

行政院及所屬各機關出國報告

出國報告（出國類別：開會暨考察）

日本東京參加 2009 地球環境保護土壤、地下水淨化技術展暨參訪行程  
出國報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：楊宜寧助理環境技術師

派赴國家：日本

出國期間：98 年 9 月 13 日至 9 月 19 日

報告日期：98 年 12 月 15 日

## 出國報告摘要

- 一、 出國計畫名稱：日本東京參加 2009 地球環境保護土壤、地下水淨化技術展暨參訪行程
- 二、 出國人：楊宜寧助理環境技術師
- 三、 出國日期：98 年 9 月 13 日至 98 年 9 月 19 日
- 四、 出國行程與內容概要：

時間	工作內容
98.9.13	啟程，出發至日本福岡
98.9.14	參觀北九州市生態工業園區中心，及 Geosteam 公司設立於福岡北九州市多氣聯苯污染土壤淨化廠，由東芝公司課長鈴木聰先生及 GEOSTEAM 社長野口喜美夫先生等介紹，參訪熱處理污染土壤設施及相關廠區配置。當日搭機至東京
98.9.15	拜會土壤環境研究中心，由事務局長奧津道夫及村井行男先生出面接待，就日本土壤整治現況、土壤管理票及專業人員資格制度等議題進行請益。 拜會土壤污染對策法指定支援法人-財團法人日本環境協會，由總務部土壤環境課リーダ一兼普及課土壤環境リスク管理者三室かな江小姐等接待，就環境協會的工作進行介紹，並討論日本如何執行風險溝通。

時間	工作內容
98.9.16 至 18 (不含 17 日下午)	參觀 2009 地球環境保護土壤、地下水淨化技術展參展攤位，與包含清水建設、ECOCYCLE 公司、東芝公司、同和公司、鹿島建設、大林組、新日鐵等公司代表就其展出的土壤及地下水污染處理技術及相關設備進行了解。
98.9.17 下午	參訪土壤污染對策基金補助首例位於埼玉市(Saitama)土壤污染整治場址，該場址受高濃度含氯有機物污染土壤及地下水，本次參訪場址已接近完成整治，整治時程僅為 2 年。
98.9.19	返程，回到台北

#### 五、 行程成果評估及心得建議：

(一) 本次參觀展覽發現日本業者於買賣土地前自主委託專業人員執行污染評估，已有對於土地移轉需進行污染調查之觀念。另土壤污染對策法新修正規範需執行污染調查之土地移轉面積，財務法規配合國際趨勢逐步規範不動產評價中需列明環境負債。建議應可與國內產業加強宣導受污染土地為「負資產」概念，未來的財務報表趨勢走向不動產資產如有「環境負債」需對外揭露，業者如發現確有土壤地下水污染發生，應積極面對處理。

(二) 建議增加國內土地所有人諮詢土壤地下水污染調查及整治技術資訊管道，參考日本環

境協會經驗，業者詢問最多的為如何執行土壤污染調查。建議可參考日本執行方式對民眾提供保密的諮詢管道，可促進土地所有人積極處理土壤地下水污染問題。

- (三) 進行土壤污染調查及整治相關資訊應公開及傳達給週遭民眾了解，減少因缺乏資訊而產生的誤解，降低居民暴露於污染物之風險。建議能建立場址風險溝通指引，讓執行污染場址調查及整治單位有所依循。
- (四) 參考日本經驗，如需於都會區等人口稠密區進行污染場址改善，挖掘污染土壤後離場整治是快速且具有經濟效益的方式。現行日本污染土壤進行離場處理採用土壤管理票、認可處理廠（方式）進行管制。如未來面對污染場址使用挖掘離場後處理，有關土壤去處管理、污染土壤整治方式、整治後土壤如何再利用需更進一步進行縝密規劃。
- (五) 污染土壤離場後進入土壤淨化場能快速且有效的降低污染物濃度，並能將處理後的土壤再利用，符合永續發展概念。惟處理廠之設置需具備較高的研發技術與投入鉅額資金，設置前後之管理涉及各環境保護領域。
- (六) 建議能持續維持台日環保交流，日本土壤及地下水污染調查市場成熟，結合工業技術與土木建設能力，往往能將各式整治方法做最大的發揮，藉助與日本技術經驗交流，加速國內污染場址整治。

## 目 錄

出國報告摘要.....	1
壹、前言.....	1
一、目的.....	1
二、行程與主要工作內容.....	1
貳、行程內容整理.....	2
一、參訪北九州市生態工業園區中心.....	2
二、參訪 GEOSTEAM 公司於北九州市多氯聯苯污染土壤淨化設施.....	4
三、拜訪財團法人土壤環境研究中心.....	7
(1) 日本土壤污染對策法的修正重點.....	7
(2) 日本土壤污染調查現況.....	8
(3) 專門人員檢定.....	9
(4) 搬出污染土壤管理票.....	10
四、拜訪財團法人日本環境協會.....	11
(1) 土壤污染對策基金.....	12
(2) 風險溝通.....	13
五、參觀 2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展.....	14
六、參訪埼玉市(さいたま市,Saitama)土壤污染整治場址.....	18
參、結論與建議.....	25

## 圖 目 錄

圖 1	北九州生態工業園區工程區域示意圖.....	2
圖 2	北九州生態工業園區區域規劃圖.....	3
圖 3	東芝公司於生態工業園區驗證區進行碳化研究試驗外觀.....	3
圖 4	自動販賣機壓縮後將進行回收.....	4
圖 5	廠區設備配置圖.....	5
圖 6	污染土壤處理流程.....	6
圖 7	離場土壤搬運至廠內情形 (GEOSTEAM 公司提供).....	6
圖 8	歷年土壤污染調查案件數量.....	8
圖 9	2002~2006 年自主進行污染土壤調查主要理由統計(a)、執行土壤污染對策 主要理由 (b).....	9
圖 10	2002~2006 年自主進行調查案件發現污染物類型(a)、執行對策發現污染 物類型(b).....	9
圖 11	土壤管理票使用流程圖.....	11
圖 12	土壤管理票完成填寫 E 票參考.....	11
圖 13	土壤污染對策基金補助土地所有者進行污染來源不明場址整治.....	12
圖 14	2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展參展廠商.....	15
圖 15	2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展外觀.....	16
圖 16	有關會計報表需明列環境債務的看板.....	17
圖 17	因應會計報表需明列環境債務的提供的評價服務 (DOWA 公司看版).....	18
圖 18	污染土壤污染對策選用與土地利用關係 (大林組公司提供).....	18
圖 19	場址外貌.....	20
圖 20	場址工程告示看板.....	20
圖 21	營建與勞災保險許可看版.....	20
圖 22	場址工地指揮所.....	21
圖 23	量測監測井水位.....	21
圖 24	監測井.....	21
圖 25	拔除之井管井篩.....	22
圖 26	生物促進劑配置儲存筒.....	22
圖 27	場址整治初期 (2007/12)Ecocycle 公司提供.....	23
圖 28	場址整治初期 (2008/2) Ecocycle 公司提供.....	23
圖 29	場址整治中期 (2008/5) Ecocycle 公司提供.....	24
圖 30	場址整治中期 (2008/12) Ecocycle 公司提供.....	24
圖 31	場址整治後期(2009/6) Ecocycle 公司提供.....	25

# 日本東京參加 2009 地球環境保護土壤地下水淨化技術展暨參訪行程

## 出國報告書

### 壹、前言

#### 一、目的

土壤及地下水污染整治法從 89 年通過後，99 年將屆滿 10 年。這 10 年內陸續進行土壤及地下水污染調查，調查後發現因為工廠操作不當、人為疏失洩露或是惡意非法棄置，確認公布多處土壤或地下水污染場址，並持續執行場址整治工作。

日本執行土壤及地下水污染整治多年，因為市場規模遠大於台灣，又因工業技術成熟，在整治技術結合土木建設能力，使得場址整治成果良好。本次奉派參觀「2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展」，並拜會財團法人土壤環境研究中心、財團法人日本環境協會，與參訪土壤淨化場與現地整治場址，了解日本執行土壤地下水調查整治現況，作為後續督導場址改善之參考。

#### 二、行程與主要工作內容

本次出國期間為 98 年 9 月 13 日至 9 月 19 日，行程如表 1。

表 1 行程表

日期	工作內容
98.9.13	啟程抵達日本福岡
98.9.14	上午參訪北九州市生態工業園區中心
	下午參訪 Geosteam 公司多氯聯苯污染土壤淨化廠 抵達東京
98.9.15	拜訪財團法人土壤環境研究中心
	拜訪財團法人日本環境協會
98.9.16	參觀「2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展」
98.9.17	上午參觀「2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展」
	下午參訪埼玉市(Saitama)土壤污染整治場址
98.9.18	參觀「2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展」
98.9.19	返程抵達台北

## 貳、行程內容整理

### 一、 參訪北九州市生態工業園區中心

98年9月14日上午參訪北九州市生態工業園區中心，了解北九州市獨特的生態工業園區（Kitakyushu Eco-Town Project）。該中心成立於2001年6月，主要業務為辦理環境教育等推廣活動，如舉辦以市民為主的環保知識講座，舉辦環保技術相關研修、講座，推廣環保技術、介紹園區內相關工業。

日北的現代工業是從1901年在北九州安裝了日本第一座近代高爐的國營八幡煉鐵廠開始（日本最大鋼鐵企業新日鐵公司的前身），北九州工業區域為日本四大工業基地之一，是經濟成長的重大推手。也因工業發展的早，在1960年代出現了嚴重的空氣污染、水污染等公害問題。北九州市市民、政府部門及企業共同協力解決公害問題，將煙霧瀰漫的天空，恢復清境的藍天；也將曾經大腸桿菌也無法生存的洞海灣，恢復海灣的生機，現在調查已有100多種魚貝類棲息。

歷史悠久的工業城市北九州市，累積足夠的基礎工業人材，另為執行公害、污染等問題處理，也累積豐富的环境復育經驗，為了建設資源永續的社會，北九州市制定了「環境保護政策」和「工業振興政策」並重的獨特地區政策，自1997年7月起以若松區響灘地區為中心推動「北九州生態工業園區工程」。其主要的振興策略有三，包含「結合教育與基礎研究」，「提供技術驗證研究誘因」及鼓勵企業在當地發展，並輔導產業發展回收產業（位置參考圖1與圖2）。

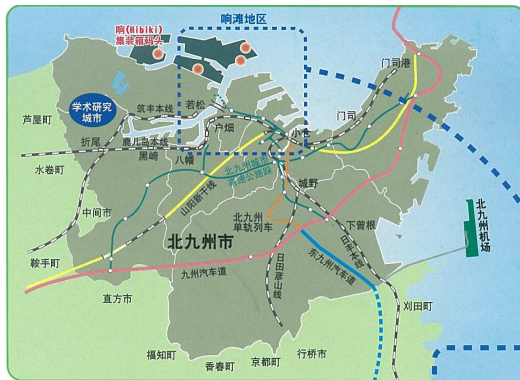


圖1 北九州生態工業園區工程區域示意圖





圖 2 北九州生態工業園區區域規劃圖

若松區響灘地區位於北九州北方，是以填海造陸之海埔新生地，佔地約有 2000 公頃，在北九州市政府的規劃下，將這個區域規劃為「驗證研究區」、「綜合環保聯合企業區」、「響灘再生利用工業群區」及「響灘東部地區」。在驗證研究區中，實驗新型的技術，包含生物塑料驗證、廢棄物最終處理、重金屬污染水處理驗證研究、廢料清洗系統驗證、污染土壤處理等，圖 3 為位於園區中心旁實施驗證中之廠商外觀。



圖 3 東芝公司於生態工業園區驗證區進行碳化研究試驗外觀

綜合環保聯合企業區內目前進駐的工業包含塑膠瓶、辦公設備、汽車、家電、螢光燈管、醫療器具、建築混合廢棄物、各種重金屬回收再生工業，下圖為飲料販賣機壓縮後之成品。



圖 4 自動販賣機壓縮後將進行回收

響灘再生利用工業群區，市政府將土地長期廉價租給企業，輔導企業進行環境事業發展，現在區域內有包含汽車回收、食用油、有機溶劑、清洗劑回收、廢紙、飲料罐回收等。響灘東部地區目前則進行風力發電等綠色能源事業、小鋼珠機台回收、廢木材塑膠混合再生及自動販賣機回收工廠。

2002 年 8 月北九州市再度制定的生態工業園區事業第二期規劃，依循 3R 的觀念，"Reduce, Reuse, Recycle" 發展產業，其目標為促進國際資源循環，並發展亞洲地區環保事業，並將區域擴展到整個北九州市。並將北九州港指定為資源回收港，擴大產業發展腹地。生態工業園區內事業輔導以互相聯繫，上下游產業發展為目標，園區內針對工廠入駐設立，訂定補助辦法，符合補助條件之企業，如果為購買土地，則補助用地及設費投資額的 5%，租地建廠則補助第一年租金的一半；如果為在驗證研究區發展研究，符合補助條件之研究案最高有長達 3 年每年 2,000 萬日圓補助。規劃至 2010 年生態園區重要工作包含建設循環使用及回收零件再次使用產業園區、利用現有的產業基礎設施，發展新產業、創辦新能源技術產業、超微奈米等新一代環保產業項目及加強人才培訓。

## 二、 參訪 GEOSTEAM 公司於北九州市多氯聯苯污染土壤淨化設施

98 年 9 月 14 日下午由東芝公司水環境系統海外營業部課長鈴木聰先生與金鋼石先生帶領下參訪 GEOSTEAM 公司的污染土壤淨化設施，成立於 2008 年 8 月的 GEOSTEAM 公司則擁有日本第一座離場型、以熱處理受多氯聯苯污染土壤的淨化設施，該公司設立於福岡縣北九州市響灘地區，位於北九州市生態工業園區內。GEOSTEAM 公司資本約為 1 億日圓，主要出資者分別為東芝公司 50%、Term 公司 30% 及鴻池組 20%。本次 GEOSTEAM 公司介紹人為社長野口喜美夫先生、吉岡

由郎先生及東芝公司佐藤岳史先生。

因為過去製造的電器產品如變壓器、穩定器或是防火建材，日本有不少多氯聯苯(Poly-Chlorinated Biphenyl)廢棄物及受多氯聯苯污染的土壤，日本環境省於多氯聯苯處理特別措置法規定，含多氯聯苯的廢棄物需在 2016 年前處理完成。而因為儲存變壓器等含多氯聯苯物質產品，產生滲漏至土壤中的情形，為了解決污染問題，日本環境省在 2008 年 7 月 31 日發布受多氯聯苯污染的土壤相關處理準則。

東芝公司於 2001 年即著手開發研究受多氯聯苯污染土壤淨化技術，2007 年與北九州市簽訂「關於污染土壤處理事業的環境保護協議書」後開始運作第一套每小時 300 公斤污染土壤處理設備，2009 年進一步設置每小時可處理 2 噸時污染土壤處理設備，並在同年 8 月取得北九州市認定土壤污染淨化設施。淨化設施佔地約為 8,000 平方公尺，包含辦公區、污染土壤筒裝儲存區、前處理區、處理設施區及處理後土壤儲存區（廠區配置如圖 5）。廠區內兩套處理多氯聯苯污染土壤設備，分別為 300 公斤/小時與 2 噸/小時的設備，年處理量可達 11,000 噸。

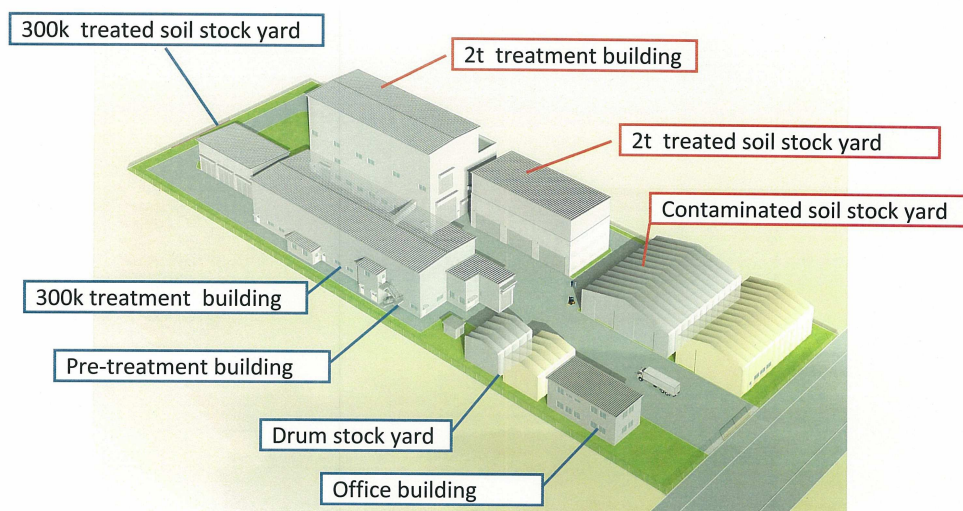


圖 5 廠區設備配置圖

淨化場處理流程為將污染土壤先以目視檢查挑出石頭等異物後，篩分後（粒徑在 1000mm）進入間接熱脫附系統；間接熱脫附系統溫度為 700°C，能將土壤中的多氯聯苯分解，成為乾淨的土壤；而加熱後空氣則進入另一套以電極產生水蒸氣熱分解系統，透過 1100°C 水蒸氣平均分解空氣中的多氯聯苯，冷卻空氣後排放（詳圖 6），處理後的土壤則運送至水泥廠作為原料。本套處理設備除能處理多氯聯苯污染土壤外，含氯有機物及農藥污染土壤也適用。



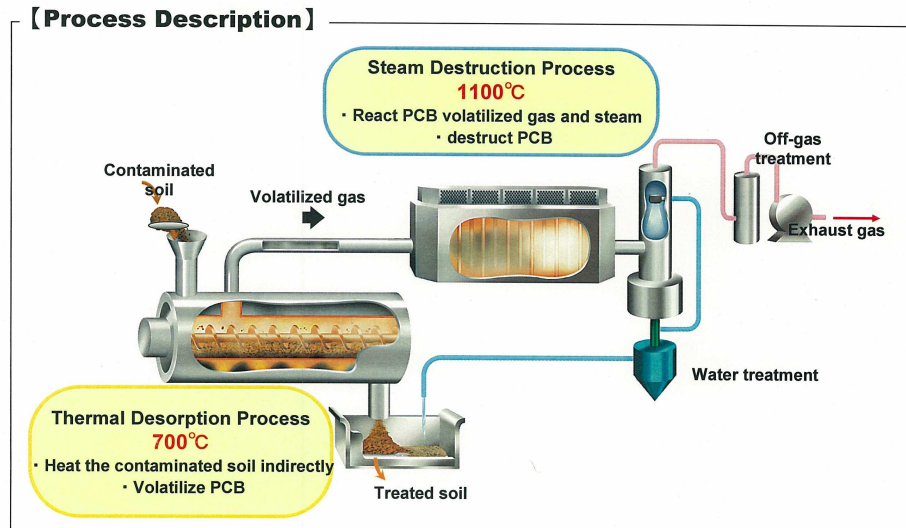


圖 6 污染土壤處理流程

在相關防止土壤中多氯聯苯蒸氣外洩的處理措施上，儲存區儲存土壤限制為 28 天的處理量，避免儲存過久外洩可能。前處理區及處理區採用負壓控制，排放的空氣則需再經過濾及活性碳處理，進出的大門採用 3 層門控制系統，避免同時開啟造成洩漏；另設有備用電源設施，能於斷電後緊急啟用。



圖 7 離場土壤搬運至廠內情形 (GEOSTEAM 公司提供)

該廠實際處理污染土壤相關實例，該公司提供高濃度案例為污染土壤多氯聯苯檢測濃度為 14,000mg/kg，經處理後土壤多氯聯苯濃度為 <0.1mg/kg，排放氣體多氯聯苯濃度為 0.00011mg/Nm<sup>3</sup>，排放水檢測多氯聯苯濃對為 0.00011mg/L。而另外有關使用該套設備處理受戴奧辛污染土壤，詢問負責設計監造的佐藤岳史先生表示，該套設施試驗中最高處理受戴奧辛污染土壤濃度為 290,000pg-TEQ/g 之土壤，經處理後濃度為 10pg-TEQ/g，遠小於基準質 1,000pg-TEQ/g。

該廠並備有詳盡的環境監測、地震應變及火災應變計畫，廠內另裝設多套 24 小時連續自動偵測空氣中多氯聯苯濃度，以確保廠內安全。定期的環境監測數據亦可在該公司網頁上查閱 (<http://www.geosteam.co.jp/index.shtml>)。

### 三、 拜訪財團法人土壤環境研究中心

98年9月15日下午由清水建設土壤環境本部技術部部長田澤龍三先生與清水建設技術研究所劉銘崇先生陪同拜訪土壤環境研究中心。土壤環境研究中心由事務局長奧津道夫先生、調查企劃部企劃部部長村井行男及Kokusai Kogyo Group平床洋平先生進行說明。

財團法人土壤研究中心（Geo-Environmental Protection Venter）成立於1996年4月，主要的目標是促進土壤及地下水污染整治工作的執行、保障人體健康及保護生活環境。目前是日本研究土壤及地下水污染惟一非政府組織，其會員主要為執行土壤地下水污染調查分析、整治施工、機具販售等公司行號及研究單位。土壤研究中心的主要業務包含調查、研究、及評估新行整治技術，與日本國內及國外進行資訊交流，蒐集國外相關法律與整治資訊並提供會員參考。本次拜訪就新修正土壤污染對策法、日本土壤污染調查現況、專門人員檢定及搬出土壤管理票進行討論。

#### (1) 日本土壤污染對策法的修正重點

2003年施行土壤污染對策法後，於2009年修正，其修法的考量主要是因為目前原土壤污染對策法之3項問題點：

1. 因自主調查後發現土壤污染增加，擔心管理受污染土壤方式不當。
2. 受污染土壤整治工法過度偏重挖掘後離場處理，土地所有者等會有更多的負擔，即使是降低環境風險，也會有挖掘後離場問題增加的可能。
3. 對受污染土壤處理不當，導致污染擴散。

土壤污染對策法修正後的重點包含以下幾項：

1. 為了掌握土壤污染狀況之制度擴充
  - 甲、在一定範圍（暫定3,000立方公尺）以上的土地，在利用形態變更且有污染疑慮時，都道府縣知事命令做污染調查。
  - 乙、如果是自主調查中發現土壤污染，依照土地的所有者申請，作為2種指定（限制）區域，進行妥善管理。
  - 丙、增加都道府縣知事進行土壤污染的訊息收集、處理、保存及提供等的義務。
2. 將限制使用（受污染）區域分類進行規範及整治措施明確化
  - 甲、土地的利用性質變更時，需提出申請的區域（變更時再提出申請）。
  - 乙、需要進行管制措施、進行填土覆蓋阻絕或整治措施區域

(需整治區域)

\*此類型區域,都道府縣知事指示需要進行的阻絕或整治對策,實施對策後可解除列管或是回歸第 1 類型進行管理。

3. 確保離場土壤能妥善處理

甲、上述 2 種受限制使用區域土壤離場規範(必須要有事前申請、計畫變更許可、離場標準、處理標準、違反的措施標準,相對應的罰則等)

乙、有關離場處理土壤的管理票的交付及保存的義務

丙、新設離場處理土壤處理業的許可

4. 其他

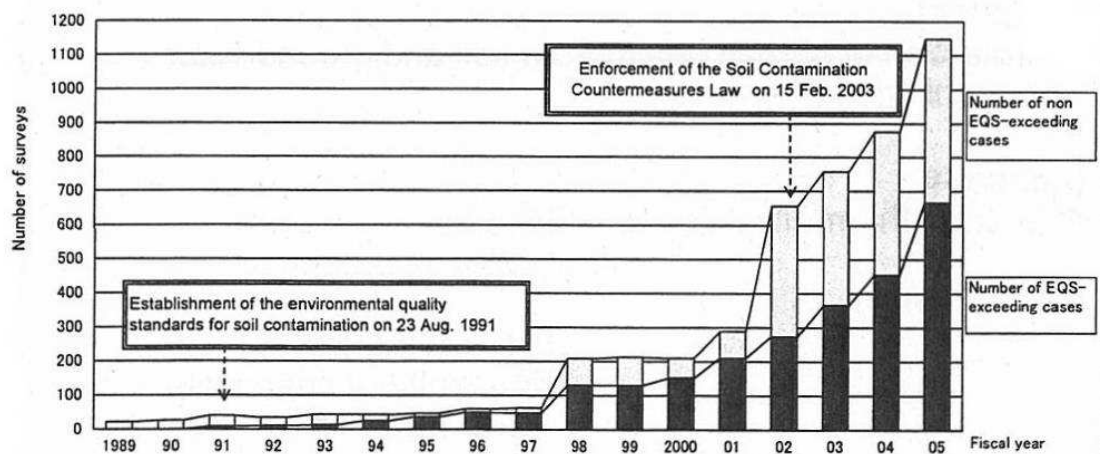
甲、指定調查機關的可靠性提高(設備更新、技術管理者的設置)

乙、整理其他相關規範

修正後的土壤污染對策法實施的期程預定為 2010 年 4 月,目前環境省正著手進行相關的條例及作業規範修正與新增。

(2) 日本土壤污染調查現況

為了解土壤污染對策法實施後的影響,土壤研究中心對自己的會員進行多次的統計調查,進一步了解土壤污染調查與整治事業的狀態。2001 年土壤研究中心評估,日本市場需要進行土壤污染調查共有 92 萬 8,000 處,整治經費為 13.3 兆日圓。土壤污染案件分布個案較多的地點為東京、大阪與名古屋地區。土壤污染對策法 2003 年實施後,相關土壤污染調查案件逐步增加,超過環境品質標準的件數也增加(圖 8)。



備註 EQS : Environmental Quality Standards

圖 8 歷年土壤污染調查案件數量

根據從土壤研究中心 2002~2006 年調查數據統計，執行土壤污染調查件數，僅有 1%的件數是基於法律要求，9%件數是根據相關環保法令及指引建議，另外 90%件數則是主動進行調查。而自主調查及執行對策(整治)的主要原因，以購買土地為最主要的理由(圖 9)，顯示日本企業已有土壤轉移前，應進行土壤污染調查之概念。

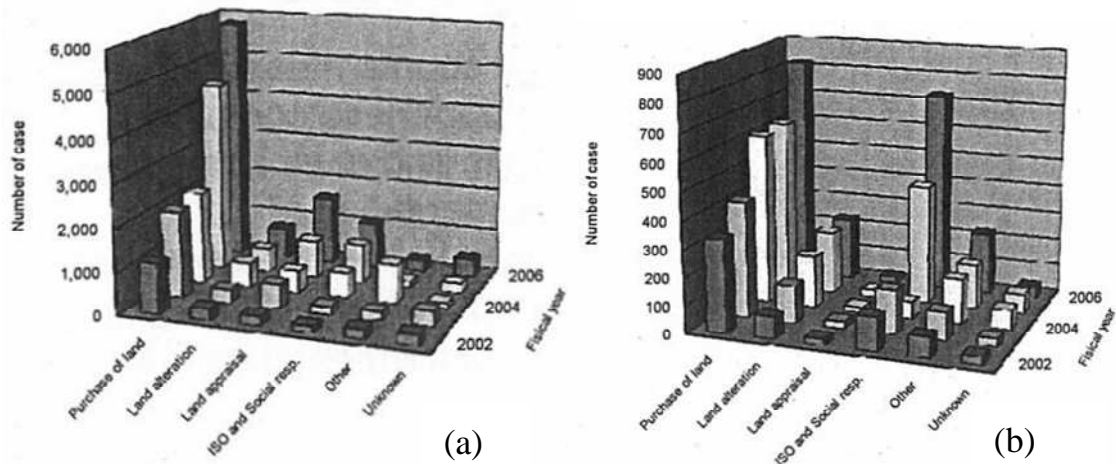


圖 9 2002~2006 年自主進行污染土壤調查主要理由統計(a)、執行土壤污染對策主要理由 (b)

自主調查後發現土壤有污染的機率平均在 0.44~0.57 之間，污染項目以土壤污染對策法中第 1 類污染物重金屬為大宗，其次則為第 2 類污染物揮發性有機物，油類污染物為第 3 多。然而執行對策(整治)的個案數，第 1 類污染物重金屬與第 2 類污染物揮發性有機物件數差異不大(圖 10)。

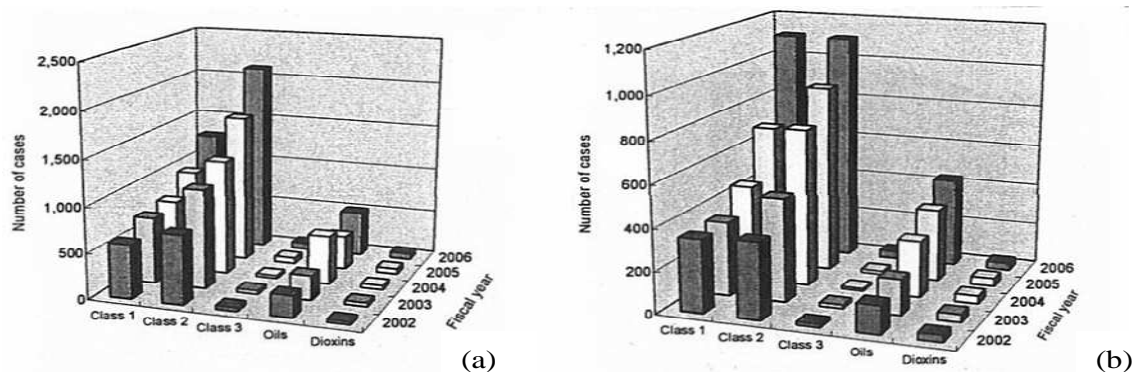


圖 10 2002~2006 年自主進行調查案件發現污染物類型(a)、執行對策發現污染物類型(b)

### (3) 專門人員檢定

土壤研究中心另外一個業務為提供專門人員檢定，目標為確認技術人員具備土壤、地下水環境保護相關必要的知識，能實施污染場址

適當的管理、營運，並持續進修相關知識而設立檢定。依照業界實際需求，將檢定人員分為以下三種：

1. 土壤環境監理士：屬於進行土壤地下水環境保護領域中評估專門人員，對法律、調查技術、執行對策等具有正確的知識與判斷力，能進行專案綜合管理者，其報告資格需要在相關領域執業三年以上才能報考，目前約有 400 名左右，有效期限為 3 年，屬於該研究中心檢定資格中最嚴格的專門人員。
2. 土壤環境保全士：執行土壤及地下水污染調查或對策企業現場工作的安全管理者及作業者，目前約有 1,700 名左右，有效期限為 3 年。
3. 土壤環境風險管理者：為確認土地管理者、不動產業者或金融相關人員具有執行維護土地的價值，防止土壤地下水污染等專門知識檢定，目前約有 3000 人左右。

#### (4) 搬出污染土壤管理票

土壤污染對策法所認定的污染區域「指定區域」，需要透過離場處理土壤時，依據環境省的公告需使用「搬出污染土壤管理票（簡稱土壤管理票）」來確定受污染土壤處理流程適當。現階段土壤管理票委由土壤研究中心銷售，其費用為每張 350 日圓。

土壤管理票的形式共有 5 聯(A~E 票)，以搬運 1 車次 1 張的方式進行購買，填寫內容包含交付者、實施搬出計畫者、搬運者、土壤超過指定基準的化學物質、土壤的數量、處理者、處理方法者及處理後再利用等資料。在受污染土壤離場前，土地所有人或是實施搬出計畫者先填妥土壤管理票上基本資料後，自行留存 A 票，將土壤及其他 4 聯交給搬運者，搬運者填寫搬運的時間，保留 B 票，將土壤及其他 3 聯交給處理者，處理者確認日期後，保留 C 票，處理後如需將土壤送至水泥場，進行再利用，或是進入最終處置場，則將其他 2 聯隨處理後的土壤一併移送，當水泥場或最終處置廠等完成相關處置後保留 D 票，將 E 票於 10 日內送回至最初交付者，由最初交付者於 E 票填寫送回日期，向都道府縣知事等提出 E 票的抄本，並保存 5 年以備查驗，其流程如圖 11 所示，填寫範例如圖 12。



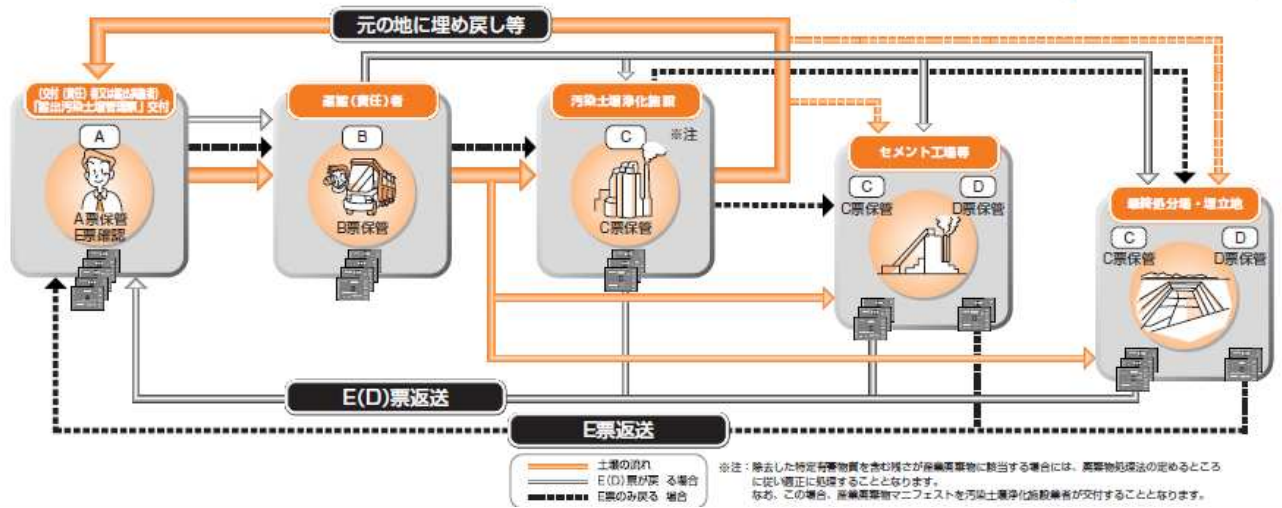


圖 11 土壤管理票使用流程圖

記入例		※ 搬出汚染土壤管理票の交付、運搬及び処分を他人に委託する場合		搬出汚染土壤管理票 (E票)		管理番号 0-00000000
交付年月日	H15年 4月 1日	交付担当者名	〇〇建設(株) 環境課 ○井 〇介	交付番号(印)	15-01-xx	確認者サイン
搬出元	名称 凸凹工業(株) ○田 〇博 連絡先・住所・担当者 東京都△×区〇〇 1-2-3 03-xxxx-x-xxxx 汚染場所住所 神奈川県〇×市〇△ 7-8	名称 〇〇建設(株) 連絡先・住所・担当者 03-△△△△-△△△△ 東京都×〇区 ×〇 4-5-6 ○井 〇介	<input type="checkbox"/> ① 交付(責任)者 <input checked="" type="checkbox"/> ② 搬出実施者	<input type="checkbox"/> ① 交付(責任)者 <input checked="" type="checkbox"/> ② 搬出実施者	確認者サイン ① 交付(責任)者 4月 1日 社名 〇〇建設(株) 確認者 ○井 〇介	
土壤	<input type="checkbox"/> シクロヘキサン <input type="checkbox"/> 2,4,6-トリクロロベンゼン <input type="checkbox"/> フタル酸エステル <input checked="" type="checkbox"/> 鉛及びその化合物 <input type="checkbox"/> ショウ油の残渣物 PCB <input type="checkbox"/> 有機りん化合物 <input type="checkbox"/> 酸化亜鉛 <input type="checkbox"/> 1,1,1-トリクロロエタン <input checked="" type="checkbox"/> ベンゼン <input type="checkbox"/> 六価クロム化合物 <input type="checkbox"/> 8,8-ジブチルテトラヒドロフラン <input type="checkbox"/> テトラリス <input type="checkbox"/> 1,2-ジクロロエタン <input type="checkbox"/> 1,1,2-トリクロロエタン <input type="checkbox"/> 1,1,2,2-テトラクロロエタン <input type="checkbox"/> 有機銅化合物 <input type="checkbox"/> 有機鉛化合物 <input type="checkbox"/> シマジン <input type="checkbox"/> 11-ジブチルエチル <input type="checkbox"/> トリクロロエチレン <input type="checkbox"/> カドミウム及びその化合物 <input type="checkbox"/> 有機鉄化合物 <input type="checkbox"/> シアン化合物 <input type="checkbox"/> チオベンゾグ	<input type="checkbox"/> ① 交付(責任)者 <input type="checkbox"/> ② 搬出実施者 <input checked="" type="checkbox"/> ③ 運搬担当者 <input type="checkbox"/> ④ 処分者	名称 △△運輸(株) △田 ×久 連絡先・住所・担当者 神奈川県△×市〇〇 1-2 045-xxxx-x-xxxx 区 間 ×〇市〇△ 7-8 ×△市〇〇 2-3 名称 (株)〇〇運輸 ○瀬 △治 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇〇市×△ 3-4 区 間 ×△市〇〇 2-3 □△市〇△ 6-5 名称 連絡先・住所・担当者	<input type="checkbox"/> ① 交付(責任)者 <input type="checkbox"/> ② 搬出実施者 <input checked="" type="checkbox"/> ③ 運搬担当者 <input type="checkbox"/> ④ 処分者	確認者サイン ② 4月 1日 社名 △△運輸(株) 確認者 △田 ×久 ③ 4月 1日 社名 (株)〇〇運送 確認者 ○瀬 △治 ④ 4月 5日 社名 (株)〇〇クリーン 確認者 ×中 △也	
処分者	名称 (株)〇〇クリーン ×中 △也 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇△市〇△ 6-5 045-△△△-△△△△ 名称 (株)〇〇建設(株) 〇田 〇博 連絡先・住所・担当者 東京都△×区〇〇 1-2-3 03-xxxx-x-xxxx 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇×市〇△ 7-8	<input type="checkbox"/> 汚染土増浄化施設 熱処理及び洗浄 <input type="checkbox"/> 処分後の運搬担当者 <input type="checkbox"/> 〇〇運輸(株) 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇△市〇△ 1-2 045-xxxx-x-xxxx 〇木 △大 搬入日 H15年 4月 5日 H15年 5月 25日 搬入日 年 月 日	<input type="checkbox"/> 〇〇建設(株) 〇田 〇博 連絡先・住所・担当者 東京都△×区〇〇 1-2-3 03-xxxx-x-xxxx 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇×市〇△ 7-8	<input type="checkbox"/> 〇〇建設(株) 〇田 〇博 連絡先・住所・担当者 東京都△×区〇〇 1-2-3 03-xxxx-x-xxxx 連絡先・住所・担当者 神奈川県〇×市〇△ 7-8	確認者サイン ⑤ 6月 1日 社名 凸凹工業(株) 確認者 ○田 〇博 ⑥ 6月 1日 社名 〇〇建設(株) 確認者 ○井 〇介	搬出元返送 H15年 6月 1日

圖 12 土壤管理票完成填寫E票參考

#### 四、 拜訪財團法人日本環境協會

98年9月15日下午由清水建設土壤環境本部技術部部長田澤龍三先生與清水建設技術研究所劉銘崇先生陪同拜訪財團法人日本環境協會。環境協會由總務部土壤環境課リーダー兼普及課土壤環境リスク管理者三室かな江小姐、總務部土壤環境課長兼事業課參與堀河淳子小姐及塚本純子小姐進行介紹。

土壤污染對策法第六章規定環境大臣依支援業務需求，得設置土壤污染對策基金，及全國性的「指定支援法人」，此一指定之支援法人為財團法人日本環境協會。指定支援法人的任務有以下幾項：

1. 為協助受管制區域之土壤整治措施之規劃與執行者。
2. 政令下達後整治工程補助款（助成金）的交付。
3. 針對土染污染調查、指定區域之污染移除以及土地型態變更接受照會、討論以及提供必要措施之建議。
4. 為正確與土壤污染調查等相關措施順利推動，對於特定有害物質所造成之污染對人體健康影響相關的知識普及化與國民理解度的增進
5. 任何與前述任務相關之工作

該協會從 2007 年起提供對民眾或團體的申請補助的諮詢服務，另外也有提供土壤污染現地調查技術或是整治技術的諮詢，相關的洽詢辦法接可以在該協會的網頁上先行預約，2008 年諮詢業務最多的為土壤污染狀況調查評估。

#### (1) 土壤污染對策基金

土壤污染對策基金設置目的是以經濟支援為出發點，污染者必須為其所造成的土壤污染負責，目前由指定支援法人機構（財團法人日本環境協會）執行與管理，以求公正與公開之透明度。

當住宅、公寓等場址發現污染，且污染原因不明或污染者不存在，及執行整治工作之土地所有人財力不足時，由基金提供經濟上的協助。由土地所有人出資四分之一，指定支援法人與地方政府議協助提供四分之三之整治經費，協助恢復土壤之環境，提高整治意願（如圖 13 所示）。

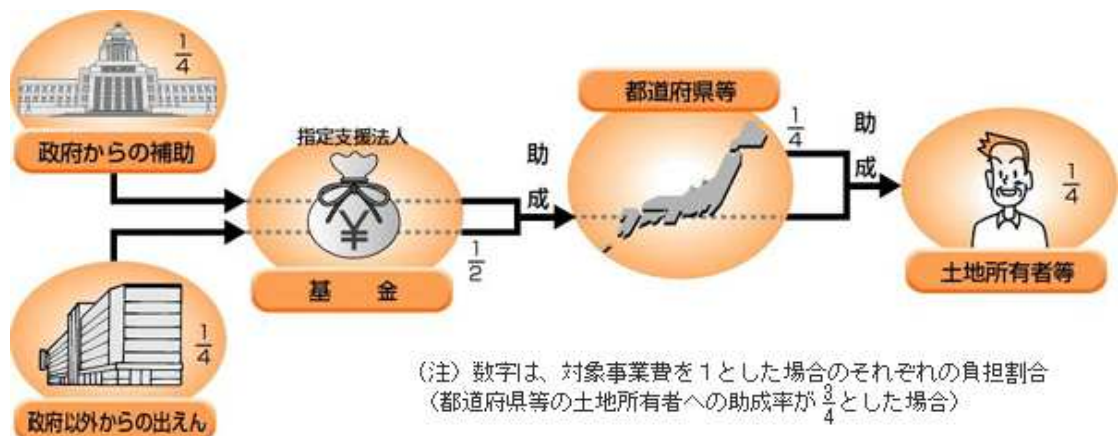


圖 13 土壤污染對策基金補助土地所有者進行污染來源不明場址整治

第一例助成金的准許是在 2007 年 12 月 7 日，在埼玉市受有機溶劑污染場址，土壤污染對策基金出資 5,000 萬日圓，約為整治費用的二分之一，埼玉市提供 2,500 萬日圓，約為整治費用的四分之一，剩下的四分之一則由土地所有者支付。

基金的來源包含由政府依土壤污染對策法第 23 條編列預算外，其他則由民眾或企業捐贈，相關的管道可分為二種，一是由參與土壤污染整治的計畫或企業提撥固定金額，包含土方離場處理時，購買土壤管理票，1 張土壤管理票捐增 300 日圓；執行土壤污染整治計畫工作，委託工程費用之 0.07%；指定調查機關受委託之調查工作，委託工程費用之 0.2%。捐款的企業名稱將列於環境協會網頁上，當民眾或土地所有人如果要進行土壤污染調查或整治時，可以容易的了解這些企業過去的實績。另外一般民眾如果認同解決土壤污染這種「不受歡迎贈品」概念的民眾，亦可進行捐款。

對於企業進行土壤及地下水污染整治由基金提供相關經濟支援，政策性配套措施包含有由公庫銀行提供低利貸款，如日本政策投資銀行、沖繩振興開發金融公庫等，另外亦有相關配套減稅措施，用於土壤與地下水污染整治設施給予固定資產稅之優惠稅率及免徵特別土地保有稅等。

## (2) 風險溝通

財團法人日本環境協會另外一個重要的業務為推廣風險溝通，因為污染造成的環境風險來自於土壤的安全程度乘上暴露量，因此增加企業、居民對於土壤污染的風險認識是很重要的課題。協會一方面針對民眾辦理認是土壤污染風險概念的相關活動，另一方面訓練企業進行風險溝通，並且在 2007 年建立土壤環境風險溝通制度，並出版溝通方針等書籍及至企業進行演講。

土壤及地下水污染無法簡易的透過外觀了解，場址周遭居民無法知道污染是否存在，當污染資訊不公開，居民無法了解污染的狀態甚至無法理解污染土壤及地下水是對身體健康有影響的。舉例來說，土壤污染的狀態不像空氣污染會立即擴散，土壤污染對健康的影響因個案的不同，而有不同程度的影響，部分個案甚至對健康有極大的影響。污染資訊往往都為場址所有人，或是企業所持有，因為畏懼土地價值下降而不將相關的資訊公開，也因此造成場址周邊居民對場址所有人有隱匿資訊的負面印象。

整治者與周遭居民進行風險溝通，可以建立溝通的窗口，提高居民的信任，能進一步促進土壤及地下水污染對策的執行。目前環境協會出版的風險溝通方針手冊，其觀點為提供進行土壤及地下水污染整治場址執行人，關於風險溝通如何執行、相關注意事項及範例參考。

這一本手冊巨細靡遺的記載污染風險要如何對民眾解釋、資訊傳達方式、溝通的時機、掌握溝通的對象、了解可能的利害衝突人、如何與周遭居民保持友善的互動等，而關於說明會議如何召開，更詳細規劃了簡化資料用語的觀點、會議座位的安排、開會通知如何發放、預演方式等等。手冊另外也附上真實執行過的案例，提供拿到這本手冊的土壤地下水污染整治執行者，實際可行的參考資料。

## 五、 參觀 2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展

2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展，展出時間為 2009 年 9 月 16 日至 18 日，地點在東京 Big Sight，主辦者為土壤環境研究中心、日本產業機械工業會及日本產業洗淨協議會，展出內容包含了有關土壤和地下水的環境採樣、分析和淨化（整治）技術的展示會。這一次參加土壤及地下水淨化技術展的攤位約有 50 組，現場攤位佈置及現場狀況如圖 14 及圖 15 所示，包含大型建設公司、本業為礦冶或能源之大型企業、大型工業集團及其子公司、檢測公司及其他團體。日本土壤及地下水整治業界特別現象為大型建設公司積極參予土壤及地下水的整治工作，包含清水建設、鹿島建設、大林組、竹中工務店、大成建設等公司。這些公司本業為進行土地開發及建築物建設，惟因進行土建工程時，發現土壤或地下水有污染情形，公司另外成立環境部門進而掌握土壤及地下水污染整治技術。另外有些公司為大型工業集團如東芝公司、日立公司新日鐵公司等因為工業發展產生污染情形，公司為解決問題進而進行相關研究，進一步發展擁有相關土壤及地下水污染處理技術。

現場與展出廠商討論時，發現日本執行土壤地下水污染整治時，有很高的比例為離場進行土壤處理，將受污染土壤挖起後送至淨化設施或是水泥廠再處理，主要是為符合土地開發的時效性。日本已經過政府認定的污染土壤淨化設施，參照日本環境省網頁公佈的訊息（截至 98 年 10 月）([http://www.env.go.jp/water/dojo/law/nintei\\_sisetsu.html](http://www.env.go.jp/water/dojo/law/nintei_sisetsu.html))，共有 15 家機構具備處理受污染土壤的能力，可處理的污染物包含揮發性污染物、重金屬與農藥，淨化方式從洗淨、分解、抽出、熱處理及熔融等。這些淨化廠除了受土壤污染對策法管制外，淨化過程產生的廢棄物、空氣、水排放等問題，需要再審核其許可前續密評估，並依相關法規管制，必要時得加嚴。



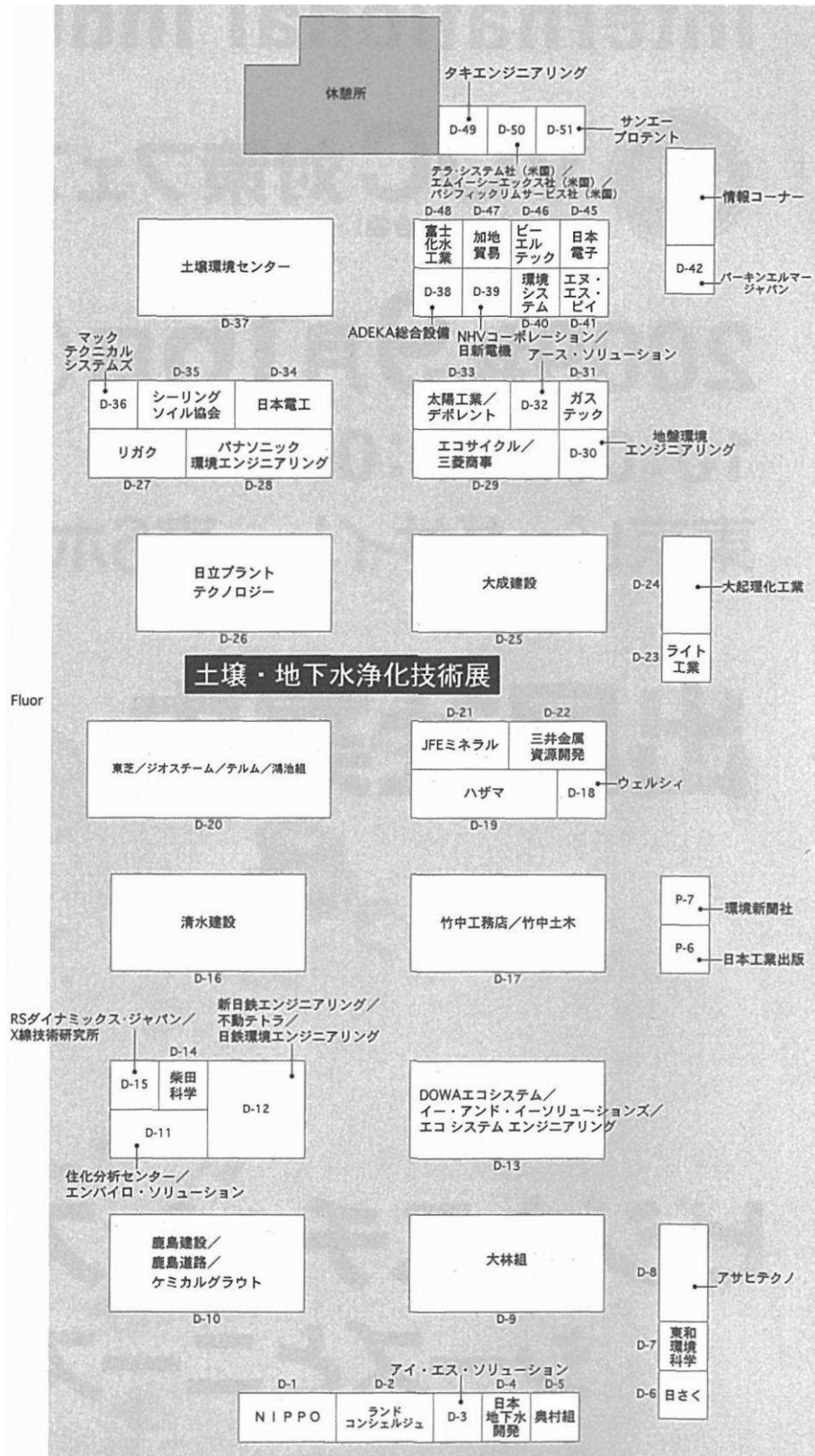


圖 14 2009 地球環境保護土壌・地下水浄化技術展參展廠商



圖 15 2009 地球環境保護土壤・地下水淨化技術展外觀

本年度各家廠商展出重點，除了新修正土壤污染對策法相關規定外，另外一個重要的訊息為「資產除去債務に関する會計基準（資產除去債務的會計準則）」相關作業及衍生可能調查費用。為了因應金融廳作業準則手冊中不動產鑑定評價基準（暫譯）修訂，2010年4月以後日本企業的資產負債報表上需列明不動產所需處理的環境負債，包含土地預定出售相關的土壤污染調查、淨化費用和恢復原狀等費用。其目的為讓企業評估未來可能發生的負債或是對策費用，告知企業的投資者，保障交易安全，確保審慎的評估資產的淨值。為了因應上述新修正會計準則，淨化展展出的土壤污染整治企業紛紛提供土地污染評估工作，能依據過往調查及整治的實績，快速提供評估土壤或地下水是否有污染，估算相關淨化費用等資訊圖 16 及圖 17。

日本土壤管制標準係以土壤中溶出污染物量為管制標的，現場可見廠商展示利用原位置封存、安定化等技術，降低土壤中釋出之污染物，並搭配土地低密度利用，如改為停車場等方式，降低民眾的健康風險。整治技術之選擇係以經濟的觀點考量土地未來使用狀態（如圖 18）。

以下就廠商展出資訊作簡單敘述：

## (2) 清水建設(Shimizu Corporation)

清水建設提出土壤污染整治一系列評估對策，包含蒐集土地背景的事前檢討工作、執行土壤地下水污染調查、對土地進行評價與對策檢討、執行土壤污染對策工作、土壤、空氣等環境監測及最後的土地活用。清水建設具有多種整治技術，其離場式處理技術包含重金屬、油污染土壤洗淨技術，其土壤淨化設備包含位於神奈川縣固定式土壤清洗廠 1 座與移動式機具土壤清洗廠，透過水洗技術將附著在小粒徑土壤上具有較高污染濃度的土壤與大粒徑的土壤分開，濃度較低的部

分可再回填或再利用，濃縮後高污染的土壤則再進行處理；現場移動的機具可於場址內組裝，在整治土方量約在 1 萬噸以上具有經濟價值。現場整治方法則有針對油、揮發性有機化合物污染的土壤或地下水，注入生物促進劑或是強氧化劑，添加如鐵法、過氧化氫等物質，土層中有黏土成分者，則使用現地攪拌機具，加強混合。

(3) 同和公司(Dowa Eco-system Co.)

同和公司利用該公司過去進行礦業開產的洗選礦及探勘技術，發展土壤地下水污染調查及整治技術。該公司提供 phase I、II 場址調查及污染淨化費用概算、整治工作與整治時會有的相關行政作業與鄰近居民進行說明會等。整治技術包含離場或現地土壤洗淨、土壤熱處理、鐵反應牆、微生物促進劑添加、化學氧化等。同和公司於秋田縣花崗之污染淨化廠每月可處理 5 萬噸污染土壤，是日本國內第一個取得土壤洗淨設備認證單位。

(4) Ecocycle 公司

Ecocycle 是研發現地生物復育技術及產品之公司，透過好氧性或厭養性微生物來進行污染物分解，該公司研發促進生物生長劑，注入營養源，提供微生物適合的生存環境，處理地下水中污染物如苯類、油類污染、氰化物及含氯有機物等。

(5) 小泉株式會社

該公司研發利用生物復育方式，選擇植物品種與育種，提高植物吸收重金屬鎘的能力，淨化費用減低，減少整治工程中二氧化碳排放。



圖 16 有關會計報表需明列環境債務的看板



圖 17 因應會計報表需明列環境債務的提供的評價服務 (DOWA 公司看版)



圖 18 污染土壤污染對策選用與土地利用關係 (大林組公司提供)

## 六、 參訪埼玉市(さいたま市,Saitama)土壤污染整治場址

9月17日下午參訪埼玉市(さいたま市,Saitama)土壤污染整治場址，該場址位於離東京約1個小時車程的埼玉縣。由Ecocycle公司黑田佳樹先生陪同拜訪場址，由場址主任興亞開發株式會社山崎裕民先生介紹。

該地點因早期地主將土地租用給乾洗業者，經營多年後乾洗業者破產倒閉，地主欲拆除建物時，依土壤污染對策法第3條辦理土壤污染調查，發現土壤及地下水中有四氯乙烯等比水重非水相液體物質 (Dense Non-aqueous Phase Liquid, 簡稱DNAPL)，2007年2月依土壤污染對策法公告為指定區域，埼玉市長依土壤污染對策法第7條要求土地所有者採取去除土壤污染的措施，惟因土壤污染行為人已不存在，由土壤污染對策基金提供經濟上的協助，是土壤污染對策基金之首例助成場址，整治方法採用現地淨化工法，總整治費用約為1億日圓(9,800萬)，其中土壤污染對策基金助成5,000萬日圓，埼玉市助成2,500萬日圓，其餘由土地所有人支付。



本場址位於住宅區，緊鄰民宅與墓地，進出道路狹窄，場址面積約為 944 平方公尺。整治前之調查包含進行現場鑽探超過 10 點，地表下深度約 11 公尺以上為主要污染含水層，地下水位約地表下 4~5 公尺，主要為砂質地層；在深度 5 公尺處有約 30-50 公分的黏土層，在深度 7 公尺處約有 50 公分的黏土層，黏土層涵蓋整個場址；11 公尺以下為另一黏土層，惟檢測至地表下 13 公尺之地下水並無發現污染。污染調查結果土壤中四氯乙烯濃度最高為 11 mg/l（日本指定土壤溶出量基準為 0.01mg/l），三氯乙烯濃度最高為 0.059 mg/l（土壤溶出量基準為 0.03mg/l），順-1,2-二氯乙烯濃度最高為 0.049 mg/l（土壤溶出量基準為 0.04mg/l）。地下水污染調查時，四氯乙烯濃度最高為 150mg/L、三氯乙烯為 10mg/L、二氯乙烯為 5mg/L。

場址整治開始時間為 2008 年 1 月 7 日，整治業者為興亞開發株式會社負責整體對策工程與設備裝設，藥劑及技術支援為 Ecocycle 公司，整治方式對土壤使用土壤氣體抽除，設計有 120 口抽氣井，地下水部分使用地下水抽出處理法(Pump and Treat)搭配注入生物促進劑(EDC)藥劑，利用提供地下微生物營養源，使現地微生物進行厭氣脫氯反應，分解含氯有機物，在第一含水層中設置 40 口注入井，第二含水層設置 10 口注入井，每 3 個月注入生物促進劑一次。執行 1 年半整治過程後，土壤中氯乙烯類化合物已低於土壤溶出量基準，地下水中四氯乙烯濃度降為 0.01mg/L、三氯乙烯為 0.03mg/L、二氯乙烯為 0.04mg/L。

參觀時，場址已將濃度偏低處土壤解除列管，並拆除全部整治井，餘留 2 口監測井進行未來 6 個月的定期監測。現場工地負責人山崎裕民先生汲取地下水供參觀人員觀看，地下水呈現微黃混濁，並有食物腐敗味道，依 Ecocycle 公司黑田佳樹先生表示，這代表地下水中微生物仍持續進行反應。對策工區利用既有圍牆增設防塵網作為圍籬，並加強生物處理易產生之臭味防治，工區外設有建築、勞災、工程看板與聯絡方式，工區內設有小型組合貨櫃屋作為指揮及物料儲存場鎖，另設有安全告示板與緊急聯絡方式（參考圖 19~圖 26，歷年整治照片詳圖 27~圖 31）。

本場址土壤及地下水污染濃度非常高，且為難處理之重質非水相液體(DNAPL)污染，其整治工法整合常見整治技術，工期僅為短短 2 年。



圖 19 場址外貌



圖 20 場址工程告示看板



圖 21 營建與勞災保險許可看板



圖 22 場址工地指揮所



圖 23 量測監測井水位



圖 24 監測井



圖 25 拔除之井管井篩



圖 26 生物促進劑配置儲存筒





圖 27 場址整治初期 (2007/12)Ecocycle 公司提供



圖 28 場址整治初期 (2008/2) Ecocycle 公司提供





圖 29 場址整治中期 (2008/5) Ecocycle 公司提供



圖 30 場址整治中期 (2008/12) Ecocycle 公司提供



圖 31 場址整治後期(2009/6) Ecocycle 公司提供

### 參、結論與建議

- 一、 本次參觀展覽發現日本業者於買賣土地前自主委託專業人員執行污染評估，已有對於土地移轉需進行污染調查之觀念。另土壤污染對策法新修正規範需執行污染調查之土地移轉面積，財務法規配合國際趨勢逐步規範不動產評價中需列明環境負債。建議應可與國內產業加強宣導受污染土地為「負資產」概念，未來的財務報表趨勢走向不動產資產如有「環境負債」需對外揭露，業者如發現確有土壤地下水污染發生，應積極面對處理。
- 二、 建議增加國內土地所有人諮詢土壤地下水污染調查及整治技術資訊管道，參考日本環境協會經驗，業者詢問最多的為如何執行土壤污染調查。建議可參考日本執行方式對民眾提供保密的諮詢管道，可促進土地所有人積極處理土壤地下水污染問題。
- 三、 進行土壤污染調查及整治相關資訊應公開及傳達給週遭民眾了解，減少因缺乏資訊而產生的誤解，降低居民暴露於污染物之風險。建議能建立場址風險溝通指引，讓執行污染場址調查及整治單位有所依循。
- 四、 參考日本經驗，如需於都會區等人口稠密區進行污染場址改善，挖掘污染土壤後離場整治是快速且具有經濟效益的方式。現行日本污染土壤進行離場處理採用土壤管理票、認可處理廠（方式）進行管制。如未來面對污染場址使用挖掘離場後處理，有關土壤去處管理、污染土壤整治方

式、整治後土壤如何再利用需更進一步進行縝密規劃。

- 五、 污染土壤離場後進入土壤淨化場能快速且有效的降低污染物濃度，並能將處理後的土壤再利用，符合永續發展概念。惟處理廠之設置需具備較高的研發技術與投入鉅額資金，設置前後之管理涉及各環境保護領域。
- 六、 建議能持續維持台日環保交流，日本土壤及地下水污染調查市場成熟，結合工業技術與土木建設能力，往往能將各式整治方法做最大的發揮，藉助與日本技術經驗交流，加速國內污染場址整治。