為初級有機肥原料，可進一步將之堆肥化，其產品可作為堆肥或土壤改良劑。

為提出最適合國內的有機廢棄物共消化最適化模式及驗證 BMP 試驗的分析結果，於實驗室中已開始以酸化與甲烷化的兩相式厭氧消化系統進行驗證實驗，同時

對模廠之放流沼渣與沼液進行放流殘渣的成份分析，比對國內外所提肥料或土壤澆灌使用之有害重金屬限制成份分析，搭配進行發芽率測試，以瞭解共消化後的沼渣液再利用之可行性，作為可後續進行資源化再利用之潛力評估。

考量未來實務推動時將以混合廚餘為對象，日處理量 200 噸厭氧發酵廠之四種模式規劃考量如表 3.3.1-1。四種模式之規劃除必須掌握厭氧共消化過程的操作因子外，另必須針對如原料收集的難易度、有機廢棄物數量變動性、厭氧反應過程的生物反應影響因子、沼渣與沼液後續利用性及現行法規的限制等因子進行評價，搭配行政與經濟性考量因子：如整體設廠之基本經濟操作數量、土地需求、現有設施餘裕量、行政配合難易性、經費投入與回收等進行整體優缺點探討與整體評估。

對日處理 200 噸之厭氧發酵廠而言，若以混和廚餘進行厭氧消化，長時間穩定操作且控制避免如小型試驗之過度酸化抑制情形，沼氣產生量將為最高(約 $0.6\text{m}^3/\text{kg TVS}$)，可達 $14,400\text{m}^3$ ，如模式一。

若以養豬廚餘/果菜廢棄物/畜牧糞尿進行共消化時，最適之混和比例應為 67%:17%:17%，由於畜牧糞尿之沼氣產生潛能較低(約 $0.5\text{m}^3/\text{Kg TVS}$)，則依該比例推估之沼氣產量為 $11,756\text{m}^3$ ，如模式三。

若混入下水道污泥，由於可供生物分解之有機質含量偏低，故整體沼氣產生量將下降，如模式二、四。

表 3.3.1-1、日處理 200 噸之厭氧發酵廠

	模式一：廚餘單獨消化	模式二：廚餘與下水道污泥共消化	模式三：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共消化	模式四：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共消化
最適混合比例	廚餘：100%	廚餘：25% 下水道污泥：75% (利用下水道污水處理場之共消化系統將廚餘混入共消化)	廚餘：67% 農業有機廢棄物：17% 畜牧糞尿：17%	廚餘：67% 農業有機廢棄物：17% 畜牧糞尿：8% 下水道污泥：8%
適宜設置地區	台北市、新北市、桃園市	台北市 可利用八里污	台中市、高雄市、(彰化、雲	高雄市 除有多元之料

	模式一：廚餘單獨消化	模式二：廚餘與下水道污泥共消化	模式三：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共消化	模式四：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共消化
	廚餘產生量大，足夠維持每天 200 噸之進料需求	水處理廠污泥消化槽之餘裕量	林)等，有多元之料源	源外，另有中洲、鳳山溪等污水廠之污泥可共消化
前處理設施	廚餘破碎機、磨碎機(漿化設備)、油脂分離設備	廚餘破碎機、磨碎機(漿化設備)、污泥除沙槽、混和槽	廚餘破碎機、磨碎機(漿化設備)、攔污篩分機、混和槽	廚餘破碎機、磨碎機(漿化設備)、攔污篩分機、混和槽
生物反應影響因子	若廚餘比例太高則所含之高濃度油脂將可能導致微生物反應受到抑制，且反應器上方易有大量浮渣影響操作，穩定操作維持較不容易，應控制油脂濃度不宜超過 2500mg/L。	應配合下水道污水處理廠之負荷容許條件，控制廚餘進料量與濃度。 下水道污泥有稀釋廚餘油脂濃度，降低生物反應影響因子及提供酸化反應的 pH 緩衝能力之特性。	畜牧糞尿可提供更佳的碳氮比例共消化，並減少廚餘油脂與鹽份的影響，提供微生物良好的反應環境性	下水道污泥提供酸化反應的 pH 緩衝能力之特性。 下水道污泥可能因進水成份與排泥頻率不同，成份不易控制且可能含有降低生物反應物質不易追縱，影響整體反應與沼渣液再利用。
沼液沼渣再利用可行性	油脂與鹽分不宜太高，必要時應配合其它後處理分離後再行利用。	沼渣可能因下水道污泥含過量重金屬或其它有害性物質造成不易再利用。	多樣化基質可使養份各加多樣化與減少廚餘油脂與鹽份的影響，有助於沼液沼渣再利用，應注意畜牧糞尿中可能的銅與鋅的濃度。	多樣化基質可使養份各加多樣化與減少廚餘油脂與鹽份的影響，有助於沼液沼渣再利用，應注意畜牧糞尿中可能的銅與鋅的濃度
經濟效益	沼氣產生量最高，綠能效益較佳。 單獨專用處理系統，設置成	沼氣產生量最低，綠能效益低。 利用既有系統，僅需增設	沼氣產生量與綠能產生量中等。 前處理設備較繁複。	沼氣產生量與綠能產生量中等。 前處理設備較繁複。

	模式一：廚餘單獨消化	模式二：廚餘與下水道污泥共消化	模式三：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿共消化	模式四：廚餘與農業有機廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥共消化
	本較高	前處理設備，設置成本較低。	以廚餘處理為主投入其他有機廢棄物可提高料源增加處理費收入。	以廚餘處理為主投入其他有機廢棄物可提高料源增加處理費收入。
行政配合措施	單一基質管理簡單	需環保與下水道管理單位合作	需環保與農業管理單位合作	需環保、農業與下水道單位合作
優點	操作與行政協調單純 沼氣產生量較高	利用提升下水道污泥消化廠餘裕量，提升整體產氣率	厭氧發酵廠之有機廢棄物來源可更充裕 基質調配提高穩定厭氧消化廠之操作穩定性	厭氧發酵廠之有機廢棄物來源可更充裕 基質調配提高穩定厭氧消化廠之操作穩定性
缺點	可收集之廚餘量可能不足，必須跨區域收集。	沼渣之重金屬含量可能偏高不易再利用	多種廢棄物進料需有暫存空間與良好的調配操作能力。應注意畜牧糞尿中可能的銅與鋅的濃度。	控制下水道污泥之重金屬含量。 下水道污泥有機成份與生物分解性較低，影響整體系統生質氣體產量與有效容積。
整體建議	若廚餘料源足夠以本模式最佳，可確保操作性能及財務穩定性。	以利用既有系統之餘裕量為主，廚餘為附帶處理。	進料來源具彈性，可配合各縣市可收取之有機廢棄物情況適當調整。	如模式三，但增加下水道污泥降低沼氣產量，增加系統複雜度。

一、除模式二「廚餘與下水道污泥共消化」是利用既設下水道污水處理廠之污泥消化系統餘裕容量將廚餘混入共消化外，其餘模式皆以新設厭氧發酵廠為考量。

二、模式二之廚餘與下水道污泥最適混合比例是參考本計畫團隊 104 年執行環保署委辦計畫「廚餘與污泥共醱酵能源化操作參數之評析」之執行成果建議，廚餘混入下水道污泥以 1:3 為最適之比例。模式三與模式四是依據前節(3.2)之實

驗結果建議。

一、前處理規劃

因廚餘來源複雜，且外觀顆粒大差異及大，故廚餘須經破碎處理，以便於進料及出料，避免影響後續進料輸送及降低消化反應進行，且破碎後可增加消化原料與厭氧菌的接觸面積，提升產氣率。破碎設備必須針對料源考量，做最佳之選擇：如長纖維類較高者，必須有鋒利刀具切斷功能者，如雙軸切刀式破碎機。骨頭、硬殼類廚餘，應選擇錘式撞擊式破碎機，可將質地堅硬的廚餘破碎。

破碎機可將廚餘破碎至平均粒徑約 1 公分左右，該等顆粒大小適合做堆肥化處理，但為利於厭氧消化時微生物之分解利用，必須再做均質磨碎之漿化處理，使平均粒徑可達約 2mm 以下。參考本研究團隊與惠民公司合作進行之「北部地區廚餘厭氧消化試辦計畫統包工程」前處理流程規劃如圖 3.3.1-1，包括以下主要設備，計畫執行時將則要補充或修正。

- (一)揚昇輸送帶：設於廚餘接受槽之輸送機係將接收中生廚餘桶連續輸送並倒入篩分輸送機上方入槽口。
- (二)廚餘桶翻桶機與接收槽：依據生廚餘含水量及可能體積進行容積估算，接收槽型式配合運輸卸料方式。
- (三)震動篩分磁選輸送機：為避免廚餘中大型固體物、木片、玻璃、塑膠及金屬等不可分解雜物投入，以震動篩分磁選將雜物剔除。
- (四)廚餘破碎機：可將生廚餘及蔬果中較大型固體物切碎或破碎至 8 mm 以下
- (五)重物沉降分離槽：生廚餘破碎後夾雜於菜葉根中泥砂會因而釋出，輕質有機廚餘物則以溢流方式將自分離槽中後送至緩衝槽，重物沉降則以螺旋分離固液再輸出螺旋輸送機出口處之粗大殘渣儲存車，集中後以槽車載運掩埋或焚化。
- (六)緩衝槽：自重物沉降分離槽溢流之細碎生廚餘，待進入緩衝槽後，以定量輸送泵將細碎廚餘抽送至打漿機進行漿化過濾。
- (七)磨碎(漿化)機：採刀槳式或螺旋式研磨機，配合出口網篩以得到 2 mm 以下細

碎廚餘漿。

(八)定量輸送泵：承接輸送漿化的廚餘泥漿。

(九)漿液儲槽：經過打漿機篩出有機漿液，調整至可投入消化槽所需濃度百分比，再經由出料泵供槽車運出。

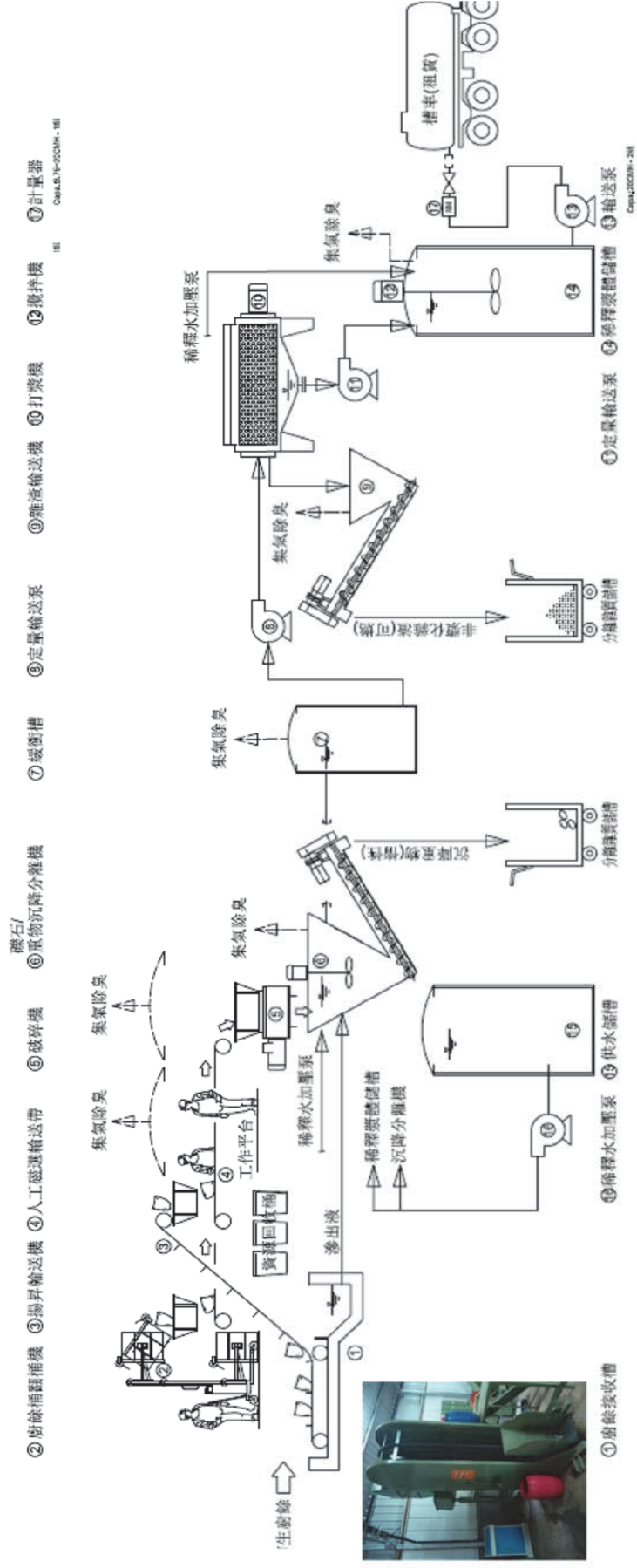


圖 3.3.1-1、廚餘前處理設施流程示意圖
(參考資料：北部地區廚餘厭氧消化試辦計畫統包工程，惠民公司)

二、操作參數規劃

本研究團隊將參考「廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫」關於廚餘與污泥共消化相關研究成果之重要參數，並依前節所完成與禽畜糞、農業廢棄物之共消化之實驗結果所提出之建議進行規劃，需考慮之因子如下述。

(一)單相或兩相式發酵槽之選擇：

不論是廚餘或下水道污泥(或其他有機廢棄物如禽畜糞)都是以不溶解性基質佔主要部分，因此水解扮演極為重要且往往是甲烷化反應程序中之瓶頸反應。兩相式系統容許反應動力上較為快速之水解酸化相以較低 pH 進行反應，操作更具彈性，減少若因酸敗造成整體系統重新啟動的風險。

(二)高溫(50-60°C)或中溫(35-38°C)發酵：

高溫雖然投入之能量較中溫為多，但是可以透過熱交換器回收出流污泥中之熱值；產氣若進行發電其大量的廢熱則可做為進流污泥加熱使用，整體熱效率大為提升。加上高溫之反應速率較中溫至少快 4 倍，反應槽體積可以縮減(佔地面積也可減小)，若有禽畜糞共消化時，則致病菌的殺滅效果更加明顯。而且沼液沼渣將來迴歸農地使用時之致病菌傳播風險更小，生物防疫(biosecurity)層級更能提高。

(三)共消化基質調配比例，需兼顧技術面與操作實務面。

- 技術面：考量最適操作條件(維持生物處理系統穩定之最佳沼氣產生率)下之各類有機質最適混和比例。
- 操作實務面：考量設置地點可收集之廚餘與其他有機廢棄物之數量與濃度，進行合理之混和比例。

若利用既有之其他有機廢棄物厭氧消化系統之餘裕量處理廚餘，則需考量所能提供之餘裕量可容納之廚餘量與濃度(以有機負荷率為評估重點)。

(四)進料基質濃度

若基質濃度太低，大量含水率佔據厭氧消化槽體積不利產氣，經濟效益偏低；

基質濃度太高則實施均質之攪拌有困難，影響質傳，合理之進料基質濃度建議約為 TS 8-12 %。

(五)水力停留時間

停留時間影響體積，亦即建造之初設費，但對不易分解之基質如堆肥廚餘之纖維等，足夠之停留時間以達有效之轉化率及產氣率是必要的。建議水解酸化槽之水力停留時間 1-2 天，醱酵槽水力停留時間 20-25 天，以確保能達合理之轉化率及產氣率。

3.3.2 廚餘與各類生質廢棄物共厭氧發酵之規劃

廚餘之厭氧消化可單獨以廚餘為主進行厭氧消化，或與農業廢棄物、禽畜糞、下水道污泥等基質，一不同比例混和後作共消化，依據 BMP 試驗所得之各項基質最適混和比例如前節之規劃。參考國際間厭氧消化系統之設置趨勢，日處理量最少須 100 噸以上較符合經濟規模，另依據本(106)年 7 月環保署提報行政院之「多元化垃圾處理計畫」之規劃，將設置至少三座之厭氧沼氣發電廠，每日處理廚餘約 200 噸。

一、流程規劃

本計畫規劃廚餘厭氧消化廠之廚餘濃度約 15%，停留時間 30 天，則總容積約 $6,000\text{M}^3$ ，發酵槽體積約 $8,000\text{M}^3$ 。基於操作彈性考量，建議以 4 座厭氧發酵槽進行規劃，各槽體積 $2,000\text{M}^3$ 。

各類有機廢棄物先經不同方式之前處理後，再依設定之比例混和，並於調整槽混拌均勻後輸入發酵槽，如圖 3.3.2-1 所示。可能之進料來源包括廚餘、農業廢棄物、豬糞尿、下水道污泥等，前處理部分如圖 3.3.2-2 所示。

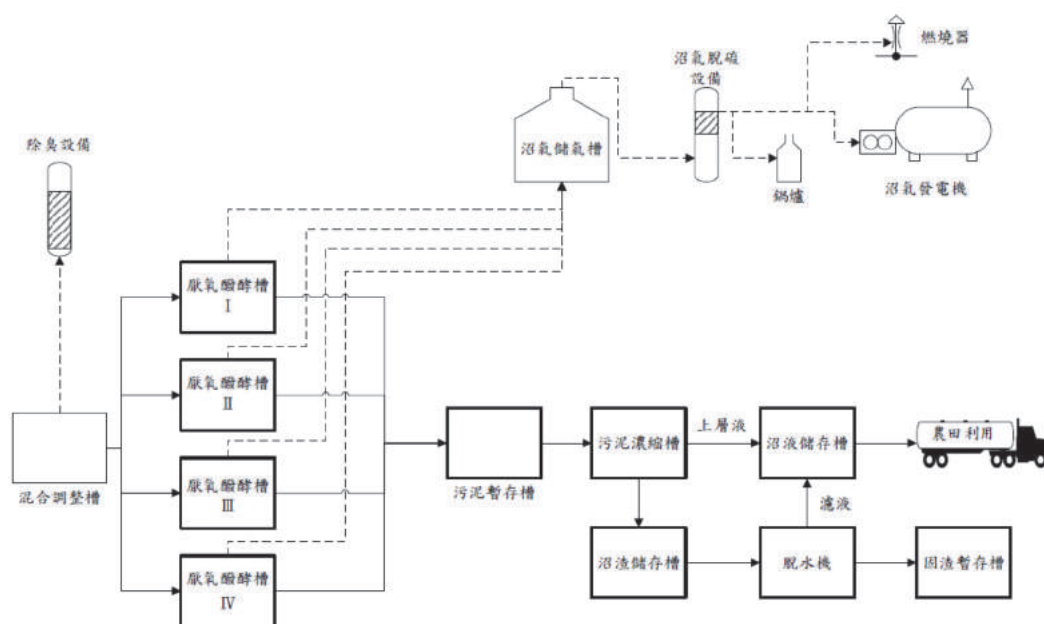


圖 3.3.2-1、生質廢棄物共厭氧發酵流程

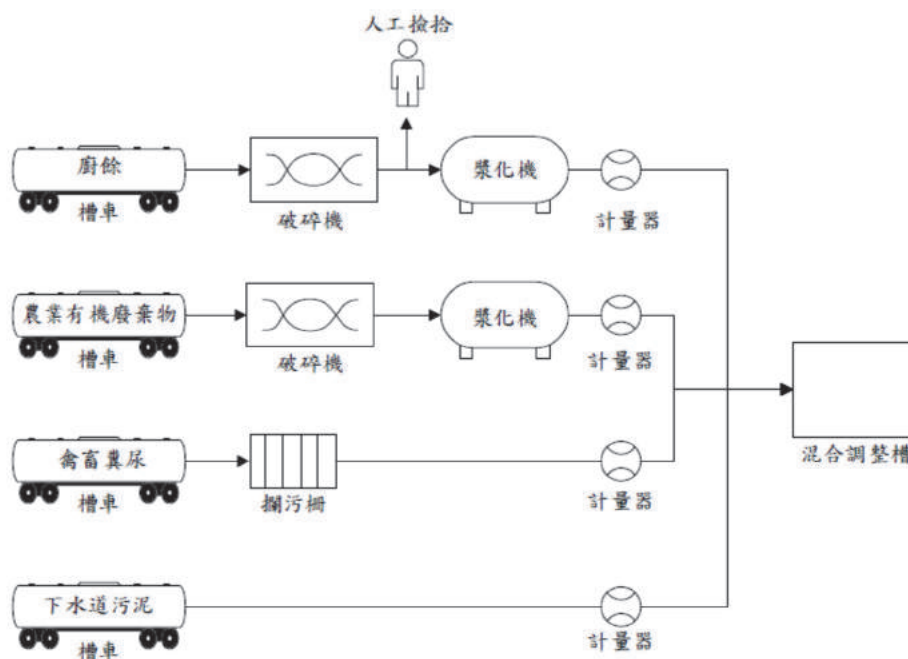


圖 3.3.2-2、厭氧發酵前處理

二、前處理設備

厭氧發酵系統技術收集各類有機物混合進行共發酵，因此前處理十分重要。前處理之目的有二：第一是去除異物雜質，不易消化分解，甚至容易造成發酵槽或管路堵塞之物質，包括如塑膠袋、金屬等雜質以及如羽毛、長纖維等。其次是降低粒徑，並使基質均勻化而易於調整基質濃度，並利於發酵槽之攪拌，加強質傳效果，提高分解效率。包括以下設施：

(一)粗分選：廚餘收集過程經常發現之雜物如塑膠袋、金屬、竹筷等異物，可以人工撿拾剔除。禽畜糞等含豬毛、長纖維物質等則以攔污柵篩除

(二)破碎機：將廚餘及廢蔬果中較大型固体物切碎或破碎，以避免機械設備堵塞及故障，並有利後續單元處理。按裝在泵浦輸送管線，進出口兩端均有清潔孔，便於操作保養，經破碎機處理污泥粒徑約 10mm 以下。依對象不同，可採取不同功能之破碎機，如：

1.碾壓式破碎機(如圖 3.3.2-3)：具有壓碎(擠壓力)、切碎、剪碎(結合切與壓)、絞碎(扭力)、)及磨剝等功能。適用於含硬骨頭、肉類等物質。

2.切刀式破碎機(如圖 3.3.2-4)：使用粗厚的不銹鋼葉片高速切碎廚餘。適用於葉菜類、纖維質含量較高之廚餘。

若含纖維質類較多，則破碎機建議可具切斷之功能。若為瓜果、肉類骨頭等，則應具碾碎功能者較佳。或兩者兼具。



圖 3.3.2-3、碾壓型碾碎機



圖 3.3.2-4、絞碎型破碎機

(三)機械分選：因廚餘收受過程可能夾雜部分金屬物質或其他無機成分等不適消化物質，影響後續厭氧消化之生物分解反應，故應於廚餘破碎後設置磁選機、風選機及篩選機(例如迴轉式分選機 Trommel)，並視需要再進行破碎。分選設備流程(段數)、型式及處理量須視廚餘夾雜異物程度而定。

(四)漿化機：濕式刀片式研磨機，藉合金鋼刀片，高速旋轉研磨攪碎，將經破碎處理之廚餘及廢蔬果再次磨碎至 2mm 以下，以利水解酸化處理。圖 3.3.2-5 為漿化後之物料。經漿化處理後可利於泵浦之輸送，減少堵塞並利於發酵槽內之均勻攪拌。更重要的是表面積增大，溶解性有機質增加，更可促進水解效率而提高沼氣轉換效率。



圖 3.3.2-5、漿化後之物料

表 3.3.2-1、表 3.3.2-2 為本團隊與中興顧問公司合作 105 年度執行「台北市廚餘再利用最佳技術規劃計畫」所收集之日本及韓國等國外廚餘前處理設備之相關資訊，謹列出供參考。

表 3.3.2-1、日本廚餘前處理設備資訊

開發單位	株式会社タクマ	バイオエナジー株式会社共立	日立造船株式会社	JFE 工程技術株式會社
技術	鏈式破碎機刀片分選機	旋轉葉片式破袋分選機	羽根付回転ブレード式破碎分別機	—
機制	破袋+破碎+篩選(壓濾)【一體成型】	破袋+篩選(壓濾)【一體成型】	破袋+破碎+篩選(壓濾)+篩選(紙類)	破碎、分選、製漿、調質
應用情況	南但廣域行政事務組合	100 多台	測試驗證中	已有實廠
有機物分離效率	接近 100%以上	>90%以上	80%-90%	>95%以上
設施照片				

資料來源：中興顧問公司「台北市廚餘再利用最佳技術規劃計畫」期末報告，台北市環保局委託計畫，105 年 12 月。

表 3.3.2-2、國外廚餘前處理設備資訊

國別	韓國	瑞典	美國	大陸
基質	廚餘	食品包裝廢棄物	廚餘	廚餘、食品廢棄物
機制	破碎、篩選、製漿	破碎、磁選、壓濾	打漿、磨碎、分離	破碎、選別、製漿
生成物 粒徑	—	<8mm	—	<3mm
有機物 分離率	>90%	>90%	>97%	>95%
規模	180 噸/日	3-18 噸/小時		100-300 噸/日
實廠	龍淵污水廠	Stockholm Huddinge 食品廢棄物處理廠	東灣市政區 (EBMUD)污水處理 系統	山東青島天人環境 股份有限公司
實廠 照片				

資料來源：中興顧問公司「台北市廚餘再利用最佳技術規劃計畫」期末報告，台北市環保局委託計畫，105 年 12 月。

(五)去油脂化：由於廚餘中常夾雜油脂，而油脂常被視為抑制生物處理之物質，當油脂濃度高於 5,000 mg/L 時對厭氧消化過程將造成嚴重影響，如微生物外圍被包覆、甲烷菌反應速率降緩、氣體不易由顆粒化污泥中排出而造成厭氧污泥上浮等現象，以利厭氧消化。

前處理設備除主要之破碎、漿化、除油等設備外另包括以下周邊設施。

- 揚昇輸送帶：設於廚餘接受槽之輸送機係將接收中生廚餘桶連續輸送並倒入篩分輸送機上方入槽口。
- 廚餘桶翻桶機與接收槽：依據生廚餘含水量及可能體積進行容積估算，接收槽型式配合運輸卸料方式。
- 震動篩分磁選輸送機：為避免廚餘中大型固體物、木片、玻璃、塑膠及金屬等不可分解雜物投入，以震動篩分磁選將雜物剔除。
- 重物沉降分離槽：生廚餘破碎後夾雜於菜葉根中泥砂會因而釋出，輕質有機廚餘物則以溢流方式將自分離槽中後送至緩衝槽，重物沉降則以螺旋分離固液再輸出螺旋輸送機出口處之粗大殘渣儲存車，集中後以槽車載運掩埋或焚化。

- 緩衝槽：自重物沉降分離槽溢流之細碎生廚餘，待進入緩衝槽後，以定量輸送泵將細碎廚餘抽送至打漿機進行漿化過濾。
- 定量輸送泵：承接輸送漿化的廚餘泥漿。
- 漿液儲槽：經過打漿機篩出有機漿液，調整至可投入消化槽所需濃度百分比，再經由出料泵供槽車運出。

三、厭氧發酵槽

厭氧發酵之核心為發酵槽。合適之厭氧發酵系統可分別依操作溫度、反英槽組、進料基質等因素進行評估，如表 3.3.2-3 所示。

表 3.3.2-3、厭氧發酵槽之評估項目

依操作溫度區分	依反應槽組區分	依進料基質區分
1.中溫厭氧消化(30 ~40℃) •優點：設置費用低、操作簡單 •缺點：消化較不完全、沼渣/沼液利用有環境衛生疑慮。	1.單相式 •優點：操作簡單、設備費較低 •缺點：生物系統較不穩定、產氣量較低	1.濕式(CSTR) •適用對象：濕式(TS 10%以下)基質 •關鍵技術：攪拌混和 •發酵液需另沉澱分離沼渣與沼液 •技術成熟普遍
2.高溫厭氧消化(55~65℃) •優點：消化較完全、沼渣殘留量低、反應快速、沼渣/沼液滅菌完全衛生考量佳 •缺點：建造成本較高(保溫)、操作技術較高	2.雙相式(酸化槽+甲烷槽) •優點：系統較穩定、產氣量較高 •缺點：操作較複雜、設置費用較高	2.乾式(厭氧堆肥) •適用對象：乾式(TS 20%以上)基質 •關鍵技術：進料前處理混和 •沼渣直接肥料利用

依據表 3.3.2-3 之分析，對於以廚餘為主之有機廢棄物厭氧共消化，在發酵系統之選擇上建議為：

一、採酸化、甲烷化之雙相式處理系統：

不論是廚餘或下水道污泥(或其他有機廢棄物如禽畜糞)都是以不溶解性基質佔主要部分，因此水解扮演極為重要且往往是甲烷化反應程序中之瓶頸反應。而若以廚餘為主之系統，由於廚餘相對於禽畜糞、下水道污泥等，含更高比例之油脂及碳水化合物等易酸化之有機成分，有機酸累積濃度將更高。雙相式系統可讓不同之微生物族群有合適之條件發揮其功能，而能控制系統之穩定性，提供快速之酸化、水解，以利於甲烷化之進行。並可避免單一槽體中因產酸速率太快導致 pH 下降而影響甲烷化之進行，減少若因酸敗造成整體系統須重新啟動的風險。

此外本計畫團隊曾建置總容積 15 立方米之雙相式厭氧消化模廠(酸化產氫槽 3 立方米，甲烷槽 12 立方米)，分別於新竹、屏東連續操作多年，2015 年亦利用該實驗模廠進行環保署委辦之廚餘與下水道污泥共消化實驗研究，穩定性十分良好，如圖 3.3.2-6 所示。



圖 3.3.2-6、雙相式廚餘厭氧發酵模場

二、採高溫厭氧發酵：

微生物於高溫狀態可有較快之分解效率，因此停留時間可縮短，反應槽體積可較小，土地面積可較小。但以槽體之建造費用而言，卻因必須有較佳之保溫設施，以及進料之加熱處理，故整體之建造成本相較於中溫發酵可能略高。然而考量沼渣利用為厭氧發酵得以成功推動之關鍵課題，採取高溫厭氧發酵應

為較佳之選擇。

高溫厭氧發酵之溫度必須維持 55℃ 以上，因此進料之基質必須加溫至操作溫度，若進料基質之濃度低則厭氧發酵所回收之能源恐仍不足以提供系統維持高溫條件操作。以日處理 100 噸之有機廢棄物，不同濃度下之高溫厭氧發酵能源供需比估算如表 3.3.2-4 所示。對於豬糞尿厭氧發酵處理而言，由於國內養豬場大多以大量用水沖洗分尿，且採結合固液分離、厭氧發酵、好氧處理之「三段式廢水處理系統」，因此厭氧發酵系統之進料固體濃度往往低於 1%，若採高溫厭氧發酵則所產生之沼氣能源顯然尚不足以供應進料所需之熱源。但對於以廚餘為主之高濃度有機質，進行厭氧發酵時由於可產生之沼氣能源較豐沛，故建議可採高溫厭氧發酵。

表 3.3.2-4、各種進料基質濃度進行高溫厭氧發酵之能源供需情況

濃度	進料加熱所需熱源 ($\times 10^3$ Kcal/天)(20℃→55℃)	沼氣產生量 (m ³ /天)	沼氣可提供熱源 ($\times 10^3$ Kcal/天)	能源供需情況
1%	3,500	600	2,520	不足
3%	3,500	1,800	7,560	超過
5%	3,500	3,000	12,600	超過

說明：

(一)發酵液之熱回收暫不考慮。

(二)假設發酵槽保溫效果良好，無散熱損失。

(三)沼渣之加熱所需熱源以從 20℃ 提升至 55℃ 計，每噸所需熱能為 3,500,000Kcal。

(四)沼氣產生量：有機廢棄物之沼氣產生率假設為 0.6m³/kg TVS，100 噸之有機廢棄物若 TVS 為 1%，則每天產生沼氣 600m³，沼氣熱值以 6,000Kcal 計，則為每天 3,600,000Kcal。使用產生之沼氣用來加熱進料基質，若加熱效率為 70%，則可提供熱源為 2,520,000Kcal/天。濃度 3%，5%可依比例分別估算。

三、加強攪拌功能：

對於廚餘等高濃度有機廢棄物之厭氧發酵，為避免 SS 沉積底部，攪拌十分重要。建議攪拌系統必須組合機械攪拌及污泥迴流攪拌兩種方式，以達到較

佳之質傳效果並避免死角，如圖 3.3.2-7。

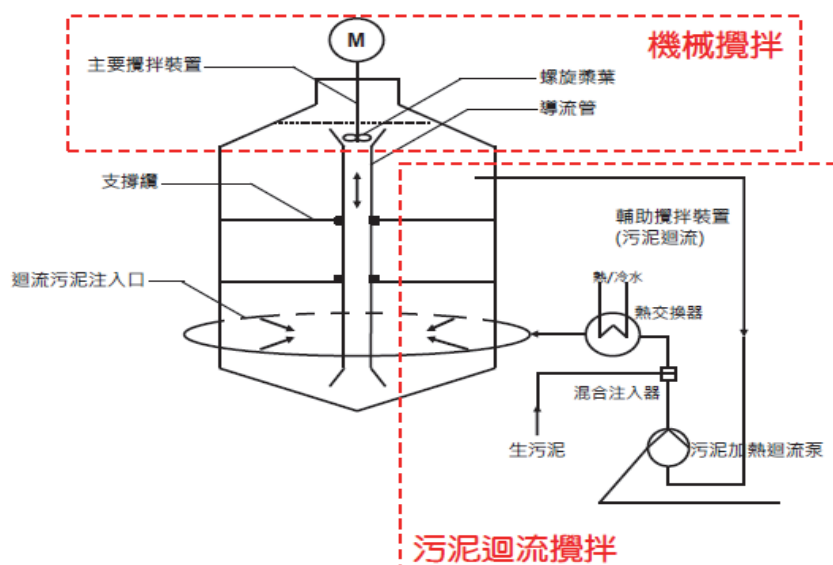


圖 3.3.2-7、機械攪拌及污泥回流攪拌組合

四、污染防治措施

廚餘含水率高，易腐敗分解，不論是收集過程、儲存場所接易產生臭味及蚊蠅飛舞，影響環境衛生。臭味防治策略，第一是避免廚餘收集後暫置時間過長，儘快送入前處理與厭氧發酵程序。因此，前處理部分之出入建議為自動門控制，接收斗亦裝有上蓋開關，待收料後便直接關閉，物料則轉輸至前處理單元，可防止臭氣向外飄出。

接收站與前處理區屬密閉負壓廠區，後端厭氧發酵槽以及沼肥儲存池等皆為密閉設施，避免臭味溢散至大氣。

臭氣來源可概括分為低濃度臭氣與高濃度臭氣。低濃度臭氣之存在區域大概為接收站、固液分離設施、及泵浦室，可利用建築設施周邊排管來捕集並使用活性炭除臭。高濃度臭味之存在區域則可能為前處理單元及各個水槽，須以機器附設之抽風管線直接收集，並以生物濾床或是化學方法處理：

(一)生物濾床：運作原理即為利用塔型濾床，填充木屑等濾料，培養微生物生長於濾料上，濾床前再加設加濕塔，定期噴灑水霧供給微生物水分，微生物便可利用臭味物質作為生長基質而去除臭味，優點是操作簡易，操作維護成本低廉，但生物系統之培養以及維持必須具適當之專業技術。

(二)化學方法：一般使用酸、鹼之化學藥品洗滌塔與臭氣中的臭味物質進行反應，可添加 H_2SO_4 、 NaOH ，或是 NaClO 等，優點為添加藥品後即可啟用，缺點為藥劑成本高，且藥品之使用較不符合環保效益。

表 3.3.2-5 為可能產生臭氣之部位及相關對策；各種可採行之除臭技術如表 3.3.2-6。

表 3.3.2-5、厭氧發酵廠臭氣防制對策

臭味來源	對策
廚餘運輸過程	清運車輛保持良好密閉 卸料車輛出廠經洗車設備確實清洗
廚餘接收區	<ul style="list-style-type: none"> • 接收區規劃雙重門禁自動開關 • 貯坑加蓋，自動啟閉 • 接收區設置密閉圍封與抽氣設備 • 設置噴灑式除臭設備，定期噴灑及清洗
厭氧發酵過程	厭氧發酵槽、沼氣儲存設施及相關氣體管線皆為全密閉設計
沼液貯存區	<ul style="list-style-type: none"> • 貯存區設置密閉貯槽，逸出臭氣抽至除臭設施 • 設備功能強化：臭氣經抽氣設施送往臭氣處理單元，包括活性碳吸附塔、生物濾床、化學藥劑洗滌塔等。

表 3.3.2-6、各種除臭技術說明

脫臭方法	原 理	對象物質	特 徵	操作管理應注意事項
除臭劑噴霧法(Masking)	利用中和劑或芳香劑減緩或遮蔽臭味	氨、胺類、硫化物及醛類等	1.適用於低臭味濃度及臭氣捕集較困難之場合(如室外) 2.操作較具彈性(如可視情況調整噴灑頻率)	1.需選用對人體健康無害之噴灑劑。

脫臭方法	原 理	對象物質	特 徵	操作管理應注意事項
溼式洗滌法	利用洗滌液吸收臭味物質，並由化學藥劑進行中和反應或化學氧化作用去除臭味物質	氨、胺類、脂肪酸及硫化氫等	<ol style="list-style-type: none"> 1.適用高濃度臭氣及大風量之場合。 2.適用於高溫多溼之臭氣處理。 3.苯、甲苯、苯乙烯、甲醛等有機化合物及碳氫化合物等臭味物質水溶性低者不適用。 4.需處理洗滌後廢液。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.需確實進行藥液之調整及補充等維護管理。 2.因使用 pH 計、注藥泵及藥劑等，維護管理較費事。 3.低濃度臭氣場合不適用。
活性炭吸附法	利用活性炭吸附臭味物質	活性炭施以特殊含浸或表面處理，幾乎對所有臭味物質有效	<ol style="list-style-type: none"> 1.適用低濃度臭氣場合。 2.脫臭效果高。 3.維護管理容易。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.一定時間後活性炭需再生處理。 2.不適用於高濃度臭氣場合。 3.不適用高溫(40℃以上)多溼之臭氣處理。
低溫電漿分解法	利用外加電場使電極放電，激化空氣離子化生成電漿，藉由其中高活性游離基破壞分解臭味物質，下游設置觸媒床提升反應效率	所有臭味物質	<ol style="list-style-type: none"> 1.經常用於食品製造過程臭氣、垃圾貯留設施醱酵臭氣、糞尿處理設施臭氣、下水淨化槽臭氣。 2.技術層次較高，相關應用較少。 	應注意觸媒毒化問題。
生物濾床法	利用微生物之代謝機能將臭氣中臭味物質予以氧化分解	氨、胺類、硫化物及醛類等	<ol style="list-style-type: none"> 1.不需藥品及燃料等。 2.幾乎可適用於所有臭氣。 3.適用高濃度臭氣場合。 4.維護管理容易。 5.微生物可自行再生，運轉成本低。 6.高脫臭效率需求場合，其後需增設吸附設施。 7.在適當運轉條件下，脫臭效果高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.需注意水分補給及空氣供給等維護管理。 2.臭氣溫度需冷卻至 40℃ 以下。 3.不得高負荷運轉。 4.處理後臭氣殘存微弱異味。

五、質量平衡

以日處理 200 噸固體含量 15%之廚餘為例，使用 CSTR 厭氧發酵槽，考量良好之攪拌以部分沼液回流稀釋為約 9%進入發酵槽內。有機物之 COD 分解率以 60%估計，則可產生 8,800CO₂ 之沼氣，發電量約每天可達 17,600 度電(每立方米沼氣發電以 2 度估計)。發酵後之發酵液(沼渣與沼液混和)總固體濃度約 4~5%。經濃縮、脫水(壓濾機)後，將沼渣、沼液分離，則固渣之固體含量可達約 40%，總重約 30 噸；沼液之固體含量約 1%，總重約 170 公噸，分別做再利用，質量平衡如圖 3.3.2-8 所示。

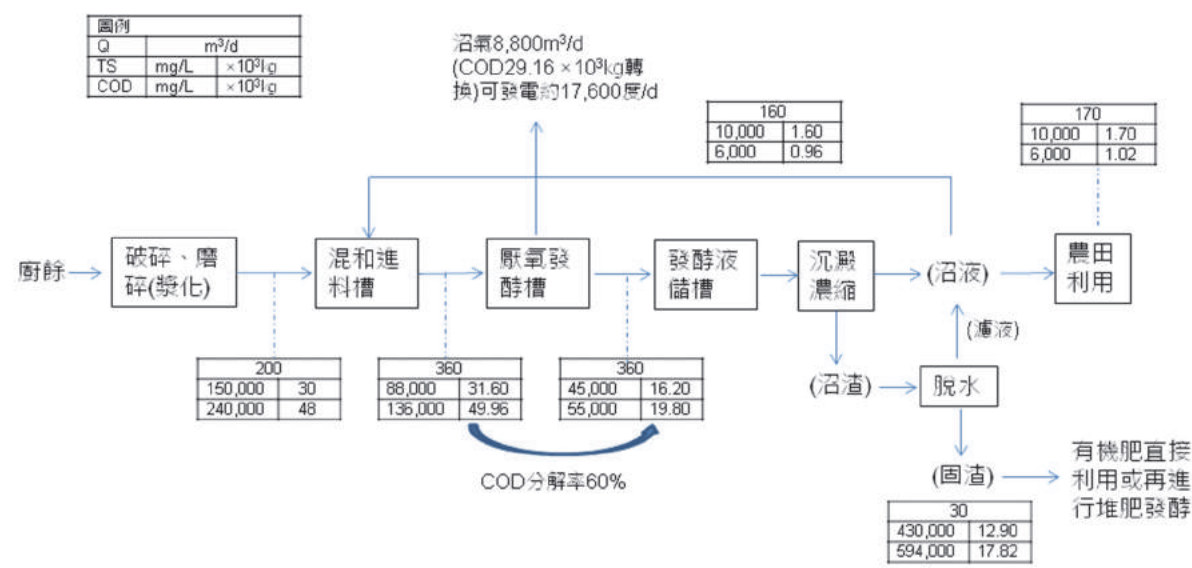


圖 3.3.2-8、日處理 200 噸廚餘之厭氧消化系統質量平衡

3.3.3 沼氣利用最適化及沼渣、沼液處理規劃

3.3.3-1 沼氣利用規劃

國內的沼氣來源除養豬廢水處理外，以家庭污水、都市垃圾及各行業廢水(或有機污泥)為大宗，其中都市垃圾以垃圾掩埋場產沼氣為主，各行業廢水(物)則來自食品業、造紙業等產業廢水處理產沼氣，但仍無實廠規模之廚餘沼氣廠。沼氣商業應用方面，垃圾掩埋場沼氣發電，養豬業及食品業已裝置沼氣發電設備，亦有業者將沼氣導入鍋爐產生蒸汽供廠區內的製程利用。沼氣回收效益包括(一)發電利益：沼氣產電如自用可以節省電費支出，或出售電力可獲得經濟

利益；(二)減少溫室氣體排放量：依據「政府間氣候變遷小組」(IPCC)第四次評估報告，甲烷的溫室氣體效應是二氧化碳的 25 倍，妥善處理可以降低溫室氣體排放，具有減碳的效益，減緩地球暖化效應。

茲比較現階段國外沼氣利用現況與我國沼氣發展之差異摘要略說明如下

- 一、歐洲與中國大陸，在沼氣能源利用方面，多數採用熱電聯產方式，能源使用效率高。我國因地處亞熱帶，對於供熱需求不高，畜殖場分散且週遭無使用蒸汽或熱水之其他工業配合利用，因此沼氣直接燃燒供熱之利用比率非常低，大部分採用發電利用。發電利用產生之大量餘熱（約佔消耗沼氣熱值之 50%以上）也未能妥善利用，因此整體之能源利用的效率較差。即使以效率較高之沼氣發電機，每立方米可發電 2 度電而言，能源效率僅約 28%(註：每度電熱值為 860 千卡，而沼氣中之甲烷熱值約為 9,000 千卡；沼氣中甲烷含量約 65%換算熱值約為每立方米 6,000 千卡(而換算沼氣之熱值為每立方米約 6,000 千卡)，
- 二、沼氣發電要達到商業化運轉規模，先決條件是產氣量要大。國內之厭氧發酵廠以養豬廠最普遍，但由於養豬廠糞尿大多採三段式廢水處理系統，可提供產生沼氣之有機質濃度偏低，沼氣產生量低，故大部分未收集利用而直接排放大氣，或者僅能設置小規模之沼氣發電機，因此若能合併高濃度，且可沼氣轉換潛能高之廚餘，將可產生較大量之沼氣，提高沼氣利用之經濟效益。
- 三、國外中大型集中沼氣工廠案例，採用具有攪拌功能之連續式攪拌反應槽(CSTR)，以中高溫、高濃度進行厭氧消化，產氣效率高。我國傳統的廢水厭氧處理系統中常因攪拌功能不佳，且不具有保溫功能，冬季溫度較低時，系統之產氣率偏低。畜牧業糞尿污水皆先將固體糞渣分離，僅以固液分離後廢水進行厭氧消化，固體糞渣則作為堆肥材料，導致養豬廢水之揮發性固體(VS) 濃度偏低 (<2%)，也是產氣率偏低的原因。
- 四、國外厭氧消化沼氣廠設置經費的投入仍需政府補助，且該處理系統需要有足夠的廢棄物處理量，才能有其經濟效益。我國經濟部沼氣應用推廣政策侷限於生質能(沼氣)發電躉購費率及沼氣發電獎勵補助，發電躉購費率

計算公式中，有關設備期初設置成本，有機厭氧消化設備之設置成本，係廢水為符合環保法規下業者應處理之程序，不納入期初設置成本，僅計算沼氣前處理及其發電設備之設置成本，導致獎勵補助誘因不足，業者投入意願不高。然而 106 年起，經濟部能源局已將沼氣發電的躉購費率大幅提高到每度電 5.0087 元，應可有較大的誘因鼓勵業者投入。

沼氣利用包括轉換為電能、燃料直接燃燒利用或熱電共生等。但依使用需要必須經適當的前處理(純化)程序。純化程度視使用端對於品質之需求而定，其處理程序與能源應用途徑如圖 3.3.3-1-1 所示。以下依發電利用與天然氣燃料利用兩項分別說明。

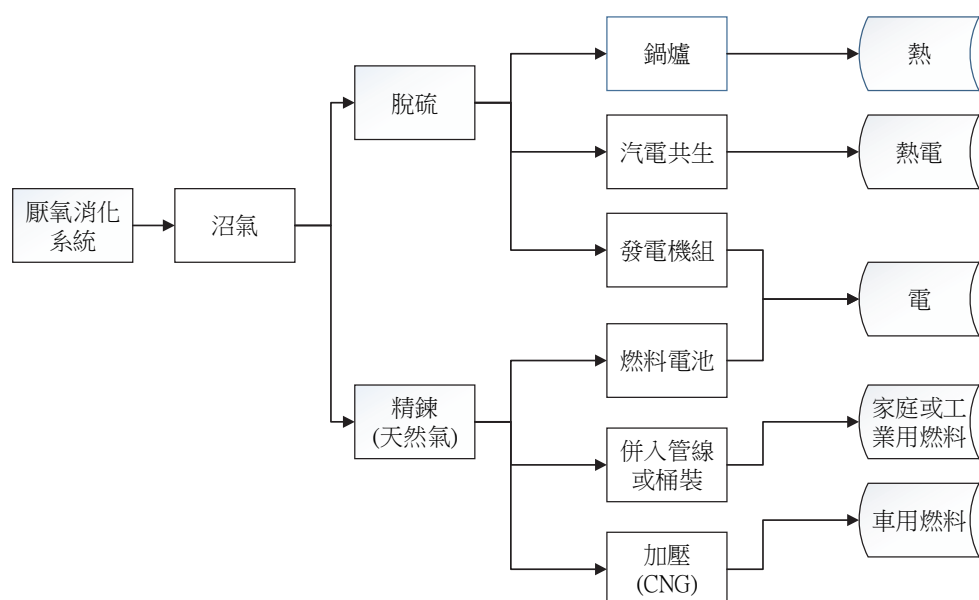


圖 3.3.3-1-1、沼氣處理程序與應用示意圖

一、沼氣發電利用

(一)、沼氣發電程序

沼氣發電程序包含沼氣收集、純化前處理與沼氣發電等，沼氣自有機厭氧消化設施產出後，利用集氣袋收集與儲存，再經由純化前處理去除腐蝕性氣體(如硫化氫)，之後導入沼氣引擎發電機產生電力，並藉由控制盤輸出電力供相關設施使用。沼氣發電處理程序(沼氣水洗前處理為例)如圖 3.3.3-1-2 所示。

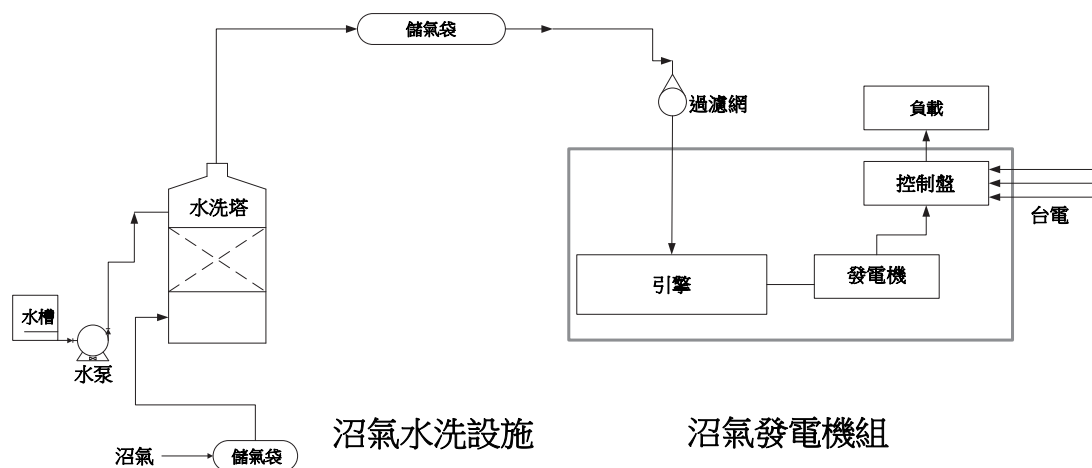


圖 3.3.3-1-2、水洗脫硫沼氣發電程序

1. 沼氣脫硫

有機厭氧消化產出沼氣之硫化氫濃度約 0.2~0.5%，硫化氫具有惡臭及毒性，屬於腐蝕性氣體，對管線與機具造成腐蝕，甚至設備損傷，可利用沼氣脫硫設施將硫化氫濃度降至 350ppm 以下，可有效保護後端的設備不被腐蝕，降低系統維護成本，目前國內已設置沼氣純化系統，其硫化氫濃度低於 100ppm。

沼氣脫硫依作用原理可概略分為物理方法、化學方法與生物方法，各種方法簡介如下：

(1)物理方法：利用介質吸收或吸附硫化氫，當介質飽合後再予以脫附再生，常用的介質有活性碳與水。活性碳是利用吸附的方式，將通入的硫化氫氣體與空氣中的氧反應產生硫磺再予以吸附，當活性碳飽合時以蒸汽或惰性氣體再生之。水洗則是利用硫化氫在水中的溶解度較高的特性，以洗滌方式將沼氣中的硫化氫吸收，同時使用空氣脫除洗滌水之硫化氫。除此，物理方法還有較特殊的薄膜過濾法與分子篩吸附法。水洗塔去除硫化氫常被國內養豬業、食品業及造紙業等業者採用。

(2)生物方法：利用微生物菌種，沼氣中的硫化氫進行氧化作用轉換為元素硫，或再進一步轉化成硫酸，國內已有養豬業者設置生物脫硫系統進行示範運行。

(3)化學方法：透過化學物質選擇性的只與硫化氫發生化學反應而達到純化目的。常用的化學物質包括石灰石、乙醇胺、碳酸鉀、次氯酸鹽及氧化鐵等，由於這些化學物質與硫化氫的反應大部分為自發反應，因此相對的需要特定的反應條件才能再生，例如高溫高壓或電解還原，操作上需要比較高的技術。

2. 沼氣精鍊

有機厭氧消化產出之沼氣，其甲烷占比約 55%~70%、二氧化碳占比約 30%~45%，依「天然氣事業法」規範天然氣之甲烷占比 80%以上，因此沼氣需要進一步精鍊，將甲烷濃度提高至 80%以上，才得以替代天然氣。

沼氣精鍊採用物理原理或化學原理，將甲烷與二氧化碳分離，並回收甲烷，常用的處理技術包括加壓水洗、薄膜分離等方法(蔡昌達，生質能源處理技術研討會，台北，2015/7/17)。

(1)加壓水洗：係利用甲烷與二氧化碳在加壓的條件下，對水之溶解度不同而分離，沼氣精鍊後之甲烷濃度可達 97%以上，沼氣加壓水洗精鍊示意如圖 3.3.3-1-3 所示，本技術操作壓力約 4-7 bar，優點為操作簡單、水為溶劑且可循環使用、無二次污染。

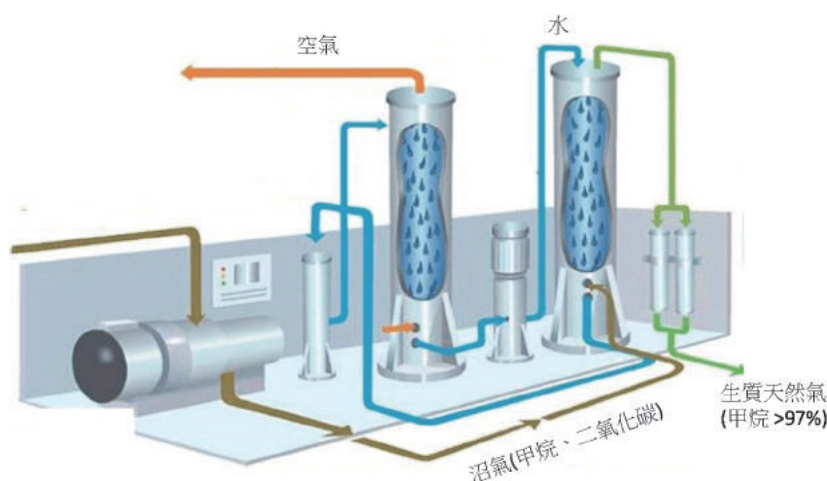


圖 3.3.3-1-3、沼氣加壓水洗精鍊程序示意圖

資料來源：蔡昌達，生質能源處理技術研討會，台北，2015/7/17

(2)薄膜分離：係利用不同氣體在薄膜具有不同滲透率之特性，而達到分離的目的，沼氣精鍊後之甲烷濃度可達 97%以上，沼氣薄膜分離精鍊示意如圖 3.3.3-1-4 所示，本技術操作壓力約 17 bar，優點為模組式設備、安裝方便、運送成本低。

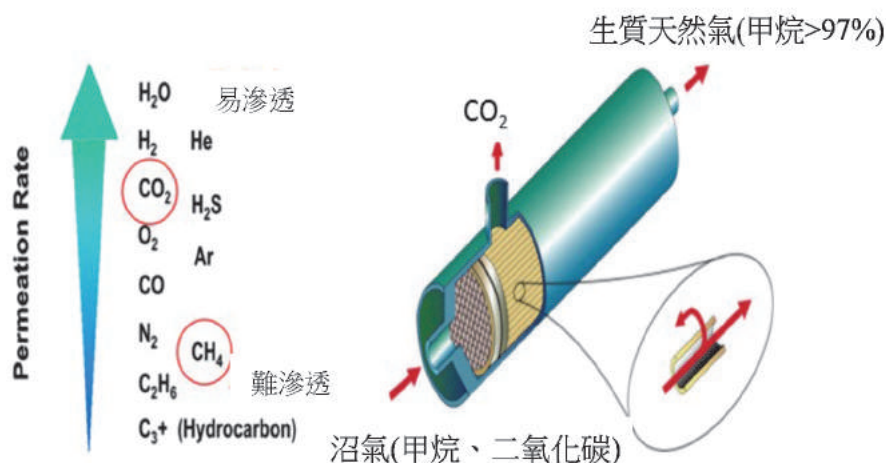


圖 3.3.3-1-4、沼氣薄膜分離精鍊程序示意圖

資料來源：蔡昌達，生質能源處理技術研討會，台北，2015/7/17

3. 沼氣發電機組

國內採用之沼氣引擎區分為兩大類，一種為沼氣引擎如圖 3.3.3-1-5 所示，另一種為微型渦輪發電機如圖 3.3.3-1-6 所示，前者沼氣引擎與一般燃油或天然氣引擎有些許不同，其化油器、火星塞間隙及點火正時必須適當地修改，保養方式則與一般引擎無異，但基於安全考量，會加裝一組電磁閥，供緊急時停止沼氣供應，以免發生危險。微型渦輪發電機則由國內代理商引進，再進行系統組裝與試運轉。沼氣引擎及微型渦輪，兩者之特性比較如下：

(1)沼氣引擎

- 發電效率：23~25%。
- 進入引擎之 H_2S 濃度：低於 500ppm。
- 運轉時數：每日操作 20 小時為原則，年運轉時數約 6,600 小時，換

算成年容量因數大於 75%。

- 運轉年限：約 10 年
- 維護保養方式：定期檢查、更換機油，引擎運轉時數達 6 千-1 萬小時，進行設備大修。



圖 3.3.3-1-5、沼氣引擎機組外觀圖

(2) 微型渦輪

- 發電效率：26~33%，但是沼氣增壓及除水設施將耗用機組設置容量之 13.5%如表 3.3.3-1-1 所示。
- 進入引擎之 H₂S 濃度：低於 500ppm
- 運轉時數：每日可連續 24 小時，年運轉最高時數 8,000 小時，換算成年容量因數大於 90%。
- 運轉時數超過 5 萬小時
- 低污染：低 NO_x(10ppm)、低噪音

表 3.3.3-1-1、微型渦輪發電效率比較

機組設置容量 (kW)	效率 (%)	前處理設施耗用電力 (kW)
30	26~28	4
65	29~31	9
200	31~33	27



圖 3.3.3-1-6、微型渦輪發電機組外觀圖

沼氣發電技術可分為同步併聯發電技術與感應發電技術。同步併聯發電技術，除了發電機組外，還需要同步併聯設備，以便將輸出電力與市電併聯，基於經濟效益考量，此種技術大多運用於大規模沼氣量之場所，例如都會區之垃圾掩埋場，發電規模可達百萬瓦(MW)以上。相對的，感應發電技術只需要發電機組，輸出電力之電壓與頻率與市電系統相同，不需要同步併聯設備，多運用於小規模沼氣量之場所，如養豬場、中小型工廠。

發電設備包括原動機、感應發電機與並聯盤(含保護配電等單元)，引擎或原動機之輸出馬力愈大，所產生的輸出功率愈大。

(二)、沼氣發電系統設置與操作維護成本

有機厭氧消化程序所產生之沼氣，經過脫硫處理程序產生電力，其設置成本影響因素包括設置容量、脫硫設施及發電機組種類等，系統操作維護費用包括操作運轉、維修保養等，詳如表 3.3.3-1-2 所示。各項設施之成本費用比較如下：

1. 脫硫設施：水洗脫硫>生物脫硫
2. 發電機組：微型渦輪>沼氣引擎
3. 系統操作維護：水洗/生物脫硫+沼氣引擎>水洗/生物脫硫+微型渦輪

表 3.3.3-1-2、脫硫與沼氣發電之設置與操作維護成本

沼氣量 (m ³ /d)	機組設置容量 (kW)	水洗脫硫設置成本 (元)	生物脫硫設置成本 (元)
950-1,000	65-72	1,650,000	1,080,000
2,800-3,000	195-200	4,100,000	1,870,000

機組設置容 量 (kW)	微型渦輪設置成本		沼氣引擎設置成本	
	發電機組效 率(%)	發電機組 (含併聯盤) (元)	發電機組效 率(%)	發電機組 (含併聯盤) (元)
30	26~28	2,860,000	23~25	1,100,000
65	9~31	4,300,000	23~25	2,900,000
200	31~33	12,000,000	23~25	5,000,000

機組設置容量 (kW)	水洗+微型渦輪		水洗+沼氣引擎	
	操作維護 (萬元/年)	操作維護/系統 設置成本(%)	操作維護 (萬元/年)	操作維護/系統 設置成本(%)
30	13	3.37	19.50	9.29
65	20	3.36	28.50	6.26
200	41	2.55	50.00	5.49

機組設置容量 (kW)	生物脫硫+微型渦輪		生物脫硫+沼氣引擎	
	操作維護 (萬元/年)	操作維護/系統 設置成本(%)	操作維護 (萬元/年)	操作維護/系統 設置成本(%)
30	5.2	1.32	11.7	5.37
65	8.6	1.60	17.1	4.30
200	19.2	1.39	28.2	4.11

參考資料：工研院綠能所，102 年度

二、沼氣天然氣燃料利用

天然氣汽車依引擎燃料系統之不同可區分為壓縮天然氣（Compressed Natural Gas，CNG）車、液化石油氣（Liquefied Natural Gas，LNG）車及雙燃料（Diesel Dual Fuel，DDF）車，LNG 車直接使用低溫、液態的液化天然氣。因在相同燃料儲氣瓶容積下，LNG 儲存量為 CNG 的 2~3 倍，故 LNG 車具有

連續行駛旅程長的優點，DDF 車則是使用複燃料，係利用柴油壓縮點火後，引燃壓縮天然氣燃料，產生動力。

LPG 主要成分是甲、乙、丙烷的混合氣體，易以液化且攜帶較為方便。

CNG 主要成分是甲烷(與沼氣相同)，甲烷難以液化(需低溫)，所以純粹靠加壓，因此氣瓶需耐更高壓，且裝填量有限。

將沼氣精煉為高純度甲烷氣，如符合天然氣標準或產品規範，即可作為天然氣用途或販售，惟「天然氣事業法」天然氣定義係指源自於地下之氣態碳氫化合物之混合物，其主要成分為甲烷占百分之八十以上之氣體。沼氣並非來自於地下之氣態碳氫化合物之混合物，因此在定義上產生爭議。另天然氣供應廠商，其天然氣應符合國家標準，沼氣若未經過精煉，不易達到國家標準。

我國天然氣的主要供應商為台灣中油公司，天然氣為臺灣之自產天然氣供應彰化以北地區家庭、肥料及發電用或工業用，天然氣則於民國 79 年陸續進口液化天然氣，供應彰化以南家庭及發電用或工業用戶，中油公司對於 2 項天然氣之產品規範，皆高於國家標準之規範詳如表 3.3.3-1-3 所示。天然氣如以台灣中油為銷售對象時，沼氣精煉為甲烷後，必須符合中油公司的天然氣規範，才得以併入該公司之天然氣管線供應氣體給消費者使用。

表 3.3.3-1-3、天然氣國家標準 CNS 3719 及台灣中油公司規範

項目	國家標準 CNS 3719	中油公司 天然氣(1)(自產)	中油公司 天然氣(2)(進口)
甲烷、乙烷，vol.%	80	-	-
甲烷含量，mol.%	-	大於 80	大於 85
丁烷以上含量，mol.%	-	-	小於 2.0
含水量，mg/m ³	-	低於 130	-
氫氣含量，mol.%	-	-	低於 1.0
總含硫量，mg/m ³	小於 45	小於 35	小於 35
熱值，kcal/m ³	大於 8,000	大於 8,800	大於 9,200

沼氣精煉後之甲烷除了併入天然氣管線之外，可加壓至接近 200atm 成為 CNG，供 CNG 車輛使用。台北市政府於 1997 年推動天然氣公車示範計畫之 6 部天然氣公車即屬於 CNG 車，經運行數年後因面臨車輛加氣速度太慢、行駛距離不遠以及後續維修不易等問題，終究無法繼續推展。

我國雖無 CNG 車輛，但交通部已訂定「道路交通安全規則」壓縮天然氣汽車燃料系統檢驗規定，規範了壓縮天然氣汽車燃料系統審驗、新領牌照檢驗及變更登記檢驗規定(安裝及容器固定裝置強度)與汽車燃料系統定期檢驗規定（壓縮天然氣容器，每三年應定期檢驗一次）及「車輛安全檢測基準」—06.壓縮天然氣汽車燃料系統檢驗規定，壓縮天然氣容器之工作壓力應大於 200 kgf/cm²。

三、小結

綜合以上分別對於沼氣發電與燃料利用之說明，廚餘與各類有機厭氧共消化所產生之沼氣能源利用之製程規劃，首先經由脫硫程序去除硫化氫，將沼氣導入鍋爐或發電機組，作為熱、電應用，或是藉由脫硫、二氧化碳分離等精鍊程序，回收高濃度甲烷，使其成分與天然氣相近，以作為天然氣或是車輛燃氣使用。

沼氣精鍊納入天然氣管線推廣方面，由於沼氣並非來自於地下之氣態碳氫化合物之混合物，在定義上產生爭議，目前法令與天然氣規範之問題尚待解決，再加上沼氣精鍊費用較高，不易推動，此方案可作為中期目標。除此，目前國內缺乏車輛沼氣燃料加氣站之設置，其環境建構較為複雜，沼氣車輛燃氣利用方案可作為長期推動目標。

有機厭氧消化沼氣發電設置營運成本之影響因素包括設置容量、脫硫設施及發電機組種類等，系統操作維護費用至少包含設操作運轉、維護保養等。各項設施之成本費用比較：(1)脫硫設置成本：水洗脫硫高於生物脫硫；(2)發電機組設置成本：微型渦輪高於沼氣引擎；(3)系統操作維護費用：水洗/生物脫硫+沼氣引擎高於水洗/生物脫硫+微型渦輪。

3.3.3-2 沼渣、沼液處理規劃

有機物厭氧消化後部分完全分解轉換為沼氣($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$)，未完全分解部分以及微生物代謝產物則殘留於固相(沼渣)與液相(沼液)內，統稱為發酵液(digestate)。若發酵槽為完全混合型式(CSTR)，則發酵液再經固液分離程序，可將沼渣與沼液再分離，沼渣可經濃縮、脫水程序為污泥餅，沼液脂濃度則甚高，若依廢水處理

程序處理至符合放流水標準，顯然不符經濟效益。

另一方面，沼渣沼液混合物(沼肥)含有豐富的氮、磷、鉀肥，同時還含有Mg、S、Si、Na、Fe、Zn、Cu等微量元素，它是一種富含多種水溶性養分的腐熟速效性肥料，能迅速被作物吸收利用，促進作物生長速率，抑制病蟲害發生，使產量明顯增加，提高品質。因此，將沼渣/沼液用作肥料使用，不僅可以節約生產成本，還可以增加產量，提高品質，且無化肥、農藥的毒害和污染，值得回收利用。

沼渣沼液之產生量，如3.3.2節之質量平衡圖所示，以日處理200噸固體含量15%之廚餘為例，發酵後之發酵液(沼渣與沼液混和)總固體濃度約4~5%。經濃縮、脫水(壓濾機)後，將沼渣、沼液分離，則固渣之固體含量可達約40%，總重約30噸；沼液之固體含量約1%，總重約170公噸，分別做再利用，

沼渣部分脫水後可測試腐熟程度，直接做肥料利用，或再進行堆肥化(如圖3.3.3-2-1)。但由於已經厭氧發酵分解，所需堆肥化之程序可較簡易。

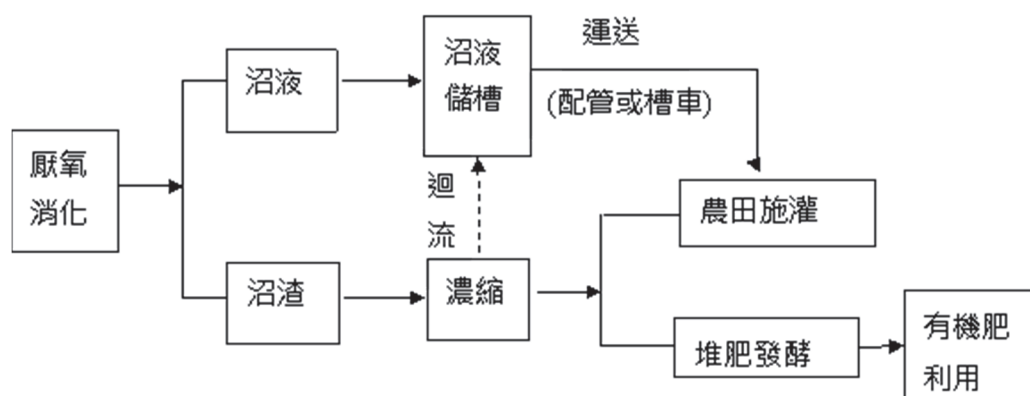


圖 3.3.3-2-1、廚餘厭氧消化後之沼渣沼液處理與利用流程

(一)、前期研究與國外資訊分析

本團隊在104年執行環保署委辦之「廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫」時曾利用15 m³模型廠進行實驗研究(與屏科大郭文健教授共同研究)，取其沼液澆灌水生植物，比較未補充沼液之植物生長情形如圖3.3.3-2-2顯示沼液之養分對農作物生長確具極佳效益。

階段一：污水廠放流水



階段二：補充厭氧消化液之液肥



圖 3.3.3-2-2、厭氧消化沼液對水生植物生長之差異比較

資料來源：環境與發展基金會，廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫期末報告，環保署委託計畫，104 年 8 月

國內外有許多案例利用沼渣/沼液作為農作物栽培肥料，相關的利用技術包括沼肥還田、沼渣堆肥等。再利用時必須考慮沼渣沼液之性質是否符合標準，以及農地可接受的承載能力以及運輸施灌方式等。本團隊累積多年之厭氧發酵工作經驗，除長期收集國外相關資料外，並曾多次參訪國外實例，本計畫執行時將持續進行相關工作，參考國外案例並比較國內之環境差異性，提出適用於國內之沼渣沼液再利用方式。

就沼渣沼液再利用的法規面而言，歐美大多數國家均以沼肥利用於農地（沼液還田、沼渣堆肥）為主要考量。為此，一些國家特別針對沼渣沼液的承載力進行深入研究，對於養殖場匹配的土地有明確的規定詳表3.3.3-2-1所示。此外，也必須要有足夠的時間和容積來貯存暫時沒有施用沼渣沼液。

由德國最早提出並通過建立「沼肥法」和具體的技術規定對沼肥的安全利用進行監控和管理，如在「迴圈經濟法」中規定了“農業施肥中物質閉合迴圈管理的要求”，並對沼渣沼液等在農業及林業用地上的利用設置了使用條件，如重金屬限定值(如表3.3.3-2-2)所示。此外，而歐盟為對堆肥品質加以控制，並避免其重金屬含量過高而污染農作物、土壤及水體，也規定了製造堆肥原料其重金屬含量限值，如表3.3.3-2-3所示。

表 3.3.3-2-1、國際有關土地對厭氣消化殘餘物營養物質 (沼渣沼液) 承載力

國家	最大營養負荷 (kg N/ha.a)	需要之儲存時間(月)	強制的施用 季節
奧地利	170	6	2/28-10/25
丹麥	2003 年前：210-230 (牛)、 140-170 (豬) 2003 年後：170 (牛)、140 (豬)	9	2/1-收穫
義大利	170-500	3-6	2/1-12/1
瑞典	基於畜禽數量	6-10	2/1-12/1
英國	250-500	4	
法國	150		
美國	第一年 450，其後 280	12	

資料來源：環境與發展基金會，廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫期末報告，環保署委託計畫，2015 年。

表 3.3.3-2-2、歐盟與德國污泥(沼渣沼液)農用的重金屬限定值

金屬	歐盟法規 (mg/kg)	德國新污泥農用條例 (mg/kg)
Pb	750-1,200	900
Cd	40-120	10
Cr	1,000-1,500	900
Cu	1,000-1,750	800
Ni	300-400	200
Hg	16-25	1
Zn	2,500-4,000	2,000-2,500

資料來源：環境與發展基金會，廚餘與污泥共發酵能源化操作參數之評析計畫期末報告，環保署委託計畫，2015 年。

表 3.3.3-2-3、歐盟規定堆肥製造原料之重金屬含量限值

重金屬	堆肥原料含量限值 (ppm)
Zn	150
Cu	50
Ni	25
Cd	0.5
Pb	50
Hg	0.5

重金屬	堆肥原料含量限值 (ppm)
Mn	1.0
Se	0.75
As	5.0
Fe	100
Cr	50

中國大陸方面，對於以農業有機廢棄物為原料經厭氧消化產生的沼渣沼液經加工製成的肥料更已制定國家標準(農業行業標準 NY/T 2596-2014，圖3.3.3-2-3)，並收錄於沼氣標準匯編中，要求沼肥的技術指標與限制指標如表3.3.3-2-4、表3.3.3-2-5所示。



圖 3.3.3-2-3、中國大陸沼肥應用之相關標準

表 3.3.3-2-4、中國大陸沼肥的技術指標

項目	指標	
	沼液肥,g/L	沼渣肥, %
水分	-	≤20
酸鹼度(pH)	5~8	5.5~8.5
總養分(N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)含量(以乾基計)	≥80	≥5.0
有機質(以乾基計)	-	≥30
水不溶物	≤50	-

表 3.3.3-2-5、中國大陸沼肥使用的限量指標

項目	指標	
	沼液肥	沼渣肥
糞大腸菌群數,個/g(mL)	≤100	≤100
蛔蟲卵死亡率,%	≥95	≥95
總砷(以 As 計),mg/kg	≤10	≤15
總鎘(以 Cd 計),mg/kg	≤10	≤3
總鉛(以 Pb 計),mg/kg	≤50	≤50
總鉻(以 Cr 計),mg/kg	≤50	≤150
總汞(以 Hg 計),mg/kg	≤5	≤2

(二)、沼渣沼液性質與農地利用分析

厭氧消化後之沼液回歸農田利用減少化學肥料使用對土壤造成之鹽害，為打造循環經濟之重要策略。環保署為解決畜牧業厭氧消化後之沼渣沼液處理問題，於105年修正「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」，增列畜牧業產生之糞尿經厭氧發酵後產生之沼液、沼渣，施灌於農地，作為農地肥分管理規定如下：

- 厭氧發酵天數畜牧業(一)經10天以上，畜牧業(二)經5天以上。
- 應於1小時內完全滲入土壤，農地表面不得積留沼液。
- 應有暫停施灌期間之應變緩衝容量，屬畜牧業(一)者10天以上，畜牧業(二)者5天以上。
- 符合規定之畜牧業者，應檢具沼渣沼液作為農地肥分使用計畫，向農業主管機關提出申請，並進行審查。

然而，該項規定僅限於畜牧糞尿，廚餘等有機廢棄物厭氧消化後之沼渣沼液尚未適用。相對於禽畜糞可能含有超量之銅、鋅等重金屬疑慮，廚餘厭氧消化後之沼液應可更安全。

參考歐盟對於沼液施灌於農地利用之規定為，土壤施用限值為每公頃農地每年可容納之N含量為150~200 kg。依據行政院農業委員會農糧署之「農作物施肥手冊」，不同農作物每年每公頃所需之氮肥含氮量，以及每公頃農地可容納之豬糞尿頭數如表3.3.3-2-6所示。平均而言，土壤施用限值為每公頃農地每年可容納之N含量為150~200 kg。

因此，一公噸廚餘TVS約15%，厭氧消化目前較佳之操作條件為控制進料之TVS 6%，排放之沼液量約為每天2公噸，含氮濃度約為1,000 mg/L，即 kg N/日，每年約700kg，約須3公頃農地。若處理量為100公噸，則需300公頃農地。

表 3.3.3-2-6、不同栽種作物每公頃每年可施灌豬糞尿或沼液沼渣估算量

作物種類	地區	每年年作物需 N 量 * (公斤/公頃)	作物平均需 N 量 (公斤/公頃)	每年每公頃可施灌量(噸)		每年每公頃可施灌相對頭數(頭)	
				未處理豬糞尿	厭氧處理後豬沼液沼渣	未處理豬糞尿	厭氧處理後豬沼液沼渣
水稻(一期+二期)							
一般梗稻(台農 67 號為例)	中南東部	200~260	230	261	397	29	43
一般梗稻(台農 67 號為例)	北部	190~230	210	239	362	26	40
秈稻(台中秈 10 號為例)	中南東部	230~270	250	284	431	31	47
雜糧作物							
早熟品種(台南 5、11 號)	秋作	120~160	140	159	241	17	26
中熟品種(台農 351 號)	秋作 + 春作	200~350	300	341	517	37	57
食用玉米	秋作 + 春作	200~240	220	250	379	27	42
綠肥及牧草							
青割玉米		150~200	175	199	302	22	33
盤固草		320~480	400	455	690	50	76
狼尾草		680~920	800	909	1379	100	151

*資料來源：行政院農業委員會農糧署，作物施肥手冊

註：

1. 每年每公頃可施灌量(噸)=作物年平均需 N 量(公斤/公頃)/(未處理豬糞尿含 N 量(mg/L)/1000)

2. 每年每公頃可施灌相對頭數(頭)=每年每公頃可施灌量(噸)/(平均每隻豬每日廢水量(噸/日))*365 日/年

3. 未處理豬糞尿含 N 量: 880 (mg/L); 厭氧處理沼液沼渣含 N 量: 580 (mg/L); 平均每隻豬每日廢水量: 0.025(噸/日)

沼液、沼渣都是厭氧消化產甲烷的副產物。無論從經濟考慮還是實際操作中，利用沼液和沼渣作為肥料都是沼氣產業綜合利用的重要部分。沼液中富含 N 與 P 等營養元素和微量元素，可以有效的減少 N 流失，增加作物產量，甚至增加作物抗病、抗逆能力。沼液還可用來浸種、作為豬飼料、養魚等。同時目前環保署開始推動將厭氧反應後的沼渣/沼液作為農作物栽培肥料，國外亦有許多相關的利用技術與案例，國內亦開始進行與農戶的媒合以利沼肥還田及堆肥再利用的推動。但此部份再利用時必須考慮沼渣沼液之性質是否符合標準，以及農地可接受的承載能力以及運輸施灌方式等，歐盟為對堆肥品質加以控制，並避免其重金屬含量過高而污染農作物、土壤及水體，也規定了製造堆肥原料其重金屬含量限值。

由表 3.3.3-2-7 農委會所訂定的有機液肥品目及規格中，可看出以廚餘或下水道污泥為處理原料，皆被列為禁止事項。

表 3.3.3-2-7、有機液肥品目及規格

	液態雜項有機質肥料(品目編號 5-14)	液態有機質肥料(品目編號 5-15)	家庭園藝用複合肥料(品目編號 6-03)
適用範圍	利用各種有機質材料，得添加水、化學肥料或礦物，經發酵作用，混合調配而製成者。	利用各種動物、植物之有機質材料，添加水，經發酵作用，混合調配而製成者。	含氮、磷及鉀三要素較低量之家庭園藝用複合肥料
性狀	液態。	液態。	固態或液態
主成分：	1. 全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量應在1.0%以上。 2. 全氮、全磷酐、全氧化鉀個別含量0.1%以上，得登記之。 3. 登記含硼者，水溶性硼應在0.02%以上。 4. 水溶性氧化鈣1.0%以上；水溶性氧化鎂	1. 全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量應在1.0%以上，10.0%以下。 2. 全氮、全磷酐、全氧化鉀個別含量0.1%以上，得登記之。 3. 有機質含量應在全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量以上，並應登記之。	僅列液態條件 1. 氮、磷酐及氧化鉀三者或二者合計量，液態0.3%以上，10.0%以下。 2. 登記含氮者，全氮、銨態氮或硝酸態氮，應在0.1%以上；登記全氮同時登記銨態氮或硝酸態氮者，其銨

	液態雜項有機質肥料(品目編號 5-14)	液態有機質肥料(品目編號 5-15)	家庭園藝用複合肥料(品目編號 6-03)
	<p>1.0%以上；水溶性錳0.50%以上，得登記之。</p> <p>5. 有機質含量應在全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量以上，並應登記之。</p>		<p>態氮或硝酸態氮應登記為內含成分。</p> <p>3. 登記含磷酐者，檸檬酸溶性磷酐、檸檬酸銨溶性磷酐或水溶性磷酐，應在0.1%以上。</p> <p>4. 登記含氧化鉀者，檸檬酸溶性氧化鉀或水溶性氧化鉀，應在0.1%以上。</p> <p>5. 登記含硼者，檸檬酸溶性硼或水溶性硼，應在0.02%以上。</p> <p>6. 液態肥料者，登記主成分以水溶性登記之。</p>
有害成分：	<p>砷不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鎘不得超過 0.6 mg/kg，</p> <p>鉻不得超過 30 mg/kg，</p> <p>銅不得超過 20 mg/kg，</p> <p>汞不得超過 0.2 mg/kg，</p> <p>鎳不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鉛不得超過 30 mg/kg，</p> <p>鋅不得超過 160 mg/kg。</p>	<p>砷不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鎘不得超過 0.6 mg/kg，</p> <p>鉻不得超過 30 mg/kg，</p> <p>銅不得超過 20 mg/kg，</p> <p>汞不得超過 0.2 mg/kg，</p> <p>鎳不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鉛不得超過 30 mg/kg，</p> <p>鋅不得超過 160 mg/kg。</p>	<p>液態肥料者，</p> <p>硫氰酸不得超過 0.05%，</p> <p>氨基磺酸不得超過 0.05%，</p> <p>二縮脲態氮不得超過 0.05%，</p> <p>亞硝酸不得超過 0.01%，</p> <p>砷不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鎘不得超過 0.6 mg/kg，</p>

	液態雜項有機質肥料(品目編號 5-14)	液態有機質肥料(品目編號 5-15)	家庭園藝用複合肥料(品目編號 6-03)
			<p>鉻不得超過 30 mg/kg，</p> <p>銅不得超過 20 mg/kg，</p> <p>汞不得超過 0.2 mg/kg，</p> <p>鎳不得超過 10.0 mg/kg，</p> <p>鉛不得超過 30 mg/kg，</p> <p>鈦不得超過 60 mg/kg，</p> <p>鋅不得超過 160 mg/kg。</p>
限制事項：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不得混入污泥或廚餘。 2. 不得混入非屬「肥料登記證申請及核發辦法」第5條第3項規定之事業廢棄物。 3. 原液之pH值4.0以上，9.0以下，並應標示pH值。 4. 鈉不得超過2.0%，且鈉不得超過全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量。 5. 登記含硼者，應於肥料包裝標示註明『超量施用有毒害，請依肥料使用方法及使用量施用』之警語。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不得混入化學肥料、礦物、防腐劑、污泥、廚餘等物料或經化學處理之殘渣。 2. 不得混入非屬「肥料登記證申請及核發辦法」第5條第3項規定之事業廢棄物。 3. 原液之pH值4.0以上，9.0以下，並應標示pH值。 4. 鈉不得超過2.0%，氮不得超過3.0%，且鈉和氮合計量不得超過全氮、全磷酐及全氧化鉀合計量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 液態肥料者，鈉不得超過登記成分合計量，且鈉不得超過2.0%。 2. 液態肥料者，原料不得混入污泥、廚餘、禽畜糞等物料。

但沼渣與沼液的性質卻因整體系統的進料基質差異與濃度的不同，而厭氧系統各單元的操作成效亦會有所影響而不同。茲針對堆肥(生)廚餘、養豬(熟)廚餘

或與農業廢棄物及畜牧糞尿厭氧共消化後的沼渣液再利用問題，進行資料蒐集與探討，並比較與現有單獨畜牧廢水厭氧處理後的沼渣液成份差異。

由於下水道污泥加入厭氧處理系統中，於先前的 BMP 試驗結果發現，對整體產氣反應的增加並無太多的提升的功能，僅能於批次實驗中提供 pH 緩衝的能力，此部份可於實廠的操作中由現場的設備監控搭配加藥系統達到控制的目的。另外，由於歐盟考量厭氧出流沼渣液回歸土地再的利用措施，於 2002 年起為確保沼肥的品質，出版一份建議適用於生物處理（包括厭氧醱酵設施）的生物廢棄物綜合清單，廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿都列為可投入厭氧醱酵設施的進料基質，但下水道污泥並未列於其中，而瑞典針對沼渣液的重金屬濃度、致病菌及氣味等，也有詳細的措施和規定，特別是以都市廢水處理廠污泥為原料所產生的沼渣，規定不可用作生產食品和飼料的肥料。目前臺灣下水道污水來源除管線收集外還包括截流站所導入的污水，污水成份與特性變異大，亦可能其它非生活污水的排入，不易控制是否有其它有害性物質的一併進入，於污泥中造成蓄積的狀況，若投入厭氧處理系統進行不同比例的共消化反應，皆有可能使後續沼渣沼液的利用受到影響，故驗證實驗評估只以廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿為共消化進料進行探討。

因目前除養豬廢水處理外，並無其它有機廢棄物厭氧處理實廠可進行沼渣液的取得，故僅能由模廠操作後所得結果進行取樣分析及探討，表 3.3.3-2-8 分別為五種不同有機廢棄物厭氧處理出流沼液成份分析結果表，第一項為養豬場厭氧處理槽放流水分析，該養豬場位於竹南，馴養種豬約 1,800 頭，採傳統三段式處理法進行廢水處理，於固液分離後出流水的 SS 為 4,320mg/L，經厭氧處理後出流沼液的 SS 降至 1030mg/L。第二項為屏科大的兩相式厭氧處理模廠中，其進料為養豬廚餘，進料的 TS 為 69,475mg/L，體積負荷約為 2.5kgTS/m³/day，厭氧反應系統操作後出流沼液中的 SS 達 13,300mg/L。第三至第五項則於新竹元培醫大的兩相式厭氧處理模廠，屬 CSTR 反應器操作模式，進料基質分別為 100%果菜廢棄物，養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿的三成份混合比為 67%:17%:17%，養豬廚餘與畜牧糞尿混合比為 50%:50%等三項，進流濃度控制固體物濃度約 5%，體積負荷為 1.67kgTVS/m³/day，處理的停留時間為 30 天。

由於養豬廢水厭氧處理固體物已經過前處理篩除固體物，故進出流水中的固體物濃度低，相較於後續的有機固體物厭氧處理進料濃度為 5%，導致雖然系統有明顯的固體物破壞與產氣量，但出流沼液中的 SS 皆超過 10,000mg/L 以上，於出流沼液的外觀上可看出明顯固體物含量的差異，因此，沼渣與沼液部份的使用應考量直接澆灌或沉澱固液分離後，固渣再行脫水進行有機肥製作，液態部份進行澆灌方式進行考量。

於肥料主要成份 N、P 與 K 的部份，可看出因進料濃度的不同，以養豬廚餘或各類有機物混合為進料者，沼液中的各成份皆高於養豬廢水處理場的出流沼液，可有效提供作物所需。至於以往養豬廚餘處理的沼渣液中的鈉含量可能偏高的考量，由分析結果顯示單獨以養豬廚餘處理者沼液中的鈉濃度為 2,025mg/L，主要是養豬廚餘中的鈉多為以水溶性存在，經過取樣破碎與進料濃度調整加入稀釋水後，沼渣沼液中的鈉含量也遠低於有機肥品目 2%的限制範圍，且各組的導電度也差異不大。於有害金屬成份的分析結果中，各類厭氧處理的沼渣液都符合液態雜項有機質肥料的標準，其中以養豬畜牧廢水的沼渣液中銅與鋅為各種不同有機廢棄物進料中的最高值，分別為 12.1 及 33.1mg/Kg，但仍較液態雜項有機質肥料規範的液肥法規值 20 與 160mg/Kg 為低。至於種子發芽率的部份，可看到不同有機廢棄物厭氧處理後的沼液種子發芽率皆不高，可見沼渣液直接施用作物可能造成影響，需進行 10 倍的稀釋後，種子發芽率才可達到 90%以上，或如中國大陸的標準需經過儲放 7 天穩定後，以降低還原性物質的濃度，以使整體澆灌施用的效果會顯現。

由以上的分析結果可知，養豬廚餘與果菜廢棄物為厭氧反應器的處理基質，其沼液中的肥份較畜牧糞尿為高，於有害的重金屬成份，亦可看到養豬廚餘、果菜廢棄物與養豬畜牧廢水共消化模式的銅與鋅濃度皆較單獨以養豬畜牧廢水處理的沼渣液為低，故養豬廚餘、果菜廢棄物與養豬畜牧廢水共消化不僅可降低養豬廚餘的油脂影響使產氣量增加外，養豬廚餘與果菜廢棄物厭氧出流的沼渣液再利用只要做好沼渣液的儲放管理或適度稀釋，與目前進行的養豬畜牧廢水再利用灌溉於農田方式相較，其肥效甚至高於現有的養豬畜牧廢水。

表 3.3.3-2-8、不同有機廢棄物厭氧處理出流沼液成份分析結果表

分析項目/採樣點	液 態 雜 項 有 機 肥 標 準 值	實驗一、 養豬場三 段式處理 厭氧出流 沼液	實驗二、 養豬廚餘 厭氧處理 模廠出流 沼液	實驗三、 果菜廢棄 物厭氧處 理模廠出 流沼液	實驗四、養豬廚 餘、果菜廢棄物 與畜牧糞尿混合 比 67%:17%:17% 厭氧處理模廠出 流沼液	實 驗 五、 50%:50%養 豬 廚 餘 與 豬 糞 尿 厭 氧 處 理 模 廠 出 流 沼 液
pH	4~9	7.2	7.3	7.1	6.9	7.1
EC(ms/cm)		8.2	12.1	10.1	10.8	9.2
TS (mg/L)		1030	13300	12850	10400	11300
TVS(mg/L)		685	10100	9520	7540	8920
TN (mg/L)		1520	3528	1750	2680	2720
TP(mg/L)		265	402	295	355	350
K(mg/Kg)		310	502	366	350	330
Na (mg/Kg)	2%	210	2050	425	1970	1240
Cu (mg/Kg)	20	12.1	0.219	0.165	2.52	5.62
Zn (mg/Kg)	160	33.1	2.35	2.00	8.20	12.8
Cr (mg/Kg)	30	0.13	0.03	0.03	0.08	0.08
Cd (mg/Kg)	0.6	0.017	0.003	0.002	0.009	0.011
Ni (mg/Kg)	10	0.25	0.027	0.021	0.085	0.112
Pb (mg/Kg)	30	0.09	0.011	0.010	0.025	0.038

分析項目/採樣點	液態雜項有機肥標準值	實驗一、養豬場三段式處理厭氧出流沼液	實驗二、養豬廚餘厭氧處理模廠出流沼液	實驗三、果菜廢棄物厭氧處理模廠出流沼液	實驗四、養豬廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿混合比 67%:17%:17% 厭氧處理模廠出流沼液	實驗五、50%:50%養豬廚餘與豬糞尿厭氧處理模廠出流沼液
As (mg/Kg)	10	0.08	0.0019	0.010	0.020	0.028
Hg (mg/Kg)	0.2	<0.005	0.0011	<0.005	<0.005	<0.005
油脂 (mg/L)		260	2025	320	1090	880
種子發芽率 (%) (原液)		42	16	34	40	40
種子發芽率 (%) (10 倍稀釋)		98	90	96	98	100

養豬廚餘與各類生質物厭氧消化後的沼渣沼液所含的豐富有機質具土壤利用之價值且可減少化學肥料的使用，然而目前相關法規對厭氧消化產生之沼渣沼液，仍未獲許可回歸農地再利用。由表 3.3.3-2-8 顯示，即使養豬廚餘厭氧消化後的沼液(實驗二)鈉離子濃度遠低於「液態雜項有機肥料標準」所限制之濃度上限(2%)，而若厭氧消化廠的處理對象係以生廚餘為主，將更無鈉鹽或油脂含量可能偏高之疑慮。

就重金屬含量而言，僅以養豬廚餘(實驗二)及養豬廚餘與果菜廢棄物混合(實驗三)經厭氧消化後之沼液，銅、鋅之濃度遠低於豬糞尿厭氧消化之沼液(實驗一)。而養豬廚餘與豬糞尿以 50%:50%混合之厭氧發酵沼液(實驗五)，銅、鋅之濃度分別為 5.62mg/L 及 12.8mg/L，雖較實驗二、三高，但仍低於實驗一(銅、鋅濃度分別為 12.1mg/L 及 33.1mg/L)，至於其他之重金屬亦皆遠低於安全限值。因此養豬廚餘、果菜廢棄物厭氧消化後之沼液再利用，其安全性應更高。

因此不論是僅以養豬廚餘為對象或再適當與其他有機物(如蔬果殘渣等農業廢棄物、豬糞尿)共消化作用，不僅提高其沼氣發電量，亦可增加沼肥之氮含量。每噸生廚餘厭氧消化後約產生 2 噸沼肥(以 1,000 mg-N/L 計算)，厭氧消化 10 萬噸/年之生廚餘，沼肥還田再利用約可節省 31 萬包台肥 5 號化學肥料之使用。由表 3.3.3-2-6 顯示，以澆灌狼尾草(需 N 量 800 Kg/ha/年)農地估算，僅需 250 公頃農地即可消納，僅占全國可耕農地之 0.033%。若以澆灌水稻(需 N 量 440 Kg/ha/年)農地估算，僅需 500 公頃農地即可消納，僅占全國可耕農地之 0.066%。不僅解決垃圾處理設備容量之不足，沼氣發電量增加亦能增加能源回收，沼肥還田再利用能減少化學肥料使用，並增加土壤有機質含量及避免土壤酸化等問題。故建議農政機關協助調整沼肥農地利用之相關法規，以增加廚餘厭氧消化處理之沼肥去化途徑，創造多贏的局面。

3.3.4 推動效益分析

推動廚餘與有機廢棄物共消化之環境效益包括減少廚餘產生之環境污染、減少廢棄物焚化處理量(並降低焚化廠廢氣中戴奧辛潛在風險)、降低碳排放。經濟效益則包括減少垃圾處理費、沼氣綠能收入、沼渣收益等。整體而言可促進有機資源有效利用之循環經濟，帶動產業發展。

一、環境效益之綜合比較

就降低環境污染的角度而言，廚餘進行厭氧消化處理，相較於其他處理方式(養豬飼料化、堆肥處理、焚化處理等)之環境效益比較如表 3.3.4-1。

表 3.3.4-1、廚餘各種處理方式之環境效益比較

	厭氧發酵	堆肥再利用	養豬再利用	焚化處理
空氣污染	密閉式系統，不產生臭味。 沼氣回收再利用	曝氣翻堆時臭氣嚴重。 好氧發酵，有機物分解時排放二氧化碳。	養豬廚餘收集及蒸煮過程可能產生臭味。 蒸煮燃燒木材或重油易產生	密閉式系統，臭味易控制。 養豬廚餘含鹽分高廢氣戴奧辛之風險高。

	厭氧發酵	堆肥再利用	養豬再利用	焚化處理
			空氣污染。	
水污染	沼液經處理可以回歸農田	發酵過程污水滲出，造成處理場地面環境污染	養豬場糞尿污染。	水污染輕微。
廢棄物污染	無法生物分解之雜物須另行處理 前處理分離之油脂需另處理	無法堆肥化之雜物需剔除另行處理	無法養豬之雜物需另行處理。 燃燒廢木材產生之炭渣需另行處理。	底渣及飛灰需再做處理
CO ₂ 排放	有機物轉換為沼氣，其中約60~70%之 CH ₄ 可回收利用。碳排放低。發電或燃燒利用降低碳排放。	堆肥化好氧分解，有機物皆轉換為 CO ₂ 。		有機物直接燃燒完全轉換為 CO ₂ 。
環境衛生	進料前處理區外，其餘皆為密閉系統廠區可保持良好之環境衛生。	廠區易孳生蚊蠅，環境衛生普遍不佳。	養豬場臭味及豬糞尿、養豬廚餘濺溢，環境衛生普遍不佳。	進料前處理區外，其餘皆為密閉系統廠區可保持良好之環境衛生。
污染減量	有機物生物分解轉換成沼氣(每公斤有機物分解約可產生	無法堆肥化之雜物需剔除另行處理。 堆肥過程水分	豬隻消化分解養豬廚餘轉換為豬肉及豬隻活動能量，無	污染減量高。

	厭氧發酵	堆肥再利用	養豬再利用	焚化處理
	0.6m ³ 以上沼氣)，減量效果顯著。 經厭氧發酵後之殘留物已穩定化，污染性降低可做土壤再利用。	去除，但有機物總量不變。 另需添加副資材總量增加。	法消化部分殘留於排泄物中。	
其他	操作技術性較高，工程化設施及專業人力操作，可維持良好之污染控制。	開放式空間，污染不易控制。	規模小，不易維持良好之環保設施操作	工程化設施及專業人力操作，可維持良好之污染控制。 養豬廚餘含水量高，降低焚化熱回收效率，浪費能源。

二、紓解垃圾處理之壓力

廚餘厭氧消化處理可以紓解垃圾處理之壓力。環保署雖然曾在 20 多年前全面推動設置垃圾焚化處理設施，但仍有 8 個縣轄內缺乏垃圾自主處理設施及垃圾處理量能不足問題，使得近年來國內陸續發生垃圾堆置問題。以雲林縣為例，曾因外運處理之環節出了問題，導致垃圾堆積如山，衍生髒亂、疾病感染等問題十分嚴重。

此外，國內既有之焚化廠設置年限超過 20 年，運轉效率下降，且焚化爐歲修期間須暫停垃圾進場，而部分焚化廠更由於同時處理事業廢棄物，因此影響一般廢棄物之處理量能。

考量垃圾中約三成為廚餘，若能將廚餘分離出來，需外運處理之垃圾總量將降低，因此將有以下優點：

- 垃圾暫存階段較不易發臭，環境衛生情況較佳。
- 焚化廠也可有更多的餘裕空間去處理其他的可燃垃圾。
- 提高焚化廠之能源回收效率。此乃由於廚餘含水率偏高，熱值偏低，低位發熱量僅約 798Kcal/kg(楊萬發、陳文卿等，「廚餘及堆肥成品中有害成份調查、肥力及土壤列管評估計畫暨廚餘資源化設施、產品品質標準建制及市場開發近、中程策略規劃」期末報告，臺北市政府環境保護局委託計畫，2002 年)，明顯低於一般焚化爐之最低設計值，不利於焚化能源回收。

廚餘回收對垃圾焚化廠焚化爐總釋熱量將有所影響。依據本計畫團隊曾執行環保署委辦計畫(2008 年廚餘及巨大廢棄物回收再利用評鑑及統籌推動計畫專案工作計畫)，針對國內某日處理量 900 噸之都市垃圾焚化爐，推估其垃圾焚化發熱量受廚餘回收率之變化影響如表 3.3.4-2。因此減少廚餘禁倒垃圾焚化廠，將得騰出較大之餘裕接受其他垃圾進廠，增加焚化爐的處理量及維持系統發電量。

表 3.3.4-2、廚餘回收率與焚化爐低位發熱量變化推估表

廚餘回收率 (%)	廚餘焚化量 (公噸/月)	垃圾焚化量 (公噸/月)	低位發熱量 (Kcal/kg)
0	3,213	20,282	2,602
10	2,892	19,961	2,620
20	2,570	19,639	2,640
30	2,249	19,318	2,661
40	1,928	18,997	2,683
50	1,607	18,676	2,707
60	1,285	18,354	2,733
70	964	18,033	2,760

廚餘回收率 (%)	廚餘焚化量 (公噸/月)	垃圾焚化量 (公噸/月)	低位發熱量 (Kcal/kg)
80	643	17,712	2,788
90	321	17,390	2,819
100	0	17,069	2,851

另依據中興工程顧問公司執行台北市環保局委託「辦理台北市廚餘再利用最佳技術評估」計畫(2017 年)之調查分析，以北投焚化廠操作規範為例，熱值若低於 1,600 kcal/kg 需噴燒柴油助燃，故可計算廚餘投入後，熱值將不足 $(1,600 - 798) = 802$ kcal/kg。查超級柴油熱值約 10,177 kcal/kg，比重約 0.8 kg/L，故每噸廚餘需噴燒柴油量 $= 802 \text{ kcal/kg} \times 1,000 \text{ kg/ton} \div (10,177 \text{ kcal/kg} \times 0.8 \text{ kg/L}) = 98.5 \text{ L/噸}$ 。依中油超級柴油牌價=20 元/L，故焚化每噸廚餘需增加柴油成本 $= 20 \text{ 元/L} \times 98.5 \text{ L/噸} = 1,970 \text{ 元/噸}$ ，顯示廚餘送進焚化廠混燒相當耗能且不經濟。

三、經濟效益

廚餘厭氧消化處理之主要經濟效益為減少垃圾焚化處理費，及增加綠能收入。而相較於現行堆肥再利用與養豬再利用各有不同之經濟效益。

(一)減少垃圾處理費：就垃圾處理費而言，國內各焚化廠之成本不同，表 3.3.4-3 為本計畫合作團隊環顧問公司收集全國各縣市焚化廠之建廠攤提費用及操作費用、灰渣處理費等，平均每噸垃圾處理成本為 1,708~2,671 元/噸。故以廚餘日處理量 200 噸而言，減少垃圾焚化處理成本約為 341,600~523,400 元 / 日。

但某些無焚化爐之縣市(如雲林縣、新竹縣、台東縣、花蓮縣等)，垃圾皆須委託外縣市處理，費用則更偏高。以台東縣委託高雄市處理而言，目前每噸垃圾處理費高達 2,307 元而轉運費為 720 元，平均每噸垃圾處理成本高達 3,027 元。花蓮縣委託宜蘭縣焚化處理每噸處理費 2,400 元，運費則需 880 元，每噸處理成本為 3,280 元。因此加強廚餘回收可節省這筆垃圾焚化處理費。

表 3.3.4-3、國內各焚化廠之垃圾處理費

攤提建設成本 A	操作維護處理費 B	灰渣(飛灰+底渣)處理費 C	合計 A + B + C
658~863 元/噸	865~1,488 元/噸	185~320 元/噸	1,708~2,671 元/噸

資料來源：環興工程顧問公司調查

(二)減少堆肥處理費：依目前國內之廚餘回收再利用情況而言，熟廚餘提供養豬再利用係採販售方式，每噸可獲約 200~800 元之收益，然而並未計入衍生之社會、環境成本。生廚餘部分目前採堆肥再利用，依本團隊早期之調查分析(2008~1011 年全國廚餘再利用評鑑計畫)，及本年度至 20 處堆肥場進行效能提升輔導時，依堆肥場人力與處理量分析，每噸廚餘堆肥再利用之成本約 1,000 元，因此日處理 200 噸廚餘將可節省 200,000 元之堆肥處理成本。

(三)增加沼氣綠能收入：若以日處理量 200 噸之廚餘生質能源化廠為目標，假設廚餘含水率 85%，有機固體濃度(TVS)以 12%計，沼氣轉換率為 0.6m³kg TVS，每日產生沼氣為 14,400 m³，可發電量為 28,800 度以上電力(每立方米沼氣 2.0 度電計)，亦即每年可發電約 950 萬度電(每年以 330 天計)，躉購費率以每度電以 5 元計，每年可獲得 4,750 萬元之綠能效益。

四、財務分析

(一)厭氧消化廠之設置成本

依據本團隊 2009 年執行環保署委辦之「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」所蒐集彙整之營運中厭氧消化廠設置成本資訊如表 3.3.4-4。平均而言，單位設置成本約為 250~500 萬元/公噸-日，平均值約為 370 萬元/噸-日。故若設置目標為 200 噸/日，則總設置成本約為 5~10 億元。表 3.3.4-5 為興建成本之分項說明。相關支出則以厭氧消化系統為主(如槽體、泵浦、管線等約占 49 至 55%間)，其

次在於發電設備(占 19 至 21%)及建築部分(占 13 至 19%)。

表 3.3.4-4、營運中之厭氧消化廠興建設置成本彙整

廠名	國別	處理對象	年處理量 (噸/年)	日處理量 (噸/天)	設置成本 (佰萬元)	單位設置 成本(佰萬元/噸-日)
Engelskirchen	德國	有機都市廢棄物、園藝廢棄物	35,000	106	261	2.46
Lemgo	德國	有機都市廢棄物(85%)、園藝廢棄物(15%)	40,000	121	703	5.81
Kogel	德國	家庭廚餘、餐廳廚餘、事業廚餘	40,000	121	215	1.78
Kaarssen	德國	家畜糞便(77%)、青貯飼料(23%)	130,000	394	495	1.26
Krieg & Fischer	德國	家畜糞便(60%)、食品廢棄物(40%)	110,000	333	297	0.89
Geneva	瑞士	有機都市廢棄物	13,200	40	165	4.13
Baar	瑞士	有機都市廢棄物(33%)、園藝廢棄物(66%)	18,000	55	581	10.56
Snertinge	丹麥	動物糞便/其他生質物	—	108	376	3.48
Blahoj	丹麥	動物糞便/其他生質物	—	87	266	3.06
Nysted	丹麥	動物糞便/其他生質物	—	211	345	1.64
APlant	英國	有機都市廢棄物	5,000	15	158	10.53
BPlant	英國	有機都市廢棄物	100,000	303	671	2.21
Tiburg	荷蘭	有機都市廢棄物、園藝廢棄物	52,000	158	515	3.26
Sydney	澳洲	都市廢棄物	175,000	530	1815	3.42
Varennnes	法國	都市廢棄物	110,000	333	1284	3.86
Ypres	比利時	有機都市廢棄物	55,000	167	891	5.37
Tel Aviv	以色列	都市廢棄物	70,000	212	660	3.11
Lucknow	印度	都市廢棄物	200,000	606	561	0.93

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

廠名	國別	處理對象	年處理量 (噸/年)	日處理量 (噸/天)	設置成本 (佰萬元)	單位設置 成本(佰萬元/噸-日)
Takikawa	日本	家庭廚餘、事業食品廢棄物	8,352	25	57	2.28

資料來源：環境與發展基金會，「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」期末報告，行政院環保署，2009 年。參考日本環境省(2008)、Juniper Consultancy Services Ltd.(2007)、RIS International Ltd.(2005)；日處理量=年處理量除以 330，外幣皆已換算為台幣。

表 3.3.4-5、國外厭氧消化廠興建成本分項說明

資料年	2007	2007	2007	2005	2005	2008
國別	德國	法國	西班牙	美國	美國	美國
處理對象	豬糞 (6% TS, 75% VS) 廚餘 (20% TS, 90% VS)	以牛糞尿 (22%)、豬糞尿 (64%) 為主，另混入部分血液、油脂等有機廢棄物(14%)	以牛糞尿(18%)、豬糞尿 (77%) 為主，另混入其他動物糞尿(3%)、有機性事業廢棄物(2%)	園藝廢棄物	園藝廢棄物	1.牛糞漿(假設 3%TS, 80% VS) 2.廢油脂(假設 15%TS,90%VS) 3.廚餘(假設 30%TS,80%VS)
規模(噸/年)	12,500	43,778	167,740	90,700	181,400	37,800
(噸/日)	38	133	500	274	550	115
興建成本資料						
土木部分	2.7	-	-	-	-	15.84
開挖	-	4.68	5.13	併廠址	併廠址	-
圍籬	-	5.670	6.255	併廠址	併廠址	-
車道	-	20475	3.330	併廠址	併廠址	-
建築物	1.125	14.445	15.165	165.495	252.120	1.650
接收槽	既有設備	2.7	5.085	-	-	
混合槽		5.895	10.575	-	-	1.749
加熱(殺菌)槽	2.7	-	-	-	-	1.485
消化槽	10.125	18.855	34.515	122.1	240.9	19.14
沼氣貯槽	2.700	7.245	14.67	併消化槽	併消化槽	9.57
氣體處理系統	0.45	7.470	7.785	17.325	28.875	1.122
殘渣貯存	-	8.01	11.025	-	-	-
發電機	7.65	-	-	137.94	269.28	-
鍋爐	-	2.565	2.925	併發電機	併發電機	2.97
CHP 設施	-	25.425	56.52	-	-	-
除臭系統	-	5.13	5.175	-	-	-
管線	-	37.035	30.915	39.6	64.350	-
其餘設備	2.25	18.495	20.565	275.55	511.5	4.686
儀電設備	3.15	10.395	10.215	-	-	3.795
供輸電系統	既有系統					
施工費	3.150	31.635	43.155	-	-	3.795
證照費	併前項	-	-	-	-	1.155
其它	-	2.385	7.65	-	-	-
TOTAL	36	210.51	290.655	758.01	1,367.025	66.957

單位：新台幣 佰萬元。

資料來源：環境與發展基金會，「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」期末報告，行政院環保署，2009 年。

106 年 4 月呈報行政院之「多元化垃圾處理計畫」，所引述之國外厭氧消化廠用地需求及經費相關資料(如表 3.3.4-6)，亦為截取表 3.3.4-4 之部分資料者。依該計畫之推估，設計每日 200 公噸廚餘處理量之設置成本約為 4 億元~10.7 億元；(單位設置成本約為 200~537 萬元/公噸-日)。

表 3.3.4-6、各國有機廢棄物處理廠設置成本

廠名	處理對象	日處理量(公噸/日)	設置成本(佰萬元)	單位設置成本(佰萬元/噸-日)
德國 Engelskirchen	有機都市廢棄物、園藝廢棄物	106	261	2.46
德國 Lemgo	有機都市廢棄物、園藝廢棄物	121	703	5.81
英國 BPlant	有機都市廢棄物	303	671	2.21
荷蘭 Tiburg	有機都市廢棄物、園藝廢棄物	158	515	3.26
澳洲 Sydney	都市廢棄物	530	1815	3.42
法國 Varennes	都市廢棄物	333	1284	3.86
比利時 Ypres	有機都市廢棄物	167	891	5.37

資料來源：行政院環保署，「多元化垃圾處理計畫」，2017 年 4 月

另據中興工程顧問公司 2016 年執行台北市環保局委託之「台北市廚餘再利用最佳化技術規劃計畫」，以問卷方式調查建造處理規模 200 噸/日之廚餘厭氧消化廠建造與操作成本，根據國外初步報價結果，總建造成本介於 4.55~12.5 億元(換算每公噸建造成本為 228~625 萬元)，每公噸操作成本介於 240~1,572 元，報價差異性頗大。表 3.3.4-7、表 3.3.4-8 為國外廠商報價日處理規模 200 噸之廚餘厭氧消化廠建造成本及操作成本。

表 3.3.4-7、國外廠商報價日處理 200 噸之廚餘厭氧消化廠建廠成本

項目	Passavant(美元)	Anaergia(美元)	HZ(日圓)
1.接收系統和貯存	341,462	60,000	142,800,000
2.前處理	2,764,227	1,450,000	466,900,000
3.消化槽	2,650,000	2,600,000	163,400,000
4.貯氣槽、壓縮機和淨化	1,300,000	900,000	108,200,000
5.發電機、脫硫系統、排氣回收	2,900,000	250,000	668,300,000
6.沼渣脫水和固體物貯存	1,284,552	6,000,000	220,700,000
7.沼液處理系統	4,227,642	500,000	149,300,000
8.中央控制和監控元件	1,219,512	400,000	573,200,000
9.其他設施、管線	422,764	1,500,000	732,200,000
10.土建設施和行政支援	5,723,577	1,500,000	1,775,000,000
合計	22,833,736	15,160,000	5,000,000,000
折合新台幣(億元)	6.85	4.55	12.5

資料來源：中興工程顧問公司，「台北市廚餘再利用最佳化技術規劃計畫」期末報告，台北市環保局，2016年12月

表 3.3.4-8、國外廠商報價之日處理 200 噸之廚餘厭氧消化廠操作成本

項目	Passavant(美元/公噸)	Anaergia(美元/公噸)	HZ(日圓/公噸)
1.前處理	1.85	0.6	688
2.沼液處理	2.5	1	440
3.主要相關製程	3.65(含污泥處置)	0.8	1,142(含污泥處置)
4.污泥處置	-	50	-
折合新台幣(元)	240	1.572	568

資料來源：中興工程顧問公司，「台北市廚餘再利用最佳化技術規劃計畫」期末報告，台北市環保局，2016年12月

表 3.3.4-9 為中興工程顧問公司綜合國外都市有機廢棄物厭氧消化廠之資料收集，建造與操作維護成本推估。假設日處理量 200 噸，操作 330 天，且保守起見以 20%為建造與操作成本範圍值，估算厭氧發酵廠的總建造成本介於 4.26~6.4 億元(即單位建造費用介於 213~320 萬元/日-噸)；單位操作維護費用則介於 571~857 元/日-噸。惟初設成本的確估仍應視厭氧消化槽型式、料源前處理及沼氣能源利用方式而有所變動。

表 3.3.4-9、都市有機廢棄物厭氧消化廠建造成本與操作成本推估

處理量 (公噸/年)	處理量 (公噸/日)	建造成本(億元) (±20%)	操作成本(元) (±20%)
10,000	30	1.49~2.32	1,830~2,744
15,000	45	1.86~2.80	1,425~2,137
16,500	50	1.97~2.95	1,343~2,015
20,000	61	2.19~3.29	1,193~1,789
40,000	121	3.23~4.85	778~1,166
66,000	200	4.26~6.40	571~857

資料來源：中興工程顧問公司，「台北市廚餘再利用最佳化技術規劃計畫」期末報告，台北市環保局，2016年12月

本計畫團隊 2009 年執行環保署委辦之「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」，國內設置日處理量 200 噸之廚餘及綜合有機廢棄物厭氧消化廠之逐項成本分，包含建廠成本、操作維護成本及槽車運輸成本。建廠成本可再區分為直接成本(整地填土工程、土建工程、機電設備工程等)及間接成本(工程監造費、試運轉費用等)。以此規模進行估算，機械設備工程成本合計約為 2.3 億元(詳表 3.3.4-10)。

表 3.3.4-10、日處理 200 噸厭氧消化廠之機械設備工程各項單元費用估算

項 目	比 例	金額(元)	規 格
1.進料/前處理/貯存/混合	10.0%	23,220,000	投入口採負壓設備
2.消化槽	20.0%	46,440,000	約 1,100 M ³ × 4 槽
3.沼氣處理/貯存	7.0%	16,254,000	如脫硫等雜質去除系統
4.消化殘渣堆肥設備	5.0%	11,610,000	如乾燥脫水、堆肥等系統
5.發電機(能源回收)	10.0%	23,220,000	發電機裝置容量約 300 KW
6.污水處理設備	5.0%	11,610,000	為配合下游液肥農田澆灌，去除污泥濃縮及脫水機產生污水之雜質
7.管線/閥件等	7.0%	16,254,000	
8.儀電設備	18.0%	41,796,000	
9.其餘設備	10.0%	23,220,000	如除臭、機械輸送等系統
10.安裝施工費用	8.0%	18,576,000	
合 計	100%	232,200,000	

資料來源：環境與發展基金會，「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」期末報告，行政院環保署，2009 年。

表 3.3.4-11、日處理 200 噸厭氧消化廠之建廠成本費用估算

項 目	金額(佰萬元)
(一)直接成本	
1.整地填土工程	
(1)構造物開挖(含抽水)	1.2
(2)構造物回填	0.5
(3)棄土清運	0.8

項 目	金額(佰萬元)
小 計	2.5
2.廠房等土建工程(含管理樓、警衛室、磅秤室、主廠房等)	73.6
3.機電設備工程(含前處理設備、厭氧消化系統及發電機組、除臭設備、污水處理設備、殘渣堆肥系統等)	232.2
4.進廠道路工程	
(1)植栽覆蓋土鋪設	0.4
(2)密級配瀝青混凝土	1.0
(3)路床整修	0.5
(4)鋪設透層、黏層	0.9
小 計	2.8
5.廠區雨水排水工程	
(1)廠區排水工程	1.1
(2)衛生給排水工程	0.9
(3)灌溉系統(澆花皮管龍頭，澆花龍頭等)	0.3
小 計	2.3
6.景觀綠美化工程	
(1)雜草木清除運棄	0.2
(2)種植灌木	0.8
(3)牆面油漆	1.0
(4)鋪踏石	0.4
小 計	2.4
7.接管操作人員訓練成本	3.0
合 計	318.8
(二)間接成本	
1.環境影響評估費用	6.0
2.輔導業者污染減量配合費用	5.0
3.進廠規劃及效益評估費用	10.0
4.工程規設監費用(直接成本的 5%)	16.0
5.試運轉費用、檢驗(測)、申請證照等費用(直接成本之的 3%)	9.6
小 計	46.6
合 計	365.4

資料來源：環境與發展基金會，「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」期末報告，行政院環保署，2009 年。

(二)厭氧消化廠之操作營運成本

厭氧消化廠之直接操作費用參考中興顧問工程公司 2016 年協助台北市環保局所規劃之 200 噸廚餘厭氧消化廠之報告，包括人事費、設備維修費、發電機維護費、動力費(水、電)、化學藥劑費、實驗室檢驗分析費、警衛保全費，以

及睦鄰公關費，依序說明如下：

1.人事費：以廠長 1 人(日班)，月薪 55,000 元；操作員 20 人(四班三輪制，每班 5 人)，機電維修員 4 人(日班)，月薪皆 37,000 元，共 25 人計算，勞健保相關費用乘數 1.2，每年約 1,600 萬元。

2.設備維修費：整廠區前處理、厭氧消化、沼氣淨化與儲存、沼液沼渣處理之主要設備與附屬設備之保養維修(此處估算不含發電機組)，約占初設費用之 3%，每年約 1,500 萬元。

3.發電機維護費：發電機之運行通常與供應商簽定期維護合約，故其維護費獨立於本廠其他的厭氧消化相關設備。合約之發電機維護項目通常包括小型保養、大型保養，以及零件更換等三大項，費用總和約占發電機組初設費用之 2.5%，每年約 330 萬元。

4.水電費：參考廠商回覆之問卷內容，估計每日廠區用電量約發電量之 20%，故本廠正常運轉時並不需向台電公司購電；自來水之用途主要為調配化學藥劑使用，包括廚餘製漿用水約 4,290 m³/yr(每 7 天使用一次自來水，其餘時間使用迴流之沼液)、沼渣脫水單元之污泥調理劑(陽離子 PAM)用水約 39,350m³/yr、沼液處理程序之混凝劑(PAC)與膠凝劑(陰離子 PAM)用水約 1,980m³/yr、設備、場地清洗用水約 3,300 m³/yr，員工每人每年用水約 660 m³/yr 等，每年廠內用水約 49,580 m³/yr，每度水費以 15 元計，每年水費約 75 萬元。

5.化學藥劑費：包括沼渣脫水單元之污泥調理劑(陽離子 PAM)、沼液處理程序之混凝劑(PAC)與膠凝劑(陰離子 PAM)，每年約 455 萬元。

6.實驗室檢驗費：包括實驗室耗材如手套、杯皿器具、藥品、pH/ORP 電極，以及定期委外檢驗費等，每年約 50 萬元。

7.警衛保全費：以警衛 3 人，月薪 30,000 元，每年約 130 萬元。

8.睦鄰公關費：包括鄉里回饋金以及鄰近學校獎助學金，每年約 60 萬元。

以上總計營運操作費用每年約 4,200 萬，處理廚餘之單位營運成本約 637

元/噸。

(三)興建模式評估

本計畫生質能處理廠之興建營運應屬公共工程，可歸類為三種模式：公有公營、公有民營、民有民營。而我國民營開發方面主要依據「促進民間參與公共建設法」第八條，民間機構參與公共建設之方式如下：

(1).民間機構投資新建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。(BOT；Build-Operate-Transfer)

(2).民間機構投資新建完成後，政府無償取得所有權，並由該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。(無償 BTO；Build-Transfer-Operate)

(3).民間機構投資新建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並由該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。(有償 BTO；Build-Transfer-Operate)

(4).民間機構投資增建、改建及修建政府現有建設並為營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。(ROT；Rehabilitate-Operate-Transfer)

(5).民間機構營運政府投資興建完成之建設，營運期間屆滿後，營運權歸還政府。(OT；Operate-Transfer)

(6).配合國家政策，由民間機構自行備具私有土地投資新建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營運。(BOO；Build-Own-Operate)

民間參與本案生質能處理廠興建營運之各種可行性及公有公營比較如表 3.3.4-12 所示，目前台灣無既設之厭氧醱酵生質能廠，所以 ROT 模式不適合；OT 方式亦不適用本計畫之規劃方向；另無償 BTO 模式由於民間需負擔龐大資金壓力，適用於公共建設本身極具經濟誘因者，可行性不高；另 BOO 模式，因民間於各縣市土地取得不易，土地成本過高，故該模式亦不合適。其餘 BOT 及有償 BTO 則可引進民間資金及操作彈性，為可行選項。

表 3.3.4-12、民間參與厭氧消化廠興建營運之各種可行性比較

可能民間參與模式	優點	缺點
公有公營	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府機關提供資金，技術顧問機構則設計、監造，可詳盡規定技術規範並予嚴格監督，工程進度及品質較能確保。 2. 統包商按規定進度建廠，政府按進度支付工程款，降低統包商所負之風險與財務負擔，可增強具有實績及專業技術之廠商直接參與投標之意願，並較可確保建廠進度及建廠完成後營運品質。 3. 建廠及營運期間如發生非技術性障礙(如民眾抗議等)，必要時政府機關得直接動用公權力予以排除，貫徹政策之推動。 4. 政府出資興建營運，可掌握廢棄物處理權調配管理。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 營運時政府機關之組織編制受法令限制，人員進用、財務管理均較僵化，影響營運穩定性及應變能力。 2. 政府機關於建廠期間即需投入大量資本，對於政府財政將造成相當負擔。 3. 營運時由於政府經營事業的誘因有限，無法有效提高經營績效。
BOT	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府仍保有土地所有權，政府營運期屆滿後可獲得公共建設產權。 2. 政府可減少財政負擔並有效引進民營企業經營績效及資金。 3. 政府委託單一民間機構辦理興建及營運，可避免同一興建計畫由不同承包商負責興建及營運所產生介面整合難題。 4. 民間機構可以低價取得建設所需用地。 5. 民間機構可依擬定的營運計畫獲取投資利益，經由合理契約安排，可將建設風險分攤，由最有能力承受之相關主體承擔，以分散風險。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主要的巨額投資成本集中在興建期間，投資回收期遠較一般生產事業的回收期長。 2. 特許期間屆滿後，土地及資產必須返還及移轉予政府；若特許年期不足，恐難以吸引民間機構參與。 3. 民間機構整合相關投資股東並辦理工程規劃、設計、發包及融資申請等工作；營運期間並需負責營運及維修工作，最後移交給政府，相關契約多且複雜。 4. 前置作業時間長，影響開工時程。
無償 BTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由民間規劃、設計及營運一貫作業，可減少工作介面加速工作進度並提早完工營運，減少社會成 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 民間機構需負擔龐大資金壓力，而且需自行負擔興建過程及營運期間的可能風險。

可能民間參與模式	優點	缺點
	<p>本。</p> <p>2. 可減少政府財政壓力，引進民間經營效率。</p>	<p>2. 興建完成後產權即移轉政府，無法設定負擔，營運其所需融資取得不易。</p>
有償 BTO	<p>1. 民間機構於興建完成後即可回收興建成本，減輕民間資金壓力。</p> <p>2. 由民間規劃、設計及營運一貫作業，可減少工作介面加速工作進度並提早完工營運，減少社會成本。</p> <p>3. 興建期間可減少政府短期財政壓力，引進民間經營效率。</p> <p>4. 民間投資風險相較於 BOT 要低，投資資金回收早。</p>	<p>1. 民間機構興建期間內需負擔龐大資金壓力，而且需自行負擔興建過程及營運期間的可能風險。</p> <p>2. 政府仍需於興建完工後支應所有工程費用，對紓解政府財政困境效果有限。</p> <p>3. 興建完成後產權即移轉政府，無法設定負擔，營運其所需融資取得不易。</p>
ROT	<p>1. 引進民間經營效率，增加營運績效。</p> <p>2. 政府將既有設施租賃給民間機構並營運，可獲得租金收入。</p> <p>3. 民間機構租賃政府既有設施，予以擴建整建後進行營運，可促進政府既有設施更新及再利用。</p>	<p>1. 民間業者受限於既有設施上進行擴建及整建，整體效率難以發揮。</p> <p>2. 政府須有既存設施，對減輕其財政壓力效果有限。</p>
OT	<p>1. 引進民間經營效率，增加營運績效。</p> <p>2. 民間業者不負責興建，減輕資金需求壓力。</p>	<p>1. 政府仍須支付全部興建成本，政府財務窘困壓力依舊。</p> <p>2. 由不同單位負責施工與營運，易產生介面問題。</p>
BOO	<p>1. 民間機構因擁有土地及資產所有權，可永續經營相關業務，除促進了民間投資，並達成政府施政需求。</p> <p>2. 可減少興建營運的介面風險。</p>	<p>1. 易造成公共建設由民間壟斷，政府無法取得公共建設所有權。</p> <p>2. 如土地屬公有，則涉及國有財產之處分及轉移，執行困難。</p>

本計畫暫以公有公營、有償 BTO 及 BOT 三種興建模式進行規劃，相關建設費用及效益評估僅供參考，未來興建時建議再進行詳細規劃。

(三)財務分析

參考國外對於厭氧消化廠之建廠成本與操作費用估算，及綜合近年來各單位所規劃之情形，包括本團隊 2009 年規劃(環保署委託)、中興工程顧問公司

2016 年規劃(台北市環保局)、潔明公司 2017 年規劃(桃園市生質能中心計畫)等，估算設置日處理 200 噸之厭氧消化廠建造成本為 5 億元，亦即每噸之造價約 250 萬元(不含前處理及沼液處理設施)。以下將以此為基準分別依公有公營、有償 BTO 及 BOT 三種模式進行財務分析。建造成本涉及厭氧消化系統之選擇、土地成本等，而操作成本受處理對象性質(濃度等)、運輸成本及後端處理費用等，變數極大，本計畫所提出之估算僅供參考，實際之建造及操作成本應待完成規劃及基本設計後才得以較精確估算。

財務分析將以營運之觀點評估投資盈餘或虧損，從不同參與者角度(如民間投資者觀點、政府觀點)分析財務之報酬率。若經濟效益評估及財務計畫分析皆顯示為可行之計畫(完全自償計畫)，應由民間進行投資；若經濟效益評估可行，財務計畫分析為不可行之計畫，可由政府負責興辦(不具自償性計畫)或由政府與民間合辦(非完全自償計畫)。

本計畫生質能處理廠日處理量 200 公噸之厭氧沼氣發電進行推估(200 噸全為家戶廚餘)，分析之基本參數設定為評估基礎年 106 年、評估年期 15 年等，不含土地成本，建廠營運之費用之初步分析如表 3.3.4-13。

(1).公有公營：依表 3.3.4-13 所示，公有公營之成本包含處理每噸廚餘需攤提之建設費為 868~1,302 元及處理每噸廚餘需攤提之操作維護費用 577 元，合計為 1,445~1,879 元/噸，扣除處理每噸廚餘之能源化收益 721 元(售電收益為生質能躉購費率 5.0087 元/度)，試算出處理每噸廚餘之實質成本為 724~1,158 元。

(2).有償 BTO：依表 3.3.4-13 所示，有償 BTO 之成本包括處理每噸廚餘需攤提之建設費為 868~1,302 元及處理每噸廚餘需攤提之操作維護費用 635 元，合計為 1,503~1,937 元/噸，扣除處理每噸廚餘之能源化收益 721 元(售電收益為生質能躉購費率 5.0087 元/度)，試算出處理每噸廚餘之實質成本為 782~1,216 元。

(3).BOT：依表 3.3.4-13 所示，BOT 因建設費自有資金須給予較高之獲利

率，故設備折舊費之現折率及設備折舊費較高。BOT 之成本包含處理每噸廚餘需攤提之建設費 949~1,424 元及處理每噸廚餘需攤提之操作維護費 635 元，合計為 1,584~2,058 元/噸，扣除處理每噸廚餘之能源化收益 1,921 元(售電收益為生質能躉購費率 5.0087 元/度)，試算出處理每噸廚餘之實質成本為-338~137 元。

本計畫進行之分析以現階段條件進行預估，未來仍有相關不確定性，將影響本財務分析結果，相關參數設定如下：

(1).長期專案融資：經查國發會 103 年 6 月公告政府中長期資金融資利率自 103 年 6 月 6 日起以中華郵政股份有限公司公告之「中華郵政一年期定期儲金機動利率」〈1.06%〉機動調整，承辦行庫加碼不超過 2 個百分點為原則。故中長期融資利率約 3.06%。

(2).淨現值折現率：在估算民間投資財務效益時，係利用加權平均資金成本 (Weighted Average Cost of Capital, WACC)來評估公共建設之折現率，計算方式如下：

$$WACC = W_e R_e + W_d R_d (1-t)$$

W_e ：權益資金佔長期資金來源的比重， $1-W_d$ ，BOT 方式融資比例以 30% 估計。

R_e ：權益的資金成本，BOT 方式以 10%計，其餘以 3.5%計。

W_d ：負債資金佔長期資金來源的比重，BOT 方式融資比例以 70%估計。

$R_d(1-t)$ ：稅後負債的資金成本率，中長期融資利率以 3.06%及所得稅率 17%估計。

(3).土地資金：由於土地不確定性高，故土地租金暫不納入估算。

(4).運輸成本：由於廠址尚不確定，生質廢棄物之對象來源亦不確定，故運輸成本暫不納入估算。

表 3.3.4-13、厭氧消化廠建廠營運之費用支出分析

項次	內容	公有公營	有償 BTO	BOT
一	成本			
(一)	建設費			
1	前處理規模(噸/日)	200	200	200
	每噸造價(仟元)	250	250	250
	小計(仟元)	50,000	50,000	50,000
2	厭氧消化設備規模(噸/日)	200	200	200
	每噸造價(仟元)	2,500~4,000	2,500~4,000	2,500~4,000
	小計(仟元)	500,000 ~800,000	500,000 ~800,000	500,000 ~800,000
3	沼液處理廠規模(CMD)	200	200	200
	每 CMD 造價(仟元)	250	250	250
	小計(仟元)	50,000	50,000	50,000
	合計(仟元)	600,000 ~900,000	600,000 ~900,000	600,000 ~900,000
4	設備折舊費			
(二)	建設費自有資金比率(%)	100%	100%	30%
	建設費融資比率(%)	0%	0%	70%
	自有資金獲利率(%)	3.5%	3.5%	10%
	融資年利率(%)	-	-	3.06%
	折現率(%)	3.5%	3.5%	4.78%
	設備使用年限(n, 年)	15	15	15
	設備投資還原因子	0.087	0.087	0.095
	小計(仟元/年)	52,095 ~78,143	52,095 ~78,143	56,941 ~85,411
	處理每噸廚餘需攤提之建設費(元/噸)	868~1,302	868~1,302	949~1,424
(三)	每年操作維護費用			
1	每噸前處理維護費用(元/噸)	45	45	45
	每年設備操作天數(日)	300	300	300
	每年處理噸數(噸/年)	60,000	60,000	60,000
	小計(仟元/年)	2,700	2,700	2,700
2	每噸厭氧消化維護費用(元/噸)	487	487	487
	每年設備操作天數(日)	300	300	300
	每年處理噸數(噸/年)	60,000	60,000	60,000
	小計(仟元/年)	29,220	29,220	29,220
3	每噸沼液處理維護費用(元/噸)	45	45	45

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

項次	內容	公有公營	有償 BTO	BOT
	每年設備操作天數(日)	300	300	300
	每年處理噸數(噸/年)	60,000	60,000	60,000
	小計(仟元/年)	2,700	2,700	2,700
4	利稅與管理費(仟元/年)	-	3,462	3,462
5	合計(仟元/年)	34,620	38,082	38,082
6	處理每噸廚餘操作維護用費(元/噸)	577	635	635
(四)	處理每噸廚餘成本	1,287	1,345	1,411
二	收益			
(一)	能源化收益(以發電模式計)			
	每噸收益(元/噸)	721	721	721
(二)	資源化收益			
	每噸收益(元/噸)	-	-	-
(三)	每噸收受處理費(BOT 適用)			
	處理每噸廚餘之收受處理費(元/噸)	-	-	1,200
(四)	處理每噸廚餘之收益合計(元/噸)	721	721	1,921
三	處理每噸廚餘之實質成本	724~1,158	782~1,216	-338~137
四	節省之委外堆肥費(元/噸)	1,500	1,500	1,500

3.3.5 全國生質能源化廠設置之統籌規劃

依據全國各地區之廚餘與有機廢棄物之產生量與分布調查分析(3.1 節)，彙整如表 3.3.5-1，其中可收集廚餘量以垃圾清運量中未回收廚餘比例推估，可收集果菜廢棄物以環保署列管污染源資料查詢系統:R-0114 果菜殘渣、R-0117 植物性中藥渣、R-0120 植物性廢渣及 D-0102 植物性廢渣等四類廢棄物申報產量進行統計而來；國內未來可推動區域整合性之生質能源廠規劃如表 3.3.5-1，其中台北市、桃園市、台中市已分別委託顧問公司進行規劃中。

表 3.3.5-1、全國可設置之生質能源廠概況

縣市	可收集廚餘量 (公噸/日)	可收集果菜廢 棄物(公噸/日)	說明
台北市 (含基隆市)	301	51	正規劃設置日處理量 200 公噸廚餘生質能廠
新北市	369	2	可規劃設置日處理量至少 200 噸之廚餘生質能廠
桃園市	381	30	正規劃以 BOT 模式設置日處理量 250 噸之廚餘生質能廠
台中市	359	29	正規劃採促參 ROT 方式設置綠能生態園區包括日處理 150 噸廚餘之生質能廠
台南市	249	39	可規劃設置日處理量 200 噸之廚餘生質能廠
高雄市	418	20	可規劃設置日處理量至少 200 噸之廚餘生質能廠，並可收集屏東地區之廚餘。
南投縣	88	0.03	提升既有堆肥場(竹山、南投)處理性能，不必單獨設置廚餘生質能廠。
新竹縣、新竹市、苗栗縣	206	3	可規劃設置日處理量 200 噸之廚餘生質能廠
彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市	432	18.5	可規劃設置日處理量至少 200 噸之廚餘生質能廠
屏東縣	199	6.7	與台糖公司合作利用東海豐之養豬

縣市	可收集廚餘量 (公噸/日)	可收集果菜廢 棄物(公噸/日)	說明
			生態暨農業循環園區，進行廚餘與豬糞共消化，餘量可與高雄市合作。
宜蘭縣	83	1.6	正規劃宜蘭縣有機廢棄物資源化中心，日處理量 200 公噸。
花蓮縣	46	-	提升既有堆肥場處理性能可提高處理量
台東縣	12	0.01	正新建新世代廚餘堆肥廠，日處理量 28 公噸。
澎湖、金門、連江	31	-	廚餘產生量低現階段無設置生質能源廠需求。

資料來源:可收集果菜廢棄物含 R-0114 果菜殘渣、R-0117 植物性中藥渣、R-0120 植物性廢渣及 D-0102 植物性廢渣，列管污染源資料查詢系統 <https://prtr.epa.gov.tw/>

環保署目前規劃六年經建計畫-多元化垃圾處理計畫期程 106 -111 年，計畫目標之一為循環經濟政策推動，將規劃興設廚餘生質能示範廠至少 3 座，每座日處理量 600 公噸。處理流程規劃如圖 3.3.5-1，各單元相關之設施如圖 3.3.5-2 所示。推動厭氧消化生質能廠涉及之事項包括料源規劃、廠址、興建、營運等皆應納入評估，各項之評估內容如圖 3.3.5-3 所示。

若以日處理量 200 公噸之生質能源化廠為目標，規劃設置四座厭氧消化槽(1,100 m³ × 4 槽)，含水率 85%，有機固體濃度(TVS)以 12%計，沼氣轉換率為 0.6m³/kg TVS，每日產生沼氣為 14,400m³，可發電量為 28,800 度以上電力(每立方米沼氣 2.0 度電計)，亦即每年可發電約 9,504,00 度電(每年以 330 天計)，躉購費率以每度電以 5 元計，每年可獲得 4,750 萬元效益。

但若合併其他有機廢棄物(如禽畜糞、污泥等)共同消化，由於厭氧消化系統之沼氣產生量係依所投入可供生物分解之有機質濃度以及該有機質之生物轉換率而定。故若進料性質、濃度差異，則沼氣產生量與可發電量亦將不同。目前可能收集進行厭氧消化之有機廢棄物濃度及沼氣轉換率分別如 3.3.1 節所示。依所處理之有機廢棄物比例、濃度之差異，而可推估厭氧消化廠之沼氣產生量

與總發電量。

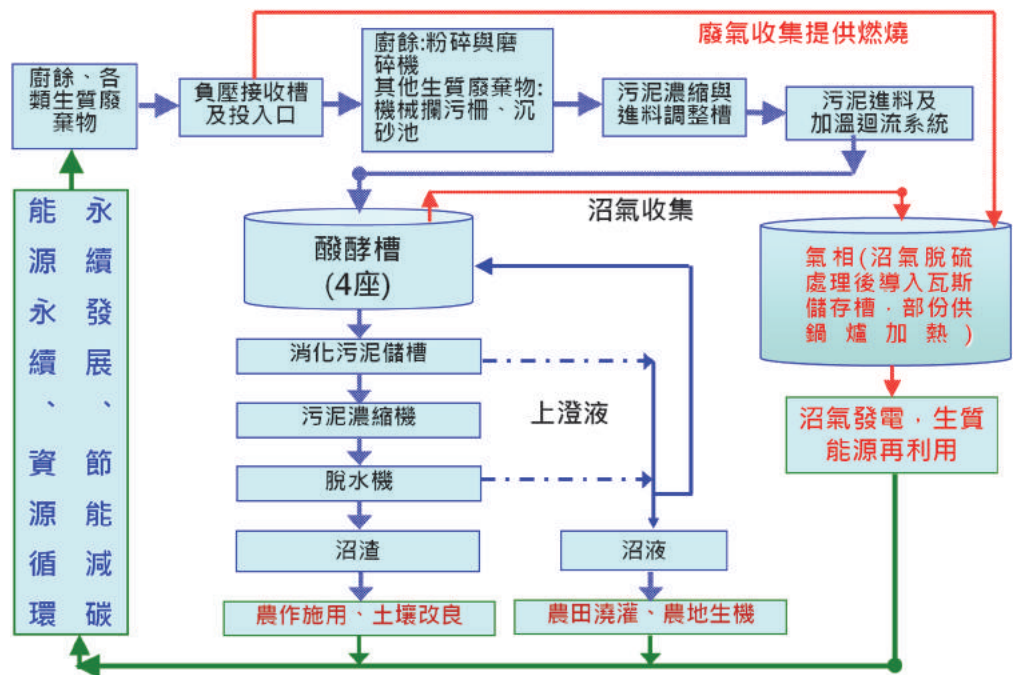


圖 3.3.5-1、日處理量 200 公噸之厭氧消化生質能廠流程

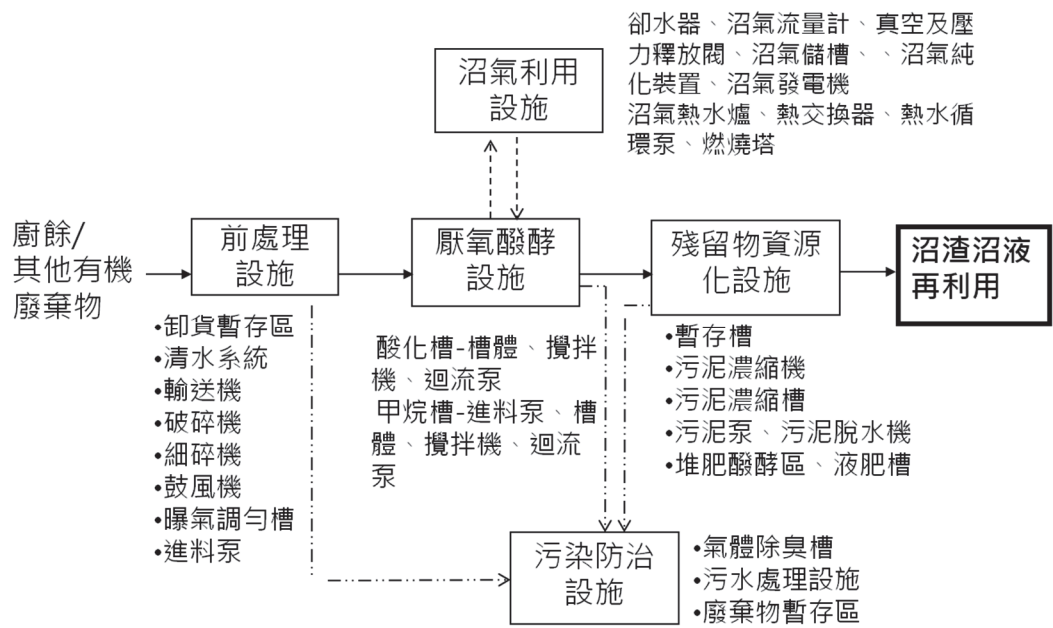


圖 3.3.5-2、厭氧消化生質能廠各單元相關設備

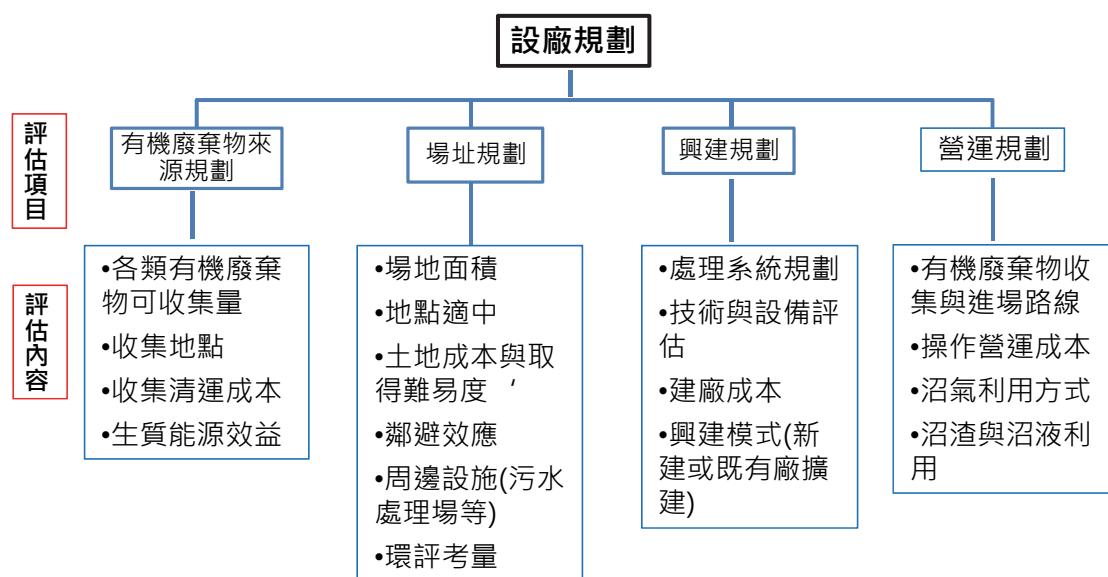


圖 3.3.5-3、生質能源化廠設置之統籌規劃需進行評估之內容

二、廠區配置

厭氧發酵廠之場地需求必須考量進料區車輛迴旋空間、主要機電設備及土木建築(前處理、發酵槽、沼氣儲槽與純化發電設施等)、附屬設施(公用設施如用水、消防設施等)。另包括辦公室、地磅、停車場等，廠區配置規劃如圖 3.3.5-4 所示，所需面積約 30,000m²，若考量隔離綠帶則用地需求約 5 公頃。厭氧消化後的沼渣沼液雖然以農地再利用為優先考量，但仍必須於廠內設置貯存槽，若產生之沼渣沼液量高於再利用農地之需求量，則仍應採傳統處理方式，將污泥進行脫水乾燥，脫水後的固渣與沼液可分別做再利用。

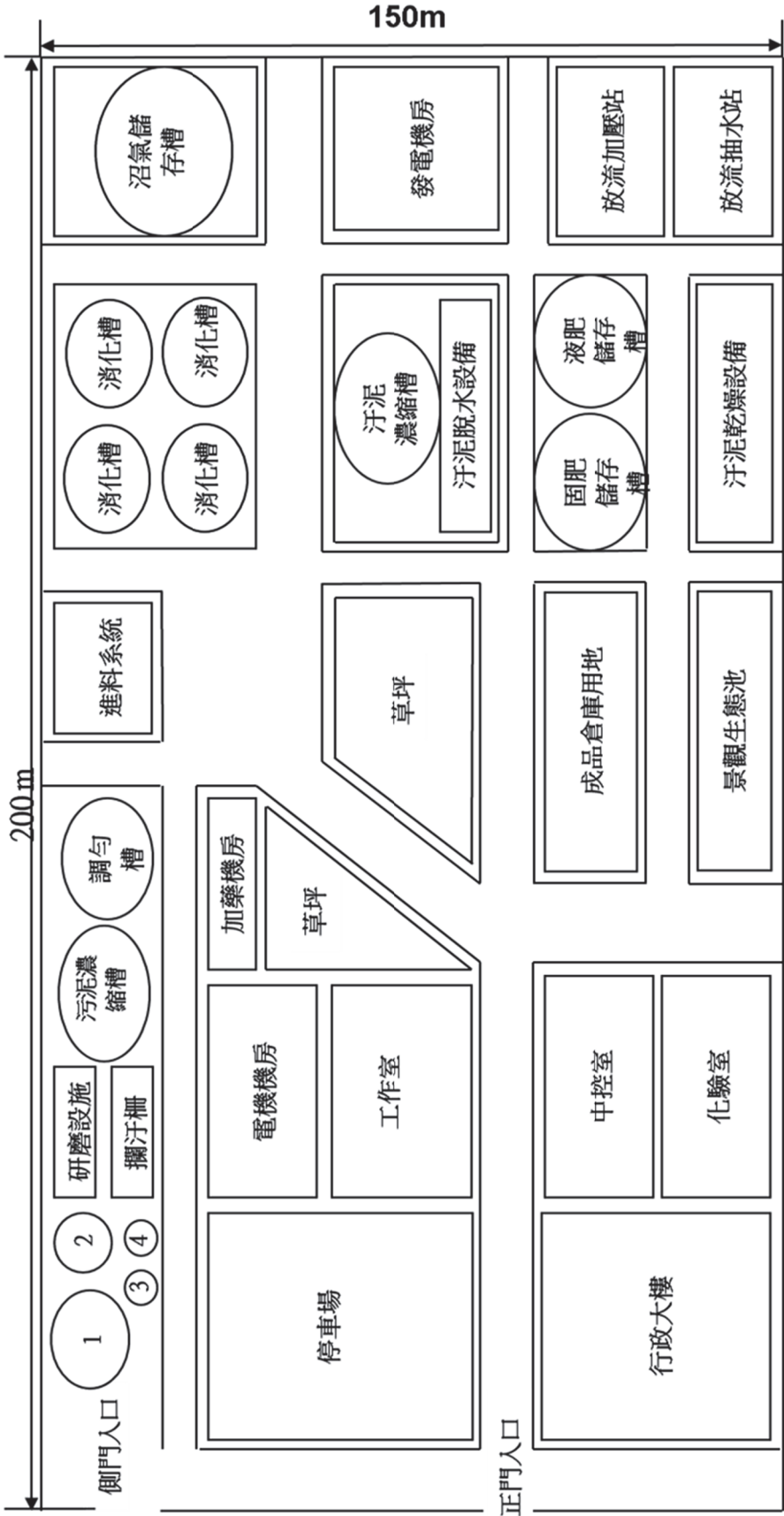


圖 3.3.5-4、厭氧發酵廠廠區配置

此外，本團隊 2009 年執行環保署「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」，曾收集國外厭氧消化廠用地需求相關資料，大致來說，厭氧消化廠單位建廠所需面積介於約 50 至 180 m²/噸-天，如表 3.3.5-2 所示。厭氧消化設施設計資訊及設置成本分析另於 3.3.5 節所述。

表 3.3.5-2、國外厭氧消化廠用地需求彙整

廠別	處理容量(噸/年)	處理容量(噸/天)	所需面積(m ²)	單位所需面積(m ² /噸-天)
日本 A 設施	-	16	780	48.8
日本 B 設施	-	55	5,300	96.4
日本 C 設施	-	22	2,567	116.7
瑞士 D 設施	18,000	55	10,000	183.3
荷蘭 E 設施	52,000	158	2,900	18.4
澳洲 G 設施	175,000	530	30,000	56.6
歐洲某廠商 (預算成本)	5,000	15	3,000	198.0
	10,000	30	4,000	132.0
	25,000	76	7,000	92.4
	50,000	152	10,000	66.0
	100,000	303	15,000	49.5

備註：日處理量=年處理量除以 330

資料來源：環境與發展基金會，「推動廚餘、水肥、養豬廢水及生活廢水產生之污泥集中處理及生質能源再利用可行性評估計畫」期末報告，行政院環保署，2009 年 9 月。

3.4 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化行政措施協調及規劃

為維護本計畫工作品質並達成委辦單位計畫績效，計畫執行期間，凡與本計畫成效相關之工作項目，在計畫核定經費許可之範圍內，即時協助委辦單位完成委辦單位交付之各項臨時交辦事項，以達成計畫之目標，茲彙整目前相關交辦事項摘要如下。

- 1/9 及 1/11 協助規劃「推動廚餘生質能源化研商會議」並製作簡報及調查表，並於 1/23 協助召開此會議。
- 提供廚餘厭氧發酵之沼液處理流程規劃與經費評估，供施政參考。
- 提供廚餘生質能廠申請再生能源電力相關規定及作業程序，供施政參考。
- 提供畜牧場厭氧發酵場處理廚餘之對策分析(跨部會協商資料)，供施政參考。
- 提供廚餘生質能源廠興設經費補助原則(草案)建議。
- 協助及參加 4 月 12 日辦理之「提升廚餘回收再利用成效研商交流會議」。
- 參加 4 月 12 日辦理之「沼氣發電設備國產化研商會議」。
- 協助提供廚餘生質能源廠設備國產化之附加價值率說明資料。
- 協助廚餘英文簡報(Technical Innovations for Usage of Secondary Raw Materials)校稿。
- 協助提供國外廚餘回收率計算方式相關資料。
- 提供亞洲各國廚餘回收再利用情形。

相關資料詳見附件二。

3.5 撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫 (草案)」

行政院環保署已擬具重大公共建設計畫之「多元化垃圾處理計畫」，該計畫包括五大目標，分別為垃圾場延役整備、健全區域合作計制、離島地區垃圾妥善處理、環保設施效能提升工作，以及循環經濟政策推動。其中之「循環經濟政策推動」主要工作為：「興建廚餘生質能源廠及相關能資源化設施，實現將廢棄物轉換為有用資源，減少垃圾進焚化廠量，增加廚餘再利用量級降低碳排放量，同時開拓綠能」，並明確提出將建置至少3座廚餘生質能廠，預計每日處理量600公噸。爰此將提出「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫(草案)」，以建構完整之垃圾處理計畫。

本計畫乃依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定撰寫，其基本架構如表3.5-1所示。

本經建計畫提出全方位之廚餘處理方案，為減少垃圾進焚化廠處理量，將加強廚餘回收再利用工作；為實現將廢棄物轉換為有用資源，將暢通多元化利用途徑；為開拓綠能將推動建置以廚餘為主要對象之厭氧消化生質能源廠。本經建計畫內容係以此為基礎，配合現況趨勢需求、環保署推動方向及經費支應之議題，研擬六年經建計畫，分期推動。

表 3.5-1、開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫-撰寫內容格式

大項	細項
壹、計畫緣起	一、前言與背景說明 二、依據 三、未來環境預測
貳、計畫目標	一、目標說明 二、達成目標之限制 三、預期績效指標及評估基準
參、現行相關政策說明	-
肆、執行策略及方法	一、主要工作項目 二、執行策略

伍、期程與資源需求	一、計畫期程 二、所需資源說明
陸、預期效果	-

經建計畫全文詳件附件三，摘要內容如下：

壹、計畫緣起

一、前言與背景說明

二、依據

(一) 行政院於 92 年 12 月所核定「垃圾處理方案之檢討與展望」，訂定我國行政院於 92 年 12 月所核定「垃圾處理方案之檢討與展望」，訂定我國「垃圾零廢棄」政策，要求於 96 年以後，除偏遠地區外，生垃圾將不進掩埋場，並逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標，打造永續循環社會。

(二) 蔡總統 105 年 5 月 20 日就職演說：「對各種污染的控制要嚴格把關，更要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源。對於能源的選擇，以永續的觀念去逐步調整」。

(三) 依據立法院社會福利及衛生環境委員會三讀通過，總統於 106 年 1 月 18 日公布「廢棄物清理法」修正，中央主管機關於必要時得統一調度現有廢棄物清除處理設施。

(四) 106 年 7 月 6 日環保署於行政院會中提出「多元化垃圾處理計畫」，包括「引進焚化反應爐裝備、提升環保設施效能及增強循環經濟」，總經費 153 億元，獲行政院同意。

三、未來環境預測

- (一) 部分縣市發生垃圾處理問題。
- (二) 廚餘養豬再利用量漸趨飽和。
- (三) 現有廚餘堆肥廠功能應再加強。
- (四) 政府積極推動綠能。

貳、計畫目標

一、目標說明

- (一) 推動全面回收
- (二) 暢通多元利用
- (三) 健全合作機制

二、達成目標之限制

- (一) 城鄉差距
- (二) 鄰避設施效應
- (三) 再利用廠永續營運之財務負擔

三、預期績效指標及評估基準

- (一) 情境說明與整體績效
- (二) 提高廚餘回收率
- (三) 提高堆肥再利用量
 - 1. 提高總堆肥再利用量
 - 2. 改善既有廚餘堆肥廠
 - 3. 輔導至少五處廚餘堆肥廠，提升效能成為區域處理中心。
- (四) 強化廚餘飼料再利用之管理與精進作為
- (五) 興建廚餘厭氧生質能廠
 - 1. 建置至少 3 座廚餘生質能源廠，預計每日總處理量 600 噸。
 - 2. 推動廚餘與異類生質廢棄物共消化
 - 3. 廚餘厭氧消化沼渣沼液農地肥份利用

參、現行相關政策說明

肆、執行策略及方法

一、主要工作項目

- (一) 推動全面回收，提高廚餘回收率
- (二) 提高堆肥再利用量，輔導各廚餘堆肥廠提升處理效能，設置高效能堆設施。

(三) 強化廚餘飼料化之管理與精進作為

(四) 興建廚餘厭氧生質能廠

二、各項工作執行策略與方法

(一) 推動全面回收，提高廚餘回收率

1. 加強教育宣導，勸導民眾作好廚餘之分類回收。
2. 實施垃圾破袋稽查，禁止廚餘混入一般垃圾中。
3. 養豬再利用確實管理及統計再利用量
4. 擴大事業機構廢棄物管理，員工生活產生之廚餘須納入申報。

(二) 提升廚餘堆肥廠處理效能

1. 既有廚餘堆肥場之效能提升
2. 引進高效能廚餘堆肥設施

(三) 提升廚餘飼料化之品質

(四) 興建廚餘厭氧生質能廠

1. 以競爭方式補助地方政府採促參方式辦理設置區域廚餘生質能源廠及相關能資源化設施
2. 協助已規劃或正規劃興建廚餘厭氧消化生質能廠之縣市加速完成設置
 - (1) 台北市廚餘生質能廠
 - (2) 桃園市生質能源中心
 - (3) 台中市綠能生態園區
 - (4) 台糖養豬生態循環園區
3. 推動廚餘與各類有機廢棄物厭氧共消化廠
 - (1) 以既有之生質廢棄物厭氧消化槽之餘裕空間提供共消化
 - (2) 興建廚餘與各類有機廢棄物生質能源化示範廠
4. 推動廚餘與各類有機廢棄物共消化後沼液沼渣可於農地再利用
5. 推動厭氧沼氣利用國產化設備開發

伍、期程與資源需求

一、期程

二、經費需求

(一) 推動教育宣導，提高廚餘回收率：六年總經費計 1.4 億元

(二) 提升廚餘堆肥廠處理效能：六年總經費計 2.8 億元

(三) 推動廚餘飼料化利用之精進措施：六年總經費計 0.32 億元

(四) 興建廚餘厭氧生質能廠：六年總經費 18.24 億元

陸、預期成果及影響

一、預期效果

二、配合措施

三、經濟效益評估

四、財務計畫評估

3.6 擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導

3.6.1 擴大全國廚餘堆肥再利用量之評析及規劃

依全國回收廚餘之再利用量統計顯示，100 年~104 年起堆肥再利用量逐漸下降，茲分析堆肥廠之處理量降低之原因如下：

- 一、全國廚餘總回收量下降之整體趨勢。
- 二、堆肥再利用成本偏高：相較於養豬再利用可販售獲利，廚餘送至堆肥廠處理則必須另支付每噸約 600 元之處理成本(依本團隊 99 年之調查分析)，故各地方機關清潔隊皆以養豬再利用為優先考量。
- 三、設施損壞降低處理容量：地方機關財務窘困，若無上級機關補助，無財力維修堆肥廠。
- 四、人力不足無法勝任堆肥廠之操作。
- 五、堆肥成品品質欠佳：由於設備、人力不足，不易維持堆肥廠之良好操作，影響堆肥成品品質。

國內除公有廚餘堆肥廠外，另有兩種類別之民間堆肥廠，也是可發揮廚餘之堆肥處理功能。

第一類是農委會輔導之禽畜糞堆肥廠(如表 3.6.1-1)：日處理量約 2,000 噸，但係以處理禽畜糞、農業廢棄物為主，也可協助處理廚餘，但以往處理廚餘之意願並不高(設施不足、水分調整困難等)，少部分具意願處理廚餘者，要求之處理費用則偏高，往往並非地方機關得以負擔得起。

第二類是企業化堆肥代處理廠(如表 3.6.1-2)，合計 44 場，處理禽畜糞、太空包、果菜市場廢棄物等為主，產品包括：禽畜糞堆肥，雜項堆肥，一般堆肥等。部分曾接受過環保機關之廚餘進場處理，但是許多場曾因技術性之困難，以及民眾之抗爭等問題而發生中止營運，同樣的對於接受廚餘進場處理之意願可能亦偏低。

表 3.6.1-1、畜牧場附設堆肥廠

堆肥場名稱	區域	堆肥場名稱	區域
合群農牧堆肥廠	新竹縣新豐鄉	好耕實業畜牧場附設堆肥廠	新竹縣湖口鄉
金雞堆肥廠	屏東縣長治鄉	宏昇畜牧場附設禽畜糞堆肥廠	桃園市大園區
順鉅堆肥廠	嘉義縣義竹鄉	欣達牧場堆肥廠	台南市歸仁區
台糖公司虎尾有機肥廠	雲林縣土庫鎮	永順興牧場附設堆肥廠	台南市六甲區
福昌堆肥廠	宜蘭縣壯圍鄉	大武山堆肥廠	屏東縣新埤鄉
東宜畜牧場附設堆肥廠	彰化縣二林鎮	石安牧場附設堆肥廠	高雄市阿蓮區
興泰畜牧場附設堆肥廠	台南市歸仁區		

表 3.6.1-2、企業化堆肥代處理廠

堆肥場名稱	區域	堆肥場名稱	區域
金峰堆肥廠	屏東縣里港鄉	東石合作農場堆肥廠	嘉義縣東石鄉
欣農堆肥廠	台南市柳營區	屏東縣南州地區農會堆肥廠	屏東縣南州鄉
金大堆肥廠	彰化縣芳苑鄉	花蓮縣花東有機肥生產合作社堆肥廠	花蓮縣玉里鎮
成昌堆肥共同處理廠	彰化縣芳苑鄉	豐展堆肥廠	嘉義縣中埔鄉
岱山堆肥廠	彰化縣田尾鄉	中興合作農場堆肥廠	台中市新社區
涂氏堆肥廠	南投縣名間鄉	長虹堆肥廠	屏東縣長治鄉
崇容堆肥廠	台南市鹽水區	芊育堆肥廠	苗栗縣公館鄉
農富堆肥廠	彰化縣溪州鄉	聯勝堆肥廠	嘉義縣民雄鄉
順豐堆肥廠	桃園市新屋區	油車合作農場堆肥廠	雲林縣莿桐鄉
鑫育農堆肥廠	屏東縣萬巒鄉	雲林縣乳牛生產合作社堆肥廠	雲林縣崙背鄉
台灣省事業廢棄物處理設備利用合作社堆肥廠	雲林縣元長鄉	四湖有機肥生產合作社附設堆肥醱酵廠	雲林縣四湖鄉
嘉義縣農會堆肥廠	嘉義縣民雄鄉	大舜堆肥廠	屏東縣萬巒鄉
益農堆肥廠	桃園市新屋區	麗園代處理堆肥廠	高雄市阿蓮區
田酪堆肥廠	彰化縣田中鎮	格林堆肥廠	屏東縣九如鄉

國內之廚餘回收率近年有略下降之趨勢，故在厭氧消化廠尚未建置之前，無法養豬再利用之廚餘仍必須由堆肥場處理再利用。擴大全國廚餘堆肥再利用量建議有以下做法：

- 一、評估既有堆肥處理廠(含公有、民營)，遴選設備完整可維持正常操作，且處理量大之堆肥廠，評估既有之有機廢棄物處理容量外，尚可再處理廚餘之餘裕容量。
- 二、規劃區域性廚餘堆肥處理中心：以公有堆肥廠為主，盤點其處理性能，補助其再作改善以提升性能，規劃成為跨區域之廚餘堆肥處理中心。
- 三、各鄉鎮市既有廚餘堆肥廠長期未正常操作，且無持續操作意願者(收集不到料源)，俟設備使用年限到期後報廢。

公有堆肥廠方面，本年度進行 20 場次之效能評估輔導，並完成各廠可提升效能之綜合建議與作為區域處理中心之評估，經估算可增加約 90 公噸之日處理量能，詳如後示。

民間堆肥場方面，可提供廚餘進廠處理者經評估有以下模式：

- 一、直接收取未作任何前處理之廚餘，利用既有既有禽畜糞或有機廢棄物共同進行堆肥化。這些廚餘含水率較高，依各縣市宣導民眾配合之情形而有差異，較佳者已將水分瀝除至約 80%左右，較差者則水分尚有 90%以上。
- 二、收取各廚餘堆肥場所完成之半成品進行堆肥處理

此部份為已先行作前處理，或初期翻堆醱酵脫除水份。可再略分為兩種：

- (一) 僅作部份翻堆，水分含量仍高，約 60%以上。此類物質仍須於堆肥場進行堆肥醱酵，由於水分已部份脫除，前處理水分調節之步驟可較簡易。
 - (二) 已經初醱酵，但尚未達腐熟階段，水分含量約降至 50%以下。另行委託處理之醱酵期間可略縮短。
- 三、堆肥成品，已於各堆肥廠歷經高溫醱酵期並脫除水分，揮發性有機物已充份分解，水分含量約 35%以下。若成份穩定可進行有價販售者，則另

採標售方式。若尚無法符合業者之品質要求，或無業者願意承購而須再處理者，則仍依須委託再處理。

因此，由環保署統籌辦理甄選民間堆肥廠參與廚餘回收再利用工作，對於縣市環保機關與民間廠商而言，皆是一種互利的措施：

對民間堆肥廠而言，具以下之誘因：

- 收取處理費，降低營運成本，增加營運收入。
- 得以充份利用其既有設備。
- 獲得更廉價、數量穩定之廚餘原料來源。
- 可產製品質更均勻之有機堆肥。

對各縣市環保機關及鄉鎮市公所而言，將有以下好處：

- 得以將所清運回收之廚餘作妥善處理。
- 提供緊急應變處理。
- 提供較自設堆肥場更具經濟效益之處理模式。
- 獲得優良廚餘有機堆肥之回饋。

然而，民間堆肥廠參與廚餘回收再利用必須克服以下問題

一、原料之性質要求

- 廚餘處理之困難度在於水份含量偏高，故處理費用之高低取決於水份調整材之用量多寡，與運送之成本，水分應盡量降低，水份含量若低於 70 %者，將可降低處理費用。
- 生食與熟食分開
- 廚餘含水率高，若能在當地減量或初發酵 1-2 個月，再運回工廠做中繼發酵或調配料。
- 品質需能穩定維持，避免與其它垃圾混合

二、運送問題

- 以堆肥廠作為廚餘交貨點，清潔隊運送至堆肥廠。
- 運送設備須密閉避免途中產生臭味或污水汙染地面

三、法規與產品通路問題

- 與農委會協商廚餘堆肥之品項，由垃圾堆肥中提出另立品項
- 因為廚餘製成堆肥品質不穩定，建議製成後交由公家機關運用，以暢通堆肥產品出路。

環保署曾於 2009 年辦理各級環保機關廚餘回收再利用招標作業，遴選有意願廠商進行廚餘之共同處理，並遴聘專家學者組成「各級環保機關廚餘回收再利用廠商甄選委員會」。位於高雄之泓惠堆肥廠經遴選為具資格之廠商，並收取各堆肥廠之半成品進行處理。為提升整體之廚餘回收再利用效能，與民間廠商合作，利用其處理量能，協助廚餘共同處理為未來可採行之模式。

台北市環保局曾於 105 年在內湖焚化廠之廠區內設置廚餘脫水設備，並將脫水後之廚餘進行試翻堆發酵，並再與高雄特克斯公司合作進行長期之堆肥作業，初步實驗發現成效良好(如圖 3.6.1-1、圖 3.6.1-2)。而目前新北市、新竹縣都將建置高效率之脫水處理設備。因此與民間堆肥廠合作，提供脫水處理後之廚餘由該民間堆肥廠進行後段發酵處理，以產製品質穩定良好之堆肥將為提升廚餘堆肥處理量能之可行途徑。



圖 3.6.1-1、脫水後廚餘與民間堆肥廠合作進行發酵作業



圖 3.6.1-2、脫水後廚餘與民間堆肥廠合作進行發酵作業

3.6.2 擴大全國廚餘堆肥再利用量之評析及規劃

為評估各公有堆肥廠之效能，並提供輔導改善，以協助各堆肥廠提升處理量與處理成效。本計畫邀請專家學者(如表 3.6.2-1)至各堆肥廠進行現勘，並提出具體之改善建議（包含臭味等二次污染防治設施及堆肥成品銷售通路等），並評估該等廚餘堆肥廠完成功能及設施改善所需之經費。行程如表 3.6.2-2 所示，廚餘堆肥廠之現場勘查情形如圖 3.6.2-1 所示。

表 3.6.2-1、堆肥廠輔導委員名單

姓名	單位職稱	姓名	單位職稱
鄭幸雄教授	成功大學環工所(退休)	林啟燦教授	高雄海洋科技大學海洋環境工程系
郭文健教授	屏科大環工系	簡宣裕博士	農委會農業試驗所

姓名	單位職稱	姓名	單位職稱
鄭幸雄教授	成功大學環工所(退休)	林啟燦教授	高雄海洋科技大學海洋環境工程系
沈韶儀教授	南台科技大學餐旅系	陳文欽教授	元培科大環衛系
彭元興教授	中興大學森林系	徐秀鳳教授	亞太技術學院
邱一流廠長	台北市內湖焚化廠	陳文卿博士	環發會總經理

表 3.6.2-2、已完成之堆肥廠輔導行程

編號	堆肥廠	日期	時間	參與委員
1	台南市新化	2/20	10:30	鄭幸雄、沈韶儀、郭文健、邱一流、陳文卿
2	台南市城西		14:00	鄭幸雄、郭文健、邱一流、陳文卿
3	台中市南屯	3/1	10:00	彭元興、簡宣裕、徐秀鳳、陳文卿
4	台中市豐原		14:00	彭元興、簡宣裕、徐秀鳳、陳文卿
5	南投縣南投市	3/2	14:00	彭元興、郭文健、沈韶儀、陳文卿
6	新竹縣新豐鄉	3/6	10:00	邱一流、林啟燦、陳文卿
7	苗栗縣苗栗市		14:00	邱一流、林啟燦、陳文卿
8	宜蘭縣羅東鎮	3/9	14:00	鄭幸雄、陳文欽、邱一流、陳文卿
9	彰化縣田尾鄉	3/10	14:00	彭元興、簡宣裕、沈韶儀、陳文卿
10	新北市土城	3/13	10:30	邱一流、林啟燦、陳文卿
11	花蓮縣花蓮市	5/24	14:00	邱一流、徐秀鳳、陳文卿
12	南投縣竹山鎮	5/26	10:00	鄭幸雄、簡宣裕、彭元興、陳文卿
13	台東縣台東市	6/1	14:00	鄭幸雄、沈韶儀、郭文健、陳文卿

編號	堆肥廠	日期	時間	參與委員
14	苗栗縣竹南鎮	6/8	10:30	簡宣裕、陳文欽、彭元興、陳文卿
15	新北市坪林區	6/9	14:00	陳文欽、徐秀鳳、陳文卿
16	苗栗縣頭份市	10/3	10:00	鄭幸雄、陳文欽、陳文卿
17	苗栗縣苑裡鎮	10/3	14:00	鄭幸雄、陳文欽、陳文卿
18	嘉義縣民雄鄉	10/11	14:30	鄭幸雄、陳文欽、陳文卿
19	彰化縣田尾鄉	10/13	10:00	簡宣裕、彭元興、陳文欽、陳文卿
20	臺中市霧峰區	10/13	14:00	簡宣裕、彭元興、陳文欽、陳文卿



圖 3.6.2-1、廚餘堆肥廠之現場勘查情形

廚餘堆肥廠之基本處理流程如圖 3.6.2-2 所示，本計畫進行評估前請各堆肥廠提供如表 3.6.2-3 之現況資料，委員進行評估時則分別完成如表 3.6.2-4 之評估報告表。

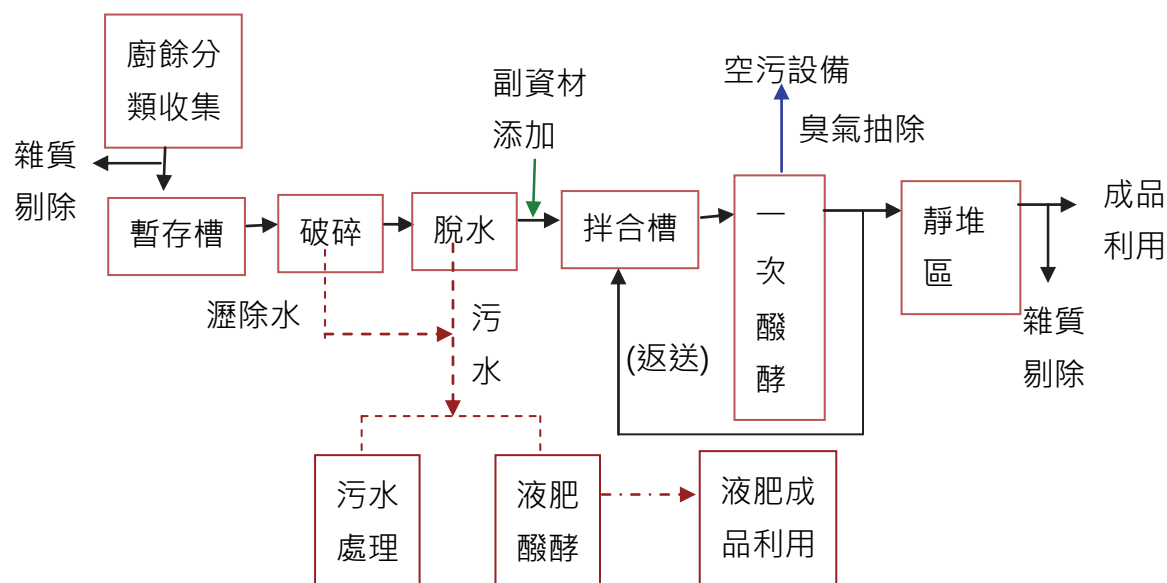


圖 3.6.2-2、廚餘堆肥廠之處理流程

綜合 20 場次(19 處)堆肥廠之現場勘查結果，將各委員之現場評估報告綜合整理如附件四所示，摘要如表 3.6.2-5，重點如下：

- 一、竹山廠為空間最寬廣，設備也很完整，可再大幅增加處理量，並規劃成為跨區域處理中心。
- 二、霧峰堆肥廠廠區寬廣，處理量大，除傳統翻堆外，另有天車式翻堆機。除處理霧峰區之廚餘外，鄰近區之廚餘亦已進場處理。但操作人力明顯不足，污水漫流環境衛生條件不佳。可補助高效能之脫水前處理設備，降低進行堆肥發酵廚餘之含水率，並改善污水收集處理情況，可成為良好之跨區域處理中心。

- 三、功能良好僅需略作改善後可維持良好操作之堆肥廠為新化、城西、豐原、南屯、新豐、竹南、頭份等堆肥廠。其中新豐廠雖然既有設備老舊功能受損，但委託代操作廠商投入設備改善，提升處理效率，甚至可提高處理量，難能可貴。
- 四、持續輔導可提升效能者如苗栗、土城、花蓮、苑裡堆肥廠。其中花蓮堆肥廠因堆積高度達 3 公尺以上，且翻堆機老舊功能欠佳，經輔導降低堆積高度，調整動線，並以另設置翻堆機功能大幅提升，輔導改善成效顯著。
- 五、功能良好但負荷太大，空間受限不易發揮者如羅東堆肥廠。
- 六、場地受限操作困難，也不易改善者如坪林堆肥廠，即使新增設備也無適當場所可裝置。
- 七、台東堆肥曾做兩次工程變更，目前設備多處故障未使用，堆肥發酵狀況極不理想。雖努力維持操作，投入多名人力，但受限於場地配置欠佳且附近有觀光景點，擔心翻堆時氣味逸散，故未能正常翻堆操作。已另擇地點發包建新廠。
- 八、田尾堆肥廠設施及操作方式錯誤無法發揮功能，經輔導後代操作廠商將操作方式作徹底改變，功能已逐漸發揮。業經 10 月 13 日再度由四位委員前往勘察輔導建議，發現整理狀況以明顯改善。雖仍採離心脫水方式，但已補充木屑副資材，並加強翻堆頻率，發酵區溫度已可提升至 60℃ 左右，成品品質大底良好，但廠區之污水漫流等問題仍需改善。
- 九、南投堆肥廠操作量能低，應儘速提升量能。
- 十、民雄堆肥廠廠區配置完善，前處理設施機械故障無力維修，應改善設備以維持正常操作。

各堆肥廠曾做成品檢測分析彙整如表 3.6.2-6，並與農委會公告之《肥料品目及規格》「雜項堆肥(品目編號 5-11)」標準(表 3.6.2-7)做比對。就有進行重金屬檢測之堆肥樣品，全部都低於管制標準。含水率偏高則為各堆肥廠普遍性之問題，主要原因是堆肥發酵後之靜堆時間不足，及未適通風或翻堆讓水分逸

出。為了解堆肥之腐熟程度，計畫執行團隊則於現勘時另取其成品進行水分及發芽率分析，結果亦呈現於該表中。雖然發芽率目前尚無法規標準，但建議以85%為廚餘堆肥可接受之腐熟度。

整體而言，綜合 20 場次(19 處)堆肥廠現勘之重要結論為：

- 一、廠區環境衛生方面：堆肥廠所在地大多在偏遠地區(如垃圾掩埋場)，除台中南屯、台東廠外，受到民眾抗爭情事並不嚴重。但即使如此廠區環境衛生仍為極重要之問題，其中以臭味、污水為各堆肥廠普遍之問題。而產生臭味之重要原因則是污水引起，亦即所收取之廚餘含水率太高，不僅在廠區周遭污水漫流產生臭味外，在翻堆過程中臭氣也隨水分之蒸發而外逸。因此控制水分即是當之通風為環境衛生之關鍵。
- 二、機械設施方面：環保署補助地方設置之廚餘堆肥廠已營運約十年，而堆肥廠所處之環境，設備腐蝕損壞之機率又更嚴重，因此破碎機、輸送帶、翻堆機等都曾發生故障，維修後功能遠不如前。為期各堆肥廠能持續營運，設備之更新勢在必行。
- 三、廠區空間方面：目前約半數以上之堆肥廠翻堆區空間不足，但動線規劃凌亂若能另行規劃，且將廚餘含水率降低(添加副資材或機械乾燥脫水)，則現有空間滿足原設計處理容量之需求應足夠。
- 四、副資材使用方面：副資材以木屑、稻殼為主，而木屑成效較佳。各廠之副資材添加量明顯不足，無法控制良好之含水率。木屑之來源有由木材工廠供應者，大部分則是自行破碎樹枝樹葉，供應較充足。
- 五、翻堆作業方面：翻堆狀況普遍欠佳，有兩個現象，一是堆積太高(超過 2 公尺)，另一是翻堆頻率不足。而主要原因是操作人力不足，翻堆機老舊操作不便等。
- 六、成品方面：各堆肥廠送檢測機構分析之報告顯示重金屬等有害物質皆未超過法規現值，但含水率偏高，大多未發酵完全。然而即使如此，水分仍高腐熟並未完全之半成品仍廣受民眾歡迎，除民眾爭相取用

外，也可供地方機關辦理各項活動時之贈品。

七、部分堆肥廠依現有空間可再增加處理量(如竹南、竹山廠)，但人力不足，僅處理本鄉鎮廚餘，成品供本鄉鎮社區、學校及民眾取用可收敦親睦鄰功用，缺乏誘因增加處理量。縣政府協調成為跨鄉鎮處理中心，補助處理費用，成品供其他鄉鎮市使用。

八、廚餘堆肥場最迫切需求之改善設施：即使依現行狀況，各堆肥場僅以處理該鄉鎮本身之廚餘為主(尚不考慮跨區域處理)，提高處理效率仍十分重要。配合此需要，最主要可增加之設施為破碎機、脫水機(可將廚餘含水率降低至 70%以下)、翻堆機等，建議環保署可視實際需要優先補助各地方設置。尤其是廚餘脫水設備，經檢討為當前可發揮最大效益者。廚餘脫水之優點如下。

(一) 減少總量：1 噸廚餘含水率 85%，若脫水至含水率 70%則已移除 0.5 噸水，總重量僅剩 0.5 噸，不論是清運至外地另行處理，或就地堆肥化皆可減輕負荷。

(二) 利於堆肥發酵：含水率為有機物好氧發酵重要的控制條件，一般以 65%~70%為最適之堆肥發酵狀況。廚餘預先脫水至適當之含水率後，可減少副資材之添加量，發酵溫度可較快速提升，加速堆肥腐熟。

(三) 提高處理量：堆肥一次發酵約需 30 天以上，含水量降低後，總重量降低，同樣的堆肥場空間可處理之廚餘量當可增加。

(四) 減少污水：除有機物之內含水外，其餘水分如自由水、表面水、間隙水等，皆可經由機械脫水移除，將減少滲流地面造成污染情事。

(五) 降低臭味：污水為臭味之主要來源之一，水分降低後，堆肥場之臭味自然可降低，改善環境污染。

台北市內湖焚化廠於 105 年設置廚餘脫水設備，並將脫水後之廚餘進行翻堆發酵，證實發揮良好之成效，場區臭味大幅降低，值得各堆肥場仿

效。新竹縣新豐堆肥場之委外操作廠商也自行設置該項設備，對提高處理效能功效顯著。新北市、台南市等也正積極規劃設置脫水乾燥前處理設備，再配合堆肥廠之改善將可提高廚餘堆肥發酵之功能。

表 3.6.2-3、廚餘堆肥廠基本資料表

_____ 堆肥廠		日期：__年__月__日	
1.地址：			
2.聯絡人：_____ 職稱：_____ 電話：_____			
傳真：_____ e-mail：_____			
3.堆肥廠主要流程描述：(含現有設施、機械設備)			
4.處理量	_____噸/日(或_____噸/月)	5.開始運轉日期	_____年____月
6.進料性質	<input type="checkbox"/> 家庭廚餘(約____%)； <input type="checkbox"/> 果菜市場廢棄物(約____%)； <input type="checkbox"/> 其他(約____%)，請說明：_____		
7.廚餘性質	水份約：____% 是否先經破碎？ <input type="checkbox"/> 是； <input type="checkbox"/> 否	8.副資材 (請填各類別及數量)	種類：_____ 數量：約_____公斤/日
9.現場操作人力：_____人；實際操作時間：約_____小時/日			
10.操作費用估計：合計約 _____元/月 電費：約_____度/月；副資材約_____Kg/月(購買價格約：_____元/月)； 其他：約_____元/月 (請敘明何種費用：_____)			
11.收入所得：合計約 _____元/月，收入來源：_____			
12.批次堆肥化時程：約_____天 (註：堆肥廠總容積 ÷ 平均進料量)			
13.堆肥成品性質 (1) <input type="checkbox"/> 性質良好； <input type="checkbox"/> 性質普通； <input type="checkbox"/> 性質待改善； <input type="checkbox"/> 欠佳 (2) <input type="checkbox"/> 未作分析； <input type="checkbox"/> 曾作分析(請將分析數據附上) (3)其他補充說明：_____			
14.目前堆肥成品用途(請說明，若以資源回收兌換堆肥，請估計資源物販賣所得金額)：			
15.曾發生之緊急事件及應變方式(如民眾抗爭、設施故障等...，請說明)：			
16.現有困難待改善或請求協助事項(請說明)：			

表 3.6.2-4、廚餘堆肥廠效能評估表

堆肥廠 日期：_____ 委員：_____

一、設施狀況與改善建議：

二、廠區環境衛生與改善建議

三、進料及調配

1.廚餘來源、種類與進料量(約 噸/日)

2.是否可再增加處理量?(約可再增加 噸/日，來源)

3.副資材種類、使用量及調配方式

4.進料區狀況及改善建議

四、發酵情形

1.空間是否足夠

2.翻堆狀況

3.溫度、pH

4.改善建議

五、成品性質

1. 外觀(水份、顆粒、雜質、氣味、顏色)等

2.成品品質分析

3.成品通路

六、其他建議事項

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表

堆肥廠別	新化	城西	南屯
設計量/實際處理量(噸/日)	10 /8.6	10/14.2	10/10
可再增加處理量(噸/日)	依現況而言受限於處理場地，無法再增加處理量。但若增設脫水設施降低廚餘含水率後，可提升處理量至一倍以上(約 20 噸)。	舊廠尚有空間，設脫水設施降低廚餘含水率後，可提升處理量至一倍以上(約 20 噸)。	露天區空間大，若改為室內操作可增加處理量至約 20 噸，但緊鄰工廠易遭抗議。
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 標準化操作程序，控制良好。 ● 操作經驗豐富。 ● 成品品質佳，通路良好。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 進料前槽污水漫流地面。 ● 收集污水之處理設施簡陋，不易發揮功能 ● 通風管堵塞失去功能，需藉由鏟裝機加強翻堆。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現場操作狀況良好。 ● 各發酵區溫度、pH 控制佳。 ● 空間大，有二廠區可調配運用。 ● 成品品質佳，取得肥料登記證。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 舊廠區空曠但露天堆置，污水漫流。 ● 須於二廠區間搬運耗費人力 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設備齊全包括破碎、天車翻堆機、傳統翻堆。 ● 成品品質佳，取得肥料登記證。 ● 委外操作，操作經驗豐富，控制良好。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區太分散，搬運耗費太多人力。

堆肥廠別	新化	城西	南屯
		<ul style="list-style-type: none"> ● 通風管堵塞失去功能，需藉由鏟裝機加強翻堆。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用之副資材(木屑)太粗，水分調正功能不佳。 ● 破碎脫水效果不佳，前端污水漫流。
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 增設廚餘脫水設備，降低廚餘含水量可提高處理量。 ➢ 但污水必須妥善處理。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 改善輸送破碎設施並增加脫水設備，提升前處理效率 ➢ 加強翻堆 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 後發酵區至於空曠場所露天堆置，建議另設棚架避免夏雨淋濕產生太多污水。 ➢ 改善流程減少搬運人力負擔。 ➢ 增設脫水設備，降低廚餘含水量。
建議增加之設施與經費	增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元)	增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元) 增設鏟裝機(山貓)一部(約 120 萬元)	增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元) 露天靜堆區半開放式棚架(約 50 萬元)

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查詢問資料

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表(續)

堆肥廠別	豐原	南投	新豐
設計量/實際處理量(噸/日)	6/4	10/0	12/20
可再增加處理量(噸/日)	副資材供應無虞，現有空間可再增加至 10 噸/日，但人力應再增加。	督促儘速操作維持正常處理量	委外操作廠商自行增設脫水設備，預估廚餘含水率可降至 65%以下，故可提高堆肥處理量，預估將可提高至 20 噸/日
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區位於高速公路下方，空曠通風良好，環境清潔維護極佳。 ● 現場人員操作經驗豐富，發酵狀況控制良好。 ● 成品品質佳。 ● 良好的脫水前處理，水分控制良好。 ● 自行破碎廢木材，木屑副資材供應無虞。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設施完整。 ● 可利用掩埋場之污水處理廠處理產生之污水。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 翻堆區空間太狹窄，且隔成太多區間，每區皆很小，翻堆機迴旋操作不易。 ● 進料動線恐須再調整，進料輸送帶太陡峭，不易順暢進料。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 委外操作廠商，用心投入除作設備改善外另增設破碎機、脫水機等設備提高處理量。 ● 利用兩個廠區配合操作，可發揮效能。 ● 後端翻堆區維持良好操作，溫度控制良好。 ● 已申請到肥料登記證，肥料品質良好。 <p>缺點</p>

堆肥廠別	豐原	南投	新豐
	<ul style="list-style-type: none"> ● 產品品質家通路良好。 ● 污水可送至污水廠處理，可永續經營。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 成品含水率略高，應可再靜堆較長時間。 		<ul style="list-style-type: none"> ● 設備及廠房老舊，故障頻繁。 ● 天車翻堆機將堆肥壓實翻堆功能不佳。 ● 前區污水太高，木屑副資材添加量不足。
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 木屑供應無虞故添加量稍多，可再酌減。 ➢ 前端可使用較細之木屑，較粗木屑餘後端使用。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 設備長期操作量不足應速提升操作量能。 ➢ 進料輸送帶需調整。 ➢ 翻堆區與靜堆區位置對調，提高翻堆區操作空間。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 生熟廚餘未分開，破碎後之汁液(約 70%)可由養豬戶載走利用，但未來以生廚餘為主則液體必須自行處理。 ➢ 天車翻堆機功能不佳且老舊可移除，利用該場地另規劃傳統翻堆區。
建議增加之設施與經費	無	正常操作後，視需求再做評估。	液肥處理系統(含污水泵、2 噸桶槽四個、鼓風機、曝氣管及周邊管路，約 60 萬元)

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

堆肥廠別	豐原	南投	新豐
			依新竹縣環保局與委外操作廠商之合約，需增設之設備由廠商自行評估設置。

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查詢問資料

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表(續)

堆肥廠別	苗栗	羅東	田尾
設計量/實際處理量(噸/日)	9/5	10/4	8/5
可再增加處理量(噸/日)	將加熱式之發酵機移除後，翻堆空間重新規劃，可處理約 10 噸/日	增設廚餘脫水設備，降低廚餘含水率，天車翻堆機恢復操作，可維持原設計之處理量(10 噸/日)，擬於場外擴建翻堆空間若能順利興建，則處理量可增至約 10 噸/日。	徹底改變廚餘前處理方式，利用既有空間應可處理 10 噸/日。
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區環境清潔良好。 ● 操作人員認真勤奮。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 破碎機功能不佳，無法將塊狀廚餘作良好破碎。 ● 無脫水功能。 ● 現行之翻堆區空間太小，無法做良好的堆肥發酵。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 處理設施完整，動線良好。 ● 環境清潔良好。 ● 現場人員操作經驗豐富。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 原規劃設備完整，但處理量超過，機械式翻堆機不堪負荷已停用。 ● 副資材添加不足，水分調整不良，發酵狀況不佳。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區空間寬敞，廠房挑高環境良好。 ● 委託廠商代操作，成品(固、液)廠商可用於自有農場，通路無問題。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 操作廠商缺乏操作廚餘堆肥之技能。

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

堆肥廠別	苗栗	羅東	田尾
	<ul style="list-style-type: none"> ● 成品 pH 上偏低，蟲螢飛舞，品質不佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間狹窄，不易應負增加之處理量。 ● 成品溫度仍高，pH 偏低，顯示發酵未完全。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 離心脫水設備將廚餘擠壓成緊密狀，不利發酵。 <p>第一次訪查：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 厭氧狀態，溫度無法上升，完全未發酵。 <p>第二次訪查：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 補充副資材，調整動線並定時翻堆，發酵溫度已提升，產品品質已改善。
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 改善廚餘破碎機提高破碎功能 ➢ 既有之加熱發酵系統，無功能且浪費能源及人力，建議移除操作。 ➢ 於廠區側邊另規劃翻堆區，操作人員加強訓練提高技能。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 增加木屑使用量 ➢ 增加翻堆頻率 ➢ 可考慮增設脫水設備，降低進料含水率利於發酵 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 離心脫水機選用錯誤，建議改用破碎擠壓脫水方式或添加副資材作拌和 ➢ 人員加強訓練，觀摩學習其他堆肥廠之情況 ➢ 既有空間足夠，應重新規劃處理流程
建議增加之設施與經費	<p>增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元)</p> <p>破碎機改善(約 60 萬元)</p>	<p>增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元)</p> <p>擴建廠房增加翻堆空間(約 400 萬元)</p>	<p>先改善操作程序再評估需增設之設備</p>

堆肥廠別	苗栗	羅東	田尾
			<p>依彰化縣環保局與委外操作廠商之合約，需增設之設備由廠商自行評估設置。</p> <p>第二次訪查後建議：</p> <p>副資材添加量仍應再提高，再增加翻堆頻率。</p> <p>可利用收取之花材切剪後於後段發酵區混入提高孔隙度以利於質傳，加速發酵腐熟。</p>

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查詢問資料

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表(續)

堆肥廠別	土城	花蓮	竹山
設計量/實際處理量(噸/日)	10/7	3/3	10/1
可再增加處理量(噸/日)	8	-	20
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 破碎木屑作為副資材，質地優良，來源無虞。 ● 廠區空間足夠。 ● 成品通路良好。 ● 滷除之污水可送至下水道處理廠。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 破碎區與發酵區距離太遠，搬運耗工。 ● 翻堆區空間未妥善利用 ● 堆積太高，未作良好翻堆，溫度上升太高。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 場地空曠，可處理量大。 ● 以破碎樹枝作為副資材，供應量充足。 ● 副資材比例高，廠區污水不嚴重，且可收集至掩埋場處理。 ● 成品外觀氣味良好。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 堆積太高，缺乏翻堆。 ● 廚餘量少，以破碎之樹枝為主(90%)，木質素比例偏高，肥分不足。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 場地空曠，可處理量大。 ● 包括攪碎機→固液分離機→螺旋擠壓機等，前處理設備完整。 ● 有液肥及固渣堆肥發酵，等完整之處理系統。 ● 廠區環境衛生良好，無明顯污水或臭氣。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 使用太多需外購之太空包副資材，有機質偏低。 ● 翻堆區堆置太高，翻堆不足。

堆肥廠別	土城	花蓮	竹山
	<ul style="list-style-type: none"> ● 成品溫度及水分太高，pH 偏低，未腐熟完全。 		
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 加強翻堆 ➢ 既有空間堆置包裝袋十分可惜，應移除後善加利用該空間進行初發酵作業。 ➢ 由他廠轉移來之破碎設備儘速完成安裝操作，並加強脫水功能。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 自行破碎之木屑粒徑稍大，可再增設細破碎機。 ➢ 加強翻堆。 ➢ 翻堆面重新規劃，序列推進翻堆。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 減少太空包使用量，廚餘與副資材混拌後之含水率控制約 65%即可 ➢ 作業動線可調整為條狀分區推進。 ➢ 降低高度加強翻堆，可使發酵更完全。 ➢ 可大幅提高處理量
增加設施與經費	增設鏟裝機(山貓)加強翻堆 約 120 萬元	增設木屑細破碎機(約 220 萬元) 怪手維修(約 10 萬元) 增設鏟裝機(山貓)一部(約 120 萬元)	廠房通風改善

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查問資料

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表(續)

堆肥廠別	台東	竹南	坪林
設計量/實際處理量(噸/日)	15/12	5/5	3/2.4
可再增加處理量(噸/日)	無法再增加	無法再增加	無法再增加
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 場地寬廣。 ● 操作人員認真。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 污水橫溢，周遭環境衛生不佳。 ● 進料熟廚餘類太高，水分太高。 ● 破碎機無脫水功能，副資材添加不足，水分調整不佳。 ● 液肥槽上方濃厚之浮渣淤塞，無法抽除。 ● 鄰近人潮景點，翻堆時臭氣外逸遭受抗議，無法翻堆。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 每日收取之廚餘經破碎後之濃厚汁液可共應養豬戶，進行堆肥發酵之廚餘僅 0.5 噸，現有廠區可維持良好之堆肥發酵。 ● 自行破碎樹枝，細碎木屑粒徑性質合適，為良好之副資材。 ● 破碎、副資材混拌等設施完整。 ● 以實際進行堆肥發酵之廚餘而言，翻堆區空間足夠。 ● 廚餘與副資材充分混拌，水分調整良好。 <p>缺點</p>	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 污水可收集以水肥車送至中和污水處理廠。 ● 操作人員認真。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 污水橫溢環境衛生不佳。 ● 進廠熟廚餘類比例太多，太大塊未破碎，堆肥發酵緩慢。 ● 空間狹小，廠區密閉，翻堆時臭氣太重。 ● 堆積太高。 ● 成品含水率尚高，且含塑膠類等雜質。

堆肥廠別	台東	竹南	坪林
	<ul style="list-style-type: none"> ● 動線凌亂，無固定之翻堆操作程序。 ● 成品腐熟度不佳，含水量尚高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 瀝除之水分每日約 1.5 噸，未處理排放到地面，應收集。 ● 戶外翻堆區遇雨污水溢流，可加覆蓋。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 成品包裝使用許多人力，太費工。
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 提高副資材添加量調整水分。 ➢ 操作動線另作合理規劃，建立 SOP。 ➢ 破碎機、輸送機等老舊破損，維修更換。 ➢ 新廠應另針對前期操作缺失妥為規劃。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 前槽應增加翻堆。 ➢ 翻堆應再調整區作業動線。 ➢ 破碎機老舊，部分設備破損，應維修更換。 ➢ 液肥曝氣槽閒置未操作，應整修後將液體收集處理。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 廠房通風改善。 ➢ 破碎前處理設備(已有)應整修，則適當地點安裝操作。 ➢ 發酵區操作人力僅一，應再增加人力。
增加設施與經費	進料區廠房增加大型風扇及通風設備(約 10 萬元) 破碎機設備維修部分元件更換(約 20 萬元)	液肥設施改善，包括曝氣管路系統、曝氣機等(約 10 萬元) 進料破碎機械維護(約 5 萬元)	廠區通風設備及大型風扇(約 10 萬元) 成品裝袋機(約 20 萬元)

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查問資料

表 3.6.2-5、堆肥廠效能綜合評估表(續)

堆肥廠別	頭份	苑裡	民雄	霧峰
設計量/實際處理量(噸/日)	6/3	1/4.7	2.6/2.5	5/8.1
可再增加處理量(噸/日)	目前受限廚餘人力與回收到場時間配合，若改善人力其可增加處理量 1~2 噸。	人力不足，不建議增加。	人力不足且前處理設備不正常，不建議增加。	人力不足及外埔處理區之因素，不建議增加。
優缺點說明	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 整體空間通風及環境衛生狀況良好，污水由管線送至掩埋場之污水設施處理。 ● 操作人員認真。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 堆肥含水率偏高，發酵溫度不足，前期翻堆空間有蒼蠅。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 操作人員認真。 ● 處理量大，超過原設計容量。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 進廠熟廚與比例過高，廠區臭味重，無脫水設備且液肥系統故障，地面污水漫流。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區通風良好。 ● 翻堆區分區設置，動線良好。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 人力不足，無足夠人力持續操作，多項設備缺乏保養維護，使用率不佳。 	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廠區空間大動線佳，每日處理量達 10~12 噸，以發揮區域性處理中心功能。 ● 以栽培菇類之廢棄菌包木屑作為副資材，粒徑細吸水性佳。 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 缺乏前破碎脫水設備，滲出水載流溝及

堆肥廠別	頭份	苑裡	民雄	霧峰
	<ul style="list-style-type: none"> ● 靜堆空間仍有部分空間尚未使用，且目前廠房為臨時措施，未有使用執照。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 發酵緩慢溫度無法提升，必須延長發酵時間，但空間不足。 ● 前處理破碎機功能不佳，耗費過多人力，導致山貓操作人力不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 破碎機無脫水功能，物料含水率高，需添加大量副資材。 ● 堆肥區寬度設計有誤，造成內部廚餘不易翻堆。 	<p>儲存空間滿溢，造成滲出水漫流。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 成品區之完熟堆肥堆積過高，會造成傳氧不易，且意造成取料時發生崩塌意外。 ● 物料來源時間過於集中，造成進料量不均。
改善建議	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 撿拾前處理區人力過多，應加強宣導民眾分類，減少人力負擔。 ➢ 發酵區調整每次僅搬移三分之一，並依序推移。前槽翻堆頻率應增加，以避免物料 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可考慮增加前處理單元(如壓榨設施)，以降低廚餘含水率，並增加副資材添加量。 ➢ 可利用後端成品返送致前發酵區調整其水份，作為副資材之添加。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可增設脫水設備。 ➢ 廠區六個翻堆區寬僅2.2m，導致不易翻堆，建議可將1.2、3.4、5.6間之牆面拆除，利於鏟裝機進出操作。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 增設破碎前處理脫水設施，改善發酵區之滲出水溢流情況。 ➢ 增加副資材添加量。 ➢ 露天翻堆有臭味溢散與滲出水漫流的狀況，建議加裝頂棚。 ➢ 滲出水應定時進行抽取操作或規劃回收再

堆肥廠別	頭份	苑裡	民雄	霧峰
	<p>結塊與加快反應速度。</p> <p>➢ 外購木屑粒徑太細，添加過程應注意粉塵飛揚問題。</p> <p>➢ 破碎機老舊無法運作，應更新設備。</p>	<p>➢ 增加各槽翻堆頻率，建議第一個月各發酵槽的翻堆頻率為 3~5 天/次，來加以散發熱量，降低水份偏高狀況，減少滲出水。</p>	<p>➢ 調整設施動線木屑可直接倒入混合槽，提高操作效率。</p> <p>➢ 前處理區域之堆肥桶揚升、混拌設施及易肥處理設備皆已故障停用，破碎機具亦需整理。</p> <p>➢ 應增加翻堆頻率，以避免物料結塊與加快反應速度。</p> <p>➢ 翻堆機之駕駛座非密閉空間，操作過粉塵飛揚，應注意人員安全之防護問題。</p>	<p>利用方式，避免造成環境衛生與臭異味問題。</p> <p>➢ 後熟堆肥堆積超過 5 公尺以上，應注意不宜堆積過高，以免造成崩塌等影響。</p>
增加設施與經費	<p>破碎機設備維修部分元件更換(約 20 萬元)</p>	<p>液肥設施改善，包括曝氣管路系統、曝氣機等(約 10 萬元)</p>	<p>破碎機維修(約 20 萬元)</p> <p>增設密閉式翻堆積(約 400 萬元)</p>	<p>增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元)</p>

堆肥廠別	頭份	苑裡	民雄	霧峰
	木材破碎機(約 1,100 萬 元)	增設廚餘脫水設備(約 1,000 萬元)		

註：設計處理量為環保署資料，實際處理量為現場勘查詢問資料

表 3.6.2-6、各堆肥廠成品檢測報告

檢測項目	名稱	雜項肥料	新化		城西		南屯		豐原		南投		新豐		苗栗	
			1.60 (mS/cm)	—	1.64 (mS/cm)	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
導電度		—	8.02	0	7.82	0	7.77	0	7.80	0	未檢測	—	7.6	0	7.93	0
酸鹼值(pH)		5~9	37.7(%)	0	38.4(%)	0	17.6(%)	0	45.8(%)	X	未檢測	—	19.1(%)	0	26.8(%)	0
水份		<40.0(%)	88.29(%)	0	82.93(%)	0	84.9(%)	0	69.9(%)	0	未檢測	—	71.0(%)	0	未檢測	—
有機質		>50(%)	1.66(%)	0	1.04(%)	0	1.89(%)	0	2.97(%)	0	未檢測	—	2.3(%)	0	未檢測	—
總氮		0.6~5.0(%)	12.79	0	18.11	0	22.5	X	13.7	0	未檢測	—	15	0	未檢測	—
碳氮比		10~20	3.01(%)	0	3.04(%)	0	1.56(%)	0	1.31(%)	0	未檢測	—	1.1(%)	0	未檢測	—
全氧化鉀		0.3~4.0(%)	3.80(%)	0	2.90(%)	0	0.937 (%)	0	0.606 (%)	0	未檢測	—	4.1(%)	0	未檢測	—
全磷酐		0.3~6.0(%)	0.04(%)	0	0.04(%)	0	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	0.8(%)	0	未檢測	—
氮		<6.0(%)	0.005 (%)	0	0.007 (%)	0	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	0.7(%)	0	未檢測	—
鈉		<4.0(%)	5.19 (mg/kg)	0	N.D.	0	16.7 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	20 (mg/kg)	0	未檢測	—
銅		<100 (mg/kg)	54.24 (mg/kg)	0	39.86 (mg/kg)	0	63.1 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	115 (mg/kg)	0	未檢測	—
鋅		<500 (mg/kg)	0.001 (mg/kg)	0	0.001 (mg/kg)	0	0.413 (mg/kg)	0	<0.625 (mg/kg)	0	未檢測	—	0.8 (mg/kg)	0	未檢測	—
砷		<25 (mg/kg)	N.D.	0	N.D.	0	<0.250 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	0.3 (mg/kg)	0	未檢測	—
鎘		<2.0 (mg/kg)	3.32 (mg/kg)	0	3.05 (mg/kg)	0	13.6 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	17 (mg/kg)	0	未檢測	—
鉻		<150 (mg/kg)	3.27 (mg/kg)	0	3.94 (mg/kg)	0	3.57 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	6.1 (mg/kg)	0	未檢測	—
鎳		<25 (mg/kg)	7.35 (mg/kg)	0	4.49 (mg/kg)	0	3.54 (mg/kg)	0	未檢測	—	未檢測	—	5.5 (mg/kg)	0	未檢測	—
鉛		<150 (mg/kg)	<0.001 (mg/kg)	0	<0.001 (mg/kg)	0	0.0426 (mg/kg)	0	<0.100 (mg/kg)	0	未檢測	—	<0.1 (mg/kg)	0	未檢測	—
汞		<1.0 (mg/kg)														

名稱 檢測項目	雜項肥料	新化		城西		南屯		豐原		南投		新豐		苗栗	
		未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	92(%)	O	未檢測	—	未檢測	—	94(%)	O
發芽率	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
氧化鈣	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
氧化鎂	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—

註：O 為符合雜項肥料品目，X 為未符合雜項肥料品目，— 為無雜項肥料品目標準或未檢測，發芽率無法規標準，但建議以85%為廚餘堆肥可接受之腐熟度。

表 3.6.2-6、各堆肥廠成品檢測報告(續)

名稱 檢測項目	雜項肥料	羅東		田尾 (第一次訪查)		土城		花蓮		竹山		臺東		竹南	
		未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
導電度	—	7.95	O	8.80	O	8.16	O	7.76	O	7.49	O	8.25	O	8.77	O
酸鹼值(pH)	5~9	64.8(%)	X	65.0(%)	X	32.1(%)	X	37.5(%)	O	36.1(%)	O	43.1(%)	X	61.2(%)	X
水份	<40.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	81.9(%)	O
有機質	>50(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	2.7(%)	O
總氮	0.6~5.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
碳氮比	10~20	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	1.3(%)	O
全氧化鉀	0.3~4.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	2.3(%)	O
全磷酐	0.3~6.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
氯	<6.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鈉	<4.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	20 (mg/kg)	O
銅	<100 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	96 (mg/kg)	O
鋅	<500 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	0.2 (mg/kg)	O
砷	<25 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	N.D.<0.532 (mg/kg)	O
鎘	<2.0 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	9 (mg/kg)	O
鉻	<150 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	6.2 (mg/kg)	O
鎳	<25 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	3 (mg/kg)	O
鉛	<150 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	<0.1 (mg/kg)	O
汞	<1.0 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	90(%)	O
發芽率	—	92(%)	O	86(%)	O	70(%)	X	100(%)	O	100(%)	O	84(%)	X	未檢測	—
氧化鈣	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
氧化鎂	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—

註：O 為符合雜項肥料品目，X 為未符合雜項肥料品目，－為無雜項肥料品目標準或未檢測，發芽率無法規標準，但建議以85%為廚餘堆肥可接受之腐熟度。

表 3.6.2-6、各堆肥廠成品檢測報告(續)

名稱 檢測項目	雜項肥料	坪林		頭份		苑裡		民雄		田尾 (第二次訪查)		霧峰	
導電度	—	3.2(dS/m)	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	2.4(dS/m)	—	未檢測	—
酸鹼值(pH)	5~9	7.1/6.36	O	8.87	O	8.70	O	5.80	O	8.56	O	8.21	O
水份	<40.0(%)	46.7(%)	X	55.8(%)	X	17.8(%)	O	40.5(%)	X	41.3(%)	X	50.3(%)	X
有機質	>50(%)	74(%)	O	未檢測	—	未檢測	—	93.0(%)	O	60.2(%)	O	未檢測	—
總氮	0.6~5.0(%)	1.9(%)	O	未檢測	—	未檢測	—	1.52(%)	O	2.5(%)	O	未檢測	—
碳氮比	10~20	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
全氧化鉀	0.3~4.0(%)	0.4(%)	O	未檢測	—	未檢測	—	1.35(%)	O	2.8(%)	O	未檢測	—
全磷酐	0.3~6.0(%)	0.7(%)	O	未檢測	—	未檢測	—	0.532(%)	O	2.0(%)	O	未檢測	—
氯	<6.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	0.283(%)	O	未檢測	—	未檢測	—
鈉	<4.0(%)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	0.155(%)	O	未檢測	—	未檢測	—
銅	<100 (mg/kg)	7.8 (mg/kg)	O	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鋅	<500 (mg/kg)	36.5 (mg/kg)	O	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
砷	<25 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鎘	<2.0 (mg/kg)	0.1 (mg/kg)	O	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鉻	<150 (mg/kg)	4.6 (mg/kg)	O	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鎳	<25 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
鉛	<150 (mg/kg)	1.3 (mg/kg)	O	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
汞	<1.0 (mg/kg)	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
發芽率	—	98(%) (稀釋 10 倍)	O	100(%) (稀釋 10 倍)	O	90(%) 稀釋 10 倍	O	94(%) (稀釋 10 倍)	O	100(%) (稀釋 10 倍)	O	100(%) (稀釋 10 倍)	O
氧化鈣	—	3.1(%)	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—

名稱 檢測項目	雜項肥料	坪林		頭份		苑裡		民雄		田尾 (第二次訪查)		霧峰	
		0.2(%)	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—	未檢測	—
氧化鎂	—												

註：O 為符合雜項肥料品目，X 為未符合雜項肥料品目，— 為無雜項肥料品目標準或未檢測，發芽率無法規標準，但建議以85%為廚餘堆肥可接受之腐熟度。

表 3.6.2-7、各類肥料品目及規格

中華民國 102 年 4 月 3 日行政院農業委員會農糧字第 1021052625 號公告修正

(十一)雜項堆肥(品目編號 5-11)

- 1.適用範圍：以植物渣粕、動物廢渣、魚廢物、副產動物質、副產植物質、廚餘或事業廢棄物等為原料，經過翻堆、醱酵腐熟、調配成分、堆置風乾等程序所製成之堆肥。
- 2.性狀：固態。
- 3.成分：
 - 3.1 主成分：
 - 3.1.1 有機質 50.0%以上。
 - 3.1.2 全氮 0.6%以上，5.0%以下；全磷酐 0.3%以上，6.0%以下；全氧化鉀 0.3% 以上，4.0%以下。
 - 3.2 有害成分：砷不得超過 25.0 mg/kg，鎘不得超過 2.0 mg/kg，鉻不得超過 150 mg/kg，銅不得超過 100 mg/kg，汞不得超過 1.0 mg/kg，鎳不得超過 25.0 mg/kg，鉛不得超過 150 mg/kg，鋅不得超過 500 mg/kg。
- 4.限制事項：
 - 4.1 不得混入化學肥料或礦物。
 - 4.2 水分 40.0%以下。
 - 4.3 pH 值 5.0 以上，9.0 以下，並應標示 pH 值。
 - 4.4 碳氮比 10 以上，20 以下。
 - 4.5 以廚餘為原料者，應登記本品目，且鈉不得超過 4.0%，氯不得超過 6.0%。
 - 4.6 利用或添加事業廢棄物為原料，應依「肥料登記證申請及核發辦法」第 5 條規定辦理。
- 5.應檢驗項目：
 - 5.1 全氮、全磷酐、全氧化鉀、有機質、砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、水分、pH 值、碳氮比。
 - 5.2 利用或添加非屬「肥料登記證申請及核發辦法」第 5 條第 3 項規定之事業廢棄物者，應辦理事業廢棄物成分檢驗及作物毒害試驗。
 - 5.3 以廚餘為原料者，須檢驗鈉及氯。

3.7 辦理全國廚餘回收再利用業務檢討會

環保署自 92 年全面推動廚餘回收再業務，配合各縣市推動成效評鑑工作每年都曾辦理各縣市之廚餘回收再利用業務檢討會(92~100 年)。業務檢討會之目的是為讓各縣市廚餘回收再利用承辦人員了解廚餘回收工作之法規政策，以及提升現場操作人員之專業技能。

本計畫本年度將辦理之全國廚餘回收再利用業務檢討會(2 天 1 夜)，對象以各直轄市、縣(市)廚餘回收再利用業務承辦人員為主，各縣市亦得推薦鄉(市、鎮、區)人員參加。業務檢討會將包括環保署廚餘回收再業務政策方向、技術與實務介紹、各縣市經驗交流等三大方面。

原訂於 106 年 9 月 12-13 日舉辦全國廚餘回收再利用業務檢討會，因泰利颱風來襲，配合環保署時間延期至 11 月 7~8 日於屏東縣恆春鎮舉辦，廚餘回收再利用業務檢討會議程如表 3.7-1 所示，會議中由環境督察總隊吳總隊長進行專題講座，以提升與會者之環保設施效能概念，後續由新北市、桃園市、臺中市、臺南市及臺東縣進行各縣市廚餘回收再利用之經驗分享，包括脫水設備、生質能源中心及綠能生態園區規劃、促參經驗分享、廚餘回收再利用中心規劃等，最後由環境督察總隊林科長進行廚餘回收能資源化目標及經費補助說明，會議共 58 人參與，詳細會議資料及簽到單如附件五所示。

表 3.7-1、廚餘回收再利用業務檢討會議程

時間	議程	主講（持）人
第一天 106 年 11 月 7 日（二）		
09:50~10:00	高鐵左營站集合及報到（10:00 準時出發）	
10:00~12:00	路程	
12:00~13:20	報到/午餐	
13:20~13:30	長官致詞	環保署長官
13:30~14:20	專題講座： 多元化垃圾處理技術-提升環保設施效能概念	環保署環境督察總隊 吳總隊長盛忠
14:20~14:40	廚餘脫水設備之設置簡介	新北市政府環保局
14:40~15:00	桃園市生質能源中心之規劃	桃園市政府環保局
15:00~15:20	休息/茶敘	
15:20~15:50	臺中市外埔綠能生態園區之規劃及 辦理促參經驗分享	臺中市政府環保局
15:50~16:10	廚餘堆肥廠破碎脫水前處理系統之規劃	臺南市政府環保局
16:10~16:30	臺東縣廚餘回收再利用中心之規劃	臺東縣環保局

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

時間	議程	主講（持）人
16:30~17:00	廚餘回收能資源化目標及經費補助說明	環保署環境督察總隊 林憶芳科長
17:00~18:00	意見交流	環保署長官
18:00~18:30	環境介紹/入房登記	
18:30~20:30	分組業務交流及晚餐	
第二天 106 年 11 月 8 日（三）		
07:00~08:50	早餐時間及退房作業	
08:50~09:00	集合	
09:00~09:30	路程	
09:30~12:00	參訪環境教育場所（國立海洋生物博物館）	
12:00~13:30	午餐（明立海鮮餐廳）及車程	
13:30~15:30	路程（屏東-高鐵左營站）	
15:30	活動結束 賦歸	





圖 3.7-1 廚餘回收再利用業務檢討會辦理情形

意見交流討論摘要如下：

1. 廚餘回收為垃圾處理中之重要工作項目，請各縣市依經費補助說明申請經費，以推動廚餘回收工作。
2. 廚餘堆肥脫水十分重要，脫水後可節省堆肥空間，堆肥易發酵，效果佳，與快速發酵之原理相同。
3. 台中市分享之經驗，希望可將稻桿回收結合代耕業者，4 區一期稻作約一萬多公噸稻桿，規劃農民部分回饋 3,000 元/公頃，目前傾向由代耕業者將稻桿捆扎至田邊，無補貼費用，後續由清潔隊租車收運。代耕業者可配合將田間稻桿運至大馬路由抓斗車清運，稻桿若不足可由廢樹枝當替代來源，台中市年底會申請通過肥料登記證。
4. 台中市外埔生質能廠保留 10%調度量，若有餘裕，配合環保署進行調度。
5. 廚餘脫水後濃度極高，可以釋後進入民生污水處理廠，台中市社區加入糖蜜後曝氣，數月後可腐熟，可清洗馬桶、製做植物液肥等，促進有機農業發展，環保署積極與農委會溝通讓液肥可申請肥料登記證，但由於無滅菌須注意使用衛生安全。

另為了解與會各縣市承辦單位對於廚餘回收業務推動情形及對於業務檢討會之滿意度，故於業務檢討會進行問卷調查，本計畫整理各縣市推動廚餘回收之困難與建議，彙整各縣市針對廚餘回收再利用之困難點為專業技術及人員培訓不足、用地取得困難、需經費支持、地方溝通及民眾分類不確實等，詳細資料如表 3.7-2 所示，針對本次會議活動之意見如表 3.7-3 所示。

表 3.7-2、各縣市推動廚餘回收之困難與建議

縣市	困難	建議
台中市	技術面:專業知識、技術的選擇(因地制宜)，設備更新及正常運作，持續維護保固，人員培訓。	技術面:前置研析及諮詢，好的設備才能提升執行效益，更須好的優良專業團隊及教育訓練。

縣市	困難	建議
	<p>行政面:用地取得及地點合宜性，全市全民配合落實廚餘分類(生熟廚餘)困難度高。</p> <p>財務面:爭取府內及中央支持的協調過程，廚餘回收再利用場地取得，設備購置，維護經費，業務推廣費用。</p> <p>其他:地方溝通及信任度取得，如何長久正常運作及提升效能。</p>	<p>行政面:相關配套措施完備性，加強宣導，提供誘因，從小教育，提升環保正確觀念及意識。</p> <p>財務面:爭取中央支持，委外收支對列、中央補助、地方預算增編。</p> <p>其他:1.專人專職，縮短辦理時程。</p> <p>2.成立工作小組</p> <p>3.府內溝通暢通</p> <p>4.須中央、地方政府及市民的支持及配合(如經費、專家學者的參與及民眾的配合)</p>
臺南市	<p>1.區隊回收廚餘清運能力不足，缺乏人力、機具回收能力還需提升，以期可回收更多廚餘。</p> <p>2.部分廚餘無法以養豬或堆肥方式消耗，分類宣導上一直無法以簡單明瞭的方式給民眾了解。</p>	<p>修正資收率與廚餘回收率計算方式，現行計算模式不合理。</p>
嘉義縣	<p>技術面:回收廚餘不易保存，未有足夠堆肥廠及專業人力進行相關堆肥。</p> <p>行政面:生廚餘回收，未全面推動。</p> <p>財務面:無足夠經費取得土地合法化申請肥料登記證，販售管道受阻。</p>	<p>1.建議大署補助偏遠地區購買高效堆肥系統，解決清運人力與運輸成本。</p> <p>2.建議大署能補助堆肥場操作人力，以解決清潔隊人力不足。</p>
新竹縣	<p>1.經費有限。</p> <p>2.設備屬傳統式，處理效率有限。</p> <p>3.轄內養豬戶較多，清潔隊於回收前端回收廚餘量有限。</p>	-

縣市	困難	建議
新竹市	<p>1.機具及人力上仍不足，廚餘再利用設施興建用地取得不易。</p> <p>2.廚餘品質不良，變賣不易。</p> <p>3.廚餘收運時間及方式，目前為委外(放桶)收運，委外處理，但在清潔隊收運時，桶子的暫存是有問題的。</p> <p>4.餐飲業之廚餘無法有效引導其委外清運，全部皆給沿街清潔隊收，造成在收運上有困擾。</p>	<p>1.與鄰近縣市合作，協助其處理垃圾，廚餘則由其協助處理。</p> <p>2.建議廚餘生質能中心採區域縣市整合，讓面積小的縣市可以轉送至大的縣市生質能中心處理。</p> <p>3.建立各縣市廚餘承辦單位人員聯絡資料，供各縣市承辦人方便意見交流。</p>
雲林縣	<p>1.民眾分類回收不確實或不願分類。</p> <p>2.公所之隊員應做好教育訓練。</p>	-
恆春鎮公所	隨垃圾車之廚餘桶，民眾配合度不高，導致常和隨車人員發生口角，延誤垃圾清運，一對百人，成效不佳。	多用電視、媒體推廣，讓民眾了解廚餘回收好處及重要性，才有向心力，民眾觀念正確在推行才會減少紛爭。

表 3.7-3、各縣市對於本次廚餘回收再利用業務檢討會之意見

縣市	本次會議印象最深刻?	會議專題報告哪些值得參考學習	對本次會議之建議
桃園市	會議舉辦場地設備良好	臺中市外埔綠能生態園區之規劃及辦理促參經驗分享、台東廚餘回收再利用中心之規劃	無
臺中市	好山、好水、好環境。 環保工作是大家共同響應及配合。	各有其特性，因地制宜，都值得學習	無

縣市	本次會議印象最深刻?	會議專題報告哪些值得參考學習	對本次會議之建議
臺南市	講師經驗豐富，獲益良多。	都值得參考學習。	很好，無意見。
新竹縣	本縣垃圾問題嚴重，經總隊長說明 MBT 及氣化之處理方式，對於垃圾處理似乎可考慮，進而解決垃圾無去處之問題。	了解其他縣市廚餘回收之方式，做為交流參考，亦了解目前廚餘回收處理的新技術及方式，因本縣未來考慮採創新技術，藉本次會易了解及參考。	無
新竹市	廚餘回收再利用技術的升級。	1.廚餘脫水、厭氧消化處理。 2.稻桿氣化發電的設置。	無
嘉義縣	總隊長向行政院林全院長報告，院長回覆三句話:1.馬上做 2.產業化 3.新南向。	新北式的隨袋徵收，致使民眾廚餘確實分類，提高廚餘回收率。	很滿意，無。
雲林縣	廚餘再利用之方法及經驗分享，最深刻為脫水設備及節省之經費。	其他縣市之經驗均值得學習。	無
恆春鎮公所	桃園市生質能中心之規劃	召開說明會、公聽會，讓民眾了解，無民怨。	建議可多召開廚餘回收之會議，增加廚餘多方知識及各鄉鎮業務交流。

第四章、結論與建議

本計畫已依合約進度完成所有工作項目，茲就結論與建議分述如下：

一、結論

1. 本計畫已完成全國未回收廚餘量、以果菜市場廢棄物為主之農業廢棄物、豬糞渣及污泥與下水道污水處理廠餘裕量調查，並完成上述生質物共厭氧消化之潛能進行分析。本項調查之目的在規劃未來國內設置生質能源廠後，各地可提供之有機廢棄物料源，經評估各地區除生質廢棄物種類及數量有所差異外，其主要料源品項亦不盡相同，如北部地區回收廚餘量較其他地區高，而中南部地區則以農林剩餘資材、禽畜糞比例較高。
2. 以單一基質進行厭氧消化產生沼氣之潛能而言，養豬廚餘與果菜廢棄物相近具最高之沼氣轉換率，而豬糞尿次之。下水道污泥生物可分解率較低，沼氣產生率也最低。以 2 種共厭氧消化模式試驗結果發現養豬廚餘比例為 50%~67% 之間，由廚餘提供足夠的溶解性反應基質，搭配其它基質混合獲得較穩定微生物反應較佳的環境，也可獲得較多的生質氣體。以廚餘與果菜廢棄物、畜牧糞尿、下水道污泥進行試驗，發現下水道污泥加入厭氧處理系統中，於先前的 BMP 的測試結果發現，對整體產氣反應的增加並無太多的提升的功能，僅能於批次實驗中提供 pH 緩衝的能力。
3. 養豬廚餘、果菜廢棄物與養豬畜牧廢水共消化不僅可降低廚餘的油脂影響使產氣量增加外，廚餘與果菜廢棄物厭氧出流的沼渣液再利用只要做好沼渣液的儲放管理或適度稀釋，與目前進行的養豬畜牧廢水再利用灌溉於農田方式相較，其肥效甚至高於現有的養豬畜牧廢水。
4. 各類有機廢棄物進行厭氧消化後之沼液分析結果發現，養豬廚餘與果菜廢棄物共消化之沼液總有機氮含量可高達約 1,000~3,000mg/L 左右(依進料處理濃度而定)，相對於豬糞尿厭氧消化廠之沼液，可提供較高之氮肥，澆灌於農地將更有利於農作物之生長。而銅、鋅等重金屬含量不僅低於農委會之液態雜項有機肥料(品目 5-14)之管制標準，甚至更低於養豬場厭氧消化廠所排出之沼液。

5. 本計畫針對四大類有機廢棄物共消化進行製程及設備規劃，並完成最適比例之分析，分析各項影響因子及評估相關之經濟效益、環保效益等。可提供各縣市依其有機廢棄物產生量，規劃採行之最適化厭氧消化模式參考。
6. 為提升整體廚餘再利用成效，本計畫同時進行 19 處(20 場次)之公有堆肥廠效能評估，並提供操作技術協助與設施改善建議。發現部分堆肥廠依現有空間可再增加處理量(如竹南、竹山廠)，但人力不足，且缺乏誘因增加處理量。廚餘堆肥場最迫切需求之改善設施為廚餘脫水設備，經檢討為當前可發揮最大效益者，可優先採行。
7. 本計畫配合環保署提報行政院之「多元化垃圾處理計畫」，完成「廚餘生質能源化六年經建計畫草案」，提出包括推動全面回收、暢通多元利用(飼料化、肥料化、能源化)及健全合作機制等全方位之廚餘回收再利用目標及相關推動策略，將可提供環保署作為逐年推動廚餘回收再利用工作之參考。

二、建議

1. 國內之廚餘以往皆以養豬、堆肥再利用為主，但二者都有待克服的問題。考量國內各縣市之情況，未來之廚餘回收策略為全面回收提高回收再利用率；依地方之環境特性因地制宜推動肥料化、飼料化與能源化之多元化再利用。此外應加強農政、環保單位之合作，以提升全國廚餘回收再利用之成效。
2. 配合節能減碳國際趨勢，廚餘厭氧消化能源化為未來必須加強推動之工作。但考量各縣市可回收廚餘性質之差異性，必須因地制宜與適當之有機廢棄物進行共消化，以發揮最高經濟效益。
3. 相對於禽畜糞等各種有機廢棄物之厭氧消化，養豬廚餘是沼氣產生潛能最高者，然而厭氧消化後產生之沼渣沼液濃度高，不宜直接排放於地面水體。但考量所含之豐富有機質為農作物生長所需之肥份，故應以提供農地澆灌利用為最佳策略，但目前之法規尚未容許。然而依據本計畫研究所進行之各類有機廢棄物厭氧發酵沼液分析結果發現，養豬廚餘、果菜廢棄物厭氧發酵之沼液各項成分皆低於農委會液態雜項有機肥料之管制標準，建議農政機關協助

調整沼肥農地利用之相關法規，以增加廚餘厭氧消化處理之沼肥去化途徑，創造多贏的局面。

4. 配合政府全力推動綠能目標，農委會積極鼓勵養豬場設置厭氧發酵場並進行沼氣發電。但國內各養豬場所收集之糞尿濃度偏低(有機固體約僅 1%)，若將有機濃度高且生物分解率亦較高之廚餘、果菜廢棄物部分提供養豬場厭氧發酵廠做共消化，將可提高其沼氣產生量，更具經濟效益。
5. 對於以廚餘為主要處理目標之厭氧發酵廠，可依各地區環境狀況，將果菜廢棄物收集與廚餘混合進行共消化以提高經濟效益，考量沼液沼渣再利用之安全性問題，不宜將下水道污泥投入廚餘厭氧發酵廠。
6. 雖然推動厭氧消化為未來之目標，但以往環保署所補助設置之廚餘堆肥廠仍不宜偏廢。針對設施完整，處理容量大之堆肥場，可加強處理設施之改善，提升整體處理成效。
7. 考量含水率偏高是廚餘堆肥場進行堆肥發酵最棘手之問題，建議環保署可視實際需要優先補助各地方設置包括破碎機、脫水機(可將廚餘含水率降低至 70%以下)等前處理設備，降低廚餘之含水率及粒徑，對於提升廚餘堆肥場效能將有極大助益。
8. 環保署曾補助各縣市鄉鎮設置五十多處堆肥場，目前堆肥場大多維持良好性能持續營運，但也有少數堆肥場設施老舊故障且缺乏人力或不熟悉操作技術，以致操作量能不足，正逐步提升中。另一方面為鼓勵各縣市提升廚餘回收再利用成效，建議應辦理各縣市廚餘回收再利用之評鑑工作，並持續輔導各堆肥場提升效能。

附 件

附件一、「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」第一次工作進度報告、期中報告審查意見回覆及期末報告審查意見回覆

「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」

第一次工作進度報告審查意見回覆

審查意見	回覆說明
1. 請再針對生廚餘消化、廚餘（生熟不分）消化、廚餘（生熟不分）與養豬廢水各 50% 共消化等 3 種試驗產生之沼渣、沼液進行性質分析，其中沼液性質分析需包括肥料管理法中液態肥料品目所列之相關管制項目、成分，並予以比對。	將依審查意見與要求配比，增加本項 BMP 試驗與相關管制項目與成分分析與比對工作項目，因 BMP 試驗與各分析項目需時較長，完整報告內容將於期末報告中提出。
2. 有關廚餘與養豬糞尿廢水共厭氧消化之試驗與研析工作項目，為切合未來共消化實廠操作需求，請先瞭解參考目前養豬業沼氣發電實廠之做法（亦即進場之養豬糞尿廢水究屬經沉澱前處理後之濃縮廢水？抑或完全未經前處理之廢水？），規劃以未來可行之模式，進行該項試驗。	目前國內養豬廠做沼氣發電都是先固液分離，移除固形物後再進厭氧發酵槽。但未來若要與廚餘共消化，建議應以未固液分離之廢水為主，以提升生質氣體產量。
3. 部分專有名詞僅以英文表示，請一併寫出中文說明。	已補充於期中報告中。
4. 圖表請增加「引用出處」說明。	已補充於期中報告中。
5. 表 1 (P.2) 列出近 5 年全國廚餘回收統計資料，請說明總廚餘產出量計算方式。	廚餘產出量是由廚餘回收量再加上未回收量(由清運垃圾中所佔之廚餘比例推算)而得，將補充說明。
6. 圖 2(P.7) 列出各類有機物共消化量與產氣貢獻度，惟未包含廚餘，請補充包含廚餘共消化之實廠各類有機物共消化量與產氣貢獻度資料。	圖 2 是文獻參考資料，引用之目的是說明共消化可發揮的優點，非針對廚餘，而是由 Fat and fat residues 及 Bleach clay 中，顯示出含油脂的產氣貢獻度很大，用以說明廚餘含油脂可提高產氣貢獻度。
7. P.20 最後一段提及「部分縣市之果菜市場回收部分因『特殊因素』，果菜殘渣進入公有廚餘堆肥場或養豬戶之回收量並未呈現於報表中，值得注意。」，請補充說明『特殊因素』為何。	特殊因素為不合法養豬場回收再利用，將補充修正於期中報告中。
8. P.22 表 8 中，部分果菜市場（如高雄果菜市場、臺南安南果菜市場等）同時有「植物性殘渣產生量-焚化處理」及「生活垃圾產生量-焚化處理」	表 8 為 18 個果菜市場以環保署列管污染源資料查詢系統查詢之結果，可能為部分果菜市場生活垃圾量少併入「植物性殘渣產生量-焚化處理」合

審查意見	回覆說明
理」，顯示意義為何？	併申報。
9. P.23 表 9 之調查更新日期為 104/7/10，是否有較新之調查統計資料？	105 年度的統計報表尚未出版，將依其出版時間於報告內進行更新。
10. P.24 歐盟適用於生物處理的生物廢棄物綜合清單中， (1) 四、原文”from human and animal feed industries”，feed industries 是指「飼料工業」或「飼養產業」？ (2) 請補充說明六、EC-Regulation 1069/2009 之內容。	其內文 feed industries 應指飼養產業，已於報告內修正。 EC-Regulation 1069/2009 為狂牛症發生後，歐洲議會和理事會於 2009 年 10 月 21 日所公告的第 1069/2009 號條例，主要內容是規定適用於動物副產品和衍生性產品的公共衛生和動物衛生規則，包括適用於生物處理的生物廢棄物綜合清單與處理方式，以防止並儘量減少這些產品對人體和動物健康的風險，特別是保護食品及飼料鏈安全所作規定，避免人類消費的動物副產品和衍生產品影響人體的健康。
11. P.26 「二、目前養豬場有 7,681 場，飼養豬隻共約 550 萬頭，養豬場獨立設置沼氣發電之具經濟規模飼養頭數為 2 千頭以上，共 484（漏字），飼養豬隻 231.6 萬頭。」，與 P.17 該段文字及表 6 數據不一致，請確認並說明之。	將依農委會最新統計資料(105 年 11 月)更正，前後數據將作一致性。目前養豬場有 7,609 場，飼養豬隻共約 544 萬頭。養豬場獨立設置沼氣發電之具經濟規模者為飼養頭數為 2 千頭以上，共 471 場，飼養豬隻 209 萬頭。
12. P.27 「三、農業廢棄物的部分：依行政院農業委員會 2012 年統計結果」，請更新統計數據。	將更新最新資料並補充於期中報告中。
13. P.28 廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化之試驗與研析，請說明堆肥廚餘、養豬糞尿廢水及果菜廢棄物等試驗廢棄物之來源。	堆肥廚餘取自新竹市環保局回收站，養豬糞尿廢水取自於苗栗竹南養豬場及果菜廢棄物取自新竹果菜市場，已補充於期中報告中。
14. P.34 第 2 段「近 5 年廚餘產生量每年 201.8 萬噸，其中只有 75.4 萬噸回收利用於養豬與堆肥，...，尚有 126.4 萬噸未回收而送至焚化廠焚燒。」，與 P.2 表 1 統計數據不一致，請確認之。	將依環保署最新統計資料更正，前後數據將作一致性。
15. P.41 「（一）既有堆肥場輔導改善及性能提升」建議執行方式「(5)各鄉鎮市既有廚餘堆肥場長期未正常操作，且無持續操作意願者（收集不到料源），俟設備使用年限到期後報廢」，建請修改為設備仍在使用年限內之堆肥場應採積極作	已修正。

審查意見	回覆說明
為，增加回收廚餘量並妥善操作，避免廠房設備閒置。	
16. P.42 表 18 與 P.23 表 9 重複。	已修正刪除表 18。
17. P.54 表 25 中： (1)可再增加處理量「無」與「－」表示之意義有無差異？ (2)新豐場之優點提及「利用『兩個場區』配合操作，可發揮效能」，請補充說明『兩個場區』為何。	可再增加處理量「無」是指依該場正常操作，但依目前的場地及設施現況，處理量已飽和無法再提高處理量。 「－」表示是該場未依正常程序操作(如田尾)，或未操作(苗栗)，無法評估是否可再增加處理量，期中報告將另作更明確說明，並補充若擬增加處理量應作之設施增設或改善之建議。
18. P.67 附件二之廚餘堆肥場效能評估報告，請將現場效能評估拍攝之堆肥場設施狀況照片新增於報告內文中。	已補充照片於報告內文中。

「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」

期中報告審查意見回覆

審查意見	回覆說明
歐陽委員嶠暉	
1. 表 12 國內厭氧消化調查表中可增列高雄中區及台北淡水兩廠，其中水力停留時間及餘裕量欄宜再 check。	表中所列資料將於期末報告時一併調查更新。
2. 整體報告已收集及調查很多資料，整體瞭解臺灣有機廢棄物量及問題，相當不易。	感謝委員肯定。
3. 整體報告稍發散，未來宜就廚餘產量較大的數都市，就該都市其廚餘與各類生質廢棄物以在地既有設施及未來可整合的方向，做較具體的整合項目及量化的探討規劃，提出該都市較具體的整合方案，做為未來推動之具體建議。	謝謝指教，評估未來可設置生質能廠之地區，除六都外，另區域性整合者包括：(1)新竹縣、新竹市、苗栗縣，合計 220 噸/日，(2)彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市，合計約 420 噸/日。而六都中台北市、桃園市、台中市正進行規劃中者，環保署將配合其規劃方向做部分之協助。
4. 廢棄物共消化比例實驗，其中下水污泥 TVS/TS 比 67.2%，其代表性似較低，可能與污水廠是否為初期污水量較低有關，請 check。	下水道污泥採自新竹市客雅污水處理廠污泥沉澱濃縮池，第一期設計進水量為 30,000 CMD，目前進水量 22,000 CMD，因有部份污水由截流站導入，且污泥儲槽包括初沉與二沉池污泥，可能造成污泥特性有所影響。於污泥特性 TVS/TS 比例分析成果，本研究團隊於 103~104 年分別針對迪化、八里、福田、安平及六塊厝進行下水道濃縮槽污泥採樣分析，其 TVS/TS 分別為 76.2%、50.3%、58.6%、57.4%及 76.1%，本次測定之 TVS/TS 測值 67.2%應仍有其代表性。
曾委員四恭	
1. P.19 表 5 中之清運垃圾中廚餘占垃圾清運量之 37.98%，目前有些縣市垃圾收集，已執行廚餘之分類收集，故清運垃圾中之廚餘量理該含量不多，例如台北市，但清運垃圾中含廚餘量高達 33.89%。另目前清運垃圾中之廚餘量佔 38%，有何收集方法提高廚餘之回收量，降低清運垃圾之含量比例。	<p>表 5 之數據是環保署統計資料，垃圾中廚餘所佔之比例係由各縣市焚化廠進場垃圾採樣分析所得之數據。目前顯示廚餘之比例仍高，應加強：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加強教育宣導勸導民眾作好生、熟廚餘之分類回收。 2. 實施垃圾破袋稽查，禁止廚餘混入一般垃圾中。

審查意見	回覆說明
	<p>3. 養豬再利用確實管理及統計再利用量。</p> <p>4. 擴大事業機構廢棄物管理，員工生活產生之廚餘須納入申報。</p>
<p>2. 第三章 3.2 節廚餘與各類有機廢棄物共消化 BMP 試驗之各類有機廢棄物，養豬糞尿以直接沖洗之未固液分離的養豬廢水，但此種廢水之 TVS 濃度是否可達 30,000mg/L 濃度，為何不考慮固液分離後糞渣、濃度高、再稀釋為所規劃之濃度，其水質與固液分離水質有何不同？</p>	<p>目前養豬場廢水處理多為三段式操作，因考量糞便固渣仍具有相當的有機性物質可增加產氣量，由於糞渣與糞尿中的有機物、氮化物與重金屬濃度差異大，為評估可能造成的產氣量與沼渣沼液利用測試影響，故測試豬糞尿基質直接取自於現場沖洗後的收集渠道，不進行固液分離之前處理或稀釋調整濃度。</p>
<p>3. 由表 16 之 BMP 試驗之各類基質特性分析中：</p> <p>(1)提供甲烷氣之水質項目為 TVS 及 SCOD 兩種水質，故可以看出 BMP 試驗產生甲烷氣之基質為廚餘與果菜廢棄物，畜牧糞尿之 TVS 濃度高，但 SCOD 濃度低，研判其 TVS 中很多為非溶解性 COD，生物分解困難，下水道污泥 SCOD 濃度低，反而會降低甲烷氣量。</p> <p>(2)TKN、NH₃-N、Org-N 濃度，以廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿含量高，但果菜廢棄物之成分組成，應以碳水化合物為主，為何會有高之 N 化合物？請說明原因。</p>	<p>廚餘與果菜廢棄物有機物成份高且有經果汁機進行前處理破碎，故溶解性 COD 可較高可促進初期反應與生質氣體產量，畜牧糞尿中固體物主要為未消化完畢的殘留飼料，故以非溶解性 COD 較高，下水道污泥不論 TVS/TS 或溶解 COD 濃度低，皆不利增加生質氣體產氣量。</p> <p>本計畫執行固體物之各項分析皆為採樣後分析完成，以廚餘、果菜廢棄物及畜牧糞尿的碳氮比相較，以畜牧糞尿最低，再者為廚餘，比例最高為果菜廢棄物。果菜廢棄物皆於新竹市果菜批發市場資源回收區收集，N 含量偏高原因可能為原料除果菜葉外還有部份豆類，導致 N 含量較高。</p>
<p>4. BMP 試驗分析結果見表 18、表 20：</p> <p>(1) 廚餘與果菜廢棄物量比例高，產生之甲烷氣高，為合理結果，但廚餘之 SCOD 濃度為果菜之 2 倍，但 BMP 試驗看不出有此種相關性，建議分析此種含碳水化合物在厭氧發酵特性的不同及理由。</p> <p>(2) 100%廚餘之試驗，甲烷氣產生量很低，其可能原因為油脂太高及 pH 低所造成，是否可以確定是何種原因所造成？</p> <p>(3)以 100%之廚餘及 100%之果菜廢棄物之 BMP 試驗結果，廚餘容易造成 pH 偏低(pH=4.2)之情</p>	<p>(1)由於養豬廚餘與果菜廢棄物量的固體物濃度與有機比例較高，產生之甲烷氣量應隨有機物質增加而提高，但研究文獻提到油脂分解可增加產氣量，但大量油脂於厭氧系統將影響微生物分解，故於 BMP 試驗中高比例的廚餘亦含大量油脂造成產氣影響，此部份亦為推動共消化可降低此部份的影響。</p> <p>(2)100%廚餘之試驗甲烷氣產生量較低主要原因應為油脂量影響微生物反應，間接造成揮發酸累積與反應瓶 pH 降低，使反應瓶內甲烷菌反應更受影響，使產氣量無法隨固體物濃度增加</p>

審查意見	回覆說明
<p>形，果菜之最終 pH 還可以維持至 6.6，且產氣量很高，其理由？</p> <p>(4)廚餘之最適添加%以 67%~50%，請試以 100% 廚餘，但增加鹼度，使 pH 維持酸性 pH 時之產氣量是否會提高？</p> <p>(5)養豬廢水及下水道污泥 100%，因 SCOD 濃度低，故產氣量低，對 pH 之緩衝能力大，對系統 pH 之下降程度可以減慢，請補充說明可以減少 pH 下降之原因，其中原因之一可能 SCOD 濃度低，酸化程度少，故 pH 下降不大。</p> <p>(6)建議再收集國內外相關之廚餘或其他有機性廢棄物之厭氧消化數據，可以作為佐證。</p> <p>(7) 由 BMP 試驗結果，可以看出在廚餘厭氧化，若要與其他有機廢棄物共消化，原則上以果菜廢棄物為優先考慮，理由 a.不會降低甲烷氣產生量 b.可以稀釋廚餘不利條件，如油脂濃度及減緩 pH 之下降速率 c.不致增加沼液及沼渣之重金屬濃度。至於養豬廢水可以考慮，但視養豬廢水之重金屬濃度之限制。混合養豬廢水多少會降低單位體積之產氣量？若重金屬含量過高會影響沼液及沼氣之利用性。</p>	<p>而提升。</p> <p>(3)以 100%廚餘及 100%果菜廢棄物 BMP 試驗結果，反應瓶內物質特性以所差異，由於廚餘成份包括澱粉類碳水化合物，此部份容易造成酸化，但果菜類則以纖維性物質居多，澱粉類快速酸化將使 pH 偏低而造成甲烷菌活性受到影響，且批次式實驗無法如連續式反應器可進行加鹼與 pH 控制操作，雖已於反應瓶內添加鹼度減少 pH 偏低的影響，但反應後期的 pH 降低仍可能造成甲烷菌反應影響而使產氣量降低，造成廚餘與果菜廢棄物於最終 pH 及產氣量的差異。</p> <p>(4)批次實驗較無法進行 pH 控制，且無法預估鹼度添加需求量，過高鹼度添加亦可能造成瓶內產氣比例中的二氧化碳增加。</p> <p>(5)養豬廢水及下水道污泥 100%，主要因有機性物質與溶解性 COD 濃度偏低，整體厭氧反應過程的水解、酸化及甲烷化過程較能循序配合反應，不若廚餘澱粉類的酸化速率對 pH 之影響較大，故對系統 pH 之下降程度可以減慢。</p> <p>(6)感謝委員建議，會再收集與補充國內外相關之廚餘或其他有機性廢棄物之厭氧消化數據作為說明討論佐證。</p> <p>(7)感謝委員建議，由 BMP 試驗結果，為減少養豬廚餘厭氧化過程的油脂等物質的影響，與堆肥廚餘或果菜廢棄物可為優先考慮，養豬廢水添加共消化反應，需視養豬廢水重金屬濃度限制調整，混合養豬廢水雖會降低單位體積產氣量但可提高沼渣沼液的 N 含量與利用性。</p>
<p>5. 推動廚餘之厭氧消化政策是否能順利，沼液及沼渣之再利用，應為最關鍵性之因素，但沼液及沼渣之再利用，必先政府規劃好各分區及各時間之利用量及沼渣沼液之品質要求，涉及問</p>	<p>報告中已有蒐集與提出國際間對沼液及沼渣之再利用規範，將依國內目前環保署提出的畜牧業沼液及沼渣之再利用成果，提出規劃利用時間與利用量及沼渣沼液之品質要求等建議。</p>

審查意見	回覆說明
題相當多。本計畫在這些項目若能提出具體可行之方案，對未來廚餘共厭氧消化政策之推動必有很好的幫助。	
王委員文裕	
1. 報告中數據位數宜謹慎處理，例如表 5 清運垃圾中廚餘 37.98%，P.19 內文 40%。P.2 近 5 年平均廚餘未回收量為 1,229,657 公噸（表 1），但第 5 行為 130 萬公噸，若計算會得 67.1%，而非文中之 63.5%。另表 2 缺單位，表 5 部分欄位缺單位。	已修正及補充於本文中。
2. P.2 清運之垃圾中廚餘逐年增高趨勢，表 2 數據宜有分析能確認逐年增高或小幅差異。	已補充於報告中。
3. 表 5 各欄數據宜於表內或內文以公式說明。例如廚餘回收量≠堆肥再利用量+養豬再利用量。	已補充公式於表 5 中，部分縣市提供之廚餘回收量有「其他」之選項，因此廚餘回收量≠堆肥再利用量+養豬再利用量。據了解「其他」之再利用方式為養雞、養鴨...等之量。
4. 進料種類與配比，可能與所需或適用的前處理方式有關連，若可行，建議於報告中研析並提供建議。	感謝委員建議，本計畫執行之各類有機物中以廚餘及農業果菜廢棄物應有破碎前處理後，再經計量與混拌後進入厭氧共消化反應器中，此部份會於期末報告中的相關工作項目成果中提出說明與建議方案規劃。
5. 經建計畫（草案）肆二(二)2.「引進高效能廚餘堆肥設施」，建議補充高效能設施適用的廢棄物種類或建設的配合條件（例如廢水處理及臭味防治）或優劣點。	「引進高效能廚餘堆肥設施」係環保署提報行政院「多元化垃圾處理計畫」之工作項目，將以機械分選、脫水乾燥等方式提升處理性能，相關之優缺點說明將作補充。
6. 堆肥之有機肥產品價格不高，是否有增值方案？可提升處理廠效益，以克服經建計畫前言所述堆肥廠再利用成本高之經濟因素。	廚餘堆肥化再利用係以去化為主要目標，重點並非堆肥產品之收益。改善堆肥場設施，提升前處理效率後，除能提升品質外，並可增加處理容量，換算單位處理成本將可降低。此外，廚餘堆肥化處理可避免焚化使焚化廠餘裕空間增加而得以收受其他之廢棄物處理，整體而言尚符經濟效益。
7. 表 1 廚餘未回收率及回收率大體上皆逐年降	廚餘回收再利用工作推動多年，民眾大多已建立

審查意見	回覆說明
低，但比較歷年垃圾量持平，且總廚餘產出量亦逐年減少，雖幅度不大，但宜注意此趨勢或評析城鄉差異。	回收習慣，但近年來未針對回收情況進行考核，因此部分鄉鎮市雖然有進行廚餘回收之事實卻未登入統計，環保署針對此問題已將廚餘回收成效納入環保機關績效考核之指標，以期提高廚餘回收率。
8. 果菜殘渣、漁量殘渣、食品加工廢棄物較適於飼料化，可提高能源化效益。	感謝委員建議，本計畫執行項目主要是針對進行各類有機物共消化轉換生質能之方案規劃，飼料化課題無法於計畫執行中納入評估。
陳委員志成	
1. 廚餘與各類有機廢棄物共厭氧消化之混配比例如何決定?其主要決定因子指標為何?哪些成分、條件?是否可進一步探討說明，作為未來實際操作應用參考。	本計畫主要目的之一為未來廚餘厭氧處理廠之操作條件探討，故以廚餘為主體，再搭配其它有機廢棄物進行共消化試驗，以累積產氣量、最大產氣率及種子發芽率為主要比較指標，其餘操作條件如考量未來濕式厭氧系統攪拌效能調控進料固體物濃度，養豬廚餘產氣影響的油脂等，此部份因子將於期末報告中加以探討說明，作為未來實際操作應用參考。
2. 各類有機廢棄物之收集、前處理、共厭氧消化之操作最適條件，建議可依據本計畫實驗結果再彙整說明。例如破碎方式/程度、進料固體物濃度(5%)、厭氧消化溫度、時間...等。	感謝委員建議，將於期末報告中針對研究成果進行處理方式規劃及最適操作條件說明與建議。
3. 本計畫混合各類有機廢棄物共消化實驗結果中，是否分析產氣之氣體成分及濃度?產氣之成分、濃度是否可達到未來應用需求?	因 BMP 試驗反應瓶於封瓶前，以氮氣對上方空間之空氣進行氣體置換，以達到厭氧狀況，故於試驗過程中並未進行產氣組成比例測定，僅於反應最終拆瓶前進行測定，產氣分析結果甲烷比例達 55%~64%，與一般厭氧程序之甲烷氣比例相當，可符合後續利用。
4. 本計畫之實驗結果（單位產氣量、沼渣量、沼液量、成分濃度）建議可與相關文獻或研究成果比較。	感謝委員建議，將於期末報告中增添比較與討論。
林委員健榮（書面審查意見）	
1. 期中報告呈現工作成果概符合計畫要求，應予肯定。	感謝委員肯定。

審查意見	回覆說明
2. 基本摘要內容 3.主要執行內容（每行 28 字，共 2,000 字以內），請確認內容是否符合格式規定要求。	已修正基本摘要格式。
3. P.iii”摘要及本文中第 2 種四類廢棄物最適化共消化模式之配比應載明廚餘、果菜廢棄物、畜牧糞尿及下水污泥。另第 13 行之“無”不良重金屬成分，請修正。	感謝委員指正，已補充比例並修正錯字。
4. P.2 第二行之廚餘量應係廚餘比例之誤；回收率 9.5%占垃圾清運量比率應係產生量之比率。	已修正第二行表 2 為各縣市之尚未回收廚餘比率，廚餘回收率已修正為佔垃圾產生量比率。
5. P.4 圖 1 圖例無法辨識，最後一行之“歸謀”及 P.5 第 11 行...消化殘渣“品質或特性”，請修正。	圖 1 已補充標示，錯字已修正。
6. 報告中引用之共消化文獻缺少近 3 年文獻，可加強收集整理分析。	感謝委員指正，將於期末報告中增添相關文獻整理與分析。
7. 3.1 估計未回收推估廚餘量後共消化廚餘之供應量應考慮未來可持續提升回收率之可能性及實際回收率。	感謝委員指正，經建計畫之情境說明中，已將逐年提高各年度回收率作為規劃目標。
8. P.23 表 7 養豬頭數、糞渣、污泥之推估方式宜以公式或文字輔助說明。	已補充文字說明於 P.23。
9. P.25 第 1 行掉字“國”內，另國內農業廢棄物統計資料請更新至 105 年。	已修正文字，由於農委會統計資料目前僅公布至 104 年，本計畫將於期末報告時更新至 105 年。
10. P.34 第 7 行“致並菌”，P.35 第二段末“知要向”，請修正。	已修正文字錯誤。
11. P.37 國內養豬場超過 7,600 場與 P.25 之 7,052 場不一致；另...BOD”在 15~30%平”，請修正。	已修正養豬場數據並一致化；另已修正錯字。
12. P.38 圖 9 未圖表隨文；P.39”手動方式“建議調整為“人工方式”。	感謝委員指正，已完成修正。
13. BMP 試驗應專節說明各類廢棄物之採樣時間、工具、方法、容器、數量、運送保存方式、前處理方法等。	感謝委員建議，已在報告中增加各類廢棄物採樣方式與前處理說明。
14. BMP 試驗各配比測試條件之設計依據或考量應適度補充說明。	本計畫主要目的之一為未來廚餘厭氧處理廠之操作條件探討，故以廚餘為主體，再搭配其它有機

審查意見	回覆說明
	廢棄物進行共消化試驗，設計配比條件主要以較多比例的廚餘為主，再搭配不同可回收之有機物進行規畫，以累積產氣量、最大產氣率及種子發芽率為主要比較指標，此部份已增添於報告說明中。
15. 反應瓶鹼度 1,000mg/L 之添加方式為何?	於植種液中計算 2,500mg/L 的鹼度需求量加入碳酸氫鈉於菌液瓶中，因植種液添加量為 40mL，故於 BMP 試驗反應瓶中液體總體積為 100mL 時可達鹼度 1,000mg/L。
16. BMP 試驗除量測產氣量外，是否已同時測定產氣中之甲烷含量，供計算評估最佳混合條件之參考?	因 BMP 試驗反應瓶於封瓶前，以氮氣對上方空間之空氣進行氣體置換，以達到厭氧狀況，故於試驗過程中並未進行產氣組成比例測定，僅於反應最終拆瓶前進行測定，產氣分析結果甲烷比例達 55%~64%，已將產氣分析結果補充於報告成果表中。
17. P.45 圖 11 圖例無法辨識，請修正。	由於每組反應瓶數達 16 瓶且報告為黑白印製，致委員對 P.45 圖 11 的圖例無法辨識，已完成圖中對數值相近點進行圖例修正。
18. P.47 最後一段之表 18 應係表 19 之誤。	因 BMP 試驗安排 100%農業廢棄物及畜牧廢水基質進料之成果於表 18 的反應瓶編號 3-14 與 3-15，配合表 20 的 100%廚餘及下水道污泥成果於表 20 的反應瓶編號 4-1 與 4-15 處，故 P.47 最後一段之討論說明處表 18 與表 20 之成果一併呈現應無錯誤。
19. 已完成 15 處堆肥廠輔導，建議除定性之問題描述外，可適度增加定量之問題說明與改善建議。	謝謝委員指教，各廠之輔導報告中已列出說明增加或改善某項設施可能提高之處理量及對策。
20. P.76“為發酵”、P.77“該或本”項設備，請修正。	已修正錯字為“未發酵”，及“該項設備”。
21. 表 25~表 39 如採表 XX（續），應合併為表 35。	已修正。
環境督察總隊第 4 科	

審查意見	回覆說明
1. 本計畫執行單位於 106 年 7 月 6 日提送期中報告書至本署，符合契約規範應於 106 年 7 月提交之規定；另本期提交之工作項目內容已符合預定進度，且完成公有廚餘堆肥廠效能輔導 15 場次及完成撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」，符合本計畫契約規範，爰召開本次審查會議，先予敘明。	謝謝委員。
2. 有關撰寫「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」之內容，請以貴團隊過去多年來經驗及所收集各縣市廚餘料源資料，以及本計畫盤查結果，規劃各直轄市、縣市之廚餘再利用方案及設施（包含堆肥、厭氧發酵廠等），以期能夠達到收納全面回收生（熟）廚餘之量能，並請參照經建計畫格式進行撰寫。	謝謝，將持續更新。
3. 本計畫共消化試驗之畜牧廢水，其試驗基質為未固液分離之養豬廢水？抑或進行初步沉降之前處理程序？請補充說明。地方未來推動廚餘與畜牧糞尿等共消化時，若以有機物濃度低之養豬廢水進行共消化，清運量恐過大而影響推動成效。經瞭解，目前國內部分畜牧場之沼氣發電設施，其料源為養豬廢水經初步沉降後抽出濃度高之下層液之案例，請參酌。	目前養豬場廢水處理多為三段式操作，因考量糞便固渣仍具有相當的有機性物質可增加產氣量，由於糞渣與糞尿中的有機物、氮化物與重金屬濃度差異大，為評估可能造成的產氣量與沼渣沼液利用測試影響，故測試豬糞尿基質直接取自於現場沖洗後的收集渠道，不進行固液分離之前處理或稀釋調整濃度。 比較國內部分畜牧場之沼氣發電設施，其料源為養豬廢水經初步沉降後抽出濃度高之下層液之案例，但消化系統需考量攪拌動力控制固體物濃度，本試驗之未前處理糞尿場考量污水費徵收問題，已要求減少沖洗水量，故基質特性應相差不多，仍可提供未來規劃參考。
4. 本計畫共消化試驗之廚餘，其試驗基質為養豬廚餘，考量未來地方設置之廚餘生質能源廠，可能以生廚餘為料源進行規劃，是否可引用本計畫之試驗成果，請補充說明。	由於目前各縣市有分類方式上的差異，部份縣市有分養豬廚餘及堆肥廚餘，部份縣市僅做適合養豬廚餘的回收。堆肥廚餘主要為不適合養豬之廚餘，如食材外殼(蝦、蟹、蛤蜊等外殼、落花生

審查意見	回覆說明
	殼、菱角殼)、樹葉、花材、果皮類、骨頭、已酸臭腐敗廚餘及烹煮前洗選廢棄的果菜葉等為主，此部份與本研究中的果菜廢棄物特性差異不大，故仍可參考本研究之成果，由結果中可看出因菜葉等有機成份高，可隨進料固體物質量增加而提升生質氣體產量，且不會有生物反應速率的抑制狀況發生。至於本研究中的養豬廚餘消化成果亦可提供目前部份縣市針對廚餘僅有分類適合養豬一類的再利用參考。
5. 針對生廚餘消化、廚餘（生熟不分）、廚餘（生熟不分）與養豬廢水各 50%共消化等 3 種模式試驗產生之沼渣、沼液進行性質分析，並與肥料管理法之管制項目、成分相比較等試驗及分析，請說明執行進度及結果。	由於國內無廚餘厭氧消化廠，目前僅能以模場操作的厭氧出流沼液與養豬廢水厭氧系統出流沼液進行比較，期中報告提出時已完成以果菜廢棄物作為生廚餘進料及生熟不分的混合廚餘之沼液分析，並於養豬場沼液進行比較，並於報告 P54~P55 及表 22 提出初步成果，因計畫執行項目需求，模廠目前正進行共消化比例確認探討後，才能轉換進行廚餘（生熟不分）與養豬廢水各 50%共消化試驗與出流沼液分析，由於變更進料至出流代表性沼液至少需 2 個月，將於期末報告中提出此部份成果。
6. 報告書內文之分層標題排序應一致，例如「一、」、「(一)」、「1」、「(1)」。(P.23、P.34、P.35、P.37、P.38、P.39)	謝謝指正，已修正於報告中。
7. P.17 第二段第三行「評估淨減碳效益，；」標點符號誤繕，請修正。	謝謝指正，已修正於報告中。
8. 圖 4(P.18) 各類有機廢棄物共消化之概念圖，請說明廚餘收集量之資料來源，另建議補充其他有機廢棄物之產量。	謝謝指正，已修正於報告中。
9. P.18 倒數第二行提及廚餘「回收率 36.5%」，請於報告書中補充此回收率之計算方式。	已補充於 P.19，回收率為廚餘回收量/總廚餘產出量。
10. P.19 表 5 列出 105 年各縣市廚餘回收再利用情形，並以各縣市未回收廚餘量進行評估設置 200 噸厭氧發酵廠潛力，惟區域場之評估未考	謝謝指正，基隆市建議納入台北市共同處理，南投縣建議併入台中市，屏東縣建議併入高雄市。嘉義市可與嘉義縣、彰化縣、雲林縣等共同規劃

審查意見	回覆說明
量基隆市、南投縣、嘉義市、屏東縣等 4 縣市，請補充說明。	區域處理。
11. P.21-25 畜牧糞尿之產量調查，僅說明豬糞渣、厭氧消化污泥及活性污泥等需再行處理數量，惟共消化試驗之畜牧糞尿選擇係以直接沖洗未固液分離養豬糞尿為基質，建議報告書中補充全國養豬場之豬糞尿廢水量相關資料。	養豬業因畜舍型式及糞尿清理方式差異造成廢水量有所差異，且部份畜牧場近期因水污費開徵而減少沖洗水量或增加水回收應用，此部份於統計報告中未有明確統計資料，報告書中將補充依養豬場之養豬頭數換算所得之污水量相關資料。
12. P.25 倒數第四行「表 1 中之未回收廚餘之估算是清運垃圾中之廚餘類之比率，也就是送往焚化廠處理者，因此應已包含上述之果菜殘渣、食品廢棄物等二項農業廢棄物。」，未回收廚餘量與果菜殘渣量（或食品廢棄物量）之關聯性為何，請再釐清。	已修正文字敘述於本文中。
13. P.37 試驗之廚餘來源選擇為竹市養豬廚餘，與第一次工作進度報告之料源（堆肥廚餘）不同，請說明。	目前廚餘分類方式對於堆肥廚餘主要為不適合養豬之廚餘，如大骨頭、果皮、蚌殼類及烹煮前洗選廢棄的果菜葉等為主，此部份與另一共消化對象農業與果菜廢棄物特性差異不大，於本研究成果及環保署 104 年的委託研究報告中皆驗證堆肥廚餘可隨進料固體物質量增加而提升生質氣體產量，且不會有生物反應速率的抑制狀況發生。另一方面，養豬廚餘主要為食用後的剩餘食物，可能因油脂等成份造成共消化影響，經研究團隊討論後認為未來廚餘多元化再利用仍應考量養豬廚餘納入系統共消化的影響，且堆肥廚餘的共消化試驗將與農業果菜廢棄物搭配試驗應結果差異不大，故選擇以養豬餘作為反應料源。本研究中的養豬廚餘消化成果亦可提供目前部份縣市針對廚餘僅有分類適合養豬一類的再利用參考。
14. P.40-P.50 提及 BMP 試驗、BMP test、BMP 批次、BMP 測試、產甲烷試驗等文字，係指批次式厭氧生物反應生化甲烷產能試驗(Biochemical Methane Potential, BMP)，關於專有名詞之表示，應以全書統一為原則，請修正。	已於報告中針對批次式厭氧生物反應生化甲烷產能 (Biochemical Methane Potential, BMP) 試驗，統一修正為 BMP 試驗。

審查意見	回覆說明
15. P.42-49 描述不同配比之試驗結果，請一併寫出該配比之編號，例如 P.42 最後一段「空白組(3-0)的產氣量 61mL 為最低」、「100%廚餘(3-1)、農業有機廢棄物(3-14)與畜牧糞尿(3-15)」，請補充修正。	已於報告中修正各組共厭氧消化配比說明增加樣品分析編號。
16. P.45 圖 11 共厭氧消化實驗累積產氣圖，請於座標軸增加刻度線。	已於報告之各組共厭氧消化實驗累積產氣圖中完成增加刻度線。

「廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫」

期末報告審查意見回覆

審查意見	回覆說明
曾委員四恭	
1. 本報告已完成預定進度及達成預期目標，內容相當豐富，可作為廚餘與各種生質廢棄物共厭氧消化技術之參考資料。各縣市若推動共消化之設計規劃時，可以依各縣市之條件，設計適當之方案。	謝謝鼓勵。
2. 提出之「廚餘生質能源化六年經建計畫」草案，可作政府推動廚餘生質能源化之基礎資料，建議政府應設立一個推動委員會，討論本草案哪些為可行方案或修正草案內容(包括經費來源、各項實務問題之配合、沼渣及沼液之再利用量)，使此項生質廢棄物之共厭氧消化能源政策能落實施行。	謝謝指教，將請環保署卓參。
3. 近 5 年(101~105 年)之各縣市產生之廚餘量佔總垃圾產生量比率為 26.1%，但表 1.1-2 統計各縣市清運垃圾之廚餘量比例高達 35-41%，此比例已不計算回收再利用之廚餘量，比例應該減少。唯一理由為清運垃圾之計算，並不包括廚餘之回收量，且比回收廚餘量多，才会有此現象。	說明如下: (1) 廚餘產生量＝已回收廚餘量＋未回收廚餘量(自焚化廠採樣分析數據推估)，佔垃圾總產生量之 26.1%。 (2) 清運垃圾之廚餘量比例=未回收廚餘量/垃圾清運量=35-41%
4. 研析廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化之最適模式潛能分析，以廚餘比例 50~67%最佳，可提供足夠水溶性反應基質，其他添加之生質廢棄物為果菜廢棄物與畜牧糞尿，均可提升沼氣產生量，而添加下水道污泥對沼氣產生量並無幫助。故本計畫建議以之執行方案為廚餘、果菜廢棄物與畜牧糞尿之最適混合比為 50%:33%:17%最高。但畜牧糞尿為來自未經固液分離後之沼渣，已不含溶解性有機物，大部	誠如委員指教，廚餘與果菜廢棄物之水溶性及生物可分解性比例較高，而豬糞渣則較低，因此沼氣產生量不如廚餘與果菜廢棄物。本次畜牧糞尿來自未經固液分離處理，主要是考量增加生質氣體產量，於先前的農委會計畫中固渣仍可明顯分解，使產氣量得以增加，但豬糞尿可能含重金屬的比例較廚餘、果菜廢棄物高，這些應用之限制因子於期末報告中已增添說明共消化基質比例應視基質特性，如混合養豬糞尿處理應考量沼渣與

審查意見	回覆說明
分為不易生物分解之固體，但養豬廠未經固液分離之混合液，濃度不易控制，此為應用之限制因子，且可能會有過多重金屬。	沼液可能的重金屬增加量為未來推動廚餘與豬糞尿共消化時必須考慮事項。
5. 推動此生質廢棄物共消化方案中，影響其可行性因子為沼渣及沼液之再利用，若無法再利用，處理費用高，可行性更低，廠址優先考慮農業區，且研析灌溉之細節(要有總量限制)。若規劃良好，才能落實雙贏之目標，沼氣沼渣沼液均可利用。	誠如委員指教，沼渣及沼液之再利用確實為生質廢棄物共消化方案中之重要考量因素。
6. 沼渣及沼液施用農地，應有最大量之限制之規劃。尤其重金屬農地有累積不良作用，應有使用限制。	感謝委員指教，沼渣及沼液施用農地必須考量農地種植不同之作物可利用之總量，重金屬之農地累積問題更必須注意且長期監測。
王委員文裕	
1. 本計畫所稱農業廢棄物包括稻草稈、牡蠣殼、禽畜糞與果菜市場廢棄物，但本次共消化係取自果菜市場廢棄物，若無策略性因素且適當，建議考量直接以果菜市場廢棄物稱之，因其特性與前三者農業廢棄物差異大；且報告內文又將畜牧糞尿獨立一項。	研究報告中所提共消化基質對象均依本計畫之工作項目明載之工作項目設定，由於農業廢棄物包括許多種類，報告中已有統計與說明所稱農業廢棄物包括稻草稈、牡蠣殼、禽畜糞與果菜市場廢棄物等產出量，因農業廢棄物特性差異大，且部份物質考量已有處理方式或不適合厭氧處理，最後農業廢棄物選擇以適於進行厭氧消化的果菜市場廢棄物為主。同理因本計畫之工作項目明載必須針對禽畜糞、農業廢棄物進行共消化研究，因此將禽畜糞獨立出來進行研究。
2. 請補充說明沼渣及沼液的重金屬控制，由生原料規範或由沼肥規範之優劣點。	由於各類有機廢棄物特性變化大，參考國外規範，各國有機物厭氧處理的管理方式目前多以明訂適合厭氧共消化進料來源，減少有害物質混入，對於沼渣及沼液的重金屬管制，則以訂定沼肥標準進行施用規範控制而非以原料進行檢測。
3. 請補充說明下水道污泥對沼氣產生量並無助益，且隨下水道處理的擴增應趨向下水道機構自己處理，本計畫為何又保留「廚餘與下水道污泥共消化模式」。	本計畫工作項目明載必須針對廚餘與下水道污泥共消化進行評估研究。研究結果顯示在廚餘厭氧消化系統中若加入下水道污泥，對沼氣產生量無助益。因此唯一可能之模式為利用下水道污泥消

審查意見	回覆說明
	化槽之餘裕容量，提供廚餘進廠處理。
4. 沼液沼渣農地澆灌 3 公頃農地利用之基準值，建議對全國/各縣市之農業適用面積，計算可消化沼液沼渣量。	如報告 p.103 所示，厭氧消化 10 萬噸/年之生廚餘，以澆灌狼尾草(需 N 量 800 Kg/ha/年)農地估算，僅需 250 公頃農地即可消納，僅占全國可耕農地之 0.033%。若以澆灌水稻(需 N 量 440 Kg/ha/年)農地估算，僅需 500 公頃農地即可消納，僅占全國可耕農地之 0.066%。
5. 含水率偏高既然是堆肥發酵最主要問題，建議主管機關優先編列預算，協助可改善的堆肥場提升處理效益。另需考量脫水後之水處理。	環保署正積極推動補助各堆肥場設置高效率脫水裝置已降低廚餘含水率，提升堆肥效益。脫除之水分可併入掩埋場污水處理系統處理。
6. 簡報所說廚餘投入下水道處理設施的可能性，宜再確認。	謝謝指教，本計畫調查並分析國內各下水道污水處理廠污泥消化系統之餘裕量，並提出可容納廚餘進廠合併處理之可能性。但實務面推動時必須與下水道主管機關再行協調。
7. 果菜市場廢棄物單獨快速發酵，或與廚餘共消化，若可行，請補充說明兩者優劣。	果菜廢棄物單獨發酵技術面考量應無問題，但必須考量可收集之處理量是否符合經濟規模，否則可併入與廚餘進行共消化。果菜市場廢棄物若配合廚餘厭氧共消化，則可使碳氮比降低與提升有機物分解率，兩者可提供共消化良好產氣反應。
8. 本計畫提供了諸多廚餘與生質廢棄物厭氧消化的基礎數據，建議主管機關可供作後續計畫進一步參考與應用。	謝謝指教，將請環保署卓參。
歐陽委員嶠暉(書面審查)	
1. 本計畫內容豐富、涵蓋面廣、彙整辛苦，可供參考。	謝謝鼓勵。
2. 2 種共厭氧消化，其配比受各地料源所影響，故實務上應為因地制宜，且會隨時日而變動，似不易成為定數。	謝謝指教，誠如委員指教，本計畫共消化之料源配比依理想狀況探討最佳產氣條件，為實務上當因地制宜調整。
3. 本計畫之產出，如何能共推動策略更具體連結，因此建議六年計劃之工作項目，宜能有具體目標、方向、規模、地點用地及經營管理模式，如	經建計畫以全面回收、多元利用等為建議環保署廚餘回收再利用之推動目標，並以分別研擬推動策略。 (1) 五處區域性堆肥處理中心將以目前狀況較佳

審查意見	回覆說明
<p>(1) 輔導五處堆肥廠為區域型中心，是哪 5 處，涵蓋幾縣市、規模、管理方式、經費分擔...</p> <p>(2) 興建三座廚餘生質能源設施，是哪 3 座、座落位置、規模、用地...宜能有建議。</p> <p>(3) 辦理廚餘與其他廢棄物共消化示範計畫，目標地何處、規模、當地廚餘與廢棄物產量，最適處理方式？</p> <p>依上藉以概估概算，否則建設費及營運費之估算恐欠缺基本點。</p>	<p>之堆肥廠為主，如台南安南廠、嘉義民雄廠、台中霧峰廠、南投竹山廠、新竹新豐廠等。將改善設施即增設單元後，預估日處理規模皆約可達 10 噸以上，管理方式等相關行政協調措施將另行研議。</p> <p>(2) 三座廚餘生質能源設施將以現正規劃中之台北市、桃園市、台中市等為對象外，另將以競爭方式鼓勵補助各縣市設置。</p> <p>(3) 配合環保署已提報行政院之「垃圾多元處理計畫」，厭氧消化設施預估日處理量 200 公噸，可處理之廢棄物北部以廚餘為主，中部、南部地區將可另收取果菜廢棄物作共消化。</p>
<p>4. 本計畫若尚未有對象，而是要爭取預算，以供申請辦理，應訂定申請辦法，申請計畫書格式審查重點等申請補助內容，以及審查方式、標準等。</p>	<p>本計畫依招標之工作內容係提出「廚餘生質能源化六年經建計畫」草案，相關內容未來經環保署討論修正後，若將申請預算將另行提出計畫申請相關作業。</p>
<p>陳委員志成（書面審查）</p>	
<p>1. 廚餘與各類生質廢棄物共厭氧發酵之規劃</p> <p>(3.3.2)P.69 中，廚餘濃度採 15%，各類生質廢棄物之混合比例分別為何？此比例為何與 3.3.1 節中之最適混合比例不同？(表 3.3.1-1)其原因為何？或所建議最適比例應為何才正確？</p>	<p>廚餘濃度 15%係依目前國內各縣市回收廚餘之平均性質而定，各類生質廢棄物混合比例依當地現況可收取之廢棄物種類而定，混合比例並未作限定而依實際收集數量而調整。3.3.1 節中之表 3.3.1-1 最適混合比例則係實驗所進行之理想條件進行產氣量等推算，但 100%的養豬廚餘需考慮高濃度的油脂、氨氮及快速酸化影響產氣等因子，建議以共消化操作為佳，料源配比需視可回收廢棄物量於實務上因地制宜進行調整。</p>
<p>2. 有機廢棄物厭氧共消化之系統選擇，酸化甲烷化雙相式處理系統及高溫厭氧發酵系統，何者較適合使用？請予以分析，提出建議(P.75)。</p>	<p>本報告中已提出對於雙相與單相系統，即高溫與中溫厭氧發酵之比較，於應用時將可考量實際情況作選擇。廚餘為易快速酸化之有機質，故建議採雙相式反應槽較理想，另一方面考量沼渣沼液在利用安全衛生考量建議採高溫厭氧發酵，另於</p>

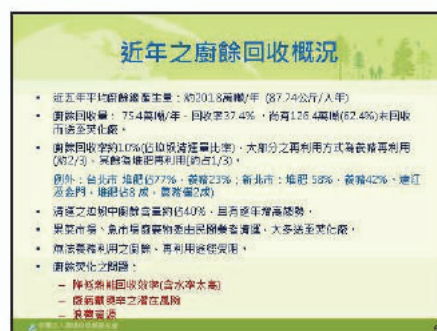
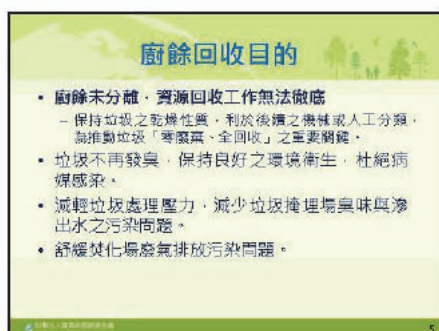
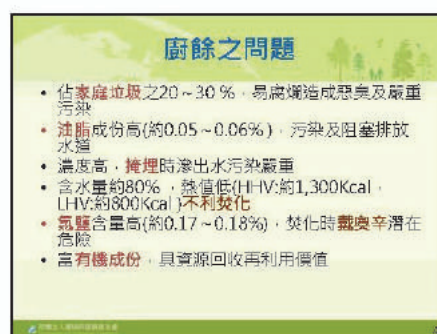
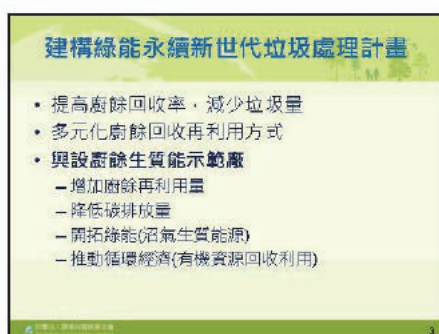
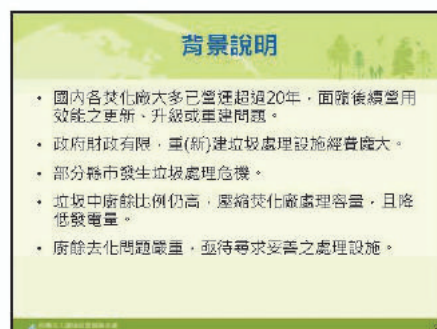
審查意見	回覆說明
	結論建議中補充說明。
3. 沼氣發電機組(1)沼氣引擎(2)微型渦輪，其操作運轉適用(所需)之進流沼氣、流量、濃度分別為何?如何控制長時間沼氣發電穩定連續運轉?請再補充(P.85~88)(表 3.3.3-1-2)	兩種沼氣發電機目前商業化規模約 30KW~200KW，進流沼氣流量當配合機組大小而定，適用於一般沼氣之甲烷濃度(約 60%)，但對 H ₂ S 濃度將有濃度限制，p.86 中已有說明)。沼氣發電機之穩定連續運轉控制應由設備供應商依設備特性作說明無法一概而論。
4. 本報告內容充實豐富，值得肯定，惟報告中仍有不少誤植圖表號或單位、文字錯誤之處，請再檢查修正。	謝謝鼓勵，誤植文字圖表已修正於報告中。
林委員健榮（書面審查）	
1. 本案主要工作項目進度及執行成果符合契約規定，應予肯定。	謝謝鼓勵。
2. 摘要 PIV 中 1 公噸廚餘排放沼液量約 2 噸/日，含氮濃度約 1,000mg/L，每年約 750Kg，宜確認數據之合理性。另 PVI 及 PVII 版面未左右對齊。	該項數據係本計畫依實驗結果檢測推估，但若進料機質濃度或性質變化，該數據將有差異。版面已修正。
3. 可否補充表 1.3-1 中國際大型厭氧消化系統中之進料濃度、控制溫度、水力停留時間、單位廢棄物產出沼液、沼渣質量特性供參。	表 1.3-1 係參考文獻之資料，進料濃度、控制溫度等資訊文獻中並未提及，建議後續研究持續收集更完整資訊。
4. P.9 Bleach clay 不宜以油脂描述，請參考。	謝謝指教已更正。
5. P.21 文字之圖 3.1-1 疑應為表 3.1-1；另文字中桃園、台南、苗栗等縣市未回收廚餘量與表中數據不一致，請修正。	感謝指正，已作修正。
6. P.25 最後一行污泥量不足或 F/M 偏”低”是否應為偏高，請確認。	感謝指正，已作修正。
7. P.26 厭氧發酵後 VS 總量應為 0.06 噸，活性污泥後之 VS 總量是否應為 0.009 噸，請再確認。(不可能越處理越多)	感謝指正，已作修正。經厭氧發酵後，VS 總量 0.06 噸；經活性污泥後，VS 總量 0.009 噸。
8. P.29 六都收集量之描述宜圖表隨文納入文字中。	感謝指正，已作修正。
9. 表 3.2-3TOC 應否應為 STOC?且 TOC 不應大於	表 3.2-3 TOC 分析樣品為包含固體物，並以高溫

審查意見	回覆說明
COD；另宜補充檢測方法。	燃燒法所測得之總 TOC 濃度，故其 TOC 測值大於 SCOD 於本研究中應為合理。
10. 表 3.2-3 基質反應特性與表 3.2-1 廚餘在 Na+ 及油脂差異甚大，其原因為何？	表 3.2-1 為本研究團隊 104 年採樣分析結果，非本次研究採樣之基本資料，表 3.2-3 為養豬廚餘進行 BMP 的基質反應特性探討，因實驗需求已加水進行基質破碎與調整固體物濃度至 5%，故 Na+ 及油脂的數值與表 3.2-1 有所差異，但兩者如換算為相同固體物濃度則差異不大。
11. 規劃發酵廠宜說明前處理破碎設備如何避免卡料、進料稀釋用水來源等。	廚餘破碎卡料原因是內含如金屬石塊等異物，故必須配合人工檢視挑選。進料稀釋用水以發酵液(沼液)回流使用為主，但若系統進料為共消化反應，其它低固體物濃度基質如禽畜糞尿與下水道污泥亦可提供稀釋濃度之用。
12. P.68 之 8-12% TS/L 應為 TS 8-12%，另 P.69 之容積單位為 CO ₂ ？，請確認。	文字誤植，已作修正。TS 濃度應為 TS 8-12%，容積單位 CO ₂ 為 M ³ 之誤。
環境督察總隊第 4 科	
1. P.102 表 3.3.3-2-8 「不同有機廢棄物厭氧處理出流沼液成份分析表」，請於表中增加一欄「有機液肥相關管制標準」，俾利參考比較。	感謝提供意見，期末簡報中已增列管制標準，期末報告修正稿中已補充此資料並進行比較說明，詳見 p.103~105。
2. P.125 表 3.3.5-1 全國可設置之生質能源廠概況，請說明各縣市可收集廚餘量、可收集果菜廢棄物等欄位之定義及計算方式。	已作補充，詳見 p.127。
3. P.137 擴大廚餘堆肥再利用量評析及提升公有廚餘堆肥廠效能輔導一節，請補充說明拓展公有廚餘堆肥廠及民間堆肥廠再利用量能之可行性評估及作法等內容。	已作補充，詳見 p.142~147。
4. P.163-168 表 3.6-6 列出各堆肥廠成品檢測分析結果，並與肥料品目標標準進行比對，請於 P.142 內文中歸納比對結果等內容。	已作補充說明，詳見 p.151~152 及 p.174~179。
5. 有關附件三「開拓綠能創造循環經濟-廚餘生質能源化六年經建計畫（草案）」之內容，執行策略之一為推動廚餘飼料乾燥化，其困難點為	乾燥飼料化為建議未來可進行評估之項目，建議於後續計畫中另進行研究。

審查意見	回覆說明
乾燥過程中需耗費大量熱能，考量能源效益等因素，是否仍有其必要性？請補充乾燥飼料化與其他方案之經濟效益分析並再評估可行性。	
6. 有關附件四廚餘堆肥場現場評估報告，其各場之基本資料表涉地方承辦人員個資，且部分數據內容仍需釐清修正，請配合修正。	已修正於附件四中。
7. 報告中數據、文字等內容應前後一致，請再詳細檢視修正。	感謝指正，已作修正。
8. 報告中提及廚餘應於其後註明種類(生廚餘、熟廚餘、生熟不分)，例如廚餘(熟)、廚餘(生)、廚餘(生熟不分)，以避免混淆，請修正。	感謝指正，已作修正。

附件二、相關有機廢棄物共厭氧消化規劃與行政措施協調

1/23 「推動廚餘生質能源化研商會議」簡報及會議記錄



廚餘回收率下降之原因

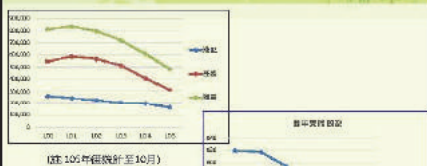
國內自92年起推動廚餘回收，回收率由2.2%逐年上升，至100年達高峰（約10%），之後總回收量逐年下降，原因：

- 易回收(或再利用)材料(如废纸)
 - 清洁回收过程
 - 易回收(或再利用)材料(如废纸)
- (1) 堆肥量下降:
- 堆肥处理量有限, 无法持续处理
 - 堆肥成品品质欠佳, 易受虫鼠
- (2) 餐厨垃圾量下降:
- 餐厨垃圾回收率下降
 - 餐厨垃圾回收率下降, 未纳入统计
4. 缺乏进一步之再利用方式

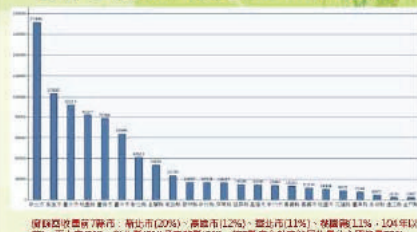
廚餘再利用方式現況

- 既有堆肥場：
 - 除非另作改營(投入資源)，不易提高處理量
 - 地方機關缺乏誘因難達非肥場(相較於養豬再利用)。
 - 養豬再利用
 - 已趨飽和(國內整體養豬頭數近年下降)
 - 業者自行收取餐廳廚餘
 - 二次污染及環境衛生疑慮
- => 推動厭氧發酵生質能源利用勢在必行!**

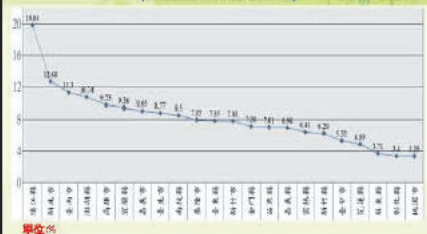
廚餘再利用概況



各縣市廚餘回收量(100~105年10月總計)



105年各縣市廚餘回收率
(105年1月~105年10月)



105年各縣市廚餘回收率(1/2)
(105年1月~105年10月)





104年各縣市垃圾廚餘佔比

屏東縣	52.61	臺北市	40.37
高雄縣	52.09	彰化縣	38.12
嘉義縣	49.29	桃園縣	37.93
雲林縣	49.27	花蓮縣	36.92
嘉義市	46.44	臺南縣	35.95
新北市	44.95	臺南市	35.88
臺中市	44.94	苗栗縣	35.40
新竹縣	41.83	金門縣	32.96
南投縣	41.19	澎湖縣	28.58
新竹市	40.93	連江縣	27.59
基隆市	40.88	宜蘭縣	22.72
總計	40.39		

廚餘回收再利用推動方向

- 評估既有廚餘堆肥場，針對功能性、處理量大者，提供技術協助及補助改善設備，提升為區域處理中心。
- 加強管轄再利用之監督管理，避免二次污染。
- 加強廚餘回收績效之考核。
- 於北、中、南部地區設置至少3處廚餘生質能源示範場，可增加廚餘生質能源化18萬噸/年廚餘。
- 廚餘生質能源場可與其他類有機廢棄物進行共消化，提供多元化利用，提高經濟效益，確保永續營運。
- 興建廚餘生質能源廠之效益
 - 緩解垃圾處理壓力：每日處理量能共計600噸/日(18萬噸/年)
 - 開發綠能，創造就業機會：發電量0.216億度/年，售電收入8,650萬元/年
 - 減少碳排放：減少約1萬噸CO₂排放

推動廚餘厭氧發酵之原因

- 廚餘回收再利用瓶頸，回收率不易提高
- 餐館、滷味再利用各有隱憂
- 都會區缺再利用場
- 國際再生能源發展趨勢
- 廚餘厭氧消化之優點：
 - 有機成份高，生物分解速率快
 - 沼氣產生率：>0.05m³/kg VSS
 - 殘渣量：約10%以下
 - 分解速率快：停留時間可低於20天(固含率2%)
 - 全面性的解決方案(Total solution)
 - 氣、固、液充分利用
 - 無能源利用價值，資源回收價值、經濟效益

廚餘生質能源化之方案

方案模式	方案一：類似廚餘堆肥場	方案二：類似有機廢棄物堆肥場
行政配合	單獨設置場	與現有場位配合設置堆肥場
設置區域	清潔工業區、商業區、納戶區	都市區、無廢物區、商業區
基質限制	油脂、纖維、蛋白質、碳水化合物	可調基質濃度(3%)
沼氣產生	單位基質之沼氣產生量較低	單位基質之沼氣產生量較高
殘留物(沼渣)	性質較單純，可直接或經處理後再利用	性質較複雜，再利用較困難
營運	原料來源有限，營運較困難	可以有更多方面之商業動機，營運較容易

設置廚餘生質能源廠之關鍵議題

- 料源問題(對象、數量、濃度)
- 收集問題
- 清理問題
- 處理廠設置問題(地點、系統選擇)
- 營運問題
 - 技術問題：操作技術、二次汙染控制、殘留物處理、沼氣利用
 - 法令問題
 - 財務問題



副本

行政院環境保護署 函

地址：10042 臺北市中正區中華路1段83號

聯絡人：陳俊源

電話：(04)2252-1718 #5314

電子郵件：chuyuachen@epa.gov.tw

31040

新竹縣竹東鎮中興路4段195號52館512室

受文者：財團法人環境與發展基金會

發文日期：中華民國106年1月26日

發文字號：環署督字第1060008433號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄(含簽到簿)

主旨：檢送本署106年1月23日召開「研商廚餘生質能源化再利用
意見交流會議」會議紀錄1份，請查照。

正本：直轄市環保機關、縣(市)環保機關

副本：財團法人環境與發展基金會

署長 李應元

本案依照分層負責規定
授權單位主管決行

第 1 頁 共 1 頁

行政院環境保護署環境督察總隊公文用紙

「研商廚餘生質能源化再利用意見交流會議」
會議紀錄

一、時間：106年1月23日（星期一）下午2時

二、地點：環境督察總隊8樓第2會議室

三、主席：林副總隊長左祥

記錄：陳俊源

四、出（列）席單位及人員：如後附簽到簿

五、主席致詞：（略）

六、業務單位報告：（略）

七、討論事項：

（一）各縣市廚餘回收再利用現況及公有廚餘堆肥廠營運、用地合法化辦理情形：（略）

（二）推動廚餘生質能源化之配套建議（包含法令面、制度面、實務面等）：（略）

（三）推動廚餘生質能源化之意願調查（含處理量能、期程等）：（略）

八、結論：

（一）請各縣市積極提升廚餘回收率及廚餘堆肥廠營運效能，本署未來對地方環保機關之績效考核，已將廚餘回收再利用項目配分大幅提高。另尚有部分縣市之廚餘堆肥場用地尚未合法化，請儘速辦理。

（二）本署將參考與會各單位意見，研議推動廚餘生質能源化之相關配套，以順遂本項工作之推動。

（三）本署已研擬設置廚餘生質能源廠之計畫報請行政院審核中，俟行政院核定後，將正式函文各縣市，請有意願興建

廚餘生質能源廠之縣市提報相關計畫申請經費補助。

九、臨時動議：無。

十、散會：下午4時38分。

研商廚餘生質能源化再利用意見交流會議

一、時間：106年1月23日（星期一）下午2時

二、地點：本署環境督察總隊8樓會議室

三、主席：林副總隊長左祥 林左祥 記錄：陳俊源

四、出（列）席單位及人員：

單位	姓名	職稱
臺北市政府環境保護局	許雅雯	股長
新北市政府環境保護局	謝佳恩	股長
臺中市政府環境保護局	謝雅雯	股長
臺南市政府環境保護局	陳福文	股長
高雄市政府環境保護局	郭銘明	技士
基隆市環境保護局	王凱明	技正
新竹市環境保護局	謝忠心	技正
嘉義市政府環境保護局	陳淑媛	技正
宜蘭縣政府環境保護局	陳淑媛	技正
桃園市政府環境保護局	曾榮信	股長
新竹縣政府環境保護局	張文豪	技士
苗栗縣政府環境保護局		

彰化縣環境保護局	江孟厚	技正
南投縣政府環境保護局	倪明	技士
雲林縣環境保護局	廖明	技正
嘉義縣環境保護局	楊明	技正
屏東縣政府環境保護局	吳文楠	技正
臺東縣環境保護局	吳東	技正
花蓮縣環境保護局	(請假)	
澎湖縣政府環境保護局	(請假)	
金門縣環境保護局	(請假)	
連江縣環境資源局	(請假)	
財團法人 環境與發展基金會	謝文新	技正
環境督察總隊	陳明	技正
	林信男	技正
	蔡達	技正
	張文豪	技士
	陳信	技士
	黃智揚	技士

廚餘厭氧發酵之沼液處理流程規劃與經費評估

若僅以廚餘為唯一對象進行厭氧發酵，以日處理 100 噸廚餘為例，固體濃度約 15%，COD 約 250,000mg/L，經厭氧發酵處理 COD 最高可分解 60%，則混合之發酵液濃度約為 TS 8%，COD100,000mg/L 消化。經沉澱、濃縮分離、脫水後，沼渣(約 15 噸)固體含量約 50%，濾液(即沼液約 80 噸)濃度約 TS 1%，COD 6,000mg/L，TKN 約 1,000mg/L，該濃度約相當於現行豬糞尿三段處理系統之厭氧發酵進料濃度。但是再度進行厭氧消化的效率不高，必須採行好氧處理較可行。

一般之好氧活性污泥系統可容許之進料 COD 約 1000mg，固體濃度應 0.1%以下，故較可行之方式為先以 MBR 進行第一步降解，再銜接傳統活性污泥法處理達到放流水標準(COD100mg/L 計)，程序十分繁複，且氮濃度(總氮、氨氮)皆可能仍高達數百 mg/L 以上，對放流水質有明顯不利影響。

以 MBR 系統系生物處理再輔以薄膜強力分離以污泥方式將有機物移除(產生量約 5 噸/日)，該等污泥仍需後續處理，初設成本約 500 萬元，操作成本每噸約 10 元，日操作成本約 1000 元。

活性污泥系統必須曝氣耗能，且操作技術困難所面臨之問題與目前三段式處理畜牧廢水類似。為克服此問題，目前已有共識針對畜牧業廢水經厭氧發酵後，得提供農田再利用而免再進行更耗能源之曝氣處理，而廚餘厭氧發酵後之沼液性質與禽畜糞類似(且無重金屬疑慮)，豐富之有機質回歸農田肥份再利用為最符合經濟效益、能源效益、資源永續循環效益之策略。

建議方案有二

1. 厭氧發酵後沼液直接農田利用：設備及操作成本較低，但濃度較高，施灌農地之面積需較大。
2. 沼液先經 MBR 第一段處理後再作農田利用：另需增設設備，濃度可較低，施灌農地面積可較小。

廚餘生質能廠申請再生能源電力相關規定及作業程序

廚餘生質能電廠行政流程及申請時程說明如下(詳如附錄一)。

一、裝置容量 500KW 以上，提出電業執照申請，申請時程

(一)行政流程

併聯審查(台電)及申請籌備創設(經濟部能源局)→申請同意備案(經濟部能源局)→施工許可(經濟部能源局)及併聯初步協商(台電)→申請簽約(台電)→施工設置(設置者)及併聯(台電)→電業執照(視同設備登記)(經濟部能源局)

(二)申請時程(在所有文件備齊情況下，行政作業時間)：

- 1.籌設許可取得：召開會議、委員意見回覆等，概估 2 個月
- 2.同意備案取得：文件審查，1-2 個月
- 3.工作許可取得：召開會議，概估 2 個月
- 4.電業執照取得：竣工審查、召開會議等，概估 2 個月

綜合以上，行政作業審查時間尚需耗費約 7-8 個月的時間，如生質能廠涉及”土地取得、環境影響評估”，則實際作業時間將長達 1 年以上。

二、裝置容量 500KW 以下

(一)行政流程

併聯審查(台電)及地方政機關意見書→申請同意備案(經濟部能源局)→申請簽約(台電)→施工設置(設置者)及併聯(台電)→申請設備登記(經濟部能源局)

(二)申請時程(政府機關審核的行政作業時間)

以設置容量 10 瓩左右之系統為例，當完成系統設計與材料準備後，系統安裝工程約需 2 週左右；而行政作業時間約需 2~3 個月左右，視廠商配合程度與個案狀況而定。

附錄一

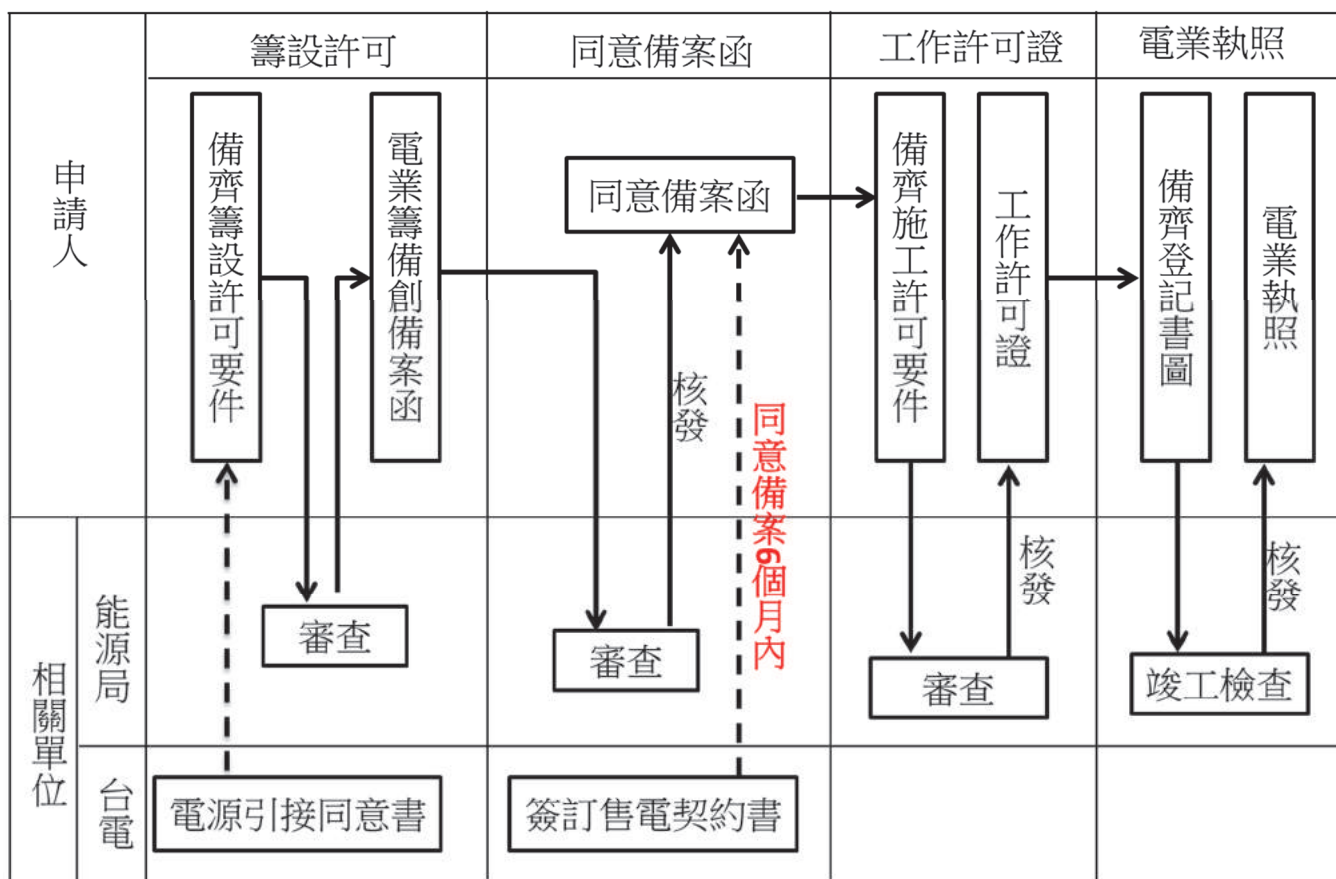
廚餘生質能廠電力業相關規定及申請期程

依照”再生能源發電設備管理辦法”規定

一、 500KW 以上需要依據電業法規定提出申請

第一型再生能源發電設備：指電業依電業法規定，設置利用再生能源發電之發電設備

(1) 申請流程圖



備註：

☆ 電業申請籌備、創設及變更或停業，其程序規定：

一、民營：由電業呈經地方主管機關核轉中央主管機關。電業營業區域

及於數個縣(市)或省(市)者，逕報中央主管機關。

二、公營：直轄市營、縣(市)營、鄉(鎮、市)營電業，報由地方主管機關核轉中央主管機關。國營電業呈經事業所屬機關核轉中央主管機關。

三、政府與人民合營，如官股多於民股者，照(二)公營辦理。民股多於官股者，照本條(一)民營辦理。

✧ 申請時程(在所有文件備齊情況下，政府機關審核的行政作業時間)

- 籌設許可取得：涉及召開會議、委員意見回覆等，概估 2 個月
- 同意備案取得：1-2個月
- 工作許可取得：涉及召開會議，概估2個月
- 電業執照取得：涉及竣工審查、召開會議等，概估2個月

綜合以上，行政作業審查時間尚需耗費約 **7-8 個月**的時間，如生質能廠涉及”土地取得、環境影響評估”，則實際作業時間將長達 1 年以上。

畜牧場厭氧發酵場處理廚餘之對策分析跨(部會協商資料)

畜牧場厭氧發酵場處理廚餘問題分析

畜牧場之厭氧發酵場若能處理廚餘有以下之優點：

- 1.可提高沼氣產量：現行養豬場厭氧發酵系統進料之有機固體濃度偏低，約僅 1%，能提供之生質能源貢獻度有限。廚餘之有機固體濃度可高達 10%，且為相對更易生物分解之基質，二者共同處理，沼氣產生量將可大幅提升，沼氣發電之躉購費率提高至每度 5 元以上，則經濟效益更大。
- 2.可獲取廢棄物處理費之收入
- 3.基質調和，厭氧系統可較穩定。

但仍有以下問題必須克服：

- 1.防疫問題：養豬場最擔心交叉感染，外來之人員、車輛、機具等，皆避免進入養豬場內。供養豬再利用之廚餘係由業者自行去收取，經高溫蒸煮後才得以供豬隻食用。因此，利用畜牧場既有之厭氧發酵設施共同處理廚餘並非將廚餘進入畜牧場，而是以位於畜牧場外且與畜牧場有適當隔離之厭氧發酵系統(如沼氣中心)為對象，厭氧發酵場必須為與養豬場獨立區隔，廚餘進場處理與養豬場絕對未接觸，以免產生防疫問題之疑慮。
- 2.放流水標準之符合問題：目前大部分之養豬場仍以厭氧發酵、活性污泥之處理方式，收取廚餘作厭氧發酵後，活性污泥系統無法負荷，必須能回歸農田。因此，確保放流水質為厭氧消化系統共同處理廚餘之必要條件，若擬將廚餘投入畜牧場厭氧發酵槽進行共消化，則必須進行評估作業包括現行處理負荷、尚有之餘裕容量有機負荷等。經評估後將以不影響放流水質為前提建議可投入之廚餘量。
- 3.再利用法規問題：畜牧場要處理廚餘必須是該厭氧發酵場之沼液已依農業廢棄物再利用管理辦法規定申請再利用者，但若增加廚餘之料源，則該項再利用許可仍必須變更。而必須申請個案再利用，目前由農業機關審查，建議改由環保機關審查。

配合沼氣生質能發電之政策，提高厭氧發酵槽之有機物含量為提高沼氣產能之重

要手段。國內外有許多研究結果顯，異類有機廢棄物共發酵有利於提升厭氧發酵性能，廚餘與禽畜糞之性質可互相調配使厭氧發酵性能更穩定，技術觀點、能源利用觀點，廚餘與畜牧糞尿共發酵皆十分合適。

廚餘生質能源廠興設經費補助原則(草案)建議

為讓各縣市擁有自主環保設施，平衡區域發展及實現垃圾在地處理目標，缺乏焚化廠或無營運中之焚化廠縣市，列為優先補助對象，另如規劃與前述縣市簽訂 5 年以上廚餘處理量達每日 80 公噸合約者，亦列為優先補助對象。其餘申請案件採競爭型補助方式為之，評比項目如下：

項目	權重 (%)	評分內容	評分 說明	機關 自評	委員 評分
財力分級	10				
料源規劃	20	1. 料源多元性 2. 可跨轄區收集量 3. 料源處理急迫性			
場址規劃	15	1. 地理位置合宜性 2. 土地取得現況 3. 鄰避與民眾溝通現況 4. 是否需進行環評及難易度			
興建規劃	15	1. 處理系統規劃與技術與設備之合宜性 2. 建廠成本 3. 興建模式 4. 施工時程			
營運規劃	15	1. 沼氣利用方式 2. 沼渣與沼液利用方式 3. 營運規劃辦理方式			
財務規劃	15	1. 操作營運成本分析 2. 財務自償能力分析			
其他	10	1. 循環經濟效益 2. 綠能效益			

評分說明

1. 財力分級

依據行政院主計總處，各直轄市及縣（市）政府財力分級表 1-5 級，每 1 級評核分數 2 分，最高 10 分。

2. 料源規劃

主要評核規劃收集料源種類（各有機廢棄物比例、廚餘計劃契合度）、達成之循環經濟效益及轄區外收集量來整體評分，

- 1.收集料源種類 5%
- 2.循環經濟效益 5%
- 3.跨轄區收集量 15%
- 4.料源處理急迫性 5%
3. 場址規劃
 - 1.地理位置合宜性 5%
 - 2.土地取得現況 4%
 - 3.鄰避與民眾溝通現況 5%
 - 4.轄內及周邊環保設施現況 2%
 - 5.環境影響分析及因應對策 2%
 - 6.周遭電網及熱源需求 2%
4. 興建規劃
 - 1.處理系統規劃 5%
 - 2.技術與設備評估 3%
 - 3.建廠成本 4%
 - 4.興建模式 3%
 - 5.施工時程 5%
5. 營運規劃
 - 1.操作營運成本分析
 - 2.沼氣利用方式
 - 3.沼渣與沼液利用方式
 - 4.營運規劃辦理方式
 - 5.營運監督與管理

4月12日 提升廚餘回收再利用成效研商交流會議資料

 <h3>廚餘堆肥場效能輔導改善建議</h3> <p>報告人：陳文卿 財團法人環境與發展基金會 106年4月12日</p>	<h3>全方位之廚餘回收再利用策略</h3> <ul style="list-style-type: none"> 全面回收：家戶、市場、餐廳等 多元利用：飼料化、肥料化、能源化 因地制宜：考量客觀環境配合條件 合作機制：區域合作、中央vs地方、農業vs環保 
<h3>堆肥發酵之目的</h3> <ul style="list-style-type: none"> 廢棄物安定化、無害化：揮發性有機物質分解去除等 病原菌控制：連續之高溫發酵，最高時溫度可達60~70°C，消滅病原菌、寄生蟲、蟲卵 減量化：重量、體積減少，水份去除、與其他廢棄物共同處理 資源回收：肥料、培養土及土壤改良劑 	<h3>堆肥發酵程序</h3> <p>前處理</p> <ul style="list-style-type: none"> • 剔除雜物 • 破碎 • 脫水 • 副資材混合 <p>一次發酵</p> <ul style="list-style-type: none"> • 翻堆 • 透氣 • 移除水份 • 高溫(約60°C) • 約30天 <p>靜堆二次發酵</p> <ul style="list-style-type: none"> • 溫度降溫 • 風除水份 • 表氧化 <p>成品</p> <ul style="list-style-type: none"> • 腐熟判定 • 腐熟率 > 85% • 含水率 < 30% • pH 6~8
<h3>廚餘堆肥三部曲</h3> <ol style="list-style-type: none"> (1)原料前處理(破碎與脫水、副資材混合) <ul style="list-style-type: none"> • 依廚餘性質選擇適合之破碎機 • 脫除水分之處理：既有污水場、液肥發酵、厭氧產生沼氣 • 副資材供應 (2)發酵控制(翻堆與通風) (3)成品利用(品質、雜質) 	<h3>廚餘堆肥場常見之問題(1)</h3> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <h4>1.原料問題</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 料源不足 • 處理量超過負荷 • 分類不佳：水分太高、雜質太多 <h4>2.前處理設施</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 破碎功能不佳(未針對廚餘性質選用合適之破碎機) • 水分無法脫除 </div> <div style="flex: 1; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <h4>3.發酵控制問題</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 水分太高 • 副資材不足 • 翻堆區容量不足 • 堆積太高 • 翻堆頻率不足 • 溫度上升緩慢 • 機械翻堆機能欠佳 • 操作空間狹窄 • 無二次發酵(靜堆) </div> </div>

廚餘堆肥場常見之問題(2)

4.成品問題

- 水分太高
- 雜質太多
- 尚未回溫
- 腐熟率偏低(發酵未完全)

5.周遭環境衛生問題

- 污水漫流高
- 污水未妥善處理
- 臭味飄逸
- 蚊蚋飛舞

6.其他

- 動線不良・搬運耗工
- 廠區通風不良
- 流程設計錯誤
- 不當之機械設備
- 人力負擔太大
- 露天操作・暴雨潮濕

(1)原料前處理

- 剔除雜質
- 降低粒徑
- 降低水份
- 副資材充份混合
- 污水濾除

(1)原料前處理：破碎

(1)原料前處理：水分控制

- 水分太高之問題：
 - 原料區臭味
 - 發酵區溫度不易提升
 - 基質結成團塊・空氣不易傳殖
- 對策：
 - 擠壓脫水
 - 排水處理(廢肥・污水處理)
 - 添加副資材調整

<例> 1噸廚餘含水率85%→含水率65%
副資材添加量：約0.3噸

(1)原料前處理：水分控制

- 廚餘含水率約85%，調整至最適堆肥化之含水率(65%)：
 - (1)添加副資材(含水率10%計)
 - (2)機械脫水

以處理量100堆估：

原料含水率	(1)添加副資材		(2)機械脫水	
	所需副資材(噸)	最終堆肥量(噸)	所需水量(噸)	最終堆肥量(噸)
85%	0	1	0	1
80%	0.07	1.07	0.25	0.75
75%	0.15	1.15	0.4	0.6
70%	0.25	1.25	0.5	0.5
65%	0.36	1.36	0.57	0.43
60%	0.5	1.5	0.625	0.375

(1)原料前處理：副資材

副資材功能

- 調整水分
- 提供孔隙度・利於空氣傳殖
- 基質均勻性
- (調整C/N比)

副資材選擇

- 粒徑
- 吸水率
- 乾燥度
- 取得之便利性

(2) 醱酵控制：定期翻堆

翻堆功能

- 提供醱酵所需空氣
- 充份之攪拌混合
- 水分去除
- 維持醱酵溫度
- 加強破碎功能
- 翻堆最適狀況：1.5m高，平錐形

財團法人環境科技發展基金會

12

翻堆方式

- 可採天車式翻堆機、鏟裝車(山貓)翻堆
- 混拌應均勻(上層&底層、內層&外層)，不可僅局部翻堆
- 須考量操作迴旋空間
- 避免死角
- 將團塊物破碎
- 應膨鬆化，避免壓實



財團法人環境科技發展基金會

14

(2) 醱酵控制：定期翻堆

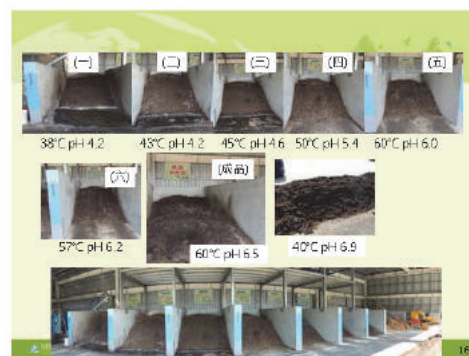
翻堆建議

- 翻堆若不足：水分不易去除，厭氧化
- 翻堆太頻繁：溫度不易保持
- 堆積量大(或高)，勤翻堆；堆積量小，少翻堆
- 前期多翻堆，後期少翻堆
- 前期翻堆目的在提供氧氣，加速水分脫除；
- 後期(及靜堆區)翻堆目的在加速 NH_3 脫除及降溫

=> 應以水分、溫度變化決定翻堆頻率

財團法人環境科技發展基金會

15



財團法人環境科技發展基金會

16

廚餘(高速)醱酵機問題剖析

- 是生物處理設備還是乾燥機？(水份之減少或有機物分解？)
- 操作費用(菌種、電費等)
- 外部加熱之必要性？
- 長期之操作維修問題

財團法人環境科技發展基金會

17

(3) 成品利用(品質、雜質)

- 外觀：褐色、蓬鬆
- 氣味：泥土味，無嗆鼻味(酸臭或阿摩尼亞味)
- 溫度：室溫
- 無蚊蠅
- 避免雜質(大顆粒、塑膠袋、繩索、紙、布..等)
- 品質(含水率、pH、.....)
- 腐熟率(發芽率)
- 有害物質(重金屬等)

財團法人環境科技發展基金會

18

廚餘堆肥之市場通路檢討

- 符合商品化要求所須代價高(品質、法規、成本等)
- 自用、土壤改良劑、覆土
- 供大肥料工廠作中間原料
- 各種有機廢棄物之共堆肥化及調配

10

雜項堆肥成分要求表

採購編號(商標編號)-11

- [illegible]

20

液肥發酵(1)

液肥：收集腐餘堆肥場所脫除之水分，利用連續通氣，使揮發性有機質分解。

- 安定化，保留營養供利用。
- 以厭氧為主，利用好氧性微生物，分解揮發性有機物
- 溶解性有機物(碳水化合物等) → 有機酸 → $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 停留時間約20天以上。
- 應採串連，延長停留時間。
- 培養適當的「活性污泥」(菌種)，可自行培養，並保留於槽內。
- pH：最初5以下→7
- 顏色：灰色→暗褐色；混濁→澄清。

74

液肥發酵(2)

- 通氣量不足或制化的期不足，發芽率不穩定，且pH可能偏性，不能使用。
- 液體培養：針頭有堵塞，以儘量以外觀及發芽率判定，以自行使用為限。
- 有機碳濃度仍高(COD約10,000 ppm以上，視原液濃度而定)，不可任意棄除。
- 未滅菌，使用時需注意衛生，避免身體直接接觸。
- 應將使用具
- 農作物利用須注意發芽率
- 土壤利用宜注意有機氮含量



27

堆肥成品不合格原因分析

- 一、**重金屬含量不合格：**
 - (1) 分裝不佳，混入有害物質
 - (2) 堆肥槽之容器、機器等影響
 - 二、**pH 不符規定**
 - (1) pH 偏高：係熟成時間不足， NH_3 仍未完全逸出。
 - (2) pH 偏低：醱酵不完全，發酵率大部分都不能合格。
 - 三、**水分不符規定：**
 - (1) 進料含水量太高
 - (2) 醱酵時間不足
 - (3) 成堆時間未足農曆
 - (4) 成堆包料時尚有餘溫，吸收水氣
 - 四、**有機質偏低：**
 - (1) 進料料含量太高
 - (2) 係熟成時間太高
 - 五、**碳氮比不符規定**
 - (1) 碳氮比偏高：堆料纖維質太多，副資料添加太多，營養值不足，或醱酵時間不足，有機質尚未能充分分解。
 - (2) 碳氮比偏低：熟成時間不夠(肉肉分離)偏高，或後段醱酵不足有氮氣分解不完全。
 - 六、**鈣、鎂、氮磷含量偏低**，加強新鮮料之補充，可將部分析除。
 - 七、**發酵率不符規定**：堆肥醱酵不完全

23

廚餘堆肥成功之關鍵：水與氣

- ◆老實做，時間夠
- ◆調整水，除臭味
- ◆通風好，沒煩惱

24

4月12日「沼氣發電設備國產化研商會議」會議記錄

副本

行政院科技會報辦公室 函

機關地址：台北市大安區和平東路二段
106號5樓

傳真：02-33566920

聯絡人：王建朗

電子信箱：ron@cy.gov.tw

新竹縣竹東鎮中興路四段195號

受文者：財團法人環境與發展基金會
陳文卿總經理

發文日期：中華民國106年4月17日

發文字號：院臺生字第1060170831號

速別：速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如文

主旨：檢送106年4月12日「沼氣發電設備國產化」研商會議紀錄
1份，請查照。

正本：經濟部工業局、經濟部能源局、行政院農業委員會畜牧處、行政院農業委員會
畜產試驗所、行政院環境保護署

副本：台灣糖業股份有限公司、台灣肥料公司、山林水環境工程、漢翔航空工業股份
有限公司、公準精密工業股份有限公司、日成科技股份有限公司、台灣新日化
股份有限公司、大同股份有限公司、朋億股份有限公司許宗政總經理、祥瑞能
源科技股份有限公司、中興工程顧問股份有限公司、宇陽能源科技股份有限公司、
台灣大學動物科學技術學系蘇忠楨教授、中興大學森林學系吳耿東教授、
逢甲大學環境工程與科學學系林秋裕教授、財團法人環境與發展基金會陳文卿
總經理、工研院材化所、工研院中分院李志杰研究員、國家中山科學研究院

行政院科技會報辦公室

沼氣發電設備國產化研商會議紀錄

壹、時 間：中華民國 106 年 4 月 12 日(星期三)下午 3 時

貳、地 點：科技大樓 4 樓 4006 會議室

參、主持人：丁副執行秘書詩同、葉副執行秘書哲良

肆、出席人員：如附簽到單 記錄：陳麗敏

伍、主席致詞：(略)

陸、簡報：(略)

柒、會議結論

一、我國需要建立自主的沼氣發電系統整合，請工業局輔導業者，促成系統整合商進行在地化整合，並請工研院協助，以完成設備國產化的目標。

二、有關沼氣發電設備國產化，請經濟部、農委會、環保署等部會提出具體之國產化連結補助措施，並提出時程規劃，以利業者切入。

三、上開二項工作請相關單位於三週內完成規劃，並於下次會議提出報告。

捌、散會：下午 5 時 15 分

沼氣發電設備國產化研商會議

簽到單

開會時間：中華民國 106 年 4 月 12 日(星期三)下午 3 時

開會地點：科技大樓 4006 會議室

主持人：丁副執行秘書詩同、葉副執行秘書哲良

單位	姓名/職稱	簽名
經濟部工業局	黃群真技正	黃群真
經濟部能源局	吳韋逸科長	吳韋逸
農委會畜牧處	葉昇茂科長	葉昇茂
	塗建銘技正	塗建銘
	陳宜孜技士	陳宜孜
農委會畜產試驗所	程梅萍研究員兼組長	程梅萍
環境保護署	蔡蓬蘭簡任技正	蔡蓬蘭
經濟部能源處	林國良技正	林國良
能源及減碳辦公室	洪嘉業助理研究員	洪嘉業
科技會報辦公室	劉祖恩組主任	劉祖恩

1

單位	姓名/職稱	簽名
環興科技公司	張哲銘經理	張哲銘
	楊為凱工程師	楊為凱
金工中心	呂金原經理	呂金原
台灣糖業公司	吳耀煌經理	吳耀煌
台灣肥料公司	林學正處長	林學正
中央畜牧場		
漢寶畜牧場		
山林水環境工程	李建樺經理	李建樺
	游源宗副理	
漢翔航空工業公司	鄭德清課長	鄭德清
公準精密工業公司	蘇友欣董事長	蘇友欣
	莫銳顧問	莫銳
中興工程顧問公司	張哲銘經理 劉建強經理	劉建強

2

工研院研究團隊

單位	姓名/職稱	簽名
大同股份有限公司	郭麟書副處長	郭麟書
	朱展弘主任	朱展弘
日成科技公司	俞銘誠工程師	俞銘誠
台灣新日化公司	張子亮總經理	張子亮
朋僑股份有限公司	許宗政總經理	許宗政
祥瑞能源科技公司	曾祥生董事長	曾祥生
宇陽能源科技公司	方耀華董事長	方耀華
台灣大學環境工程研究所	張能復教授	
台灣大學動物科學技術學系	蘇忠禎教授	蘇忠禎
中興大學森林學系	吳耿東教授	吳耿東
逢甲大學環境工程與科學學系	林秋裕教授	林秋裕
財團法人環境與發展基金會	陳文卿總經理	陳文卿

3

單位	姓名/職稱	簽名
工研院	張培仁副院長	張培仁
工研院材化所	陳哲陽副所長	陳哲陽
	洪仁陽副組長	洪仁陽
	李秋煌副組長	
	張冠甫主任	張冠甫
	陳幸德主任	陳幸德
工研院綠能所	萬皓騰組長	萬皓騰
	張登豐經理	張登豐
工研院機械所	彭文陽組長	彭文陽
	陳譽元經理	陳譽元
工研院 IEK	謝志強經理	謝志強
工研院中分院	李志杰研究員	李志杰
交通大學	曾慶平教授	曾慶平

4

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

工研院研究團隊

單 位	姓名/職稱	簽 名
資 策 會	劉英輝總監	劉英輝
	張茂榮組長	張茂榮
國家中山科學研究院	軍通中心 游欽宏主任	游欽宏
	航空研究所 李基鈞副所長	李基鈞
	軍通中心 陳鳴皋主任人	陳鳴皋

[illegible]

沼氣發電國產化設備補助原則說明

依據 5/4 研商會議主席指示：參考交通部補助電動大客車之規定，對於國產化之設備若具有附加價值率得納入補助原則。

其中之「附加價值率」係指貨品出廠價格扣除進口材料及零件之價格後，所增加之價格比率。準此，本署提出可補助之國產化設備包括廚餘前處理設備、厭氧發酵設備、沼渣沼液處理設備、沼氣利用系統、厭氧發酵系統控制與監測設備等。

參考交通部補助電動大客車之作法，本署未來於補助地方設置沼氣發電相關設施時，對於申請補助之國產化設備將要求提出具(1)「附加價值率」，或(2)「因應本國環境特殊性」之說明，以納入補助之評比項目。

(1)附加價值率：

	說明	評比積分
附加價值率低	使用之進口材料及零件價格比例 > 70%	低
附加價值率中等	使用之進口材料及零件價格比例 50~70%	中
附加價值率高	使用之進口材料及零件價格比例 < 50%	高

註： 附加價值率 = $\frac{\text{貨品出廠價格} - \text{進口材料及零件價格}}{\text{貨品出廠價格}} \times 100\%$

(2)因應本國環境特殊

	說明	評比積分
設備無環境特殊性	一般性可通用於國內外各種沼氣發電系統之設備	低
環境特殊性中等	一般性設備僅須略作調整即可適用國內環境者。	中
具高度環境特殊性	適應國內沼氣發電特殊狀況，如有機物特性、沼氣與沼渣再利用限定用途等所選用之設備。	高

協助英文簡報校稿





提供國外廚餘回收率計算方式相關資料

韓國

回收率以總廚餘產生量為分母

參訪韓國環境部研習韓國廚餘廢棄物之管理現況

韓國每人每天產生的廚餘量約0.25Kg，廚餘佔垃圾量之26%，與台灣相近。廚餘回收再利用率高達96%，其中飼料化49.2%，堆肥化42.7%，能源化8%。廚餘雖然是應回收之資源，但並非免費處理，其處理費(每公斤100韓元，約台幣3元)甚至比一般垃圾還高。

首爾廚餘產生量3183噸/天 (1032噸政府處理廠，2151噸民間處理廠)，廚餘處理可收取處理費，有利可圖，因此民間處理廠比政府還多，而且可以將各項污染防治工作做得好。反觀台北市的垃圾隨袋徵收中，將廚餘視為資源物故免費處理，實際上政府卻必須另花費處理，在經費考量下，不易做到完善。

廚餘回收政策的考量重點為：環境影響、便利性、經濟性，且必須整體考量，各處理廠分工合作，不是某一處理廠從頭做到尾。國內各縣市、鄉鎮經常各有本位主義考量，類似的合作經驗是台灣最值得借鏡之處。

未來目標是：(1)最少化，(2)針對不同產源減量，將丟棄的東西再利用最大化，(3)提高分離效率，(4)運送儲存過程提高效率，(5)再利用最大化，(6)最終處理最小化，可見韓國是精益求精持續進步。

以松坡廚餘資源化廠為例，將廚餘脫水乾燥後(含水率7%)提供動物飼料原料(每公斤售價50韓元)，每公斤處理成本為115韓元(政府另補助一半)，主要收入為處理費。

質量平衡：100公斤廚餘含水率為85公斤，擠壓出之汁液約70公斤，以乾燥爐(旋轉窯)烘乾(130℃)後得飼料16公斤(含水率7%)，可作為動物飼料(雞、豬等，但不能供牛食用，業者另需視用途添加營養成分)，須符合農業部的標準。

香港

Statistics of Municipal Solid Waste Recovered in 1991-2015

Year	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Paper	735	677	620	582	700	750	710	684	679	826	800	763	782	883	908	1003	1102	1091	1027	1185	1278.4	1162.3	1034.6	947.8	896.3
Plastics	148	262	270	306	314	212	165	214	154	165	214	196	207	265	644	646	820	1023	1211	1577	843.2	316.6	242.7	98.7	93.9
Wood	21	22	6	9	5.4	3.1	1.7	21	48	6	10	18	25	22	14	19	21	18	17	17	17.7	9	6.1	6.3	1.2
Ferrous metals	919	624	691	690	709	484	526	509	540	637	803	899	1202	956	829	923	894	793	733	966	667.3	499.8	523.1	845.1	963.6
Non-ferrous metals	106	168	132	135	180	153	117	109	79	93	77	53	80	99	108	140	167	140	101	155	115.1	78.2	78.6	73.6	84.4
Glass	1	2	1	4	3.6	2.2	1.9	3.9	1.3	0.62	4	1.5	2	2	2	3	1	1	3	5	4.8	18.3	10.2	8.4	9.3
Textiles	31	30	23	20	16	15	12	13	20	24	20	18	26	18	15	26	15	10	16	20	10.8	3.8	7.2	4.2	4.8
Rubber/tyres					7	6	7.5	8.7	14.8	7	10	12.5	20	21	21	22	13	7	9	10	14.8	12	21.7	4.6	6.8
Electrical & Electronic Equipment												68	33	37	53	58	59	59	64	61	66.7	56	55.8	55.5	58.5
Food Waste																				0.6	6.7	28.6	6.9	14.0	

Quantity (x 1000 tonnes)

新加坡

Waste Statistics and Recycling Rate for 2015				
Waste Type	Waste Disposed of (tonne)	Total Waste Recycled (tonne)	Total Waste Generated (tonne)	Recycling Rate
Food	681,400	104,100	785,500	13%
Paper/Cardboard	588,500	603,700	1,192,200	51%
Plastics	766,800	57,800	824,600	7%
Construction debris	8,900	1,402,900	1,411,800	99%
Horticultural	124,800	237,200	362,000	66%
Wood	76,900	293,700	370,600	79%
Ferrous metal	15,200	1,333,300	1,348,500	99%
Non-ferrous metal	19,600	160,400	180,000	89%
Used slag	4,100	365,800	369,900	99%
Ash & sludge	170,800	25,200	196,000	13%
Glass	60,600	14,600	75,200	19%
Textile/Leather	144,200	12,500	156,700	8%
Scrap tyres	2,700	32,800	35,500	92%
Others (stones, ceramics & rubber etc)	359,300	5,700	365,000	2%
Total	3,023,800	4,649,700	7,673,500	61%
Note: Metal recovered from IBA for recycling is excluded from total waste disposed. Wood and horticultural waste recycled include 278,000 tonnes used as fuel in biomass power plants.				
Domestic Waste Recycling Rate		19%		
Non-Domestic Waste Recycling Rate		77%		

Waste Statistics and Recycling Rate for 2014				
Waste Type	Waste Disposed of (tonne)	Total Waste Recycled (tonne)	Total Waste Generated (tonne)	Recycling Rate
Food	687,200	101,400	788,600	13%
Paper/Cardboard	590,800	646,500	1,237,400	52%
Plastics	789,000	80,000	869,000	9%
Construction debris	9,700	1,260,000	1,269,700	99%
Horticultural	115,300	163,000	278,300	59%
Wood	74,500	293,400	367,900	80%
Ferrous metal	57,000	1,388,900	1,445,900	96%
Non-ferrous metal	23,700	94,700	118,400	80%
Used slag	5,100	361,200	366,300	99%
Ash & sludge	126,800	21,700	148,500	15%
Glass	63,800	15,700	79,500	20%
Textile/Leather	141,800	16,800	158,600	11%
Scrap tyres	3,100	23,100	26,200	88%
Others (stones, ceramics & rubber etc)	355,600	4,700	360,100	1%
Total	3,043,400	4,471,100	7,514,500	60%
Note: Wood and horticultural waste recycled include 201,300 tonnes used as fuel in biomass power plants.				
Domestic Waste Recycling Rate		19%		
Non-Domestic Waste Recycling Rate		76%		

提供亞洲各國廚餘回收再利用情形資料

我國的廚餘與國外通稱的食品廢棄物不同。歐美家庭廚餘大部分都未分離出來而是混入下水道共同處理。

食品廢棄物(較乾)之對策為依序分別為減量→可食部分(如速食店、超商黃昏食品)分配使用→轉製動物飼料→堆肥化(與田園樹枝葉等共同處理)→厭氧消化能源化

中國大陸之廚餘性質與台灣一樣，但未實施廚餘分類，還是與一般垃圾混合處理，依該都市的垃圾處理情況而定，該焚化的就焚化，掩埋的就掩埋。垃圾處理場(焚化廠)之前端有時會將廚餘及有機廢棄物分離出來，另外去做厭氧發酵或堆肥。較少從家戶端將廚餘令分離出來。民眾仍有自行收集廚餘去養豬的行為，但是養豬戶為了養豬自行去收集廚餘，而不是環保單位回收廚餘後再交給養豬戶。

日本垃圾焚化為主，食品廢棄物(過期食品等)以飼料化(乾燥脫水)、堆肥化、能源化三種再利用方式。但家戶廚餘並未另外收集處理，而是與焚化廠在一起，垃圾前處理時將廚餘類機械分離出來去做演養消化，其他部分進行焚化。

其他如新加坡、韓國、香港之情形整理如下：

新加坡

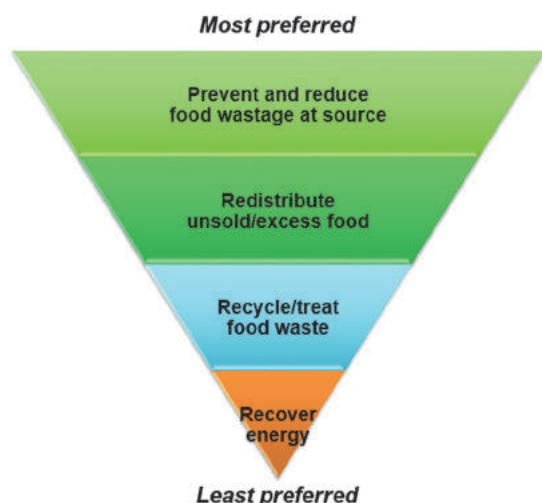
廚餘約佔新加坡產生的廢棄物總量的 10%(2016 年，791,000 公噸)，但只有 14% 的廚餘被回收利用(2016 年，111,100 公噸)。其餘 86%廚餘在焚化爐進行焚燒。

新加坡管理的策略為-全面管理廚餘，包括：減少食物浪費、重新分配未售出/過剩食品和回收廚餘...等，希望可以達成零廢物可持續的國家。下圖為新加坡的廚餘管理策略，優先順序為：

1. 防止和減少食物來源的浪費：於 2015 年 11 月推出了推廣計畫，鼓勵採用智能食品購買，儲存和準備習慣，幫助消費者節省資金，同時減少源頭食物流失。
2. 重新分配未售出/過剩食品：進行的 3R（減少，再利用，回收）推廣工作，

鼓勵組織和個人向食品分銷機構捐贈未售出和超額食物。食品製造商，食品零售企業和超市可以聯繫食品分銷機構，為食物捐贈作出安排。個人也可以通過捐贈不再需要消費的好食品來減少食物浪費。

3. 回收/處理食品廢物：回收利用的食物廢物主要是來自食品製造商的同質食物廢物，例如來自啤酒釀造的廢酵母/穀物，大豆和麵包廢物，這些來源分離，並出售給回收商轉化為動物飼料。新加坡能源局正在進行評估收集和運輸源分離的廚餘到異地處理設施的可行性，其中廚餘與廢水污泥共同消化。
4. 回收能源：未經回收或處理的廚餘將在焚化爐焚燒，以回收能源。



香港

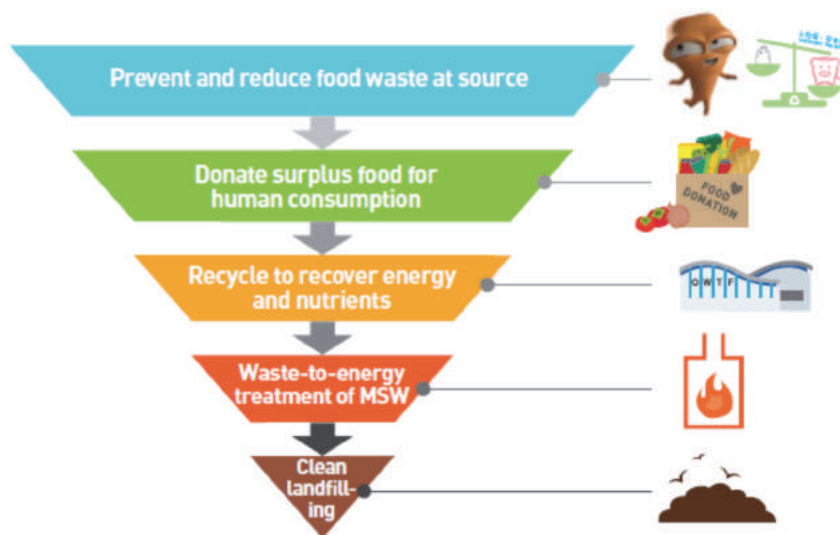
香港政府於 2013 年 5 月發表《香港資源循環藍圖 2013-2022》("《藍圖》")，為截至 2022 年的廢物管理(包括廚餘管理)制訂全面策略、目標、政策和行動計畫。

《藍圖》訂立減少堆填區都市固體廢物人均棄置量的目標，即以 2011 年為基礎，在 2017 年或以前減少 20%，以及在 2022 年或之前減少 40%。

《香港廚餘及園林廢物計畫 2014-2022》，處理廚餘的 4 項具體策略，包括：

- (a) 全民惜食：透過推行各項措施(例如惜食香港運動("惜食運動")及日後實施的都

- 市固體廢物按量收費計畫)，推動市民改變習慣。
- (b) 食物捐贈：鼓勵商界捐贈廚餘予食物回收機構，並推廣使用環境及自然保育基金，支援廚餘回收項目。
 - (c) 廚餘收集：進行有關廚餘收集和運送的研究。
 - (d) 轉廢為能：設立有機資源回收中心網絡，將廚餘轉化為能源。2014 年至 2024 年期間，分期設立為數 5 至 6 間有機資源回收中心的網絡，每天共可處理約 1,300 至 1,500 公噸的廚餘。



韓國

目前首爾每日產生廚餘量約 3,000 公噸，韓國政府在 1995 年成立「食物廢棄物管理委員會」，制定「食物廢棄物管理對策」進行隨袋徵收政策，並於 2013 年止已全面禁止廚餘廢水傾倒至海洋。廚餘的處理費用比一般垃圾還高處理費(每公斤 100 韓元，約台幣 3 元)，因此禁止廚餘混入一般垃圾中。

廚餘收集及計費方式目前有三種

1. 塑膠袋(隨袋徵收)-超市販賣不同尺寸顏色專用袋供廚餘回收使用。

2.廚餘回收箱-每次需根據回收箱大小容量購置條碼(貼紙式或插卡式)，有專門清潔人員會收取，主要用於集合式住宅。

3.RFID 廚餘回收紀錄系統-政府架設專用廚餘回收箱，需透過記載身分之卡片及無線射頻辨識系統傳輸技術，用戶倒入廚餘並偵測重量，將每月累積之重量換算費用。



目前廚餘處理方式有

首爾地區：廚餘集中後至廚餘處理廠再利用，固體作為 1.飼料 2.產生沼氣 3.堆肥；液體則作為沼氣發電或排至污水下水道進行處理。

其他地區：1.破碎處理後排入下水道 2.利用微生物分解後再排入下水道

附件三、廚餘生質能源化六年經建計畫初稿

附件四、廚餘堆肥場現場評估報告

廚餘堆肥場現場評估時程

編號	堆肥廠	日期	時間
1	台南市新化	2/20	10:30
2	台南市城西		14:00
3	台中市南屯	3/1	10:00
4	台中市豐原		14:00
5	南投縣南投市	3/2	14:00
6	新竹縣新豐鄉	3/6	10:00
7	苗栗縣苗栗市		14:00
8	宜蘭縣羅東鎮	3/9	14:00
9	彰化縣田尾鄉	3/10	14:00
10	新北市土城	3/13	10:30
11	花蓮縣花蓮市	5/24	14:00
12	南投縣竹山鎮	5/26	10:00
13	台東縣台東市	6/1	14:00
14	苗栗縣竹南鎮	6/8	10:30
15	新北市坪林區	6/9	14:00
16	苗栗縣頭份市	10/3	10:00
17	苗栗縣苑裡鎮	10/3	14:00
18	嘉義縣民雄鄉	10/11	14:30
19	彰化縣田尾鄉	10/13	10:00
20	臺中市霧峰區	10/13	14:00

新化廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 2 月 20 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 堆肥場翻堆及包裝機械設施維護尚良好，翻堆槽 18 槽底部之通風管已堵塞無法通氣，靠翻堆提供空氣。
- (二) 滲流污水以簡易廢水處理設施處理，功能不易達到標準，建議應加強廢水處理設施，並提高處理功能；另可考量製成液態肥，供農民或民眾領用。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 醱酵前期水分高，易有滲出水，影響環境品質。
- (二) 脫臭槽空間利用為進料暫存區，在目前不處理熟廚餘廢棄物及附近無住戶之情況下尚可維持，但仍應妥善操作以避免造成異味陳情。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 場區尚有向外擴充空間，若再增加前處理之脫水設施，則可再增加處理量。
- (二) 目前使用之木屑約 2,000 公斤/日，以鏟裝機與生廚餘混合以調整水分。但副資材量尚略不足，前槽仍有許多污水漫流地面，可以半腐熟或腐熟堆肥返送提供副資材功能。
- (三) 進料初階段產生之液體有機成分濃度尚高，現階段之廢水處理方式不甚理想。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 因廚餘未進行前處理，其本身粗大顆粒果實發酵分解緩慢，可考慮於前端增加廚餘破碎及脫水設備，提升發酵速率及處理

量。

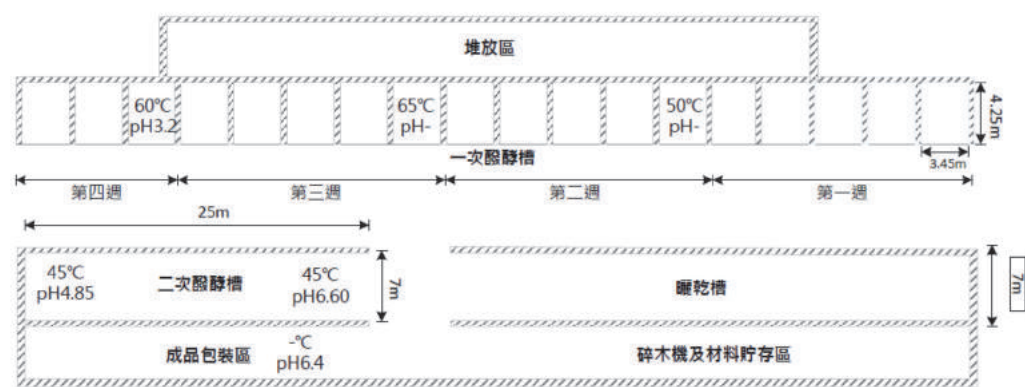
- (二) 一次醱酵槽有 3 槽被放置機具等設備及材料，致醱酵槽空間不足，建議調整規劃原料、副資材、成品及機具之存放區，將醱酵槽全部使用於堆肥醱酵。
- (三) 原有之強制通風管線可能已堵塞，導致堆肥之好氧條件不足。
- (四) 第一發酵區各槽 pH 偏低，且溫度上升已達 60℃，顯示翻堆頻率較不足，可再增加翻堆。

六、成品性質：

- (一) 水分低於 40%，pH 值為弱鹼性，是深褐色具土味之堆肥，成分分析結果符合農委會雜項堆肥之要求。
- (二) 提供民眾以資源回收物兌換，或作為環保教育或宣傳活動之贈品，民眾反應良好，產品供不應求，將來若增加進料量，應朝申請肥料許可，進行販售為主。

七、綜合評估說明：

- (一) 建議增加前進料及熟成品的存放空間，前進料之脫水設施、廢水處理設施及電器設施之安全防護裝置。
- (二) 建議於前處理區設置破碎與脫水設施，有效率的進行前處理，將廚餘破碎至 2 公分左右，脫水至 65%，可減少水分滲流，及原大顆果菜不易分解情形，另於原槽體內每周翻堆 1 至 2 次，不致於有臭味發生。



城西廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 2 月 20 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 前處理破碎調料機械設施設計功能不佳，料體輸送需人工不斷擠壓，耗費人力，破碎後調料作業方式可再統合改善，減少小山貓運行作業頻率。
- (二) 廚餘雖進行破碎前處理，與副資材混拌但發酵升溫速度緩慢，作業上堆置於他處使水分滲流，翻堆移動時容易有臭味逸散，也會延長發酵時間，如果以現有設備要增加處理量恐有前發酵區水分漫流的情形發生。

三、廠區環境衛生與改善建議：

廚餘回收車載回之生廚餘，於開放之場區空間靜置露天曝曬，產生之污水漫流地面有礙環境衛生，下雨時將更嚴重，建議改善處理動線及方式。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 以半腐熟或腐熟堆肥做副資材(比例為 3：1)，調整水分功能有限，建議增加使用木屑等副資材，添加比例應可減少。
- (二) 動線複雜，移動都需靠機具，既耗人力也消耗能源，應重新檢討現有之處理方式與動線規劃。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 翻堆狀況不甚理想，原有之強制通風管線可能因使用多年通氣孔已堵塞，只能仰賴山貓翻堆，導致堆肥之送風不足。
- (二) 前處理設施可考量更新或改善，並增加廚餘脫水單元，可有效解決水分含量過高、發酵升溫緩慢之困擾，避免露天堆置

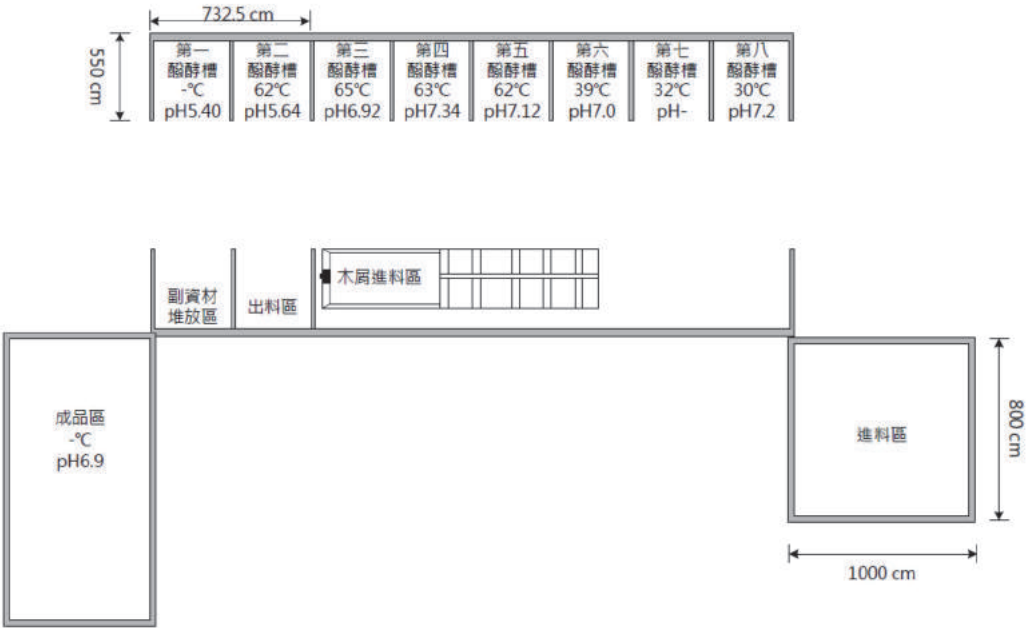
滲出水漫流情形發生，並可縮短處理時間。

六、成品性質：

- (一) 105 年 3 月及 9 月之檢測報告，皆符合雜項堆肥之品質標準。
- (二) 領有雜項有機質肥料登記證，採對外販售，20 公斤售價 100 元，年販賣金額約 30 至 40 萬元，民眾透過資源回收產品之交換部分則供不應求。

七、綜合評估說明：

- (一) 尚有閒置後端室內發酵槽體與作業區，建議應就作業方式進行流程、動線規劃及機器設備進行改善，可讓人力及廠房充分發揮，預估可提高處理量一倍以上。
- (二) 除使用堆肥成品調整水分外，建議再增加使用木屑等副資材。
- (三) 建議於前處理區改善輸送破碎設施並增加脫水設備，提升前處理效率，降低含水率與量體，且可提高處理量。



南屯廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 1 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 動線複雜且位置分散，造成翻堆及移動作業之人力負擔沉重，不僅增加人事成本，亦造成臭味的溢散。
- (二) 宜進一步利用現有的空間，重新規劃製程及動線。

三、廠區環境衛生與改善建議：

部分製程是露天，不僅造成臭味的逸散，同時在雨天無法操作，建議研擬改善做法。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 進料水分偏高，雖有應用木屑來調整水分，但水分還是太高，不利發酵條件。
- (二) 自行破碎之廢家具或木材太粗，建議增加細粉碎設備，增加副資材吸水效果。此外，建議避免使用廢家具，避免堆肥後含有金屬成分降低堆肥成品之市場性利用價值。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 每週翻堆 1-2 次，因水分太高，副資材添加量低(1/10)、顆粒稍粗等造成腐熟效果不佳。
- (二) 半成品堆肥區，均出水嚴重，發酵溫度不足(未達 60°C)且偏酸性，顯現未達腐熟程度。
- (三) 建議增加脫水設備或壓濾機，降低堆肥進料之水分，可加速堆肥速度及成效。

六、成品性質：

- (一) 有兩種肥料成品，以粉狀肥料為主，少部分製粒。成品經曝

曬後，水分低，副資材顆粒稍粗，無雜質，腐熟良好。該場堆肥成品有申請肥料證(就是肥 1 號有機質肥料)。

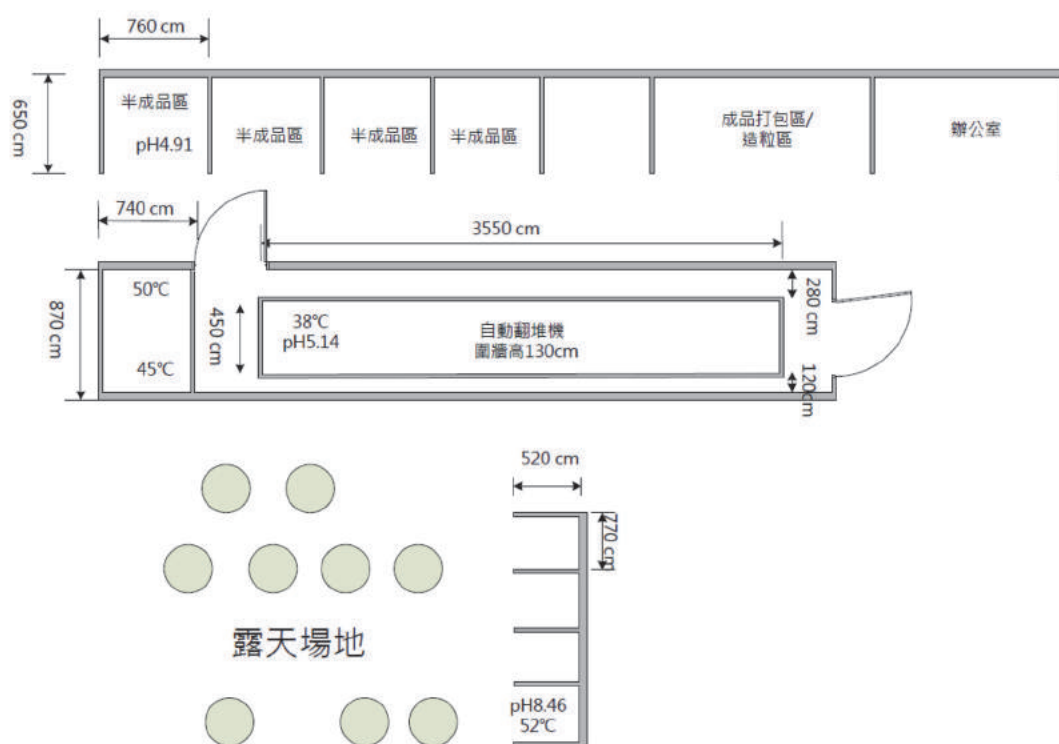
(二) 半成品區之滲出液收集 1 噸後，添加以菌種: 豆粕:蜜糖:水=1:1:2:10 曝氣培養 15 週混合液 20 公升，發酵 1.5 個月。

(三) 產品通路良好，固肥(50~60 公噸/月): 已申請肥料證 20 公斤包裝 90 元，部分公家單位學校機關使用，部分供產銷班，6 公斤包裝則供民眾以資源回收物換取。

七、綜合評估說明：

(一) 進料時欠缺破碎及脫水設備，進發酵段的水分偏高(約在 80%)，導致後段發酵不完全(溫度在 45-50°C)或須延長發酵時間，建議增設破碎及脫水設備，以降低水分，提高發酵效率。

(二) 木屑購買費用 64,800 元/月，是相當沉重的負擔，建議加速規劃廢樹木破碎為木屑方案。



豐原廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 1 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 場地通風寬敞，流程配置順暢。
- (二) 有破碎機可自行破碎廢木材提供副資材來源。
- (三) 除破碎外另有擠壓脫水功能，配合副資材枝調配，含水率控制良好利於堆肥發酵。

三、廠區環境衛生與改善建議：

廠區清潔環境衛生維護良好，半成品堆肥區有加蓋，無揚塵逸散問題，腐熟狀況良好無臭味問題。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 目前處理量為 80 噸/月(含副資材)，惟副資材添加量比例高達 1/3，代表實際廚餘處理量約為 53 噸/月，即 2.7 噸/日，尚低於設計量。
- (二) 廚餘經破碎及脫水處理，已大幅降低含水率，建議可減少副資材之添加量。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 發酵空間兩堆一區，每區 4.8m×6.1m，合計 15m×6m，靜堆區 9m×6.1m，空間足夠。堆置高度約 1.5m，合乎理想。
- (二) 每週翻堆 1 次，因水分含量經濾乾機處理後，約 3 週後即不再滲出水。
- (三) 翻堆區有六堆，每堆容量一星期，合計翻堆區六週時間足夠，可提供良好之發酵。溫度上升情況及 pH 變化良好。
- (四) 木屑添加量稍多，克服酸性，二星期後 pH 即已提升至超過

7.0。

- (五) 水分已降至相當低(20%，待確認)，應不需添加高達 1/3 的副資材。

六、成品性質：

- (一) 固體成品經風乾後，每月產量 24 公噸；水分略高，無雜質，腐熟良好。
- (二) 依據檢測報告顯示成品品質：有機質: 69.9%，全氮: 2.97%，全磷酐: 0.606%，全氧化鉀: 1.31%，水分: 45.8%，pH: 7.80，C/N: 13.7，重金屬含量均低於限制值，檢測水分偏高，應再加強成品水分控制，餘符合一般堆肥成品之規定。
- (三) 進料及半成品區之滲出液(每月 30 公噸)收集至儲存桶，大部分由清潔隊水肥車載至南屯污水處理廠處理；部分添加以菌種及蜜糖，曝氣、發酵 3 個月，分裝成液肥，供農民索取使用。
- (四) 產品通路良好，供不應求。

七、綜合評估說明：

- (一) 動線規劃合一，且空間足夠鏟裝車翻堆作業容易，可維持良好的翻堆作業，堆肥發酵狀況極佳，深值肯定。
- (二) 以現有廠區狀況應再提高處理量，發揮區域處理功能。
- (三) 滲出液因可送至污水場處理，可永續經營。

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫



南投廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 2 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 自 102 年完工試營運，103 年 3 月委外操作，但因承攬廠商負責人健康因素，未正常運作，至 105 年 3 月終止契約，停工至今。
- (二) 廠方表示，在驗收過程及試營運與代操作階段，輸送機及破碎機往往造成瓶頸。
- (三) 經評估部分機具設備應改善，以利正常處理廚餘：
 - 1、進料平台前方有廢水及沼氣管線、控制電箱，均可能在車輛運輸及下貨時受損。
 - 2、因機械區之空間有限致輸送帶之坡度均太陡，輸送物易從輸送帶上滑落。
 - 3、進料篩選區可增加人工檢視作業區，篩選機及粗廚餘進料口之安全保護裝置效能有限且反而造成作業之困擾，建議在進料口設置安全防護罩（打開即斷電）即可。
 - 4、混合攪拌機葉片之面積及密度恐未能達到充分混合之功效。
 - 5、產生之廢水可送至位於旁邊既有之廢水處理廠（屬垃圾掩埋場），但其處理功能尚有待加強。
- (四) 宜進一步利用現有的空間，重新規劃製程及動線：
 - 1、現行堆肥發酵槽為雙列，中間走道之空間不足，不利鏟裝機翻作業，建議改為單排。
 - 2、成品區可區分為後熟區與成品或調整材之儲存區，提高空間利用效率。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 廢水處理區地面污水漫流，成品區長期堆置茶葉渣有大量蜂群，有待改善。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 廚餘來自竹山、埔里、南投及草屯等地區之家戶及果菜市場廚餘，生熟廚餘混合，約 3.5 噸/日，目前以\$0.3 元/公斤出售給憲學畜牧場。未來憲學公司通路恐會有問題，廠方應重啟堆肥場。
- (二) 原設計處理量每日 10 噸，但因設備久未運轉，需重新做整體評估。若增加前處理單元（如壓榨脫水設施）以降低廚餘或果菜廢棄物之含水率，加快發酵之升溫及腐熟，分離之高濃度有機液體則可利用現有處理垃圾滲出水之系統進行厭氧發酵，產生生質能源，厭氧發酵後之出流水仍可利用現有之污水處理單元進一步淨化後再排放，如此則可能增加處理量，仍應先做單元及整場之功能評估。
- (三) 應先針對 2 年前完成之驗收報告及 1 年之試運轉報告，就問題缺失先進行檢討與功能評估，再評估現有系統之處理容量。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 前發酵有六區每區面積僅 15m²，且通路狹窄鏟裝車翻堆不易。
- (二) 後發酵區(14m×8m)空間較充裕，未來應將動線重新調整。
- (三) 因空間狹窄，翻堆效果恐怕不佳，可考慮設置底部之強制通風管線以增加通風效果。

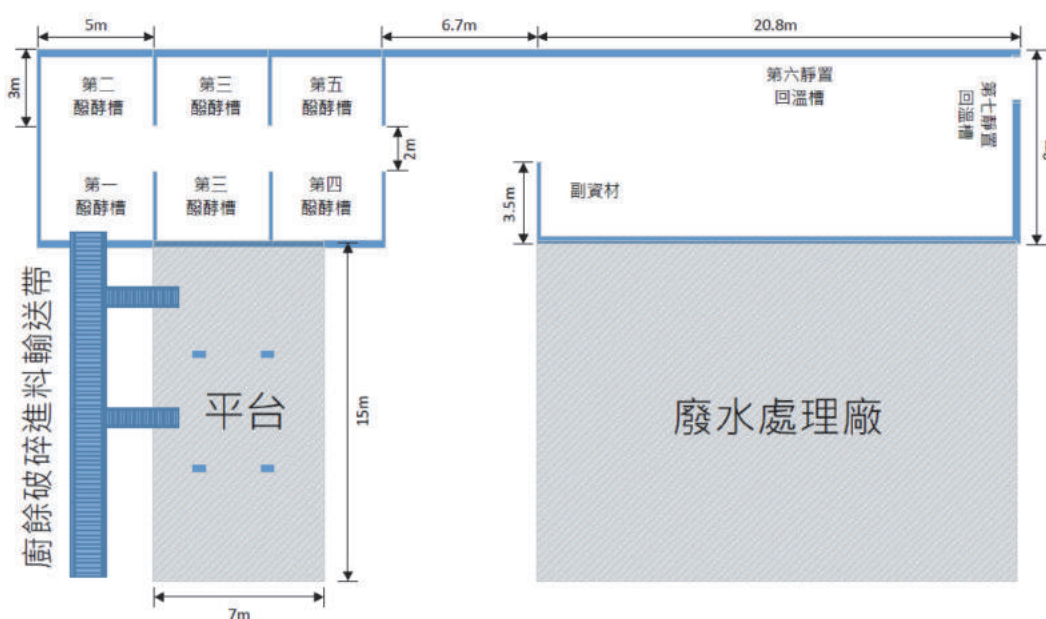
六、成品性質：

(一) 目前無成品產出。

七、綜合評估說明：

(一) 設備不宜長久閒置，應儘快重新啟用，建議修改或調整製程如下：

- 1、在收集廚餘時，必須考慮生廚餘及熟廚餘分開收集。
- 2、建議增設破碎機及脫水機，使生廚餘能夠有效破碎及脫水至水分 50%以下，特別是鳳梨渣、椰子殼等。
- 3、輸送帶的角度過大，容易卡料需再整修。
- 4、翻堆區太小且空間設計不當，恐不易操作，建議重新考量。
- 5、進料動線恐須再調整，特別是配線及配電盤在進料區，容易碰撞，甚至會產生工安事件。
- 6、廢水處理廠設計 100 噸水/日，目前只有 10 噸水/日，所以負荷相當低。未來加入廚餘堆肥場廢水，以目前的操作方式，恐會有問題，請進一步檢討。



新豐廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 6 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 設有翻桶機、破碎機、脫水機等設備，已超過使用年限，效能下降。
- (二) 天車式翻堆機將廚餘壓平，不利空氣傳輸，且下方約 10 公分之廚餘無法翻動。主要發酵功能藉由後端之山貓翻堆機作業達成，但該區空間有限。
- (三) 進料端水份高、升溫緩慢，堆肥翻堆槽儲量不足。
- (四) 委託全葳公司代操作，代操作廠商另自行增添設備，如脫水機、半成品篩分機等，以期可提高處理量。
- (五) 建議原設備(堆肥翻堆機)更新，提高作業效率；廠房也應更新，避免漏水及提高翻堆機效率。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 環境衛生尚佳。
- (二) 周邊彈簧床放置甚多，影響觀瞻。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 機器設備老舊、故障頻繁，常影響作業進度，建議應適時更新。
- (二) 以桶裝及翻桶機進料，速度緩慢、木屑調料份量不足、水份滲出多，影響升溫發酵。
- (三) 以外購木屑為副資材，每袋(2m³)含運費約 400~500 元，使用量約添加 20~30%，以小山貓混合拌料混合。但以目前進料廚餘含水率很高之情況下，木屑添加量顯然上不足，建議應

再增加，或以腐熟後的堆肥成品(含水率 20%以下)部分返送，可調整水分並提供菌源。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 天車翻堆機之空間為 30m×10m，長度明顯不足，高度僅約 1 公尺，亦不足。
- (二) 後發酵區以山貓翻堆可維持良好操作，但迴旋空間略不足。
- (三) 破碎後之廚餘含水量仍偏高，木屑添加量有限，天車翻堆區污水漫流情況嚴重。
- (四) 選用之天車翻堆機功能欠佳，翻堆面太小，且係將廚餘壓平，不利發酵。
- (五) 後熟區翻堆頻率建議再增加。
- (六) 副資材太少，水分太高，天車翻堆區功能受限，主要靠後熟區之功能。但進入後熟區之水分仍很高，建議此部分另再補充副資材，加速後熟區之作業腐熟。

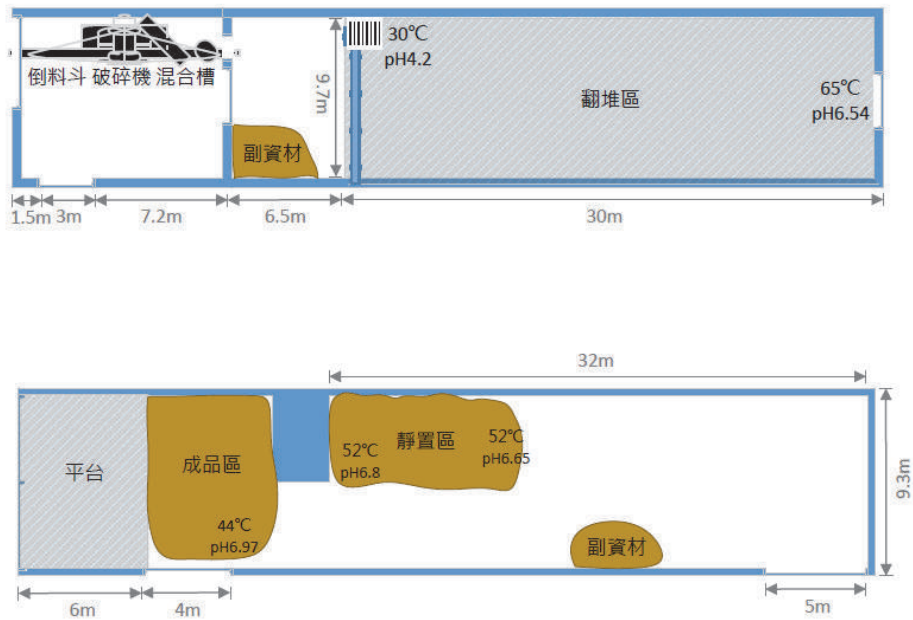
六、成品性質：

- (一) 堆肥成品棕黑色，含水率已降至 20%，無酸味或阿摩尼亞氣味，pH 中性。成品另經過篩呈粉狀，雜質少，品質佳
- (二) 每月產生堆肥成品約 17 噸，堆肥零售每公斤約 8 元。

七、綜合評估說明：

- (一) 代操作廠商已申請到肥料登記證，肥料品質良好，惟設備及廠房老舊，機械故障頻繁，建議更新。
- (二) 天車翻堆機功能欠佳。
- (三) 為提升堆肥發酵效率，應針對水分進行調整，藉由增加副資材使用量外，提升脫水效率為關鍵；代操作廠商已自行設置脫水設備，但所脫除之水若無法再由養豬戶取回則必須另作

液肥發酵，空間是否足夠需再評估，否則不易增加處理量。



苗栗市廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 6 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 前處理設施入料斗設計不良，需人工擠壓，水分無法脫除。
- (二) 雙軸式破碎機採碾碎方式，無法將塊狀物破碎，現場所見仍尚保持原來之形態，不易發酵分解。
- (三) 原設置之「快速發酵機」採加熱方式提升溫度，但耗費太高能源及人力，一小時之升溫對發酵並無助益。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 進料區場地清潔維護良好。現場作業人員工作勤奮，維持良好之操作。
- (二) 蒼蠅多，堆肥放置區有蛆，翻堆時應有異味，堆肥製作流程及技術不佳，人員應受訓，接受成功案例的指導。

四、進料區狀況及改善建議：

進料斗設計不良，有架橋情形，經常要以人工排除，建議前處理整套重新設計改良。改善或新增破碎機，以提高塊狀廚餘之破碎。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 廚餘與副資材混料後未按先後放置堆置、整堆新舊混合、溫度不一、有蛆及多量蒼蠅、粗大果粒多、滲流水多、翻堆作業未固定時間。
- (二) 發酵作業區動線不良，未定期翻堆。
- (三) 水分高致發酵不完全，建議副資材應再增加。
- (四) 建議前端能有效脫水、降低水份後，依作業先後堆置量體，

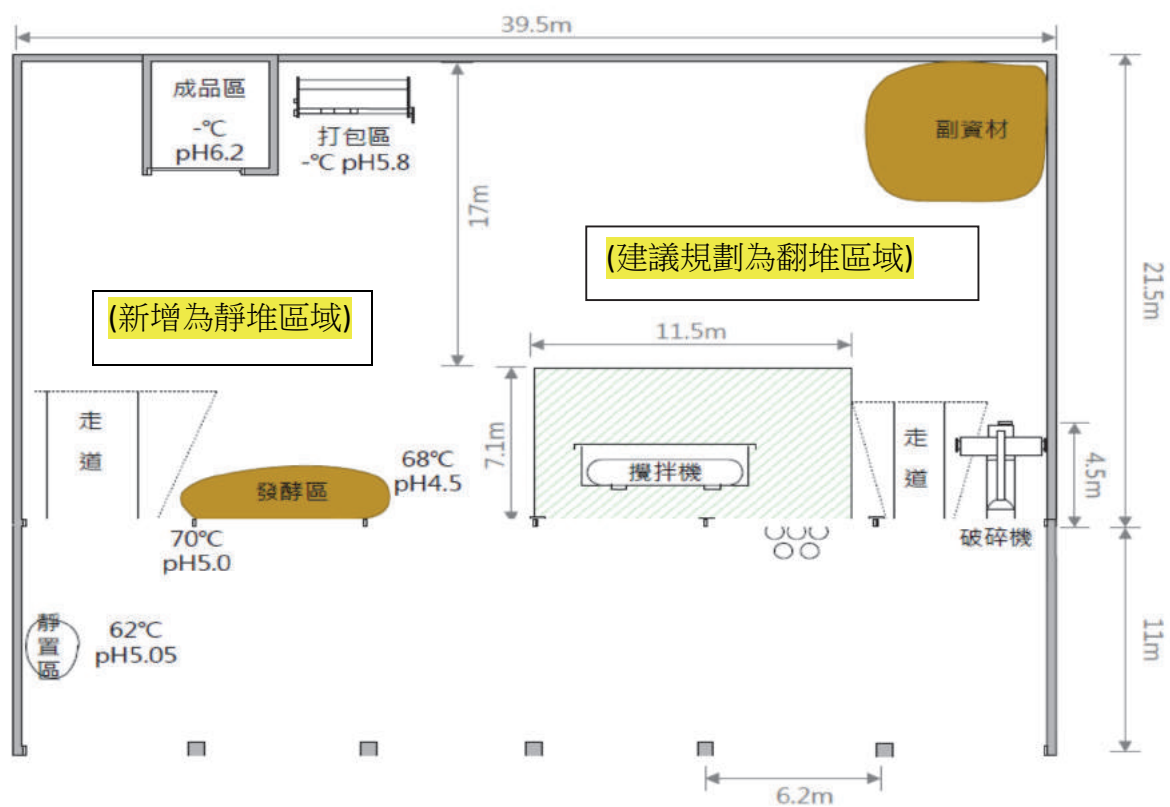
並量測各堆體溫度，固定時間翻堆。

六、成品性質：

- (一) 含水份仍高，配合活動之堆肥已經分篩，較細、無粗顆粒、深褐色、氣味尚可、無臭味。
- (二) 溫度雖已達 70℃，但成品 pH 仍尚微酸性，蟲蠅飛舞顯示未發酵完全。

七、綜合評估說明：

- (一) 設備及動線重新調整規劃，自行操作人員需加強訓練，也可考慮委外操作。
- (二) 建議破碎機改善加強切碎功能。
- (三) 可增設脫水設備，以降廚餘之含水率利於堆肥發酵；所脫除之水可送至垃圾掩埋場之污水處理場處理或製成液肥。
- (四) 廠區寬敞可於目前放置打包機之右方規劃堆肥發酵區，可使用之空間為 18m×3.5m，前後設立隔板，可提供足夠時間以鏟裝車進行傳統堆肥之翻堆操作，並利用現行之發酵區作為二次發酵之靜堆區及成品。
- (五) 原設置之「快速發酵機」功能有限且耗能、耗工。
- (六) 苗栗市堆肥廠房配置建議圖示：



羅東廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 9 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 前處理設施原有兩套分別處理生廚餘、熟廚餘，現僅以生廚餘為主，設備尚堪使用，惟脫水效率不佳，導致翻堆發酵槽體積水，建議先加裝脫水效率高之脫水設備，以解決水份過高導致操作及發酵不佳之問題。
- (二) 原設置之副資材混和槽，操作流程不順，已停用另以鏟裝車混拌。
- (三) 由於處理量增加，含水率尚高，機械翻堆無法發揮效果，翻堆機已停用，該區空間閒置。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 由於進料主要為果菜葉，環境衛生至狀況良好。
- (二) 破碎後廚餘含水率高，發酵緩慢，酸味較重，堆置量體較多，翻堆不足，建議仍應由原料水份降低，才能解決。

四、進料區狀況及改善建議：

混拌過程加入木屑調整水份，木屑品質良好且細緻有助成品外觀，但過細恐導致整體孔隙率下降，不利後續堆肥過程，建議使用少量水份含量低的堆肥成品或半成品進行微生物植種、調整水份與增加孔隙度。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 水份尚高、時間長、空間不足、堆置過高，影響翻堆及水份蒸散。
- (二) 翻堆頻率不足，僅每週一次，堆置量體過高。

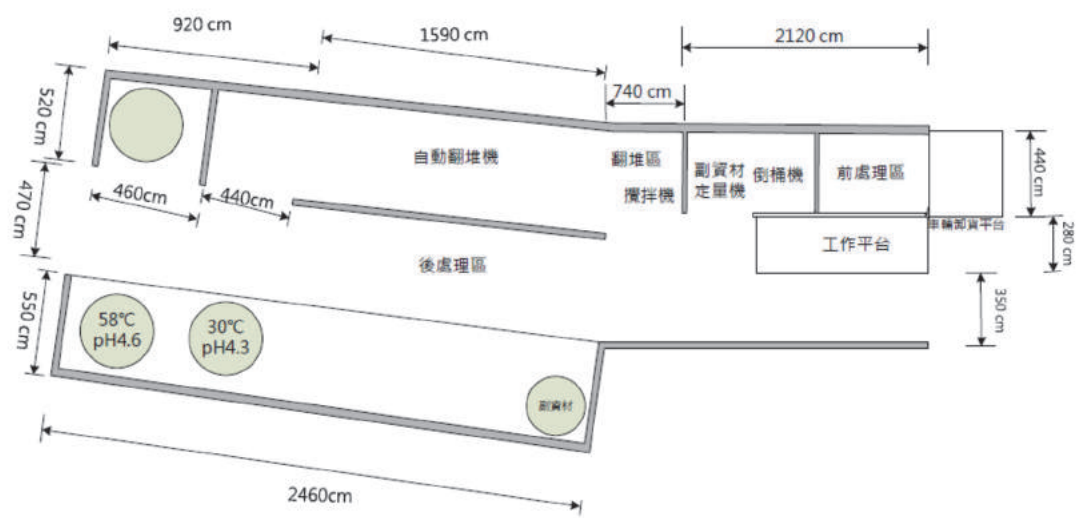
- (三) 現有翻堆區僅兩個 5m×2m，長度不足無法達到段分堆肥(plug flow pile farming)，建議前端先加強脫水，可提升溫度促進發酵作用，減少量體滲水與氣味。

六、成品性質：

- (一) 酸味重、雜質少、顆粒細、均勻、深咖啡色。
- (二) 使用者到場購買，每公斤 2 元，民眾歡迎。

七、綜合評估說明：

- (一) 機械式翻堆機處理量 5 噸時尚能負荷，但處理量增加後已不堪負荷，且未經適當脫水，廚餘含水量高，翻堆區空間明顯不足。
- (二) 應改善含水率，除可減少作業困擾外，可增加堆肥發酵時間，利於腐熟。
- (三) 目前主要進料為果菜葉等物質，破碎後進行脫水，但因蔬果葉片許多水份為植物體內細胞水份，現有設施可改進與提升脫水效能的機率已不多，建議後續若進行改善時，可選擇如擠壓式的不同型式脫水設施，強化整體水份降低。
- (四) 成品溫度為 60°C 且 pH 僅 4.6 偏低，顯示仍未醱酵完全，主因為堆肥堆置過高且未能定期翻堆，導致溫度雖有提高，但無法使氧氣進入與水份降低，氧氣缺乏與水份過高將降低整體反應速率，且主要進行細菌與黴菌的分解反應，使得後續靜堆所需時間與空間增加，建議仍需每星期 2 次定期翻堆，增加通氣量與降低含水率，以使整體成效提升。



田尾廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 10 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 105 年 5 月起委外廠商代操作二年，廠商自購離心式脫水機 (600 L)，尚在試驗中，但由目前之試驗結果發現雖然可以有效脫水至乾度 70%，但因是離心式脫水，造成廚餘相當緊密，無法有效營造發酵條件。
- (二) 該廠房基本上為倉庫設計，無分區及發酵槽之規劃設計。除前置破碎、篩選及脫水等機械作業區外，另家戶型廚餘塑膠桶集中於角落，其餘則為堆積發酵區，因未分隔，且未正常作業，無法辨識其堆積時間。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 全部在室內操作，因廚餘水分在 80% 左右，滲出水及所產生的臭味，建議應有效的處理及抑制。
- (二) 戶外區域環境應加強管理，仍應有不透水鋪面，避免髒亂及污水。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 廠區空間寬敞，若增加理想之脫水設備，應可提高達到設計量 8 噸/日。
- (二) 進料區未明顯區隔，正式運轉時應與作業區及發酵區適當區隔。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 因水分含量太高，未使用副資材，廚餘緊密成團狀，且翻堆作業未能正常進行，不易發酵，建議脫水前添加副資材作拌

和，或另改用合適的脫水設備。

(二) 添加副資材控制水分，並加強翻堆。

六、成品性質：

(一) 尚未穩定操作，僅有少量成品放置。

(二) 廠商以每噸 1,350 元付費取回自用。

七、綜合評估說明：

(一) 本廠以桶裝預發酵及瀝水造成厭氧狀態，不利堆肥發酵。

(二) 水分控制不佳，水分含量太高，建議可使用調整材，或改善脫水裝置，如壓搾方式(可考慮在轉運站先處理，如此可減少運輸成本，並解決空間不足之問題)，有效降低進料之水分，以利後續之堆肥發酵。

(三) 本廠地面無排水設計，地面污水漫流。發酵區無隔牆，堆肥堆積高度不足，且無法有效分區，建議改善。

(四) 雖目前尚無大量成品，仍宜規劃成品篩選及包裝設施，以成為完整流程之堆肥廠。

土城廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 3 月 13 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 目前廚餘破碎為簡易型設備，另從新店場移置之前處理設施(破碎)，裝設中並未操作，效果尚無法評估。
- (二) 污水以槽車載送至下水道處理廠處理，為理想方式，可再加強脫水以利堆肥發酵作業。
- (三) 後方堆肥區域空間及作業動線尚有提升空間，可作適當調整。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 前處理區環境衛生維護尚可。
- (二) 堆肥區因水份控制不佳及翻堆不足，滲水狀況嚴重，且有酸臭異味。
- (三) 可加強廚餘之脫水，降低堆肥進料之含水率以利發酵。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 空間可再做合理規劃，增設前處理設備、脫水設備，使進行堆肥發酵之廚餘含水率降低，有利於發酵，縮段時間，以增加處理量。
- (二) 由現場污水溢流嚴重之情形可知副資材使用量明顯不足，應再提高使用量。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 空間尚足夠，惟未妥善利用，應再行規劃改善。
- (二) 靜置區有 2 處堆置達 2 公尺以上，翻堆不易。
- (三) 建議可加強脫水設備改善前端水份控制。後端增加翻堆頻

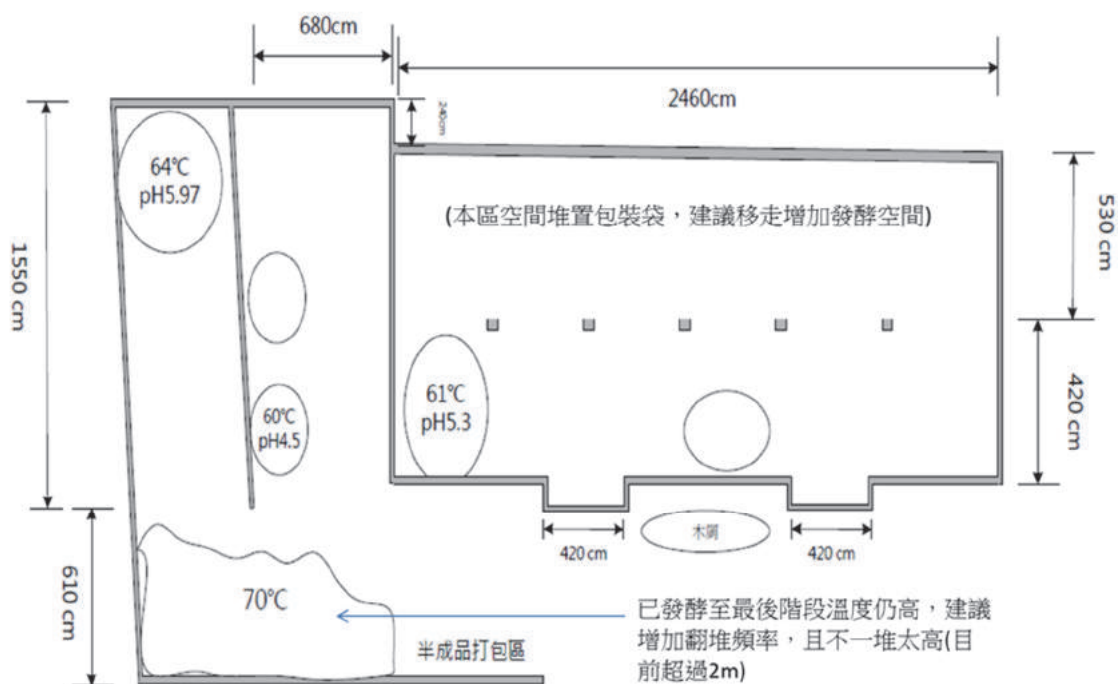
率。

六、成品性質：

- (一) 已包裝之半成品溫度仍高，仍有水汽蒸散、有蒼蠅。(小包裝色呈深咖啡、氣味正常)。
- (二) 產品通路良好，敦親睦鄰及民眾以回收資源物兌換，民眾未待發酵完全即取用。

七、綜合評估說明：

- (一) 成品區之成品 pH 值偏酸性，溫度仍高。
- (二) 操作人力有 8 人，尚稱充足，濾出的水份至污水廠處理，有去化管道，建議著手改善前端水份問題，提升後端處理效能。
- (三) 前端區堆置包裝袋，浪費空間，應再做合理規劃，增加發酵區空間。
- (四) 前端區機器設施設計時，應考量人員作業的省力省時、流程應適合操作配置，可提高作業效率。
- (五) 溫度維持 60℃ 以上，末端區堆積太高，經測量溫度仍高達 70℃，顯示翻堆頻率不足。
- (六) 進料含水率調整不足，場區污水溢流嚴重，現階段請增加副資材(木屑)使用量或添加堆肥成品，未來可考慮增設脫水設備。



花蓮廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 05 月 24 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 進料沒有任何設備或專區，如欲提升處理量，建議應加廚餘破碎及脫水設備，先將廚餘減積及降低水分，方便後續堆置及翻堆，避免水分大量的滲流，造成環境污染。
- (二) 滲出水集中收集抽至掩埋場污水處理廠，堆肥處理區域環境簡陋，因露天堆置故雨天易有污水滲流情形，建議堆置區及成品區於雨天時能以簡易帆布覆蓋，減少沖刷滲漏情形。

三、廠區環境衛生與改善建議：

堆肥操作使用大量木屑及落葉加上堆肥原料屬茶渣及咖啡渣居多，使用大量之木屑副資材，現場無明顯異味。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 日處理量為 3 噸，其中約 10%生廚餘(果菜市場廢棄物)，餘為茶葉渣、樹枝樹葉，樹枝量約佔 90%。
- (二) 建議增加廚餘或果菜市場廢棄物量，改善堆肥成品肥分。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 固肥區總容積約 200m³ 以上，日處理量僅約 3 噸，可提供之堆肥發酵時間足夠，末端溫度已下降至室溫，有機質應已充分發酵，建議增加廚餘進料量。
- (二) 堆肥高度超過 3 公尺，宜進行堆置面重新規劃，建議降低堆置量體及高度，並增加翻堆頻率。

六、成品性質：

- (一) 外觀偏黑褐色，無臭味，過篩成品粉狀細緻，木質素比例偏

高，肥份不足，成品未作分析。

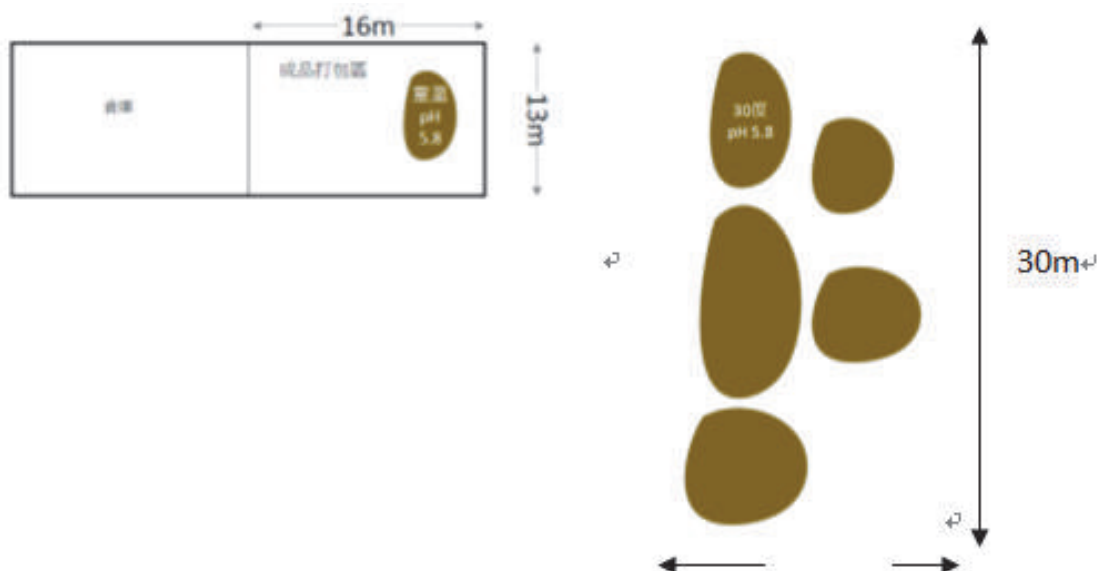
(二) 提供里長或舉辦活動時贈送或機關學校索取。

七、綜合評估說明：

(一) 進廠處理之廚餘量少，多為破碎後之樹枝，造成肥分低，建議增加廚餘及果菜市場廢棄物量。

(二) 提高花蓮市家戶廚餘回收量有助於減少該縣垃圾委外清運及焚化處理費用支出，花蓮市清潔隊已積極宣導民眾分類，建議能增添廚餘前處理設施配合前端收運的增量。

(三) 更新及增加現場機具設備，以提高處理效率並增加處理量。



竹山廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 05 月 19 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 生廚餘輸送機、破碎機及固液分離機皆已老舊，建議汰舊換新。
- (二) 機械維修紀錄有待加強，並執行表式作業。

三、廠區環境衛生與改善建議：

廠區環境整潔良好，廚餘收集分類皆有屋頂高架棚作業方便，但通風設備從缺，相對溼度有待通風改善。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 廚餘來源與種類：環保車收集家庭的生廚餘 100 %。
- (二) 外購太空包(養菇廢棄物)做為副資材，但太空包含水分，未調整為合適的水分含量，且副資材添加量偏高，導致可發酵有機質含量偏低，無法有效發酵，建議可減少使用量。

五、發酵區情形及改善建議：

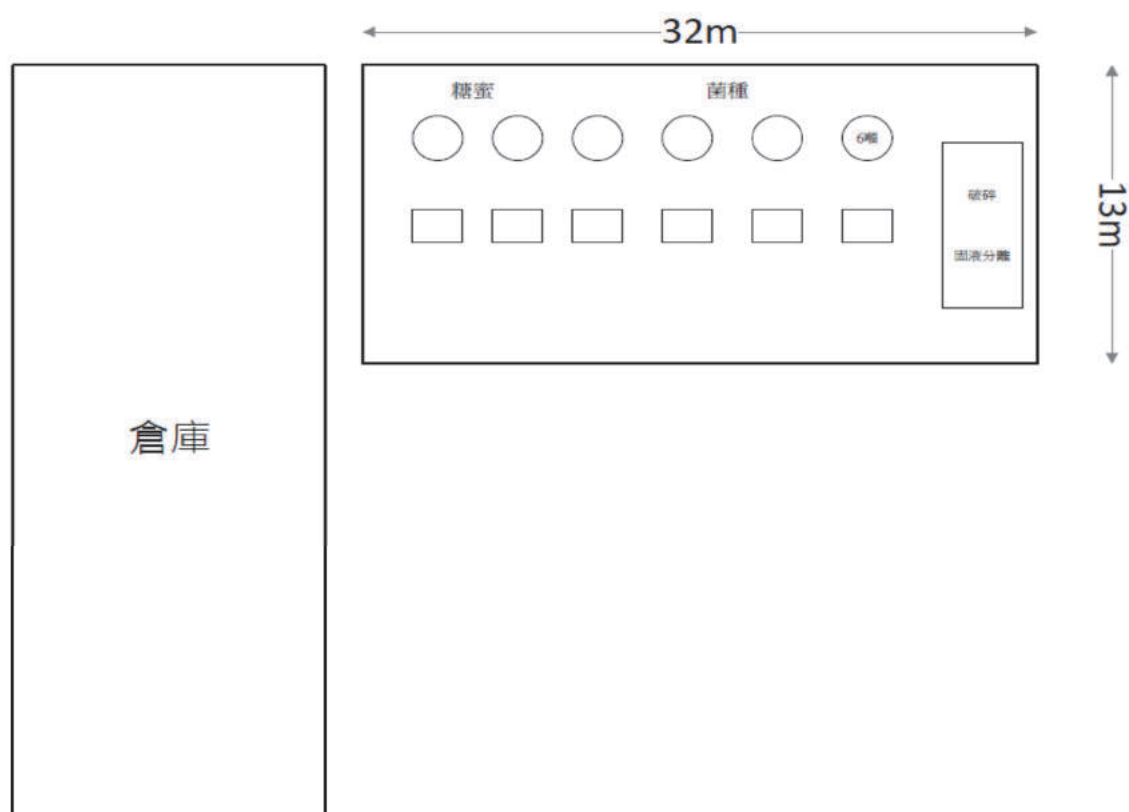
- (一) 固渣堆肥區分四堆，其 pH 值與溫度分別為介於 4.4-5.1 與 44-51 °C，顯示堆積高度太高與翻堆頻率不夠，建議降低堆積高度及調整堆肥發酵動線，配合購買較大之翻堆機及增加翻堆頻率來加以改善。
- (二) 建議增加液肥槽每日曝氣頻率，以加速發酵穩定品質。

六、成品性質：

- (一) 外觀為黑褐色，無臭味，未送檢驗單位。
- (二) 成品(液肥與堆肥)免費提供民眾索取或配合環保宣導活動贈送。

七、綜合評估說明：

- (一) 廠區遼闊，設備完整，可同時處理液肥及固肥，可擴充處理容量。
- (二) 外購太空包作為副資材，使用比例偏高，易造成有機質偏低，建議控制混拌後之含水率，約達 65%即可，以降低副資材使用量。
- (三) 翻堆區堆置太高，應降低堆置高度；另作業動線可調整為條狀分區推進，並加強翻堆頻率，可使發酵更完全。



台東廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 06 月 01 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 廚餘進料口進入輸送帶之入口太窄，必須以人工處理，進料需兩個人合作處理，太耗人力。
- (二) 破碎機、輸送機等機械老舊，無瀝水設計，且機具有腐蝕、漏水等現象。
- (三) 天車式翻堆機已不堪使用。
- (四) 設置於地面下之液肥槽，上層累積極厚之浮渣不易抽除，該設施已無功能。
- (五) 建議增加前處理單元或設備，以分離廚餘中之水分，如此將可提升整體堆肥之操作績效，降低操作成本與人員操作之困難度。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 進料作業區污水滲流嚴重，且容易孳生蒼蠅產生臭味問題，影響環境衛生。
- (二) 廠區無通風設備，可規劃架設單向電風扇，有助驅趕蠅蟲，並加速水分蒸發。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 平均進料量為廚餘 12 噸/日，來源包括台東市家戶廚餘、飲料店、果菜市場、中央市場之蔬果廢棄物及成功鄉、長濱鄉等地之廚餘。
- (二) 破碎後之廚餘水分極高成泥漿狀，副資材添加比例偏低，木屑與米糠滲配不夠均勻，未能有效吸水。

(三) 建議換購新機具，增加破碎脫水功能及增加副資材之添加量。

五、發酵區情形及改善建議：

(一) 靜置區因水分調整不佳致污水漫流，且因堆積高度不足未進入堆肥醱酵狀態。

(二) 將半腐熟、水分含量低之堆肥返送至靜置區前端當作水分調整材，亦有植種效果，且節省外購菌種之經費。

六、成品性質：

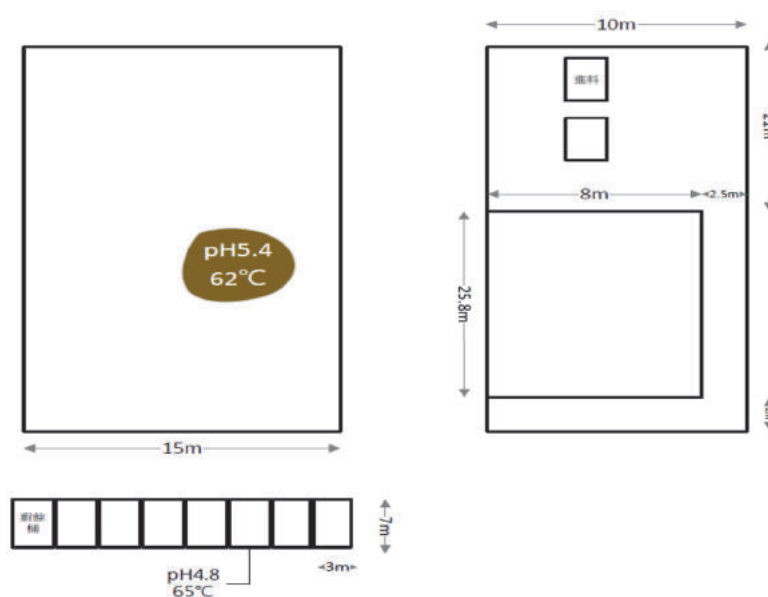
(一) 外觀塊粒不均，仍呈白腐真菌落及黃褐色澤。

(二) 成品由民眾自行載運。

七、綜合評估說明：

(一) 應建立堆肥發酵步驟之標準操作步驟(SOP)。

(二) 承辦人員及該廠工作人員均努力營運，但機械設施老舊破損，且未能投入足夠經費保養維修，以致於處理效能不彰。建議前處理設施可更新，水分調整至適合堆肥之條件，應可改善環境及堆肥化之醱酵過程。



竹南廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 06 月 08 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 輸送機、破碎機、固液分離機、山貓及混合攪拌機皆已老舊，建議汰舊換新。
- (二) 液肥處理設備目前因管路損害，無法運作而直接排放，應儘速恢復正常使用。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 第一區與第二區環境整潔，但第三區露天進行後醱酵的堆積物空間，有滲出水漫流的情形，建議增設遮雨棚。
- (二) 堆肥醱酵儲存區目前只有一個風扇抽風，建議加強抽風設備，以移除異味，改善工作環境。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 大部分家戶產生之生廚餘(約 90%)，果菜市場 5%，其他 5%，少部分為果菜市場之廢棄蔬果與葉菜殘株。
- (二) 使用將行道樹修剪枝葉自行破碎後之木屑作副資材，來源無虞，破碎後粒徑合適，使用狀況良好。
- (三) 副資材與廚餘以混拌槽調配混合，狀況良好可持續。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 第二個與第三個醱酵槽 pH 值為 3.03 與 3.14，pH 值偏低，溫度為 55℃、48℃ 與 44℃。第四個醱酵槽廚餘堆積物的 pH 值與溫度為 6.16 與 44℃。後端 pH 已上升至超過 6.0，前端溫度亦有達到 60℃ 以上，可視為已初步腐熟完成。
- (二) 靜堆區依當日測定結果溫度仍高，顯示仍持續發酵中，建議應

定期翻堆(半個月一次)。

六、成品性質：

- (一) 外觀為棕黑色，氣味良好，檢測分析結果良好，與一般堆肥成品狀況相當。
- (二) 以贈送社區、機關、學校為主。

七、綜合評估說明：

- (一) 破碎機老舊，部分設備破損，應維修更換
- (二) 翻堆區應再調整區作業動線，並增加翻堆頻率。
- (三) 液肥曝氣槽閒置未操作，應整修後將液體收集處理，並應規劃良好的曝氣方式，以避免阻塞發生。



坪林廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 06 月 09 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 廚餘前處理設備(破碎機)故障後未維修，廚餘進廠後直接進行堆置，部分料體太大，導致堆肥效率不佳。
- (二) 以小山貓進行翻堆作業，堆肥成品以人工包裝(無包裝機械設施)。
- (三) 滲出水以儲槽收集再運送至處理場，但因採用明渠方式進行收集，易混入雨水與污水，可能使水量增加。

三、廠區環境衛生與改善建議：

翻堆頻率不足，且醱酵槽水分滲流嚴重，蚊蠅大量孳生，翻堆移動時造成臭味逸散嚴重。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 100%為家戶廚餘，以生廚餘為主(混雜部分熟廚餘)。料體大，未破碎易滲出污水。建議加強宣導民眾生、熟廚餘分類收集，以減少生廚餘中混雜熟廚餘進廠之情形發生。
- (二) 廠區有空間有限，僅 1 位人力於現場作業，堆肥醱酵速率緩慢，建議增加破碎機、脫水機及 1-2 位作業人力，並改善廠區通風情況，應可再增加處理量。
- (三) 副資材為木材廠之木屑及稻穀，以小山貓鏟入依 1:10 比例混合生廚餘，調整水分。木屑約 80%，稻穀約 20%，每日約 190Kg，木屑為免費需自行前往樹林載運，稻穀以 20 元/包購入。
- (四) 考量木屑吸水性較佳，若木屑來源足夠可增加添加量，減少稻穀添加量。

五、發酵區情形及改善建議：

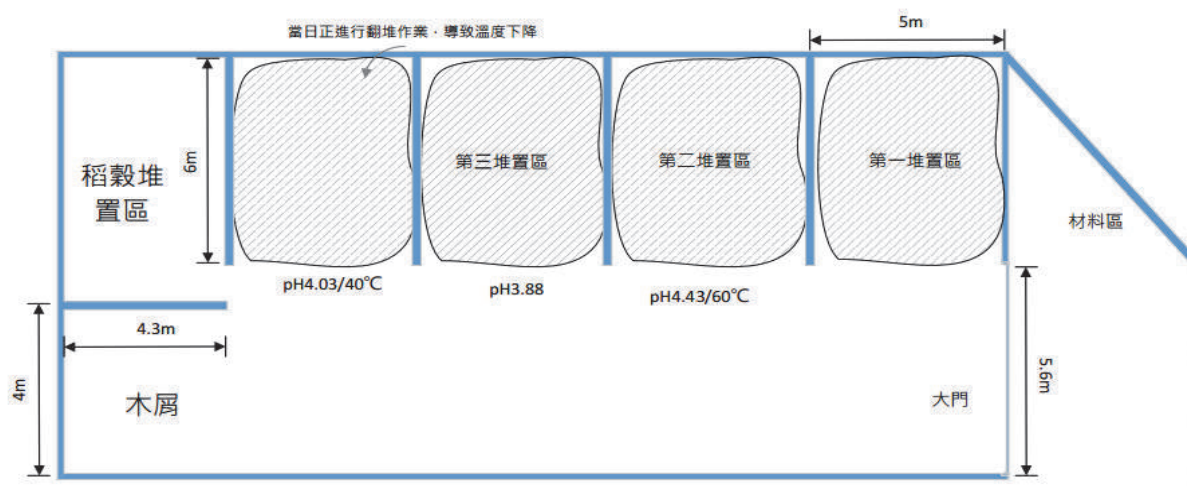
- (一) 發酵槽分 4 區，翻堆狀況不甚理想，且翻堆次數嚴重不足，導致堆肥之送風不足，建議增加前期翻堆頻率。
- (二) 目前堆積高度過高(約 2 m)，通氣效率不佳。

六、成品性質：

- (一) 成品水分偏高，顏色略深，重金屬檢測符合標準，有機質含量高但腐熟度略顯不足。
- (二) 成品提供各里辦公室及機關學校綠美化土壤改良使用。

七、綜合評估說明：

- (一) 原料肉類等含水量高，且塊狀之熟廚餘太多，造成污水漫流、蚊蟲滋生。建議加強生、熟廚餘分類回收，並將廚餘進行適當前處理(破碎、脫水)、可減少塊狀廚餘發生，且可降低水分，同時增加副資材添加比例，以加快發酵之升溫及腐熟。
- (二) 翻堆區僅4區，堆置太高，發酵不易進行，應增加翻堆頻率。
- (三) 作業區通風不良，建議改善。



頭份廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 10 月 3 日

二、設施狀況與改善建議：

輸送機、破碎機、固液分離機及混合攪拌機皆保養尚稱良好，但添加之木屑過細，應注意添加過程的粉塵飛揚問題，另小山貓建議可汰舊換新。

三、廠區環境衛生與改善建議：

各區域環境尚稱整潔無異味，但因發酵溫度不足，前期翻堆空間有部份蒼蠅存在，發酵空間無滲出水漫流的情形。

四、進料區狀況及改善建議：

主要以木屑作為副資材，目前來源無虞，副資材與廚餘以混拌槽調配混合，惟添加之木屑過細，應注意添加過程的粉塵飛揚問題，建議可使用少量堆肥成品或半成品混拌。

五、發酵區情形及改善建議：

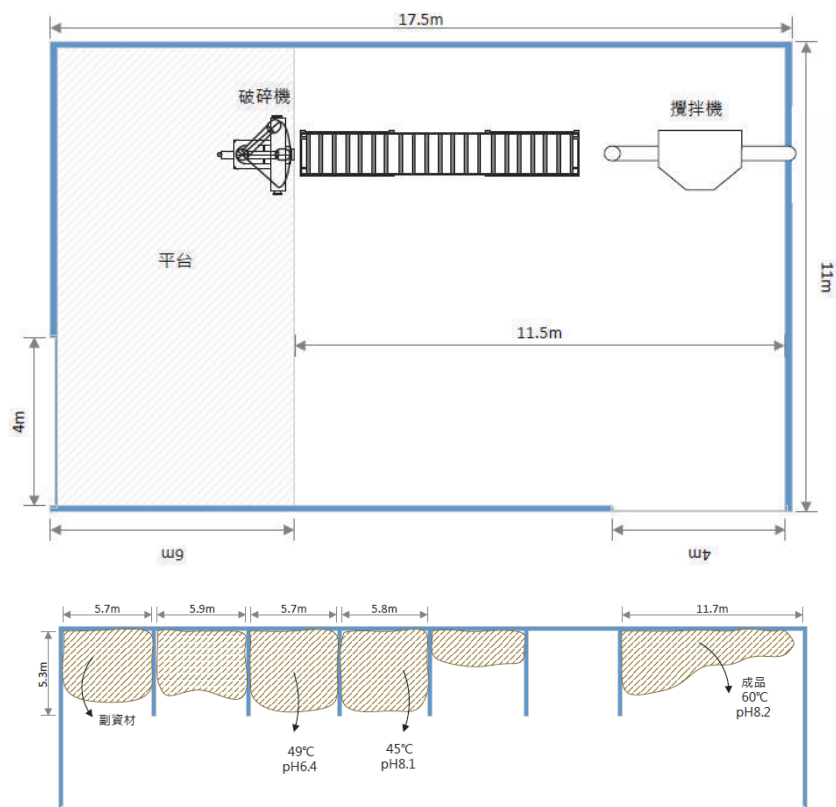
- (一) 堆肥初期可增加翻堆頻率，可增加反應速率與避免物料結塊狀況。
- (二) 空間尚足夠，但各區之堆置量太多，應加強翻堆頻率並改進搬移量，採少量多次搬移之方式，四堆肥區應充分利用。
- (三) 靜堆區溫度仍高，顯示仍持續發酵中，建議應定期翻堆(半個月一次)。

六、成品性質：

- (一) 外觀狀況良好，有少量塑膠與雜物，顏色亦與一般堆肥成品狀況相當。
- (二) 產品通路良好，敦親睦鄰及民眾以回收資源物兌換。

七、綜合評估說明：

- (一) 本廠設備規劃與維護及環境衛生狀況良好，地面滲水情形不嚴重，建議應持續維持操作。
- (二) 現場操作人力高達 6 人，且多在撿拾前處理區，應加強宣導民眾廚餘分類物投入太多雜物，減少前處理之人力負擔。
- (三) 改進翻堆作業方式：主發酵區有三區，目前是每周全部依序搬移，建議調整為每次僅搬移約三分之一，並依序推移。搬移過程可促進翻堆通風利於堆肥發酵進行。尤其是前槽更應增加翻堆頻率，以避免物料結塊與加快反應速度。
- (四) 目前所使用之木屑為外購之木屑粒徑太細，應注意添加過程的粉塵飛揚問題。
- (五) 樹木落葉破碎機老舊且無法正常運作，未來可考慮更新設備，減少細木屑造成粉塵與容易結塊的情形發生。



苑裡廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 10 月 3 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 破碎機無脫水功能，破碎後之廚餘含水率仍高，污水於地面漫流。
- (二) 前處理之廚餘破碎機與固液分離設施應考量重新規劃，進料破碎狀況不佳且設備運作噪音偏大，搬運廚餘桶及進行翻堆之山貓建議可汰舊換新。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 收集之廚餘分類狀況不佳，熟廚餘比例仍高，廠區污水臭味重。
- (二) 前期翻堆空間有部份蒼蠅存在，醱酵空間有滲出水漫流的情形，建議妥善收集與處理。
- (三) 整體空間通風尚稱良好，但因廚餘物料滲出水未能妥善收集，衛生狀況尚有提升空間。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 進料區木屑與粗糠未混合吸取滲出水，須增加混合機及輸送帶，以利連續進料作業。
- (二) 建議可使用少量堆肥成品或半成品進行混拌，另是否需添加紅糖可再行考量。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 以山貓進行醱酵槽中的廚餘翻堆工作，每 10 天定期以鏟裝機翻堆與調整儲放位置，但因前期醱酵需氧量較多，且物料破碎不足，皆將影響反應的進行，每星期建議可增加翻堆次數

一次。

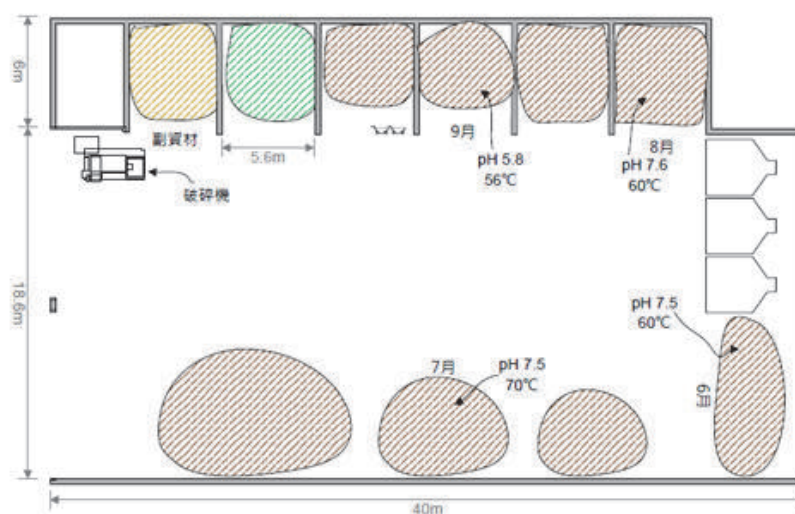
- (二) 醱酵槽廚餘堆積物因水分較多，第一槽的 pH 值為 6.2，後續則 pH 與溫度皆有提升，並有上升到 70 度以上高溫且內部有見到明顯白腐真菌增生存在，可見醱酵狀況尚稱良好。

六、成品性質：

- (一) 外觀狀況良好，有少量塑膠與茶袋等雜物，且部份植物外殼因破碎設備未能完整破碎而仍可略見原型，此皆將影響使用者視覺觀感，顏色亦與一般堆肥成品狀況相當。
- (二) 產品通路良好，農民領取種植作物為主。

七、綜合評估說明：

- (一) 加強宣導家戶廚餘應做良好分類，含水率太高及油份太高之肉類禽畜內臟等勿送至堆肥場處理。
- (二) 廚餘前處理破碎機械設施功能不佳，可考慮增加前處理單元(如壓榨設施)以降低廚餘含水率，並增加副資材添加量。
- (三) 反應前期的各槽應增加翻堆頻率，建議第一個月各醱酵槽的翻堆頻率為 3~5 天一次，來加以散出熱量，降低水份偏高狀況，並可減少滲出水，加快反應速率。
- (四) 污水收集後液肥製造系統亦無法正常操作，可考量修復。



民雄廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 10 月 11 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 廚餘桶舉升設施、副資材混拌設施及液肥處理設備皆已故障停用，破碎機具亦需整理。
- (二) 前處理區域機具設備多，須加強破碎刀汰舊換新，輸送帶維護。
- (三) 破碎機無脫水功能，建議可增設。
- (四) 液肥設施完整，管路應清理後維持正常操作。
- (五) 鏟裝機非密閉式型，且翻堆過程粉塵飛揚嚴重，為確保翻堆操作人員安全，建議汰舊換新或改裝。

三、廠區環境衛生與改善建議：

環境衛生尚佳且通風良好。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 破碎後之物料含水率尚高（破碎機無脫水功能），必須添加大量之副資材。
- (二) 木屑另以輸送帶送至混合槽，操作較繁複可以調整動線直接傾倒入混和槽內。
- (三) 添加之木屑過細且多，應注意添加過程的粉塵飛揚問題。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 以鏟裝機進行翻堆作業，但發酵槽寬度僅 2.2 公尺，造成鏟裝機進出困難，發酵槽內部之廚餘不易翻堆。
- (二) 各發酵槽 pH 值多介於 5~6 之間，溫度皆低於 40℃，溫度偏低且尚未見到明顯白腐真菌增生存在，無法視為反應正常與

初步腐熟完成。

- (三) 應建立定期翻堆作業之標準作業程序，第 1、2 區至少每周翻堆 2 次以上，第 5、6 區至少一周翻堆一次，以增加通氣量且避免厭氧狀況，可改善溫度偏低與物料結塊等狀況。
- (四) 目前有部份成品打包或移至戶外暫存，若正常操作與足量進料情況下，發酵槽(翻堆 3 個月)空間則略有不足。

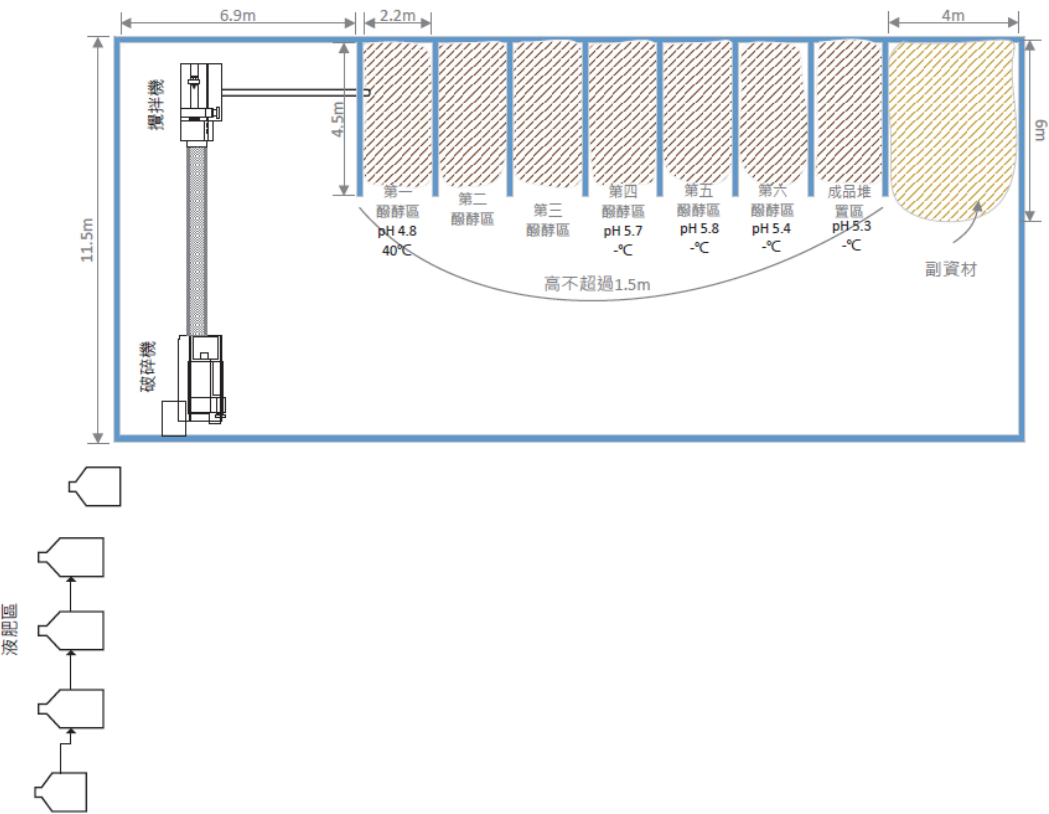
六、成品性質：

- (一) 堆肥成品棕黑色，無臭味。
- (二) 堆肥成品以培養土型式打包，每包約 5 公斤，贈送給社區，機關、學校活動為主，並提供民眾以資源回收品進行兌換。

七、綜合評估說明：

- (一) 本廠原設備規劃良好，但因目前僅有 1 人負責操作，無有足夠人力持續操作。
- (二) 調整設施動線，木屑可直接倒入混和槽，不必另以輸送機，提高操作效率。
- (三) 廚餘桶舉升設施、副資材混拌設施及液肥處理設備皆已故障停用，破碎機具亦需整理。
- (四) 六個翻堆區寬僅 2.2m，鏟裝機作業不易，內層之物料不易翻堆。建議可將第 1、2，第 3、4，第 5、6 中之隔牆拆除，橫寬可加大，利於鏟裝機之進出操作。
- (五) 反應前期的各槽應增加翻堆頻率，以避免物料結塊與加快反應速度。
- (六) 添加之木屑過細，鏟裝機目前非密閉型，應注意添加過程的粉塵飛揚與人員安全防護問題。

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫



田尾廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 10 月 13 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 運用離心式脫水機進行廚餘脫水程序，但脫水後廚餘容易結球或呈現緊密狀態，將影響後續發酵反映。且脫水採批次操作，已造成處理量的瓶頸。
- (二) 建議標示各堆積發酵區時間，以作為人員操作參考。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 進料區污水漫流嚴重，發酵過程也產生大量污水。
- (二) 在室內操作，廚餘與滲出水所產生的臭味重，建議應有效的處理及抑制。
- (三) 戶外堆置區應備遮雨塑膠布，應儘早將戶外區域堆積之物料與內部物料相混合處理，並進行定期翻堆。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 廠區空間寬敞，若改以破碎後連接螺桿擠壓式脫水設備，應可提高達到設計量 8 噸/日。
- (二) 前次訪視未添加副資材調配水分，以致無法控制水分達到良好之發酵溫度，且污水產生量太多。經改善後本次將 510 公斤物料去除 180 公斤的水份，固體物部添加約 100 公斤木屑加以混拌翻堆。
- (三) 現場物料經離心前處理雖可脫除水分，但結塊緊密。於加入木屑後建議應充分混拌使堆積體蓬鬆以利發酵進行。
- (四) 發酵後期可以考慮添加花材廢料做為副資材來調整水分及孔隙度。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 翻堆區未明顯區隔與標示，未來可加以標示及分區，以利整體運轉時作業區及發酵區適當區隔。
- (二) 反應前期可增加翻堆頻率，以將離心脫水前處理的廚餘減少緊密成團的狀況，增加發酵速率。
- (三) 可改用螺桿擠壓式脫水設備取代目前的離心脫水機。
- (四) 成品區的溫度仍高達 57°C，pH 6.6，需要經多一點的時間堆置。
- (五) 經脫水後物料緊密結塊，雖加入木屑但不均勻，無法達到良好的發酵條件，應大幅提高翻堆頻率，至少 3~5 天一次，使整體物料可因翻堆加以鬆散，功能有二：(1)使物料與副資材充分混和，(2)提高內部孔隙度，以利空氣傳輸。

六、成品性質：

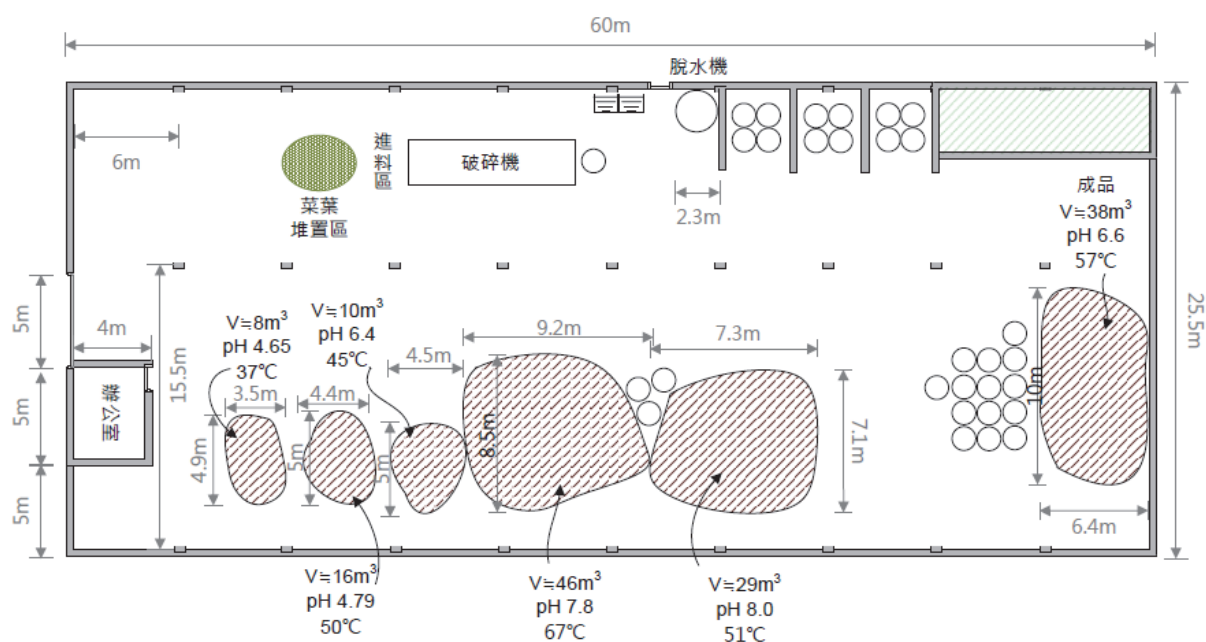
- (一) 堆肥成品棕黑色，無臭味。
- (二) 成品部份交由公所公務使用，代操作廠商以每噸 1,350 元付費取回自用。

七、綜合評估說明：

- (一) 本廠操作方式由上次的明顯錯誤，以桶裝發酵及瀝水過長時間的厭氧狀態，未添加副資材調整水份等皆不利堆肥發酵狀況，本次訪視已有明顯改善，建議持續進行脫水機運作時間、副資材添加比例及翻堆頻率等最適化操作條件探討與調整。
- (二) 建議增設破碎機及脫水機，使水分有效脫除且不致結塊。
- (三) 增加副資材及翻堆頻率。
- (四) 除廚餘外，不定期有枯萎之花材進場，含水率低可充當副資

材使用，於後期加入翻堆區內，以鏟裝機充分混和，可使物料蓬鬆利於發酵進行。

- (五) 本廠地面雖有排水設計，但進料區堆置 3~5 天過程仍有污水流出，此不份仍應加強收集，避免蚊蠅滋生與臭味問題。發酵區無隔牆，堆肥堆積高度不足，且無法有效分區，建議改善。
- (六) 先前舊有的不良半成品已結塊但十分乾燥，建議可用鏟裝機加以壓碎後逐批加入現有脫水後原料混合去化，進行後續翻堆製成堆肥成品。
- (七) 建議將滲出水有效收集，以及設置臭味通風設備，以改善廠區環境衛生。



霧峰廚餘堆肥場效能評估報告

一、現勘日期：

106 年 10 月 13 日

二、設施狀況與改善建議：

- (一) 本廠設施完整，空間大且動線良好，已發揮區域性處理中心功能。
- (二) 缺乏前處理破碎脫水設備，露天翻堆有臭味溢散與滲出水漫流的狀況，宜進一步利用現有的空間，重新規劃製程及改善增建頂棚。
- (三) 翻堆槽空間大，以鏟裝車翻堆及搬移作業方便，但深度超過 10 公尺以上，不易進行內部翻堆。
- (四) 若須增加處理容量，宜增加前處理破碎與脫水設備。

三、廠區環境衛生與改善建議：

- (一) 前槽進料廚餘未破碎，堆置時污水漫流嚴重。
- (二) 翻堆區滲出水截流溝及儲存空間皆已滿溢，導致蚊蠅滋生與現場酸臭味嚴重，應定時進行抽取操作或規劃回收再利用方式，避免造成環境衛生與臭異味問題。
- (三) 前處理製程為露天操作，不僅造成臭味的溢散，同時在雨天可能造成大量污水溢流狀況，建議增建遮雨棚。

四、進料區狀況及改善建議：

- (一) 利用鏟裝車將副資材與廚餘混拌，但無法均勻。
- (二) 進料廚餘與副資材約 8:1 加以混合，再添加同與木屑同體積比約 1:1 的半成品一併混合，但因未破碎且未脫水故廚餘內含水分仍偏高，副資材添加量不足夠，無法調整至適當含水率，翻堆槽有明顯的滲出水，污水溢流狀況嚴重。

五、發酵區情形及改善建議：

- (一) 建議增加翻堆頻率，前三槽每星期可增加翻堆次數一次，亦可改善前期溫度偏低狀況。
- (二) 成品靜堆空間堆置高達 5 公尺以上，無法翻堆呈厭氧狀態，應降低堆積高度，儘早將成品篩選打包，或移至後端自動翻堆設施，降低儲存區空間不足的問題。
- (三) 靜堆後廚餘另以天車式翻堆延長翻堆發酵，可達較佳之腐熟狀態。
- (四) 靜置發酵區的溫度為 50℃，需降溫至 40℃ 以下，施用時才不會影響作物生長。

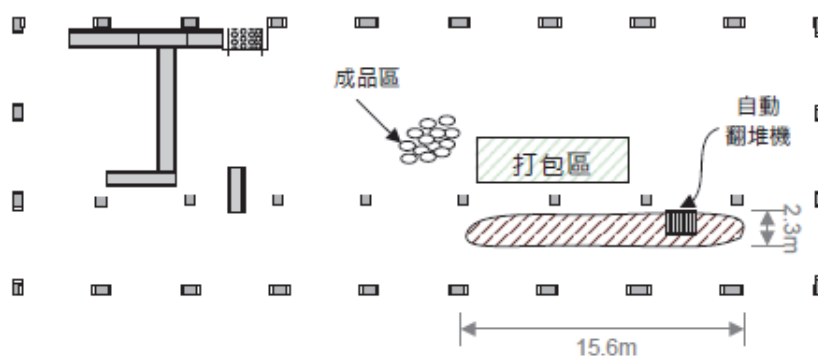
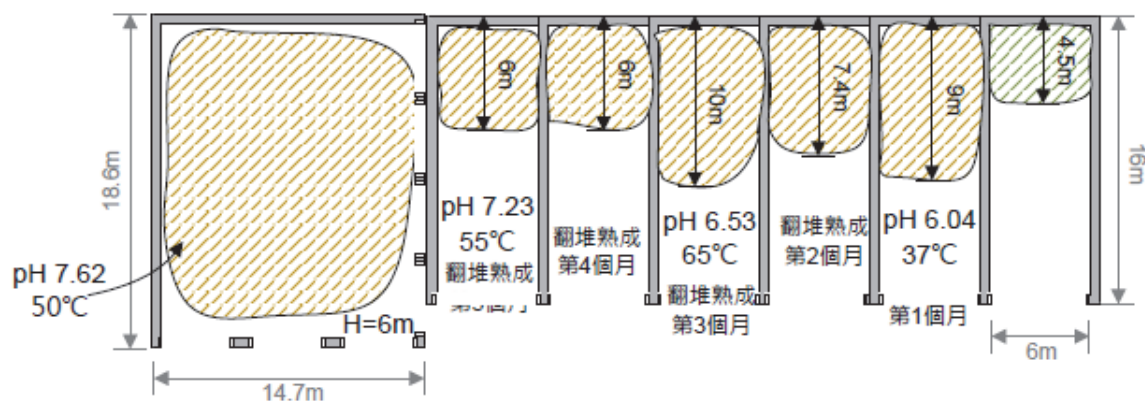
六、成品性質：

- (一) 堆肥成品棕黑色，無臭味，資材顆粒稍粗，無雜質，腐熟良好。
- (二) 堆肥成品以贈送給社區，機關、學校活動為主，另提供民眾以資源回收品進行兌換。

七、綜合評估說明：

- (一) 應增設破碎前處理脫水設施，改善發酵區之滲出水溢流情況。
- (二) 需再增加副資材添加量，以改善污水漫流情況。
- (三) 反應前期應增加翻堆頻率(1~3 槽)，以避免物料結塊與加快反應速度。
- (四) 露天翻堆有臭味溢散與滲出水漫流的狀況，建議加裝頂棚。
- (五) 滲出水截流溝及儲存空間皆已滿溢，目前以水肥車抽送至掩埋場表面噴灑，應定時進行抽取操作或規劃回收再利用方式，避免造成環境衛生與臭味問題。

(六) 後熟區堆置高度超過 5 公尺以上，造成傳氧不易，應注意不宜堆置過高，避免崩落。



附件五、廚餘回收再利用業務檢討會會議資料及簽到單



二、問題、對策與目標

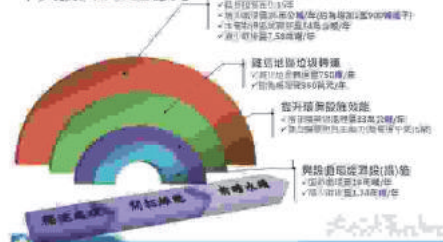
[illegible]

三、計畫經費



四、預期效益-環境面

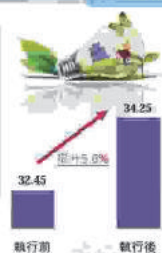
中央投入84.52億元



四、預期效益-財務面

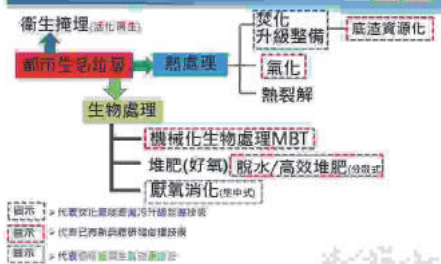
每年

- 產生34.25億度綠色電力(增加1.8億度)
- 總發電量約等於30%核一廠電量
- 約可提供99萬家戶用電量



執行策略及方法

多元化垃圾處理執行策略圖

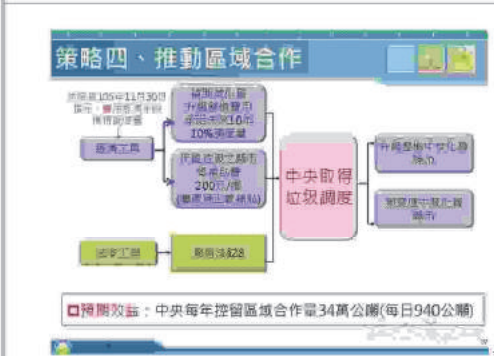
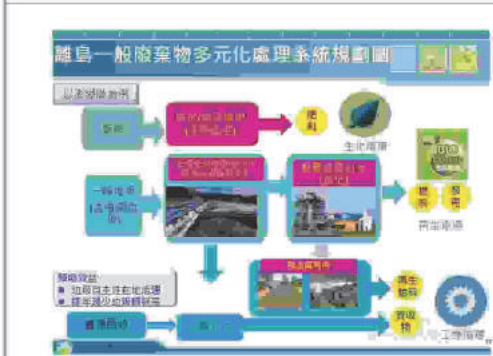
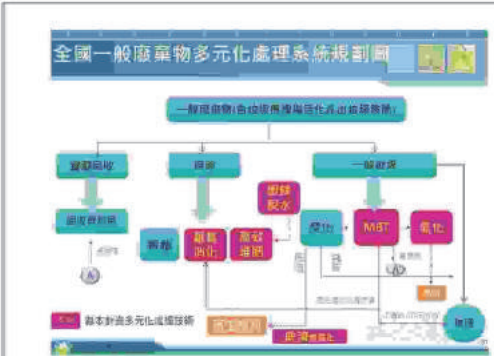
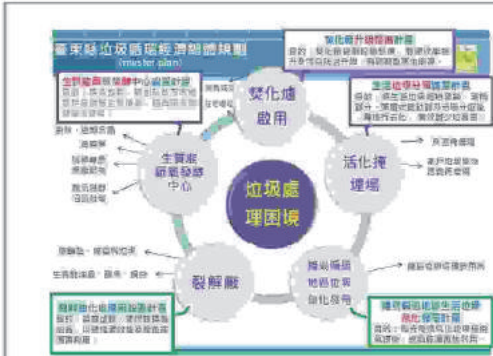
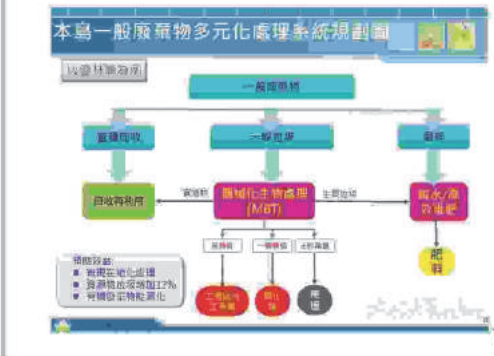
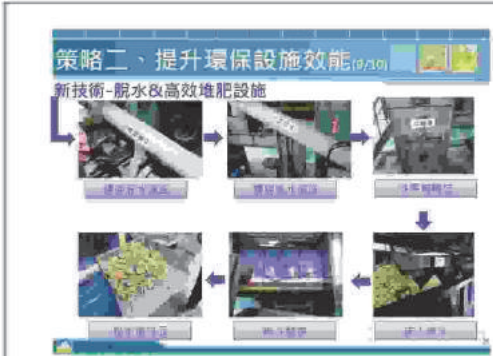


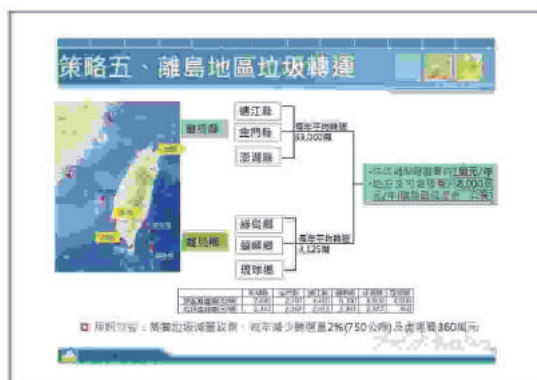
策略一、焚化廠升級整備(2/2)

- | | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 西山之石 | <ul style="list-style-type: none"> 先寒其土改前掃墓逝世 日本被佔後即於1941年以20-25年刑無期禁錮 |
| 市井煙雨 | <ul style="list-style-type: none"> 從北新到舊平15-20年 經濟艱苦半食貧血 愛國畫家與「曉民救國」派、執行黨政教職 |
| 預備階級 | <ul style="list-style-type: none"> 每月津貼達26萬圓/年 每月平發獎金1.45萬圓 減少生活費75.8萬圓 |









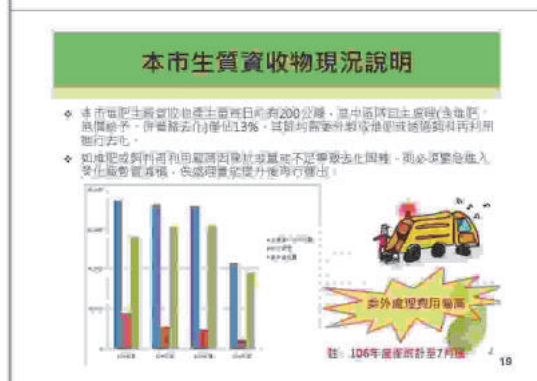
結語

結語

- 焚化廠升級整備處理效能提升，增加焚化廠處理量。
- 優先協助並引導無焚化廠縣建置在地多元化自主性垃圾處理設施。
- 藉由經濟誘因設置新穎技術及處理設施提升處理效能。
- 結合產業與新技術促使產業升級進一步開拓海外市場。
- 協助地方興設因地制宜廚餘生質能源化處理設施，解決廚餘去化問題並暢通需求通路市場，推動循環經濟政策。
- 加速執行積極推動，滾動檢討開創新紀元。

新北市生質資收物粉碎脫水設備簡介 全國廚餘再利用業務檢討會

新北市政府環境保護局
106年11月7日

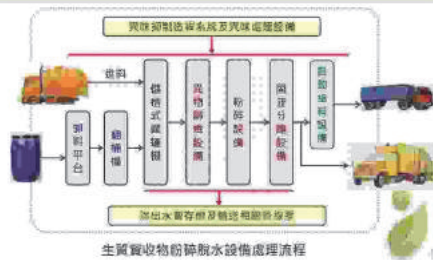


本市生質資收物去化管道分析

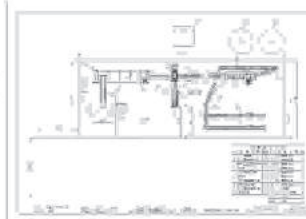
- 委外處理**
 - 優點為可作為堆肥與綠肥轉化為有機肥，並回饋提供阿內應用。
 - 缺點為每年處理經費持續增加，且載運距離過長，可能造成2次污染。
- 自主處理**
 - 優點為可自行政治堆肥廠轉化為有機肥，部分亦可轉為有機肥料回饋當地居民。
 - 缺點為產量較小，且自主堆肥場地較難尋覓，去化量較不穩定。
- 遠端資源減損**
 - 堆肥廠或堆肥再利用廠因故無法收受生質資收物，可作為緊急備用之用。
 - 優點為可減少堆肥水份，減少委外處理數量。
 - 缺點為大幅減少貯存空間，影響焚化廠原有功能，堆肥產生之滲出水亦會影響焚化廠效率。



堆肥生質資收物減量規劃



中和粉碎脫水設備設計特點



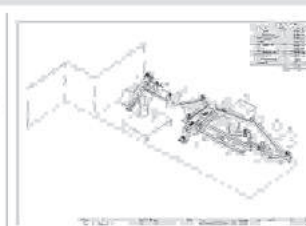
中和粉碎脫水設備設置平面圖

中和粉碎脫水設備設計特點



中和粉碎脫水設備
設置位置示意圖

中和粉碎脫水設備設計特點



中和粉碎脫水設備設置立面圖

中和粉碎脫水設備設計特點

- ◆ 本設備生質資收物直接與水噴成泥漿，直接與水噴成泥漿，直接與水噴成泥漿。
- ◆ 直接與水噴成泥漿，直接與水噴成泥漿，直接與水噴成泥漿。
- ◆ 此外，本設備設計有，此外，本設備設計有，此外，本設備設計有。

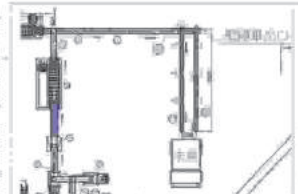


減少物料損耗

中和粉碎脫水設備進料設計

中和粉碎脫水設備設計特點

- ◆ 本設備設計採用，本設備設計採用，本設備設計採用。
- ◆ 本設備設計採用，本設備設計採用，本設備設計採用。
- ◆ 本設備設計採用，本設備設計採用，本設備設計採用。

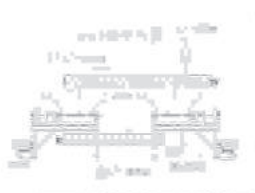


避免堵塞 減低故障

中和粉碎脫水設備自動出料設計

中和粉碎脫水設備設計特點

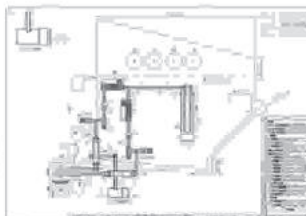
- ◆ 本設備生質資收物，本設備生質資收物，本設備生質資收物。
- ◆ 本設備生質資收物，本設備生質資收物，本設備生質資收物。
- ◆ 本設備生質資收物，本設備生質資收物，本設備生質資收物。



避免故障，方便維修

中和粉碎脫水設備粉碎機設計

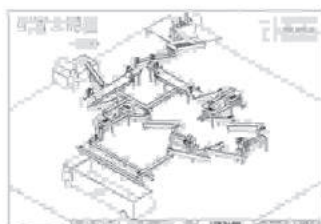
五股粉碎脫水設備設計特點



使用面積約 700m²

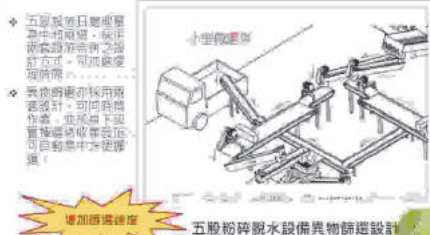
五股粉碎脫水設備設置平面圖

五股粉碎脫水設備設計特點



五股粉碎脫水設備設置立面圖

五股粉碎脫水設備設計特點



五股粉碎脫水設備具物篩選設計

相關配合事項

設備代換

- 中物及五股高除雜費機械設備外，另含兩年代換費，可避免舊機使用不佳之設備，造成後續維護費用大增。
- 代換期間將由本局及所在區維護費等並學費，未來可考慮由廠商自行代換，節省經費。
- 設備期間將由本局及所在區維護費等並學費，未來可考慮由廠商自行代換，節省經費。

區隊自主堆肥

- 本局部分區隊具有自主堆肥場所，經破碎脫水之生質質收物有較好之堆肥效率，可提升自堆肥率。
- 備置區隊設置自動翻熱機，逐步實現自主處理。

鼓勵社區學校

- 針對社區、學校區隊堆肥自主處理產生之廚餘，依評估結果給予獎勵，提高社區學校參與意願。
- 如社區學校生質質收物量增加，可進一步降低本局委託處理費。

結論與建議

- ❖ 生質質收物經破碎脫水後，除可降低一半以上之重量外，亦可提升堆肥腐熟效率，以本市設置兩座共日處理量120噸估算，每年可節省之委外處理經費達新臺幣2,416萬元。
- ❖ 粉碎脫水設備因不耐雨淋，建議規劃設置場地時，以室內為原則，並應有適當空間供拖曳車車斗擺放與行駛。
- ❖ 粉碎脫水設備用電需求較大，於場地規劃時應先行檢視現地電力負荷量是否足夠。
- ❖ 生質質收物經脫水後產生之液肥濃度相當高，應提早妥善規劃處理場所。
- ❖ 於採購規劃時亦應同時考量未來維修耗材及備品之來源，避免因特殊規格或難以取得，造成維修困難。

粉碎脫水設備設置效益

生質質收物含水率降至70%以下

項目	設置前狀況	設置後效益
處理量	1,050噸/年(2.3噸/日)~1,362.3噸/日	6,000噸/年(2.5噸/日)~1,362.3噸/日
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元
設備投資	800日+120噸/日+1,000元/日+2,200萬元	300日+100噸/日+1,000元/日+1,800萬元

設置期程規劃

- ❖ 招標時程約需3個月：為避免低價搶標而採購劣質品，本局採用「最有利標」方式進行招標，於招標文件之製作及取得上紛擾開同，均需預留時間因應相關意見修正。
- ❖ 場地改善工程約需6個月：因機械設備需求空間較大，且為避免堆置，需預留拖曳車車斗放置空間，如場地非室內，亦得核設相關遮蔽設施，本工程可併同進行。
- ❖ 用電規劃及增設約需2個月：機械設備視其日處理量有不同用電需求，如所屬場地供電不足應儘早預先進行用電規劃。
- ❖ 機械設備購置安裝約需4個月：廠商購置及組合各項設備所需時程，尚需處理增加。
- ❖ 代操作及保養作業為2年：綁定代操作可避免廠商使用劣質品增加維修費用，可視情況考慮後續改為自行操作。

桃園市生質能中心之規劃

單位：桃園市政府環境保護局

日期：106年11月7日


簡報大綱

- 一、計畫位置
- 二、推動模式
- 三、環評歷程
- 四、民眾參訪
- 五、公聽會
- 六、後續期程

一、計畫位置

場址位置

■ 位於桃園環保科技園區埤尾區之環保設施用地。
場址南側鄰台66快速道路，面積共4.97公頃。



桃園環保科技園區
埤尾區
台66快速道路
面積共4.97公頃

[illegible]

二、推動模式	
推動模式比較說明	
逐家逐戶O2O模式	串連-O2O
研 究 行 為	憑紙片提單直達新陳運/渣打銀行、 銀泰銀行、密祥大藥房(紙易有) 2011
發 展 理 念 背 景	香港O2O仍處行政區事務行政區 可行政化、先期計畫「1」
主 動 背 景	市民服務、社會福利、社區、(港 元)民福中心
每 戶 訪 視 赴 選 取 時	民福中心(每年約2.3-2.5次) 民福中心(每年約2.3-2.5次)
收 入 流 水	民福中心、渣打銀行、密祥大藥房 渣打銀行、密祥大藥房、渣打銀行
進 計 數 起 始	11001-02
進 計 數 起 始	11001-02
十 年 收 計 總 額	渣打銀行、密祥大藥房、渣打銀行 渣打銀行、密祥大藥房
監 督 機 構 是 否 確 定	密祥
監 督 機 構 是 否 確 定	密祥

二、推動模式

國內焚化爐採OT營運模式之案例

編號	廠址名稱	公共營運 類別	公告類別	規劃方式	主辦機關	公告開始日 期
1	宜蘭縣二里鄉 城內焚化爐營運 維護案	環境內空 污治供能	招商公告	政府規劃自 募資件	臺北市城發局	98/01/16
2	臺北市陽明山區 三民路里焚化爐	環境內空 污治供能	招商公告	政府規劃自 募資件	臺北市府政	95/10/28
3	宜蘭縣二里鄉 城內焚化爐營運 維護案	環境內空 污治供能	招商公告	政府規劃自 募資件	宜蘭縣政府	98/08/30

二、推動模式

各階段工作計畫

桃園市生質能BOT案前置計畫



- 計畫與願景
- 可開發資源、先期調查等
- 設置生質能廠
- 辦理設置許可、土地取得
 辦理廠房大小、設備購置
 取得設置執照
 取得開工執照
- 計畫與願景
- 召開社區說明會
 成立諮詢委員會
- 廠房選擇與廠址
- 土地取得與管理
 廠址取得與管理
- 廠房設計與廠址
- 廠房設計與廠址
 廠址取得與管理

[illegible][illegible]

三、環評發展

歷次環評及變更內容

年份	主要事件/法規
89年	<ul style="list-style-type: none"> 《國土科技工業園區開發計畫環境影響評估報告書》
90年	<ul style="list-style-type: none"> 《92/1 臺灣史學史內政部函表》 《90年環評報告(宏觀版)修正》 《90/3/15 第一次環評會議》
91年	<ul style="list-style-type: none"> 《91/2 第二次環評》 《103/5 第二次環評(初稿)》
92年	<ul style="list-style-type: none"> 《100/2 第三次環評》 《100/4/7 完稿》
93年	<ul style="list-style-type: none"> 《100/3 第四次環評(修正版)》 《100/3 第四次環評(修正版)》
96年	<ul style="list-style-type: none"> 《106/3 第四次環評(修正版)》

Timeline illustrating the history of Environmental Impact Assessment (EIA) and content changes from 1989 to 1996.

Key events and regulations associated with the years:

- 89年 (1989):** 國土科技工業園區開發計畫環境影響評估報告書 (Environmental Impact Assessment Report for the National Science and Technology Industrial Park Development Plan).
- 90年 (1990):** 92/1 臺灣史學史內政部函表 (Ministry of the Interior's response to the National History Museum's request for a historical site assessment); 90年環評報告(宏觀版)修正 (Revision of the 1990 EIA Report (Macro Version)); 90/3/15 第一次環評會議 (First EIA Review Meeting on 3/15/90).
- 91年 (1991):** 91/2 第二次環評 (Second EIA Review on 2/91); 103/5 第二次環評(初稿) (Draft of the Second EIA Review on 5/103).
- 92年 (1992):** 100/2 第三次環評 (Third EIA Review on 2/100); 100/4/7 完稿 (Completion of the third EIA review on 4/7/100).
- 93年 (1993):** 100/3 第四次環評(修正版) (Fourth EIA Review (Revised Version) on 3/100); 100/3 第四次環評(修正版) (Fourth EIA Review (Revised Version) on 3/100).
- 96年 (1996):** 106/3 第四次環評(修正版) (Fourth EIA Review (Revised Version) on 3/106).

三、環評歷程

第1次初審(106/5/2)會議結論

均已精熟

■ 哈爾濱舉世知名的老道外，金三姓，這本來是片小胡同裏

- | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 研究新發現之事實，並由歷史地理環境因素之分析，說明目前環境生態之現狀與未來環境生態之演變，從而提出減輕環境之條件與措施，藉以維護國家民族之發展與繁榮延續及發展。 |
| 2 | 說明歷史地理環境對文化發展之影響。 |
| 3 | 評估歷史及經濟環境對文化之影響。 |
| 4 | 探討在歷史環境變遷說明與分析。 |
| 5 | 探究歷史地理環境對環境影響，探討自然環境對開發與環境之影響可能性。 |
| 6 | 分析環境對經濟之影響，分析其與文化之關係。 |
| 7 | 有關歷史、考古學及自然環境開發與保護之見解。 |

三、環評歷程

環境影響評估審查委員會
第315次會議(106/7/12)會議結論

學子納入定額

■ 本學期影響並具分析性建議書請參見書後

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | 熱區建單戶產土窯爐，水燒優先於瓶內再制膏有惠顧，並落實循環經濟。 |
| 2 | 施工時至桃園市觀音區擇適省地點舉辦公開說明會。 |

三、環評歷程

第2次初審(106/6/15)會議結論

【已取消】

■ 本單元影響甚廣，合州報商建議當地設立書院。

- | | |
|---|---------------------------------------------------------------|
| 1 | 杭州水陸監獄所處理晚收犯來源之情況清單。 |
| 2 | 為杭州水陸監獄總辦，建議以「居住情形」為內科刑罰所管理晚收犯標準，及「居住情形」與罪狀並列為晚收犯之分類依據，並列入考卷。 |
| 3 | 除有前報影響晚收者外，其餘晚收者，則以本所新增項目(如無罪熟練、教育等)為遲收者之分類事項。 |
| 4 | 補充犯處品質不良處理計畫。 |
| 5 | 委員、專家學者及相關機關提供其意見。 |
| 6 | 本所整理監獄及內科刑罰分類標準，製成內審資料修訂。 |

四、民眾參與

民眾參訪

- 本局106年8月15日帶領本計畫預定地所在里民參訪新北市焚化廠及資源廠，使民眾了解垃圾處理的過程。



五、公聽會

公聽會

- 本計畫自6年8月19日(星期六)上午10時30分於桃園市觀音區公所4樓大禮堂(桃園市觀音區觀音里19鄰觀音路56號)辦理公聽會。



六、後續期程

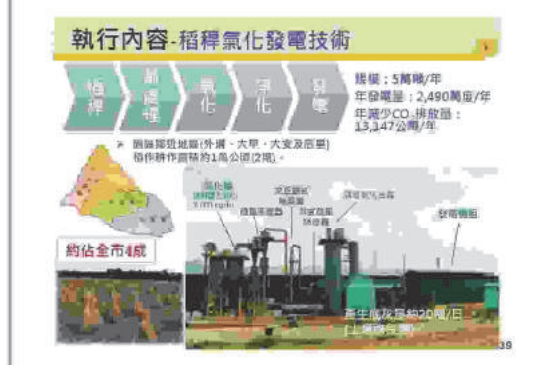
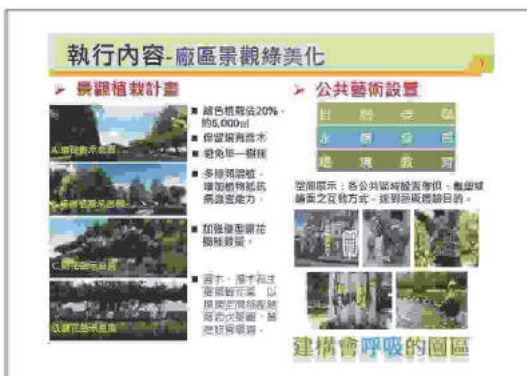
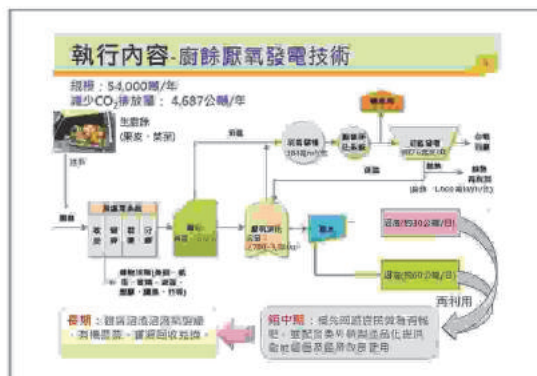
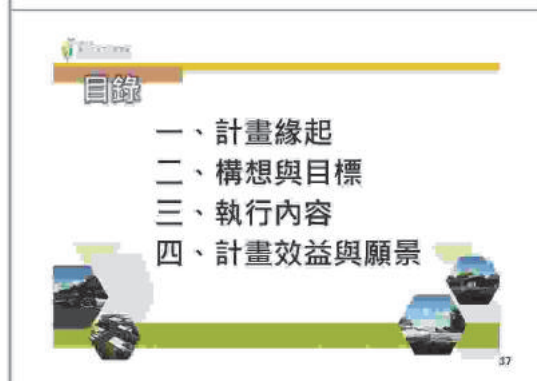
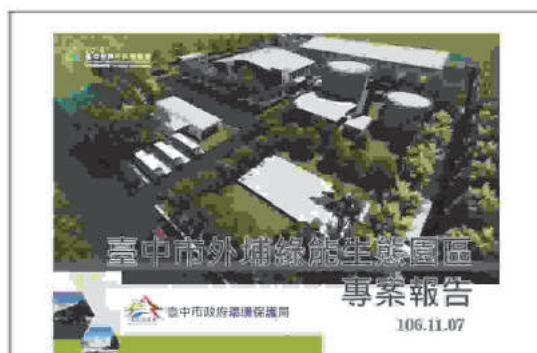
推動期程

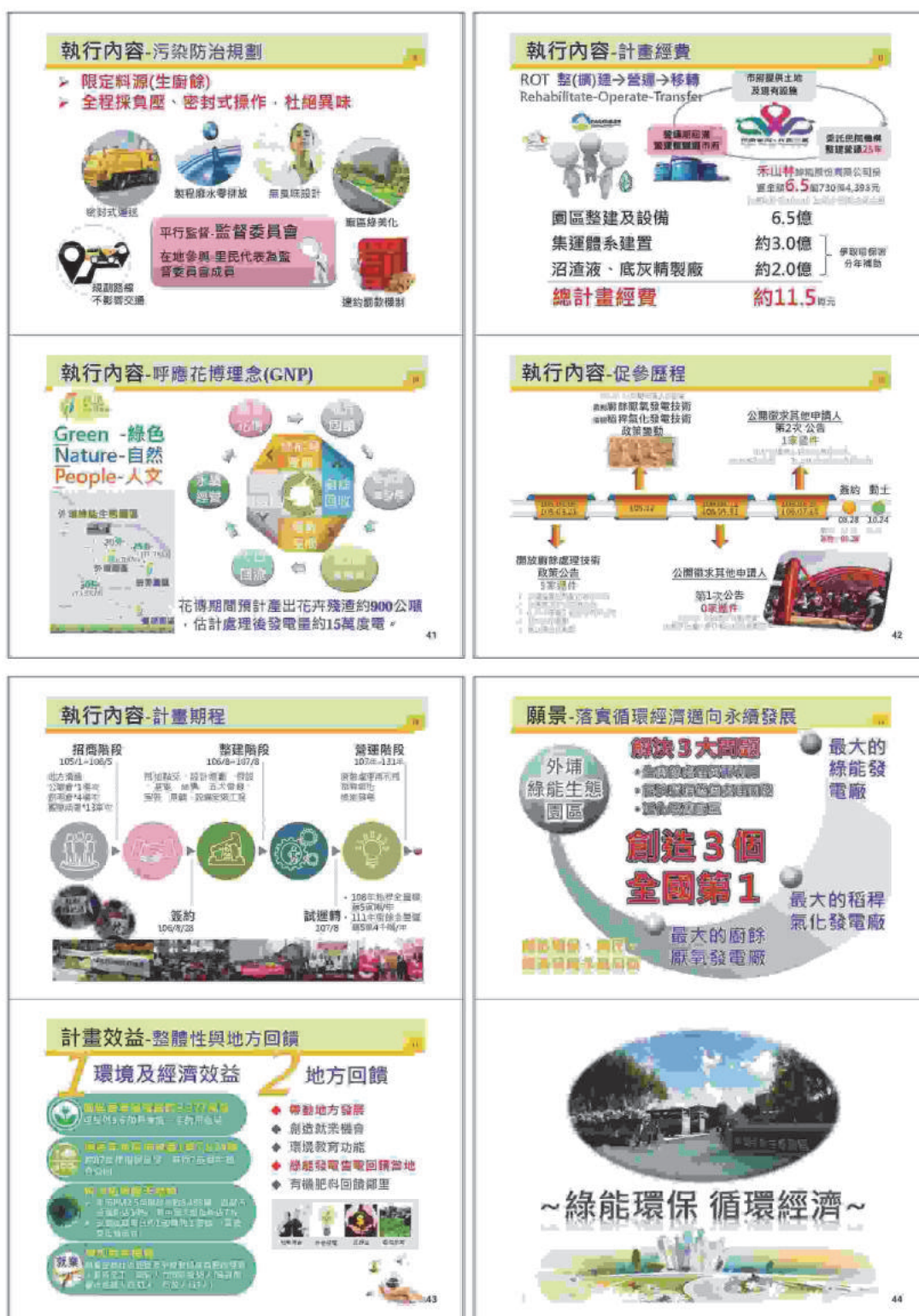
- ✓ 本家環境影響差異分析變更已於106.7.12經環保署環境影響評估審查委員會第315次會議決議「**審核修正通過**」
- ✓ 並已於106.8.19辦理公聽會
- ✓ 預計後續期程規劃：
 - 106/11~107/01完成招商作業
 - 107/01(簽約)~(科學海濱設計再建期3年)
 - 108/12開始營運
 - 營運期共22年

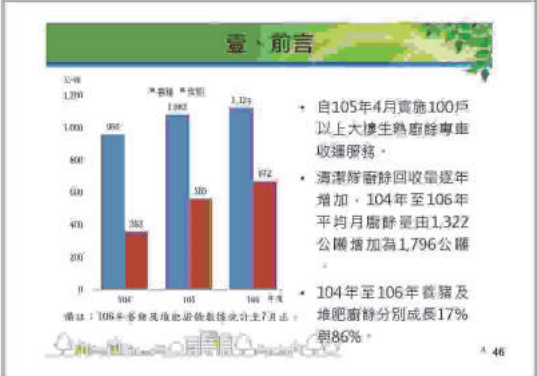


簡報結束
感謝聆聽









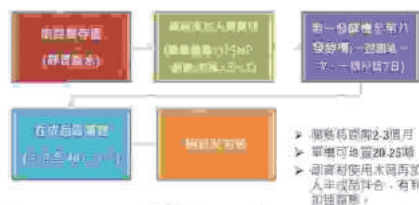
項目	單位	數值	備註
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	

項目	單位	數值	備註
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	
廚餘堆肥廠	座	4	

項目	內容
廠址	1. 西區市 (西區區外) 之東區市鎮或鎮區 2. 西區市鎮或鎮區 3. 西區市鎮或鎮區
時間	星期一至星期六
數量	每週處理量約 60-75 公噸 (公共市場 30 公噸/週、區內 30-45 公噸/週)
堆肥數量	8 噸
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週
肥料數量	1 次/週

貳、堆肥廠操作介紹（城西）

➤ 操作流程



貳、堆肥廠操作介紹（新化）

▶ 場地設置基本介紹



貳、堆肥廠操作介紹（新化）

● 運作流程



參、堆肥廠成品檢驗結果



2. 底质检测肥城市全属检测项目符合检测标准



參、堆肥廠成品檢驗結果

➤ 新化廚餘廠



- 設備老舊，通風管阻塞，煤氣不足。
- 發酵分解緩慢，廚餘未進行前處理，粗大顆粒果實拉長發酵時間。
- 生廚餘水分高，易有滲出水。



參、堆肥廠成品檢驗結果

➤ 城西磨餅廠



- 生廚餘水分高，露天曝曬降低水分，污水漫流地面有礙環境衛生。



肆、改善策略

- 106年上半年，廚餘堆肥廠效能皆已達滿載，城西廠228%、新化廠101%（以121工作日計）
- 為加強處理效能，於106年5月向行政院環境保護署申請經費，於城西廠及新化廠加裝破碎脫水設備。



上圖為舊金山的地形圖，下圖為舊金山的氣候圖。



肆、改善策略

預計每小時可處理2公噸以上之廚餘，將廚餘含水率降至70%以下，粉碎較徑控制於10公厘以下，有效增加厭氧堆置空間，減少腐熟所需時間。

17

伍、結論

藉由改善廚餘處理設施，臺南市城西及新化廚餘堆肥廠希冀達到三目的，以提高處理效能，妥善回收及處理廚餘，建構循環利用社會。

- 降低進料水份(含水率從85%降至70%以下)，壓縮廚餘體積1/3，增加發酵槽堆置空間。
- 減少腐熟時間。加快發酵速度(從原3至4個月減少至2個月)。
- 預計新化廚餘堆肥廠及城西廚餘堆肥廠與105年度處理量相較各提升每日5-10噸之生廚餘處理量。此外，避免送至鄰近焚化廠處理，一年至少可減少1250噸廚餘廢棄物產生，增加焚化廠使用年限。

18 53

19

全國廚餘回收再利用業務檢討會

臺東縣廚餘回收再利用中心之規劃

報告單位：台東縣環境保護局
簡 報 人：吳家聲技佐

中華民國106年11月7日

計劃緣起

- 本縣「廚餘回收再利用中心」，係由環保署分別於91年及94年補助興建，當時選址於利家工業區內因該區內有不慎無暇顧慮進駐，整個工業區一直荒涼，當時因該場設立於該處係屬適當場址，惟自99年後經縣府有缺的招商及調整公共建設於該處，帶動各項行業業務發展，短短數年間該工業區有不同的面貌。
- 目前仍在營運中之「臺東縣廚餘回收再利用中心」，因在廚餘堆肥之過程中，堆肥臭味最為劇烈，堆肥發酵酸臭味造成居民投訴，影響居住環境及生活品質，為讓廚餘回收工作能順利進行及降低對周邊環境衝擊，為均衡地方發展及適當地居民無異味居住環境，本縣廚餘回收再利用中心遷移至臺東市康樂段0890、0900及0980三筆地就緒繼續回收工作。

簡報大綱

- 計畫緣起
- 臺東縣廚餘回收再利用情形分析
- 計畫目標
- 計畫內容
- 基地環境背景及概述
- 工程概要
- 預期效益

55

臺東縣廚餘回收再利用情形分析

▲ 臺東縣廚餘回收再利用中心一期設計處理量10噸/日(無運轉)

▲ 臺東縣廚餘回收再利用中心二期設計處理量15噸/日(無運轉)

56



台東縣環境保護局

工程概要

- 工程名稱：台東縣廚餘回收再利用中心統包工程
- 主辦機關：台東縣環境保護局
- 專案管理單位：勝泰工程顧問有限公司
- 統包商團隊：
 - 主力投標廠商：特克斯科技股份有限公司
 - 設計單位：林存城建築師事務所
 - 營造單位：光昇營造股份有限公司
- 工程地點：臺東市康樂段0899、0900及0908地號
- 工程規模：總面積約12,851 m²

台東縣環境保護局

工程概要

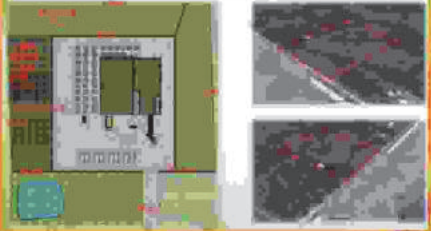
3D模擬示意圖



台東縣環境保護局

工程概要

計畫平面圖



台東縣環境保護局

預期效益

垃圾處理一直以來係為縣府的環境問題，工商發達人口增加，垃圾量急速增多，若未妥善處理，環境品質必將逐漸惡化，而經調查廚餘類有機廢棄物，約佔一般垃圾成份之20~30%左右，如此的鉅量，如經分類、回收、再利用，不但可延長掩埋場使用年限，提高焚化爐效率，更能達到以下之效益：

- ① 養成國人珍惜資源之良好習慣，導向「減廢減量、資源回收」為主要方向。
- ② 垃圾減量，降低廢棄物處理負荷，同時減少其他廢棄物掩埋場之各項公害防治支出。
- ③ 可提供養豬舍節省飼料成本；轉換成有機肥，可避免土壤持續酸化，增加農地的生產力以及綠化大地。

台東縣環境保護局

簡報結束

廚餘回收能資源化目標及經費補助說明



報告人：環境督察總隊林德芳科長
日期：106.11.7

63

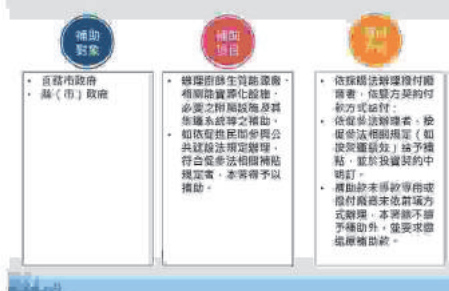
大綱

- 廚餘回收現況
- 廚餘回收能資源化目標
- 補助經費說明
- 廚餘生質資源開發工作補助計畫(備查)
- 結論

64



廚餘生質能源廠興設工作補助計畫遴選原則



廚餘生質能源廠興設工作補助計畫遴選原則

• 選選評分項目表

努力目標	5	農林行政機關主辦機關、專責稽查系統(市)逐項努力目標評價分
服務科學管理	40	1. 新訓員會銓核之準確 2. 可容許異議消除率 3. 異議處理滿意性(異議區外異議處理及非初審部分) 4. 地籍管理滿意性 5. 土地收買滿意性 6. 地籍管理滿意性、地籍管理滿意性之滿意度 7. 地籍管理滿意性(不含土地收買) 8. 地籍管理滿意性(含土地收買)
組織、編制及 財務控制	40	6. 充實及準確時程(以編制111年完工時程) 7. 資源運用與使用方式 8. 財務控制 9. 財務控制成效 10. 配合本署預算編列政策
行政配合與 資訊管理	10	5 資訊管理化與無紙化中數位化 資訊管理化與無紙化中數位化 資訊管理化與無紙化中數位化
品質管理	40-10	7 達成10%、B3分 達成15%、B4分

廚餘生質能源廠興設工作補助計畫遴選原則

· 遴選審核流程



廚餘生質能源廠區設工作補助計畫選選原則

1. 2000年10月1日起，凡在我国境内销售货物的单位和个人，均应按销售额的一定比例缴纳增值税。

一、前言

貳、計畫目標與資料

- 一、轄內廚餘處理整頓規劃
(一)說明轄內未來廚餘處理規劃及本廚餘生質能源發展所扮演角色
(二)說明轄內近年廚餘回收現況、垃圾減量現況及未來廚餘回收政策
二、轄內自主環保設施現況
(一)焚化廠現況說明
(二)堆肥廠現況說明

廚餘生質能源廠興設工作補助計畫遴選原則

電話: 02-2652-1111, 傳真: 02-2652-1112

發、申請網靜生質能照廠規訓

- 一、說明計畫背景與政策面對資源處理現況，可將該區收集廢棄物量（轄區外承認設施量等）及資源處理理念（可參考的耑業人口成長、轄內廢物再利用設施量等）。
- 二、闡述、彙整及整合性：土地取得現況、處理系統規劃、技術與設備合宜性、建築成本（不含土地成本）、興建方式（促參或政府自辦）、完工及營運時程等。資源與沼液利用方式、財務模式（包含財務自償能力分析等）。
- 三、行政區劃分
- 四、轄內外化糞設置現況
說明轄內化糞設置及營運現況。
- 五、處理系統內廢物與沼液量時空異質調查
說明處理系統內廢物與沼液量時空異質調查現況與處理系統處理能力。

結論

- 請各縣市加強辦理廚餘回收能資源化工作，以達成各縣市廚餘回收率目標，本署將於107年起辦理各縣市執行成效之評鑑並公布獎勵。
- 本署已研議提高107年度地方績效考核中「廚餘回收再利用工作成效」之權重，將於「廢棄物資源循環零廢棄」項目中，由106年度4%大幅提升至13%，並納入未來補助地方辦理廚餘能資源化工作經費之重要依據。
- 請各縣市積極研擬提升廚餘回收再利用成效對策，並提經費需求向本署提報計畫爭取補助經費，以提昇廚餘回收成效。

廚餘生質能源廠興設工作補助計畫遴選原則

「我這是在想，但牠們又」

三、短期效益及目標

(請具體量化，如預期處理量、相關效益及目標等)

伍、申請補助經費分析表及預定工作期程
(說明補助經費及預定工作期程，另相關表格參考如後附)

四、其他補充資料

- 一、地籍資料。
- 二、基地位置圖及範圍。
- 三、其他補充資料。

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 7 日(二)下午 1 點 20 分至 6 點 0 分

地點：墾丁福華飯店

單位	職務	姓名	簽到
環保署環境督察總隊	總隊長	吳盛忠	吳盛忠
環保署環境督察總隊	副總隊長	林立祥	林立祥
環保署環境督察總隊	科長	林德芳	林德芳
環保署環境督察總隊	技正	林楚婷	林楚婷
環保署環境督察總隊	技正	楊銀杉	楊銀杉
環保署環境督察總隊	技士	張式賓	張式賓
環保署環境督察總隊	技士	徐啟龍	徐啟龍
環保署環境督察總隊	技士	黃智楠	黃智楠
環保署環境督察總隊	技士	翁國豪	翁國豪
環保署環境督察總隊台北辦公室	副工程司	洪旭泰	洪旭泰
環保署廢管處	助理環境技術師	哈元園	哈元園
環保署環境督察總隊	司機	黃祺富	黃祺富

1

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 7 日(二)下午 1 點 20 分至 6 點 0 分

地點：墾丁福華飯店

單位	職務	姓名	簽到
新北市政府環境保護局	局長	謝佳男	謝佳男
新北市政府環境保護局	科員	曾文祐	曾文祐
新北市政府環境保護局	技佐	翁煥顯	翁煥顯
桃園市政府環境保護局	科長	呂明錫	呂明錫
桃園市政府環境保護局	技士	鄭智文	鄭智文
桃園市政府環境清潔稽查大隊	助理員	陳弘逸	陳弘逸
臺中市政府環境保護局	局長	劉祥祺	劉祥祺
臺中市政府環境保護局	技士	曾瑞雅	曾瑞雅
臺中市政府環境保護局	衛生稽查員	張雅棋	張雅棋
臺南市政府環境保護局	局長	鄭光宏	鄭光宏
臺南市政府環境保護局	技士	郭庭瑜	郭庭瑜
高雄市政府環境保護局	技佐	曾慧菁	曾慧菁
高雄市政府環境保護局	助理員	黃智雯	黃智雯
高雄市政府環境保護局	分隊長	蘇家弘	蘇家弘
基隆市環境保護局	技士	何志顯	何志顯

2

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 7 日(二)下午 1 點 20 分至 6 點 0 分

地點：墾丁福華飯店

單位	職務	姓名	簽到
新竹市環境保護局	科長	林玉燦	林玉燦
新竹市環境保護局	技士	陳美芳	陳美芳
新竹市環境保護局	隊員	涂淑媛	涂淑媛
新竹縣政府環境保護局	技佐	蔡賢凱	蔡賢凱
苗栗縣政府環境保護局	約僱人員	劉麗惠	劉麗惠
彰化縣環境保護局	科長	葉錫春	葉錫春
彰化縣環境保護局	技佐	謝富強	謝富強
彰化縣環境保護局	約僱人員	江孟原	江孟原
南投縣竹山鎮公所清潔隊	隊員	陳國龍	陳國龍
南投縣竹山鎮公所清潔隊	技工	謝民峰	謝民峰
雲林縣環境保護局	約僱人員	張美慧	張美慧
嘉義縣環境保護局	約僱人員	吳政楠	吳政楠
屏東縣政府環境保護局	科長	鍾清明	鍾清明
屏東縣政府環境保護局	隊員人員	洪國雄	洪國雄
屏東縣東港鎮公所	課員	楊鈺華	楊鈺華

3

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 7 日(二)下午 1 點 20 分至 6 點 0 分

地點：墾丁福華飯店

單位	職務	姓名	簽到
屏東縣崁頂鄉公所	清潔隊長	賴金源	賴金源
屏東縣琉球鄉公所	技工	陳世鐘	陳世鐘
宜蘭縣政府環境保護局	技士	洪瑞均	洪瑞均
宜蘭縣政府環境保護局	約僱人員	李季華	李季華
花蓮縣環境保護局	科長	洪秋琪	洪秋琪
花蓮縣環境保護局	技佐	張瑞峰	張瑞峰
臺東縣環境保護局	稽查員	吳家聲	吳家聲
澎湖縣政府環境保護局	約聘人員	陳翠華	陳翠華
金門縣環境保護局	約僱人員	莊宗文	莊宗文
屏東縣恆春鎮公所	隊員	洪淑娟	洪淑娟

4

廚餘與各類生質廢棄物共厭氧消化研析計畫

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 7 日(二)下午 1 點 20 分至 6 點 0 分

地點：墾丁福華飯店

[illegible]

3

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 8 日(三)上午 9 點 30 分至 12 點 0 分

地點：國立海洋生物博物館

單位	職稱	姓名	簽到
環保署環境督察總隊	總隊長	吳盛忠	
環保署環境督察總隊	副總隊長	林左祥	林左祥
環保署環境督察總隊	幹長	林德芳	林德芳
環保署環境督察總隊	技正	林曼婷	
環保署環境督察總隊	技正	繆敏杉	繆敏杉
環保署環境督察總隊	技士	張式賢	張式賢
環保署環境督察總隊	技士	徐啟龍	徐啟龍
環保署環境督察總隊	技士	黃智權	黃智權
環保署環境督察總隊	技士	翁國豪	翁國豪
環保署環境督察總隊台北辦公室	副工程師	洪柏丞	洪柏丞
環保署廢棄處	助理環境技師	哈元國	哈元國
環保署環境督察總隊	司機	黃碩崙	

1

全國廢餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 8 日(三)上午 9 點 30 分至 12 點 0 分

地點：國立海洋生物博物館

單位	職稱	姓名	簽到
新北市政府環境保護局	股長	謝佳男	
新北市政府環境保護局	科員	曾文彬	
新北市政府環境保護局	技佐	翁瑞顯	
桃園市政府環境保護局	科長	呂明鈞	
桃園市政府環境保護局	技士	鄭智文	
桃園市政府環境清潔稽查大隊	助理員	陳弘逸	陳弘逸
臺中市政府環境保護局	股長	劉祥樸	劉祥樸
臺中市政府環境保護局	技士	曾瑞聰	曾瑞聰
臺中市政府環境保護局	衛生稽查員	張雅樸	張雅樸
臺南市政府環境保護局	股長	鄭光宏	
臺南市政府環境保護局	技士	郭庭瑜	郭庭瑜
高雄市政府環境保護局	技佐	曾慧菁	曾慧菁
高雄市政府環境保護局	助理員	黃郁雯	黃郁雯
高雄市政府環境保護局	分隊長	蔡家弘	
基隆市環境保護局	技士	何志顯	何志顯

1

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106 年 11 月 8 日(三)上午 9 點 30 分至 12 點 0 分

地點：國立海洋生物博物館

單位	職稱	姓名	簽到
新竹市環境保護局	科長	林玉焜	林玉焜
新竹市環境保護局	技士	陳美芳	陳美芳
新竹市環境保護局	隊員	涂淑娥	涂淑娥
新竹縣政府環境保護局	技佐	蔡育凱	
苗栗縣政府環境保護局	約僱人員	劉麗惠	劉麗惠
彰化縣環境保護局	科長	簡經嘉	
彰化縣環境保護局	技佐	謝富傑	
彰化縣環境保護局	約僱人員	江益亭	
南投縣竹山鎮公所清潔隊	隊員	陳國福	陳國福
南投縣竹山鎮公所清潔隊	技工	謝民峰	謝民峰
雲林縣環境保護局	約僱人員	張美惠	
嘉義縣環境保護局	約僱人員	吳淑梅	吳淑梅
屏東縣政府環境保護局	科長	鍾清明	
屏東縣政府環境保護局	駐戶人員	洪國勝	
屏東縣東港鎮公所	課員	楊冠華	

1

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106年11月8日(三)上午9點30分至12點0分

地點：國立海洋生物博物館

單位	職稱	姓名	簽到
屏東縣政府公所	清潔隊長	賴金源	
屏東縣政府公所	技士	陳世雄	
宜蘭縣政府環境保護局	技士	洪瑞均	張淑娟
宜蘭縣政府環境保護局	約僱人員	李季華	李季華
花蓮縣環境保護局	科長	洪秋琪	洪秋琪
花蓮縣環境保護局	技佐	張瑞峰	張瑞峰
臺東縣環境保護局	稽查員	吳家慶	吳家慶
澎湖縣政府環境保護局	約聘人員	陳翠華	
金門縣環境保護局	約僱人員	蘇宗文	蘇宗文

4

全國廚餘回收再利用業務檢討會

主辦單位：行政院環境保護署 執行單位：財團法人環境與發展基金會

時間：106年11月8日(三)上午9點30分至12點0分

地點：國立海洋生物博物館

單位	職稱	姓名	簽到
財團法人環境與發展基金會	總經理	陳文卿	陳文卿
財團法人環境與發展基金會	研究員	徐秀鳳	徐秀鳳
財團法人環境與發展基金會	研究員	梁永堃	梁永堃
財團法人環境與發展基金會	副研究員	黃曉玲	黃曉玲
財團法人環境與發展基金會	副研究員	徐秀容	徐秀容
財團法人環境與發展基金會	副研究員	郭聯足	郭聯足

5