

行政院及所屬各機關出國報告  
出國報告（出國類別：出國考察）

美國舊金山考察污染場址整治現況  
出國報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：蕭雅萍環境技術師、

白慧芬助理環境技術師

派赴國家：美國

出國期間：98年12月13日至98年12月20日

報告日期：99年3月8日

## 摘要

本次出國之主要目的為至美國舊金山考察污染場址整治現況，但於行程安排上，則先至同樣位於舊金山之美國環保署第九分署，拜會現任超級基金整治計畫管理人陳憲章博士，陳博士目前負責監督管理該署內規模最大之超級基金場址之一，同時亦執行其他超級基金場址污染整治工作，經由陳博士及其團隊成員 Matthew C. Small, Ph.D. 等人，針對美國超級基金場址相關法規、污染場址管理政策及地下儲槽系統管理計畫等執行現況與問題，作深入淺出地講解，使本次參訪人員得以更瞭解美國政府如何監督查核場址之改善進度及執行土壤及地下水污染整治作業。

於拜會美國環保署第九分署後，即前往觀摩 4 個位於舊金山之土壤、地下水污染場址整治現況，包括那帕河防洪及整治計畫油品污染場址、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址、Valley 木材防蝕工廠重金屬污染場址及 Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染場址等，前述之後 2 個污染場址為超級基金場址。於本次實地觀摩污染場址整治現況期間，除學習美國整治技術相關知識外，亦瞭解到美國對污染場址管理之法規面與執行面之作業實務。

本次參訪成員為本署土壤及地下水污染整治基金管理委員會人員共 2 人，參訪時間為 98 年 12 月 13 日至 98 年 12 月 20 日。本次出國所汲取有關對土壤、地下水污染場址之監督查核、風險評估管理及整治技術相關實務，可提供本署業務單位未來在解決業務困難時之參考，並提升擬定業務執行策略及應變決策之品質。

行政院環境保護署  
美國舊金山考察污染場址整治現況  
出國報告書

目次

	頁次
摘要	
目次	
本文	
壹、前言 .....	1
一、依據及目的 .....	1
二、行程內容 .....	1
貳、參訪美國環保署第九分署之行程 .....	3
一、美國環保署第九分署簡介 .....	3
二、美國污染場址整治相關法令與執行概況 .....	4
參、實地參訪污染場址之行程 .....	13
一、那帕河防洪及整治計畫油品污染場址 .....	14
二、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址 .....	17
三、Valley 木材防蝕工廠重金屬污染超級基金場址 .....	22
四、Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染超級基金場址 .....	27
肆、心得與建議 .....	33
活動相片集 .....	附錄 1
參訪資料 .....	附件 1-6

## 圖目次

圖 3-1、那帕河防洪及整治計畫地理位置 .....	14
圖 3-2、那帕河防洪及整治計畫油品污染場址整治工程照片 .....	16
圖 3-3、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址航照圖 .....	17
圖 3-4、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址置圖 .....	18
圖 3-5、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址洩漏區域 .....	20
圖 3-6、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址廢棄物處理區域 .....	21
圖 3-7、Valley 木材防蝕工廠重金屬污染超級基金場址位置 .....	22
圖 3-8、Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染超級基金場址位置圖 .....	28
圖 3-9、Modesto 超級基金場址與都市用井之相對位置 .....	28
圖 3-10、Modesto 超級基金場址與 11 號井之相對位置 .....	29
圖 3-11、Modesto 超級基金場址污染濃度分布圖 .....	31
圖 3-12、Modesto 超級基金場址土壤及地下水氣體抽出系統 .....	31
圖 3-13、Modesto 超級基金場址土壤氣體抽除井之位置圖 .....	32

## 表目次

表 1-1、本次參訪行程與活動內容及地點記要表 .....	2
表 2-1、美國掩埋及土地處置限制(LDR)相關文件要求 .....	10
表 3-1、本次出國實地參訪污染場址資料彙整表 .....	14

# 行政院環境保護署

## 美國舊金山考察污染場址整治現況

### 出國報告書

## 壹、前言

### 一、依據及目的

本次出國參訪係依本署「因公出國人員選派作業要點」之規定辦理，藉以提升本會同仁污染整治之專業能力，並利未來推動相關業務。此外，因目前國內場址之污染土壤外運監控機制尚待建立，亦須參考美國實際污染場址管控經驗及污染土壤外運管理作業規定，以作為國內法令規範與管制機制建立上之參考。

本次參訪，藉由拜訪美國環保署第九分署超級基金整治計畫管理人陳憲章博士，並實地考察那帕河防洪及整治計畫油品污染場址、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址、Vally 木材防蝕工廠重金屬污染場址及 Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染場址等 4 個污染場址整治現況，除瞭解美國有關土壤及地下水污染整治技術及污染土壤管理策略與機制外，未來亦可提供作為本署針對國內相似性質整治場址風險評估管理、整治技術交流、後續場址管理及相關法規研擬之參考依據。

### 二、行程內容

本次出國參訪期間為 98 年 12 月 13 日至 12 月 20 日，行程與活動內容及地點詳如表 1-1。

表 1-1、本次參訪行程與活動內容及地點記要表

日期	活動內容	地點
12月13日(日)	啓程，抵達美國舊金山	台北→舊金山
12月14日(一)	拜訪美國環保署第9分署	舊金山
12月15日(二)	觀摩那帕河防洪及整治計畫油品污染場址：位於帕河市區南方，本防洪區內共有9個已遭受油品污染之場址。整治包括：土壤開挖、地下水抽除、土壤離場處置及再利用。	
12月16日(三)	觀摩金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址：於1913年由Associated Oil公司設立，面積2,206英畝，主要生產車用燃料、汽油、柴油、重燃料油、液化石油氣、石油焦，每天166,000桶(北加州第二大之煉油廠)。整治包括：土壤開挖、生物降解、土壤氣體抽除(SVE)；掩埋場：覆蓋低滲透性之阻隔物。	
12月17日(四)	觀摩 Valley 木材防蝕工廠重金屬污染場址：於1973年開始木材防腐運作，主要污染為六價鉻與砷。整治包括：土壤開挖；地下水：地面上使用電化學處理伴隨活性鋁處理(化學還原)，現址處理(地面下)則使用多硫化鈣注入。	
12月18日(五)	觀摩 Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染場址：主要為乾洗設備導致三氯乙烯(PCE)洩漏至土壤及地下水。整治包括：土壤：土壤氣體抽除(SVE)；地下水：地下水抽出與處理。	
12月19日(六)	開車至洛杉磯	舊金山→洛杉磯
12月20日(日)	返程，抵達台北	洛杉磯→台北

## 貳、參訪美國環保署第九分署之行程

98年12月14日至美國舊金山拜會現任美國環保署第九分署超級基金整治計畫管理人陳憲章博士，陳博士目前負責監督管理OII Landfill 超級基金場址（為第九分署轄內規模最大之超級基金場址之一）及執行 Lorentz Barri & Dm 超級基金場址之污染整治工作。當日陳博士及其團隊成員 Jessica Kao、Mary Keil、Matthew Smal 等人，除簡介美國環保署第九分署之組織及主要工作外，亦對美國污染場址整治相關法令與執行概況作說明，茲就該二部分，摘要說明如下：

### 一、美國環保署第九分署簡介

- (一) 美國環保署之下設置有十個分署駐守全美各區，以協助環保署進行對各州政府環保局辦理協調及監督工作。第九分署位於加州舊金山，負責監督之轄區範圍涵蓋加州、亞利桑那州、內華達州及夏威夷州，並包括位於西南太平洋區之 147 個聯邦政府認可之部落。
- (二) 第九分署設置有超級基金聯邦設施整治分部 (Superfund Federal Facilities Cleanup Branch, FFCB)，其主要任務為與其他聯邦機關密切合作，並協助整治危害性廢棄物污染場址，目前致力於協助國防部 (Department of Defense, DoD) 進行基地整治及重組與關閉 (Base Realignment and Closure, BRAC)。美國國防部在全美 115 座主要關閉之基地中有 31 座位於第九分署轄區內。
- (三) FFCB 除扮演整治者之角色，亦針對屬 BRAC 之聯邦用地進行再利用與再開發。當 BRAC 計畫於 1990 年初期展開之同時，美國環保署與國防部及州政府合作，定義非受

污染區域，並針對前述區域之土地合適者立即進行再利用。自此我們與國防部合作整治基地之污染區域，通常包括訓練場、掩埋場、維修設施以及其他屬過去廢棄物處置之區域。於第九區屬 BRAC 設施潛在適合再利用之 149,000 英畝用地中，超過 110,000 英畝土地已經適合出售或釋出。

(四) 整體來說，第九分署目前負責監督 41 國家優先名單 (NPL) 之整治工作或第九分署轄區內之主要聯邦設施場址，並與環保署國家聯邦設施修復及再利用辦公室、聯邦設施執行辦公室，以及州、郡之環保機關共同執行。

## 二、美國污染場址整治相關法令與執行概況

針對美國污染場址整治相關法令與執行概況，包括「資源保育回收法」、「全面性環境因應、賠償及責任綜合法」、「美國污染土壤（含外運）管理相關法規」、「有害廢棄物運輸相關法規」及「地下儲槽系統管理計畫」等，分別摘述如下：

### (一) 資源保育回收法

美國管理廢棄物之法規為 1976 年訂定之「資源保育回收法」(Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)(以下簡稱 RCRA)，RCRA 主要管理營運中或正結束營業工廠之有害廢棄物，針對產生、運輸、處理、儲存及處置有害廢棄物之工業加以管制，建立了從搖籃到墳墓 (Cradle to grave) 之全程管理策略，其目的在於確保廢棄物之妥善處理，避免造成人體健康和環境之危害。營運中之設施若發生污染情形則須依 RCRA 進行矯正行動 (Corrective action)，若設施要關場則須符合 RCRA 之關廠 (Closure) 規定。

## (二) 全面性環境因應、賠償及責任綜合法

美國除對營運中或正結束營業工廠之有害廢棄物訂定 RCRA 來管理外，對已關閉之工廠和不明廢棄場址受危害性物質污染之土壤，於 1980 年另訂定「全面性環境因應、賠償及責任綜合法」(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)(以下簡稱 CERCLA)來管制，該法為即時清理受土壤或地下水污染場址，而籌措一筆龐大之基金處理土壤污染問題，故又稱為超級基金法案(Superfund)。基金來源部分為政府撥經費外，其餘則向石油業者、化學品製造業等依法定稅率收取，用於無法透過責任制度使污染責任人負責土壤污染清除費用，或用於在找到污染責任人負責以前所需要的清除污染支出。

CERCLA 為了使整治基金容易回收，擴大賠償責任人之範圍，設立潛在污染責任人(Potential Responsible Parties, PRPs)之觀念，將現在土地所有人、土地使用人、前任土地所有人、有害廢棄物運送人等均納入賠償義務人之範圍。CERCLA 賦予 PRPs 污染整治和環境損害賠償責任，對於現在土地所有人、土地使用人、前土地所有人、有害廢棄物運送人等，均需與污染行為人共同承擔無過失之連帶賠償責任。

超級基金場址為一個未受到管制或是已廢棄之場所，且該場所具有危害性廢棄物可能會影響區域之生態系統或人群，並經由危害性排序系統(HRS)篩選與廣納各界意見後列於國家優先名單(NPL)上之污染場址。超級基金場址為環境計畫對於已廢棄之危害性廢棄物場址所給

予之名稱，亦為因 CERCLA 法案建置基金所給予之名稱。

在過去近 30 年來，超級基金已定位與分析超過數以萬計之危害性廢棄物場址，包括州、地方社群以及其他夥伴參與整治工作，保護人們與環境免受於場址之污染。超級基金藉由許多規範，包括危害性廢棄物場址施工工作完成與施工後續工作完成來量測它的整治成效。

### (三) 美國污染土壤管理（含外運）相關法規

根據 CERCLA 中「可應用或相關及適當規定 (Applicable or Relevant and Appropriate Requirements, ARARs)」的精神，污染場址被要求必須符合 RCRA 之規定，在 RCRA Subtitle C 管理有害廢棄物之規定中，土壤及地下水均被認定為環境介質，環境介質本身並不屬於廢棄物，但是針對受污染之環境介質，EPA 提出「包含污染物政策」(Contained-In Policy)，其定義當環境介質包含或是被 RCRA 列管的有害廢棄物污染時，或符合有害廢棄物認定之標準時，受污染之介質，例如受污染土壤，必須依照 RCRA 有害廢棄物方式管理或處理，但當污染物被移除或經處理低於 RCRA 有害廢棄物認定之標準後，環境介質之處置可不受 RCRA Subtitle C 管理。

此外，美國環保署於 1998 年 5 月公佈「掩埋及土地處置限制標準」(Land Disposal Restriction, LDR)，作為廢棄物進行掩埋或地表處置之依據，要求所有之廢棄物於掩埋或進行土地處置前，必須經過適當之處理至符合標準後，始可進行掩埋或其他地表處理。

#### 1. 適用情形

污染土壤如具有有害廢棄物之特性或含有 RCRA 所表列之污染物種類，其濃度超出健康標準值 (health-based levels) 時，則認定為有害廢棄物，其認定過程稱為「包含污染物認定」(contained-in determination)，由於認定涉及依場址特性進行健康為基準之標準，其認定必須經過環保署或州政府之認可。經認定為有害廢棄物者，不可以直接掩埋處置，必須經過適當之處理方式處理後，始可以進行掩埋作業或其他地表處理。如經認定非屬於有害廢棄物，可以直接進行掩埋或採用其他於土地處置之方式。

## 2. 廢棄物之處理標準

被認定屬於有害廢棄物之污染土壤欲外運至污染區域外進行掩埋或其他地表處理處置方式時，必須符合 LDR 之相關規定，亦即必須處理至符合 40 CFR 268.40 之廢棄物處理標準或符合選擇性之土壤處理標準 (Alternative Soil Treatment Standards)，選擇性之土壤處理標準認定包括二種方式，分別為污染物濃度標準及達到一定之去除率，並以二者較高者為準：

- (1) 土壤中污染物之濃度降達 90% 以上。
- (2) 40 CFR 268.49 之規範標準，即 40 CFR 268.48 所規範之通用處理標準 (Universal Treatment Standards, UTS) 之 10 倍值。

## 3. 紀錄及追蹤

包括廢棄物產生者、處理設施、土地處置設施等於廢棄物之清除、處理及處置過程，都必須提出聲明或紀錄。包括產生者需提出相關之證明文件或通知，證明廢棄物之性質符合處理標準，處理者必須進行廢

棄物之檢驗，於外運進行處置時，也必須提出符合處理標準證明文件。最終處置者亦必須保留相關之紀錄文件。相關文件要求如表 2-1 所示。

#### (四) 有害廢棄物運輸相關法規

美國聯邦政府運輸部 (Department of Transportation) 之管線及有害物質管理局 (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration) 針對有害物質及有害廢棄物之運輸訂有「聯邦有害物質運輸法」(Federal hazardous materials transport law, 49 U.S.C. §5101)，有害廢棄物運輸除依據 RCRA 法令所規範之遞送連單規定外，運送之準備、運送過程應遵循事項等則依據「聯邦有害物質運輸法」之規定辦理，毒性化學物質依據聯邦毒性物質管制法 (Toxic Subatance Control Act) 規定亦必須遵循「聯邦有害物質運輸法」之規定辦理。該法令規範之範圍包括有害物質之分類、包裝需求、操作規範、訓練及保全、登記等內容。其所規範之有害物質包括爆炸性物質、腐蝕性物質、易燃性物質、強氧化物、放射性、運輸過程可能產生危害性等物質，污染土壤之性質較可能符合之定義為運輸過程可能產生危害性。

依據「聯邦有害物質運輸法」，有害物質運送前之前置作業，必須妥善包裝，以防止車輛在正常運輸情況及潛在危險運輸情況下，所載運之物質產生洩漏，此外，必須依照規定進行廢棄物中類及特性之標籤標示作業。該法令中針對有害廢棄物之裝載固定、卸載、運送過程所遭遇意外事件之處理等運輸過程中之相關事項均有規

範。

表 2-1 美國掩埋及土地處置限制(LDR)相關文件要求

資料項目	廢棄物未符合處理標準	廢棄物符合處理標準	廢棄物免除LDR限制者	實驗室廢棄物符合選擇性處理標準
環保署有害廢棄物編號及清運編號	✓	✓	✓	✓
廢棄物非禁止掩埋及土地處置之聲明文件			✓	
說明廢棄物適用於LDR，以及各項污染物類別	✓	✓		
說明適用之標準類別(廢水/非廢水)以及廢棄物之組成成分與標的有害物質組成	✓	✓		
廢棄物分析資料	✓	✓	✓	
廢棄物開始適用 LDR 管制之日期			✓	
有害碎石(Debris)依選擇性處理標準處理之污染物清單及符合 40 CFR 268.45 規定之說明			✓	
污染土壤依據處理標準處理之成分，以及聲明土壤為有害廢棄物/一般廢棄物、符合土壤處理標準/一般處理標準之文件	✓	✓		
LDR 許可文件		✓		✓

## (五) 地下儲槽系統管理計畫

美國針對油品類儲槽系統污染土壤及地下水之相關法規，依地上型儲槽(Aboveground Storage Tanks，簡稱AST)及地下型儲槽(Underground Storage Tanks，UST)而有所不同。針對UST，美國早在1984年即立法(RCRA subtitle I)將地下儲槽系統納入管理並建立相關規範，於1985年時聯邦環保署成立地下儲槽辦公室(EPA's Office of Underground Storage Tanks，OUST)，將全國分為10個區域(region)，統籌辦理全美地下儲槽系統有關滲漏預防檢測、整治清除行動、財務運作等相關事務，同時授權各州可制定地下儲槽系統計畫，來審核及管理其轄區內之地下儲槽，且在符合聯邦法規下，各州可自行訂定更嚴格之規範及規定。1986年時，美國國會通過了成立滲漏地下儲槽信託基金(Leaking Underground Storage Tank (LUST) Trust Fund)，提供作為監督整治行動以及對於污染行為人不明確、無力負擔整治工作及採取緊急應變行動時所須之經費來源。於1988年時，聯邦法規40 CFR Part280、281中規範了地下儲槽之相關滲漏監測及設備等規定。針對地下儲槽設施及滲漏監測重點包括：

1. 依聯邦規章40 CFR 280.20及280.31之規定，新設地下儲槽標準：(1)儲槽應採用FRP材質或是具有陰極保護系統之鋼鐵或合成鋼；(2)陰極保護系統設置完成後6個月內應進行檢測，且每3年應再檢測1次；陰極保護採用加壓電流系統者，應至少每60日檢查設備是否妥善運作。

2. 依聯邦規章 40 CFR 280.43 之規定，地下儲油槽系統之所有者或操作者，須提供儲槽及管線之洩漏偵測，其洩漏偵測方法包括存量控制、人工儲槽計量、儲槽密閉試驗、儲槽自動量油、土壤氣體監測、地下水監測、槽間監測及其他核准監測方法等 8 項。
3. 依前項之規定，地下儲槽應依儲槽自動量油、土壤氣體監測、地下水監測、槽間監測及其他（核准）監測方法之一，每月至少進行 1 次洩漏檢測。管線為壓力式管線者，應安裝管線自動測漏，並應每年進行 1 次密閉試驗或每月依土壤氣體監測、地下水監測、槽間監測及其他核准監測方法進行 1 次洩漏偵測。管線為吸取式管線者，應每 3 年進行 1 次密閉試驗或每月依土壤氣體監測、地下水監測、槽間監測及其他核准監測方法進行 1 次洩漏偵測。
4. 2005 年 8 月 8 日布希總統簽署「2005 年能源法案」，該法案於 Title XV Subtitle B 針對原 RCRA 中有關地下儲槽系統計畫補充「地下儲槽系統執行法」，包括聯邦及州政府現行地下儲槽計畫、加油站業者等均受到影響。該法案主要著重於洩漏預防，包括擴大原有 LUST 信託基金之使用、延長 LUST 信託基金稅之徵收至 2011 年；此外，包括地下儲槽系統之檢查、操作、訓練、運送禁令、二次污染防治、財務責任及包括含氧汽油添加劑在內之洩漏污染整治等，該法案中均有所規範。2005 年頒布能源法案，該法案與地下儲槽洩漏預防主要內容：(1) 1998 年 12 月 22 日後未曾檢查之儲槽，必須在 2 年內由有成立基金之州政府或聯邦主管機關負責執行現地檢

查。已完成檢查之地下儲槽系統，州政府或聯邦主管機關應每 3 年實施定期檢查。(2)中央主管機關應在本法案公告後 2 年內，針對地下儲槽系統之現場作業人員完成訓練指引之建置。(3)地下儲槽系統之製造商或安裝施工廠商必須提供財務保證，作為因不當製造或施工導致污染時所支出之清理費用。(4)有成立基金之州政府及主管機關，應要求從事地下儲槽系統安裝施工者必須取得經政府機關或其他相關單位所認可之執照。

## 參、實地參訪污染場址之行程

98 年 12 月 15 日至 98 年 12 月 18 日，分別參訪那帕河防洪及整治計畫油品污染場址（12 月 15 日）、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址（12 月 16 日）、Valley 木材防蝕工廠重金屬污染場址（12 月 17 日）及 Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染場址（12 月 18 日）等 4 個污染場址整治現況，各污染場址資料彙整如表 3-1，茲就各污染場址之整治概況，說明如下：

表 3-1 本次出國實地參訪污染場址資料彙整表

項目	那帕河防洪及 整治計畫場址	金鷹煉油廠	Valley 木材防蝕工 廠	Modesto 乾洗工廠
主管機關	加州環境保護 局有毒物質控 制部 (DTSC)	區域水質管理局 (RWQCB)	EPA	EPA
污染物	石油相關成分	石油相關成分、揮發 性有機物、重金屬、 其他污染物	六價鉻、砷	三氯乙烯
整治方式	土壤：開挖、曾 嘗試化學氧化 但是失敗	土壤：開挖、生物降 解、土壤氣體抽除 (SVE) 掩埋場：覆蓋低滲透 性之阻隔物	土壤：開挖 地下水：地面上使用 電話學處理伴隨活性 鋁處理(化學還原)， 現址處理(地面下)則 使用多硫化鈣注入	土壤：土壤氣體抽除 (SVE) 地下水：地下水抽出 與處理

## 一、 那帕河防洪及整治計畫油品污染場址

### (一)場址歷史概況

美國陸軍工兵署(USACE)及那帕郡(Napa County)正進行「那帕河防洪及整治計畫」，該計畫係針對帕河市區南方約 7 英哩長之那帕河段進行防洪及水保護區整治工作，該計畫屬於帕河及那帕溪洪水防護計畫之一部分，位置如圖 3-1。

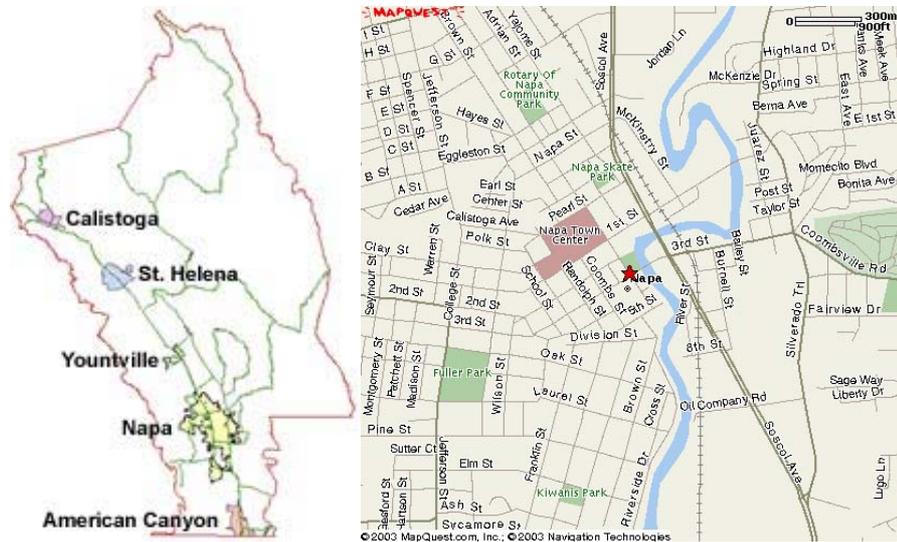


圖 3-1 那帕河防洪及整治計畫地理位置

### (二)污染及風險

該計畫目的為防止那帕郡居民及商業遭受 100 年 1 次之暴雨水患，故主要工作為那帕河沿岸河床溼地平原之拓寬工程，於那帕河東岸車站及第七街區域之拓寬工程施工中，發現有 9 個場址之土壤及地下水受到油品污染。因污染場址位於該計畫開挖範圍內，故 USACE 於該計畫進行防洪工程中同時執行土壤整治工作。

### (三)調查及整治

整治計畫及防洪工程分為兩階段進行。該計畫第一階段受石油碳氫化合物污染區域之整治工作(Napa 整治工程照片如圖 3-2)，主要包括開挖、污染分級、土壤再利用處理、土壤離場掩埋處理、開挖區排水及污水處理。

施工前先於可能污染區進行網格法污染土壤調查，同時執行場址地下水土壤與水文地質調查，以降低開挖過程地下水對污染物向外擴散所造成之二次污染，調查內容包括 64 個地質鑽探與環境採樣孔、17 條測試溝渠及 2 口暫時性地下水監測井。依調查結果，於基地內挑選規劃分類區，僅對污染土壤進行外運掩埋處置，對低污染土壤則進行再利用，並分階段分區執行整治及移除污染物。

於 2002 年 7 月展開第一階段整治及防洪工程。第一階段範圍包括南至 Tulocay 溪，北至油公司路(Oil Company Road)，東侷限於那帕鐵路(NVRR)。主要防洪工作、整治工作及工程控制包括：

- 於受污染區域開挖 45,765 立方碼，於非污染區域 Nord Vineyard 則開挖 109,257 立方碼。
- 針對不符合設計標準之高程區域進行開挖，並將乾淨土壤回填至回填區，共計 20,435 立方碼。
- 受污染之地下水利用排水、處理及抽除方式，共計 14,648,866 加侖。
- 開挖土壤於再利用場址進行離場再利用，位於場址東南方附近。於再利用場址共放置 77,100 立方碼物質。
- 未符合再利用標準之土壤則進行離場處置，共處置 43,621 公噸受污染土壤至第二級掩埋場。

第一階段及第二階段共計處理 5,000 萬加侖受污染之地下水；共開挖 237,000 立方碼之土壤，其中 102,000

立方碼之開挖土壤進行再利用，135,000 立方碼之開挖土壤進行離場處理。該計畫第一階段及第二階段總總工程經費達美金 870 萬元。

#### (四) 整治結果

帕河沿岸河床溼地平原之拓寬工程，使用超過 200,000 立方碼土壤，並完成設置雙高程之防洪區，較低之防洪區設計為一沼澤帶供作每日 2 次之感潮時段使用，而較高之防洪區則作為容納設計之洪水量使用。原本於帕河沿岸河岸之堆置物已被移除，並於新平原上種植當地植物，以重建棲息地及防止土壤沖蝕。整個防洪及整治計畫在預定之計畫經費及期程內完成，並實質地降低洪水對帕河市之潛在威脅。



圖 3-2 那帕河防洪及整治計畫油品污染場址整治工程照片

## 二、金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址

### (一)場址位置及概況

金鷹煉油廠(Golden Eagle Refinery, GER) 油品及重金屬污染場址，該廠於 1913 年由 Associated Oil 公司設立，佔地面積 2,206 英畝，其正式員工人數達 700 人，另有相等數量之約聘人員。該廠每日油品產量為 166,000 桶，為北加州第二大之煉油廠，產品包括車用燃料、汽油、柴油、重燃料油、液化石油氣、石油焦。

金鷹煉油廠之場址位置詳圖 3-3 及圖 3-4。該廠經由買賣、收購或合併之場址土地所有人歷史概況如下：

年代	事業	敘述
1913 年~1966 年	TEXACO	一連串之公司最後成為 TEXACO(現屬雪弗龍(Chevron)公司)
1966 年~1979 年	Phillips 66	飛利浦石油公司奧克拉荷馬州之擴張
1979 年~2000 年 9 月	TOSCO	TOSCO 的第一個設施，2001 年被飛利浦買下，之後變成 ConocoPhillips
2000 年 9 月~2002 年 5 月	Ultramar	開始第四個環境責任
2002 年 5 月~現在	TESORO	買下煉油廠與 Ultramar 公司

### (二)污染及風險

金鷹煉油廠目前其場址之土壤及地下水之主要污染物為相關之油品、有機物及重金屬。該場址迄今仍未完成污染整治，其下游地區地下水仍受上游污染團之持續污染，未來須對污染團進行整治，以確保下游低窪地區之居民健康及環境安全。



圖 3-3 金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址航照圖



圖 3-4 金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址置圖

### (三)調查及整治

金鷹煉油廠其所產生之污染問題包括廢棄物、土壤及地下水、廢水及排放水等，因此，其所涉及之法令主要為「資源保育回收法」(Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)(以下簡稱 RCRA)，另亦涉及淨水法 (Clean Water Act)，茲就該兩法調查歷程中之重要事項，摘述如下：

#### 1. 資源保育回收法執程序：

- 依美國環保署 1980 年之 3008(h)指令推動。
- 定義過去所有人之責任主體。
- RCRA 設施調查 (RFI)。
- 修正措施研究 (CMS)。
- 修正措施執行 (CMI)。

#### 2. 淨水法執程序：

- 依 Porter-Cologne 淨水法令推動。
- 舊金山灣地區 (RWQCB) 區域水質管理局 (RWQCB) 為主管機關。
- 兩個現行指令。
- 增加暴雨集水區及渠道等調查。

#### 3. 本場址重要環境調查計畫，包括：

- 場址環境調查。
- 早期 CERCLA/RCRA 廢棄物管理單元調查/關閉。
- 碳氫化合物與酸之洩漏調查/減輕。
- 地上儲槽以及管線更新/洩漏偵測計畫。
- 土壤管理之資本改善。
- 第二級地表研究/規劃。
- 空氣逸散。
- 廢水排放(前處理)。

#### 4. 主要洩漏來源(位置如圖 3-5)：

- 60 號管線有 MTBE 洩漏(1999 年)。

- 711 號儲槽之汽油管線洩漏(2003 年)。
- 63 號管線氣體洩漏(2007 年)。

#### (四)廢水及排放水處理

- 處理每天排放 3 至 4 百萬加侖之廢水（處理設施之尖峰流量達 8.5mgd）。
- 更新已老化廢水設施。
- 更新管線及排水系統。
- 設置超過 1,000 英哩之污水系統、管線與產品線。

#### (五)土壤（含廢棄物）整治(位置如圖 3-6)

- WMU-13 之地下土壤穩定計畫。
- 含油之溝渠污泥移除與排水。
- WMU-32 之調查/整治計畫以控制含酸污泥。
- WMU-5/8/9 之工程覆蓋。

#### (六)現階段地下水整治

- 確認地下水受 MTBE 污染(2005 年)。  
【註：MTBE 為汽油添加劑，具有高水溶性，如滲漏易造成地下水污染。美國加州於 2002 年禁止在石油中添加 MTBE，並訂定其標準為 13  $\mu$ g/L】
- 受 MTBE 污染地下水抽出(2007 年)。
- 設置現地地下水處理系統(2008 年)。
- 提出地下水整治行動計畫（Remedial Action Plans ,RAPs）(2009 年 9 月)。
- 擴大控制計畫(目前正執行中)。

#### (七)未來地下水整治

- 目前地下水污染物移除量小且濃度未快速下降。
- 目前定點處理之操作費太高。
- 下游地區仍受地下水上游之污染團持續污染。
- 未來擬對上游地區及下游地區周界，進行污染團水力控制，降低其長期向下游低窪地區移動之潛勢。
- 在確保居民健康及環境安全下，擬降低注入空氣及採生物降解整治。

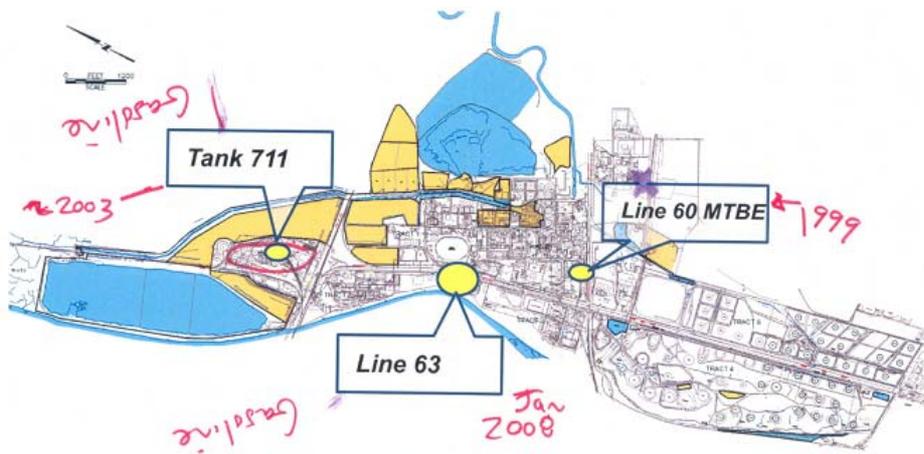


圖 3-5 金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址洩漏區域

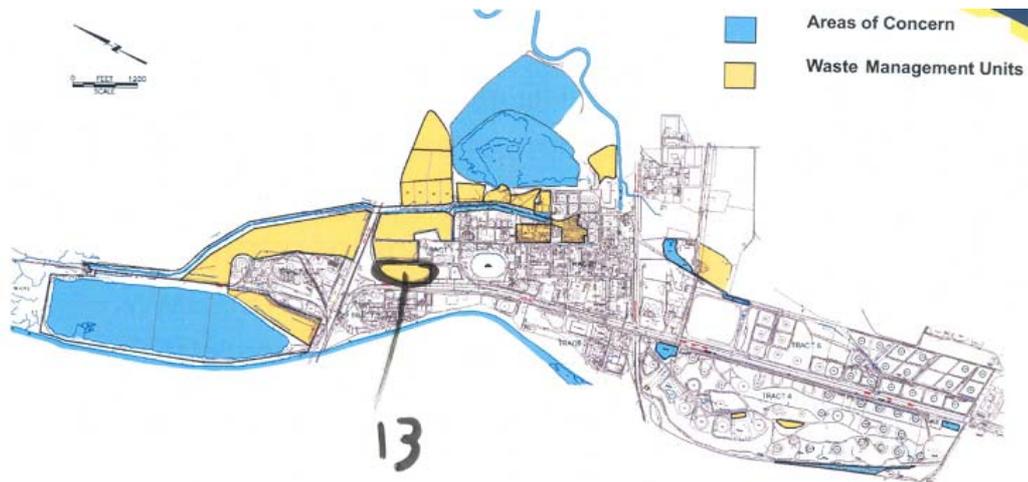


圖 3-6 金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址廢棄物處理區域

### 三、Valley 木材防蝕工廠重金屬污染超級基金場址

#### (一)場址歷史概況

Valley 木材防蝕工廠 (Valley Wood Preserving, Inc., VWP) 重金屬污染超級基金場址，早期為木材防腐工廠，位於 Turlock 之東南方，如圖 3-7 所示。VWP 於 1973 年開始運作木材之防腐工作，主要以鉻、銅及砷之水溶液加壓處理木材。於 1979 年停止運作，主要係由該製程導致現址土壤及地下水受到六價鉻及砷之污染。

於 1989 年 VWP 已列入國家優先名單(NPL)並展開整治工作。於 1991 年 9 月 27 日 EPA 發布該場址土壤及地下水整治之決策紀錄(ROD)，並選定土壤及地下水之整治計畫。該整治計畫分別於 1994、2003 及 2007 年進行修正。VWP 場址已經完成土壤及地下水之整治工作，整治內容包括開挖及污染土壤之離場處理。目前該場址僅剩地下水之殘留污染。



圖 3-7 Valley 木材防蝕工廠重金屬污染超級基金場址位置

## (二) 污染及風險

於展開整治工作前，該場址土壤及地下水係遭受六價鉻及砷之污染。目前僅於淺層地下水仍有殘留之固定污染團存在。該污染已納入最後整治工作進行評估。依據整治結果，該區域飲用水供應已無問題，且該區域土壤已符合工業及商業用地標準。

## (三) 調查及整治

該場址整治內容包括緊急應變行動及長期整治工作。目前僅剩地下水中之殘留污染仍在設法處理。

於場址關閉後，該公司開挖處置將近 1,500 立方碼之污染土壤。於 1979 年至 1983 年之地下水污染整治初期，將近 70,000,000 加侖之鉻污染地下水被抽除。此外，抽除之污染地下水經由電化學程序進行處理，然後藉由窪地排放蒸發。整治目的於減緩污染團之移動及保護場址下游之民生用井。此外，VWP 移除曾經用來貯水儲槽之污泥，並設置數個地下水監測井，後來則作為抽水井使用；此外，移除地下儲槽，並於 3 個家庭設置 3 口深井作為飲用水之替代來源。

## (四) 地下水整治

地下水初期整治計畫是將受污染之地下水抽除，並針對受污染之地下水進行電化學處理程序，將六價鉻還原成三價鉻(無毒、移動性低)，後續另添加活性鋁移除殘留砷。此外，將處理後之地下水排放於場址內之濾水池，最後滲流補助至地下。

美國環保署於 1994 年 12 月 9 日修正該場址之地下

水整治計畫，並提出一種污染物傳輸模式推估現址之地下水污染物分布情形。此外，利用此污染傳輸模式修正地下水整治規劃，並經場址試驗地下水將採用現址處理。該場址利用一種介面活性劑降低地表下殘留之地下水污染。經由污染傳輸模式推估模場試驗如可達到預期效果，就應該增加納入地下水之整治方式。現址處理之模廠研究包括含水層及飽和土壤之地下水再注入處理，以降低土壤及地下水中六價鉻之濃度。模場研究期間，VWP 持續進行抽出及處理系統之運作，並改用多硫化鈣進行污水處理後再注入地下水中。現址添加多硫化鈣還原劑會與六價鉻反應還原成三價鉻，三價鉻會沉澱於土壤顆粒中，而使地下水中之六價鉻污染物減少。

模場研究期間，現址殘留之多硫化鈣將與砷及錳反應，並且產生硫酸鹽，將導致短暫區域性之地下水污染物之濃度增加。此外，於場址研究期間已能預期前述現象之發生。現址處理有效降低地下水中六價鉻之污染濃度，故美國環保署決定關閉地下水抽出系統。目前，仍有低濃度之六價鉻與砷超過地下水之整治目標。

2007 年 3 月 30 日美國環保署於決策紀錄修正第 2 版中再次修正整治方式。其同時亦影響了 1991 年決策紀錄與修正第 1 版中地下水整治之濃度標準及整治工法。依據決策紀錄修正第 2 版之地下水整治工作大綱，其包括 (a) 現址處理以定義位於場址下游處地下水中之殘留砷污染濃度。(b) 利用監測式自然衰減法處理殘留之六價鉻、現址處理後殘留之砷及現址處理後產生之二次污染物。(c) 地下水整治目標修正為  $10 \mu\text{g/L}$  時對場址整治所造成之影響。

## (五) 土壤整治

土壤整治方式於 1991 年決策紀錄中決定，並於 2003 年 9 月決策紀錄修正中調整。土壤整治剛開始係以開挖污染土壤後，使用固化劑固化土壤中之污染物，再將固化後之土壤回填至開挖區。由於決策紀錄修正版之土壤整治標準則依據工業用地之污染濃度規定修正，因此為符合此項規定整治工法則調整為開挖與離場處理。且利用契約限制土地之使用需作為工業用途。目前場址已經完成土壤之整治工作。

於 1989 年美國環保署及 VWP 共同執行一份核可文件，主要針對受污染地下水進行移除及處理之應變行動。依據該文件責任主體須持續抽除及處理地下水直至 2004 年系統拆除為止。另於 1990 年 VWP 及美國環保署執行場址調查。2004 年美國環保署發布命令要求 VWP 進行土壤整治，整治內容包括污染土壤的移除、離場處置以及回填乾淨材料。於 2007 年 9 月美國環保署亦發布命令要求 VWP 進行後續地下水之整治工作，整治內容包括現址處理地下水中殘留的砷污染，後續並利用監測式自然衰減法監控殘留之砷、六價鉻及現址處理程序可能導致產生之二次污染物等。

## (六) 整治結果

該場址藉由清除儲槽、污染土壤及地下水處理已顯著降低場址污染潛勢。美國環保署已針對 VWP 場址前五年之整治工作進行回顧，將評估場址之整治行動是否仍可保護人體健康及環境。

當美國環保署之整治工作仍留有廢棄物或整治工作

需超過 5 年方能完成時，須依超級基金法令規定必須每 5 年針對整治系統之安全性進行評估，此目的在於評估整治工作如何運作及場址目標物之處理成效。故本場址地下水仍有殘留污染物，因此，每五年回顧將持續到污染物濃度符合整治目標及地下水能符合使用需求之標準為止。

當回顧完成後，定稿本將複製後置放於地方資訊陳列室陳列，且於地方新聞上亦會有相關之通知告示。美國環保署將監測本場址並且持續執行 5 年回顧直到場址完成整治不再限制使用為止。

#### 四、Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染超級基金場址

##### (一) 場址歷史概況

Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染超級基金場址，係運作乾洗設備導致三氯乙烯 (PCE) 洩漏至土壤及地下水，為地下水污染場址，Modesto 場址位置如圖 3-8。

該乾洗設備排放含三氯乙烯之廢水至污水系統有將近 50 年之歷史，並且導致數量不明之三氯乙烯洩漏至地表下。曾經發生洩漏之舊乾洗設備已經換新，故該設備已不再洩漏三氯乙烯。

Modesto 乾洗工廠距離都市用井約 1,200 英尺 (如圖 3-9 及 3-10 所示)，而該都市用井已遭受乾洗事業三氯乙烯之污染。Modesto 市自 1984 年開始監測已遭受污染編號 11 號都市用井之地下水，其三氯乙烯含量已超過飲用水標準。11 號井已暫停作為都市之供水來源，並且自 1991 年 6 月起設置活性碳處理系統移除地下水中之三氯乙烯。11 號井於 1995 年由於被發現含有低濃度天然產生鈾 (uranium) 亦超過飲用水標準，因而再度關閉。由於有發現低濃度天然鈾之存在，11 號井何時可恢復作為飲用水來源就不得而知了。美國環保署已規劃完成針對乾洗工廠場址之三氯乙烯進行整治，避免其它井亦遭受污染。



圖 3-8 Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染超級基金場址位置圖

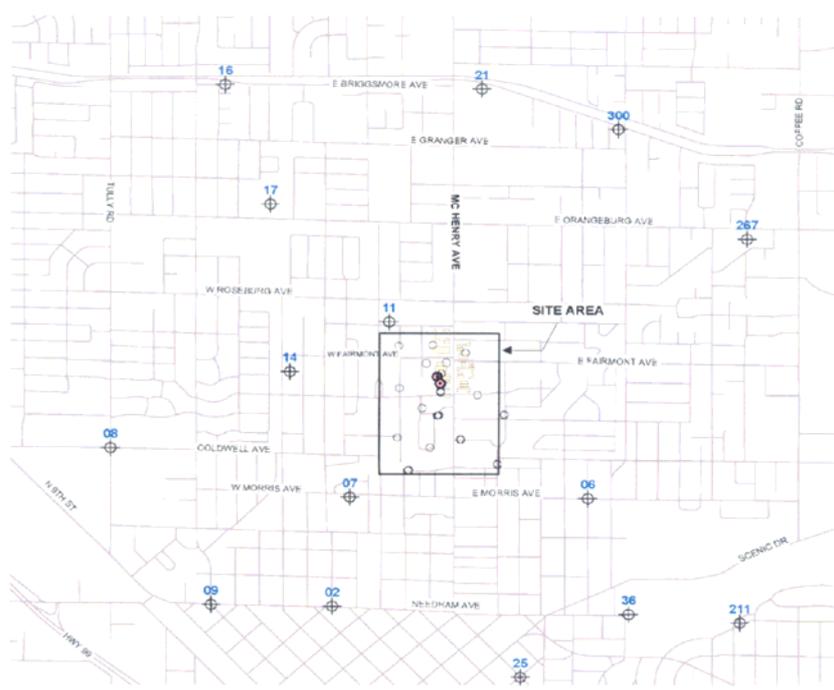


圖 2-9 Modesto 超級基金場址與都市用井之相對位置



圖 2-10 Modesto 超級基金場址與 11 號井之相對位置

## (二) 污染及風險

本場址土壤及地下水皆遭受三氯乙烯及低濃度天然鈾之污染。對人們健康之潛在危害包括飲用、食入、呼吸及接觸污染土壤或地下水。為了降低使用受污染地下水之可能性，11 號都市用井已被關閉，並針對私人使用之地下水進行管制。場址大部分用地已進行鋪設為減少接觸及攝取受污染之地下水及土壤。目前僅剩三氯乙烯蒸氣可能會進入位於污染土壤上方建築物室內空氣中之問題。

## (三) 調查及整治

場址整治概分為最初階段及長期整治兩個階段。最初階段自 1990 年開始進行場址移除評估及收集土壤及地下水污染之相關資訊，污染濃度分布如圖 3-11，並安

裝一套土壤氣體抽除系統(如圖 3-12 及 3-13 所示)以移除淺層之土壤污染物。經由調查結果指出已無立即行動之必要，故停止土壤氣體抽除系統之使用。

長期整治階段，由美國環保署自 1991 年至 1996 年先完成三階段之整治調查，以定義污染場址之污染特徵及範圍。美國環保署於 2007 年與 2008 年進行土壤及地下水之補充調查，每季監測地下水以追蹤地下水污染團。美國環保署於 2007 年進行蒸氣注入調查以評估土壤氣體進入建築物內之潛在途徑。

1997 年美國環保署選擇一項過渡期間之整治工法以改善三氯乙烯污染，該整治工法包括地下水抽除與處理系統及土壤氣體抽除(SVE)與處理系統。爲了決定最後整治工法，將執行一項可行性研究，並且最後之決策紀錄預定於 2012 年完成規劃。

過渡期間之地下水及土壤氣體抽除系統於 2000 年完成設置，並且持續運轉。SVE 系統並於 2008 年進行擴增以增加自土壤中移除三氯乙烯之能力。過渡期間整治工作之 5 年回顧已於 2008 年完成。

#### (四) 整治結果

於 2008 年，過渡期間之整治工作已分別自土壤中移除超過 3,400 英磅，自地下水中移除超過 400 英磅之三氯乙烯。系統已處理超過 1.1 億(110 million)加侖之地下水。

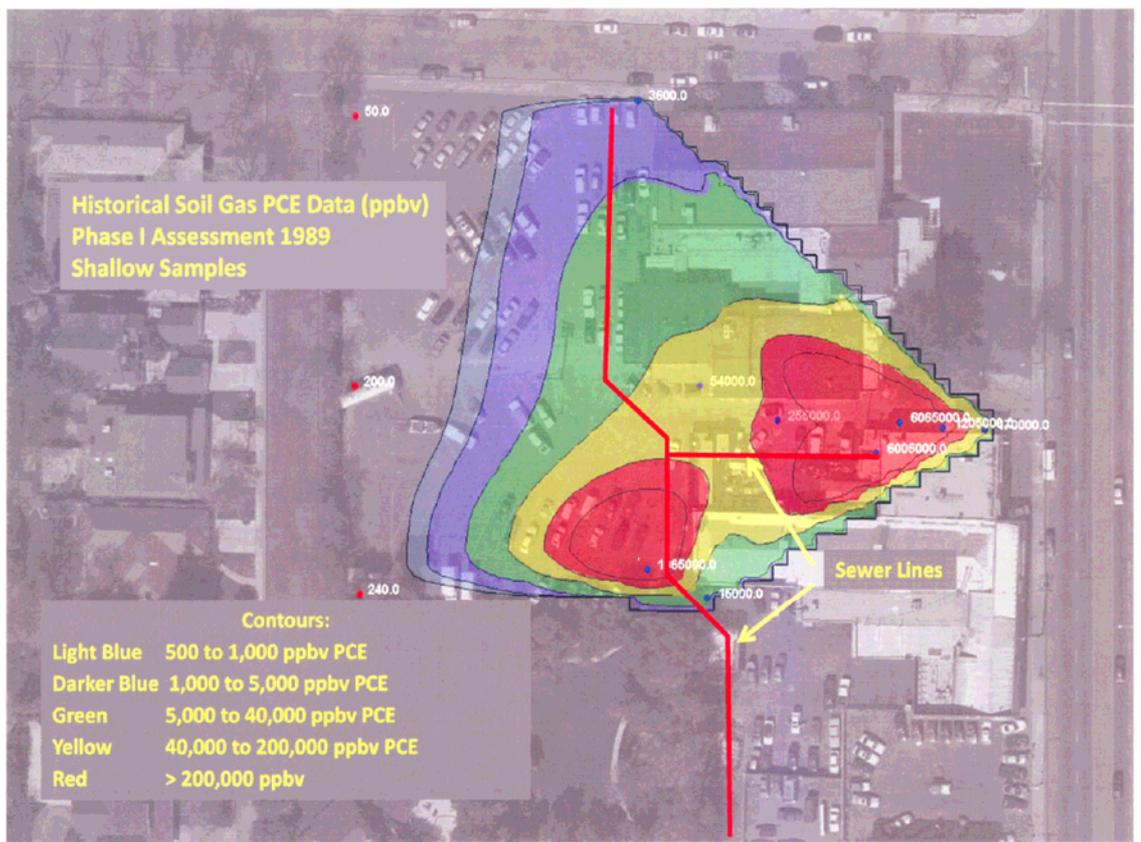


圖 3-11 Modesto 超級基金場址污染濃度分布圖

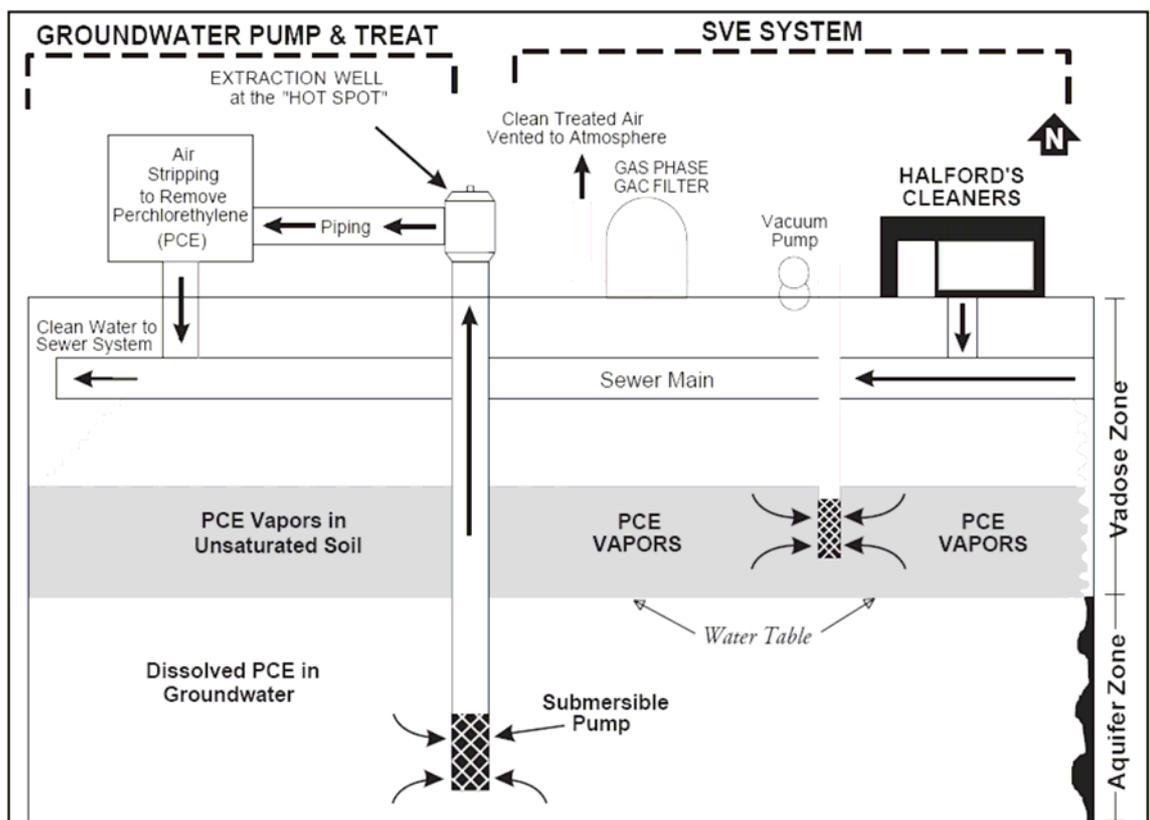


圖 3-12 Modesto 超級基金場址土壤及地下水氣體抽出系統

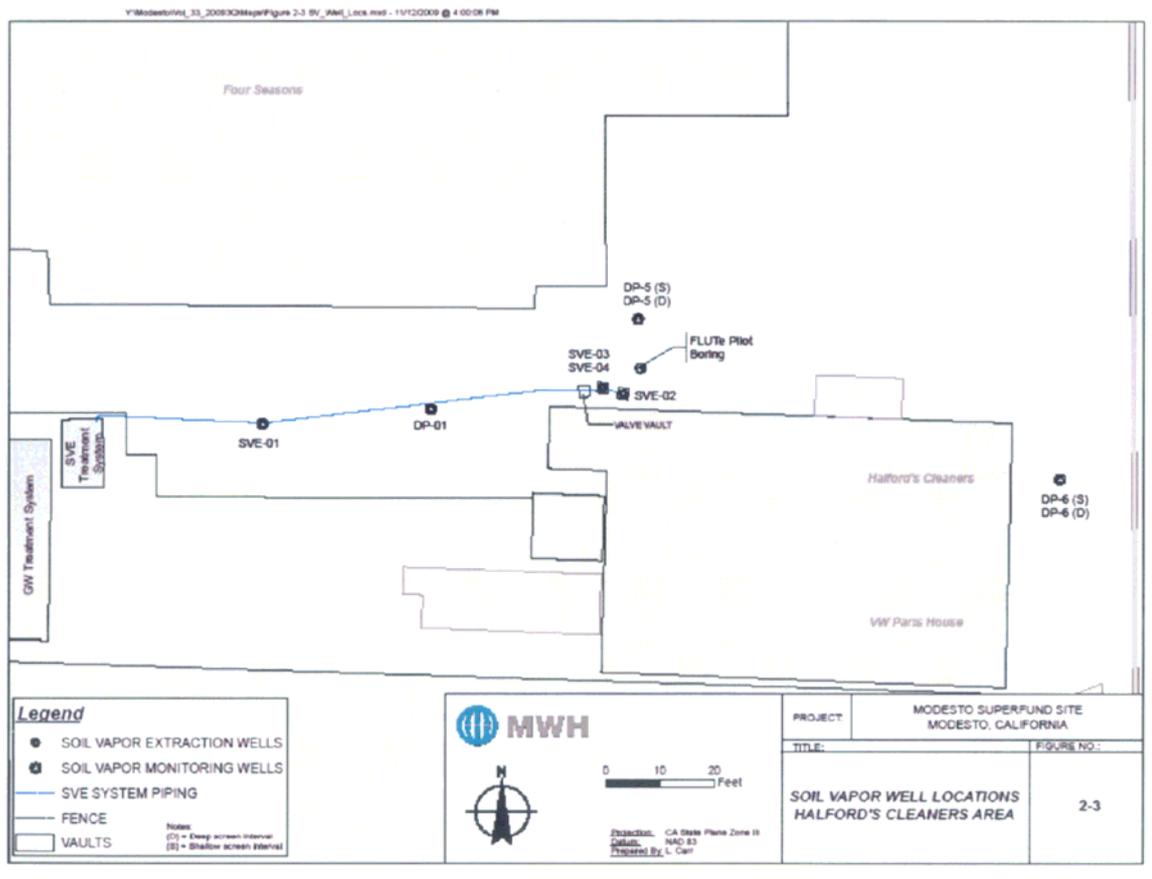


圖 3-13 Modesto 超級基金場址土壤氣體抽除井之位置圖

## 肆、心得與建議

就本次出國實地觀摩 4 個整治場址之整治技術實務看來，其中受油品污染場址之整治技術，仍以土壤氣體抽除法 (soil vapor extraction, 簡稱 SVE) 為主，但配合開挖處理法 (excavation) 將污染土壤送至場外之掩埋場處置或進行再利用。含氫有機物之整治技術，除採用土壤氣體抽除法外，對污染地下水則採用抽出處理法 (pump and treat) 處理。至於重金屬之整治技術，對污染土壤採用開挖處理法，對污染地下水採用現地化學氧化法 (in-situ chemical oxidation, 簡稱 ISCO) 或對抽出之地下水採用電化學處理法。前述之整治技術雖均已實際應用於國內污染場址之整治，但對部分場址於整治過程中所遭遇之問題，仍得值國內借鏡與參考。

藉由本次觀摩 4 個整治場址之整治現況及參訪美國環保署第九分署瞭解其對超級基金場址管理與整治作業，從中學習到國外寶貴之經驗，獲得有關整治技術及整治管理與策略之觀念及心得建議如下：

- 一、 整治工作進行前需有完整周延之計畫，並擰節整治費用。  
以「那帕河防洪及整治計畫油品污染場址」案例而言，雖然該計畫為防洪計畫，依防洪計畫設計高程原本就須挖除土壤，唯考量污染區土壤若全部挖除外運處理，其運送及整治費用相當高，故施工前先於可能污染區進行網格法污染土壤調查，同時執行場址地下水土壤與水文地質調查，以降低開挖過程地下水對污染物向外擴散所造成之二次污染，依調查結果，於基地內挑選規劃分類區，僅對污染土壤進行外運掩埋處置，對低污染土壤則進行再利用，並分

階段分區執行整治及移除污染物。

- 二、採用之整治技術，必要時須重新進行評估與修正。以「金鷹煉油廠油品及重金屬污染場址」案例而言，該場址迄今仍未完成整治，當前問題在所採用之整治方法（如土壤氣體抽除法等）每年操作維護費用非常高，且下游地區受地下水上游之污染團持續污染之問題並未解決，未來須對污染團進行水力控制，降低其長期向下游低窪地區移動之潛勢，同時須確保居民健康及環境安全。
- 三、整治工作除考量工程技術層面外，對於生態保育與周遭居民健康等方面之影響亦應加以注意與評估。以「Modesto 乾洗工廠三氯乙烯污染場址」案例而言，為降低引用受污染地下水之可能性，除關閉原本作為都市供水來源之水井、對私人使用地下水進行管制外，同時進行三氯乙烯蒸氣可能進入土壤上方建築物內之調查評估，唯在決定整治技術前，美國環保署選擇先以土壤氣體抽除法及地下水抽出處理法，作為過渡期間改善三氯乙烯污染之整治工法，以確保居民健康。
- 四、整治過程之整治進度、重大訊息與未來整治規劃目標等，應讓社會大眾參與瞭解整治工作之進行。以「Valley 木材防蝕工廠重金屬污染場址」案例而言，該場址土壤及地下水受六價鉻與砷之污染，目前已完成污染土壤整治，唯對地下水中殘留之砷仍進行整治中，美國環保署未來將持續監測污染物至符合整治目標為止，除完成該場址相關決策

紀錄資料供查詢外，亦將提供所完成之場址整治 5 年回顧評估報告供民眾閱覽。

五、在選擇整治技術時，通常以物理或化學之處理方式較適合於高濃度污染之場址(整治初期)，且整治期程通常較快速，而生物處理方式則適合於低濃度污染之場址(整治後期)，整治期程通常較久。唯因各場址污染及環境情況不同，且須對成本、整治目標、整治期程、整治技術限制等因素進行考量，故仍以選擇或搭配出真正符合場址特性與需求之整治技術，並執行必要之模場試驗與監測，以確保整治行動之成功。

六、有關污染土壤離場之管制方式，依美國法規之概念係將污染土壤認定為廢棄物進行處理處置，唯有當土壤中之污染物被移除或經處理低於標準後，始不受廢棄物相關法令所管制，故其對污染土壤之清運、處理及處置與對廢棄物之管制具有類似之方式與機制。另因美國之土地資源較為豐富，故大部分污染土壤採用成本較低之掩埋方式處理。我國未來雖可參考美國之相關規定，訂定適合我國及實際可行之管理機制，以追蹤與管理污染土壤之清除及處理處置等之情形，但考量國內人口較為稠密，且土地資源有限，故推動污染土壤朝向再利用(作為水泥原料或是建築材料)方式處理之政策，亦為可行之處理方式之一。

七、美國於 1988 年頒布地下儲槽(Underground Storage Tanks, UST)相關設備及滲漏監測之規定，要求須在 1998

年 12 月 22 日前完成更新、改建或關閉，並於 2005 年頒布能源法案，對 1998 年 12 月 22 日之後未曾檢查之儲槽，規定須在 2 年內完成檢查，對已完成檢查之地下儲槽，亦規定應每 3 年實施定期檢查，迄 2009 年全美約有 623,000 個地下儲槽。反觀國內，迄民國 99 年 2 月，我國約有 2,730 站加油站，估計其地下儲槽約有 10,920 個，環保署並於 95 至 98 年間，共完成 949 站加油站查核。我國於 91 年發布防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法，於 95 年修正一次，目前正辦理管理辦法之修法，未來該修法內容可參考美國相關規定，唯依美國每 3 年將對地下儲槽實施定期檢查一次，以期將其未來洩漏降至最低之規定，若於國內予以施行，則屆時除需考量對國內業者之衝擊外，亦需訂定可行之洩漏檢測規範，並擬定對策如何於短時間內訓練及頒予數量足夠之合格檢測機構證照等，凡此種種，均為我國未來訂定對地下儲槽系統管理策略上之挑戰，此外，因應未來生質柴油、酒精汽油等進入油品市場，該等油品可能對老舊油槽造成腐蝕而產生洩漏影響，亦將會成為未來需進一步研析與探討之課題。

八、 本次藉由參訪之便，亦向美國專家請教美國是否亦有發生如同國內戴奧辛鴨與鉻米之污染案件，以及該類污染案件之處置措施。在戴奧辛污染方面，美國專家表示，在美國，經研究發現戴奧辛進入人體主要是來自牛乳和肉類，處置方式則是以撲殺與焚化為主。另參考美國環保署「戴奧辛

和相關化合物的暴露和健康再評估初稿」報告，指出「戴奧辛類化合物」(Dioxin-like compounds, DLCs)主要的暴露途徑來自於膳食的攝取(尤其是脂肪含量較高的食品)，膳食攝取佔所有暴露途徑的 90~95%以上；而 DLCs 進入食物鏈與人類膳食主要的途徑有二：一為排放源→空氣→植物→動物；另一為排放源→水/底泥→水生動物。此外動物用飼料的污染也是重要原因之一。此外，美國國家科學院「食物供應鏈中戴奧辛和戴奧辛類化合物：降低暴露之策略」一書中則提出降低民眾膳食 DLCs 暴露風險的優先管制策略，包括：(1)強化相關督導單位對 DLCs 風險管理的統合機制；(2)建立風險管制策略以阻斷 DLCs 經由動物來源飼料(主要是動物性油脂)不斷的在食物供給鏈中循環累積；(3)降低女孩與年輕婦女在懷孕前的 DLCs 攝入量等建議，可做為我國在戴奧辛類化合物管制面上之參考。美國在對戴奧辛化合物之風險評估上，目前已成立跨部會的工作小組(The Interagency Working Group on Dioxin, 簡稱 Dioxin IWG)，成員包括有國防部、農業部、衛生部、環保部等部門，定期開會交流，系統性的整合各部門資料、數據監測與資訊公開。由於戴奧辛污染管制涉及農業、食品與環保等多方面，本署目前雖然已朝向國內戴奧辛環保檢測資訊與管制整合之目標前進，但更需要農業與食品等機關之力量與配合管制，建構完整之防護與監測網，方能確保國人身體健康與維護環境不受到戴奧辛之污染。而在農

作物如稻米之重金屬污染方面，美國曾發生過稻米砷含量過高之案件，經研究後推論該污染來源可能係由於過去舊棉田所使用的殺蟲劑殘留於土壤中所導致，因為舊棉田目前被轉作用來生產稻米，亦有可能係土壤中砷的自然背景含量所致，惟不論砷的來源，其對人類健康的影響及後果是完全相同的。因此，監測和調查農地環境背景，以及農作物重金屬含量，建立土壤污染和稻米污染的關係，亦是我國在農作物重金屬污染方面努力的方向，目前學術單位與環保機關亦已投入人力與經費進行各方面之研究，期能對我國農地管制有所助益。

# 附錄一

## 參訪照片



拜訪美國環保署第九分署



拜訪美國環保署第九分署



拜訪美國環保署第九分署



與美國傑明公司討論參訪污染場址



與美國傑明公司討論參訪污染場址



參觀 Napa 污染場址



參訪照片(續)



參觀 Napa 污染場址



參觀 Golden Eagle Refinery 污染整治場址



參觀 Valley Wood Preserving 超級基金污染整治場址



參觀 Valley Wood Preserving 超級基金污染整治場址



參觀 Modesto 超級基金污染整治場址



參觀 Modesto 超級基金污染整治場址

