

# 廢棄物丟棄堆清理之問題

梁 旭 程\*

## 一 個污染的問題

根據行政院衛生署的統計，目前臺灣已有的垃圾丟棄堆約有三百多處，其中百分之三十分佈在河川地帶，其餘分佈在山谷窪地。臺南灣裏燃燒廢電纜，產生世紀之毒「戴歐辛」，存留於燃燒灰燼中，有些污染土壤含量高達 2,000ppm (百萬分之二千) 以上。高銀化工所排放污水污染附近農地，雖可將受污染之土壤挖起，但因挖土無處可放以致清理工作遲遲未能施行。在以上幾個不同的例子中，我們可以看出廢棄物丟棄堆清理的問題已經存在今天的社會中。

這個問題牽涉很廣，有時候深不可測

這些丟棄堆倒底會產生那些問題？為何需要清理？大自然本身是一個廢棄物的丟棄堆，但要有適當的措施來配合，才可以達到環境保護的要求。內湖區葫洲里基隆河邊的垃圾場，因為沒有作衛生掩埋，垃圾堆積愈來愈多，腐化且產生大量沼氣，自然引起火災，長約二百公尺的南側山坡陷於一片火海與濃煙中，南港、成功路、八德路及忠孝東路一帶瀰漫着一片白茫茫的煙霧，空氣受到嚴重污染。高銀化工所排的廢水含鎘，污染附近土壤，以致污染該地區稻米，使之含鎘量高達 1 至 4 ppm。從以上兩個情況中，我們可以觀察到丟棄堆所引起的問題可能包括火災、空氣污染、農作物污染。此外，尚可能造成惡臭、破壞景觀、地下水污染以及其它意外的發生。美國 Weston 顧問公司 Schoenberger 博士在有關「有害物質」方面研討會中指出，有些丟棄堆像天文學中的「黑洞」一樣，深不可測，隱藏着各種的問題。這些丟棄堆往往需要清理；雖然清理每個丟棄堆可能有不同的目標或方向，但要去了解每個丟棄堆，以便可以順利執行清理，達到清理的目的，其中有許多共同因素需要我們去探討及研究，這些因素乃本文所要討論的問題。清理丟棄堆的工作所包括的步驟大概可分為下列八個部份：

- 了解丟棄堆
- 訂定清理目標
- 建立清理所需的準則 (Criteria for Clean-up)
- 估算清理量
- 尋找處理及處置方案
- 估算清理經費
- 設計
- 執行

在此特別要強調的是本文並不是討論上述這些步驟，而是討論在這些步驟中可能需要考慮的因素，純屬個人心得，希望引起大眾的關注。

解決這個問題，不能單靠工程技術

了解丟棄堆就是尋找出問題，如果丟棄堆中的廢棄物種類越複雜，歷史越久，與附近的環境

\*中鼎工程公司環境工程部專案工程師

越有密切的關係，則了解所需的力量越大。對丟棄堆進行調查似乎是了解或尋找出問題的唯一途徑。調查可能只包括現場勘察，但可能需要進行取樣化驗，甚至作長期監測。如果調查的丟棄堆可能含有有害物質，調查的手續便得要小心計畫，如調查人員的安全措施，丟棄堆或調查地點的隔離，調查的方法及工具等等，均要作慎密的規劃。調查工作往往是十分艱鉅的，牽涉到許多工程與科學知識，因為污染物被傳送的途徑，並不容易鑑定。附近環境資料的收集，是另一項重要的調查工作，可能包括氣象、水文、河性、農作物、水產養殖、地下水層、海岸、地形／地質等各方面的情況。雖然可能在調查後之檢討時會發覺所花費的調查費用不少，但清理工作價值及力量的肯定，全賴於調查結果的顯示。

### 清理的目標及清理的準則可能有很多

訂定清理目標一般乃視丟棄堆對附近環境所產生的影響來衡量，但有些目標有相互牽連的關係，如防止土壤污染及地下水污染，往往需要同時考慮，而清理的目標也會因其它的因素有所改變；如政府的規定、經費的問題、情況的改變等等，所以常常要在了解問題後，才能清楚訂定目標或修正原來所訂的目標。

有了目標後，我們便需要建立清理所需的準則。在日本或美國，這些準則往往是法令的規定，如日本有含有害物污泥的清理準則，其中包括含汞污泥及多氯聯苯污泥。為什麼需要準則呢？通常是多目標的需要，如防止二次污染的發生，將來土地利用的情況、水文的特性、活動的範圍等。在防止二次污染的發生可分為兩方面：一方面為清理時不可引起二次污染，另一方面則是處置時不可再造成污染。清理時避免引起污染，需要注意幾個因素：第一、要有良好的監測系統，以便偵測清理範圍附近的水、土壤、空氣以及動植物污染程度是否有增加；要掌握污染物可能移動的途徑，才可製訂出良好的監測系統。當然，同時要考慮測站的佈置與其代表性、監測設備受干擾的可能與其準確性及敏感程度。第二、清理方法的選擇，如河底底泥的清理，疏浚的方法則需要經過研究評估，方可選出最適當的方法。第三可能需要臨時的設施，如貯存設施、廢水處理設施等。其它的因素尚可能包括清理時輸送的途徑、洩漏的發生，意外產生的可能情況等，均直接或間接地可能造成二次污染。處置時要避免引起二次污染，所需要考慮的因素也甚多；如地點的選擇、方法的選擇，前處理的需要等，這些因素將在「處置及處理」一段中再加以討論。將來土地使用的情況是清理的準則之一，因為不同的使用將可承受不同的污染程度，若地下水源在丟棄堆的附近，而將來地下水源可能成為飲用水源，則絕不能受到任何的污染，因此丟棄堆的清理也將比較嚴格。水文的特性及活動的範圍均是與污染的移動途徑有關，可能將污染範圍擴大，所以對清理範圍有直接的影響。

### 如何訂定清理的範圍及如何估算清理量

當清理的目標及清理的準則均被辨別及確立後，所需清理的範圍及程度便可以開始估計，繼而推算出所需清理量。如果丟棄堆有許多用桶槽貯存的廢棄物，則清理量的估算便較為困難。如果在一個丟棄堆內有多種有害物質，則估算的方法或公式會變得甚為複雜。日本水俣灣含汞底泥的清理推算公式是

$$C = 0.18 \cdot \frac{H}{J} \cdot \frac{1}{S} (\text{ppm})$$

C 為所需清理底泥的最低含汞量 (ppm)

H 為平均潮汐差 (m)

J 為放出率

S 為安全係數

J是根據某些測點所取得的底泥在放出實驗的結果，S包括漁業活動及當地海域生態食物習慣所訂定。

### 清理後如何處理及處置

清理後當然需要適當的處理及處置，在選擇前，必須辨認可行的方案、作可行性研究、對各可行方案作綜合評估分析，然後挑選出最佳方案。前面曾提及在處置時一定要避免再造成二次污染，這只是挑選可行方案的考慮因素之一，同時需要考慮的可能包括經濟因素、民衆心理、技術的可靠性、工程的執行等等。地點的選擇往往是最頭痛的問題，尤其在臺灣人口稠密的地區，當然可考慮利用原地作適當的處理及處置，但常常是無法辦到；每個候選地點的調查可能包括地理、地形、地質、水文、附近社會經濟及動植物等情況，並需要有足夠而深入的探討。通常，至少要進行簡單的環境影響評估，從對景觀、大氣、水體、社會經濟等各種環境的衝擊中，將適合的地點按優先順序排列。處理的方法或所需的前處理，如焚化、固化、分類、無毒化（Detoxification）處理等，是與地點的選擇及最終處置的方法，有非常密切的關係；但污染物的性質與某些處理方法有特別的選擇性，如有機的有毒物質，焚化乃是比較可靠而有效的方法，固化後掩埋並不一定可以避免滲透的發生；反之，如果是含重金屬的污泥，固化掩埋可能是比較恰當；對一個含複雜廢物的丟棄堆，可能需要各種處理方法的混合，才能達到安全處置的效果。最終處置包括陸上掩埋，填海埔新生地、資源回收及海洋投棄；由經濟觀點來考慮，當然應優先考慮資源回收，但要找到可應用的地方，有時候因市場的需求或技術的開發，可能要等若干年後才有可能；陸上掩埋及填海埔新生地均需要有適當的規劃、設計及維護，否則很容易再發生問題；海洋投棄關係到公海法規，將來資源回收及很多尚未澄清的問題令許多學者專家並不太贊成這種處置方式。

### 設計和執行是特別的挑戰

清理工作的設計及執行和一般的工程設計及施工並不完全一樣，各方面的工程人員及科學家要有密切的合作與積極的討論；如掩埋地點的襯裏（Lining）設計，需要地質人員、化學家、環境工程師、材料研究人員等多方面的配合，才能確定是否適合用作防止某種有害毒物滲至地下水層或土壤中；施工時也特別嚴格，為防止發生二次污染及意外，施工步驟及措施均需要小心訂定，監工也不可以有絲毫苟且，而施工期可能會較普通土工、挖方或疏浚所需的時間來得長。

### 日本水俣灣求污染清理計畫

西元1953至1978年間，日本熊本縣水俣灣的漁民及家屬，估計有上千人得了水俣病（一種因汞中毒的神經系統疾病），是由於食用含高甲基汞的魚類及貝殼類造成的，因為在1932至1972年間，一家以氧化汞為催化劑的工廠，排放大量含汞廢水，污染了水俣灣底泥，經微生物氧化後轉化成甲基汞，而該處的魚類吸食了那些微生物，慢慢累積在魚體中，含汞濃度有些高達100ppm。如果底泥污染不受到適當控制，水俣病可能會繼續發生，所以日本政府決定整治污染的底泥，清理凡超過含汞量高於25ppm之汚泥，估計需要浚渫之汚泥量達150萬立方尺，浚渫面積達211公頃，總工程費用約36億新臺幣，清理工作已於1981年開始，估計需十年才完成。上述事件重要記事茲列如下：

- 1932年開始排放廢水
- 1956年首先發現水俣病
- 1971年製定汞排放標準及開始研究處理方法
- 1973年訂定汞污染底泥清理辦法
- 1974年熊本縣政府成立清理專案委員會
- 1975年開始規劃設計
- 1977年設置監測網
- 1978年掩埋地區圍堤竣工
- 1981年開始清理

#### 美國 Hudson 河多氯聯苯污染清理計畫

美國紐約 Hudson 河長 240公里，因工廠廢水的經年排放，受到多氯聯苯污染的底泥共四十多處，最高含量高達 3,000ppb（十億分之三千），平均含量達 125ppb，最高含量一般在水底下25公分之污染層，但污染泥層平均不超過60公分。1978年之整治可行性研究報告指出，需要清理四十處含多氯聯苯在 50ppb 以上之底泥，估計可清除 Hudson 河底泥中總多氯聯苯含量之95%左右，工程範圍約長64公里，掩埋場約需60至80公頃面積，掩埋場規劃將用一般化學廢棄物掩埋標準，浚渫污泥量達 1,150,000 立方米，總工程費估計為 100 億新臺幣。施工將利用抓斗式浚泥法 (Clam Shell)，回流水需經過初步沉澱、混凝及最終沉澱後才放回河中。挖泥深度達90公分，採用一個掩埋地區而不採用多個的主要原因為簡化監測及維護工作，也減少干擾當地環境。回流水處理系統設計流量為每日37,850立方米 (10 million gallons per day)，掩埋場底鋪有不透水黏土層，圍提高約 3 至 5 米，清理完成後預計蓋上45公分黏土，再覆蓋45公分泥土，準備作種草之用。浚渫及輸送費用佔總工程費40%，水處理費佔20%，掩埋場佔 5%，監測及其它費用佔40%。工程進度分三年完成；第一年建造掩埋場，第二年及第三年為浚渫工作。

上述的兩個個案：日本水俣灣的汞污染及美國 Hudson 河的多氯聯苯污染告訴了我們什麼

？

- 廢棄物丟棄堆所帶來的污染問題往往十分嚴重
- 了解問題及解決問題需要很長的時間
- 清理工程通常十分龐大，經費也十分鉅大
- 處理及處置上需要很多技術上的研究
- 政府需要引導及訂立所需的法令

#### 全國性的問題及需要

廢棄物丟棄堆的問題已存在於今天臺灣社會中，有陸上的，有河川地帶的，有海邊的……。在國家經濟膨脹後，大家開始注意環境污染的問題，目前大家的注意力似乎集中在家庭污染、工業廢水、工業廢氣等較明顯的目標上，廢棄物丟棄堆常常被忽視，但所能引起的問題，可能十分嚴重，也需要很長的時間，才被辨認出來。如果我們要改善污染的問題，應同時注意廢棄物丟棄堆，否則，可能在解決某一污染問題上，又產生了很多的丟棄堆，如垃圾、污泥及有害物質的最終處置，在沒有適當的規劃下，都可能成為製造廢棄物丟棄堆的來源。清理現有丟棄堆的需要已漸漸增加，因為有很多已產生了問題，如土壤被污染、農作物被污染、火災及意外事件……。廢

棄物丟棄堆確已成為一個全國性的問題，清理工作也成為一種全國性的需要。

### 國家的政策及基金

丟棄堆的歷史及追溯工作，往往無法了解及考查，而且，清理問題可能跨越縣市，因此，有必要由中央制定政策，來解決這些問題。所需鉅大的經費及其攤分問題，更是十分困難，所以也需要由中央政府成立基金，如美國「資源保存及回收法內的超級基金 (super fund)」，也就是特別用來補助清理那些不曉得由誰造成的丟棄堆。在日本水俣灣汞污染清理計畫中，造成污染的工廠只負責65% 所需經費，其餘由日本政府補助。

### 政府的輔導及指引

如果清理丟棄堆沒有一定的依據或需求，有時會造成太浪費或不够安全與再造成二次污染的可能，所以一定要由政府在政策上輔導及在法規上指引；如特別掩埋場的設計標準、清理工作的安全問題、處理及處置的各種方法上的要求等等，此外，掩埋地點的選擇，清理可行性研究以及處置方案的綜合評估也是管制清理工作的各個層面，政府可利用現有法令及技術，先擬訂管理上的架構，再發展各種相關法令及施行細則。

### 目前的應急行動

行政院衛生署環保局於去年十二月完成「廢棄物清理法」修正草案，目的在加強有害事業廢棄物之管理，收取及處置工作，但事業廢棄物之處置地點仍未有着落。經濟部工業局正式核定於高雄大發工業區及臺南市灣裡設置五金專業區，目的是防止焚燒電纜而產生「戴歐辛」，繼續危害附近居民健康、污染空氣及土壤，但廢棄物之處置仍在研究中。政府目前正積極處理垃圾的問題，因為不希望垃圾丟棄堆繼續蔓延，所以將規劃新的垃圾處理場及改善現有的掩埋場共廿六處，所需工程費用共卅九億元，目前已在北、中、南三區各規劃一處示範性掩埋場，除了積極地取得土地作掩埋外，尚考慮興建焚化爐及其它處置方法如堆肥法。總括來說，垃圾的解決已有應急的行動，但事業廢物及有害廢物的處置問題，仍未有實際的解決，因此，尋找及規劃特別掩埋場似乎是刻不容緩的應急行動。

### 研究發展工作的建立

美國「資源保存及回收法」的建立，其精神在資源的不停使用，包括在廢棄物中設法再使用可回收的資源，所以將來長久的廢棄物處置方向，應朝向回收再用的精神，也是值得研究發展的途徑。此外，目前國內正在開始研究的固化處理方法，也是十分值得支持鼓勵的。污泥內的重金屬，如果沒有適當的固化，很容易再造成地下水及土壤之污染。最近臺灣水泥公司正積極地開發國內自製固化劑，可產生足夠承載能力，供做建築基地使用。去年國科會推動大規模的環境工程重點研究計畫共有四項，其中二項為污泥處理及廢物能源回收，可見對廢棄物的處理及處置十分重視。有機廢棄物的處理，以目前世界上的技術而言，焚化是可行而十分有效的途徑，國內似乎也開始研究在實際應用上的效果，但對國人自製焚化爐的研究，可能仍相當保守而步伐緩慢。同時，無毒化及海洋棄置似乎也是值得研究的二個方法，因為不同性質的廢棄物，採用不同的處置及處理方法，在整體規劃上，才具有伸縮性，也可以有效的應用有限的資金及土地。如果某些方法完全不考慮，可能會造成資金不足，而無法解決實際的問題。

### 結語

廢棄物丟棄堆是一個污染的問題，這個問題可能造成的後果有時候十分嚴重。在今日的社會

中，這個問題已成為全國性的問題。如果要去清理這些丟棄堆，我們所需要的不只是工程上的技術，所需要考慮的因素甚多，而清理丟棄堆的計畫往往十分龐大。因此，政府要訂立政策、成立基金、輔導及指引大家如何共同去解決這個問題；目前，應宜立刻採取應急補救的行動並推動建立研究及發展的工作。