

## 技術報告

### 土地空間資訊於追查國有土地遭棄置廢棄物產源之運用

蔡奇宏<sup>1</sup>

#### 摘要

國有土地遭棄置廢棄物之情形有與日俱增之趨勢，如何早期發現及於發現後妥適處理，有其必要性。本文旨在探討如何善用地理空間資訊，結合時間與空間資料，經空間資訊分析與資料處理後供研判，以運用於國有非公用土地管理，及早發現遭棄置廢棄物等行為或供發現後追究清理責任之分析、佐證。

本計畫以財政部國有財產局經管之原高雄縣大寮鄉潭平段550地號等13筆國有土地內有害事業廢棄物場址作為研究範圍，研究該場址民國82年3月至95年3月間的地形變化，並結合相關物探資料分析。首先，依據需求委外製作高精度高解析度之數值高程模型(DEM)及廢棄物堆積量化等資料，再進行相關分析，所需執行之工作項目與實施步驟如下。1. 航空攝影影像蒐集，2. 現地控制點勘查與GPS定位測量，3. 高解析數值高程模型資料庫建置，4. 成果加值應用及分析。最後再進行結果綜合分析，及作成結論與建議。

本文主要建議事項有：

- (一) 環保署重大污染源指紋比對程序，目前只作廢棄物成分分析比對，倘輔以產製時間比對，應可再將可疑產源之廠商範圍縮小，以利追查產源。
- (二) 廢棄物場址調查估算廢棄物總量時，建議除採鑽探統計或地球物理探測法(地電阻法等)，亦可參採歷年航照影像立體像對計算其數值高程方式推估互析，應可有效提高估算精度，以利於更精確的估算清理費用。
- (三) 建議催生環境責任法，明確劃分廢棄物清理權責，並基於共同負擔原則及合作原則儘速完成清理，以確保環境安全。
- (四) 建議加強廢棄物源頭及流向管制，並加速廢棄物最終處理廠之建置，提供合法棄置場所，以防杜非法棄置行為。

**關鍵字：**空間資訊、廢棄物、重大污染源指紋、數值高程模型、立體像對

---

<sup>1</sup> 財政部國有財產局台灣南區辦事處課長

## 一、前言

近來，非法棄置不明事業廢棄物污染土地事件頻傳，有的棄置於田野間，污染農地，造成農地生產出有害人體健康之農產品；有些則棄置於溪谷或水源地，直接污染水源，破壞水源地生態，其生產的漁獲亦無法食用，不僅衝擊生態環境，並嚴重污染我們日常食用的農、畜及漁產品等，已直接或間接地影響人類之生活環境，引發社會大眾高度關切。

國有土地遭棄置廢棄物之情形亦有與日俱增之趨勢，且有多件為查無污染行為人之有害事業廢棄物事件，故如何早期發現及於發現後妥適處理，有其必要性。

空間資訊 (Geospatial Information) 含括土地所在空間位置及其對應之相關屬性資料，可藉由地理資訊系統 (GIS) 作關連性之查詢、處理與成果展示，應用層面相當廣泛，本文即在探討如何結合時間與空間資料，經空間資訊分析與資料後處理，以運用於國有非公用土地管理、及早發現遭棄置廢棄物等行為或供發現後追究清理責任之分析、佐證。

## 二、高雄市大寮區潭平段有害事業廢棄物場址清理責任

原高雄縣政府環境保護局 (以下稱環保局) 95 年委託財團法人工業技術研究院 (以下稱工研院) 辦理「高雄縣大寮鄉潭平段非法棄置事業廢棄物場址緊急調查計畫」報告指出，財政部國有財產局 (以下稱國產局) 經管之潭平段 550 地號等 13 筆國有土地，總面積 4.3352 公頃，遭非法棄置事業廢棄物，且檢測結果場址廢棄物以鋼鐵業爐石 (30%)、

營建棄土方 (47%) 及含重金屬有害事業廢棄物 (23%) 為主，總體積約 20 萬 4 千立方公尺，且自裸露的表層至地表下 14 公尺皆可發現含鉛、鎘重金屬之有害事業廢棄物，經開挖採樣 101 個樣品及表層採集 20 個疑似集塵灰樣本進行篩檢，其中 70 個集塵灰樣本進行重金屬溶出試驗，樣品內鉛與鎘分別超過溶出毒性有害事業廢棄物認定標準，依環保署已建立之場址危害等級評分系統進行場址危害性計算，評分可達 55.4 分，超過 28.5 分的門檻標準，且估計含大量重金屬有害事業廢棄物，重量約 7 萬 295 公噸。

因查無實際行為人 (直接責任)，環保局即依廢棄物清理法，以國產局 (地主) 應負狀態責任 (間接責任) 為由，處以限期回復原狀之行政處分，本案雖歷經行政訴訟程序就相關責任問題釐清，惟訴訟中雙方鑑於政府一體，且土地資源為人民生存條件所不可或缺，具有易破壞不易回復等特質，為維護土地環境資源，避免污染擴大危及公共安全，爰訂定行政契約由國產局編列預算優先清理，雙方並協力追查行為人及追償。嗣後國產局即訂定 97-100 年 4 年清理計畫，並編列近 10 億元預算辦理清理作業。

## 三、研議運用土地空間資訊協助追查廢棄物來源

行政院環境保護署 (以下稱環保署) 92 年 7 月 8 日環署檢字第 0920049184 號函附「行政院環境保護署環境污染指紋資料庫推動小組設置要點」第 1 點明訂「行政院環境保護署為有效整合環境污染物指紋鑑定相關資料，特成立環境污染物指紋資料庫推動小組，以建立重

大污染源之環境污染物指紋資訊，提供環境污染物指紋鑑別或查詢，俾利污染發生時，快速追查污染源。」，是環保署環境檢驗所於 92 年起委辦「環境污染物指紋資料庫建置綱要計畫」、「重大污染源指紋建立技術之研究」等相關計畫，擬逐步建立國內主要事業別有害事業廢棄物指紋成分資料檔，以期應用污染物指紋資料庫得以追查非法污染案件產源與追究棄置者的責任，即透過計畫執行策略與內容規劃，建立鑑識技術，再結合污染案件追查的實務需求與廢棄物理化指紋成分資料，建構發展為環境污染物指紋檢索系統，期能協助環保署及國內縣市環保機關稽查鑑定非法棄置事業廢棄物來源，使不法業者無所遁形並繩之以法。

惟工研院於前敘大寮鄉潭平段廢棄物場址緊急調查計畫研究報告指出，環保署環境檢驗所曾於 94 年執行之「鋼鐵冶煉業集塵灰指紋比對追實例計畫」對本場址疑似集塵灰樣本進行 5 個樣品之指紋特性檢測，其綜合評估推論，依場址所採集之樣品比對相關產業所採集之樣品，較接近的有 4 家碳鋼廠，若要查出可能非法棄置廠家需再進一步配合相關單位稽查行動。

因調查報告疑似產源之工廠非只一家，且相關單位均查復查證困難，迄未有追查結果，本文爰思考如何依據原調查報告採樣資料再予細分出該廢棄物主成分係屬何年度產出物？及如何確認各年度廢棄物堆積量？期能突破追查瓶頸、加強佐證資料，以更有利於產源追查及追究使用人或承租人之責任。

經探討後，發現可運用歷年航空攝影照片立體像對，完整呈現廢棄物場址每年廢棄物堆積變化情形，並計算出每

年堆積數量，以量化資料供訴訟佐證使用。另發現原調查報告之廢棄物鑽探採樣點係採垂直鑽探取樣，且不同深度樣本廢棄物組成成分亦有不同，應係屬不同時間所堆置，故亦計畫嘗試結合航空攝影照片 3D 數化後之每年廢棄物堆積情形，組成一連續時間序列之圖層（4D），並套疊採樣點坐標於圖層上，以定出該鑽探點不同深度之年序，用以分析確認各採樣樣品之堆置（產出）時間，俾提供環保及檢調相關單位深入查證。

#### 四、以數位攝影測量方式製作歷年數值高程模型

本計畫以原高雄縣大寮鄉潭平段 550~559、629、631、632 地號等 13 筆國有土地為研究區，蒐集自民國 82 年到民國 95 年間之歷史航照立體像對，依據需求委外製作高精度高解析度數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)及廢棄物堆積量化等資料，再進行相關分析，所需執行之工作項目與實施步驟如下。

##### (一)航空攝影影像蒐集：

本研究係為取得同地區長時間之多時影像，其優點係本國政府機關自 1960 年即發展航空攝影測量，歷史悠久，各年度之圖資較為齊全，且具有立體像對可供建立 DEM 資料庫之優勢，故計畫一開始即規劃請農航所提供航照圖供使用，計蒐集民國 82~95 年間涵蓋工作範圍之航空照片（數位）影像立體像對，每年一對共 28 幅之數值航照影像。

##### (二)現地控制點勘查與 GPS 定位測量：

委外建置各年度之 DEM 資料庫時，雖然部分高程可由取得之航照當時相機率定資料解算，惟因過去航拍

影像的重疊情形可能不符合精準求解條件，為提高精度，除需混合不同時期之影像資料一起計算，以取得一致性外，尚須在影像上尋找固定的自然點，獲得穩固的控制點位，以輔助求得更準確的地面高程，故首先需作內業控制點篩選，即利用所取得之歷史航照，在歷年影像上找出相同點，作為影像外方位參數求解之影像控制共軛點，精度應控制在次像元。然後再辦理控制點 GPS 定位測量，即在所篩選之控制點中，選出適當點進行現地 GPS 單點靜態定位測量，精度需符合國土測繪法二等衛星基本控制點測量規範，以提高後續空中三角測量解算準確度。

### (三)高解析數值高程模型 (DEM) 資料庫建置：

近年來，由於電腦科技的進步及攝影測量相關設備與技術之改善，空中三角測量的作業方式已從傳統的類比法發展至數值法，不僅提高自動化作業流程，對於所求得點位之地面坐標精度亦大幅提升，使後續成果的應用更為廣泛。所謂數值法即攝影測量作業完全採用影像數位化的方式在電腦中進行運算，從影像資料來源、量測點位方式到後續方位坐標的解算，所有的資料皆為數值檔，其優點為可配合影像匹配技術，達到自動化量測的程序，大量減少人工的操作，提升作業速度及精度。因此，本計畫即委外運用上述專業之軟、硬體設備，採用『數位攝影測量方法』來處理歷年航照影像，用以獲得 82~95 年之正射影像及數值地形模型。取得上述相關資料後，即可建置數值高程模型資料

庫，因已提高空中三角解算精度，故規範產製資料需為空間解析度至少 1 公尺之格網數值高程模型，航照影像匹配與數值高程解算水平精度需優於 1 公尺，高程精度優於 2 公尺（可達 1 公尺）。

### (四)成果加值：

依航測照片初步判釋，本場址歷年均有一些土地地形變動，為進一步瞭解各地號土地歷年地形變化量與遭堆置廢棄物情形，除請產製單位繪製民國 82~95 年逐年測區等高線外，再請其協助加值製作各地號逐年高程剖線分析圖、計算各地號逐年分區堆積量及繪製逐年堆積量變化圖，並協助將逐年之高程數化資料與測區現有之地物探資料（原廢棄物採樣樣本）高程結合，以供比對分析。期以所求得之各地號每年廢棄物之體積變化量等資料，確實掌握土地之使用情形，用以強化證據調查，供研議追究（查）相關責任。

## 五、成果分析

為了解本場址每年之地形高程變化情形及求得各地號國有土地各年度之廢棄物堆置數量，以利研判分析廢棄物是否為出租期間或何時間點遭堆置。首先，將前、後期之數值高程模型相減，以計算出全區逐年地形變化情形；再以每一筆地號為範圍，將相減後所得之該範圍內之各單位網格高程變化數值與單位面積相乘後加總，即計算出各地號之土方（廢棄物）堆積量，計算成果如附表，正值代表數量增加，負值代表數量減少。

附表 民國 82~95 年研究區各地號地形變化量綜合分析表

地號	82-83 堆積量(m <sup>3</sup> )	83-84 堆積量(m <sup>3</sup> )	84-85 堆積量(m <sup>3</sup> )	85-86 堆積量(m <sup>3</sup> )	86-87 堆積量(m <sup>3</sup> )	87-88 堆積量(m <sup>3</sup> )	88-89 堆積量(m <sup>3</sup> )	89-90 堆積量(m <sup>3</sup> )	90-91 堆積量(m <sup>3</sup> )	91-92 堆積量(m <sup>3</sup> )	92-93 堆積量(m <sup>3</sup> )	93-94 堆積量(m <sup>3</sup> )	94-95 堆積量(m <sup>3</sup> )
550	0	0.0	93.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
551	-18.1	0.0	76.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
552	-14.9	0.0	354.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
553	678.3	0.0	1,320.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
554	90.2	0.0	311.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
555	3056.5	49.8	261.56	0.0	0.0	-15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.3
556	5186.1	0.0	1,895.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
557	1992.6	0.0	555.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
558	1550.7	0.0	903.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
559	4432.3	0.0	2,458.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
629	46151.2	36944.8	14,624.32	173.6	219.1	734.5	160.3	0.0	0.0	0.0	-576.1	-262.125	-222.5
631	56227.9	67790.4	20,135.83	0.0	22.94	5227.9	-56.9	0.0	0.0	0.0	90.1	92.4	-176.5
632	4085.1	1359.9	362.09	0.0	0.0	-599.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.8
合計	123417.9	106144.9	43,352.2	173.6	242.04	5347.8	103.4	0.0	0.0	0.0	-486	-169.725	-443.1

由上表可知，本場址廢棄物棄置時間多集中於民國 82 年至 85 年間，85 至 89 年間亦有少量棄置行為，89 年之後則有零星土地體積減少，其體積減少之原因，經輔以立體鏡研判，應係整地所造成。而 89 年後不再有廢棄物棄置之情形，經研判可能係因 87-89 年間檢調單位開始展開調查運泰公司非法棄置汞污泥及桶裝等有害事業廢棄物案件後，大量的棄置不明廢棄物場址浮現，除直接污染環境生態外，並對社會民眾造成相當大的震撼，引起社會輿論及相關環保主管機關的高度關切，致使非法棄置業者有所收斂。

又本場址部分區域原即為環保署列管之 175 處場址之一，場址原名稱為「大寮鄉考潭段 278 之 83、84 與 85 地號」(列管編號為 S003EPA0018)，該署於民國 88 年間委託工研院執行「不明廢棄物場址危害評估」計畫進行本場址初步評估，經檢測廢棄物性質為一般事業廢棄物，

評定為丁級場址，無立即處理之需要，與本研究結果相左。俟該院 95 年重啟緊急調查計畫指出 94 年 4 月再經民眾舉發，並由環保局採集地表裸露粒狀廢棄物進行檢測分析，確認場址內「部分區域又遭棄置有害集塵灰」，始建議將本場址危害等級提升至甲級場址。故倘本研究成果正確，場址內有害事業廢棄物應非 94 年始遭棄置，該院 88 年對本場址初步評估為丁級場址之結果有誤，倘當初調查結果即為甲級場址，環保署應即可於 88 年起即併同其他 18 處列為甲級場址者，編列經費補助各縣市環保局執行緊急挖掘清除作業，亦可降低環境污染危害人體健康之風險。

另為比對研究區各年度地形變化與土壤分層覆蓋物之相關性，本計畫蒐集工研院緊急調查計畫於現場鑽探採樣之 12 個孔位資料(以下稱物探資料)，利用孔位柱狀資料與各年度之地形剖面進行高程比對分析，部分成果如圖 1 所示。

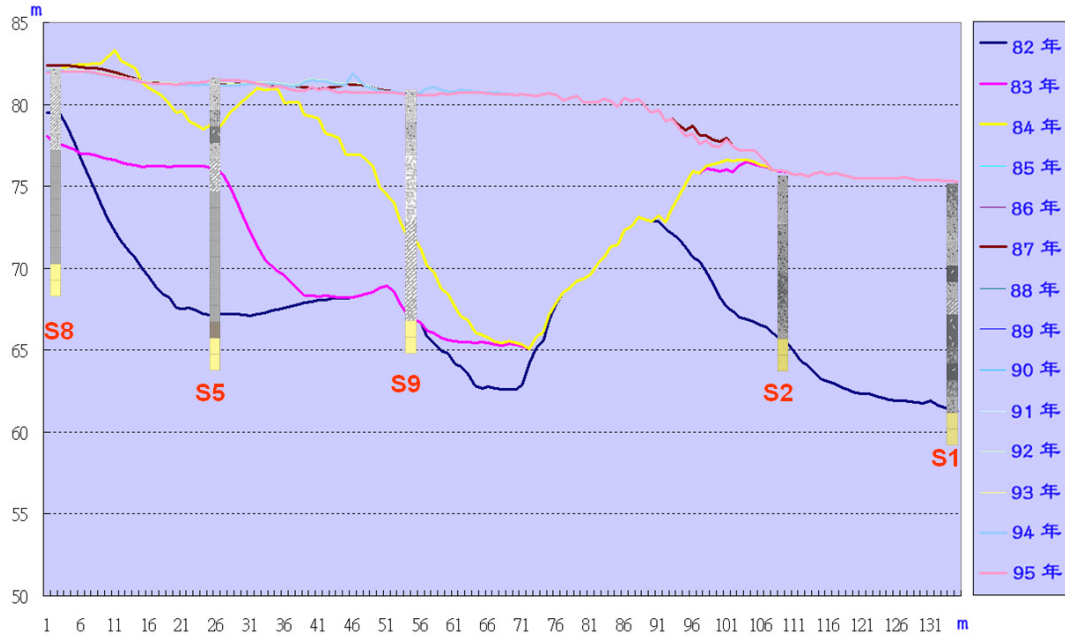


圖 1 剖線一地形高程變化與孔位鑽探資料套合圖

經由上述資料比對後，發現本場址內廢棄物大部分均為民國 82 年以後所堆置，惟場址邊界，如孔位編號 S4、S6、S8、S10、S12 座落位置之廢棄物，部分係 82 年以前即已存在，顯示在 82 年以後大量棄置廢棄物以前，該區座落高市 71 號道路旁土地原即有棄置廢棄物行為，故研判該區一開始之棄置行為應為

沿道路山谷隨意棄置型態，後來才演變為大規模場址棄置行為。

另物探資料經過時間序列排列後（如圖 2），發現大部分孔位地質分層與時間確有相關性，顯示以航照影像建立數值高程模型，用以判釋廢棄物棄置時間點確實可行。

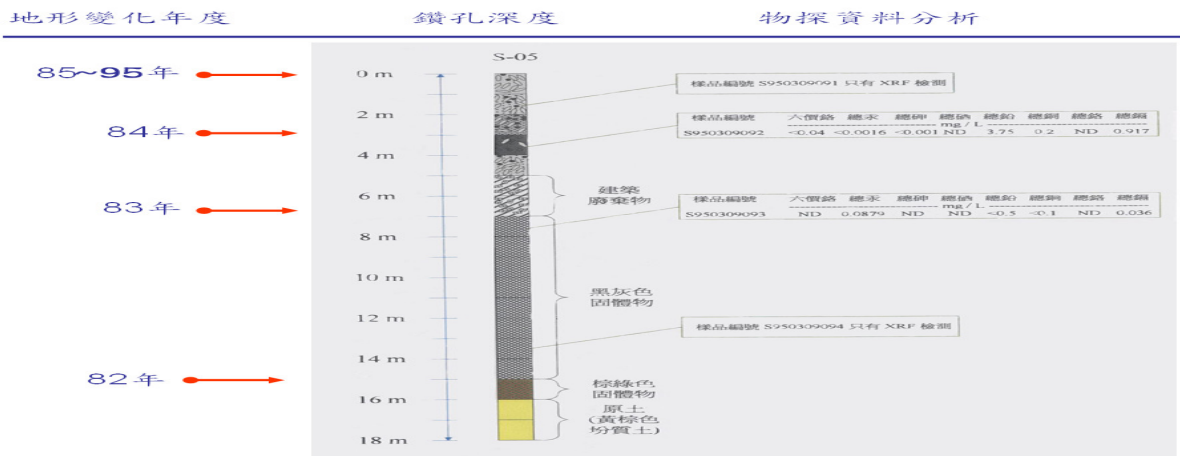


圖 2 第 S-05 號孔位地形變化年度與孔位鑽探資料比對圖

## 六、結論

(一)利用歷史航照確實可還原已成為歷史之土地地形變化情形，故以航照影像建立數值高程模型，用以判釋廢棄物棄置時間點確實可行。但本研究亦發現其精度受限於航照影像

品質與地面控制量測精度，尤其民國 87 年以前之航照為黑白影像，且因地形變化較大，地面控制點尋找不易，空中三角解算成果較差，連帶影響測繪精度。



民國 87 年測區航照立體像對



民國 91 年測區航照立體像對

(二)由於原始資料來源精度之限制，本研究航照測繪精度水平誤差約 1 公尺，高程誤差約在 2 公尺至 1 公尺，若地形變化小於此誤差範圍，則較難確定是否有變化。故經計算地形高程沒有變化者，亦可能係因地形變化量小於誤差範圍，而無法確認其變化情形，尚非代表必然無高程變化或無非法棄置廢棄物行為。意即可能無法判釋出小規模之廢棄物棄置行為。

(三)從地形變化趨勢及套疊物探資料顯示，民國 88 年工研院執行之「不明廢棄物場址危害評估」計畫對本研究區初步評估為丁級場址之結果應有誤，該區自環保署一開始列管，即應列為甲級場址。

## 七、建議

(一)建議環保署建構發展之環境污染物指紋檢索系統能納入產製時間資料蒐集，強化比對能力；環保署重大污染源指紋比對程序，目前只作廢

棄物成分分析比對，倘輔以產製時間比對，應可再將可疑產源之廠商範圍縮小，以利追查產源，故建議環保署結合其廠家申報資料資料庫等，將產製時間點亦納入指紋之一部分供比對，應更能協助縣市環保機關稽查鑑定非法棄置事業廢棄物來源，使不法業者無所遁形並繩之以法。

**(二)建議可採廢棄物場址歷年之航照影像立體像對計算數值高程差方式，調查估算廢棄物數量：**現行廢棄物場址調查計算廢棄物數量之方法，多採鑽探採樣內積統計方式或物理探測法（如地電阻法、透地雷達等）等方式推估，誤差量可能頗大，建議亦可併採歷年航照影像立體觀測及計算其數值高程方式推估後互析，應可有效提高估算精度，以利於更精確的估算清理費用或求償金額。

**(三)建議催生環境責任法，明確劃分機關廢棄物清理權責，本於共同負擔及合作原則儘速完成清理：**現行環保法規對於環境遭破壞之「行為責任」及「狀態責任」並無定義，亦無規範查緝相關責任之優先順序及方法，致環保機關因查緝行為人（行為責任）困難，捨而逕向地主追究狀態責任，造成社會不公情形屢見不鮮，亦致使行政訴訟爭訟不斷。為能有效防杜類此事件發生，財政部於 96 年 3 月 20 日邀集環保署、行政院主計處、經濟部、法務部、內政部等機關召開會議決議，非法棄置事業廢棄物問題，涉及事業廢棄物源頭管控、流向稽查、行為人之取締及土地所有權人（管理者）

等問題，非單一機關之責任，並請各相關機關加強管制、稽查及取締，共同配合通力合作，並落實行為罰，俾能克竟其功。惟該會議並未解決各機關間如何通力合作及分工之問題，是本文建議最終仍應催生環境責任法，明確規範廢棄物清理權責及各機關間之配合作業方式，以加速不明事業廢棄物場址之清理進度，確保環境安全。

國產局經管之國有土地幅員遼闊，難以事前查悉及防範違法利用情形，復因無公權力得以裁罰非法棄置廢棄物之行為人，且非環保專業機關，亦未配置環保專業人員，對於經管土地是否遭棄置有害廢棄物難以判釋，故實為受害者。惟環境損害之補救及回復刻不容緩，是仍應儘快建立環境責任法，尤其對於侵害主體不明時，更應基於共同負擔原則及合作原則來採取一定之措施。

**(四)建議推廣應用「國土利用監測計畫」所提供之衛星影像變異點資料，防杜廢棄物棄置行為：**

內政部營建署近年來辦理國土利用監測計畫，委託國立中央大學利用福衛二號衛星影像對全國土地利用現況進行監測，經由前後期衛星影像之比對，定位出土地變異點坐標後，交由各主管機關進行現場查證與勘驗，倘經確認為非法使用者，即依法處理。國產局為提高國有土地管理成效，已加入該計畫，利用衛星影像變異點資料套繪國有土地地籍資料，予以定位追查，一經發現有非法使用情形，即彙整相關資料送請檢警單位偵辦竊佔等相



關罪責，因具有時效性，確可達到嚇阻非法使用之歪風。故建議推廣予相關環保主管單位應用，以期及早發現環境破壞情形及追查廢棄物棄置行為並保存證據，協助於將不法者繩之以法。

**(五)建議加強廢棄物源頭管理與流向管制，並提供合法棄置場所，以降低非法棄置行為：**環保署為加強事業廢棄物處理情形之追蹤管制，自 86 年即規劃成立事業廢棄物管制中心，建立事業廢棄物網路申報系統，作申報資料勾稽，然仍未能完全防杜廢棄物遭任意棄置行為。主要係因各級環保機關稽查人力不足，未能就產業產生之廢棄物作好源頭管理及廢棄物處理管制；又每年待處理之有害廢棄物大於實際妥善處理量，亦大於全國事業廢棄物處理機構之處理容量及能力，逼使相關合法業者走向非法棄置一途，故要降低非法棄置行為，除需加強源頭管理與流向管制，並應加速廢棄物最終處理廠之建置，從提供足夠數量之合法棄置場做起。

4. 邱育慈，「與毒共處，從戴奧辛看台灣有害廢棄物處理」，大地雜誌，第 191 期，頁 16-27，2004
5. 財團法人環境資源研究發展基金會，「廢棄物處理政策環境影響評估成果報告」，行政院環境保護署，2007
6. 台灣檢驗科技股份有限公司，「重大污染源指紋建立技術之研究」，行政院環境保護署環檢所，2006
7. 工業技術研究院，「重大污染源指紋建檔計畫」，行政院環境保護署，2004

## 八、參考文獻

1. 工業技術研究院，「高雄縣大寮鄉潭平段非法棄置事業廢棄物場址緊急調查計畫」，高雄縣政府環境保護局，2006
2. 工業技術研究院，「高雄縣大寮鄉潭平段 550 地號等 13 筆國有土地高精度高解析數值高程模型資料庫建置計畫」，財政部國有財產局台灣南區辦事處，2008
3. 陳繼藩、王安強等 4 人，「國土利用監測計畫-土地利用變遷偵測管理系統規劃建置」，內政部國土資訊系統通訊第 45 期，2003