



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別： 訓練 )

英國專案訓練出國報告書

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄	出國地點：	英國
	出國期間：	民國九十年八月二十五日至九月十日
IS/co9005692	報告日期：	民國九十年十一月
	出國人姓名：	服務機關：張豐藤、朱九龍、葉景棟、鄧燦陽、 劉佳鈞、張皇珍、蔣萬福、顏嘉賢、 林榮和、何俊杰、李穆生、謝季燕、 徐和成、戴文堅、許寬、葉琮裕

## 行政院及所屬機關出國報告提要

報告名稱：英國專案訓練 頁數：78 含附件：否

主辦機關／聯絡人／電話：行政院環境保護署環境保護人員訓練所／  
葉琮裕／(03)3020777

出國人員／服務機關／職稱：

張豐藤等十六人（詳如內文名冊）

出國類別：訓練

出國地區：英國

出國期間：九十年八月二十五日至九月十日

報告日期：九十年十一月

分類號／目：I5 化學與環境科學

內容摘要：透過英國貿易文化辦事處(BTCO)及英國政府環保機關 Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), Environmental Agency (EA)及 Joint Environmental Markets Unit (JEMU)之協助，於今年八月二十七日至九月七日，針對國內亟待解決環保議題包括油污染緊急應變與處置、持久性有機污染物(如戴奧辛及多氯聯苯)管制、有害廢棄物回收及處理、土壤污染場址復育、泰晤士河流域管理、廢水處理產生污泥之焚化處理等，與英國相關機構進行經驗交換並實地探訪其實場設施。在為期近兩週的行程中，不僅就英國在環境管理規劃方面，與其相關環保機構建立起直接的溝通管道，利於雙邊日後環保技術之交流；來自國內主要的環保地方主管，在此難得的際遇中，建立起相互情誼並進行工作經驗之交換，有利於未來國內跨縣市環保問題之溝通及協調。

# 目 錄

壹、前言	1
貳、九十年年度英國專案訓練班參訓學員名冊	2
參、訓練課程表	3
肆、專題內容紀要	4
專題一、泰晤士河流域管理	4
專題二、英國人的驕傲—談泰晤士河整治	7
專題三、英國的環保政府組織簡介	8
專題四、污水處理廠污泥焚化處理	12
專題五、泰晤士河污水處理與給水管理	15
專題六、泰晤士河生態保護	22
專題七、英國廢棄物管理機制、當前技術、法令與發展	25
專題八、淺談英國廢棄物處理政策	39
專題九、英國 Brogborough 垃圾掩埋場沼氣發電廠	41
專題十、土壤污染處理	50
專題十一、土壤污染處理整治實例	53
專題十二、污染土壤現地玻璃化處理技術	55
專題十三、英國油污專責單位：石油洩漏反應有限公司 (Oil Spill Response Ltd, OSRL)	57
專題十四、英國在處置油品及化學洩漏事件中政府所扮 演的角色	60
專題十五、談油污染緊急應變	63
專題十六、PCBs 處理場(倫敦 SELCHP 焚化爐)	65
專題十七、有害廢棄物的行政立法、管理及有害廢棄物 焚化爐的參觀	69
專題十八、觀摩有害事業廢棄物清除處理	73
伍、建議	76

## 壹、前言

透過英國貿易文化辦事處(BTCO)及英國政府環保機關 Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), Environmental Agency (EA)及 Joint Environmental Markets Unit (JEMU)之協助，於今年八月二十七日至九月七日，針對國內亟待解決環保議題包括油污染緊急應變與處置、持久性有機污染物（如戴奧辛及多氯聯苯）管制、有害廢棄物回收及處理、土壤污染場址復育、泰晤士河流域管理、廢水處理產生污泥之焚化處理等，與英國相關機構進行經驗交換並實地探訪其實場設施。在為期近兩週的行程中，不僅就英國在環境管理規劃方面，與其相關環保機構建立起直接的溝通管道，利於雙邊日後環保技術之交流；來自國內主要的環保地方主管，在此難得的際遇中，建立起相互情誼並進行工作經驗之交換，有利於未來國內跨縣市環保問題之溝通及協調。

## 貳、九十年度英國專案訓練班參訓學員名冊

	服 務 單 位	姓 名	職 稱
1	高雄市政府環境保護局	張豐藤	局長
2	台北市政府環境保護局	朱九龍	副局長
3	基隆市環境保護局	葉景棟	局長
4	宜蘭縣政府環境保護局	鄒燦陽	技正
5	新竹市環境保護局	劉佳鈞	局長
6	台中市環境保護局	張皇珍	局長
7	台中縣環境保護局	蔣萬福	局長
8	雲林縣環境保護局	顏嘉賢	局長
9	嘉義縣環境保護局	林榮和	局長
10	台南市環境保護局	何俊杰	局長
11	台南縣環境保護局	李穆生	局長
12	高雄縣政府環境保護局	謝季燕	局長
13	屏東縣環境保護局	徐和成	局長
14	花蓮縣環境保護局	戴文堅	局長
15	金門縣環境保護局	許 寬	局長
16	環保署環境保護人員訓練所	葉琮裕	組長

## 參、訓練課程表

日 期	課 ( 行 ) 程 內 容
8/25(六)	台灣
8/26(日)	英國倫敦
8/27(一)	開訓
	課程導覽
	泰晤士河流域管理、泰晤士河整治
8/28(二)	英國的環保政府組織簡介
8/29(三)	污水處理廠污泥焚化處理
8/30(四)	泰晤士河污水處理與給水管理
	泰晤士河生態保護
8/31(五)	英國廢棄物管理機制、檢視當前技術、法令與發展
	英國廢棄物處理政策
	英國 Brogborough 垃圾掩埋場沼氣發電廠
9/1(六)	
9/2(日)	
9/3(一)	土壤污染處理
	土壤污染處理整治實例
	污染土壤現地玻璃化處理技術
9/4(二)	英國油污處理專責單位：石油洩漏反應有限公司(OSRL)
	英國在處置油品及化學洩漏事件中政府所扮演的角色
	油污染緊急應變
9/5(三)	PCBs 處理場：倫敦 SELCHP 焚化爐
9/6(四)	有害廢棄物的行政立法、管理
	可寧衛公司(Cleanway)有害廢棄物焚化爐
	觀摩有害事業廢棄物清除處理
9/7(五)	討論／資料整理
	結訓
9/8(六)	倫敦機場濃霧
9/9(日)	英國倫敦
9/10(一)	台灣

## 肆、專題內容紀要

### 專題一、泰晤士河流域管理

國內最近由於桃芝及納莉風災，防洪之流域整治相關議題再度成為熱門話題。以納莉風災對大台北地區重創而言，即由於暴雨量遠超出下水道排洪之設計量，加上適逢淡水河漲潮之加乘因子，釀成嚴重之水災，泰晤士河流域全方位之管理制度可供參考。

泰晤士河感潮河段長約 100 公里，河寬從 100 公尺至 7 公里不等，而其集水區大約 14,000 平方公里，集水區內人口超過 1 千 1 百萬。泰晤士河潮汐影響終止點位於 Teddington 地區，從上游流入此汐止點的流量為每天介於 30,000 噸(冬季)至 200 噸(旱季)間，但大致維持於每天 800 噸，此流量與淨水廠取水量相關。

倫敦處於泰晤士河其相對位置與台北市距淡水河相類似，以防洪為主要功能之泰晤士水閘(Thames Barrier)完成於 1982 年 10 月，跨越泰晤士河河寬 520 公尺之 Woolwich 處。每年平均使用此水閘二次，其功能為防止漲潮加上暴雨對倫敦可能產生之氾濫，此水閘之防洪設計量足以因應 2030 年以前之防洪所需，近年執行之擴建計畫期使能達 2100 年之防洪所需，現今每年在水閘防洪維護之投資約為 5 百萬英鎊(約新台幣 2 億 5 千萬元)。

泰晤士河感潮河段水質監測資料之建立方式，為溶氧、溫度及電導度，乃由自動監測站連續監測並將測定所得資料與環保主管機關連線；此外於感潮河段 20 個地區，以手工取樣，依夏季每週、冬季每二週監測頻率；針對六個主要場址每月亦提取水樣針對重金屬、有機污染物及難分解污染物等進行分析；河川出海口處底泥亦每年進行取樣監測。

泰晤士河流域大可區分為三個主要河段，包含純淡水，混合淡水、海水之感潮段及純海水部分，每一部分之河水水質含有不同之鹽度，因而也蘊育出不同的生態體系，此三區域的流域各有其不同的化學及生物的水體分類及水質標準。英國對於泰晤士河旁的主要

污染工業，如煉油廠及發電廠等的管制，乃採空、水、廢合一的排放許可制度(Integrated Pollution Control System – Multimedia Approach)審慎評估污染源排入水體、空氣及土壤之污染物總量。對於泰晤士河旁之廢棄物處理處置設施，如掩埋場、廢棄物、轉運站、焚化廠、資源回收場等皆以嚴格的許可管理制度計畫管制。

泰晤士河在夏季常因河川水質驟變，導致魚群數量減少，主要因素包括流域內污水廠之放流水水質、水溫、上游流入淡水量及都市暴雨逕流。倫敦市之下水道系統雖為合流式，但此系統為 19 世紀中所設計完成，完法承受現今因氣候及年代變遷所增加之暴雨逕流量。在暴雨逕流中之有機物質，因生物分解作用使水中溶氧降低形成急遽之缺氧狀況導致魚群死亡，魚群突然暴斃的事件曾發生於 1973、1977 及 1986 年。近來，倫敦在擴建污水處理廠處理量之前，則以二艘表面曝氣船，以因應突發因河水缺氧之污染案例緊急應變所需。此外，亦以加入過氧化氫藥品以提升水中溶氧方式應急。每年五月一日至十月三十日間，環保單位以加嚴其排放限值方式，要求泰晤士河岸之污水處理廠，提昇其處理效能降低有機污染物排放量，並由水權管制減少兩岸河水取水量，以使高量來自上游淨水得以流下，以維持適度之暴雨逕流污染稀釋度。

有關地下水水資源管理方面，倫敦泰晤士河附近土壤之組成大都有黏土層存在，為有效運用水資源，常將河水打入黏土層下蓄水，將黏土層下之非含水層作為地下水庫之用，在旱季時再將地下蓄水庫之水抽出使用；黏土層下之非含水層可視為如吸水棉一樣之蓄水功能。此外，黏土層對於地表之污染亦具有阻絕之功能，倫敦附近泰晤士河之土壤組成構造可謂得天獨厚。

國內水源保護區之劃定及河川水量水質管理，應跨越行政區域朝整體流域考量。水資源的規劃亦應兼顧水權之分配及水污染防治，泰晤士河流域之管理從防洪的考量、水權的分配、水污染排放之管制到生態的永續發展全方位進行，國內積極推動流域整治計畫，亦可參採英國經驗，在進行傳統污水處理廠基礎建設、養豬離



牧策略的同時，防洪、水權分配及生態復育的概念亦應納入，以成為完整的流域管理策略。(葉琮裕組長)

## 專題二、英國人的驕傲—談泰晤士河整治

歷經三十年的努力，英國人終於將泰晤士河由一度如糞坑之臭水溝，整治成清潔且富生機的淨水。60年代綿延322公里，包含鹽水及淡水感潮河段的泰晤士河，提供倫敦居民飲水，卻同時成為其排放廢污水的溝渠。Bazalgette工程師藉由下水道將污水引至下游處理廠，淨化後再排回河中，此係現代下水道系統的基礎藍本。

近來，由於污水處理廠的更新及功能提昇並將營養鹽去除，進而使泰晤士河的溶氧大幅增加，然而尤如大部分點污染源控制成功的河川一般，非點源污染對泰晤士河衝擊逐漸彰顯。倫敦大都會區的暴雨逕流，使得泰晤士河發生偶發性的水體惡化，藉由位於河岸的自動監測站，每15分鐘將河川水質惡化警報傳回地方環保單位，環保單位可立即派遣所屬的曝氣船至水質惡化河段，以曝氣方式提昇水中溶氧，使水體生態不致因都市暴雨逕流造成嚴重之衝擊。

今日已由生物監測的結果顯示泰晤士河中已有118種魚類及350種底棲生物，其中亦包括只適合生長在潔淨高溶氧環境的物種如鱒魚等，此外亦可在河川入海口發現海豚及海獺之蹤跡，充分證明泰晤士河已在整治工程後回復生機。

歷年來國內河川整治已投入龐大的經費，整治成效似乎未能有效地展現，除下水道等基礎建設及配套的行政管制措施（如離牧政策），應在詳細規劃後積極推動外，未來河川水質改善生態指標物種的展現，似乎能比僅以生化需氧量、懸浮固體等專業物化水質參數的發布，更能使一般民眾體會到政府對河川整治的投資及努力。（葉琮裕組長）

### 專題三、英國的環保政府組織簡介

環境署(environment Agency, EA)：

環境署的組成 (Formation of the Agency)

英國環境署在 1996 年重新整編，它包含

- 國家河川局 (National Rivers Authority)
- 污染管制局 (Inspectorate of Pollution)
- 83 地區廢棄物管理局 (Local Waste Regulation Authorities)
- 環境廢棄物技術及土地污染部門 (Dept. of the Environment's Waste Technical & Contaminated Land Groups)

環境署的願景及主要目標 (Agency's vision & principal aim)

- 該署的願景是為英國及威爾斯當前及未來有更美好的環境。
- 依 1995 年環境法第 4 節，訂定該署的目標為：

履行該署職掌，保護並提昇環境。就整體而言，冀對永續發展作適當貢獻。

環境署的目標 (Agency's objectives)

- 依法定內閣指導，強化其主要目標
  - 對所有環境媒介的衝擊進行全面保護。
  - 與社會相關部門共同致力於達成環境目標而不增加額外的成本。
  - 以清楚有效的程序服務顧客。
  - 以健全的科學、資訊及分析為基準，建立高專業標準。
  - 施行良好環境管理策略，為納稅者及所付費用提供對應價值。
  - 與大眾、社區代表及政府組織維持密切的互動關係。

環境署的價值：

- 本開放的胸襟，充分諮詢他人以面對工作。
- 我們的決策是依健全的科學和研究為基準以決策。
- 珍惜及培植員工。
- 所有我們的作為如企業般有效率。

### 環境署的職掌：

- 規範有最大污染潛能之工業製程。
- 規範輻射性廢棄物之處置、貯存及使用輻射性物質以及廢棄物之貯存。
- 規範管制性廢棄物之處理、貯存、運送以預防污染及危害人類健康。
- 維護及改善河川、河口、沿海水質。經由公權力規範，預防，減輕並去除污染。
- 採取必要的行動去積蓄、重新分配，增加水源和使水資源獲得適當的利用。
- 在防洪事務上進行監督，並採奉核准之步驟。
- 維護、改善並發展鮭、鱒及鰻漁業。
- 提昇積蓄並加強內陸與海岸水源並作休閒利用。
- 維護並改善非海洋航運
- 規範規劃為特定用地之污染土地之整治
- 管理商業註冊及免除計劃。監督並執行與製造業者有關之義務
- 擷取環境資訊
- 實行及促進相關研究
- 促進對環境議題及管理之瞭解（尤指經由教育及技術指導與建議）

### 環境署的責任

#### 一 防洪

- 管理 37,000 公里防洪工作
- 一年因應 300 件重大洪災
- 一年發佈 4000 次洪水警報

#### 一 水資源

- 規範 45,000 件汲水執照

#### 一 規劃及開發控制

- 一年因應 100,000 次 LA 規劃申請

- 漁業、休閒、保育以及航運
  - 發出超過一佰萬件釣魚證照。
  - 一年執行 2,750 件漁業調查。
  - 保護並加強四佰萬公頃的特定用地之水體環境。
  - 一年施行 1,600 次河川棲息地之調查。
  - 許可約 37,000 艘船在 800 公里之航運。
  - 對漁業及航運違規執行 4,000 次行動。
- 水質管理
  - 規範超過 77,000 張排放許可。
  - 監控超出 7,000 個污水排放工作及 5,000 個商業排放。
  - 一年執行約 330,000 件環境採樣。
- 制訂工業法規
  - 2,000 件有最大污染潛能的工業製程
- 對特定受污染土地進行規範報告和建議
- 輻射廢棄物管理
  - 規範 1,000 個（核子）場址的輻射廢棄物處理。
  - 規範 4,500 個非核場址之輻射廢棄物積存及輻射物質之使用及貯存。
- 非輻射管制廢棄物
  - 規範關係 7,000 場址和 50,000 清運代處理業的非核廢棄物的回收及處理。
- 管理並規範製造商的責任

**JEMU(The Joint Environmental Markets Unit)**是英國的一個政府單位，負責推廣與支持英國的環境工業，該單位聯合了工業貿易部（Dept. of Trade & Industry, DTI）以及環境、食品與農業事務部（Dept. of Environment, Food Rural Affairs, DEFRA）。JEMU 的主要目標是厚實英國環保工業的發展使其壯大，具競爭力且為世界水準而能成功地進軍世界市場，國際經合組織（OECD）在公元 2000 年有 6,000 億美元的市場，英國所佔不到 5%，預計 2010 年全世界將

有 17,000 億美元的市場。

#### JEMU 的行動策略

- 倡導各項活動以推廣創新、廣泛且前瞻的英國環保工業，使其能供應世界市場的需要
- 舉辦活動以推廣英國的環境商品、服務與技術

英國的環境工業極為廣泛且能處理大部分的環境問題，它能即時提供技術與專業，以減緩環境問題的危機，它可細分為十大類

- 空氣污染控制
- 水資源以及污水處理
- 廢棄物管理（包含回收與再利用）
- 環境監測與儀器操作
- 能源管理
- 污染土地之整治
- 環境服務（包含環境諮詢與實驗測試）
- 噪音與振動管制
- 海洋污染管制
- 再生能源

相關資訊可透過網站查詢，網址為：[www.dti.gov.uk/jemu](http://www.dti.gov.uk/jemu)

技術合作開創（Technology Partnership Initiative, TPI）乃是英國政府為回應發展中國家的需求，使便於其由工業化世界擷取環境技術之資訊而創設。TPI 每季發出 6,000 份新聞信。TPI 經由便利的網路以及環境技術資訊的傳播幫英國環境商品與服務工業與發展中國家的公司與組織的聯繫。（朱九龍副局長）

## 專題四、污水處理廠污泥焚化處理

為了因應英國政府規定將於 1998 年禁止將污水處理廠所產生污泥海拋，泰晤士河水務局規劃於貝克頓及克羅斯尼斯兩座污水處理廠內各建造乙座焚化爐，以有效解決污水處理廠所產生日愈增加之污泥量。

於 1990 年泰晤士河水務局開始評估、研究選擇對環境影響最小，以及最少運輸量、操作安全兼能產生電能的焚化設施來處理污泥。

兩座焚化爐設計容量可以處理 250 萬人每年所產生近 400 萬噸溼重污泥(約 13 萬噸乾重污泥)。

貝克頓焚化爐有三個爐體，是目前歐洲最大的單一污泥焚化爐，加上克羅斯尼斯有兩個爐體，是目前歐洲已完成的焚化設施中最具規模，兩座焚化爐處理容量預計可以應付到 2015 年的污泥產生量。

貝克頓焚化爐有三個爐體，每一爐每小時可焚化 4.5 噸的乾污泥或脫水(含水率約 32%)之污泥餅每小時 14.06 噸；在 850°C 焚化溫度下，每一爐產生的灰渣每小時約 900 公斤，預計貝克頓焚化爐約可產生電力 11.4MW，除了自給外，尚有餘電外售；另克羅斯尼斯焚化爐則只有二個爐體，每一爐每小時可焚化 3.5 噸乾污泥或脫水(含水率約 32%)的污泥餅 10.93 噸；在 850°C 焚化溫度下，每一爐產生的灰渣每小時約 750 公斤，預計克羅斯尼斯焚化爐約可產生電力 5.17MW，足可供應污水處理廠及焚化爐用電所需。另兩座焚化爐所產生之廢熱亦將考慮出售給鄰近居民使用。

兩座焚化爐皆設有去除水銀之設備及空氣污染防制設備(如袋濾式集塵器、靜電集塵器及添加 NaOH 之設備)以及為防止煙道產生低溫腐蝕現象及煙囪口附近產生白煙現象，亦裝設廢氣再加熱器。兩座焚化爐戴奧辛排出值如下：貝克頓廠約 0.0025ng/m<sup>3</sup>；克羅斯尼斯廠約 0.0027ng/m<sup>3</sup>，皆在法定標準 0.1ng/m<sup>3</sup> 之下。其餘的廢氣排放值如下：總粒狀物 0.4 mg/m<sup>3</sup>，氯化氫 0.9 mg/m<sup>3</sup>，氟化氫小於 0.4 mg

/m<sup>3</sup>，二氧化硫 0.9 mg/m<sup>3</sup>，二氧化氮 127 mg/m<sup>3</sup>，一氧化碳 0.3 mg/m<sup>3</sup>，有機碳 0.3 mg/m<sup>3</sup>，重金屬 0.017 mg/m<sup>3</sup>，鎘小於 0.021 mg/m<sup>3</sup>，水銀小於 0.014 mg/m<sup>3</sup>。焚化爐之灰燼經檢測因不含有害性物質，均不需固化，而直接送至掩埋場掩埋。

初沈池沈澱之污泥具惡臭且不易濃縮。而經過厭氧性發酵處理消化後之污泥，不但易濃縮，且於大型處理廠能產生足夠的氣體(約 66% 甲烷及 34% 二氧化碳)，來提供所需之能源。在消化槽 21 天之後約 45% 之有機物會消失，總固體也減少 33%。消化後之污泥處理方式，以往常見的是，在海灘或乾河床沈澱去水到只剩 12.5% 之固體，然後將其灑放在地面上作為土壤調節之用或充當低等肥料，內陸處理廠通常如此做，然而所含重金屬(尤其是鎘)之含量卻也曾帶來一些問題。

倫敦約有 60% 之消化後污泥是經由船隻運到河口外之巴洛海溝 (Barrow Deep) 棄置。這種特製的船(污泥平底船)，裝滿污泥後，會保持污泥之流體靜力，使船頭高過海面，棄置污泥後，船會上升，但船頭仍在同一高度，所以才能利用重力方式排除污泥。棄置地點必需在該海域內四週佈有浮標標記區域內，並且要有 NAFF(農、漁業及食品部)核發的執照。此乃由 1974 年之海洋棄置法與 1972 年之奧斯陸協約管制。此污泥棄置從 1890 年在巴洛海溝開始實施。為因應世界環保潮流及英國政府規定於 1998 年禁止污水處理廠所產生污泥海拋，泰晤士河水務局評估將污泥予以焚化，雖然成本較大，但可回收電力、廢熱及減少海洋棄置以減少國際紛爭，維護海洋生態，亦頗值得。

泰晤士河源於 Gloucester 郡的 Cirencester，綿延 245 公里，於 Teddington 築一水壩控制了河口地帶潮汐的影響，Teddington 以下河川流經倫敦，而倫敦橋為此河上、下游分界處。泰晤士河水務局 (TWA) 管理此河，並負責其污染整治，以及給水包括泰晤士河及其支流遠及 Ingrebourne 河北岸和 Darent 河南岸。

十九世紀前半期倫敦經歷了相當大的劇變。大英帝國迅速的擴



張，而在帝國的經濟活動方面，倫敦居於主導地位，尤其在帝國顛峰時期掌控了當時世界 1/3 之貿易活動，倫敦所經理的商業也相當的驚人。

而工業革命後，於倫敦市區亦發展出許多新興工業，產生了許多含雜質的廢水，尤其是化學及瓦斯製造業產生的廢棄物，其中最厲害的污染物就是阿摩尼亞(氨)，及石碳酸(酚)，上述兩種化學物質對河川水族而言是很毒的物質，而其需氧量亦很高，對於河川生態造成嚴重之影響。再加上交通便利、人口集中，生活污水大量產生。尤其於 1858 年，適逢乾早年，6 月時溫度上升至華氏 95 度，整個倫敦城內瀰漫著惡臭，這種實質上的污染情況終於引起群眾的注意，因而 1858 年被稱為「極端惡臭的一年」。同一年，國會附近的臭氣使得議員們不得不將窗簾浸泡消毒劑以消除惡臭，俾使議會得以進行。無疑的，這種情形也促使國會審核泰晤士河污染問題之立法程序更為快速。英國政府也經過不斷的努力，由下水道建設起，污水處理廠設立，於河中置平底船於河中溶氧低時注入氧氣，污泥焚化及採取各項污染排放管制規定，以及將溯溪性魚類重新遷入泰晤士河中，目前泰晤士河感潮河段的水質已符合環境品質標準，及上溯魚種持續在增加之中，且各河段之水質均未發臭。此點可以做為我國有關河川污染整治之參考，尤其是衛生水道道的建設，更應急起直追。

另外於 1952 年 12 月 5 日，倫敦亦曾發生一起極為嚴重的煤煙事件。前後歷時五天，死亡約 4000 多人，倫敦霧是由居民取暖及工廠排放的煤煙和冬季早晨的霧相伴而成。今日的倫敦已不在是烏煙瘴氣了，於都市人口密集區，空氣品質已維持在相當的水準，可能係大眾捷運設施完善以天然氣代替燃煤取暖及甚少摩托車，以及面積廣大的公園綠地參天古樹所致。(鄒燦陽技正)

## 專題五、泰晤士河污水處理與給水管理

### 一、前言

台灣地區自來水普及率高達90%以上，目前台灣地區每年180億噸的用水量中，農業灌溉用水佔總用水量之75%、民生用水佔16%、工業用水佔9%；平均每人每天浪費約50公升的水，約4.06億立方公尺，台北市自來水每年漏掉相當一座翡翠水庫的水量，經統計，87年的漏水量3.23億立方公尺，佔全部出水量的36.6%，以每立方公尺7.7元計，經濟損失高達24.9億；聯合國統計指出，台灣是世界上排名第18位的「缺水國」，但自來水的水價也是全世界最低廉的，以每度電價而言，日本東京為46元、香港介於15~36元、新加坡17元、法國為79元、荷蘭海牙53元、西班牙巴塞隆納48元，而台灣省及台北市僅需11.5元及7.7元。可見台灣地區的水價低得非常不合理，始得民眾在日常生活中浪費許多用水而不自知。

這次英國專案訓練課程中介紹英國水資源的管理，與台灣相比較，在英國每天每戶人家使用的水量是358公升(每人每天用水149公升左右)，而每天的水及污水處理價格是62便士，這個價格可以與其他日常用品相比，例如：小麵包要35-69便士、日報要30-85便士、一品脫牛奶要26-34便士、一公升的泡泡礦泉水要68-89便士、一天的電視要30便士，以下是英國水資源管理與台灣水資源管理的概述。

### 二、水資源管理

英國家庭付的水費是包括自來水處理費與污水處理的花費，水的供應價是每公升0.13便士(65元新台幣/每度)，平均一戶的水費和污水處理費通常是從194英鎊到313英鎊(因水公司不同而異)，價格是取決於用量，而且污水處理的費用也包含其中；而台灣的水

價僅收取自來水淨水費用，尚未包含污水處理費用，主要是因為台灣的污水經處理在排放率只達 3.6%，台北市也只有 40%，與其他亞洲國家相比較亦是落後許多；另外，臺灣省境內已規劃完成污水下水道系統僅 27 萬 3,402 公頃，占土地面積之 7.9%，因此，在污水收集尚不普及的情況下污水處理費用不反應在水資源成本中，但是垃圾處理費用是包含在水費中，一度水費所含的垃圾處理費是 3.7 元。

英國的水公司是民營化；19 世紀，倫敦人口快速成長，形成目前人口數；然而，水的需求增加，除人口成長外，還有地區都市化與工業用水增加；快速的發展，使得環境保護必須透過立法的壓力，增加環保支出以興建更多環保設施與使用高科技；但是政府對公共設施支出卻因外在壓力而減少，因此公有民營成為全球的趨勢，是一種具有競爭性的市場，可以減少公部門的財政支出，企業的效率使計畫不會延宕，企業核心團隊會運用最佳的操作技術，反應真實水價格，使財產能標示出合理的價格。

倫敦地區，泰晤士河供應倫敦地區用水已有 2,000 年的歷史；許多年來倫敦的供水是由許多不同的民營公司經營，歷史上的變革如下：

- 1829 年雀兒喜水公司在倫敦興建第一座自來水慢沙過濾處理廠。
- 1852 年的時候，法律上規定取水地必須在泰丁頓堰的上游。
- 1854 年發現水源被污染，造成 4 萬人口發生霍亂。
- 1859 年 Bazalgette 開始在倫敦興建污水處理系統，1865 年啟用。
- 1903 年都市水委員會成立。
- 1974 年泰晤士河管理局成立。

1989 年民營化開始，泰晤士水公司成立，成立的前 10 年，每年投資 1 百萬元興建完成接水管線、採用高級水處理改善飲用水的品質、興建焚化爐焚燒汙泥以取代北海海拋法、成立顧客服務中心

與完成水壩興建；另外，總共投資 1.6 億美元改善污水處理廠，使得現今泰晤士潮帶成為世界上最乾淨的河道，水中有 115 種魚類生存；也因為這樣的投資，使得該公司每年創造營業額 2 億美元，成為世界上第三大民營水公司，在英國各地共設有 98 個飲用水處理廠，服務約 7 百萬人口，每年共水量達 2481MI/d，設有 31190 公里長的接水管線，主要管徑流量可達 1300 MI/d；另外，在英國設有 361 個污水處理廠，服務約 12 百萬人口，每年產生廢水約 4602 MI/d，設有 81000 公里長的污水下水道；泰晤士水公司所利用的土地，1/5 面積是屬官方指定「自然風景保護區」，該區域內有 480 個野地研究據點，14 座紀念碑和 87 座古蹟；為了保護廠區周圍的自然環境，泰晤士水公司進行棲地保護計畫，每年出版環境白書，使自然風景保護區能提供休憩功能。

水的價格是如此的昂貴，水資源的管理相形變得很重要；英國水資源法案起源於 1963 年，目的是管制河川、運河、湖泊及地下水給水，建立許可證制度；過去給水者只要取得取水權就可以無限制取水，沒有考慮到過度取水或河川流量與生態平衡的關連性。

1991 年的連續性水資源法案與 1995 年環境法案給予英國環保單位管理水資源的權責與權力，包括下列：

- 核發或變更給水權與沒收使用執照。
- 廢止或變更現有執照已恢復水流量或地下水層，並予以處罰。
- 透過水資源規劃以確保水資源的適當使用，評估合理的給水量與宣導更有效率的水資源使用。
- 監測與稽查給水與沒收的執照使用情形。

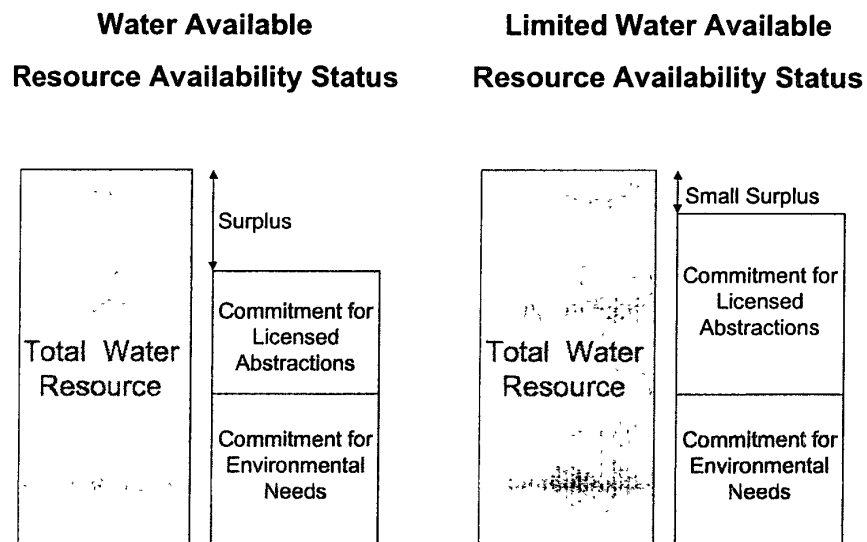
為考量水資源永續利用，英國政府現在正考慮進行管理上更大的變革，給予環保主管機關更大的權力去管理水資源以鼓勵給水公司更小心水量的取用，並且增加水資源的公共資訊使給水公司可以

以環境責任的角度檢視其操作。

1998年6月一份研究規劃報告書中建議政府機關應該針對現行行政與立法進行變革，變成現行的給水證照核發制度；1999年3月發行「負起水資源的責任」刊物中登載該項建議結果，這份文件使政府決定進行制度上的變革；在「負起水資源的責任」刊物中主要內容發展成「集水區域給水管理策略」(簡稱CAMS)；另一個重要的決定是未來的給水執照是有年份限制，CAMS將成為重要的檢核依據。

「集水區域給水管理策略」的主要意義是：

一個區域內水資源永續發展取水管理的共享策略



為使水資源管理更有效，管理者必須考慮到環境的需求，包括有漁業、休閒、保育和航海，這項策略的目標與標的是為了要達到下列功能：

- 更大的透明、公開的執照（提供公共資訊），CAMS 提供更清楚了給水策略給執照審核者。
- CAMS 提供水資源政策有一慣性、結構性的管理架構，並且

應用於全國。

- CAMS 對於每一個集水區域能夠定量出水資源的可獲得性與否，讓執照申請者能珍惜給水執照的取得。
- 第三者的監督與參與。
- 執照使用時期的管理策略。

CAMS 執行的流程，詳述如下：

#### 前期規劃

- 在集水區域內先針對過程中重要的階段排定時程，將重要的議題提供給水廠商與監督者。
- 廠商對 CAMS 的規範進行規劃，以整合官方與地方水資源用戶的意見，確保水資源的議題能夠被考量到。
- 集水區域的水資源使用要能達到要求的目標。

#### 資源評估

- 這是一個對集水區域內可獲得資源技術性的評估，包括了在河川中環境的需求。

#### 水資源獲得分析

- 有四個分類使 CAMS 能夠對現有資源獲得有更清楚了指示，這些分類能更反應出可獲得資源與取水程度的關連性。

#### 永續經營

- 一個定性的過程是為了定義出適當的資源獲得分析以達到 CAMS 所要求的過程。

#### 諮詢

- 這是一個正式場合使給第三監督者能更給予申請者提出的申請案一些建議，建議內容包括對於希望達成的目標做現況分析。

#### 專案

英格蘭和威爾斯涵蓋 126 個 CAMS，CAMS 是以地方作為區分，有些議題是以區域作為區分；泰晤士區域的東北地區有四個

CAMS 產生，CAMS 的區域界定是以地表水集水區，但是，有些水資源管裡區域界限是以地下水區為區分。

每一個集水區域有近 2 年時間完成 CAMS，6 年就可以完成該地區 CAMS 週期；每 6 年輪流回顧一次 CAMS；執照是有使用期限的，到期時再重新檢視 CAMS；定期重新審核取水使用執照的目的是讓我們能夠檢視環境的變遷與不確定性，特別是氣候變遷；定期的檢視可以預防取水過度所造成的環境破壞。

台灣的水資源管理策略是著重於水庫與蓄水設備、節約用水的管理，以該發水源；據台灣「水資源政策白皮書」中陳述，現階段每年開發 1 立方公尺的新水源，約需要投資 81 元的經費；而每節省 1 立方公尺的用水，僅約投入 1.2 元的推動計畫經費。顯示出「建水庫」比「節約用水」更費錢；此外，工業用水的節省也是必須努力的方向，以半導體工廠為例，以前生產一片 6 吋晶圓最多用掉 3.6 噸的水，現在僅用掉 0.8 噸即可，很多工廠的水費因施行「清潔生產」及「節約用水」的關係降低很多，包括製程及管理效率的改善。藉由實施清潔生產不僅提高製程效率，也是節約用水的最佳方式。

水資源的管理中，地下水是一項重要的資源，英國地下水管理模型主要是定義出河川經過取出地下水稀釋後的範圍與決定可以增加河川流量的區域；並且計算出流量減少的可能性，評估費用、經濟利益與環境影響；使用模型的技巧找出現今或未來英國地下水取水的影響情形與氣候變異；因此，這個模型是分析、整合與應用地質、氣象、循環過程、人為影響與河川流量與地下水資料庫，利用這些資訊去發展更清楚的系統概念，找出主要的不確定因子並且提供最可行的模型技術；所要評估的項目包括有：逕流、蒸發、循環過程、總水量、循環分布與水平衡的計算，這些評估項目都可以幫助整合更充實的地表與地下水數據模型；從經驗得知，成功的模型需要的條件有：主動參與嚴格的檢視、雙向測試、挑戰觀念性的知

識，以及應用新的方法；數據的呈現應該利用靈活的工具連結水資源策略以達到集水區域管理的目的是能夠評估近年來英國 2/3 乾旱期的監測數據；能有氣候變遷預測能力；另外，氣候變遷的研究是為了要保護水庫檢視降雨分布與頻率變化，以及蒸發的潛力。

台灣地區地下水含量豐富且使用普遍，多數工業用水係由地下水來供應，其他如農業用水、水產養殖用水、公共給水及家庭用水等也有部份是使用地下水。然而近年來由於台灣社會繁榮、工業發達，以致地下水易於遭受事業廢水、廢棄物掩埋場及家庭化糞池等污染，為瞭解地下水水質狀況並維護水資源之永續利用，臺灣已於八十四年六月完成「台灣省區域性地下水水質監測站網整體規劃」工作，依據台灣十大水區（含澎湖水區）之特性及污染潛勢，透過模式之模擬，決定出區域性淺層地下水水質監測站網之最佳數量及位置，以供作為設置區域性淺層地下水水質監測站網之參考，為落實該規劃成果，並依據該規劃結果研擬「區域性地下水水質監測站網設置實施計畫」，自八十五年度起，分年於各縣市進行地下水水質監測站網設置工作。分年完成台灣十大地下水區（含澎湖水區）區域性淺層地下水水質監測站網之設置，並定期採樣檢驗，以建立地下水水質資料，發揮地下水水質監測之預警功能。

台灣如果要避免缺水，首先要改變的就是民眾的用水態度。而政府強調建設綠色矽島的國家發展方向，對水資源的運用，也應從過去依需求面去規劃開發水資源的觀念，改成以供給面來規劃，也就是節流重於開源的策略，更積極地推動節約用水、水的再生及再利用、替代性水源的開發等。（劉佳鈞局長）



## 專題六、泰晤士河生態保護

英國皇家鳥類保護協會（簡稱 RSPB）認為永續發展與對環境的同情是相等的重要，而且也要有經濟價值，因此，棲地保育的最重要性比郊區發展更為重要，因為它可以帶來經濟利益；故以強制性的法律保護野生生物與環境應該更能有效的做保育，避免因錯誤的政策而遭破壞；野生動物的棲地可以在法律之下被保護，即使這個區域內受到蓋房屋、道路、工業發展、休閒設施、能源使用與水的開發壓力，透過立法的程序可以保護野生動物的棲地。

RSPB 的環境政策有許多建議可以改善英國郊外鳥類與野生生物的狀況，感恩鳥、社區和鄉野經濟與發展、海洋環境、水議題和事業貿易的主題；農地是許多鳥類物種的棲地，過去 50 年農耕方式的改變同時也對野生生物造成衝擊，但是許多農夫仍然願意使用不會傷害野生生物的農耕方式。

野生生物和環境在二十一世紀面對許多的挑戰，英國境內所從事很多生物多樣性保育的工作；而 RSPB 如何決定何種鳥類最需要保護？當野生生物的居住地減少時，自然保育區成為更寶貴的區域，RSPB 超過 100 個的保育區，主要的功能與目的如下分述：

- 感恩鳥：感恩鳥是英國鳥類中最美麗、最壯觀的鳥類，雖然他們的數量在 18 世紀中大量的減少，主要是因為棲地被破壞以及大量使用含氣的殺蟲劑。
- 海岸與海洋：英國在繁殖季節有大量的海鳥，冬季有野雁與 wanders 依賴海岸與海生存。
- 經濟發展：健康的未來環境是與永續的經濟發展相關聯的；RSPB 的工作是著重在經濟、就業、貿易與發展，以及政府環境政策。
- 林業：RSPB 在林業管理是相當活躍的，同時協助維護與增加生物多樣性上有許多實務的經驗。
- 水和濕地：RSPB 在水政策工作上是很活躍的，可以提供野生生物與人適當的水，濕地是敏感的棲地，可以被大片土

地的使用而破壞。

- 野鳥和法律：所有的英國野鳥是受到法律的保護。
- 野生生物和保育：RSPB 所作的是創造和管理自然保護區以幫助鳥類和其他野生生物；這樣的方式是經過不斷與政府及其他重要的影響者對許多有影響的議題進行辯論；另外，也和其他組織合作預防有任何活動或傷害環境。

RSPB 的保育行動是根據最佳的科學知識，由廣泛的研究計畫去監測鳥類的數量和鑑定有難的物種；RSPB 尋找最有可能的保育方式去標定英國野生生物的存在點，透過立法和加強場址的安全管理，鄉野法案始得未來英國和威爾斯的野生生物更安全，但是在蘇格蘭和北愛爾蘭仍須努力。

土地使用上的許多改變會影響英國野生生物，特別是在南部；房屋建築、土地乾化和農耕方式的改變迫使野生生物減少。英國保育區是混合式的，既保護棲地，也保護新的物種，或改善野生生物的生活地；例如，陸上的蘆葦可供鳥類棲息，或荒地可供夜鶯或雲雀棲息。

RSPB 在英國各地設置的保育區是濕地棲地，並且適合家庭參觀蘆葦、開放水區域和牧場可以吸引許多不同種類的鳥，包括一些珍貴的鳥類，可以提供最好的環境教育機會。(有關英國皇家野鳥協會網址 <http://www.rspb.org.uk/>)

這一次活動參觀的濕地保育區是在倫敦近郊北邊的棲地叫做 Rye House，這塊濕地屬於官方指定的「自然風景保護區」，土地所有權大多數是泰晤士水公司所擁有，一部份是 RSPB 所擁有的，還有一部份是私有土地捐贈；正如前段所敘述泰晤士水公司對使用土地進行棲地保護計畫，因此，每年泰晤士水公司捐贈一筆費用給 RSPB 作為維護管理基金；這塊保育區的設置規劃是開放式的，沒有設置鐵欄、圍牆或鐵門等，以凸顯戶外的休閒空間，但是在門口有設立解說牌，說明保育區的範圍與功能設置，在保育區內除了

保存自然棲地與野生生物外，同時還保存了一座古蹟，具有自然與文化的功能；為使保育區具有環境教育的功能，保育區內設置有解說看板（生態說明）、賞鳥屋（避免因近距離觀賞而打擾鳥類的活動）、雨水收集池塘（雨水含低營養成份，另外泰晤士水公司污水處理廠的水流經區域內的水溝含有高營養成份，學生可以在雨水池及水溝各種植植物以比較養分對生物生長情形的影響）；保育區內的硬體設施有一個很重要的特色是，所有的看板、椅子、柵欄等設施，主要是以木材這樣的天然材料去做設計考量，避免與背景環境互相衝突而影響野鳥及野生生物的棲息，行人步道的設計主要是以碎石



粒作為材質，這樣不但可以與環境相容合，而且還可以避免為興建步道而砍伐地上植物，破壞土壤成份，整體的設計規劃是以環境為考量，而不是為吸引訪客而做方便性的考量。（劉佳鈞局長）

## 專題七、英國廢棄物管理機制、當前技術、法令與發展

英國自十年前柴契爾夫人推動政府施政私有化後，英國所有的衛生掩埋場全部為民營。環保署制定廢棄物管理機構、衛生掩埋場管理評鑑之制度，以不定期之方式前往評鑑，依據評鑑結果要求衛生掩埋場管理者改善，若不改善，情節重大者得以撤証處分甚至起訴，並依據評鑑結果，訂定未來三個月之評鑑方式及頻率。

英國廢棄物管理協會 (IWM) 為結合工程師、律師、專業人士組成，共同為廢棄物管理領域努力之民間團體，會員達四千三百多人，2000 年經費約二百三十萬英鎊，約新台幣壹億壹仟五百萬元，具有全球規模排名第二的廢棄物管理專業圖書館。該會與企業間之活動係肩並肩 (Arms-Length) 之合作關係，對於政府政策法規研修亦提供相關意見。該協會每年舉辦多場研習會，討論會，訓練課程，等相關活動，亦發行多種期刊技術論文等；對於廢棄物管理法令制度之人員素質、清理技術之提昇、實務標準之改善均有相當之貢獻，亦為英國環保署重要之民間資源。

依據英國廢棄物管理協會提供之統計資料，英國一九九八年廢棄物總量為四二四〇〇萬公噸，其中可控制廢棄物(即行政立法下規範之廢棄物)二二五〇〇萬公噸，佔五三%，包括家戶垃圾、商業廢棄物、工業廢棄物、建築廢棄物、污泥等，另外不可控制廢棄物一九九〇〇萬公噸，佔四七%。關於可控制廢棄物之處理以衛生掩埋為主，佔 58%，其次再利用(26%)，再使用(11%)，焚化廠/能源回收僅佔 1%。令英國焚化廠僅十三座。反視我國，地狹人稠，衛生掩埋場一地難求，所以廢棄物處理政策是以焚化為主，掩埋為輔。

自污染控制法於一九八九年通過，環境保護法一九九〇年通過，家戶垃圾清除機構數量逐年增加，一九八七年約三十家，一九九五年達二三〇家。關於民營之廢棄物管理機構至二〇〇一年八月約八十家，以年營業額 500 萬英鎊以下佔大多數，約四十五家，營業額 1 億英鎊約三、四家，主要為跨國廢棄物管理機構。反觀我國至一九九〇年六月，廢棄物清除機構有一七三〇家，處理機構有九

十一家。

## I. 英國廢棄物管理機構所扮演的專業角色

### ■ 針對 IWM (Institute of Waste Management) 廢棄物管理協會介紹

#### 1. 簡要介紹

- (1) IWM (廢棄物管理協會) 是英國國內唯一結合廢棄物管理、技術相關人士，共同為廢棄物處理努力的基金會。
- (2) 與商業活動成為「肩並肩」(Arms-Length) 之伙伴關係
- (3) 獲英國女王頒發皇家憲章

#### 2. 成立目標

- (1) 提升廢棄物管理專業人員程度
- (2) 增進環保教育、研究與知識水準
- (3) 精進實務標準

#### 3. 組織架構

- (1) 由會員互選代表管理
- (2) 五個委員會，明確分工
- (3) 執行委員會
- (4) 專業附屬委員會
- (5) 會員包含專業人員、科學家與工程師
- (6) 目前會員約 4300 名，大多來自政府企業以及公、私機構  
-- (公部門 51%、私部門 44%、非受僱人員 5%)

#### 4. 會員與其背景

##### ■ 受僱部門

- (1) 廢棄物製造業
- (2) 廢棄物收集回收業
- (3) 廢棄物處理業
- (4) 廢棄物分解業
- (5) 交通運輸業
- (6) 車輛機具設備業
- (7) 採礦業

- (8) 設備供應業
- (9) 地方權威人士
- (10) 中央政府
- (11) 顧問公司
- (12) 環保律師
- (13) 學術機構

■活動領域

- (1) 收集與清運業 26%
- (2) 掩埋處理業 18%
- (3) 減量回收業 13%
- (4) 法規研修 13%
- (5) 設備供應業 10.5%
- (6) 處理及焚化業 6.5%
- (7) 政策規劃 6.5%
- (8) 其他服務業 5%
- (9) 廢棄物生產者 1.5%

■職務分析

- (1) 負責人 21%
- (2) 總經理 13%
- (3) 經理 20%
- (4) 資深技術員 20%
- (5) 技術員 13%
- (6) 管理人 5%
- (7) 其他 8%

■會員層級

- (1) 學生會員
  - ① 技職學生 (高職/專科)
  - ② 大學生
  - ③ 研究生

- (2) 執業人員
- (3) 一般會員 (含團體)
- (4) 同業研究員

■一般會員資格

- (1) 年滿 25 歲
- (2) 適度成就 (含學術)
- (3) 4 年經驗
- (4) 通過業務訓練與專業考評

■會員領域

- (1) 純科學—化學、生物、物理
- (2) 工程—土木、機械、化學、電機
- (3) 地理與地質
- (4) 人類學、生物學、生態學
- (5) 環境工程與科學
- (6) 企管、經濟、法律

■協會營運情況

- (1) 會址位於英格蘭 Northampton
- (2) 38 位工作人員 (含 31 位全職人員與 7 位兼職人員)
- (3) 9 位具專業服務人員
- (4) 以「肩並肩」方式處理協會營運

5. 經費來源 (1999)

會費	£ 369,000	\$ 528,000
舉辦會議	£ 190,000	\$ 272,000
展覽會	£ 822,000	\$ 1,175,000
研討會	£ 37,000	\$ 52,000
訓練課程	£ 310,000	\$ 443,000
期刊與其他出版品	£ 375,000	\$ 536,000
其他	£ 28,000	\$ 40,000
總計	£ 2,131,000	\$ 3,046,000
2000 年經費	£ 2,302,000	\$ 3,292,000

6. 會員活動與服務

- (1) 舉行年會
  - ①750 代表參加
  - ②8000 名參訪者參觀
  - ③研習會
  - ④建立獨特網狀系統的機會
- (2) 研討會或研習講習
  - ①全國性
  - ②地區性
  - ③特殊議題
  - ④新一代族群
- (3) 五特殊議題小組
  - ①熱處理
  - ②廢棄物管制
  - ③回收再生
  - ④垃圾收集及清除服務
  - ⑤醫療廢棄物
- (4) 業務訓練課程
  - ①包括 34 項子題
  - ②2001 年已排定 98 天訓練課程
  - ③專業輔導
  - ④評估 CAT 企畫
- (5) 資格審查
  - ①在大學、研究所舉行學術研討會
  - ②管理者標準
  - ③全國高等標準 HNC (High National Certificate)
  - ④學位
  - ⑤畢業後研究
  - ⑥遠距教學單位
- (6) 期刊



- ①月刊
  - ②技術論文
  - ③新設備產品
  - ④產業訊息
  - ⑤分類廣告及就業機會
  - ⑥目前有 25000 位讀者
- (7) 科技新知
- ①每四個月發行一次技術論文
  - ②經作者授權之評論發表
- (8) 圖書館(全球排名第二之專業圖書館)
- ①開放於 1987 年
  - ②約 17000 個出版品
  - ③有技術官員協助
  - ④影像、圖片收集
  - ⑤檔案資料分區
- (9) 商業訊息
- ①提供商業小手冊
  - ②集會出席
  - ③與大學生晤談
- (10) 科技導覽
- ①每二個月發行一次
  - ②會員工作小組利用
  - ③遍及各業
- (11) 最近發行刊物
- ①優良廢棄物管理實用訊息
  - ②環境清運工商名錄
  - ③醫療廢棄物管理
  - ④垃圾收集系統
- (12) 準備發行刊物

- ①材料回復設備
  - ②民眾便利
  - ③最佳價值提升 (Dec.2001)
  - ④廢棄或淘汰車輛 (2002)
  - ⑤廢棄物運輸
  - (13) 接受專業諮詢
    - ①專業先驅
    - ②解決會員糾紛
    - ③對於修法、立法提供意見
  - (14) 機具設備展
    - ①主辦年度展覽
    - ②歐洲首屈一指之展覽
    - ③區域性車展
  - (15) 專家登錄
    - ①每年出版刊物
    - ②約 50 位專家顧問
    - ③簡要能力聲明
  - (16) 仲裁服務
    - ①有糾紛時，向社會提供仲裁諮詢服務
7. 2001 年假日訓練課程
- (1) 一般課程
    - ①廢棄物處理介紹
    - ②協助合約議定
    - ③媒體處理
    - ④準備地方性內需
    - ⑤推行廢棄物管理業
    - ⑥處理受污染土地
    - ⑦工業有害廢棄物管理
  - (2) 立法

- ①責任範圍
- ②廢棄物處理執照廢止
- ③IPPC 及廢棄物工業
- ④COTC 候選人規定
- ⑤包裝廢棄物法規
- ⑥特殊廢棄物法規
- ⑦一般廢棄物法規
- ⑧廢棄物管理設施許可
- ⑨操作污染風險鑑定(OPRA)
- ⑩健康與安全

### (3) 收集與清運

- ①垃圾棄置法規管理
- ②堆肥利用
- ③有效回收
- ④醫療廢棄物管理
- ⑤垃圾收集及街道清潔管理
- ⑥回收實務與時機
- ⑦運輸管理
- ⑧運輸法規

### (4) 垃圾掩埋技術

- ①先進掩埋沼氣管理
- ②基礎掩埋氣體管理
- ③地質及掩埋場
- ④滲出水監測
- ⑤垃圾掩埋場維修與復育
- ⑥垃圾掩埋不透水阻水系統
- ⑦垃圾掩埋氣體有效管理
- ⑧有效垃圾掩埋氣體及地下水監測

## II. 英國廢棄物處理業

### 針對大英國協範圍內的廢棄物處理討論

#### 1. 大英國協簡介

- (1) 範圍：英格蘭、威爾斯、蘇格蘭及北愛爾蘭
- (2) 面積：94241 平方英哩
- (3) 人口：約 6000 萬人

#### 2. 英國國會組織簡介

- (1) 上議院（選舉產生）
- (2) 下議院（世襲）

#### 3. 英國境內廢棄物量統計（1998）

項目	百萬公噸/年	百分比（%）
家戶廢棄物*	30	7
商業廢棄物	26	6
工業廢棄物	51	12
營建廢棄物	72	17
污泥	46	11
可控制之廢棄物量	225	53
農業廢棄物	85	20
礦區廢棄物	114	27
不可控制之廢棄物量	199	47
總計	424	100

廢棄物處理市場 40 億英鎊/年(約 60 億美元)

備註：1. 可控制之廢棄物係指在行政立法規範之廢棄物

2.\* 家戶廢棄物每年約成長 3%

#### 4. 家戶垃圾與環境維護

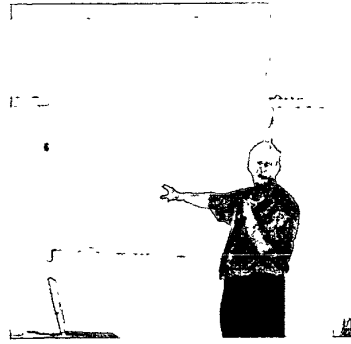
##### ■ 義務與責任

##### (1) 地方政府--（亦可委託辦理）

- ① 廢棄物收集
- ② 街道清理
- ③ 任意棄置者管制
- ④ 資源回收

##### (2) 縣政府--（管理 7-8 個地方政府）

- ①廢棄物處理
- ②巨大垃圾處理
- ③策略與政策
- ④規劃處理
- (3) 獨立當局
  - ①首都政府—於英格蘭
  - ②地方政府—於蘇格蘭及威爾斯



Mark Gibson 授課情況

### 5. 工商廢棄物

■ 工商廢棄物應為企業體之責任

### 6. 廢棄物組成比例與處理方式

■ 家戶垃圾

項目	英國 (%)	地中海西岸—黎巴嫩 (%)
紙類與卡紙	33	3
有機廢棄物	20	70
塑膠	11	10
玻璃	9	6
金屬與罐頭	8	6
紡織品	2	1
其他(含水率低15-10%)	17	4
	100	100

■ 可控制廢棄物處理

項目	百萬噸 (MT)	百分比 (%)	
填土掩埋	130	58	
再利用	59	26	
再使用	25	11	
包裝物等		9	4
金屬物		16	7
焚化/能源使用	2	1	
其他處理方式	9	4	
合計	225	100	

## III. 廢棄物法令規章

### 1. 法令訂定沿革

- (1) 污染控制施行法 1989
- (2) 歐洲廢棄物架構草案
- (3) 環境保護法 1990
- (4) 廢棄物管理許可規則 1994
- (5) 環境法 1995
- (6) 特殊廢棄物規則 1996

## 2. 增修法令與定法原則

### ■ 增修法令

- (1) DEFRA (先前的 DoE) 通告
- (2) DEFRA (先前的 DoE 技術文件
- (3) 內部 (環境署) 準則

### ■ 定法原則

- (1) 任何人不可違法丟棄廢棄物，建立「愛護」責任 (Duty of Care)

文件：

- ① 提供書面證明
- ② 廢棄物妥善貯存，委託合法之清除機構，送至合法處置場

③ 任何違反文件所述，都是違反法令

- (2) 建立污染者付費原則 (Polluter Pays Principle)

## 3. 違反廢棄物管理者之處罰

### ■ 環境保護辦法於 1990 年通過

- (1) 廢棄物無論有意或無意棄置，均為犯罪行為得起訴
- (2) 違反許可證行為得撤證
- (3) 不當貯存、處理廢棄物因而造成對環境污染或危害公眾健康均為犯罪行為

## 4. 許可證管理機構與申請、審查、規範、發放方式

### ■ 廢棄物管理機構

- (1) 必須依法取得廢棄物管理許可證

- (2) 有 45 項特殊許可，鼓勵廢棄物生產者回收再利用，從小（玻璃被回收）到大（土地再利用）
- (3) 必須注意環境保護、公害安全

■ 許可證申請方式

- (1) 填表、繳費
- (2) 申請人必須具合格身份（fit & proper 合格人士），環保機關不得任意拒絕申請，除非具體證明對環境危害
- (3) 許可證核發後，土地所有人得提供具體要求

■ 合格人士

- (1) 無犯罪紀錄
- (2) 規劃能力與承覽業務能力
- (3) 繳交財務保證金

■ 規範許可之場址

- (1) 危害評估（OPRA）
- (2) 2 個項目評估
  - ① 對環境之影響
  - ② 過去表現

5. 廢棄物對環境的影響評分與管制方式

■ 危害評估：環境評估（影響評分之因素）

- (1) 設施形式
- (2) 廢棄物輸入
- (3) 控制與牽制要求
- (4) 近似住所
- (5) 地下水分類
- (6) 地表水分類

■ 危害評估：操作評估

- (1) 針對前 3 個月之結果加以評比
- (2) 檢察官評分：簡單倍數法

(3) 廢棄物對環境的敏感度

- ①掩埋處理有害廢棄物 60分
- ②掩埋處理工業廢棄物 15分
- ③掩埋每年53噸以上 20分
- ④掩埋每天50公噸以上 2分
- ⑤對附近居民之影響、對地下水之影響 (150分)

■ 危害評估：來源需求

- (1) 有嚴重危害，分數達150分者，可選擇掩埋
- (2) 依據評鑑結果，訂定未來三個月之評鑑頻率
- (3) 一般評鑑需事先通知，若有陳情或特殊情形可不經通知逕行前往評鑑
- (4) 若下次再不改善—書面警告；再不改善—3倍分數；再不改善—暫時中止許可證或撤證，同時評估起訴

6. 強制執行手法

■ 強制執行依據相關法令施行

- (1) 適度的調查期間（每一危害評估案件）
- (2) 通知必要依據
- (3) 執行起訴
- (4) 移去合格人士資格

7. 廣義的許可考量

- (1) 修正性：環保署基於環境保護與人民健康之依據可隨時修訂法條
- (2) 移轉性：在環保署的許可下，許可證得以轉移
- (3) 讓渡性：許可證無終止期限，其必須採讓渡方式處理—操作者必須證明通過完整的規範

8. 特殊廢棄物規章

- (1) 應用於有害廢棄物
- (2) 增修規範（腐蝕性、輻射性廢棄物）
- (3) 增收罰金（違法處理特殊廢棄物者得處五年以下有期



徒刑並科罰金，罰金不受限制)

9. 其他規定

- (1) 包裝義務 (包裝廢棄物可以回收再利用之比例)
- (2) 污染預防與控制
- (3) 汽車製造商應於產品回收方面提出貢獻
- (4) 未來農藥廢棄物可以納入可控制之廢棄物 (張皇珍局長)

## 專題八、淺談英國廢棄物處理政策

英國現今百分之八十的家戶垃圾以掩埋處置，僅有百分之九之生垃圾回收再利用或堆肥化，而百分之八的垃圾以焚化處理進行能源回收。然而，由於英國掩埋場逐漸飽和，而其他適宜之掩埋場址尋覓不易，未來廢棄物處理政策將逐漸由現今低成本的掩埋處置轉型，生垃圾將以回收再利用或資源化處理。掩埋場僅收受不可回收或不可燃之廢棄物及焚化後之飛灰底灰之用。去年英國政府所定未來之廢棄物處理處置策略，為 2015 年前百分之 33 廢棄物應以回收再利用或堆肥化處理，百分之 67 應以資源再利用（焚化能源回收）處理。

最佳的廢棄物處理策略為“不產生垃圾”，然而由於工業文明，在此目標無法達成的前提下，英國政府面臨每年以百分之 3 之垃圾增加量，必須尋求有效且具備可行的廢棄物處理策略。從環境保護及自然資源的觀點考量，垃圾回收再利用及廚餘的堆肥處理，確實為最佳之廢棄物處置策略，也無庸置疑政府應將此策略列為首要執行重點。然而，家戶產生之廢棄物畢竟無法百分之百回收再利用及堆肥處理，世界已開發國家之大都會區回收再利用及堆肥處理之垃圾很少達 50% 以上。細觀英國家戶垃圾之組成 32.5% 為紙類、30.3% 為廚餘及花園枝葉、12.7% 為塑膠、4.67% 為織品、4.2% 為玻璃、3.7% 為鐵類金屬、1.4% 為非鐵類金屬、10.6% 為其它。對於現今僅 9% 之垃圾回收再利用及堆肥處理，未來廢棄物再利用仍有很大的努力空間，在垃圾回收及堆肥處理未達理想之前，資源再利用的廢棄物焚化處理能源回收，將來在英國逐漸將扮演重要的角色。因其具減少生垃圾直接進入掩埋場，提昇掩埋場之處理年限；降低火力發電廠煤及石化燃料之使用，減少二氧化碳空氣污染物之排放；減低生垃圾直接進入掩埋場，經生物分解作用後未回收甲烷氣溢放，所造成溫室效應等優點。然而一般民眾疑慮焚化爐運作後，所產生排放廢氣將對人體健康造成之衝擊，英國由於嚴格之環保標準把關，焚化爐之廢氣污染物排放量已比 1992 年減少 90% 以上；而針對民

眾聞之色變之戴奧辛，亦定訂有與國內相同之嚴格標準。以位於倫敦南方之 SELCHP 焚化爐而言，該廠需操作 120 年其戴奧辛排放量才相當於千禧年時倫敦市 15 分鐘煙火燃放產生之戴奧辛量，而焚化爐附近之居民擔心之交通運輸問題，可經詳細的規劃減輕衝擊。

國內由於環保意識逐漸抬頭，一般民眾及環保團體對於環境保護及自然資源有相當程度之珍惜及執著。國內之垃圾處理策略，由於掩埋場土地之取得不易，未來生垃圾未經資源回收，亦應逐漸減低其直接進入掩埋場之量。在環保單位積極推動廢棄物回收再利用及廚餘回收的同時，不得不在考量垃圾焚化處理能源回收之選擇時，應審慎以工程最佳可行技術，以降低焚化後對於環境之衝擊，並應將正確的訊息傳遞給民眾，並於廠址選定之過程鼓勵民眾之參與。(葉琮裕組長)

## 專題九、英國 Brogborough 垃圾掩埋場沼氣發電廠

### 壹、前言：

今天英國政府管理廢棄物無單一正確的方式，大部分百姓同意英國政府需要採用一種整體研究方法；使適合英國政府對環境的選擇性廢棄物混合管理的選擇權及使適合於必需處理的廢棄物。英國政府的目標必需發展一套永續廢棄物管理方式，這些廢棄物處理決不能由下一代承擔。

選擇廢棄物管理的選擇權，必需考量下列很多因素：

- 一、廢棄物的組成與質量
- 二、地方特性及運輸成本降低
- 三、為了再生物質接近市場
- 四、系統的經濟

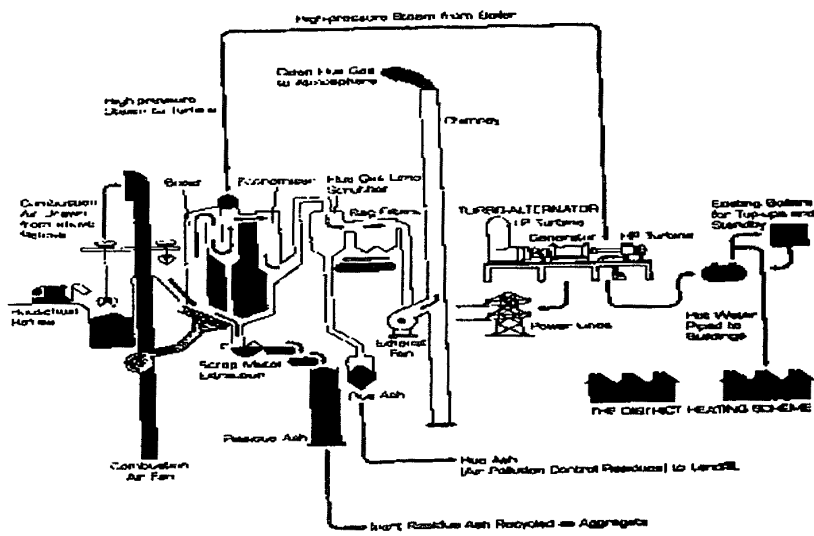
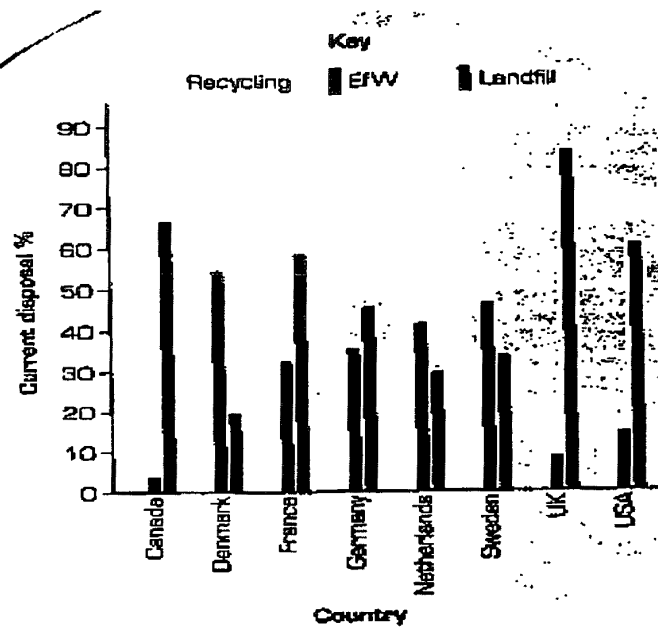
上述因素的系統性的考量當做廢棄物管理策略的發展，有助於決策過程中最適當的選擇。

英國人每天都使用能源於家庭的暖爐、洗衣及烹煮食物，但英國人知道家庭暖爐及烹煮設備來自於瓦斯或石油，但不知燈光、電視及洗衣機所使用的電力如何產生，當然這些來自於煤、石油、天然氣、核能及新的產物。

英國每年家庭廢棄物產生 2,700 萬噸，可以產生 1,700 萬瓦電力，足於供給 270 萬家庭用電，目前英國僅利用 2,700 萬噸的百分之十一廢棄物，產生 190 萬瓦電力，僅供給 30 萬家庭用電。

今天的英國每年有 250 萬噸家庭廢棄物在 10 個焚化爐(如圖一) (EfW=Energy from Waste) 燃燒供電外，尚有三座焚化爐興建中，興建完成後英國有 13 座焚化爐，焚化容量僅佔家庭廢棄物及一般事業廢棄物的百分之二，超過百分之九十以上容量皆以掩埋場掩埋為之(如表一、圖二)。

表一：各國採用回收、焚化、掩埋場比率



圖一：Efw 剖面圖

EfW 所排放污染物質  $\text{CO}_2$ ， $\text{SO}_2$  及  $\text{NO}_x$  比使用煤、石油及瓦斯發電所排放污染物質更易於減少污染物質，加上歐盟訂定排放標準來管理 EfW 排放污染源，因此 EfW 對永續廢棄物管理佔了一席重要的貢獻。

EfW 在整合廢棄物管理策略中提供很多利潤，為何？英國未採用 EfW 前市場資源回收很不理想，使用 EfW 後，就回收成千上萬噸的鐵及非鐵的金屬物質，其燃燒後的灰在建築工業上當做一種惰性的建築材料，而且儘量避免處理灰的需要性送到掩埋場掩埋，經驗上而言，歐盟國家指出 EfW 和高回收率是愉快地共存（如表一）。

EfW 可以提供下列益處：

- 一、能夠提昇回收率
- 二、降低不可回收廢棄物的體積
- 三、能夠使掩埋場更易於管理
- 四、再生能源
- 五、是成本效應的
- 六、是高技術的及易於管制的
- 七、提供長期的安全性

來自廢棄物的能量是什麼？其中有很多方式由廢棄物回收能量，包括：

- 一、掩埋場瓦斯：

收集及使用來自掩埋場場址廢棄物衰變所產生的甲烷氣，掩埋場甲烷氣能夠被使用運轉馬達、點燃鍋爐或乾燥爐產生電力。

- 二、厭氣消化：

當有機廢棄物在無氧環境中分解可捕獲所產生的生物瓦斯，厭氣消化使用一種密閉系統所有生物瓦斯被收集做為燃料。

- 三、廢棄物衍生燃料

轉換可燃性廢棄物部分（諸如紙類、塑膠類）成一種燃料，這些可燃性廢棄物將被貯存運送或直接地使用在 EfW 場址產生熱或能量。

#### 四、焚化爐使能量再生

在複雜的焚化爐中焚化混合廢棄物放出熱利用在熱水及電力，自發電廠捕獲的廢棄物熱量，非常適合 EfW 技術及增加最大回收價值。

上述所提廢棄物產生能量又當做一種燃料，因此由 Entec 公司安排參觀英國 Northampton 的 Brogborough 掩埋場沼氣（甲烷）發電及掩埋場實況。

#### 貳、內容

自英國倫敦搭車 2 小時抵達英國 Northampton 的 Brogborough 掩埋場場址，其距離倫敦 50 英哩左右，掩埋場場址面積約 200 公頃（如照片一、二、三），總掩埋高度 17 米，不加不透水布，主要掩埋場底下有一層黏土層（clay layer），其使用年限自 1983 年開始至 2008 年止，掩埋場掩埋物質分為家庭廢棄物、工業廢棄物及經前處理完的廢液，依廢棄物特性分區掩埋，另外尚有深層掩埋（特殊有害物質）。

掩埋場上裝置氣味及臭味檢測器（如照片一），皆符合國家排放標準，主要符合百姓對掩埋場的要求。掩埋場上有五個人工湖，以防止暴雨量，並採百年防汛。為監測地下水是否遭受污染，有 24 口井長期監測，監測項目為溫度、BOD、氨氮、PH、SS、重金屬等十二項。掩埋場滲出水採用返送方式處理，並不經廢水處理廠處理。掩埋場每公頃裝置 3 口沼氣井。掩埋場仍需向政府申請執照，掩埋完成後回歸自然植草地或種樹各佔一半面積。

該掩埋場由於交通方便，每年處理 22,000 萬噸廢棄物，由於掩埋容量大，年限 25 年，沼氣量大，因此設置沼氣發電廠（如照片四、五、六），該廠採用全自動控制，無人操作，若有問題再由工程師負責整修。

該廠分成四部機組，（如照片五），二部小型機組每小時各發電 200 萬瓦，二部大型機組，每小時各發電 700 萬瓦，沼氣由掩埋場

沼氣井收集，通過加壓後（如照片六）進入發電機發電，發電機經柴油啟動，再由 92% 甲烷氣及 8% 柴油燃燒發電，使用率達 96%，並將此發電量接到國家發電廠供英國人使用。

沼氣發電廠排放氣體符合國家標準，其標準如下：總有機炭：10mg/m<sup>3</sup>，懸浮顆粒：10 mg/m<sup>3</sup>，HCl：10 mg/m<sup>3</sup>，HF：1 mg/m<sup>3</sup>，SO<sub>2</sub>：50 mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>2</sub>：350 mg/m<sup>3</sup>，Dioxins：0.1x10<sup>-6</sup> mg/m<sup>3</sup>，Hd+Tl：0.1 mg/m<sup>3</sup>，Hg：0.1 mg/m<sup>3</sup>，其他金屬：1.0 mg/m<sup>3</sup>

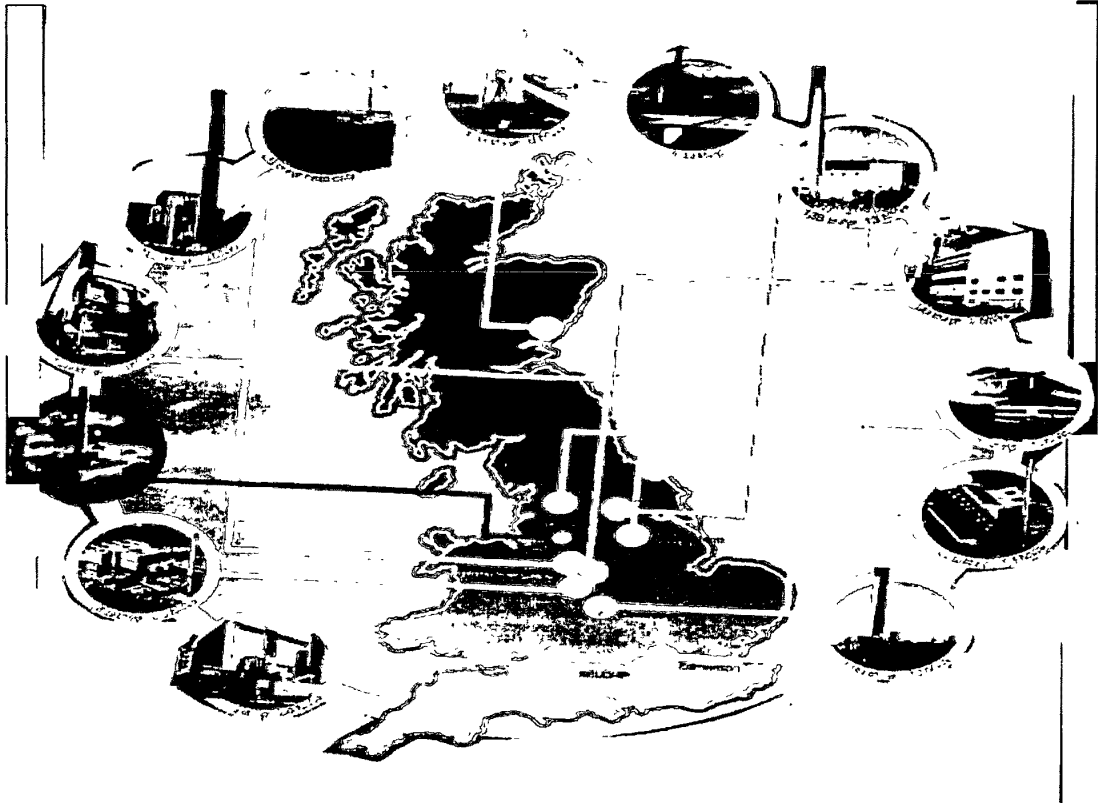
上述所列項目除了 Dioxins 一年監測乙次外，其他項目每季監測乙次，其中總有機炭、懸浮顆粒、HCl 及 SO<sub>2</sub> 採連續監測。

### 參、結論

依據 1998 年英國統計全國每年廢棄物產出量（家庭、商業、工業、建築、污油、污泥、農業及工礦業等）42,400 萬噸，可控制廢棄物量 22,500 萬噸，佔 53%，無法控制廢棄物量 19,900 萬噸，佔 47%，其中以農業及工礦業無法控制外，其他都可控制，回歸台灣廢棄物的處理，由於行政院環保署成立專案小組上網申報，並以六聯單控制廢棄物的產出、流向等，已獲得較多的改善，但仍然無法解決問題，主要尚無法有一場超過 200 公頃的掩埋場掩埋，甚至台灣的焚化爐尚無法完全解決廢棄物（一般事業廢棄物）的產出量，因此仍待各主管機關共同努力，才能有效地解決一般及有害的事業廢棄物。

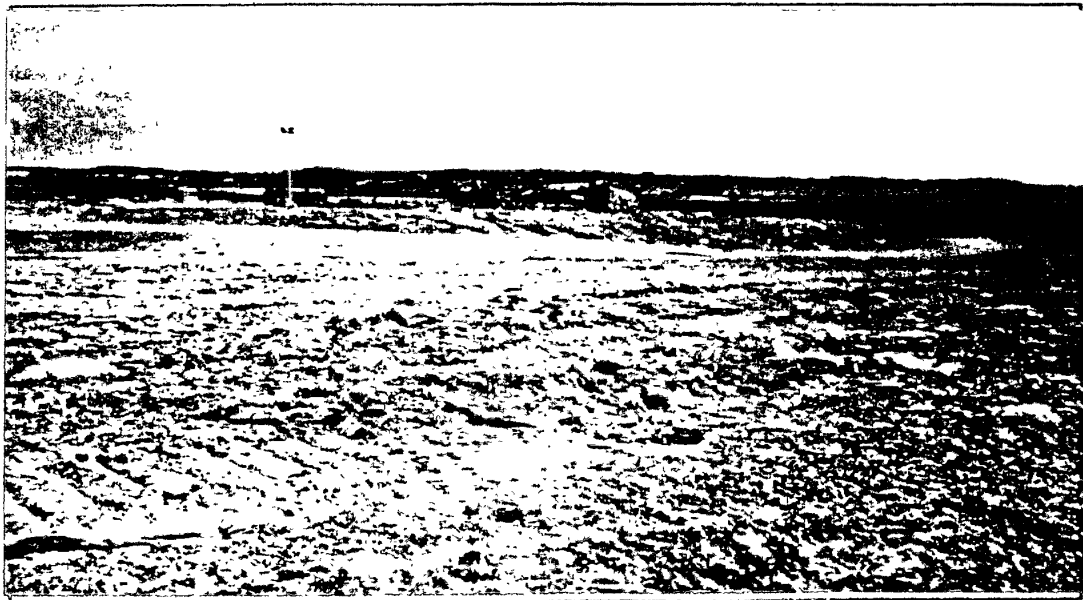
沼氣發電係一種較無污染的燃料，又可提供國人用電，由於台灣地狹人稠，土地昂貴，百姓環保意識高漲動不動抗爭之下，無法取得大面積土地當做掩埋場，足於提供大量的甲烷氣發電，雖然目前台灣的台北市、台中市研發沼氣發電，其發電量應屬有限，因此期盼行政院環保署未來能規劃較大型掩埋場時，仍能以沼氣發電為輔，有效利用甲烷氣。（蔣萬福局長）





圖二：1999年六月英國存在的焚化爐和興建中的焚化爐

照片一：Brogborough 掩埋場場址



照片二：掩埋場復育及沼氣收集管情形



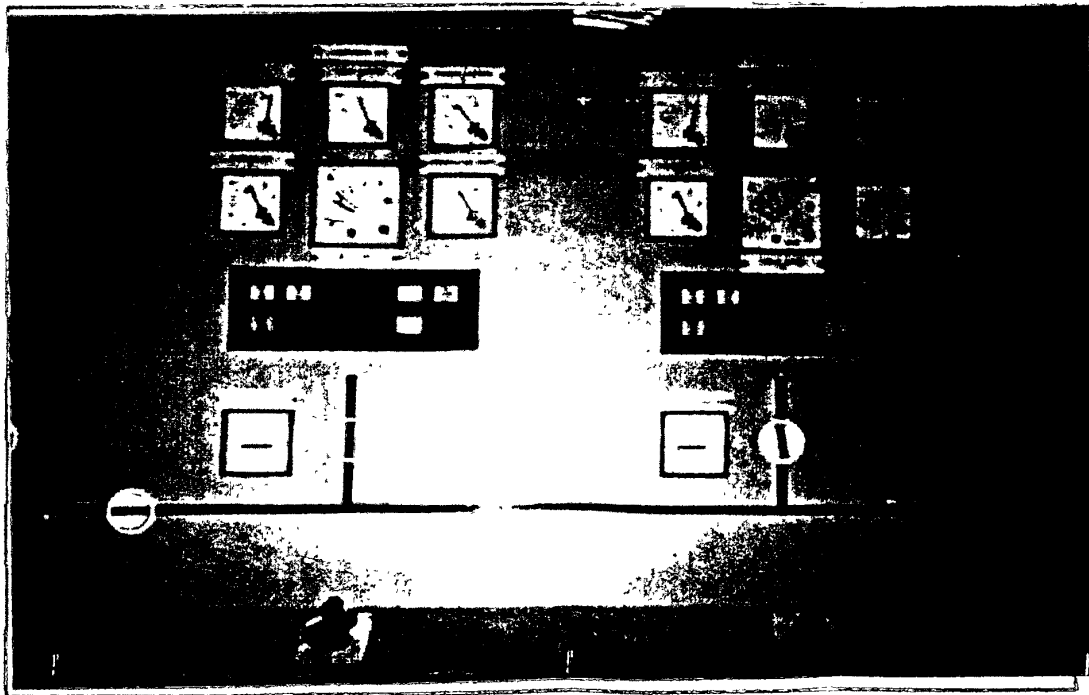
照片三：Brogborough 掩埋場及沼氣收集管



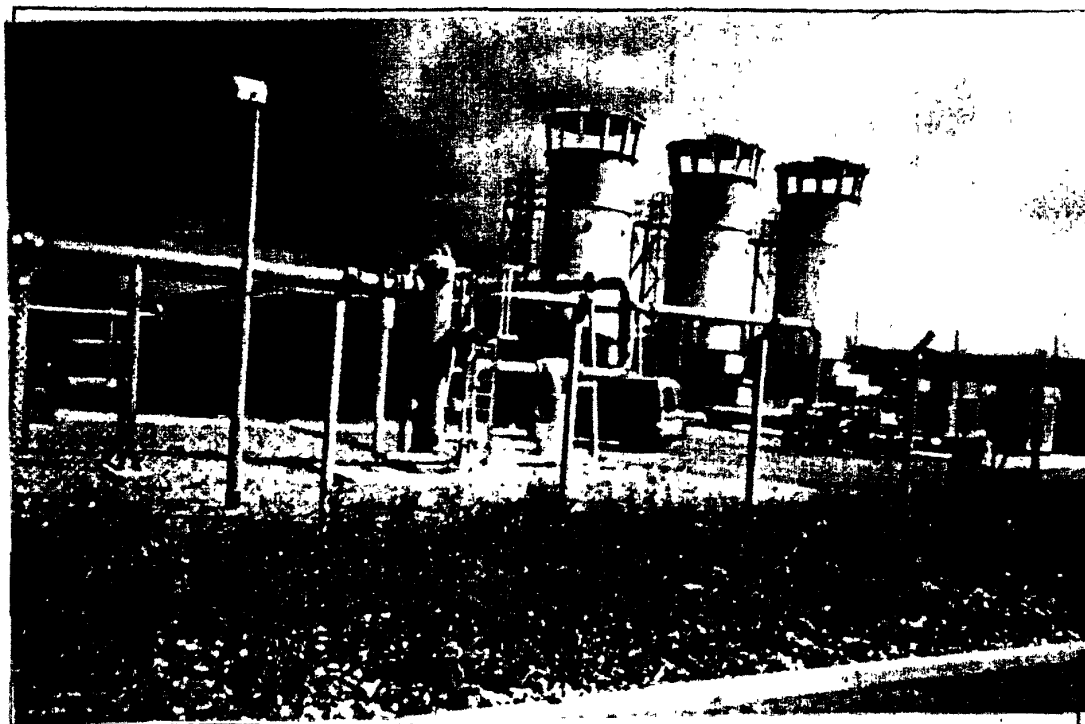
照片四：沼氣發電廠外貌



照片五：沼氣發電廠各機組儀控



照片六：沼氣收集設備加壓站



## 專題十、土壤污染處理

本次考察主要研究土污染處理課題為英國 1800~1920 年煤氣場。英格蘭之煤氣業，處理方式乃是運煤後將煤加壓處理成煤氣供民眾使用，並提供製程中的副產品如焦煤、硫酸、硫酸銨等副產品。英國氣候潮濕，於土壤復育必須確保溫度條件符合，才能選擇條適合的處理方式。

處理方式的選擇基本上以廢棄物的最小化及土壤之再利用的商業價值，為主要之考量。基本上處理方式可概略分成現場處理及離場處理兩類。

於處理過程中，需注意幾點有關健康及安全部分的問題：

- 一、處理過程中不可以吸煙。
- 二、場地須有車輛，以備不時之需。
- 三、不可用手指去碰觸處理中的改良土壤。
- 四、若有緊急狀況發生時須立即離開現場。
- 五、須穿著防護衣。
- 六、須穿著反光背心。
- 七、現場須提供橡膠鞋。

土壤復育工程的第一階段需先花六個月進行環境調查，於復育技術發展部分有：一、清除掩埋物，二、生化處理法（利用為生物分解有害物質），三、HCs 法。

以生化處理為例，土壤上方須做集水層，底部須鋪設類似不透水布，且 C:N:P 比維持在 100:10:1，若否則須視需要性添加添加物，且處理完的土壤須運到別處。每星期維持一至二次的翻堆，其主要目的在增加接觸面的發酵作用，於整個過程中須注意溫度部分，其外部溫度約介於 30~40°C 間，內部卻可能達到 50°C，最高甚至可達 54°C。通常採用 24 小時監控它的溫度及其他環境監測值，因為過高的溫度將會導致土壤生化處理微生物的死亡，整個處理方式作用時間約需五星期。

本次土污處理研究課題以 Lattice 公司處理煤氣場污染問題為研

究對象，Lattice 管理公司成立於 1800 年。於英國，處理煤氣的場地約有 1000 多個，場地的分配與人口分布相關。場地處理的方式分為兩大類：一、離場處理；這方法對環保而言並非最好的方式，但費用低廉。二、生物復育法；此費用未必比土地掩埋法貴，以生物復育法而言，處理一公尺立方土壤約需 30 英磅，而掩埋處理法約需 60 英磅，焚化處理法則須達 100 英磅，生物復育法唯一的缺點為耗時較長，須達 3~6 個月之久。

以 Lattice 公司處理 Basford 約 19 英畝的煤氣廠事件為例，這廠址經過初步的調查發現以粒狀物最大宗，Lattice 公司便決以洗土作業作為清理這場地的最佳方式。在進行挖掘工作前，先進行密集的研究，以 10m 為一標記單位貫穿全場地。根據數據之記載，建立了一個土壤模型，而且根據物理及化學特性將挖掘物質分成十一類，以選定適當的處理程序處理他們。洗土作業方式是透過沖洗大型微粒表面將細微物質和粗大物質與殘餘的污染物微細碎片分開，這步驟同樣能使在土壤內部之有機物質例如木屑及泥炭塊等浮起。在廢棄物減量技術方面，洗土作業自這場地減了相當多車次貨車的量。經過需回填回挖掘處之乾淨土方換算證實，在 Basford 這減少量估計約有 18000 至 5000 車次。

以另一 Lattice 公司於 1994 年在 Willoughby Lane 有七公頃的地方處理案例而言，這案例顯現的問題提供了英國目前在土壤復育課題上政策及策略的擬定參考，並進一步成為證明的報導工具。

因為 Lattice 公司、地方上環境組織及媒體的通力合作，於 1994 年成功的提高了公眾對此一事件的注意力，並且由於他們的合作，成功贏得公眾的信心，使此場地於復育工作完成後，在 1998 年八月三日正式開放成地方額外之公園設施。在處理過程中，因廠址緊鄰住宅，故必須對土壤復育過程中污染物來源的潛在路徑及其對區域環境的潛在影響做一風險評估考量，這些考量包括了例如灰塵的產生源及地下水移動路徑等。

由這處理過程中發現，原來的土地擁有者（煤氣場）對土壤復

育過程中，污染源的尋找可以發揮極大的助益。而與附近居民的連動方式亦為此事件成功的主因，以本案例而言，處理公司以信件方式提供處理過程中充分的資訊與約 500 名房屋擁有者，並提供影印本與居民，且於聯絡中心設立提供居民對相關事件疑問處的釋疑的途徑。此信件不僅提供了居民復育計畫相關資訊，並同時取得居民移走場地週遭樹木的同意，且同時告知了計畫預完成時間，以取得居民的充分配合。復育工作執行期間，約有 35000 噸受污染土地傾倒於許可的掩埋場。

由以上案例可知，土壤污染復育計畫執行過程中，不把不可避免的聲音和這計畫引起的轟動當回事，且和廠址附近的居民保持良好的互動包括定期提供更新的訊息，以減輕居民的疑慮等，應為相關計畫執行過程中須注意的部分。(顏嘉賢局長)

## 專題十一、土壤污染處理整治實例

本次考察主要研究課題為土壤污染處理問題，以 Lattice 公司處理的煤氣場污染問題為研究對象，Lattice 公司成立於 1800 年，主要是發展煤氣工業及煤氣的儲存運輸工作，處理過的煤氣場址約有 1000 多個場址，而場地的分配與人口分佈有相關性存在。

在此以 Lattice 公司處理 Standeredge Park Tipton 場址為例，以前在 Black Country 地區，Tipton 煤氣廠是此地最大規模的煤氣廠，在結束開採後此地變成人煙稀少之地，但隨後於 1991 年整治完成以後，復於 2001 年此地建造了 400 棟的大樓，此整治及修復工程受到了當地的政府及民眾的歡迎及讚同，成功地整治處理 Standeredge Park Tipton 後，此地成為所有廢棄物場址更新、整治的一優良式範場址。

而另一案例 Oystermouth Road Swansea 場址的整治，最初是利用電腦連線處理作業及實地之田野調查來做場址調查，再試圖於地下深 14.7 公尺處鑿孔來鑑定是否有污染物流入地下，隨後將所採集之樣本送分析實驗室分析其化學成份；Oystermouth Road Swansea 是一個位於 Swansea 中心城鎮，為原始的煤氣廠開發地，最後於 1998 年時利用 1.3 百萬美金來完成土地之整治工作，且於 2000 年跟隨著 TESCO 的開幕，將此地帶來了新的生命及商機，而且 TESCO 亦成了此地的新地標。跟隨著此商場開幕，再將此地帶來了新的商機且提供了此地民眾上百萬的工作機會，讓曾經被遺忘了好幾年的廢棄場，又再度展現了無限的生機。

本次的考察亦參觀萊提斯房地產公司的樸茨茅斯開發場址，此開發場址污染面積大約有 7.5 公頃，在做開發整治時因土壤之臭味會影響人體，造成人體的不適，所以在進行挖掘工作時，工作人員應作好防護措施，如帶安全面罩等。因為開發場址很接近住宅區，而且污染物大都為有機揮發物質，所以被污染的物質必須先經由前處理後才可回填，致於無法現地整治的物質如受到 PAH 污染的有機污染黏土層、地下水抽除處理後等物質等，則必須送至掩埋場掩埋。



在整治的周圍必須進行焦油、粉塵、石棉等監測工作，VOC 則每天用手動二次監測，目前完成整個工作需要花費 350 萬英磅，且處理是否完成是以技術專家來認定其最後使用的區分而定，而不是以零污染為準則。對於二公尺深被污染的地下水在進行整治工作時，地下水經沉澱池以後，再經由可移動廢水處理設施處理；而被污染的土壤經挖除再以分類來進行後續的處理工作。

污水處理設施之流量為每小時 15 立方公尺，第一層為沉澱池，第二層為移動式廢水處理設施（經費約需 2 萬英磅），而其處理之流程為初沉→沉澱池→濾砂層活性碳吸附→後再送到污水下水道或以澆灌用水。值得注意的是，在做整治工作時有時必須做三公尺高的隔音牆來防止噪音的產生，且在其上方亦可豎立管狀物，再噴上香水來改善附近的空氣臭味問題，而土塊經分開篩選污染物後再用以回填或是再利用處理，但土質之 pH 值應符合 EPA 檢測標準，且整治場址應鋪設不透水布，俾逕流水的收集。

一般生物處理受到下列條件所影響：(一)溫度(二)二氧化碳濃度(三)氧氣。而控制微生物最佳溫度為 50°C，外部溫度為 30°C，微生物未加外來的菌種時若含水率超過 50-60%則會下降處理之效果，因為生物處理方式對於有無氧氣的供應非常重要，所以必要時要翻動土壤使污染物獲得充足的氧氣。

一般來說，生物處理方式較便宜，土壤處理地點較適宜，加熱處理污染物則每一立方公尺處理費需 30 英磅，現地焚化處理方式比較貴，處理 1 立方公尺費用要 100 英磅且會造成空氣污染等問題，掩埋方式處理每一立方公尺需 60 萬磅的費用。(林榮和局長)

## 專題十二、污染土壤現地玻璃化處理技術

土壤污染的案例再度成為媒體的焦點，如屏東縣的銅木瓜、雲林縣的鎘米等。除應配合農政府機關勸導農民休耕外，後續的土壤整治復育應循土壤及地下水污染整治法積極進行。近來歐美國家對於污染土壤的復育逐漸採行現地（In-situ）整治技術。玻璃化

（Vitrification）技術已運用在含戴奧辛及重金屬之焚化爐灰渣的後續處理、有害廢棄物及含放射性物質污泥的處置，經由熱解作用可將此些棘手的廢棄物轉換為可資源利用之石材原料。而針對污染場址復育方面，玻璃化現地整治技術亦逐漸受到青睞。

現地玻璃化整治流程，在確認污染土壤中所含之污染物種類後，通常將四支石墨電極置入土壤形成一正方形整治區域。土壤玻璃化的深度取決於電極的長度及可供應的電力。土壤在置入電極並通電之後，逐漸被電力所轉換之熱能升溫並熔融，一般土壤可被加熱到攝氏 1,600 至 1,800 度。最後在斷電後，受熱土壤逐漸冷卻而呈現玻璃化狀態。現行玻璃化技術可產生重達 1,400 噸的土壤玻璃結塊，而處理深度可達 20 英尺。現地土壤玻璃化整治法，若針對有機性污染物如非水相液體（NAPL）包括三氯乙烯、四氯乙烯（DNAPL）及 BETX 等，則應於處理範圍上將揮發之廢氣收集並處理以減少二次污染，因土壤在玻璃化過程，有機污染物常會被熱解而轉換為汽相排入環境中。至於對於如受鎘、銅等重金屬污染之土壤，此些污染物會存於經玻璃化作用後的土壤玻璃結塊中，一般而言土壤在經玻璃化的過程後其土壤孔隙幾乎完全消失，因而受污染之土壤體積可減為原有之 20~50%，大大減少後續若需進行土壤移除時之工程及處置經費。

一般而言，土壤玻璃化處理優於傳統整治法之優點包括：（1）玻璃化技術可同時整治含有機、無機污染物之土壤；（2）玻璃化技術可現地處理無需將大量污染土壤移除，而進行玻璃化處理之土壤，可選擇留置於原地，無需進行移除亦無污染物滲漏之問題；（3）玻璃化之處理技術花費取決於電費，一般而言，其整治花費為（每

噸 250~700 美元，若以每千瓦 0.07 美元電費計)。

在土壤及地下水監測基準及整治標準及污染整治費收費辦法等草案相繼出爐之際，環保機關已積極制定土壤及地下水污染整治法相關子法，期使土壤及地下水污染控制架構及早確立。玻璃化處理技術不僅提供未來土壤整治復育另一可採行之最佳技術。近來民眾抗爭焚化爐興建，針對環境影響評估中，對焚化爐產生含有戴奧辛及重金屬之飛灰底灰之後續處理處置技術之質疑，亦提供一工程上之最佳處理替代方案。(葉琮裕組長)

## 專題十三、英國油污處理專責單位：石油洩漏反應有限公司

### (Oil Spill Respose Ltd, OSRL)

由於一般大眾對於環境問題的察覺和關心，所有的石油洩漏事件，總是引起新聞的高度討論。油污處理專責單位須具備石油洩漏反應及處理能力，不論何時何地發生意外事件，它可以既快速又專業地處理這些緊急事件。石油洩漏反應有限公司 (Oil Spill Respose Ltd, 以下簡稱 OSPL)稱他們能提供許多套裝設備，有特殊需要時，這些套裝設備都是以貨櫃的方式運送的，以便易於運輸、避免天候的損害、方便存放及易於佈署，這些套裝設備的使用必須有適當的訓練，以便有效地自行或協助當地工作人員處理洩漏事故及具備反應能力。

OSRL 位於位於英國 Southampton 港，佔地 3.5 英畝，宣稱是全世界最大的三級石油洩漏反應設備的儲備組織。這家公司全年 365 天，24 小時提供服務，並且聲稱可以應付世界上任何地方發生的意外，OSPL 原先在 1980 年由英國石油(BP)公司建立的，初始的目標是在調查石油對水的影響。自 Torrey Canyon 油輪洩漏意外事件後開始發展適當的收集技術，隨著更多的公司參與這項努力工作，在 1985 年轉變成有限公司，目前是 27 家石油公司的合作公司，並且是以非營利事業為營運準則，為石油業工作，每個組成公司每年捐給 OSRL 一些經費，經費額度同時也反應著每家公司的規模，每家公司在 OSRL 董事會都有一席董事名額。在洩油事件中，發生事故的公司使用的設備和技術，需要負擔額外的費用。截至目前為止，在其他的工業中，尚無類似 OSRL 服務方式為石油工業服務的組織。

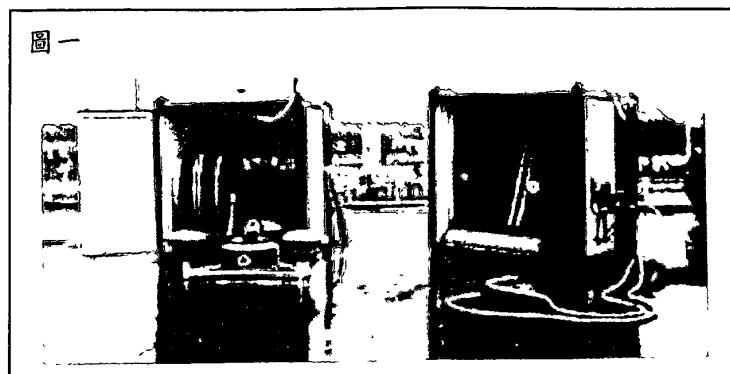
當 OSPL 一接到通報電話時，首要做的就是建立以下的資料：此事件是「哪家公司」的、\*「哪種油洩漏」、+「何時發生的」、!「位置在哪裡」。接著反應工作人員開始移動套裝設備，動員出發到洩油地點協調清潔工作。OSRL 擁有一台「Hercules」的飛機，它可以載運 21 公

噸的設備，包括其自行研發的 ADDS 系統（空中分散劑釋放統），因應洩油地點提出的需求，如船、起重機及所有的設備都整集完成，小組成員即進行協調適當的封鎖和清潔計畫。例如發生在巴西的 Guanabara Bay 油污事件，燃料油從地下輸油管洩漏，當地是一處環境敏感性的紅樹林區，他們在 24 小時內租了一架 707 飛機，裝載 17 噸事先包裝好的設備、貨櫃，載運一組人員至巴西，在海灣開始進行海岸線和空中的勘測，並且將保護攔油索放在海灣的水路入口，以保護紅樹林，配合協調當地 1600 個工人付出的努力，針對已經到達陸地的油污所造成之海岸線污染進行徹底清潔工作。

每一個油污事件都是不尋常的，因為每個事件都構成嚴重的環境威脅，對當地而言都是持有的，必須注意當地特有的特徵。有效的反應取決於意外事件的計畫、訓練和經常性的練習，花大部分的時間對相關人員進行訓練、計畫和練習是絕對必要的。當海岸發生漏油事件，必須要有海洋專家參與當地清潔工作的會議。在油污事件中，應立刻派遣專業人員到現場，並聚齊處理設備，確定時機，使用在正確的地點。在一場意外事件中，當地會僱用相當多的人力，勞力並不是問題，更重要的是提供操作層次上的專門技術知識。

另外後勤問題也是非常重要的，為了爭取時效性，OSPL 特別設計許多適合模組包裝的洩漏反應設備，這些模組套裝可利用船貨或貨運飛機上的貨物空間來運輸，可以更有經濟效益的方式運送設備，或者，根據需要運送個別的單元設備到現場。套裝設備可以發展成近海或外海的用途，如下所示：

外海：



OSRL 新的支援外海鑽探工作套裝設備，分裝在兩個貨櫃裡，每個貨櫃有不同的作用。其中一個貨櫃終場包括了 400m 的外海攔油索，和其他的輔助設備（如風車），這些設備放置於船上時，可以節省甲板上的空間。同樣的，對撇除系統而言，它亦有屬於自己完整的支援設備，包括必要的發電機、軟管捲線車和抬舉傳動設備。

近海：



近海反應套裝設備則需要較大的貨櫃，這類設備典型的組成包括：臨岸攔油索、海岸密閉攔油索、和輔助設備及一艘小船，以便在需要的時候協助佈署設備。此外，亦可能包括撇除系統、真空系統和吸附劑等回收設備，對一件立即的污染反應事件而言，將需要提供這些所有的設備。(何俊杰局長)

## 專題十四、英國在處置油品及化學洩漏事件中政府所扮演的 角色

### 一、污染控制區域

英國本土面積將近 480,000 平方公里，污染控制區域向東以北海鄰接挪威、瑞典、丹麥、德國、比利時及法國的污染控制區域，向西鄰接愛爾蘭的污染控制區域，整個污染控制區域向外延伸 200 海哩進入大西洋，涵蓋愛爾蘭的北部及南部。

### 二、The Maritime and Coastguard Agency (MCA) 簡介

英國海域的航運量非常可觀，特別是往南（英吉利海峽）及往東方向；此外，北海北方有大規模的油氣開採，而多數的鑽探井位於英國水域。因此，英國可說是擁有廣大且繁忙的污染控制海域，對意外傾洩事件的監督與處置需要與其他歐洲國家的密切合作。

在英國負責上述工作的是海防署（Maritime and Coastguard Agency），成立於 1998 年，由海洋安全署及海岸巡防署合併而成，總部設於 Southampton，雇員人數超過 1000 人，並支援約 3000 名海岸巡防隊員。因應任務上的需求，全國海域劃分為四區，而轄下設置二委員會，包括「海洋安全及污染預防委員會」（the Directorate of Maritime Safe and Pollution Prevention）及「海洋作業委員會」（the Directorate of Maritime Operations），其中後者之工作執掌涵蓋五個部分，包括反污染(counter pollution)、調查(survey)、查驗(inspection)、執行(enforcement)及搜救(search and rescue)。

#### ◇ 查驗

負責對本國及使用英國港口的船隻進行特定目的、非定期的查驗工作被。

#### ◇ 調查

為懸掛英國國旗的船隻（營運及建造中）提供調查服務，包括船隻建造、安全配備、污染預防措施等之檢查。

#### ◇ 執行

負責英國商業航運與反污染立法。

#### ◇ 搜救

可動用之直昇機達 12 架，其中有 4 架直接隸屬海防署，2 架隸屬皇家海軍，6 架隸屬皇家空軍。作業範圍 180 海哩，並具有夜間飛行能力；日間可在 15 分鐘，夜間可在 45 分鐘內到達現場；每次可營救 16-18 人。其他設備包括救生艇、近岸救難船等。

#### ◇ 反污染

此部門的成立最早可追溯到 1967 年，當年因一艘油輪擱淺在英吉利海峽西側入口，超過 100,000 噸原油流入英吉利海峽，造成英、法二國海岸線的污染，後來更因驅油劑的使用導致情況惡化，原因是原油與驅油劑結合反而使得對環境的毒性增強。英國政府也試圖以投彈的方式讓海面的漏油燃燒，但亦未成功。此一事件使英國政府意識到設置一專責單位來規劃、處置、預防此類意外事件得需要性。

反污染部門所扮演的角色除能立即投入事件的處置，亦需負責預防工作，以降低意外事件發生的機率。在事件的立即處置方面，需要維持處理海洋及海岸線污染所需的設備庫存；此外，此部門提供有關救難的建議規劃，使政府得以獨力的評估救難計畫，並確保最佳的策略被採用。在預防方面，主要致力於透過調查與檢驗制度，提升船舶的安全性，另亦透過國際合作以尋求處置類似事件的最佳策略；此外，藉由飛機的巡邏偵察，亦可有效的搜尋及蒐集有關海洋污染的證據，對防止污染的發生及船難的立即處置有極大幫助。

對於較大規模的事件，英國政府與許多民間業者簽訂合約，以便在需要時提供專業的支援，主要包括工作人員、搜救飛機、緊急拖救船。

### 三、政府在救難工作上的角色

政府在此方面扮演積極的角色，當考慮進行救難作業，SOSREP(the Secretary of States Representative)開始負責審視評估整個計畫，對於可能導致污染的高風險計畫有權力加以否決；此外，



SOSREP 亦有權主導指揮港口的作業，以便救難工作順利進行。總之，SOSREP 對於船難事件有高度的作業決策權。

船難事件的處置需要在完全控制與瞭解的程序下進行，亦即每個參與處置事件的人員都必須瞭解自己所應扮演的角色，因此必須發展出一套辦法，將整個標準作業程序文件化，並定位每個工作人員的角色。

#### 四、清理責任

在外海的污染，中央政府有責任加以處置；而港灣、儲油設備及近岸設施也必須在其能力範圍內，協助處置及清理污染。若污染發生在海岸線或在港口之外，則地方政府有清除污染的責任。

#### 五、洩漏分級

對於需要處置的油品傾洩意外分為 3 級，1 級屬於小規模洩漏，只需最小的清理動作；2 級屬於中度，可能需要專業支援，一般可由港灣單位獨立處理；3 級屬於大規模外洩，需要政府介入處理。

#### 六、處置費用

1、2 級由地方當局及港灣單位先負擔處置費用，3 級由中央政府負擔；然在事件處理完畢後，政府得要求污染者付費。

#### 七、油品溢洩處置方式

一般而言，在油污染發生後，會先以攔油索（booms）及汲油器（skimmers）回收漏油，再以除油劑噴灑以加速亂流混合作用，而吸油棉等吸附材料乃運用於汲油器無法使用或小規模之油污染帶。  
(李穆生局長)

## 專題十五、談油污染緊急應變

海上漏油污染意外事件無法避免，如何在意外發生後黃金時間內採取緊急應變措施，以減輕對海洋生態及沿岸資源之衝擊，有賴於平日海洋污染應變系統的軟硬體建立及完整的人員培訓。大體而言，海洋污染應變計畫常涉及天候如風速及風向、海洋水文如潮流、自然環境及人員安全危害程度、污染之種類及程度輕重、及國內和國際海洋污染法令等議題。

國際上常以意外發生之情況將緊急應變劃分為三級，第一級(Tier 1)針對港灣岸邊設施小規模的洩漏；第二級(Tier 2)針對一般地區較大規模之洩漏；第三級(Tier 3)針對需國際援助之敏感地區重大污染洩漏事件。完整的緊急應變計畫應根據可能發生的洩漏的大小及頻率加以分析，並包括自然資源之危害及需保護的優先順序、海洋污染防治組織、設施、裝備、人員之資料庫建立及管理，以因應緊急狀況應變之用。平日定期針對應變計畫之人員訓練及演練亦屬重要。此外，包含通報(notification)、評析(evaluation)、處置(response)、清理(clean-up)、媒體溝通(communication)及事件結案(termination)等步驟之操作手冊亦應建立。電腦模式之輔助運用，有利於緊急應變計畫之操作執行，尤其對於模擬預測漏油之流向和沉降及可能對環境之衝擊，可提供有關之訊息。

意外洩漏的緊急應變採行，常取決於洩漏物的種類；以油污染而言，輕油常很快揮發並溶解，而原油則較難分解。通常油洩漏後，由於油黏滯度的差異會分散成不等的油污帶，由於風力及海流的亂流混合作用使油污帶中油滴逐漸與水混合產生乳化作用。從油洩漏後由自然之風力及海流所產生亂流混合，有助於洩油之生物氧化、溶解、乳化及沉澱等分解作用。一般所使用的除油劑(dispersant)乃用以加速如風力及海流所產生之亂流混合機制。一般而言，在油污染發生後，會先以攔油索(booms)及汲油器(skimmers)回收漏油，再以除油劑噴灑以加速亂流混合作用，而吸油棉等吸附材料乃運用於汲油器無法使用或小規模之油污染帶。

從希臘籍阿特斯號污染墾丁龍坑油污染事件之始末，凸顯海污染防治法施行後油污染緊急應變之重要，未來除積極統合國內公私之油污染設備、添購所需緊急應變設備、並建置資料庫外，亦可藉與國際相關機構合作，以加速國內海洋污染技術之研發及人員訓練。(葉琮裕組長)

## 專題十六、PCBs 處理場(倫敦 SELCHP 焚化爐)

英國目前共有 13 座焚化爐，SELCHP 焚化爐(SELCHP Incinerator, London)是位於倫敦東南方的乙座。該廠係由業主(Owner)與操作商(Operator)運作經營，自 1994 年 2 月建廠迄今。目前可處理量為每年 420 萬噸(實際處理 250 萬噸)為全英第二大廠，僅次於 Edmonton 的 600 萬噸/年，處理範圍包括三個地方政府轄區。環境影響評估及政府環保標準是很重要的環節。建廠時間二年多(26 個月)，由於入廠道路暢通，道路兩側淨空，即便是入廠高峰時間亦不會塞車，平均入出廠只要 8 分鐘。工程本身及與當地團體之協調是兩項很成功的工作，在當地成立焚化爐監測小組每年召開四次會議，也不斷檢驗環評(EIA)承諾事項。

附近民眾所關注的事項為：

- (1) 空氣品質
- (2) 對居民健康之影響
- (3) 載奧辛排放
- (4) 氮氧化物
- (5) 對農作之影響

該廠每年垃圾處理收入約 14.3 百萬英磅，發電收入 5.4 百萬英磅，操作費 12.2 百萬英磅。

從廢棄物回收能源(recovering energy from waste) 即 EFW (Energy from Waste)的概念 EFW 泛指由廢棄物處理物處理過程回收能量，其正向功能包括提高效能、降低污染物溢散以及降低成本。就焚化處理而言，不但可以減少廢棄物體積，尚可減少掩埋空間 90% 以上的消耗，所回收之能量發電可減少石化燃料發電，間接減少空氣污染量。

在英國目前百分之八十的家庭垃圾(household waste)是掩埋(landfill)，百分之九回收或混合堆肥(compost)其餘的百分之八才焚化。但歐洲立法將來將減少掩埋，在西元 2015 前，要回收再利用百分之三十三的廢棄物，創造百分之六十七的回收價值。

## 英國一般家庭垃圾之內容

項	目	百分比(%)
紙張卡片	(paper and card)	32.5
廚餘庭院垃圾	(kitchen and garden waste)	30.3
手術垃圾	(plastics)	12.7
紡織品	(textiles)	4.6
玻璃	(glass)	4.2
鐵製品	(ferrous metal)	3.7
非鐵製品	(non-ferrous metal)	1.4
雜項	(miscellaneous-shoes , dust , stones , etc .)	10.6

註：資料來源:Project Lntegra,1999

## 英國廢棄物焚化設施管理法規

### 1. 政府環保單位之權責範圍：

- (1) 許可
- (2) 諮詢
- (3) 技術評估
- (4) 立法與政策
- (5) 裁決

### 2. 強調相關部門的諮詢與透明公開化:

- (1) 由健康安全局、食品標準局、健康管理局、地方主管單位提供諮詢。
- (2) 公部門、利益團體、地方自治區會議、決策文件(法規)..等資訊公開。

### 3. 如何訂定環保法規？

- (1) 參考英國空氣品質標準
- (2) 對健康風險評估之判斷
- (3) 考量是否為最佳可行之技術
- (4) 參考專家學者之意見
- (5) 參考輿情民意反應

#### 4. 對違法(環保法規)者之處理:

- (1) 依空氣污染管制規範。
- (2) 評估其所產生之影響程度。
- (3) 可能採取之處理方式:警告書、強制執行通知、禁止書、起訴。

#### 5. 整合性污染防治與控制(IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control):

由於英政府實施以排放量為導向之污染防治控制規範，對工業產生相當的影響，也建立以環保為核心的工業思維。

- (1) 適用工業:產能工業、金屬工業、礦業、化工業、廢棄物處理廠、其他(如製紙、屠宰、食品等)。
- (2) 配合削減排放量、減少廢棄物回收再利用、以最佳可行之技術預防污染、節約能源消耗減少工安事故、保持穩定之操作狀況。
- (3) IPPC 係為達環境之永續發展。

#### 空氣品質監測(Air Quality monitoring)

由 AEA(國際科學與工程服務機構)簡介空氣品質服務，其簡介之前，先讓我們瞭解 EA(Environment Agency)2001 年至 2002 年的相關政策。首先 EA 強調經由水、土地、空氣的整合性管理達到永續發展的目的，而所謂永續發展(sustainable development)是指提供現在與下一代更好的生活品質。

有關焚化爐及由垃圾所產生之能量(EFW:Energy from Waste)，在 1996.3.22 EA 的前身 HMIP 提出對 IPC 的評估 BPEO(Best practicable Environment Option)，所謂 BPEO:

- (1) 定義:係指對一個既定的目標在一個可以接受的成本下提供最大的環境利益，最少的環境損害。
- (2) 步驟:
  1. 界定目標

2. 多種選擇
3. 評估選擇
4. 評估結果
5. 選擇 BPEO
6. 查驗 BPEO
7. 實行與監測

#### **SELCHP 焚化爐設施參觀：**

該廠經 ISO 9002 認證，受環保署(Environment Agency)監督管理與監測。自認在品質管理架構，管理與人員方面是具有高水準的。係 1994 年建廠。

設計量 2,000 噸/日，實際處理量 1,500 噸/日，每爐約處理 650 噸左右，歲休期間垃圾則轉入掩埋場(Landfill)。

與該焚化廠長期合約者之垃圾處理費每噸 30 英磅(約新台幣 1500 元左右)，短期合約則 40~45 英磅。相較於掩埋費用則每噸為 20~25 英磅。底灰入掩埋場，飛灰未作固化，供作道路給配。(謝季燕局長、徐和成局長)

## 專題十七、有害廢棄物的行政立法、管理及有害廢棄物焚化 爐的參觀

可寧衛公司在英國是一家非常有名之廢棄物處理公司，尤其專長於有害事業廢棄物的處理。

事業廢棄物為工業化國家難以避免的產物，而其處理方式以「熱處理」及「掩埋處理」為主要方法，另外為了避免造成二次公害及能源的浪費，英國政府訂立了嚴謹的管理有害事業廢棄物規範，值得注意的是，英國政府除了考慮英國國內的需求外，且還同時考慮遵守歐盟之更嚴格要求，在九月六日的研習中，讓我們有機會了解英國在有害廢棄物相關的行政立法及管理機制，並且讓我們有機會參觀以旋窯爐（Rotary kiln）來處理有害事業廢棄物之流程。

以下僅就所見習得之關資訊彙整臚列如下：

有關「有害事業廢棄物」立法的過程：

在政策上除須考慮國內的需求，且尚需考慮歐盟、國際公約及相關國際議定書之規定：

由於英國為歐盟之一會員國，在許多有關環境污染的規範上，皆與歐盟制定的環保护法規（如：IPPC，Intergrated Pollution and control）有密切的關係，甚而以為圭臬。

例如：歐盟在 1999 年就提出掩埋場處理之明確規範：

1. 所有廢棄物皆須過前處理過程「Pre-treatment」。
2. 禁止混合有害事業廢棄及一般廢棄物共同處理。
3. 禁止液體廢棄物進入至掩埋場處理。
4. 禁止且包含已經破碎之輪胎進入至掩埋場。

因此在歐盟中，有關環保的政策，皆影響及左右未來英國在環境保護的法律規定，如：英國即將在 2003 年禁止輪胎進入到掩埋場，2006 年禁止破碎後的輪胎進入到掩埋場裡。

有關英國在廢棄物處理政策有以下幾點特色：

- （1）污染者付費（Polluter Pays）



(2) 以最好的技術來控制工業排放的污染問題：其意為控制技術為主要考慮因素，而成本因素反而為次要考慮因素（best Available technology not entailing excessive cost, BATNEEC）。

(3) 自己要有處理廢棄物的能力。

(4) 嚴格的廢棄物運輸規則，如我國的有害事業廢棄處理六聯單之相關規定。

(5) 多元化的處理廢棄物：

廢棄物處理除了使用傳統的掩埋處理，還需努力使用各種方式來提昇廢棄物處理的層級及技術，如：回收（堆肥、能源轉換）、再利用（ Re-use）甚而達到廢棄物的減量及製造。

我想歐洲國家會禁止廢輪胎進入到掩埋場，想必是除了輪胎佔掩埋場空間外，輪胎本身既是可以回收再利用的很好能源，因此在英國的法律上，可以看到英國的法律除了考慮污染防治，還提昇至能源回收再利用的層面上。

**有害廢棄物焚化爐之規範及操作技術：**

(1) 循序漸進的遵守相關規範：

如從最早期 1906 遵循「THE ALKALI ACT」、2000 年遵循歐盟有害廢棄物焚化爐的標準「THE EUROPEAN UNION'S HAZADOURS WASTE INCINERATION DIRECTIVE (EU HWID)」，及到 2005 年將完全遵循歐盟所有的污染防治的標準。

(2) 廢棄物焚化爐的操作處理技術：

在英國現有 3 座有害廢棄物焚化爐，其中最大的一座即在今日參觀的可寧衛公司所擁有的焚化廠，其處理量為另外兩座焚化廠處理的總和量，其至今已 11 年的運轉時機、處理 60 萬噸的有害廢棄物及 120 萬桶液狀有害廢棄物，而其所處理主要的對象為不適合以掩埋處理之有害化學廢棄物，而其主要處理的方法，為將這些有害廢棄物在高溫的燃燒條件下，氧化成安定的物質，如：二氧化碳

及水。

而要達到良好的燃燒條件，其主要的影響因素有燃燒溫度 (Temperature)、燃燒的時間 (Time)、攪拌 (Turbulence)，此三項要素即我們所常稱的 3T，另外一項因素為過量氧 (Excess Oxygen)，參觀此座焚化爐後，其實感覺有害廢棄物焚化爐與我們國內現在正在做的一般家戶廢棄物焚化爐，基本上是大同小異，而其最主要的差別在於「爐溫」及「爐床的型式」，有害事業廢棄焚化爐的爐溫要求較高，在第一燃燒室控制在 1200°C 以上、第二燃燒室控制在 1100°C 以上，而處理一般家戶垃圾的焚化爐其控制溫度在 850~1050°C；有害事業廢棄物焚化爐一般使用「流體化床」及「旋窯爐式」，而處理一般廢棄物的焚化爐則使用「機械式爐床」，這一次我們參觀可寧衛公司的高溫焚化爐即是採用旋轉搖式 (Rotary type)，而其在操作的實績上，多氯聯苯 (PCBs) 破壞去除率可達 99.999996% (我國法規標準為 99.99 以上)，而其戴奧辛排放為 0.024ng/m<sup>3</sup> (遠低於歐盟 HWID=0.1ng/m<sup>3</sup> 的標準)，另外在有害廢棄物焚化爐在操作上亦有其限制條件，如：用桶裝車搜集有害液體廢棄物，是不能直接進入焚化爐處理，需經檢驗後及混入適當的助燃液，才送入爐體內，而像具有強烈反應性、爆炸性之有害廢棄物是禁止以焚化處理的。

參訪中，聽取了有關有害廢棄物的相關行政管理措施及參觀有害事業廢棄物焚化爐，我想與國內作一個比較，可以發現在環保法律及焚化爐操作技術上，基本上是各國大同小異，而讓我感受到最大的不同有以下兩點心得：

1. 相關環保法規訂立，不可閉門造車，需跟得上世界的潮流：

在全球經濟自由化的潮流下，環保問題非常容易造成另一種貿易障礙，且越來越多的國際環保公約，處處皆會影響到各國之權益，因此在今日的研習中，可發現英國處處以歐盟的環保法規馬首是瞻，因此我深深感受到，有關環保法規的立法，須隨時掌握國際上最新動態及情勢，訂立適合時宜及符合國際標準的最新環保規範，以創造我國進入相關國際組織有利的條件及形象。

## 2. 先進國家民眾較為理性面對焚化爐：

參觀的行程中，詢問了有關回饋金的相關問題，陪同人員起初感到相當疑惑及不解，事後經由說明後，才了解在英國當地，並沒有因建設焚化廠就必須提供回饋金的機制(據了解在德國也沒有)，頂多只有以較便宜的價格提供回收熱能所產生的熱水及暖氣，這也難怪他們聽到我們在興建焚化廠要提供一定比例經費，做為回饋設施感到訝異，由此可見，在一成熟民主的社會，其民眾似乎較能理性及務實的接受焚化爐來處理廢棄物，試想，如果在國內又興建一座如可寧衛公司規模的有害事業廢棄物焚化爐，不知政府要花多少回饋金及時間，才能興建得起來呢?(戴文堅局長)

## 專題十八、觀摩有害事業廢棄物清除處理

### 一、前言

經濟和技術的發展，生活水準的提高，及有關基本的消費習慣的改變，使得英國的廢棄物產生量大大的增加。解決廢棄物的問題遂成為一個環境保護重要的工作。同時以資源回收和節約能源的觀點，廢棄物資源化有其特別的意義。

### 二、內容

英國於 1990 年公布一新環境保護法規，對於廢棄物之產出，加嚴管理，從此工業特殊廢棄物的產生者及處理者就被嚴格管制。為了解決有害事業廢棄物，一個綜合收集和集中處理及處置系統於是產生，可寧衛公司即在 20 多年前就已成立。同時英國政府亦推出「廢棄物處理方案」做為繼續推展的決定方針：

減少廢棄物的量和避免有害廢棄物的產生。

增加利用廢棄物。

廢棄物的無害化處理。

基於環境保護的需要，確立廢棄物處理原料和能源節約的觀點，例如包裝力求減輕重量，引導應用節省原料的金屬表面處理方法都是具有成效。

廢棄物處理是整體經濟的一部份：以個人經濟為出發點的行為比政府的管制措施還有效。這特別是在避免廢棄物的產生和廢棄物利用方面。迄今的經驗和成果顯示，英國政府所採取的策略是正確的，以強調市場經濟的方式去解決現有的廢棄物問題。英國政府及工業界經過多年來的努力在避免廢棄物的產生方面已有成果，除了現有的廢棄物處理問題以外，還產生了新的廢棄物問題，例如處理廢氣、廢水都必需重新考慮，以及從排煙脫硫和廢水處理廠產生的污泥都在廢棄物處理的範圍內。

英國的廢棄物處理政策方針是以衛生掩埋為主，並增加焚化和其他再利用處理的方式，對於有害事業廢棄物則以焚化方式為主，在英國，要尋找一個適當且為民眾接受的衛生掩埋場設置地點，已

越來越困難了。

過去 100 多年來，化學品製造和使用量增加，由於工業生產規模擴大，因此廢棄物數量也增大，許多物質不會在自然界被分解，或只能緩慢分解。藉助於進步的分析方法和危險性的檢查，更多的物質已經被認定為對人體健康有害和對環境危害，今天人們比以往更清楚的告知，廢棄物在那裡，最終結局為何？是否可被分解，會造成什麼危害？

在歐洲共同市場上市任何一種新化學物質之前，製造者或進口者務必向有關單位繳交包括化學物質試驗結果的一些項目，和製造（進口）量詳細數據，和這些物質將被利用的地方。物質的危害潛能愈大和使用量大，試驗的廣度和深度就愈大。預測大約有 50,000 種可用的化學物質存在於世界各地，大約有 3,000 到 5,000 種確定或對人體及其生活環境有潛在危險。

重金屬已被發現在所有原始礦物裡，提煉或使用那些礦物，其產生廢棄物若無適當處理，將導致那些重金屬污染環境，很多重金屬對人類、動植物均有毒性，而且可經由食物鏈到達生物體中累積下來。

重金屬可經由交通工具或工廠廢水排放到達土壤中，也可經由空氣沈降於土壤中，也可經由廢棄物，例如下水道污泥、農業、園藝、森林使用肥料而來。如果重金屬是由空氣中沈降，它將對最接近污染地區有較嚴重的污染，這尤其對污染地區同時也是農業地區將造成問題。

土壤酸性愈高，重金屬的危險性愈大，尤其是來自鎘、鉛和銅的危害，這是因為重金屬在酸性環境較易溶解，而容易被植物吸收。如果是食用植物，那危險性就增大了。有時植物本身的成長也受不利影響，酸性的空氣污染物(例如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ )增加土壤的酸性，使得重金屬的危害性也有相當的增加。

### 三、結論

英國的有害廢棄物之處理，現階段是以焚化方式為主，以可寧

衛(Cleanaway)公司為例，每年處理量約 75,000 噸，約佔全英國的有害事業廢棄物處理量的百分之五十左右，該公司對於委託其處理之有害廢棄物均予以分析其化學成份，以及其熱值，再分別予以貯存，焚化時再依爐體設計燃燒熱值予以調配，以自動化送料方式送入爐體內焚化，由於英國的各種污染排放標準亦甚為嚴格，故其焚化設施之污染防治設備亦甚為完備。有關廢氣的排放值如下之粒狀物質  $0.67 \text{ mg/m}^3$ ，總有機碳小於  $5 \text{ mg/m}^3$ ，一氧化碳小於  $20 \text{ mg/m}^3$ ，氯化氫小於  $1 \text{ mg/m}^3$ ，硫氧化物小於  $5 \text{ mg/m}^3$ ，氮氧化物  $205 \text{ mg/m}^3$ ，汞  $0.004 \text{ mg/m}^3$ ，砷、鉛、鎘、鈷、銅、錳、鎳、鈇、錫、銻等全部約  $0.096 \text{ mg/m}^3$ ，戴奧辛小於  $0.016 \text{ ng/m}^3$ ，多氯聯苯有效去除率為 99.999996%。

環保工作涉及之層面甚為廣泛，除了污染防治外，尚包括自然資源之保育、生態環境之維護等，於英國觀摩期間見其對河川水質之用心維護、飲用水之細心處理、濕地環境之經營、污染場址之整治及復育、交通污染之防制、公園綠地之普設，均使今日的英國環境煥然一新，足以見證經濟繁榮與環境保護應可兼籌並顧。

建議國內事業廢棄物或一般廢棄物之處理，應可比照英國，以設立、獨立組織之民營公司型態經營。以有效及徹底解決廢棄物問題。另水污染已可由污水下水道之方式解決水污染之問題，建請應加速推動興建。(許寬局長)

## 伍、建議

1. 國內積極推動之流域整治計畫，除進行傳統污水處理廠之基礎建設及養豬離牧策略外，英國泰晤士河流域管理之兼顧防洪、水權分配及生態復育的概念可參採，以成為更完整之流域管理計畫。
2. 河川水質改善生態指標物種的展現，比生化需氧量、懸浮同體等環工專業物化水質參數，更能使一般民眾體會到政府對河川整治的投資及努力，未來國內生態水質指標之建立應加速。
3. 英國污水處理廠產生污泥為符合國際公約禁止海拋後，將污泥以焚化方式處理並可回收電力。國內在掩埋場逐漸飽和，場址尋覓不易的窘境下，未來公有污水廠產生污泥先以焚化處理減量之能源回收方式可列為考慮之替代方案。
4. 英國的水事業近全面之民營化，不僅解決政府財政拮据之困境，亦提供民眾更良好的水質及供水服務。私有企業參與環保公共建設，國內焚化爐之興建已有成功案例，未來相關給水及廢水處理之公共建設應可鼓勵民間參與。
5. 倫敦近郊之人造濕地保育區，不僅提供河川及放流水水質提昇之功能，且成為野生生物及保育鳥類之棲地。國內在進行社區整體改造計畫時，可納入人造濕地構築之概念，不僅提供綠地及生態保護棲息地，並有提昇水體水質及空氣品質之功能。
6. 國內之垃圾處理策略，由於掩埋場土地之取得不易，未來生垃圾未經資源回收，亦應逐漸減低其直接進入掩埋場之量。在環保單位積極推動廢棄物回收再利用及廚餘回收的同時，不得不在考量垃圾焚化處理能源回收之選擇時，應審慎以工程最佳可行技術，以降低焚化後對於環境之衝擊，並應將正確的訊息傳遞給民眾，並於廠址選定之過程鼓勵民眾之參與。
7. 英國土壤及地下水法令執行之期程與國內土壤及地下水污染整治法之實施類似，未來兩國應可加強相關法令執行經驗之交流及整治技術之交換。英國土壤復育案例與廠址附近居民良好的互動包括定期提供最新訊息可供國內參酌。國內土壤及地下水監測基準

及整治標準及污染整治費收費辦法等相繼公告，其他相關子法亦應加速制定，以使土壤及地下水污染控制架構及早確立。

8. 油污染緊急應變除積極統合國內公私之油污染設備，添購所需緊急應變設備並建置資料庫外，亦應加速國內海洋污染技術之研發及人員訓練。