

出國報告（出國類別：研習）

有機廢棄物混合集中處理技術

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：黃仁晞薦任技士

出國期間：99年11月3日至12日

報告日期：100年2月08日

行政院及所屬機關出國報告書摘要

公務出國報告摘要

報告名稱：研習有機廢棄物混合集中處理技術

主辦機關：行政院環境保護署

出國人員：黃仁晞 行政院環境保護署環境督察總隊 薦任技士

出國地點：荷蘭、瑞典

出國期間：民國99年11月3日至11月12日

報告日期：民國100年2月8日

內容摘要：垃圾中含有大量的有機物質，若能以更先進的技術，將垃圾中所含的有機物質進行有效處理與回收再利用轉化為生質能，除了可以減少垃圾焚化處理量外，更可兼具能源與資源永續再利用的最佳處理策略。本次研習係赴荷蘭與瑞典，實地觀摩與研習有機廢棄物轉化為生質能源技術、設施建置經驗，如荷蘭的Topell Energy公司的顆粒燃料技術、瑞典Scandinavian Biogas公司Loudden Biogas Pilot Plant的厭氧醱酵技術、Ragnsell公司之廢棄物處理場之綜合分類處理技術等型式，以及拜會瑞典環保署及瑞典Svebio生質能源協會，瞭解瑞典廢棄物處理及生質能源推動現況，俾作為我國未來推動相關有機廢棄物回收再利用工作及垃圾焚化廠轉型為生質能源中心之推動借鏡。

目次

壹、前言.....	4
貳、研習內容與目的.....	5
參、研習行程.....	6
肆、研習過程.....	8
一、荷蘭 Topell Energy 公司.....	8
二、瑞典簡介.....	13
三、瑞典 Scandinavian Biogas 公司.....	17
四、瑞典環境保護署.....	22
五、瑞典 Svebio 生質能源協會.....	28
六、拜會駐瑞典臺北代表處.....	33
七、瑞典 Ragnsell 公司.....	34
陸、研習心得.....	40
柒、建議.....	41

壹、前言

依據行政院環境保護署垃圾清運狀況統計資料顯示，目前我國營運中有24座垃圾焚化廠，設計處理容量每日2萬4,650公噸，每日有效焚化量約2萬1,000公噸，每年焚化處理的家戶垃圾有455萬公噸，及173萬公噸一般事業廢棄物。另該署於98至99年間以臺北市、臺中市與臺南市試辦「簡易可組裝式垃圾分選設施計畫」，將進收集之垃圾澈底分選結果，其中廚餘約占53%、資源物占8%、一般垃圾占40%（其中大部分為被污染之紙類與塑膠袋）。因此，垃圾中含有大量的有機物質及纖維素，如能確實分類，以更先進的技術，將所含的有機物質進行有效處理與回收再利用轉化為生質能，除了可以減少垃圾焚化處理量外，更可兼具能源與資源永續再利用的處理策略，並可朝「垃圾零廢棄」之目標邁進。

荷蘭與瑞典，在有機廢棄物轉化為生質能源技術、設施建置具有成功經驗，如顆粒燃料、厭氧發酵技術、廢棄物處理場之綜合分類處理技術等，相關木質纖維類廢棄物經焙燒均質化後，可轉換提昇其做為發電廠及鍋爐燃料，以及減碳配額使用，另含水分高之有機廢棄物，經厭氧發酵後，產生之沼氣經純化後，可作為汽車引擎燃料或電廠、暖氣用燃料使用，亦兼具減碳效益。上述發展經驗可作為我國未來推動相關有機資源回收再利用工作及垃圾焚化廠轉型為生質能源中心之推動借鏡。

貳、研習內容與目的

本次赴荷蘭與瑞典研習內容包括顆粒燃料、厭氧醱酵、生質能源、廢棄物綜合分類處理等內容，分述如下：

- 一、研習荷蘭 Topell Energy 公司，瞭解該公司新設於德伊芬（Duiven）即將商業運轉的木質顆粒（pellets）廠興建狀況與生產的燃料顆粒特性，作為我國規劃處理廢木質家具、漂流木及有機廢棄物等再利用廠之參考。
- 二、參訪 Scandinavian Biogas 公司之厭氧醱酵廠，深入瞭解處理有機廢棄物之經驗及運轉現況，可作為我國規劃處理廚餘、食品廢棄物、下水道污泥等含大量水分之有機物以厭氧醱酵處理之參考。
- 三、拜訪瑞典環境保護署，學習瑞典廢棄物回收與處理經驗，容供我國推動廢棄物生質能源化之參考。
- 四、拜訪瑞典 Svebio 生質能源協會，研習瑞典生質能推動現況，容供我國推動廢棄物生質能源化之借鏡。
- 五、參訪 Ragnsell 公司之廢棄物處理場，研習該公司處理廢棄物之技術與經驗，可供我國廢棄物處理場處理混合廢棄物營運之參考。

參、研習行程

日期	行程	內容摘要	接待單位與人員
11/3(三)	臺灣→荷蘭	啟程前往荷蘭阿姆斯特丹	
11/4(四)	抵達荷蘭阿姆斯特丹	抵達荷蘭阿姆斯特丹，參訪資料準備與搭乘交通工具及聯絡確定參訪行程	
11/5(五)	阿姆斯特丹→海牙 阿姆斯特丹→瑞典斯德哥爾摩	1.參訪海牙 Topell Energy 公司，了解德伊芬新廠 biomass pellets 烘焙碳化及燃料顆粒特性 2.啟程前往瑞典斯德哥爾摩	<ul style="list-style-type: none"> ● Topell Energy 公司： <ol style="list-style-type: none"> 1.COO,Managing Director Mr. Maarten Herrebrugh 2.Business Analyst Ms. Annamaria Nemeth ● 駐荷蘭臺北辦事處經濟組 許秘書志明
11/6(六)	瑞典斯德哥爾摩	假日（參訪資料準備）	
11/7(日)	瑞典斯德哥爾摩	假日（參訪資料準備）	
11/8(一)	Scandinavian Biogas 公司	參訪 Scandinavian Biogas 公司的 Loudden Biogas Pilot Plant 處理都市有機廢棄物之經驗及推廣生質能的現況	<ul style="list-style-type: none"> ● Scandinavian Biogas 公司的 Loudden Biogas Pilot Plant： <ol style="list-style-type: none"> 1.Project Department Manager Mr. Lars Brolin 2.Project Designer Mr. Wen Yuan Chung ,William (鍾文淵先生) ● 斯德哥爾摩臺灣貿易中心 Marketing Manager Ms.Sharon

			Melkerud
11/9 (二)	瑞典環保署與瑞典 Svebio 生質能源協會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 早上：拜訪瑞典環保署-負責廢棄物處理及資源回收部門， 2. 下午：拜訪瑞典 Svebio 生質能源協會瞭解瑞典生質能推動現況 	<ul style="list-style-type: none"> ● 瑞典環保署 Mr. David Hansson ● 瑞典 Svebio 生質能源協會 Project Manager Mr. Lars-Erik Larsson ● 斯德哥爾摩臺灣貿易中心 Marketing Manager Ms. Sharon Melkerud
11/10(三)	Ragnsell 公司	<ol style="list-style-type: none"> 1. 早上：拜會駐瑞典台北代表處 2. 下午：參訪 Ragnsell 回收處理公司處理都市有機廢棄物之經驗 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ragnsell 公司 Ms. Lotto Jansson ● 斯德哥爾摩臺灣貿易中心 洪政炫主任、Marketing Manager Ms.Sharon Melkerud
11/11(四)	瑞典→荷蘭→臺灣	瑞典→荷蘭→曼谷→臺灣	
11/12(五)	返抵臺灣	返回臺中	

肆、研習過程

一、荷蘭 Topell Energy 公司

(一) 顆粒燃料 (pellet fuel) 與焙燒 (torrefaction) 簡介

近幾年來來，由於石化燃料的蘊藏量逐漸減少，石油與天然氣受到產出國的聯手控制產量，價格不斷飆長，造成世界能源的危機，加上大量使用石化燃料造成的氣候變遷威脅，新能源的開發愈來愈受到世界各國的關注，尤其生質能源的發展具有極大的潛力與遠景，除了可以延緩石化能源的消耗，甚至更可以取代未來石化能源耗盡後的取代能源來源，而顆粒燃料正是眾多生質能源中，如生質柴油、酒精、沼氣、有機廢棄物直接利用或經處理所產生之能源等中的未來之星。

1. 什麼是顆粒燃料 (pellet fuel)



木質顆粒與碳化的木質顆粒

它是一種圓柱狀的有機質顆粒，主要由破碎貴的廢木料、林地廢棄物或農業廢棄物等物質，如伐木製材廢料（廢枝幹、邊材、樹根等）、漂流木、蔗渣、玉米桿、稻草桿、麥草桿等經破碎、加熱乾燥、壓密等程序後所製成。一般長度在 1~2 公分左右，直徑則有 4、6、8、10mm 等尺寸，最大可達 25mm，目前以 6mm 為主要通路產品，提供家庭取暖、發電廠與熱氣廠等使用。

由於顆粒燃料與傳統石化燃料煤之熱值差異較大，一般石化燃煤發熱量介於 4,500 ~ 6,500Kcal/Kg，而顆粒燃料之發熱量則介於 1,500 ~

4,000Kcal/Kg，較石化燃煤較低，但若將生質物(biomass)做更進一步處理，如經焙燒後製成顆粒燃料，將可大幅提昇熱值，使顆粒燃料成為一個真正具有經濟價值之燃料，更在未來無石化燃料年代，肩負起能源來源的重責。

2. 焙燒 (torrefaction)

係一種熱化學法，主要是生物質在 1 大氣壓常壓下、250~350°C、無氧狀態下，生物質被升溫加熱，由於在這樣的高溫下，水分以及各種低發熱成分所含的生物質都被趕了出來，然後，進行去聚合的過程，半纖維素的生物質開始分解，分解成較小的聚合物，而轉化成一種與煤相似特性的生質煤產品。

經過焙燒的生物質與未經處理的生物質比較，有三個優點特徵如下：

- (1) 大幅提高顆粒燃料能源密度（或熱值，每單位重量能量）。
- (2) 焙燒生物質在低耗能條件下很容易研磨，且易於被壓縮，產出較高密度的造粒粒料。
- (3) 焙燒生物質其物理性質如含水分低、耐久性、均勻性和疏水性明顯變好，而且生物活性大大減少，易於運輸與貯存。

(二) Topell Energy 公司簡介

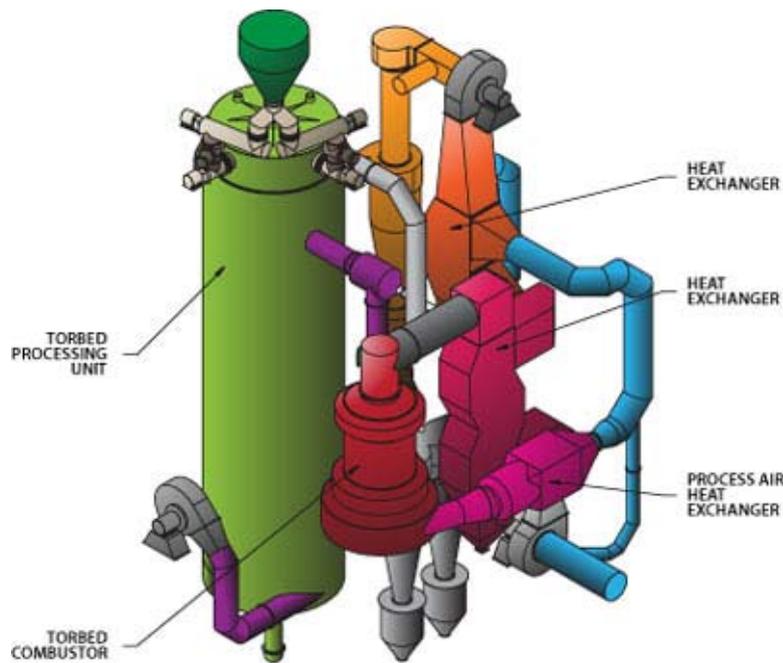
Topell Energy 公司為 Topell BV、Pollow Energy Systems BV 及 Torrefaction IP BV 等三家公司於 2009 年 12 月 31 日合併成立，專門提供各類生物質烘焙技術的規劃設計與設廠的廠商，該公司是第一個在荷蘭具有商業規模運轉烘焙廠的公司，為實現突破發展大型烘焙技術，Topell Energy 公司於 2008 年開始興建商業運轉規模的烘焙廠。目前，Topell Energy 公司已在德伊芬 (Duiven) 建立這種商業烘焙廠，年製造產量為 60,000 公噸。

目前該廠的施工進度，皆按計劃進度進行中，並已經在 2010 年第三季進行試運轉，並將於 2011 年 1 月正式進行商業運轉。

為提供先進烘焙技術，Topell Energy 公司將目標放在提供最先進的烘焙技術解決方案於再生能源市場。該公司認為，目前電力是一種有效形式和重

要的能源。而今日，大部分的電力係以石化燃煤發電。Topell 公司認為，在未來，大部分的發電燃料將來自生物質所產生，這將使得顆粒燃料廠擁龐大用量的發電廠客戶群，讓投資生產的公司，回收成本變快與獲利變大。

(二) Topell Energy 烘焙系統簡介



Topell Energy 公司所開發設計的 Torbed®反應器，並申請擁有該項專利權，其製程簡稱為 TTS (Toppel Torrefaction System) -為多段烘焙系統，係使用了一系列的 Torbed®反應器，在經過多段烘焙的製程後經冷卻和壓縮，將纖維物轉換成 torrefied 生質能顆粒燃料。這種獨特的設計提供了一個有效的烘焙過程與最終產品的高均一性品質，且經過壓實的顆粒燃料，更易貯存與運輸至使用客戶。

Topell Energy 公司的製程技術是非常彈性的，可視進入物質顆粒大小和特性，調整製程。這樣可以降低原料在烘焙前的前處理成本，並擴大了可用於原料的性質範圍，從而使製程不依賴於特定類型的原料。效率、製程可控性與靈活彈性是所有重要的成本驅動因素：持續降低原料加工費用，是商品市場最重要的一環。

Topell Energy 公司已經積累了豐富的專業知識運用於 Torbed®反應器的。並已在運轉過程中測試和微調與試驗反應器，並於 2009 年 2 月開始運作，以確保其高品質的產品。至目前已經有測試過超過 800 個樣本，從這些測試得到的結果如下：

- 1.不同特性的生質物烘焙特性資料。
- 2.產品的性質資料（反應性，燃燒特性，可磨性等）。

這些發現導致了一個優化的烘焙過程，例如調整大小的顆粒、重新利用排放的熱量、冷卻和壓實產品。所有這些方面的資料，都被納入規劃設計於現正興建中的烘焙廠。

（三）Torbed®反應器系統簡介

Topell 公司所開發的 Torbed®反應器，係高度創新、高效率與極大彈性的烘焙處理設施。該反應器是由 Torftech 有限公司（紐伯里，英國）於 1998 年申請多項專利。

該 Torbed®反應器外殼係為圓筒形，中間為旋轉倒圓椎軸，高溫氣體由底下高速進入，使進入的原料產生懸浮在流動床上。這種極其擾動的環境，創造了一個進料與熱氣體極大激烈的接觸，高溫氣體迅速將生物質加熱，而達到高效率與高產量的反應。

該 Torbed®反應器技術與其他烘焙技術，有幾項優勢如下：

- 1.高衝擊速度，提供快速、高效能傳熱效率。
- 2.反應過程控制準確、快速，使過程易於控制。



- 3.高速流速下降梯度通過流動床，意味著不同尺寸的材料（即一個廣泛範圍的粒徑）可被處理。
 - 4.與其他流動床技術，Torbed[®]技術並不需要再一個單獨的材料供作流動床，而是由生物質本身所提供。
 - 5.在高溫下與非常低的壓力損失下，氣體再循環很容易，也很節省能源。
 - 6.Torbed[®]反應器完全由流入的高溫氣體所驅動，不用再使用驅動動力，維護成本降低因而很低。
 - 7.Torbed[®]反應器結構簡單，具有最小的體積，相對於所有的類似技術，具有低成本的大輸出容量。
- 上列優勢，使 Torbed[®]反應器非常適合烘焙的過程，目前已有超過 130 套 Torbed[®]反應器安裝使用，已成功的運用於許多的生質材料上。

（四）研習重點內容

- 1.Topell 焙燒木質碳之製程：以公園與行道樹及森林木材等為生物質原料，經過 300°C、常壓、無氧之焙燒，在顆粒化（約 4 公分）後，已大幅改善其單位燃燒熱能及研磨性，可望逐漸替代石化燃煤。目前該公司計劃與燃煤混燒進行發電，以減少燃煤電廠之二氧化碳排放。該製程優點為常壓下操作、無廢水污染、節省處理時間（約 90 秒）、低耗能等，較瑞典等類似製程具有競爭力。
- 2.焙燒木質碳之競爭優勢：在二氧化碳排放方面，焙燒木質碳（生質能源）較燃煤發電可減少 96%之碳排放量。Topell Energy 公司表示若考量石化燃煤之碳排放成本，預期 2015 年使用該公司生產的焙燒顆粒木質碳燃料成本將低於燃煤（碳稅+煤成本），於價格上具有競爭性。若焙燒技術持續改進及二氧化碳排放成本增加，則焙燒木質碳將可於 2015 年後逐漸取代傳統石化燃煤之使用。

3. 焙燒木質碳商業化之進展：Topell Energy 公司表示該公司已與美國及加拿大共同合作發展焙燒木質碳，可望逐漸量產。在技術方面，該公司與我國、韓國、日本、泰國等電廠刻正洽談合作事宜。
4. Topell Energy 公司焙燒木質碳之生質原料主要為公園與行道樹及森林木材，雖曾以食品有機廢棄物測試，惟成品太軟且帶黏性，熱值又不高而放棄使用，至於家戶產生的有機廢棄物則從未測試使用過，其主要的考量係在成品的焚化衍生的二次污染控制問題。

二、瑞典簡介 (Sweden)

(一) 前言

在未去瑞典之前，對於我來說瑞典是個遙遠的國家，只知道是個繳很高所得稅的社會福利國家，在臺灣常看到的品牌是VOLVO富豪汽車、SABA紳寶汽車及IKEA家具、以及ABBA合唱團，到底瑞典是什麼樣的國家？太遙遠了，無從得知與想像。

當飛抵斯德哥爾摩的阿蘭達機場，一下飛機的第一眼印像就是機場的簡樸，它並像第一站的荷蘭阿姆斯特丹史基輔機場的現代與帶點華麗，而在首都斯德哥爾摩生活 6 天後，融入於當地生活與緊湊的參訪環保行程後，我深深感受到的是瑞典人的居家與對環保的「用心與決心」！

因此，在介紹參訪瑞典研習的內容前，我把關於瑞典國土、人口、經濟等資料，重點式的整理並與臺灣作一簡單比較，讓大家在進入我的參訪研習內容前，可以更清楚的瞭解，瑞典能，臺灣為什麼還不能？瑞典的優點在哪？我們有什麼空間可以學習，讓廢棄物處理技術與遠景更提昇，大家一起努力向前！

(二) 瑞典的國旗



(三) 瑞典與臺灣之比較

比較項目	瑞典	臺灣
國土面積	44 萬 9,964 平方公里	3 萬 5,980 平方公里
水域率	8.7%	10.34%
海岸線	3,218公里	1,566.3 公里
總人口	926 萬 3,872 人 (世界排名第 82 名)	2,315 萬 7,178 人 (世界排名第 46 名)
人口密度	20.6 人/平方公里 (世界第 192 名)	637.64 人/平方公里 (世界第 11 名)
GDP (國民生產 總值)	52,789美元 (世界排名第 9 名)	19,000 美元 (世界排名第 25 名)

(三) 地理位置

瑞典於1995年加入歐洲聯盟。位於斯堪的納維亞半島的北歐國家，為北歐第一大國家，首都為斯德哥爾摩，位在國土中部。它西鄰挪威，東北與芬蘭接壤，西南瀕臨斯卡格拉克海峽和卡特加特海峽，東邊為波羅的海與波的尼亞灣。瑞典與丹麥、德國、波蘭、俄羅斯、立陶宛、拉脫維亞和愛沙尼亞隔海相望，於西南通過厄勒海峽大橋與丹麥相連。

瑞典國土總面積為 449,964平方公里 (173,720 平方英里)，可耕地比率約占 7.0%，歐洲國家面積排名第五位，也是北歐最大的國家。瑞典地形狹長，南北長 1,574 公里，東西最寬僅 500 公里，地勢自西北向東南傾斜。從地理上分成三個大的地區，北部為諾爾蘭高原，山嵐起伏，大片遼闊的森林；斯韋阿蘭位於中南部，多

為平原或丘陵，湖泊約 9 萬多個；最南部為約塔蘭，由斯莫蘭高地和肥沃的斯科訥平原組成。大約有 15% 的瑞典國土位於北極圈以北。哥得蘭島和厄蘭島是瑞典最大的島嶼；維納恩湖、韋特恩湖和梅拉倫湖是瑞典最大的湖泊。南部的厄勒地區和中部的梅拉倫湖周邊則人口密度最高。

由於北大西洋暖流的影響，瑞典大部分地區屬溫帶氣候。1 月平均溫度北部為 -14°C ，南部為 -1°C ，7 月份大部分地區的平均氣溫為 15 到 17°C 。年平均降雨量 500~750mm。南部地區以闊葉林為主，最常見的是樺樹；北部和中部均為針葉林，以松樹、雲杉居多。

（四）行政區劃

瑞典目前劃分為 21 個省（län）和 290 個市（kommun）。省長由國王任命；省議會則由選民選舉產生。瑞典省和地方縣市獨立運作，並無直接隸屬上下關係。

（五）人口

瑞典是世界上人口自然增長率最低、平均壽命最長和老齡化程度最高的國家之一。全國 90% 的人口集中在南部和中部地區，斯德哥爾摩、哥德堡和馬爾默是瑞典人口最密集的三大城市。

2004 年 8 月，瑞典人口第一次超過 900 萬。現該國約 12%（110 萬）的人口出生地不在瑞典，16.7%（153 萬）的人口是移民或移民的後代，反映了北歐人口流動性高、早期勞工移民及後期的難民潮等現象。

（六）經濟

19 世紀以來，隨著資本主義經濟的成長，加上一直在政治上保持中立，瑞典經濟發展逐漸加速。到 20 世紀中葉更是飛速發展，成為一個工業發達的資本主義國家。70 年代開始，瑞典實施了新的產業調整戰略，進一步加大科研的力度和投入，積極發展現代高新技術產業，成為現代化福利社會。

近百年來，農業在瑞典國民經濟中的地位持續下降，瑞典農業勞動人口只占全國就業人口的 3% 左右，現有耕地 300 萬公頃，農產品自給率達 80% 以上，所產各類食品除滿足本國需要外，還可供出口。

瑞典森林資源豐富，64% 的國土由森林覆蓋，林業在國民經濟中地位重要，除木材原料出口外，還建立了龐大的紙漿、造紙、家具、林產化工等配套深度加工工業部門，其產量和出口量均居世界最前列。其中針葉樹木產品的出口額居世界第二，紙漿出口居世界第三，紙業出口居世界第四。同時政府注重生態保育，每年的採伐量不超過自然生長量，使得瑞典森林覆蓋率長期保持穩定。

瑞典在保留傳統的特色同時，優勢部門卻已轉向技術集約度高的機械工業和化學工業，大力發展信息、通訊、生物、醫藥、環保等新興產業。目前，瑞典擁有自己的航空業、核工業、汽車製造業、先進的軍事工業，以及全球領先的電訊業和醫藥研究能力。在軟體開發、微電子、遠程通訊和光子領域，瑞典也居世界領先地位。

（七）結語

瑞典由於只有 926 萬人口，因此一直支持世界貿易自由化，是經濟高度外向型的國家，對外貿易依存度為 80% 左右，出口利潤占 GDP 的 45% 左右。因此，瑞典擁有很多國際知名的品牌，如富豪汽車、紳寶汽車及武器、愛立信、伊萊克斯電器、ABB、利樂包裝、哈蘇像機、IKEA 家具和 H&M 服飾、阿斯利康製藥、SKF 軸承公司、阿法拉伐集團和阿特拉斯科普柯工業集團等等。按人口比例計算，瑞典是世界上擁有跨國公司最多的國家。2006 年，瑞典共有 6 家企業進入《財富雜誌》評選的全球 500 強企業。

另外，為了未來世界石油能源耗盡的危機，瑞典一直善用該國森林資源，積極發展生質能源技術與產業並居於世界領先的地位，預定於 2020 年瑞典達成無使用石油的目標，引領國家在未來取得領先的優勢與創造全民富足。

三、瑞典 Scandinavian Biogas 公司

(一) 公司簡介

Biogas 公司成立於 2005 年，總公司設在瑞典。係為專業經營生產沼氣的廢水處理廠、乙醇和生質柴油廠的能源公司，以及有機廢棄物掩埋場的廠商。其經營方式以提供規劃設計技術、處理設備製造、承建或改善建廠、自行投資建廠、營運操作與維修，以及販售生質能源等項目。

(二) 亞洲區的建廠經驗—韓國蔚山厭氧發酵廠

2007 年 11 月，Scandinavian Biogas 公司與與城韓國的蔚山市簽訂合約，以提高 Youngyun 污水處理廠效能，增加以厭氧發酵處理食物殘渣生產沼氣。改善現有的消化沼氣反應器，並重新設計新沼氣處理的流程。處理廚餘的容量由每天 40 噸增至 180 噸，效能大幅提昇。



韓國的蔚山市 Youngyun 厭氧發酵廠

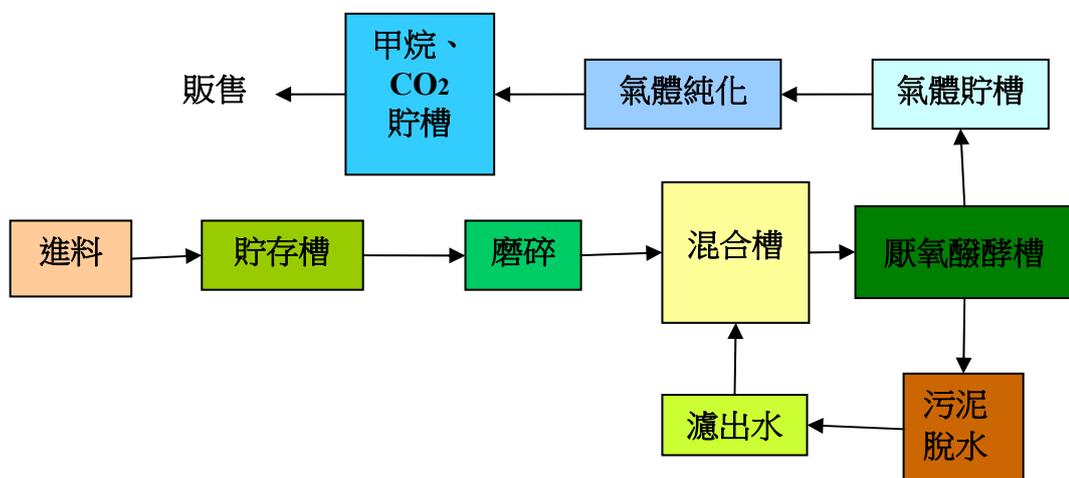
(三) 參訪研習瑞典斯德哥爾摩 Loudden Biogas Pilot Plant 厭氧醱酵廠



1. 簡介

本次參訪研習 Scandinavian Biogas 公司的 Loudden Biogas Pilot Plant 厭氧醱酵廠，係位在首都斯德哥爾摩 Loudden 地區，該公司於 2008 年 12 月與該廠訂定改造活化合約，利用已停止使用 5 年的污水處理廠的現有設施，重新設計和增建新設施，以達成設施改造活化的目的。該廠已在 2010 年的春天開始運作，利用斯農業副產品，以及食品廢棄物來生產沼氣，生產出來的沼氣則提供交通運輸使用。

2. 處理流程





進廠處理原料—經造粒的農業廢棄物



進料投入口



貯存槽有 4 個



進料磨碎機



混合槽與加溫



厭氧醱酵槽



產出氣體貯存槽



污泥脫水機



沼氣純化設備



與 Mr. Lars Brolin 及 Mr. Wen Yuan Chung ,William 合影

3.本廠概要

- (1)原料：該廠第一階段沼氣生產主要是以 70%的廢棄的農業作物，以及 30%的食品廢棄物，未來將再進入餐廳吃剩的食物和其他廢物。該廠所使用的農業廢棄物，包括農業作物殘渣及次級的農產品等，經造粒（詳照片）後送至本廠處理，以節省運輸成本。經造粒的農業廢棄物進廠後經磨碎後加入污泥脫水產生的水混合後加入厭氧醱酵槽中。
- (2)進料：1 天分 4 次進料，每天合計 55 m³
- (3)厭氧醱酵槽：容積 1,100m³

(4)停留時間：20 天

(5)溫度：38°C

(6)沼氣產量：每年生產約 750,000 運輸用沼氣（相當於約 80 萬公升汽油）。每年受益條款減少溫室氣體排放量接近 200 萬公斤的石化二氧化碳的排放。

(7)造價：因尚在持續增建設備中，尚無建廠經費統計。

(8)收費：農業廢棄物每噸本廠付 500 瑞典克朗（約合新臺幣 2,150 元），食品廢棄物則每噸收 100~400 瑞典克朗（約合新臺幣 430~2,150 元）。

(9)放流水：零排放，係將污泥脫水產生的水與元料混合後加入厭氧醱酵槽中。

(10)污泥處理：污泥經脫水後含水率約 80%，免費提供農民使用，並須經 5 年試驗確定肥效後，才能販售予農民。

(四) 研習重點

1. 本廠用地約半公頃，場地面積精簡，但處理流程完整與處理容量大，如在國內設廠，設廠地點應可容易尋找到適宜的用地。
2. 厭氧醱酵槽建在地下，不占地面上的空間，且受天候（雪）影響較小，易於控制醱酵溫度。
3. 沼氣純化設備，係以加壓與降溫的方式，將甲烷與 CO₂ 冷凝純化提煉，使成品更具商業價值。另純化設備體積小，效率高，比以往臺灣所使用的純化設備技術更優，值得參採。
4. 本廠中央控制室，並無複雜的儀表與按鈕控制面版，只有 1 台約 30 吋與 2 台 17 吋的手提式電腦，控制人員可將控制電腦攜出廠外，隨時監控與操作，不用 24 小時到廠輪班，除節省輪班駐廠操作人力，更可避免因雪季交通中斷人員受阻而無法到廠操作的情況。
5. 本廠處理技術，可作為我國回收廚餘、食品廢棄物、水肥、下水道有機污泥等以厭氧醱酵生質能源化推展之參考。

四、瑞典環境保護署

（一）簡介

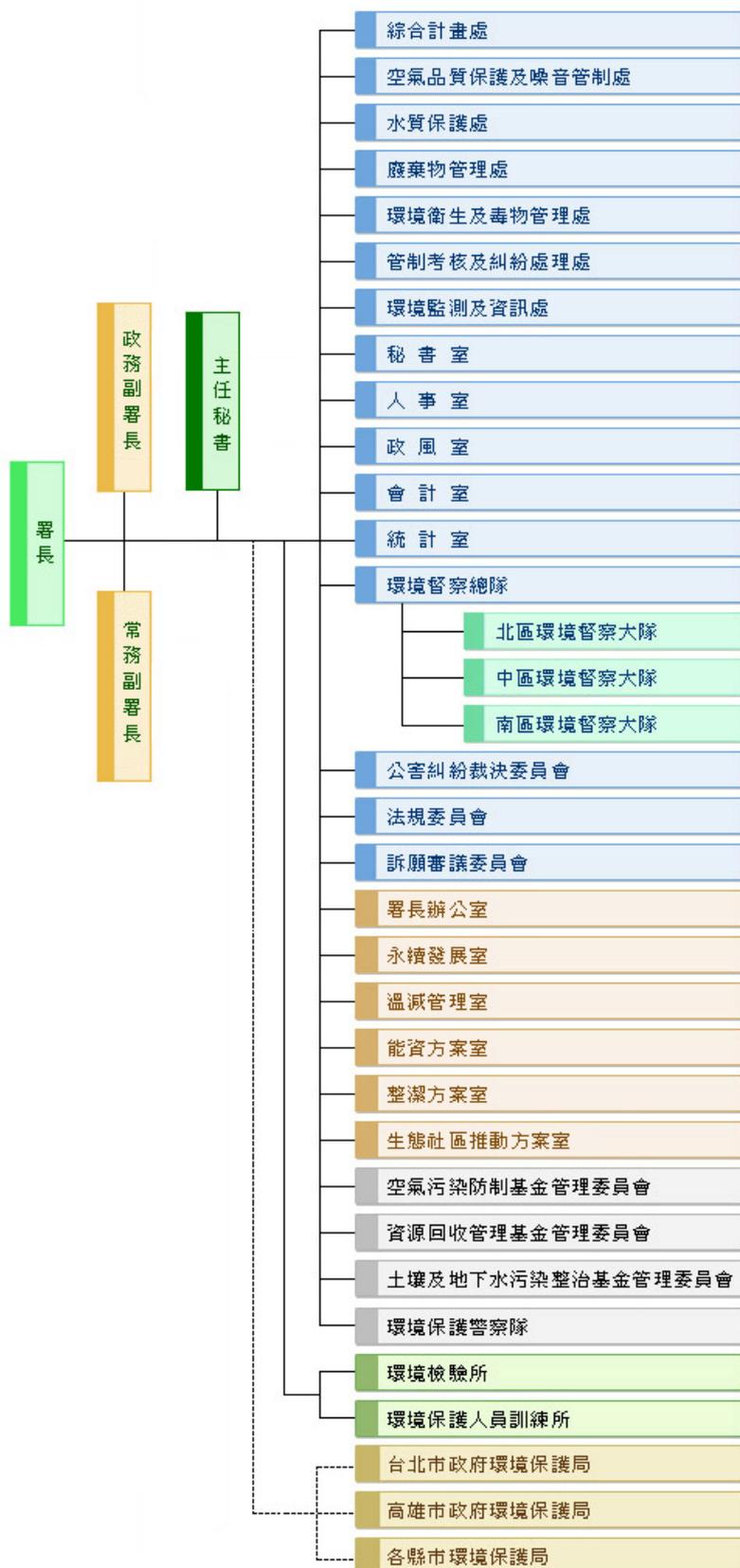
瑞典環境保護署，成立於 1967 年，專責於環境保護和自然生態保育、戶外休閒和狩獵管理的工作。它的主要任務是對瑞典政府提出環境政策和立法的建議，並確保環境政策決策的貫徹落實，以及全國環保機構監管、制定法規標準和行為指導原則，以及擔任協調與評估等。同時提供國家政府與歐盟和國際工作專業的環境知識和建議。員工有大約 400 多名，其中 100 多人專責於瑞典與歐盟國際多邊或雙邊的合作工作。該署符合 ISO 14001 環境管理標準和 EMAS 制度（Eco-Management And Audit Scheme 歐盟生態管理與審核制度）。

（二）工作範圍

- 1.對其他國家機構以及區域和地方當局提供環境的指導和監管問題。
- 2.評價不同措施的效益以達成國家環境質量目標，並在必要時提出新措施。
- 3.環境監測與制定環境政策，包括環境立法。
- 4.許可事項的法規。
- 5.適合的廢物處理方法。
- 6.環境研究機構。
- 7.專業知識支援。
- 8.成環境保護計畫（如酸化湖泊、場地整治和贈款、在地的氣候投資方案）。
- 9.土地與水的保護（包括 2,000 個自然保育土地）。
- 10.處理狩獵和野生動物的管理問題。
- 11.推動戶外休閒。
- 12.與其他國家多邊和雙邊合作。

(三) 瑞典環境保護署與我國行政院環境保護署工作職掌的比較：

行政院環境保護署組織圖



從上列我國行政院環境保護署的組織圖與瑞典環境保護署的工作範圍比較，該國與我國主要工作項目不同的是「狩獵和野生動物的管理問題」與「推動戶外休閒」兩項，其中我國「狩獵和野生動物的管理問題」係屬行政農業委員會所職掌，「推動戶外休閒」則屬行政院體育委員會所主管；另外是「專業知識支援」部分，瑞典環保署還扮演專業環保技術顧問的角色，提供民眾環境保護的問題與處理技術，此項在我國係由民間的「環境工程」業之技師、事務所與工程顧問公司等提供專業的服務，環保署並未提供與擔任此項服務。

(四) 廢棄物處理量

近幾年來，由於中國大陸便宜的商品大量輸入，刺激民眾消費，造成垃圾量成長，以往瑞典民眾居家惜物，修補家物的好習性，也因修復成本較高，購買新物又便宜，造成民眾輕易的就把家具與家物等排出，以致雖然政府大力推動資源回收與垃圾減量，仍不敵垃圾量的不斷成長。目前總年廢棄物量約 11,800 萬公噸。

(五) 食品廢棄物回收

2010 年食品廢棄物的回收目標為 35%，並預定於 2015 年達到 60%，主要係以事業工廠、餐廳為主，但並無似我國對民眾推動「廚餘回收」的工作，因此民眾並未感知有回收廚餘及須配合此項回收目標而做廚餘回收的工作。而回收的工業的食品廢棄物，主要係以生質能源化處理，並無用來飼養豬隻，此點則與我國的再利用方式不同。

(六) 資源回收

在瑞典，資源回收物係由製造商負責回收，由廠商負責設置回收點供民眾投入資源物，許多社區裏都有一類似木屋的建物，外型美觀，其實內部是垃圾分類與資源回收區，包括報紙、廚餘、金屬、瓶罐（有色瓶罐與透明

無色瓶罐須分開回收)。另外瑞典在所有的中、大型超市都設有資源回收筒，分門別類擺放著許多回收箱，上面標明專“吃”某種資源物。

瑞典家庭上超市會習慣帶著空的飲料瓶和易開罐，這種回收物是直接兌換現金折回的。由於近年來愈來愈趨向機械化，採完全自助式方式，資源回收物回收變為很簡便，不懂語言都沒有關係，以圖標示，各類瓶子的標示直接與清楚，瓶子放進機器裏，全部放完，按鈕，就會有回收條出來，然後拿著這回收兌換條到超市購物折抵或者直接兌換成現金都可。

剛到斯德哥爾摩時，買了 1 瓶寶特瓶飲料，喝完時丟在旅館的垃圾桶裏，第 2 天回到已打掃好的旅館房間時，垃圾桶裏的垃圾都清乾淨了，唯獨那個寶特瓶被拿出來放在垃圾桶旁邊，我想不通，難道資源回收物都不能丟垃圾桶要自己處理嗎？但，資源回收桶在那裏都找不到，不像國內，垃圾桶與資源回收桶都是設在同一地點併排，最後經問旅館人後才知道，寶特瓶是有價的，可以拿到超市去換錢，因此飯店的清掃服務人員是不會拿走你的有價的資源回收物的！終於，還是乖乖的購物時拿到超市兌換現金。

(七) 垃圾焚化

瑞典目前設有 30 座廢棄物焚化廠，處理事業與家戶產生的廢棄物，焚化產生的再生能源以發電與熱水供應，因季節的需求，而有不同運用比例，也因民眾居家熱水轉換暖氣的需求很大，除了發電的高溫熱能外，其餘的中低溫熱能，皆盡可能的轉化為熱水，供應民眾居家暖氣需求；而國內的垃圾焚化爐，由於台灣地處亞熱帶，一般民眾並無暖氣的需求，因此並無須生產熱水，致產生的全部熱能皆以發電再利用，亦即 650 至 1,050°C 的熱能用來發電，150°C 用來煙囪排放，150~650°C 範圍的熱能，除了部分用來預熱蒸氣用水外，其餘直接排放至大氣中，致熱能浪費，造成垃圾燃燒效能偏低。

(八) 有機廢棄物堆肥處理

瑞典目前建有 22 座堆肥處理廠，處理垃圾中的有機廢棄物，每年處理約 35 萬噸的有機廢棄物。

(九) 有機廢棄物厭氧醱酵廠

瑞典目前建有 20 座厭氧醱酵處理廠，處理垃圾中的有機廢棄物，每年處理約 28 萬噸的有機廢棄物。

(十) 垃圾掩埋處理

依廢棄物種類的不同，每噸須支付 27~40 歐元的掩埋稅，以減少廢物以掩埋方式處理，而能有更多的是被回收與生物或焚化處理。

(十一) 廢棄物處理方式的優先順序

歐盟為維護生態環境，強化資源利用，對廢棄物處理方式，訂定優先順序，供各國作為訂定相關法律及執行之指導原則如下：

1. 首先由廢棄物減量(Reduce)著手。
2. 其次為廢棄物再利用(Reuse)。
3. 廢棄物再生為物料或進行堆肥(Material Recycling-Composting)。
4. 廢棄物焚化回收熱能之再生化(Recovery)。
5. 最後才考量以掩埋(Land filling)方式處理。

(十二) 歐盟訂定的廢棄物處理最高指導原則(Directives)

1.包裝材料指導原則：

歐盟訂定以 1994 年為基期年，在五年內對於包裝材料的再利用 (Recycling) 之比例需達到 25 至 45%，而且如廢紙，廢玻璃容器或廢塑膠類等個別包裝材料之再利用比例不得低於 15%。至於再生化 (Recovery) 之比例需達到 50 至 65 %。

2.掩埋(Landfill)處理指導原則：

有機廢棄物禁止以掩埋方式處理。其理由為防止排放 CO₂、CH₄ 等導致溫室效應氣體及防範經由淋洗作用造成滲入地水造成地下污染。

據統計，歐盟在 1998 年之廢棄物以掩埋方式處理者仍達 60%以上。尤其英國利用礦坑作廢棄物掩埋場最為代表。歐盟站在資源回收立場，希望逐漸降低掩埋方式之比例，以公元 1995 年掩埋量為基礎，至 2006 年降為 75%，至 2009 年降為 50%，至 2016 年再降至 35%之水準。

3.堆肥處理指導原則：

堆肥之優點為降低溫室效應 CO₂、CH₄ 等氣體之排放、增加土壤中有機質含量、改善土壤理化性質、推動綠肥農業 (Green Agriculture)，以達資源永續利用之目的。另外，歐盟為控制堆肥品質，防範遭受重金屬污染，亦訂有製造堆肥之原料，其重金屬含量標準。



與瑞典環境保護署 Mr. David Hansson 合影

五、瑞典 Svebio 生質能源協會

(一) 協會簡介

瑞典 Svebio 生物能源協會成立於 1980 年，係不以盈利為目的的人民團體。該協會成立的目標是，實現增加生物能源使用對環境安全和最佳的方式，提供瑞典和國際良好的條件和生物能源開發技術，在瑞典，該協會居於對生物能源的發展的領導者。

該協會現有 300 多成員，都是自願性的加入，成員來自生物能源使用者、生產者、處理設備公司、能源公司與製造商及設備供應商、研究人員、教育機構、消費者、企業家，以及規劃和監管政府單位人員等。

其協會主要資金收入，除了會費外，係以提供會員或企業對取得生質能源技術與設備、生質能源等收取服務費，以作為推動會務的資金來源。

該協會業務重點在定期召開關於生質能源經濟政策和知識建設方面的論壇活動、生質能源刊物、報導、專業考察與調查、參與政府機構會議等，並設定努力的方向如下：

1. 增加生物能源的使用對環境和經濟的最佳方式。
2. 傳送重要性的知識給生物能源政策制定者和公眾。
3. 提供業界關於影響設計的政策工具。
4. 提昇瑞典生物能源出口的技術。
5. 鼓勵研究和開發生物能源領域。

(二) 研習內容

1. 瑞典生質能源推動情況：

在所有的歐盟成員國，瑞典被賦予了可達成最高目標的再生能源的歐盟委員，而其他的國家則相對只達成較低的目標，以滿足 2020 年：英國 15%、德國 18%、法國 23%，而瑞典則必須達成高達 49% 的目標，而瑞典則訂出達成 50%，更高於歐盟指定目標為該國生質能源目標。

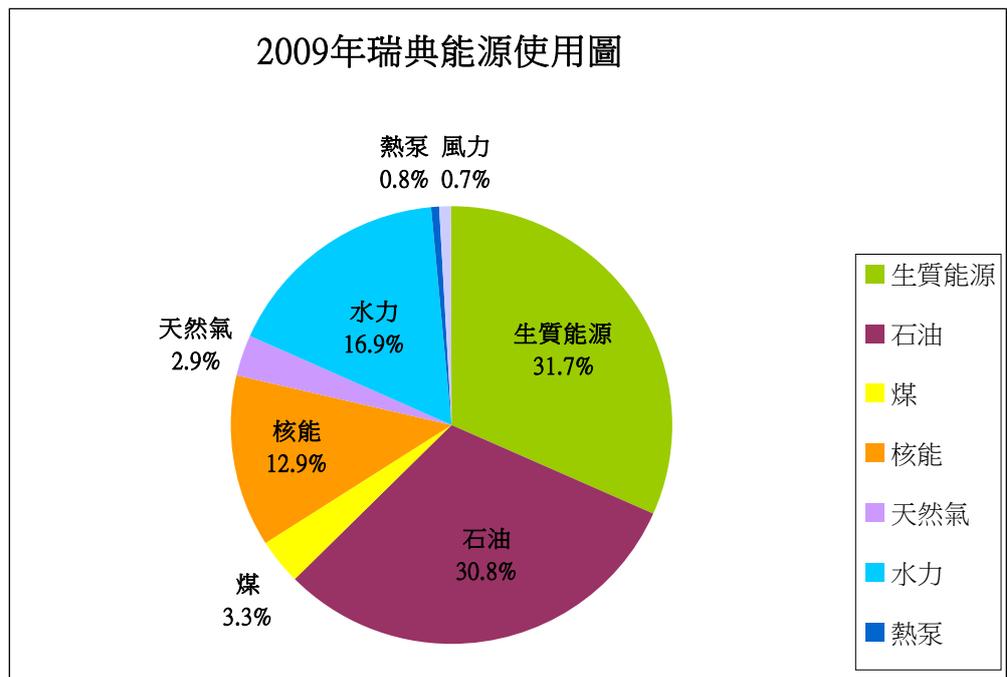
為確保一個國家要有一半的能源來源來自水力、生質能、風力和太陽能，這是個極不容易達成的任務，也沒有任何一個歐盟國家能夠立下到 2020 年要成為完成無進口與使用石油的國家，但是瑞典有信心可以做到這目標。

相反的，一些規模較小的國家皆在抱怨他們被指定的目標過高，但瑞典自己不但能夠接受，還雄心勃勃的表示會把這目標，化成為一個優勢：「**生質能發展，為世界最環保的經濟發展，將以擴大其在世界各地的專業知識與技術發展中獲利！**」。

另外「能源安全是國家最關鍵與最重要的發展，特別是在能源密集型與貧窮的國家！」，瑞典看到了這世界未來的問題，也瞭解唯有走在世界的前端，國家就能在未來取得領先的優勢與創造全民富足，因此，瑞典一直都是最活躍的生質能源發展國家，幾乎也是唯一的推動生質能源自由貿易的歐盟國家。

2.瑞典能源使用情況：

瑞典已表確的表明，生物能源是瑞典最大的能源，他們可以免除對石化能源的依賴，仍具有強勁的 GDP 成長。其中生質能源的發展發揮了重要關鍵作用。生質能源的利用比例不斷的提昇，而 2009 年是第一次生質能源成為瑞典最大的能源來源。使用生質能源的比例已達到 31.7%，幾乎是瑞典總能源的三分之一，各項能源使用如下圖：



註：熱泵是一種利用高位能使熱量從低位熱源流向高位熱源的節能裝置，可以把不能直接利用的低位熱源(如空氣、土壤、水中所含的熱能、太陽能、工業廢熱等)轉換為可以利用的高位熱能，從而達到節約部分高位能(如煤、燃氣、油、電等)。

3.瑞典生質能源達成目標：

國家	年	生質能源目標
歐盟	2020	49.0%
瑞典	2020	50.0%
	2012	47.2%
	2009	31.7%

4.推動生質能源成功的關鍵：

在 1991 年，瑞典引進了二氧化碳排放稅制度，這對瑞典生質能源的發展產生決定性的影響，也促使各行業和公用事業興起投資生質能源。尤其對大量使用石化燃料的工廠，為了減少廢氣排放以及必須付高額的二氧化碳排放稅，以致很多原使用石油、煤的地區供熱廠，逐漸轉換為使用生質燃料。

5.顆粒燃料產量與使用趨勢：

依據瑞典 2008 年統計資料，瑞典木質顆粒燃料使用總量為 185 萬公噸，為歐盟最大的消費市場，每年木材顆粒燃料消耗量，平均每人使量已超過 230 公斤，可見木質顆粒燃料具有很大的成長潛力市場。

由於，瑞典約有 12 萬家住戶家中有顆粒鍋爐，另有 2 萬家住戶有顆粒爐灶，以及約 4,000 個中小型鍋爐在運用，消費數量高達約 68 萬公噸。另外木質顆粒燃料被用於各種規模的小廠燃燒鍋爐、公共服務建築和工業區中小型供熱廠，以及占最多的大型電廠與提供熱能的大型區域供熱系統，其使用量提供了推展木質顆粒燃料的強大發展動力。



家庭用木質顆粒燃料，每包 11 公斤重，約合新臺幣 1,700 元



家庭用木質顆粒燃料暖爐

目前瑞典顆粒燃料產量越來越大，全國木質顆粒廠計有 86 廠（每廠每年生產 10 萬公噸以上的廠），總生產量已達 200 萬噸以上，每噸售價約 2,000 瑞典克朗（約新臺幣 8,600 元）。投資生產者以能源公司和造紙公司為主。瑞典除了作為一個大家具生產國，瑞典也是一個大型木質顆粒進口與輸出國。在過去的 5 年中，瑞典每年進口了 30~40 萬公噸木質顆粒。主要從加拿大，波蘭，芬蘭和波羅的海等國家輸入。當然，除了進口，瑞典也有一些製造廠商出口顆粒燃料。在過去幾年裡，每年高達 15 萬公噸出口到丹麥和英國。

在 2008 年，瑞典顆粒價格仍保持高價位很長的一段時間，並沒有因原油價格的變化而變動年。但從 2008 年年底至今，木質顆粒行情已經上漲了 30% 左右，可見市場是愈來愈有發展，也愈來愈具有商業潛力。

6.2012 年的世界生質能源展(World Bioenergy 2012)：

瑞典是十分重視生質能源的能源供應的國家，Svebio 生質能源協會負有向瑞典人民、媒體與政治人物與政府機構提供正確的知識與訊息，讓生質能源的再利用能夠更被瞭解與接受。因此每隔 2 年皆召開生質能源論壇與設備與製造廠的實地觀摩會（交通由召開單位提供），將發表各類生質能源的研究、設備與商業發展等，值得我國派員前往參加學習與引進新的設備與技術，下次的召開時間與地點如下：

1. 時間：2012 年 5 月 29-31 日
2. 地點：在瑞典中部的 Jonkoping 城市
3. 展場：Elmia 展場
4. 網頁<http://www.elmia.se/worldbioenergy/>

7.有機廢棄物與焙燒造粒的研究機構：

本次參訪瑞典 Svebio 生物能源協會，經詢問瑞典有無對有機廢棄物製成顆粒燃料的研究，負責接待的 Mr. Lars-Erik Larsson 表示，有 Håkan Örberga 大學及瑞典技術研究所（SP Technical Research Institute of Sweden），曾經試驗過，瑞典技術研究所 <http://www.sp.se/en>，可上網查尋相關研究資料。



與瑞典 Svebio 生質能源協會 Mr. Lars-Erik Larsson 合影

六、拜會駐瑞典臺北代表處

本次瑞典參訪研習行程，為感謝駐瑞典王國朱代表文祥的全力協助，以及斯德哥爾摩臺貿中心洪主任及吳小姐的費心安排參訪單位，讓此行能夠圓滿順利完成，特於返國前一日，前往代表處感謝朱代表。

朱代表全身充滿活力，並對瑞典環保發展有著深入的瞭解與獨特的見解，尤其朱代表於 2009 年 11 月 12 日發表於聯合報的「瑞典經貿外交奇蹟：哈默比濱湖永續城的故事」(http://multilingual.mofa.gov.tw/web/web_UTF-8/out/2804/1-3_page.html)，更讓已在環保工作 20 餘年的我深感佩服，與他談話後，那種對我國環保深切的期待與動力，讓我不自覺的想將這幾天在瑞典的所聞所見，回國後當一個傳遞的種籽，除讓國內的人更加瞭解瑞典這個國家對環保的「用心與決心」，更要在工作上學習瑞典的觀念與技術，盡已所能推展廢棄物轉化為生質能源。

另外感謝朱代表當日贈送馬克斯所著「極地之光 瑞典·設計經濟學」一書，讓我回國後對瑞典更深一層的認識，如同作者所言「**設計，是一個國政治、社會、經濟、文化以及科技力量的總體呈現**」、「**一個社會過著怎樣的生活，就會產生如何的設計**」，讓我嘆息臺灣環保為何不能，瑞典能，不是臺灣沒有技術或不知道引進技術，而是根深蒂固的想法無法改變或不想改變，讓我國環保進步無法突破與站上世界的頂端。

七、瑞典 Ragnsell 公司



Ragn Sell 公司 Högbytorp 綜合廢棄物處理廠接待辦公室前

(一) 公司簡介

Ragn Sell公司成立於 1881 年，原本只是提供各類運輸服務的公司，該公司門前的那隻木馬，就是像徵著以馬拉車的創始，第二代的經營者開始增加處理農產畜牧廢棄物製成堆肥，及至第三代，由於瑞典工業的發展，開始轉型擴大處理大量的各類廢棄物，包括生物可分解的廢棄物、包裝及紙廢料工業、建築危險廢物和有問題的產品及大型廢棄物等，而今，該公司營業項目包括：家戶的衛生與園藝清掃、市景清掃、污染整治、危害廢棄物處理、受污染土壤與火山灰整治、有機堆肥處理、水污染、灰渣、垃圾掩埋等項目。

(二) Högbytorp 綜合廢棄物處理廠

1.本廠簡介

本次參訪研習的地點是該公司位在斯德歌爾摩近郊的 Högbytorp 處理廠，該廠建於 1964 年，員工約 100 多人。該廠目前是瑞典最大的廢棄物處理與資源回收廠，每年進場處理的廢物約 700 萬公噸，每天約有該公司 200~300 輛各型式的載運車將各類廢棄物載運進場處理，廢棄物來自工廠、建築工地、工廠廢棄物、商業廢棄物及一小部分來自於家庭。廢

棄物種類涵蓋了污染的土壤、洗車含油污泥、有機物、食品廢棄物、紙類，木材和廢塑料、金屬、灰渣和藥品與化學品等。



廠區空照圖

2.研習內容：

(1)上圖為該場空照圖，占地面積遼闊，已開發的用地就已超過 1,000 公頃，場區裏包括：垃圾掩埋場、堆肥場、飛灰固化與灰渣掩埋場、化學物品處理廠、廢輪胎處理廠、廢玻璃再生與展示館、焚化垃圾轉運站、各種資源回收處理場等，並依不同進廠廢棄物類別收費。



焚化廢棄物轉運區



化學廢棄物處理區



木材破碎再利區



有機廢棄物堆肥區



廢棄物掩埋區



灰渣處理區

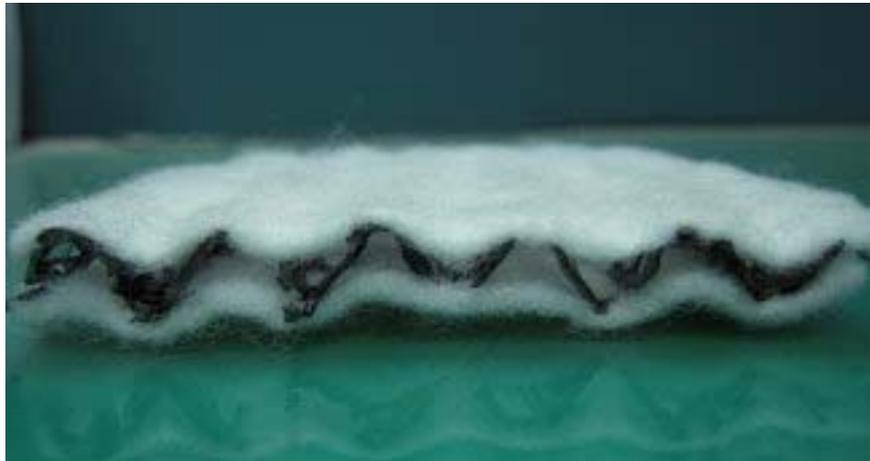


金屬回收區



化學廢液載運車

- (2)本場是一個完整綜合性的廢棄物處理廠，也是一個兼具資源回收與環保教育的廢棄物處理場，參觀的人除有專車接送外亦有專人簡報與隨車導覽，雖須付費，但費用便宜，可讓民眾更瞭解環保設施的運作與縮短鄰避設施的距離。
- (3)本場設有 4 個掩埋區，掩埋處理不同類型的廢棄物，其掩埋區設置最底層為 1.5 公尺土壤保護層，上方鋪設 2mm 不透水布，在上方為不織布與 HDP 組成的透水與透氣保護層（在臺灣的垃圾掩埋場並無此層設施），最上層為不含粒石的砂壤保護層，以避免重機械壓壞不透水布設施。



不織布與 HDP 組成的透水與透氣保護層

- (4)掩埋區設有沼氣收集管，導引產氣至沼氣回收廠純化再利用，除供廠區熱能使用外更售予鄰近 2,000 餘戶居民使用，充分再利用廢棄再生的生質能源。



沼氣回收處理設施

(5)本場的廢玻璃再生與展示館，除可讓參觀的人觀賞玻璃製品製作的流程，亦提供飲料服務，也可現場購買展示的低價質優的玻璃成品，讓參觀者有如置身在藝術生產中心。



廢玻璃再生與展示館



廢玻璃熔爐



地板鋪設經處理的廢玻璃砂



廢玻璃展示區



廢玻璃製成花瓶與碗



廢玻璃製成珠寶飾品



廢玻璃製成裝置藝術品



廢玻璃製成餐具

(6)本廠用地面積廣大，進廠處理廢棄物繁多與數量大，處理設施亦分門別類完整，將所有的廢棄物集中處理與資源回收，對經營者來說投資的益本比相對的提高，這將使得經營者將利潤用於設施技術的研究創新，使得污染問題更獲得控制與解決。相對於我國，廢棄物處理與再利用廠(場)，規模不夠大亦分散不集中，用人與投資成本相對的提高，彼此的設施亦無法支援共用，形成管理上與使用上的浪費。



與 Ms. Lotto Jansson 及斯德哥爾摩臺灣貿易中心洪政炫主任合影

陸、研習心得

本次至荷蘭與瑞典的研習行程與內容，經與荷蘭的Topell Energy公司的探討顆粒燃料技術以及參訪瑞典Svebio生質能源協會瞭解瑞典生質能源推動現況與未來之展望，深入探討瞭解顆粒燃料在未來石油匱乏及用盡後之年代將具有舉足輕重的地位，也是來自陽光轉換成能源生生不息與可控制生產的能源來源。當然，廢棄物中亦含有很多比例的有機質，如能將不適合直接焙燒碳化之物質剔除純化再轉化為顆粒燃料，此技術除了替代能源之潛力外，在碳權（稅）開始交易後，亦具有相關之經濟效益及環境效益。

另外，經實地參訪研習瑞典Scandinavian Biogas公司Loudden Biogas Pilot Plant的厭氧醱酵技術後，體認到我國高含水分的有機物質，如廚餘、下水道污泥、水肥、食品廢棄物、果菜市场廢棄物及農業廢棄物等，過去均採掩埋、焚化方式處理，可學習歐洲之厭氧醱酵方式產生沼氣，再開發純化再利用技術，是可行與成熟商業運轉技術。而我國遲遲無法發展與設置厭氧醱酵廠，主要的問題不在前端的料源，而再末端的處理徵結，只要能協助修改相關法令如水污法對上澄放流水排放排放及厭氧後污泥用於灌溉用水及土壤肥料等再利用，將可大大減少操作維護成本，設廠將更具有誘因及經濟效益。

至於觀摩研習瑞典民有民營的Ragnsell公司之廢棄物處理場之分類處理技術，民營活力世界皆然，只要廢棄物處理場達到一定規模與處理多樣性，民營處理效率立刻顯現，而瑞典藉由民間投資處理綜合性事業廢棄物的處理廠，專責處理處理各類事業廢棄物，除發展多樣性廢棄物資源再利用，以及創造再生價值與環保教育功能，更將營運利潤投資研究處理技術等，此種營運優點比公營的處理廠營運管理更具彈性與專業性，可供我國參考學習。

柒、建議

一、應研議推動造林並選擇適合的樹種：

依據歐盟國家推動替代石油燃料之經驗，其中以木質素為主要碳源，而木質原料又以碳效率較高的樹材為優先選擇，密度較高之木質料，經破碎、焙燒、研磨造粒後，其單位熱質可達每公斤 5,500Kcal，而顆粒燃料又為無石油年代的取代能源；臺灣近年來稻米過剩，且農業生產人口老化與不足，休耕的農地面積每年均高達 23 萬公頃，研議推動將停耕的農地選擇生長快速、病虫害少、單位熱質高的樹種，鼓勵造林，除不需密集農業人力，又可生產林木料源，轉製成顆粒燃料供替代燃油使用，為未來生質能源源源不斷的主要來源之一。

二、排除厭氧醱酵後的末端處理問題：

有機廢棄物厭氧醱酵後，上澄液與污泥尚有豐富的有機成分，亦即其 BOD 含量仍然很高，如要求以廢水處理設施處理達到放流水標準及污泥堆肥標準，建廠用地需求面積大，建廠與操作維護成本將使厭氧醱酵廠經濟效益有限，建議農業機關邀集相關單位修法配合，使末端處理轉成末端再利用，以提高誘因及效益，成為最經濟可行的再利用方式。

三、廚餘回收應分養豬廚餘與生質能源分開收集：

國內每日廚餘回收量已達 2,081 公噸，廚餘養豬再利用占 72.82%，堆肥再利用占 26.42%，養豬仍為廚餘回收再利用方式之大宗；另依據本署 98 至 99 年度以臺北市、臺中市及臺南市進焚化廠前的垃圾以「簡易可組裝式垃圾分選設施計畫」分選垃圾成分的結果，清潔隊清運回收之垃圾中仍含有近 53%的廚餘（含家庭廚餘 50.77%及庭園有機物 2.16%），其中廚餘部分因混雜垃圾，推估較適合將其有機質做再利用，而目前縣市之廚餘回收，大部分只以回收可變賣的養豬廚餘，另不適合養豬但可以生質能源化的堆肥廚餘仍混入垃圾中進入焚化廠處理，未來如研議推動厭氧醱酵，應再增加回收不適合養豬但可生質能源化的廚餘，或者單一全收各類的廚餘，而不分養豬或可再生能源的廚餘，才可大幅降低垃圾中的有機質成分。