

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別： 考察)

2001年中日技術合作計畫土壤及地下水污染場址調查與評估技術研修報告

服務機關：環保署廢管處 桃園環保局 台中市環保局 屏東縣環保局
出國人 職 稱：幫工程師 稽查員 課長 技士
姓 名：楊鎧衍 朱美玉 江明山 胡明燦

出國地點：日本

出國期間：民國九十年十月十四日至十一月三日

報告日期：民國九十年十二月七日

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

614/
CO9006064

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 48(本文部分) 含附件: 是

報告名稱:

土壤及地下水污染場址調查與評估

主辦機關:

行政院環境保護署

聯絡人／電話:

／

出國人員:

楊鎰行	行政院環境保護署	廢管處	幫工程司
江明山	臺中縣環境保護局	課長	
胡明輝	屏東縣環境保護局	技士	
朱美玉	桃園縣環境保護局	稽查員	

出國類別: 考察

出國地區: 日本

出國期間: 民國 90 年 10 月 15 日 -民國 90 年 11 月 02 日

報告日期: 民國 90 年 12 月 07 日

分類號/目: G14／環境工程 G14／環境工程

關鍵詞: 土壤及地下水污染,污染場址調查,污染場址評估,整治技術,SCSC技術,簡易污染場址調查法,指紋分析,原址鐵粉法,溶濟抽取淨化技術,高錳酸鉀氧化法,假設檢證型環境調查

內容摘要: 本次赴日研習之課題為「土壤及地下水污染場址調查與評估技術」,相關行程及研習科目內容由日本產業環境管理技術協會安排,研習之內容包含日本現行土壤及地下水污染法規之制定現況、土壤及地下水污染場址之調查技術及評估方法、場址之淨化方法及污染者及各級政府環保部門角色之扮演;於實際行程之安排上則參訪了社團法人產業管理環境管理協會、技術工程顧問機構如住友海上總和研究所、栗田工業株式會社、三井金屬資源開發株式會社、同和礦業株式會社、三菱重工株式會社,政府單位部門如東京都環境局、千葉縣環境生活部、神奈川農業環境部、橫濱市、秦野市、川崎市、千葉市等環境局,在污染行為人方面則參訪了社團法人日本電機工業會及艾普森株式會社,另外亦參觀了獨立行政法人國立環境研究所,除了土壤及地下水淨化技術外,同時也了解日本在環境荷爾蒙及防止地球溫暖化所做的努力。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目錄

壹、研修目的	-----	1
貳、行程簡介	-----	1
參、行程內容	-----	2
肆、研修心得	-----	28
伍、誌謝與建議	-----	48
附件一～附件八		

壹、研修目的

台灣地狹人稠，土地及水資源彌足珍貴，早年因環保意識不足，工廠廢有機溶劑處置不當或隨意傾倒，以及掩埋廢棄物等，嚴重污染土壤及地下水。因此，土壤、地下水污染整治及飲用水安全維護問題未來是無可避免之重要課題。由於「土壤及地下水污染整治法」方於民國八十九年二月二日制定公布，相關污染整治技術及行政作業，於國內尚屬萌芽階段，因此，此次研習之主要目的為瞭解日本土壤、地下水污染調查、整治的方法，以及污染整治執行管理之政府單位於污染整治過程中，針對其遭遇相關問題所採取之因應作為，例如污染控制、緊急應變、調查整治及其辦理實務經驗，以提供未來政府推動整治復育工作良好借鏡。

貳、行程簡介

一、成員：

行政院環境保護署廢管處楊鎰行幫工程師

桃園縣環保局朱美玉稽查員

台中市環保局水質及土壤保護江明山課長

屏東縣環保局胡明燦技士

二、研習地點：

日本國，包括東京都、神奈川縣、橫濱市、秦野市、千葉縣、千葉市、川崎市及長野縣。

三、研習期程：

民國九十年十月十五日至十一月二日

（土壤及地下水污染研修日程表如附件一）

參、行程內容

一、行程概述：

本次赴日研習之課題為「土壤及地下水污染場址調查與評估技術」，相關行程及研習科目內容由日本產業環境管理技術協會安排，研習之內容包含日本現行土壤及地下水污染法規之制定現況、土壤及地下水污染場址之調查技術及評估方法、場址之淨化方法及污染者及各級政府環保部門角色之扮演；於實際行程之安排上則參訪了社團法人產業管理環境管理協會、技術工程顧問機構如住友海上總和研究所、栗田工

業株式會社、三井金屬資源開發株式會社、同和礦業株式會社、三菱重工株式會社，政府單位部門如東京都環境局、千葉縣環境生活部、神奈川農業環境部、橫濱市、秦野市、川崎市、千葉市等環境局，在污染行為人方面則參訪了社團法人日本電機工業會及艾普森株式會社，另外亦參觀了獨立行政法人國立環境研究所，除了土壤及地下水淨化技術外，同時也了解日本在環境荷爾蒙及防止地球溫暖化所做的努力。

二、行程內容：

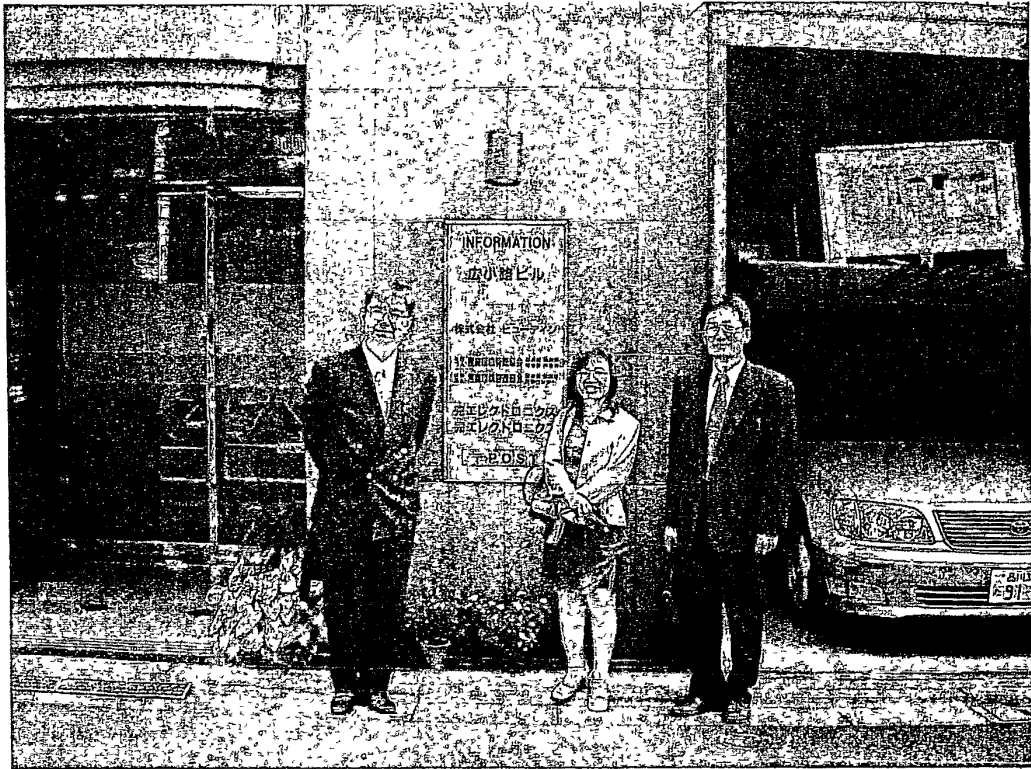
第一天（十月十四日）

啟程，搭飛機抵達日本。

第二天（十月十五日）

至社團法人產業環境管理協會（JEMAI）拜會，由該協會技術部國際課松崎直樹先生出面接待並介紹研習課程概要及環境管理協會成立過程、組織與對產業服務項目。隨後由該協會常務理事中山哲南先生說明有關日本產業界土壤及地下水污染發生原因及污染整治技術發展簡介，並參與討論。

（協會資料如附件二）



第三天：(十月十六日)

課程研習---日本土壤及地下水污染概況

【社團法人土壤環境保護中心塚原伸一郎先生】

社團法人土壤環境保護中心設立於 1996 年 4 月，由環境省管理之非營利單位，該中心負責土壤及地下水污染調查及整治技術評估、收集國內外相關研究文獻、發行雜誌刊物等業務。該中心目前有 119 個企業會員，藉由協會穿針引線使企業界間互通土壤、地下水污染調查及整治技術等相關情報，降低污染整治費用及選擇有效且整治期程較短的技術來應用。

經社團法人土壤環境保護中心統計，日本土壤及地下水污染中揮發性有機物（VOC）污染以洗濯、理容、浴場業及電器機械器具製造業為主要汙染來源，而重金屬污染則來自礦業，金屬製品製造及自然原因為主；主要大污染區分佈於埼玉縣、千葉縣、神奈川縣、大阪府及福岡縣等。

日本在二次戰後產業欣欣向榮，過度之經濟發展同時也造成了環境污染之問題，在警覺了環境保護之重要後，於 1967 年成立了公害對策基本法，開始致力於工業污染包括大氣、水質、振動等之問題防治，中央政府環境保護部門—環境廳也於 1971 年成立。然而，高度工業發展之結果仍然造成了土壤

與地下污染之問題，在爆發了因汞金屬污染地下水導致水俣病之事件後，地下水污染之問題開始獲得了重視，同時伴隨地下水污染之土壤污染問題也受到關切，開始致力於污染場址之調查技術及淨化技術之研究開發，經日本政府初步估計需進行調查之污染場址約 440000 個，所需調查費約 2 兆 3000 億日元，整治淨化費需 13 兆日元。如此龐大之金額不論對企業、政府、工程執行單位甚或保險業都將產生不小的衝擊。

（簡報資料如附件三）



第四天（十月十七日）

課程研習---地質污染診斷修復簡易化

【三井住友海上保險公司山本勇先生】

■ 污染場址及整治費用估計：

由於土壤污染問題逐漸受到重視，1990 年三井住友海上會社總合研究亦開始投入污染整治技術的研究及土壤地下水污染調查工作，據該會社研究所推估全日本大大小小污染場址共有 442758 個場址，污染調查及整治費用約需 13 兆 3000 億日元（民間統計數據），足見污染面積之廣及整治費用高昂。

■ 簡易污染場址（SCSC 調查）調查法：

SCSC 調查方法是一種簡易污染場址全面調查方法之一，本方法以調查效率高及價格低為優勢受到產業界重視。SCSC 調查方法依其用途尚可細分土壤簡易污染查法（SCSC-S）、地下空氣污染簡易調查法（SCSC-G）、地下水污染簡易調查法（SCSC-W）三種，分別調查土壤、土壤氣體及地下水是否遭受污染。本方法所使用設備主要有鑽探設備、採樣管及氣相層析儀（GC-PID）等，所需要人力約需 3-4 人（現場採樣 2-3 人樣品分析約 1-2 人），一般調查手法以採樣所耗時間較多，但 SCSC 調查方法調查一般土壤 1 M 深一個

樣品需 3 分鐘，較特殊之黏土地質採一樣品則需 7-10 分鐘，倘需調查 20 M 深度污染情形，則需 20 分鐘左右，所以使用 SCSC 簡易調查技術優點是省時、不受場地空間限制及節省人力等。

第五天（十月十八日）

課程研習——土壤、地下水污染場址調查

【栗田工業株式會社技術二課石田浩昭課長】

■ 土壤污染調查方法介紹：

土壤及地下水之污染調查與後續之污染淨化有極重大之關聯性，適當而仔細之調查可找出真正污染源所在位置及劃定污染範圍，可以減少淨化所需投入之經費，反面來說，未做好污染調查即任意進行場址整治，甚至可能使污染範圍擴大，可知做好污染調查工作之重要性。

一般土壤污染調查及整治流程可歸納如下：

- (1) 預備調查（問診）：顧客訪問→取得信賴→情報入手
（污染物操作歷史、地質、地形、地下水使用狀況）
→表層調查規劃。
- (2) 表層調查（觸診）：平面污染狀況之掌握→解析污染

之可能範圍→深層地質調查之規劃。

(3) 深層地質調查 (精密檢查)：垂直污染狀況之掌握→

判定是否需進行污染整治工作→訂定污染整治工作計畫。

(4) 執行整治工作 (治療)：淨化設備設置→運轉→整治工作完成之驗證→相關資料之建檔。

(5) 持續監測 (定期追蹤檢查)：持續土壤與地下水質監測。

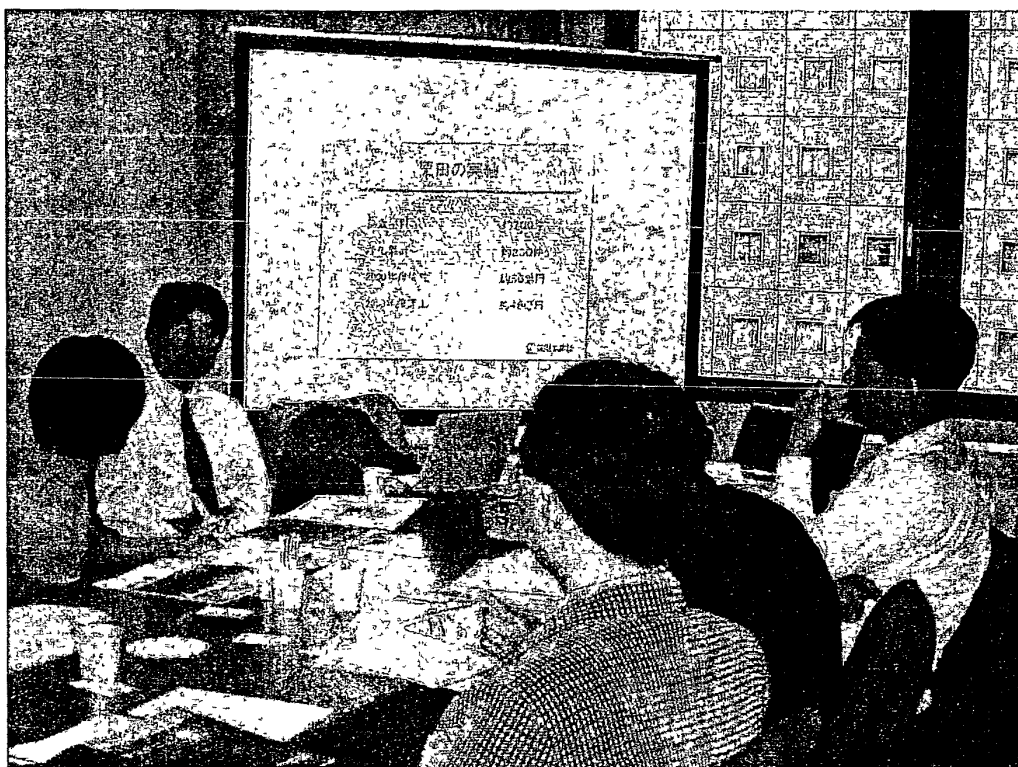
預備調查主要在藉由場址歷史之瞭解，作為平面調查位置之規劃即協助作為調查數據之解讀判定，表層調查方面目前日本所規定的調查採樣網格水平間距為 30 公尺，找出可能之污染範圍後再做縱向之污染調查，一般在土壤重金屬之檢測約做到五公尺深度之調查，揮發性有機物則調查至十公尺左右，縱深從表面下 0.15m、0.5m、1m、2m、3m...之間距進行採樣。

揮發性有機物場址平面調查一般依所採行之檢測設備特性分類歸納如下：

檢測設備	偵測極限	調查深度	分析時間
檢知管	1 ppm	數 m	5 min
GC	50 ppb	數 m ~ 數十 m	15 min
指紋分析儀	1 ppb	數十 m ~ 數百 m	14 days

各種檢測調查之方式均有其優缺點，三井金屬資源開發株式會社之福田先生建議就未來污染整治之目的而言，在不知污染源點在何處時，應先以高感度採樣管法採高間距佈點之方式尋找出污染中心，再採用檢出濃度較高的低感度檢測方法作密集佈點檢測，可大量減少檢測數量及經費。

（簡報資料如附件四）



第六天（十月十九日）

課程研習——土壤、地下水污染場址整治技術

【三井金屬資源開發株式會社資源事業部福田宗弘課長】

■ 地下水整治方法：

(1)抽水/處理淨化方法，其方法是在污染場址邊界設抽水井，一方面阻絕受污染地下水外移，另一方面將抽出來受污染之地下水匯集，經過活性碳處理槽、再經氣提塔，以吸附水中 VOC 達到淨化目的。此技術經證實使用於短時間其效果顯著，目前在日本仍被使用，當作長期監測及控制污染外移的方法。

(2)注入氧化劑、營養源、蒸氣或空氣等方式先淨化再抽水處理，其目的再改進抽水/處理技術之效率。

■ 土壤整治方法：

(1)土壤重金屬淨化技術

1. 土壤洗選處理技術

A. 洗淨：加酸將重金屬溶出，酸液再分離處理。

B. 分級比重分離

C. 磁選

洗選處理主要係採用礦區採礦精鍊之部分流程，技術上並不以達成土壤環境基準為目的。

2. 土壤熱處理技術

A. 重金屬脫著揮發處理：土壤加熱至 400~600°C 可揮

發去除汞等低沸點重金屬，加熱至 800~1000°C 時可去除金屬鹽化物，必須注意揮發性氣體之收集處理。

B. 重金屬土壤熔融安定化處理：將受污染土壤加熱至 1200~1300°C 使土壤呈熔融狀態，冷卻時成玻璃化，受重金屬污染之土壤其污染物會存於經玻璃化作用後之土壤玻璃結塊中而無法在溶出，且土壤經玻璃化過程其孔隙率幾乎完成消失，可使土壤之後續最終處理之體積減少。

(2) 土壤揮發性有機物淨化技術

1. 土壤氣體吸引淨化法 (Soil Vapor Extraction, SVE)：

打抽氣井至污染層，利用抽氣設備將土壤中氣體抽引出至活性炭吸附塔吸附污染物後排放。

2. 二重吸引法：

利用同一開挖井同時抽氣及抽水處理，一般僅抽氣處理時，因抽氣井位置產生負壓之情形，將使該部位地下水位上升，而與污染土層接觸，造成地下水之污染，若同時抽水抽氣除可一併淨化土壤與地下水，且

可因抽水所造成之水位洩降，而減少地下水面與土壤
污染物之接觸。

3. 原址鐵粉法：

原理為元素鐵於土壤中與水分解為二價鐵及氫離
子，可將含氯有機物產生脫氯作用而無害化，例如：



其於土壤中之反應幾乎為一次反應，採用之鐵粉粒徑
約 10~20 μm ，表面積為 $2\text{m}^2/\text{g}$ ，多孔質，添加於土壤
之比例為 1%，約一個月內可有效分解三氯乙烯。

4. 離場處理法：

將污染之土壤直接挖除送至淨化場所，可採行列方式
處理：

A. 堆積吸引法：

將污染土壤堆積鋪設於抽氣管網上，進行抽氣活性
炭吸收去除污染物。

B. 石灰添加法：

將受有機污染之土壤移至封閉之室內，加入石灰並
予混和，加入石灰發熱可將三氯乙烯等有機物揮
發，將室內氣體抽送至活性炭塔吸附處理。

C. 觸媒氧化法：

於受揮發性有機物污染之土壤中加入觸媒（金屬氧化物）降低含氯有機物之氧化活化能，並以過氧化氫為氧化劑，充分拌合將有機物氧化脫氯無害化。

D. 生物處理法：

將污染土壤搬至淨化場所添加微生物營養鹽及木屑加以攪拌並定期作污染物含量分析，若污染物未降低至整治目標，則持續營養鹽、木屑加入及攪拌、污染物分析至達到整治目標為止。

第七天（十月二十日）、第八天（十月二十一日）

資料整理

第九天（十月二十二日）

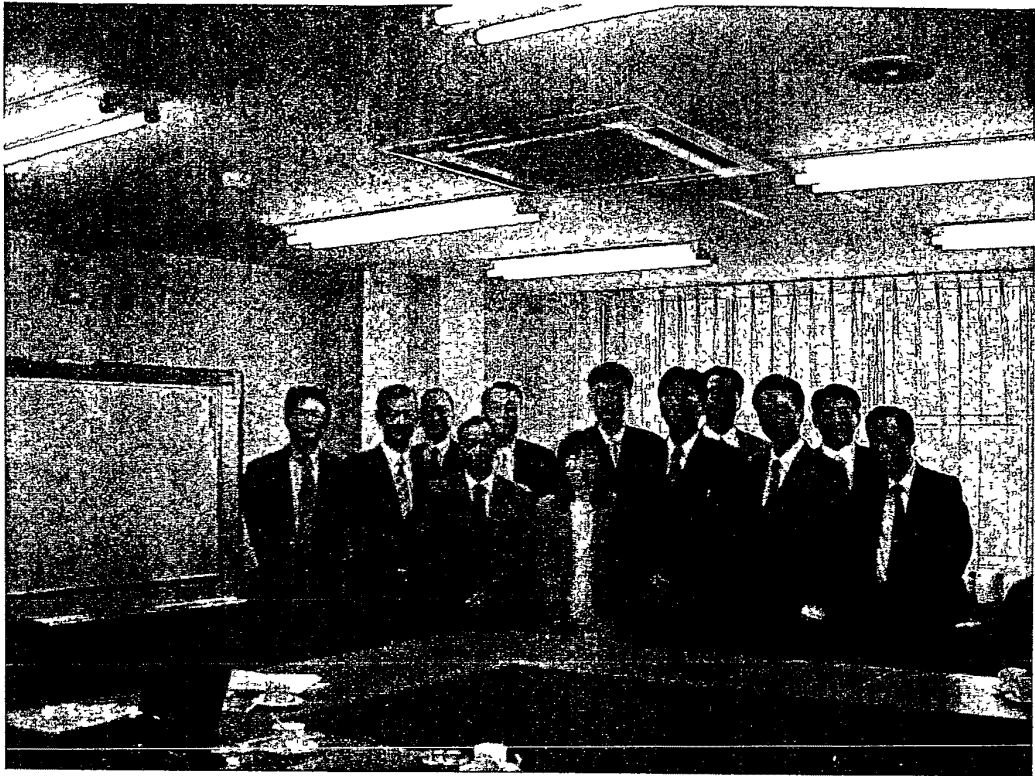
參訪行程——拜訪日本電子、電機產業協會

在日本由於土壤及地下水中揮發性有機物污染較為受矚目，相對的使用及製造 VOC 之產業像電子、電機等受到衝擊也越大，為此相關產業自發性組成一團體，以環境保護為原則下共同討論研究土壤及地下水污染調查及整治技術。該協會自

於 1998 年成立，由電子情報技術產業協會、日本電機產業、通訊機械工業會組成，該協會由會員間選推會長、二位副會長及多位幹部，除提供、交換相關資訊給會員外，並定期召開會議將會議結論及建議事項給會員及政府單位參考，作為產業與政府間溝通橋樑。

為維護企業形象及企業永續經營，該協會會員主動對企業環境進行污染調查及整治，每年公布該公司環境報告書，除檢視產業間污染問題外，能加深民眾對企業負責態度加深印象，這方面努力可以提供給國內企業學習，亦是政府單位該輔導推動的。

（簡報資料如附件五）



第十天（十月二十三日）

參訪行程——拜訪神奈川環境農政部、橫濱市環境保全局

本日參訪目的在了解神奈川縣及橫兵市土壤及地下水污染現況及相關法規推動。

上午拜訪神奈川縣環境農政部聽取神奈川縣土壤及地下水污染現況及相關法規介紹，並參與討論及執行心得交換。

奈川縣為日本工業重鎮，自 1989 年才推動土壤及地下水污染管制，該縣早期著重於縣內土壤及地下水污染調查，分別以隨機抽樣、定點抽樣及定期樣土壤及地下水方式找出污染場

址，並定訂自己縣內「土壤及地下水污染對策指導原則」、整治標準等，一方面管制有害物質使用與流向，一方面找出污染者，以有效管制污染來源及污染控制。

下午拜訪橫濱市環境保全局環境政策課並參與討論橫濱市屬於神奈川縣下之行政區，市內有京濱工業區，橫濱市依神奈川縣土壤及地下水污染對策指導原則，定訂適合橫濱市使用之「橫濱市工場等跡地土壤污染對策指導綱要」，依指導綱要推動土壤污染管制。橫濱市土壤污染對策指導綱要特點：污染者付費原則、橫濱市土壤整治標準高於神奈川縣標準及土壤污染要求在現地淨化處理。



第十一天（十月二十四日）

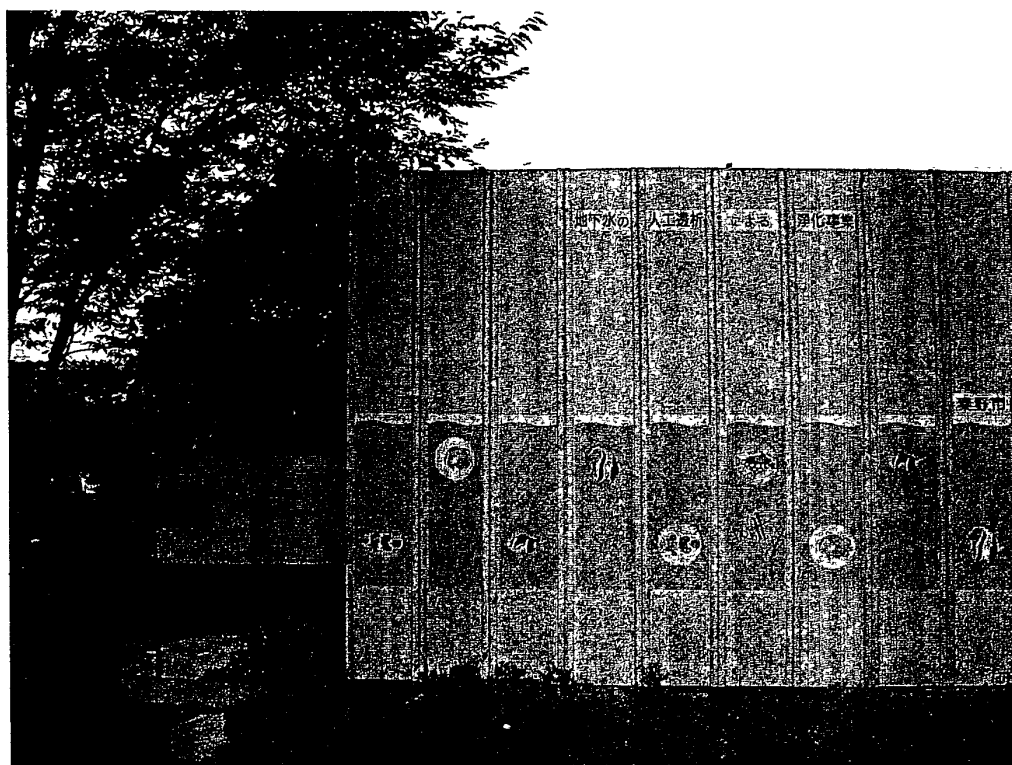
參訪行程——拜訪神奈川縣秦野市環境農政部

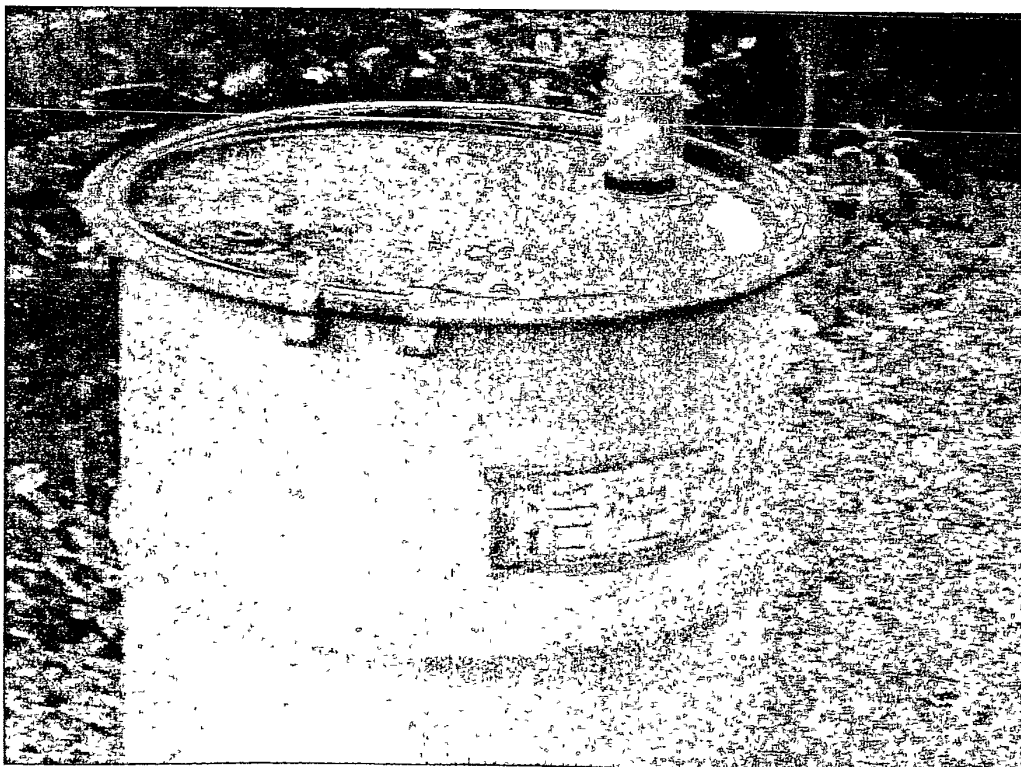
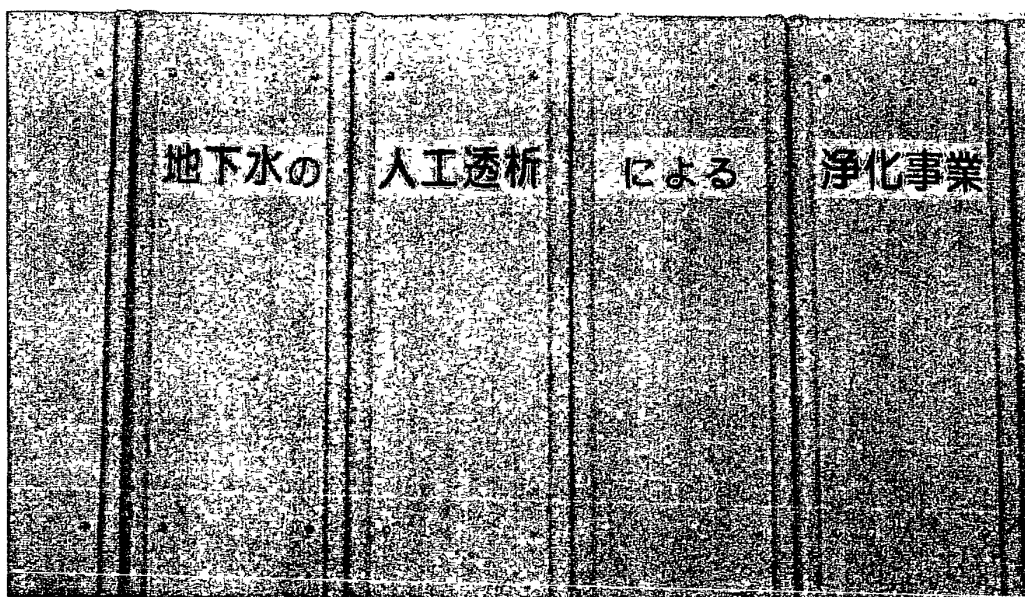
本日與神奈川縣秦野市環境農政部環境保全課地下水保全班，進行地下水調查整治議題討論及整治場址現場參觀。

秦野市因地理條件特殊，地下水為該地區重要水源，早在 1973 年便注重地下水的涵養及污染管制，並持續進行地下水補注以保護水源。

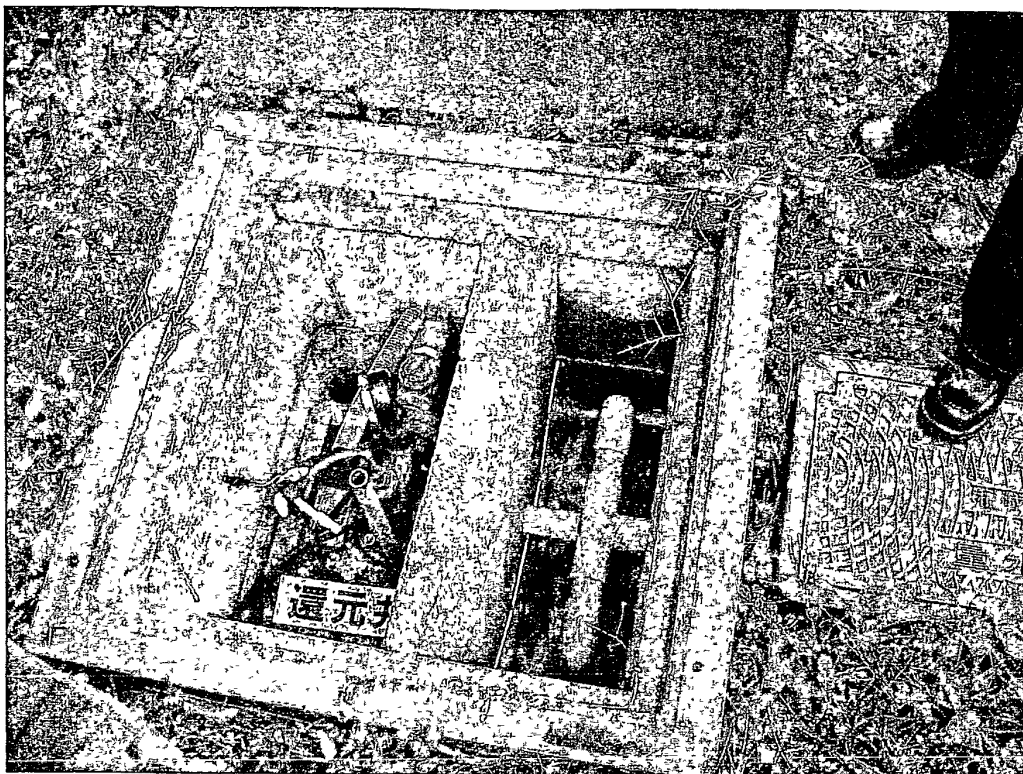
據秦野市環境保全課統計，秦野市於 1994 年調查共有四十五個地下水污染場址，至 2001 年九月已完成三十八個場址，回收汙染物十七噸，調查及整治費用共花費八億日元，由於秦野市政府支持及環境保全課主動參與，加上產業界配合，原先估計調查整治費用為二十億日元，整整節省十二億日元之多，由於環保單位主動參與而增加整治經驗，這個經驗值的我們效法。

（簡報資料如附件六）









第十二天（十月二十五日）

課程研習——同和礦業株式會社之土壤污染之調查及整治技

術

【同和礦業淨化擔當部長白鳥壽一先生】

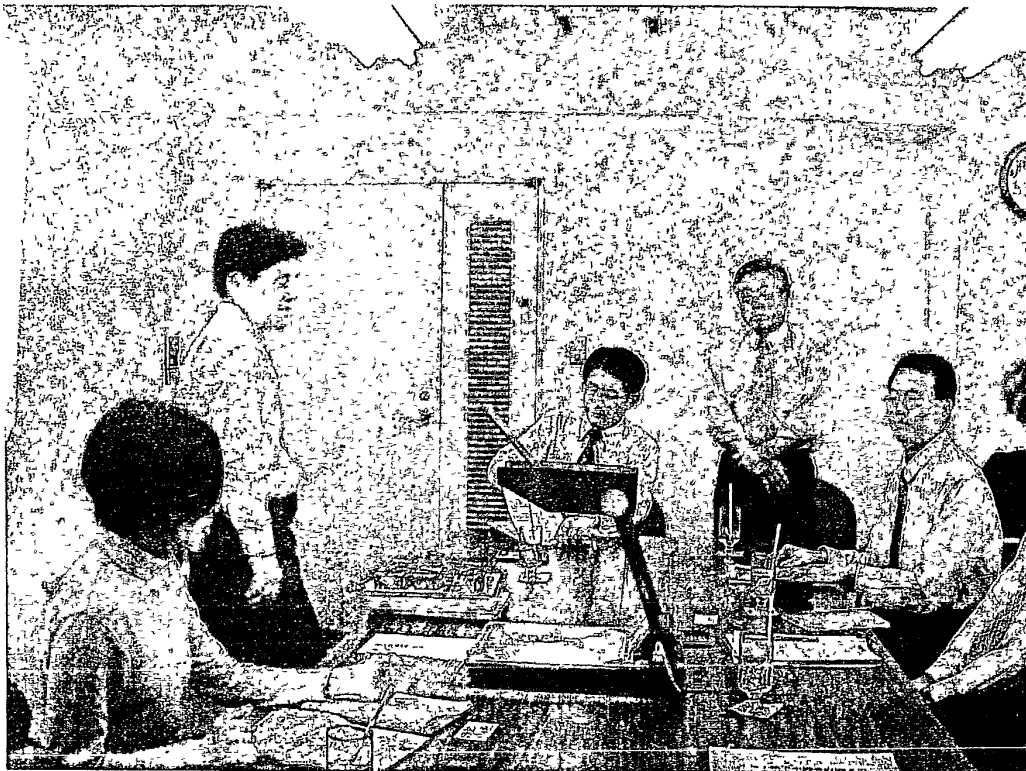
同和礦業所有之礦區主要分布於日本東北部及本州為主，由於礦產開發已超過百年，礦業開採和當地居民生活早已溶為一起，雖然礦開採已達到極限，但為永續經營並顧及附近居民，該公司投入污染調查及整治研究，以現有設備投入資源回收利用，並將礦區作廢棄物最終處理推置場，開啟企業再

出發契蹟。

同和礦業參與土壤污染調查部份，主要利用本身具備探礦技術、再收集污染場址歷史、水文地質資料、歷年航照圖等，作假設及多次驗證方式，以判段主要污染區及污染範圍，這種技術主要應用在土壤重金屬污染方面，而且需要有經驗工程師配合調查，才能縮短調查時間及正確性。

土壤污染整治部份，對揮發性有機物污染之砂質土壤，大多採用土壤氣體吸引法或熱脫附技術來處理，所產生氣體經收集處理後逸散至大氣中；對於重金屬污染之土壤，則會應用選礦技術例如磁選技術分離重金屬、另外有自行研發之鐵粉還原法及高溫焚化法等進行土壤淨化，最後將處理過土壤送至礦區堆置場掩埋或安定化。

（簡報資料如附件七）



第十三天（十月二十六日）

課程研習---三菱重工業株式會社之土壤及地下水中油、PCB

污染淨化技術

【三菱重工業株式會社機械事業本部淺野僚一先生】

由於 PCB 污染不得使用焚化法來淨化，三菱重工自行研發溶濟抽取淨化技術，本技術取得美國 EPA 認證通過，其優點如下：

- (1) 操作安全淨化效率高。
- (2) 處理設產簡單、可搬移。

(3) 溶濟取得容易可回收再利用。

(4) 無污染擴散及二次污染問題。

(5) 適用各種土壤。

本淨化技術之執行步驟如下：

(1) 土壤粒徑篩分分類。

(2) 土壤淨化程序：溶濟注入靜置 2-3 小時後，溶濟排出與土壤分離。

(3) 溶濟精製：利用蒸餾及活性碳吸附淨化溶濟，送回循環使用。

(4) 土壤乾燥：利用熱空氣烘乾土壤。

(5) 土壤排出：送回原處回填。

(簡報資料如附件八)

第十四天 (十月二十七日)、第十五天 (十月二十八日)

整理資料

第十六天 (十月二十九日)

參訪行程---拜訪千葉縣環境生活部、千葉市環境局

本日行程目的為拜訪千葉縣及千葉市土壤及地下水污染現況

及相關法規介紹並參與討論及工作心得交換。

由於千葉縣發生地下水污染問題，故在千葉縣地下水污染防治對策指導綱要內容，特別強調緊急時對策，包含飲用水指導及健康調查部份。為確切掌握地下水污染情形，千葉縣定訂五年計畫進行全縣地下水調查，由千葉市規劃執行，本計畫尚在進行中。

第十七天（十月三十日）

參訪行程---拜訪東京都環境局、川崎市環境局

本日行程目的為拜訪東京都及川崎市土壤及地下水污染現況及相關法規介紹。

■ 東京都方面：

1996 年公害防治法公告，2000 年 12 月修改公害防治法並增加土壤及地下水污染防治法，於 2001 年 10 月 1 日公告執行。由於東京都高度開發可利用土地有限，污染性工廠均外移，故東京都土壤污染調查及對策綱要著重對象規範，其一為使用有害物質之事業單位，規定有害物質流向及使用紀錄保存；其二為土地變更使用者，進行土壤污染調查，以此方式防範於未然。

■ 川崎市方面：

川崎市北邊與東京相鄰，南邊與橫濱市為鄰，全市百分之五十為工業區，主要產業為電子、電信、半導體等，主要污染為 PCE、TCE、PCE、重金屬等；另外百分之五十為農業區，有農藥、硝酸鹽及亞硝酸氮污染。目前川崎市對污染仍由產業自行整治，定期公開環境報告書。

第十八天（十月三十一日）

參訪行程---EPSON/精工株式會社土壤污染整治實例分析

【地球環境部大野好弘部長】

EPSON 公司於日本國內共有 22 個事業所，1999 年進行 22 個事業所污染調查，發現有 10 個污染場址需進行整治，其主要污染物為 PCE、TCE 等 VOC，經過考量以控制污染物不外移、淨化方式安全、有效益及早日完成等因素，最後選定以高錳酸鉀氧化法進行淨化，此淨化技術 EPSON 尚在應用評估中，因施工管理不善造成高錳酸鉀污染發生，值的我們注重及思考。

第十九天（十一月一日）

參訪行程---參觀茨城縣拜訪獨立行政法人國立環境研究所

參觀環境賀爾蒙實驗室、地球溫暖化研究實驗室、環境情報室、土壤汙染研究實驗室、生物復育研究等。

第二十天（十一月二日）

評價會：心得交換、結業式及核發修業証書

第二十一天（十一月三日）

返程，搭飛機回國。

肆、研修心得

研習目的在獲取他人長處經驗，彌補自己之不足，或瞭解他人失敗之處，引為殷鑑。茲將本次研習及觀察所獲主要心得敘述於下：

一、前言：

日本工業發達，在二次戰後昭和年間產業欣欣向榮，過度之經濟發展同時也造成了環境污染之問題，在警覺了環境保護之重要後，於 1967 年成立了公害對策基本法，開始致

力於工業污染包括大氣、水質、振動等之問題防治，公害防治設備及技術大幅增加、改善，中央政府環境保護部門—環境廳於1971年成立，接續環境基本法制定、要求企業須設有環境保護部門負責環保工作，近來並著手於戴奧辛及300多種有害物質之管制，同時朝向訂定全國統一之單位材料污染排放量並實施總量管制，配合法令與企業對環境保護之認知，於水質、空氣及噪音等污染問題都獲得了有效控制；但是，高度工業發展之結果仍然造成了土壤與地下污染之問題，這些多年來潛在較不受注意之污染問題，在爆發了因汞金屬污染地下水導致水俣病之事件後，地下水污染之問題開始獲得了重視，同時伴隨地下水污染之土壤污染問題也受到關切，開始致力於污染場址之調查技術及淨化技術之研究開發，污染調查之對象包含可能使用有害物質之工廠及其他非工廠類的事業如市區乾洗店等，經住友海上總和研究所估計全日本應進行調查之事業場所或污染場址約調查之事業場所或污染場址約440,000個，社團法人土壤環境中心並預估未來所需投入之調查經費約2兆3000億日圓，採行淨化措施需要之經費約11兆日圓，兩者合計共兩者合計共13兆3000億日圓，如此龐大之金額不論對企業、政府、工程執行單位甚

或保險業都將產生不小的衝擊，目前日本方面正著手進行土壤及地下水污染整治法規之制定，如何依現實污染狀況、企業可接受程度、淨化技術可達成之目標及人民之期望等訂定合理可行之法令將是未來嚴正之課題。

二、土壤與地下水污染調查現況：

日本於 1991 年訂定土壤環境基準主要包含重金屬等十項管制項目，並於 1994 年增加揮發性有機物質管制項目至二十六項，依據環境省所統計之目前土壤污染之現況，累計至 1999 年止因陳情、訴訟、媒體報導等疑似污染之案件計有 1,512 件，以完成場址調查之件數為 886 件，其中超出土壤環境基準者共 431 件，在分析這些超過環境基準的案件中有 214 件屬於重金屬污染，188 件屬於揮發性有機污染，另外有 29 件則屬於重金屬與揮發性有機物皆有之複合型污染；2000 年整年內經發現之疑似污染址共 1,178 件，實際調查之件數為 659 件，調查結果超出土壤環境基準者 292 件，其中重金屬污染、揮發性有機污染即複合型污染件數分別為 160、114 及 18 件；由以上污染件數之變化顯示由於、土壤環境基準之公布及管制項目增加、民眾對土壤污染之認知與逐漸重視即

場址調查件數之增加，使土壤污染問題逐漸浮上台面；在污染來源的分析上，造成重金屬污染之來源主要為金屬製品製造業（含表面處理業、雕刻業及熱處理業等）、化工業、電器家具製造業等排放污染及天然生成或不明非法棄置所造成，而在揮發性有機物之污染方面則以電氣機械器具製造業及乾洗店、理容業為主要污染源。

地下水污染現況方面，在 1999 年針對 5,199 口地下水井之水質進行調查，計有 293 件超出地下水環境基準，佔總調查件數 5.6%，其中鉛、砷等重金屬污染件數計 61 件，三氯乙烯等揮發性有機污染計 49 件，另外 1999 年追加硝酸氮、亞硝酸氮、氟等管制項目共有 199 件超出環境基準，而累計至 2000 年止共有 1,794 個井戶水質超出現行地下水環境基準；分析造成地下水污染之行業別揮發性有機污染主要為洗滌業及電氣機械器具製造業，金屬製造業及電氣機械器具製造業則為重金屬污染之主要行業；在造成污染之行為分析中，揮發性有機物污染主要因工廠或事業之廢水排放、廢液不當貯存、漏出、地下浸透或原料之洩漏所造成，重金屬污染則除了上述原因外，地層之自然性質亦為地下水質超出環境基準之主因。

如前所述經估計全日本應進行調查之事業場所或污染場址約調查之事業場所或污染場址約 440,000 個，除了企業為維護形象主動提出污染調查外，在法規尚未制訂完成要求工廠或事業主動提出調查前，地方之環保單位針對轄內土壤及地下水做系統性之規劃調查，仍是發現污染源及瞭解土壤及地下水現況之主要方式，其中地下水之調查監測較土壤之調查更為完整。以本次研習行程所參訪的政府部門而言，神奈川縣農政部將該縣以 1000m×1000m 為單位調查區塊預計以四年時間，每年 144 區塊之進度進行地下水質調查，至目前之調查檢測結果有害物質之部分皆符合標準，但天然產生之限制物質則部分未能符合標準，如相跟地區之溫泉中即含有砷；千葉縣在 1980 年以前僅對農地土壤進行檢測，80 年以後開始針對工廠部分進行檢測，主要之污染檢測項目為揮發性有機物，地下水質監測則將轄區以 2km×2km 為一方格共 1500 個網眼，預計用五年的時間完成一次調查監測工作，分析之污染物項目包含揮發性有機物及重金屬共計 26 個檢測項目，採樣之水井則採用一般私人民井或市町村所開鑿之公用水井，依目前之檢測結果重金屬之污染項目主要為砷，但其係土壤之母質而非人為污染之結果，另外因農業肥料施用

而造成硝酸鹽及亞硝酸鹽污染之問題亦已受重視，同時該縣在進行污染範圍調查時，除了做監測報告之公布外，若有民眾要求時、亦由環保部門主導厚生部門協助辦理居民之健康檢查；千葉市之污染調查以 2km×2km 為調查單位區塊，轄區共 75 個調查網格區塊，土壤部分主要污染物為六價鉻及揮發性有機物，造成污染之原因分別為含六價鉻工廠廢水直接灌入地下即洗衣業之有機溶劑污染，該市地下水亦有硝酸鹽及亞硝酸鹽污染之問題，市政府針對污染地區之地下水用戶發給淨水器設置補助金；川崎市為一高度工業發展的城市，知名企業林立近因經濟不景氣工廠遷廠或倒閉，工業土地經土壤之調查之結果發現有部分受重金屬及揮發性有機物之污染，但其中一較特殊之案例為工廠建設預定地採用海邊之土壤填埋造地而發現有重金屬砷污染之問題，經過詳細調查該工廠並未有砷之操作歷史，且在極深層之土壤仍有砷之存在（與海底土壤相同），經市府特准屬自然生成之污染，而免除土壤污染淨化之要求。

三、土壤與地下水污染調查技術探討：

土壤及地下水之污染調查與後續之污染淨化有極重大之

關聯性，適當而仔細之調查可找出真正污染源所在位置及劃定污染範圍，可以減少淨化所需投入之經費，反面來說，未做好污染調查即任意進行場址整治，甚至可能使污染範圍擴大，可知做好污染調查工作之重要性；社團法人土壤環境中心的塚原先生將污染場址從污染調查至整治完成視為一醫療行為流程：

(一) 預備調查(問診): 顧客訪問→取得信賴→情報入手(污染物操作歷史、地質、地形、地下水使用狀況)→表層調查規劃

(二) 表層調查(觸診): 平面污染狀況之掌握→解析污染之可能範圍→深層地質調查之規劃

(三) 深層地質調查(精密檢查): 垂直污染狀況之掌握→判定是否需進行污染整治工作→訂定污染整治工作計畫

(四) 執行整治工作(治療): 淨化設備設置→運轉→整治工作完成之驗證→相關資料之建檔

(五) 持續監測(定期追蹤檢查): 持續土壤與地下水質監測
預備調查主要在藉由場址歷史之瞭解，作為平面調查位置之規劃即協助作為調查數據之解讀判定，在表層調查方面目前日本所規定的調查採樣網格水平間距為 30 公尺，找出可

能之污染範圍後再做縱向之污染調查，一般在土壤重金屬之檢測約做到五公尺深度之調查，揮發性有機物則調查至十公尺左右，縱深從表面下 0.15m、 0.5m、 1m 、2m 、3m... 之間距進行採樣，因重金屬之檢測分析較為簡單，故本次研習探討土壤中揮發性有機物之檢測較多，有關於揮發性有機物場址平面調查一般依所採行之檢測設備特性分類歸納如下：

名稱	簡易檢知管法	攜帶型 GC 法	高感度採樣管法
感度	低感度	中感度	高感度
可檢出濃度	1 ppm	50 ppb	1 ppb
測定間格	數公尺	數至數十公尺	數十至數百公尺
採樣分析時間	5 分鐘	15 分鐘	約需兩週

各種檢測調查之方式均有其優缺點，三井金屬資源開發株式會社之福田先生建議就未來污染整治之目的而言，在不知污染源點在何處時，應先以高感度採樣管法採高間距佈點之方式尋找出污染中心，再採用檢出濃度較高的低感度檢測方法作密集佈點檢測，可大量減少檢測數量及經費。

鑒於一般場址之整治費用均甚龐大，若能夠調查越詳細精密實際掌握污染源，縮小整治範圍及採行有效之淨化方法，則可減少整治之費用，住友海上總和研究所的高橋先生估計一般場址平均之調查費用為每平方公尺 700 日圓，而一立方公尺之土壤整治費用則約需般 100,000 日圓，因此日本在場址污染之調查手法上亦不斷開發創新，由住友海上總和

研究所、高山總和工業株式會社、國際航業株式會社、松下環境空調株式會社等單位所組成的地層污染診斷修復簡易化研究會（Soil Check & Cleaning Simplification Consortium，簡稱 SCSC），開發出簡易地層污染調查法—SCSC 調查法，其包含土壤污染簡易調查法（SCSC—S）、地下空氣污染簡易調查法（SCSC—G）及地下水污染簡易調查法（SCSC—W），調查手法之特點為採用研發之簡化鑽探採樣設備，活動性及操作性佳不受場址空間之限制、開挖範圍不必太大、噪音振動較一般鑽探採樣手法小、必要之作業人數約三至四人及耗時短等，配合對場址歷史之調查等作業，可得不錯之調查效果，但此種調查手法最深之調查深度為 15 公尺、不適用於含礫石較多之土層為其缺點；除了地層污染之調查外，SCSC 調查法亦使用於活斷層調查、土木工事地質調查及地中微生物確認等用途上。

同和礦業株式會社建立一種「假設檢證型環境調查」手法亦值得一提，其流程說明如下：

- （一）調查對象背景環境歷史調查：調查範圍、地質水文情報、地歷調查（含舊地形圖、航照圖等）、操作履歷等
- （二）假設污染模式

- (三) 對假設污染模式之污染範圍作初步調查：採用電磁探查、電氣探測等設備輔助
- (四) 藉初步調查之結果修正及確認假設污染模式
- (五) 污染檢證：經由淺層土壤採樣及地下水抽樣分析印證
- (六) 檢討假設污染模式之符合狀況
- (七) 污染狀況之把握：包含水平垂直污染範圍、污染物質之存在狀況

此一調查手法主要假設污染模式來減少實際開挖調查之點數及節省調查經費，唯至目前為止假設污染模式與檢證結果之符合率上不可測。

四、土壤及地下水污染整治技術探討：

(一) 土壤重金屬淨化技術

目前日本尚未訂定土壤整治之相關法規，污染場址之淨化基準以不造成地下水污染為原則，重金屬之淨化技術簡述如下：

1 土壤洗選處理技術

- (1) 洗淨：加酸將重金屬溶出，酸液再分離處理。
- (2) 分級比重分離：一般礫石及砂石所含之重金屬

較易以洗出之方式淨化，黏土層所含之重金屬則難以洗出，若污染土壤中之黏土層含有較高之重金屬者，可以配合採用比重分選之方法將含重金屬之黏土部分分離視為廢棄物處理，礫石及砂則可回收使用。

(3) 磁選：含鐵之土壤一般亦附著砷，可藉磁選之方式去除砷。

洗選處理主要係採用礦區採礦精鍊之部分流程，技術上並不以達成土壤環境基準為目的，處理成本每噸土壤約 100~150 美元。

2 土壤熱處理技術

(1) 重金屬脫著揮發處理：土壤加熱至 400~600°C 可揮發去除汞等低沸點重金屬，加熱至 800~1000°C 時可去除金屬鹽化物，必須注意揮發性氣體之收集處理。

(2) 含重金屬土壤熔融安定化處理：將受污染土壤加熱至 1200~1300°C 使土壤呈熔融狀態，冷卻時成玻璃化，受重金屬污染之土壤其污染誤會存於經玻璃化作用後之土壤玻璃結塊中而無

法在溶出，且土壤經玻璃化過程其孔隙率幾乎完成消失，已可使土壤之後續最終處理之體積減少；經估計上述方法處理費用每噸土壤約需 20,000 日圓。

(3) 最終處理之需要：目前土壤未訂定法規規定是否需最終處理，但若採用之淨化手法致使土壤改變原有之物理性質，則需視為廢棄物進行最終處理而不再視為土壤使用，例如採用土染熱處理超出 550°C 之燒卻將使土壤變性，則需將淨化後之土壤再最終處理。

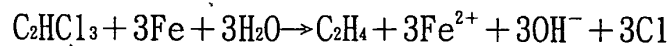
(二) 土壤揮發性有機物淨化技術

經調查一般土壤中揮發性有機物污染主要為三氯乙烯及四氯乙烯等含氯有機化合物為主，淨化手法概述如下：

- 1 土壤氣體吸引淨化法 (Soil Vapor Extraction, SVE)：打抽氣井至污染層，利用抽氣設備將土壤中氣體抽出引至活性炭吸附塔吸附污染物後排放。
- 2 二重吸引法：利用同一開挖井同時抽氣及抽水處理，一般僅抽氣處理時因抽氣井位置產生負壓之情形，將

使該部位地下水位上升而與污染土層接觸，造成地下水之污染，若同時抽水抽氣除可一併淨化土壤與地下水，且可因抽水所造成之水位洩降，而減少地下水面與土壤污染物之接觸。

3 原址鐵粉法：原理為元素鐵於土壤中與水分解為二價鐵及氫離子，可將含氯有機物產生脫氯作用而無害化，例如：



其於土壤中之反應幾乎為一次反應，採樣之鐵粉粒徑約 10~20 μm ，表面積為 $2\text{m}^2/\text{g}$ ，多孔質，添加於土壤之比例為 1%，約一個月內可有效分解三氯乙烯，一立方公尺土壤處理費用約 20,000 日圓。

4 離場處理法：將污染之土壤直接挖除送至淨化場所，可採行下列方式處理：

(1) 堆積吸引法：將污染土壤堆積鋪設於抽氣管網上，進行抽氣活性炭吸收去除污染物。

(2) 石灰添加法：將受有機污染之土壤至封閉之室內，加入石灰並予混和，加入石灰發熱可將三氯乙烯等有機物揮發，將室內氣體抽送至活性

炭塔吸附處理。

(3) 觸媒氧化法：於受揮發性有機物污染之土壤中
加入觸媒（金屬氧化物）降低含氯有機物之氧化活化能，並以過氧化氫為氧化劑，充分拌合將有機物氧化脫氯無害化。

(4) 生物處理法：將污染土壤搬至淨化場所添加微生物營養鹽及木屑加以攪拌並定期作污染物含量分析，若污染物未降低至整治目標，則持續營養鹽、木屑加入及攪拌、污染物分析至達到整治目標為止。

(三) 受多氯聯苯污染土壤之淨化技術

三菱重工株式會社開發出一種標榜淨化受多氯聯苯污染土壤之技術—溶劑抽出法系統，其處理流程如下：

- 1 挖掘受污染土壤至抽出塔中。
- 2 將酒精類溶劑加入抽出塔中，將污染土壤完全浸沒
2~3 小時，使多氯聯苯萃取於溶劑中。
- 3 含污染物之溶劑再經由過濾、蒸餾精煉約可 100% 回收重複使用，分離物為濃縮之多氯聯苯，妥善收集後再特別處理。

4 經萃取分離後之土壤再經加熱乾燥後淨化完成。

溶劑抽出法之特點如下：

1 採用常溫處理，無高溫之副產物戴奧辛需再處理。

2 所採用之設施簡單（抽水機、鼓風機）可因場址需要移動。

3 處理過程封閉性，不會產生二次污染。

4 採用安定溶劑本身無害且不產生副產物，現地處理安全性高，殘留於土壤中易可自然分解。

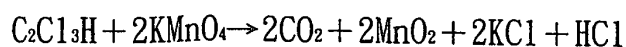
5 抽出塔以批次操作，管理方便。

此種處理流程亦可處理揮發性油、重油、輕油、機械油及 DDT 等，惟所需費用較其他淨化方法為高，故三菱重工株式會社僅標榜處理 PCB。

（四）地下水中揮發性有機物之淨化技術

1 揚水曝氣法：打井將受污染之地下水抽出經過一氣提設施，將含氯有機物等污染物從液相移至氣相，尾氣在經活性炭吸附處理後排放。

2 酸化分解法：注入氧化物（如高錳酸鉀）分解地下水中之含氯有機物



理論上 KMnO_4 之注入量為污染物（三氯乙烯）之 2.4 倍重量比，但因 KMnO_4 亦會和其他存在於土壤中之還原物質作用而消耗，一般實際之注入量約為地下水中三氯乙烯重量之 10~100 倍；採用 KMnO_4 之酸化分解法其特點及注意事項如下：

- （1）地下水污染物可處理濃度不受限制均可處理。
- （2）可合併處理受污染之土壤及地下水（使用於土壤必須做不同深度之縱向注入）。
- （3）較揚水、抽氣淨化所需之時間為短。
- （4）可採現地處理。
- （5）必須瞭解場址地質及水層之情形以設計氧化劑注入濃度，現場污染物分析能力需建立，以監控掌握污染物變化狀況。
- （6）此種方法使用於透水性不佳之黏土層（污染物含於其中）則效果差，因隨地下水流動之 KMnO_4 無法與黏土層中之污染物質接觸。
- （7）因氧化結果產生 HCl 致使土壤中之 pH 降低，將使土壤中之重金屬溶出至地下水中。
- （8）淨化場址必須採行防止氧化劑向場外擴散之措

施，曾有一家公司採行此種淨化手法，因施工單位管理不善致使 KMnO_4 外漏至場外池塘造成鯉魚死亡。

3 生物淨化法：在透水性較佳、揮發性有機物總濃度小於 10mg/l ，可於場址上下游開鑿地下水井，從上游水井注入乙醇、乳酸等營養鹽，藉由土壤及地下水中之原生微生物分解有機物，並由下游抽水循環補助加速營養鹽之補注及擴散。

五、行政部門、企業角色扮演與作法

（一）環保行政單位

由於土壤及地下水污染調查及整治技術在日本發展時間跟國內差不多時間，相關法規定訂與推動亦在起步階段，因此發生污染情形下，政府部門對於污染者除依其他環保法令要求採行淨化措施外，多居於輔導與道德勸說之角色。雖然土壤、地下水污染防制相關法規訂定較晚，但仍全面考量執行週延性，以減少有法無法推動的窘境。在日本由於中央政府及地方權限劃分明確，中央訂定全國統一之環境保護法規，而賦與縣（市）政

府依其所在環境背景，訂定適合該縣市之整治標準，例如神奈川縣有土壤、地下水污染對策指導原則，而橫濱市就定訂土壤污染對策指導綱要，其土壤污染管制標準就比神奈川縣嚴格，由於標準訂定目的在保護所處環境，比較能獲得產業認同，所以因地制宜管理其效果更顯著。

近年來，日本環保行政單位立場已基於現實環境而有所調整，整治觀念逐漸轉移為考量污染對人體及環境衝擊危害性，是否屬立即迫切，及是否能有效控制污染範圍為主。由於土壤及地下水污染整治耗時，所需要整治費用又龐大，所以日本政府現階段要求產業確實做到有害物質使用紀錄保存和轉移及土地變更時完成土壤及地下水污染報告，倘污染對人體及環境衝擊無直接危害性，則可依產業財力慢慢完成整治，倘污染對人體及環境衝擊具危害性，以降低危害風險及有效控制污染為主。

在台灣由於過去錯誤或無環保觀念使污染事件一再發生，如何讓產業自發性投入整治，是我們該思考。

（二）社團法人產業環境管理協會

社團法人產業環境管理協會是一民間組織，於 1962 年成立，其會員為有專家學者及產業，目前該團隊除致力於技術面之研發外，也接受政府委託辦理公害防制人員訓練、辦理國家考試，並接受海外人員訓練等，與政府環保單位互動配合及與民眾溝通協調方面，亦累積多年經驗，該協會存在不但是政府及企業橋樑，亦是企業間橋樑。反觀國內雖然有學者自發性組織「台灣土壤及地下水環境保護協會」，其用心是值得喝采的，只是該協會是一學術團體，無法顧及產業需要及訓練人才，在土壤及地下水污染問題逐漸浮出台面，我們的調查及整治技術經驗可是一片空白，台灣土壤及地下水環境保護協會倘能再加入企業界會員集思廣義，相信台灣土壤及地下水污染問題解決腳步會快些。

（三）企業作法

由於環保意識與對環境的責任、符合 ISO14000 之要求及企業顧及形象與資訊公開，促使日本企業界自發性投入污染整治工作。為此企業間組成團體除參與政府政策之制訂提供建言，對於技術的開發亦不遺餘力，例如 SONY、HITACHI、TOSHIBA 及 NEC 等電機工業、通信

機械、事物機械即電子情報技術產業等四個電機團體，共同組成社團法電機工業會，其在對政府制訂土壤整治法令時曾提出如下具體方針意見：

- 1 要求法令之公平性、透明性。(目前相關法令未規範污染產業應何時提出污染調查，完全由業者自發性辦理，電機工業會要求務必訂立應提出污染調查之時間)
- 2 公布場址調查亦應含風險評估避免社會片面誤解。
- 3 PPP (Pollutant Pay Principle) 原則：對於污染土壤土地所有人有提出污染調查之責任，但若已確定污染行為人則應由其提出，土地所有人配合協助調查。

今後之工作要點：

- 1 繼續於政府制訂法令過程中提供意見。
- 2 法令制訂完成公告後，對會員公司說明法令規定應辦事項。
- 3 淨化技術之研發及宣傳：淨化技術之選擇很重要，產業失敗的整治經驗可提供其他公司參考，可減少及避免錯誤的浪費。

六、總結

大體而言，本次研習獲得之經驗及觀念成果豐碩。由於國內「土壤及地下水污染整治法」內容，多係參酌美日等國相關法規，因此調查及整治行政過程，與國內大同小異。倒是對於企業廠商自發性推動整治工作，不迴避責任態度，令我們羨慕。究其原因，除了廠商為維護於社會企業形象之心理所驅使外，最大因素，乃是環境保護法規週延，相關單位切實執行，且社會大眾已普遍教育，接受環境保護為生活重要價值一部分，融入生活所致。

伍、誌謝與建議

本次日本研習，首先感謝中日技術交流協會及日本社團法人產業環境協助全部行程安排，及接待單位之聯絡、協調工作，使此行得以順利圓滿。因此行學員收穫甚多，且中日兩國現均正積極投入土壤及地下水污染整治業務，未來數年內，相關業務勢必會蓬勃發展，建議兩國應將強官方與民間之交流，以利相關整治業務之執行。

附件 一

土壌及び地下水汚染
研修日程表

日	月	火	水	木	金	土
10・14	15	16 講義 わが国の土 壌・地下水汚 染について	17 講義 地層汚染診 断・修復簡易 化について	18 講義 土壌・地下水 汚染調査技 術・修復技術 について	19 講義 土壌・地下水 汚染調査技 術・修復技術 について	20 資料整理
	オリエンテー ション	わが国の土 壌・地下水汚 染の現況と対 策技術（指 針）について	（株式会社住 友海上リスク 総合研究所）	（栗田工業株 式会社）	（三井金属資 源開発株式会 社）	
	東京	東京	東京	東京	東京	東京
21 休日	22 講義 電機工業にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について （社団法人日 本電機工業 会）	23 講義 神奈川県にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について 横浜市にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について	24 講義 秦野市にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について	25 講義 土壌・地下水 汚染調査技 術・修復技術 について （同和鉱業株 式会社）	26 講義 土壌・地下水 汚染修復技術 について （三菱重工業 株式会社）	27 資料整理
	七	九	十	十一	十二	
東京	東京	東京	東京	東京	東京	東京
28 休日	29 講義 千葉県にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について 千葉市にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について	30 講義 東京都にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について 川崎市にお ける土壌・地 下水汚染防止 への取り組み について	31 講義 セイコーエプ ソンにおける 土壌・地下水 汚染防止への 取り組みにつ いて	11・01 見学 国立環境研究 所における土 壌・地下水汚 染の研究につ いて	02 評価会	
	十三	十四	十五	十六		
東京	東京	東京	東京	東京		

《宿泊先: ホテルプリンセスガーデン 〒141-0021 品川区上大崎 2-23 Tel.03-3779-1010》
10月15日(月) 《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

14:30 土壌及び地下水汚染研修オリエンテーション

～

16:00

10月16日(火) *日本汚染整体概況* 《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

13:00 講義 わが国の土壌・地下水汚染について

～

塚原伸一郎／社団法人土壌環境センター／技術ニュース編集委員長

17:00 講義 わが国の土壌・地下水汚染の現況と対策技術(指針)について

鈴木弘明／日本工営株式会社／総合技術センターマネジメントリーダー

整治技術紹介

澤井徹／社団法人土壌環境センター／技術部長

(〒102-0083 千代田区麹町 4-2 第二麹町ビル Tel.03-5215-5955 Fax.03-5215-5954)

10月17日(水)

《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

10:00 講義 地層汚染診断・修復簡易化について

～

高橋清二／株式会社住友海上リスク総合研究所調査第二部／部長・主席研究員

12:00 (〒104-8252 中央区新川 2-27-2 住友海上本店ビル Tel.03-3297-4016 Fax.03-3552-7576)

10月18日(木) *(科長不在)*

09:00 目黒一(JR山手線)新宿一徒歩

10:00 講義 土壌・地下水汚染の調査技術について／土壌・地下水汚染の修復技術について

～

橋本正憲／*栗田工業株式会社*プラント・サービス事業本部装置事業部

16:00

環境浄化グループ技術二課／課長

(〒160-8383 *新宿区*西新宿 3-4-7 Tel.03-3347-3980 Fax.03-3347-3980)

10月19日(金)

《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

10:00 講義 土壌・地下水汚染の調査技術について／土壌・地下水汚染の修復技術について

～

福田宗弘／*三井金属資源開発株式会社*資源事業部／課長

16:00 (〒140-0032 品川区大崎 1-11-1 ゲートシティ大崎ウエストタワー

Tel.03-5437-8200 Fax.03-5437-8210)

10月20日(土) 資料整理

10月21日(日) 休日

《宿泊先：ホテルプリンセスガーデン 〒141-0021 品川区上大崎 2-23 Tel.03-3779-1010》

10月22日(月)

09:20 目黒ー(地下鉄有楽町線)ー09:50 溜池山王ー徒歩

10:00 講義 電機工業における土壌・地下水汚染防止への取り組みについて *電子*

～

吉野由利子／社団法人日本電機工業会環境部環境課

12:00

(〒100-0014 千代田区永田町 2-4-15 Tel.03-3581-7878 Fax.03-3580-6456)

汚染. 敏感. (少問!)

10月23日(火)

08:30 目黒ー(JR 山手線)ー品川ー(JR 京浜東北・根岸線)ー09:30 関内ー徒歩

10:00 講義 神奈川県における土壌・地下水汚染防止への取り組みについて

～

山口／神奈川県環境農政部大気水質課

12:00

(〒231-8588 横浜市中区日本大通 1 Tel.045-210-1111 Fax.045-210-8844)

14:00 講義 横浜市における土壌・地下水汚染対策について

～

箕輪竜一／横浜市環境保全局総務部環境政策課

16:00

(〒231-0017 横浜市中区港町 1-1 Tel.045-671-2121 Fax.045-641-3580)

10月24日(水)

12:30 目黒ー(JR 山手線)ー13:00 新宿ー(小田急)ー秦野ー徒歩

14:00 講義 秦野市における土壌・地下水汚染対策について

～

津田信吾／神奈川県秦野市環境農政部環境保全課地下水保全班／技幹

16:00

(〒257-8501 秦野市桜町 1-3-2 Tel.0463-82-5111 Fax.0463-82-9792)

10月25日(木)

《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

10:00 講義 土壌・地下水汚染の調査技術について／土壌・地下水汚染の修復技術について

～

谷口浩治／同和鋳業株式会社／ジオテック事業部

16:00

(〒100-8282 千代田区丸の内 1-8-2 第一鉄鋼ビル Tel.03-3201-1257 Fax.03-3201-1258)

10月26日(金)

《社団法人産業環境管理協会 4階会議室》

10:00 講義 土壌・地下水汚染の修復技術について

～

岡村博文／三菱重工業株式会社／環境装置第二部第二グループ／主席

12:00

(〒100-0005 千代田区丸の内 2-5-1 Tel.03-3212-9111 Fax.03-3212-9784)

(上野)

10月27日(土) 資料整理

10月28日(日) 休日

《宿泊先：ホテルプリンセスガーデン 〒141-0021 品川区上大崎 2-23 Tel.03-3779-1010》

10月29日(月)

08:10 目黒-(JR 山手線)-08:41 東京-(JR 総武線)-09:24 千葉-(JR 外房線)-本千葉 09:39

10:00 講義 千葉県における土壌・地下水汚染防止への取り組みについて

～

守敏男/千葉県環境生活部水質保全課/主幹

12:00

(〒260-8667 千葉市中央区市場町 1-1 Tel.043-223-4660 Fax.043-222-8044)

13:01 本千葉-(JR 内房線)-13:05 蘇我-(JR 京葉線)13:25-13:29 千葉みなと

14:00 講義 千葉市における土壌・地下水汚染対策について

～

千葉市環境局環境事業総務課

16:00

(〒260-8722 千葉市中央区千葉港 1-1 Tel.043-245-5196 Fax.043-245-5581)

10月30日(火)

09:30 目黒-(JR 山手線)-新宿-徒歩

10:00 講義 東京都における土壌・地下水汚染防止への取り組みについて

～

石毛/東京都環境局総務部情報連携課

12:00

(〒163-800 新宿区西新宿二丁目 8 番 1 号 Tel.03-5321-1111 Fax.03-5388-1377)

新宿-(JR 山手線)-品川 14:11-(JR 東海道本線)-14:20 川崎-徒歩

14:30 講義 川崎市における土壌・地下水汚染対策について

～

神奈川

漆畑/川崎市環境局公害部水質課/課長

16:30

(〒210-8577 川崎市川崎区宮本町 1 番地 Tel.044-200-2519 Fax.044-211-9180)

10月31日(水)

09:30 目黒-(JR 山手線)-10:00 新宿(JR 中央本線)-12:08 上諏訪-タクシー

13:30 見学 セイコーエプソン社における土壌・地下水汚染対策について

～

大野/セイコーエプソン株式会社/地球環境室

15:30

(〒392-8502 長野県諏訪市大和 3-3-5 Tel.0266-52-3131 Fax.0266-58-9584)

56k70

11月01日(木)

11:24 目黒-(JR 山手線)-12:03 上野-(JR 常磐線)-13:06 ひたち野うしく-バス

14:00 見学 土壌・地下水汚染に関わる研究について

～

広兼克憲/独立行政法人国立環境研究所国際室/国際研究協力官

16:00

(〒305-0053 つくば市小野川 16-2 Tel.0298-50-2308 Fax.0298-51-2854)

11月02日(金)

《社団法人産業環境管理協会 4 階会議室》

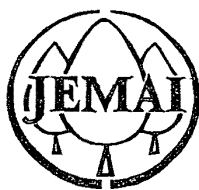
10:00 土壌及び地下水汚染研修 評価会

～

11:30

附
件
二

環境改善のための活動



社団法人産業環境管理協会
Japan Environmental Management Association for Industry

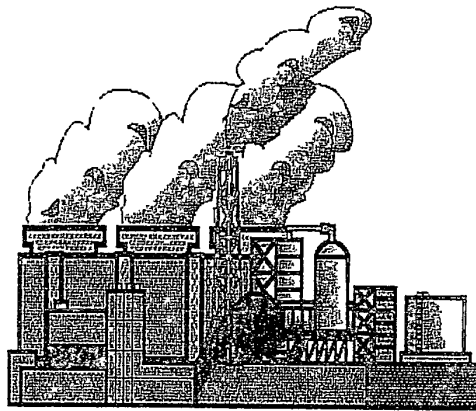
発生源対策

環境アセスメントの結果により、具体的な各種発生源対策を行うこととなります。

地域事情に密着した公害防止装置の開発を推進するため、会員との共同研究(44社52件:大気関係9件、悪臭関係5件、水質関係29件、水質悪臭関係2件、騒音関係3件、廃棄物関係4件)を行ってきました。

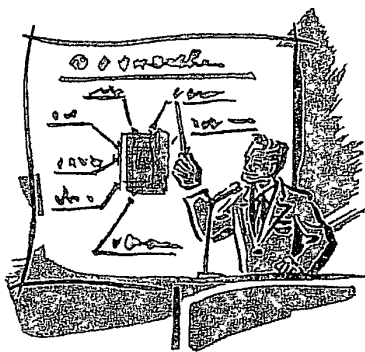
また、排煙脱硫、排煙脱硝、除じん・集じん、BOD 水処理等従来型の発生源対策技術の他に、最近では次のような有害物質対策、地球温暖化防止など各種発生源対策の調査研究を行っています。

- (1) 難分解性有機化合物処理技術評価調査
- (2) 染色排水中の環境負荷物質除去処理技術の実用化開発研究
- (3) 環境調和型染色整理技術開発
- (4) HFC-23 の破壊技術の開発
- (5) 鉛フリーはんだ規格化研究開発
- (6) ダイオキシン分解技術の開発
- (7) ダイオキシン発生機構抑制調査研究



環境技術移転と海外との技術交流

我が国の進んだ環境技術(現地観測・測定、環境アセスメント、発生源対策)を海外に普及するための技術協力を積極的に実施しています。最近の海外技術研究協力としては次のものが挙げられます。



- (1) タイ国揮発性有機化合物汚染に関する研究協力
- (2) タイ国モデル工業団地大気汚染モニタリングに関する研究協力
- (3) フィリピン国ラグナ湖における有毒・有害廃棄物管理に関する研究協力
- (4) ヴィエトナム国工場廃水による水質汚染防止対策技術に関する研究協力

また、海外環境規制値等海外環境情報の収集、国際会議の主催、国際会議の参加、ISO TC146(大気質)、TC147(水質)国内事務局の運営など先進国との技術交流、国際規格の標準化等に努めるとともに、アジアを中心とした発展途上国からの研修生の受け入れ(20 数カ国 893 名)、専門家の派遣(93 名)、公害防止管理者制度の移転などの事業を行っています。

環境アセスメントの実施

環境汚染を防止するためには汚染の実態把握がまず必要になります。このため、大気、水質・生物、騒音・振動等の現地実測調査を実施します。汚染の現状を確認した後は、高濃度地点などに寄与している発生源の特定や発生源の改善計画に基づく将来予測をシミュレーションモデルにより行います(環境アセスメント)。現在までに168地域で環境アセスメントを実施しています。

環境アセスメント実施地域



● 大気関係 ● 水質・生物関係

この他、予測精度の向上や予測手法の開発のため、トレーサーガス拡散実験、風洞実験、底生生物培養実験等を行い、コンピュータモデルの構築などを行っています。今までに実施した手法開発調査の主なものは次のとおりです。

- (1) 窒素酸化物汚染予測手法開発調査研究
- (2) 高速道路沿道の自動車排出ガスの拡散に関する研究
- (3) 炭化水素等化学反応性物質汚染予測手法開発調査
- (4) 浮遊粒子状物質の予測手法開発
- (5) 閉鎖性水域における生態系を配慮した窒素・リンを含む総合的な物質循環予測手法開発調査
- (6) 酸性降下物等二次粒子(酸性雨)汚染予測手法開発調査
- (7) 炭じん等汚染予測手法開発調査
- (8) 複雑地形における自動車排出ガス拡散研究
- (9) 有害大気汚染物質予測手法開発調査



ご相談、ご質問、お問い合わせは！

下記技術部へ

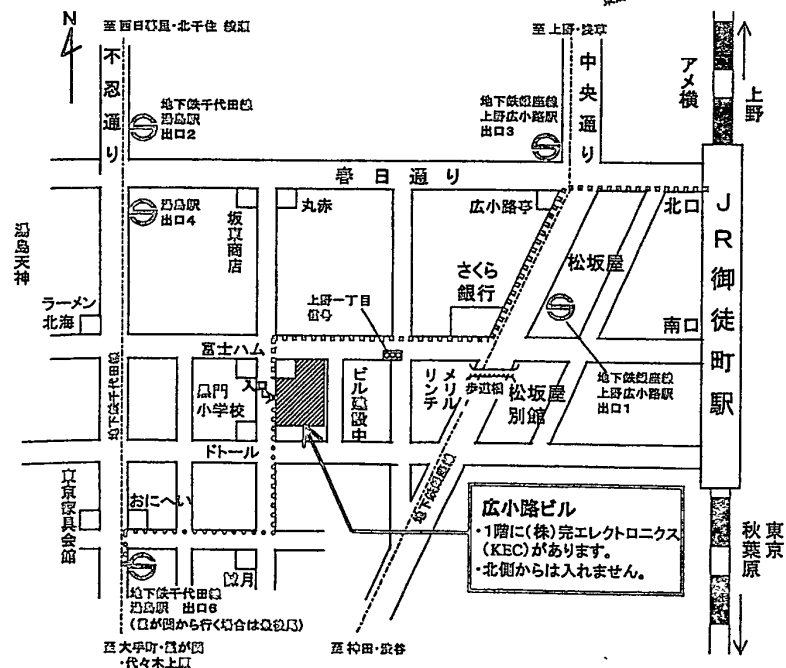
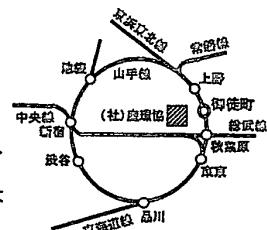


(社)産業環境管理協会案内図

〒110-8535 東京都台東区上野1-17-6 広小路ビル

- ・JR山手線 御徒町駅より徒歩6分
- ・営団地下鉄千代田線 湯島駅4番・6番出口より徒歩4分
- ・営団地下鉄銀座線 上野広小路駅1番・3番出口より徒歩4分

※JRをご利用の場合、山手線をご利用ください。京浜東北線は昼間は快速運転のため、御徒町駅は通過します。



5階	役員室・総務部	TEL(03)3832-7088	
	研究部	TEL(03)3832-7084	5階FAX(03)3832-7021
4階	技術部	TEL(03)3832-7019	4階FAX(03)3832-7022
3階	調査企画部	TEL(03)3832-7085	
	LCA開発推進部	TEL(03)3832-0515	
	環境マネジメントシステム普及評価登録センター	TEL(03)3832-7025	FAX(03)3832-2774
	公害防止管理試験センター	TEL(03)3832-7008	FAX(03)3832-2785
URL http://www.jemaa.or.jp			

附件三

社団法人 土 壌 環 境 セ ン タ ー (非営利)

(Geo-Environmental Protection Center)

日本経済白書
環境

設 立 1996. 4 (環境省)

事業内容

調査・対策技術、評価手法の向上

✓ 普及・広報活動

情報提供、技術指導

✓ 国内外の調査研究

会員企業 119社 (2001. 9現在)

公害

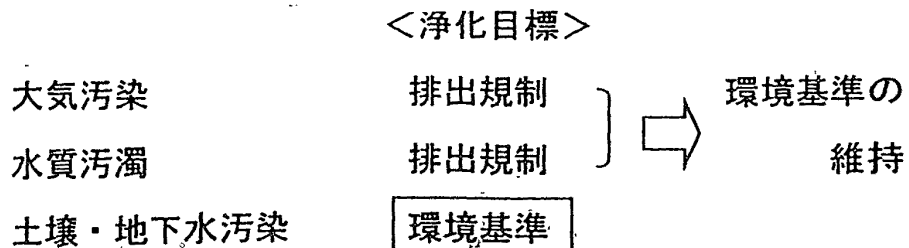
環境基本法（平成5年）における定義

公害とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下および悪臭によって人の健康または生活環境にかかる被害を生ずること

- 公害対策基本法（昭和42年）
- 自然環境保全法（昭和47年）

環境基準

人の健康を保護する上で
維持されることが望ましい基準



土壌・地下水環境基準値(2001年1月)

項目	土壌環境基準 (mg/l 以下)	地下水環境基準 (mg/l 以下)
カドミウム	0.01	0.01
全シアン	検出されないこと	検出されないこと
有機リン	検出されないこと	
鉛	0.01	0.01
六価クロム	0.05	0.05
砒素	0.01	0.01
総水銀	0.005	0.005
アルキル水銀	検出されないこと	検出されないこと
PCB	検出されないこと	検出されないこと
銅	125mg/kg 水田	—
ジクロロメタン	0.02	0.02
四塩化炭素	0.002	0.002
1,2-ジクロロエタン	0.004	0.004
1,1-ジクロロエチレン	0.02	0.02
cis-1,2-ジクロロエチレン	0.04	0.04
1,1,1-トリクロロエタン	1	1
1,1,2-トリクロロエタン	0.006	0.006
トリクロロエチレン	0.03	0.03
テトラクロロエチレン	0.01	0.01
1,3-ジクロロプロペン	0.002	0.002
チウラム	0.006	0.006
シマジン	0.003	0.003
チオベンカルブ	0.02	0.02
ベンゼン	0.01	0.01
セレン	0.01	0.01
フッ素	0.8	0.8
ホウ素	1	1
硝酸性、亜硝酸性窒素	—	10

土壌・地下水汚染対策—現行の制度

- 土壌・地下水環境基準
- 土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針
および運用基準
- 水質汚濁防止法(地下水浄化措置命令)
- ダイオキシン類対策特別措置法
- 各地方公共団体の条例、要綱など

土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針 および運用基準 (平成11年1月 環境庁)

- 調査・対策の進め方
- 重金属等に係る調査・対策
- 揮発性有機化合物に係る調査・対策
- 汚染判明の場合、都道府県等への連絡
- 記録の作成、管理・保管

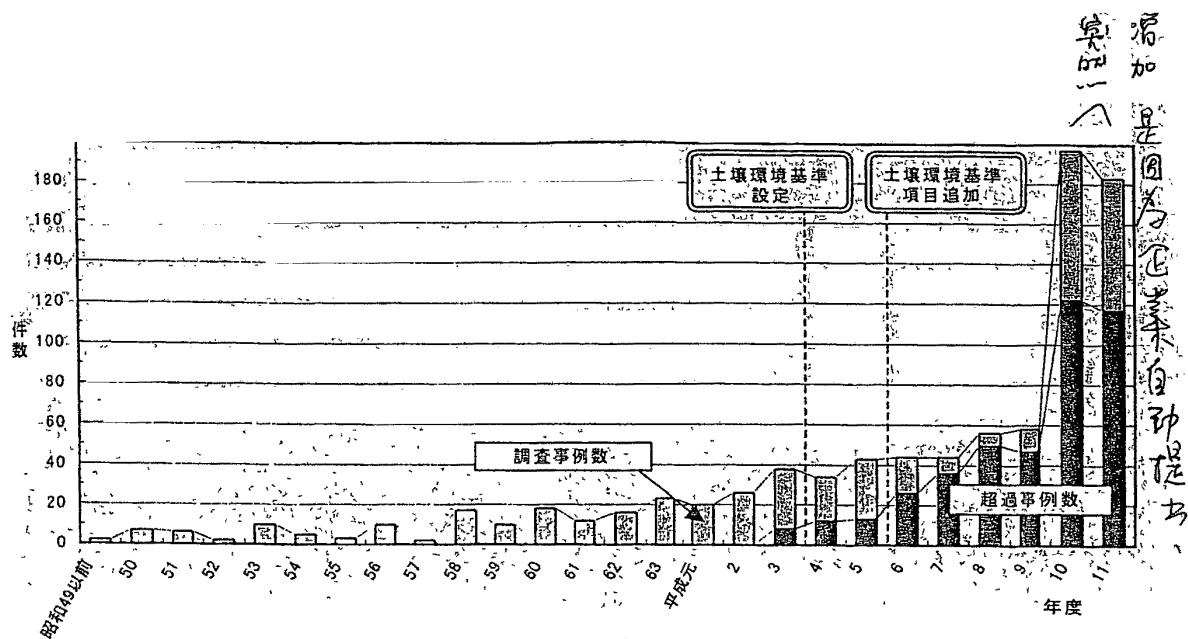
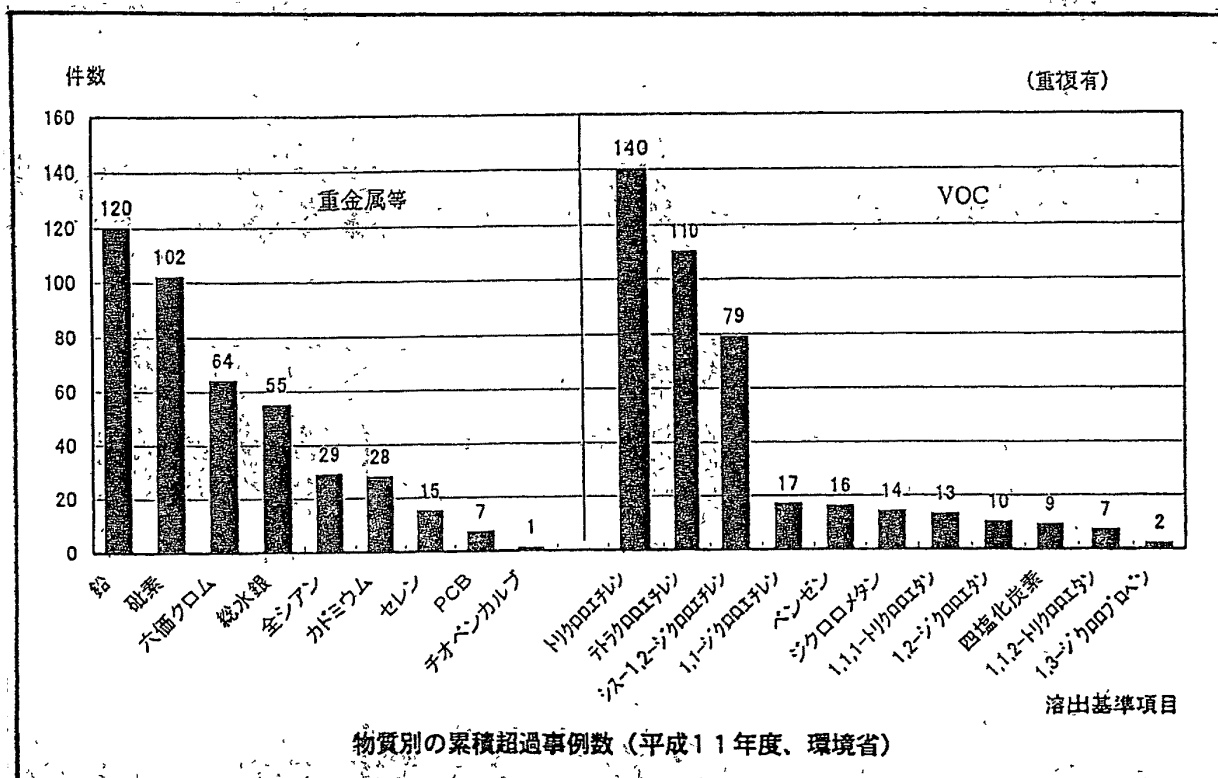


図-1 年度別の土壌汚染・判明事例数

(注)平成10年度以前の件数には、平成11年度に新たに報告のあった調査事例44件（うち超過事例22件）が含まれている。



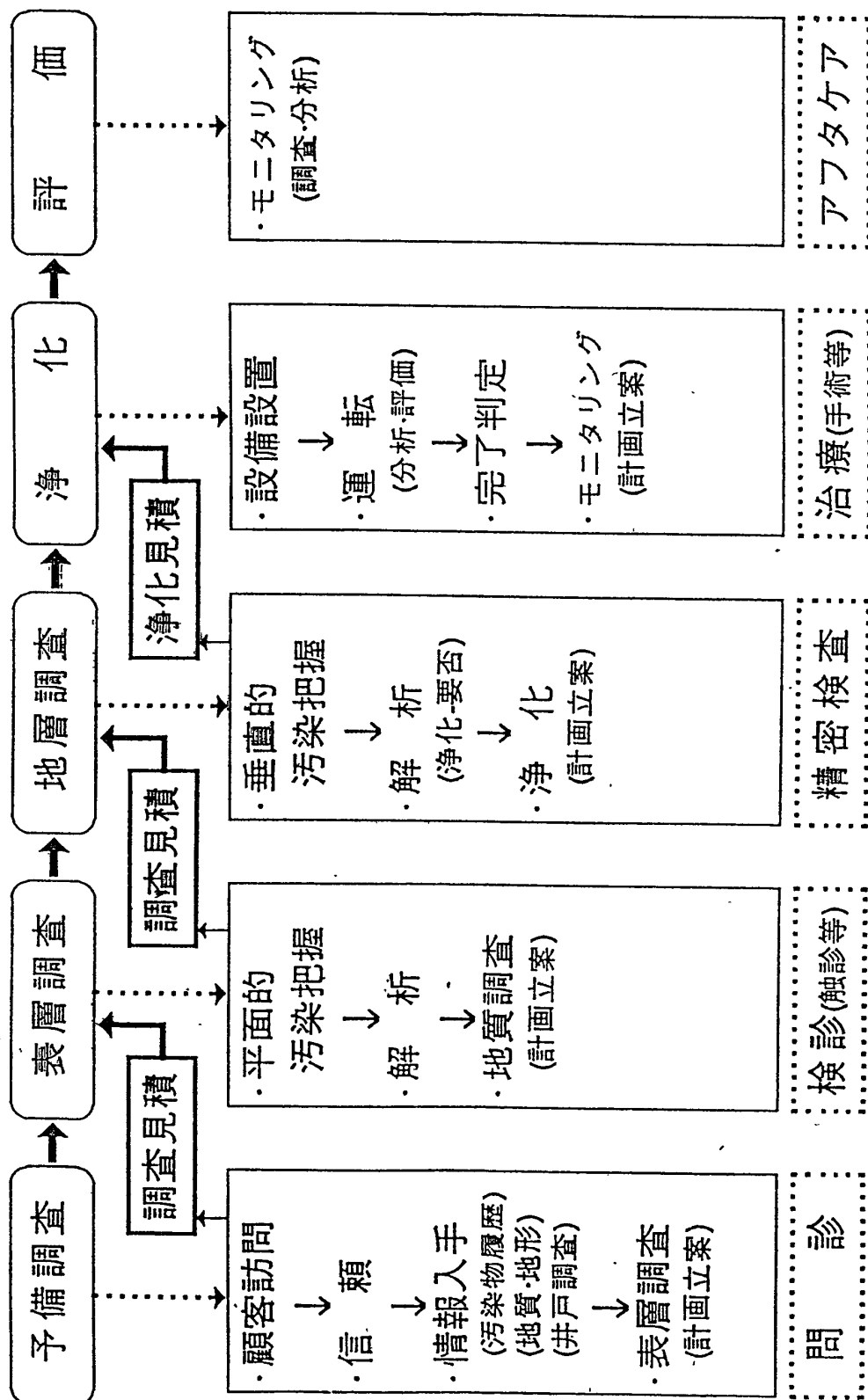
恒久対策の実施状況(環境省 2001 年)

対策方法	重金属等	揮発性有機化合物(VOC)
原位置分解	3	3
原位置抽出(土壌ガス吸引、地下水揚水)	11	125
掘削除去	74	46
処理(熱脱着、土壌洗浄)	8	21
封じ込め(遮断、遮水)	37	1
固形化、不溶化	82	1
飛散防止	45	4
その他(最終処分場埋め立て)	<u>127</u>	<u>22</u>

300以上

Bio remediation

土環境浄化ビジネスのプロセス



汚染物質と汚染の特徴

重金属等の場合

汚染は移動しにくい

汚染は地表部に限定

地下水汚染は少ない

汚染の除去は困難

揮発性有機化合物(VOC)の場合

汚染は移動しやすい

地下水汚染を起こしやすい

汚染の除去が容易

汚染土壌・地下水対策技術

揮発性有機化合物(VOC)

土壌ガス吸引、エアースパージング 揚水処理、
鉄粉処理、酸化処理、バイオレメディエーション、
熱的処理

重金属等

不溶化、固化、封じ込め、洗浄分級、掘削埋立て、
焼却・溶融

In Situ(原位置)

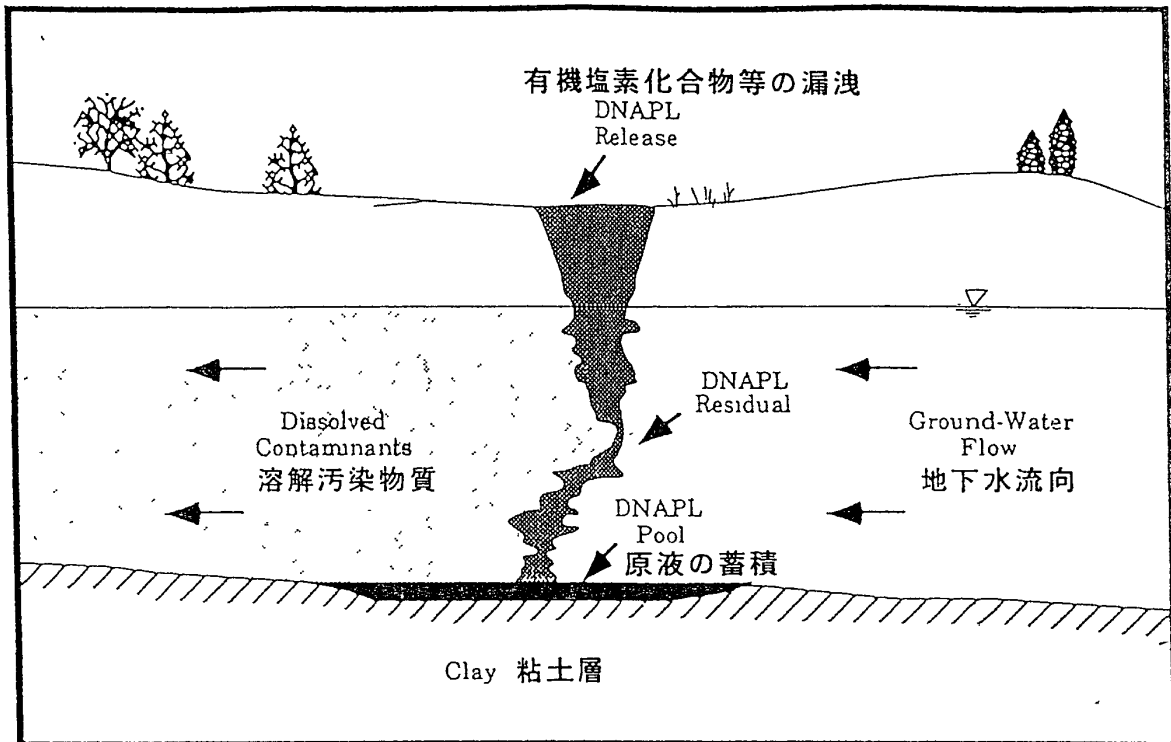
VOC

or

Ex Situ

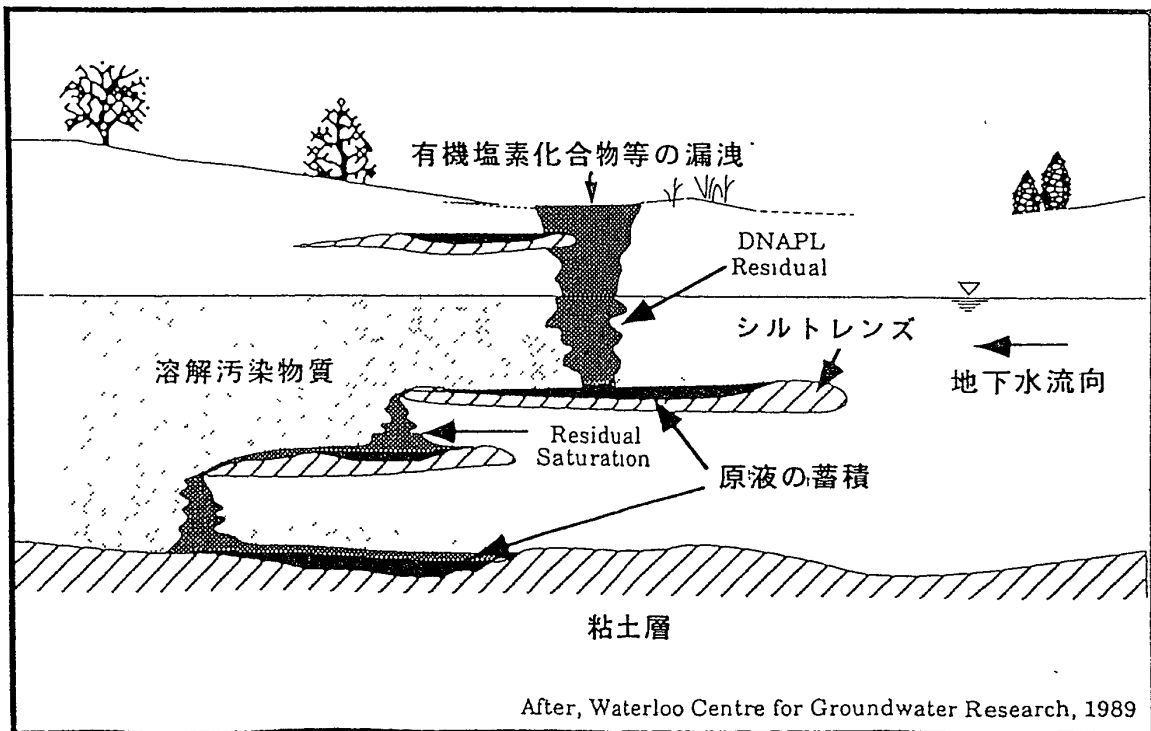
重金属等

有機塩素化合物等（比重＞１）による均質な地質構造への汚染



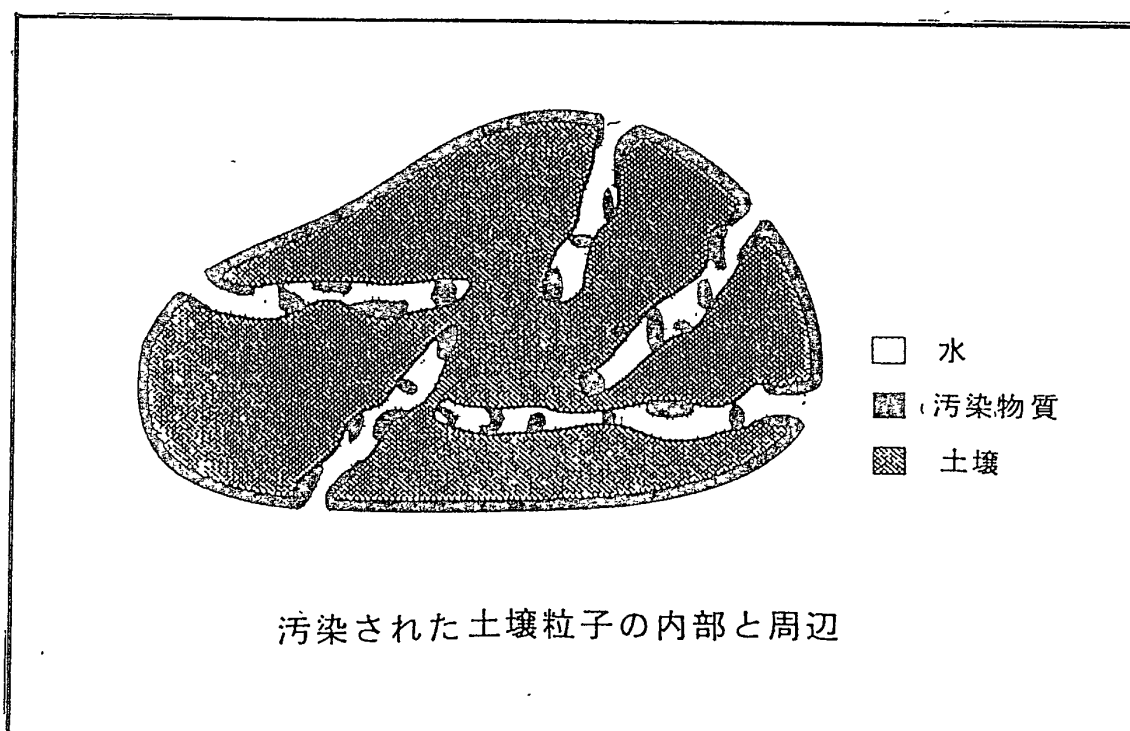
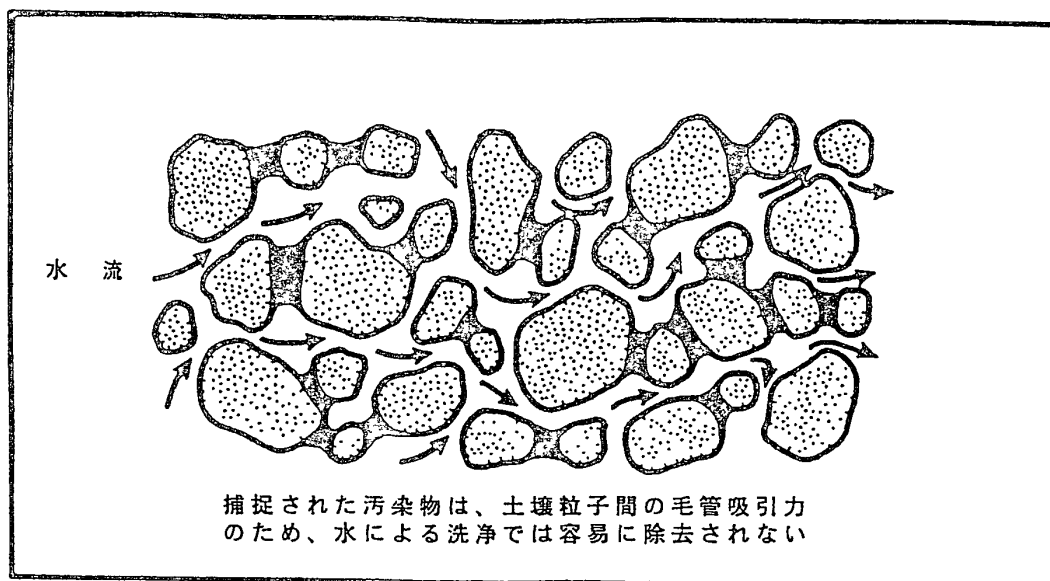
Handbook of Bioremediation, CRC Press (1994)

有機塩素化合物等（比重＞１）による不均質な地質構造への汚染



After, Waterloo Centre for Groundwater Research, 1989

Handbook of Bioremediation, CRC Press (1994)



現場内対策と現場外対策

現場内対策

1. 現場で井戸等を設置して地下水や土壌ガスを抽出する
2. 現場で土壌を掘削し無害化して戻す
3. 現場で土壌を封じ込める
4. 現場で土壌を掘削し、固化・不溶化などを行った後封じ込める。

現場外対策（外部搬出処理処分）

汚染土壌を掘削除去

土壌を洗浄、熱処理

汚染物質を分離、分解

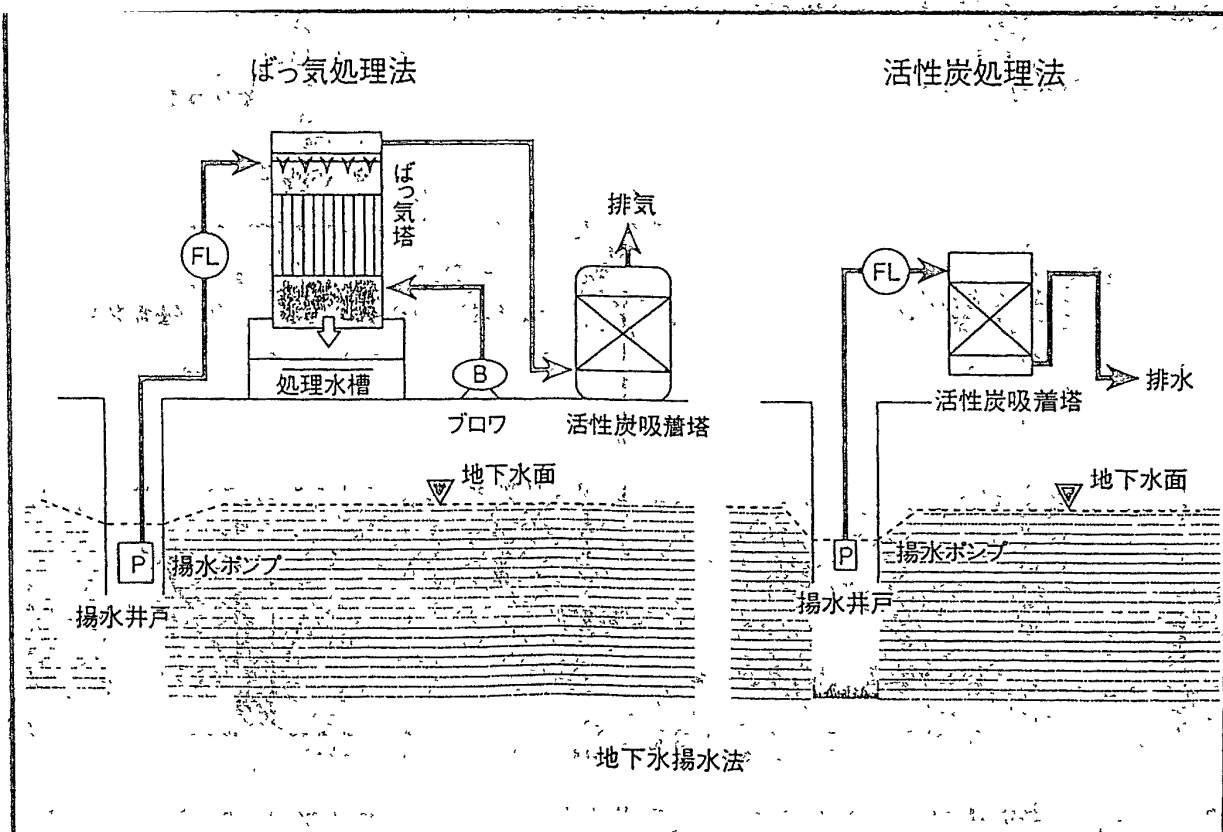
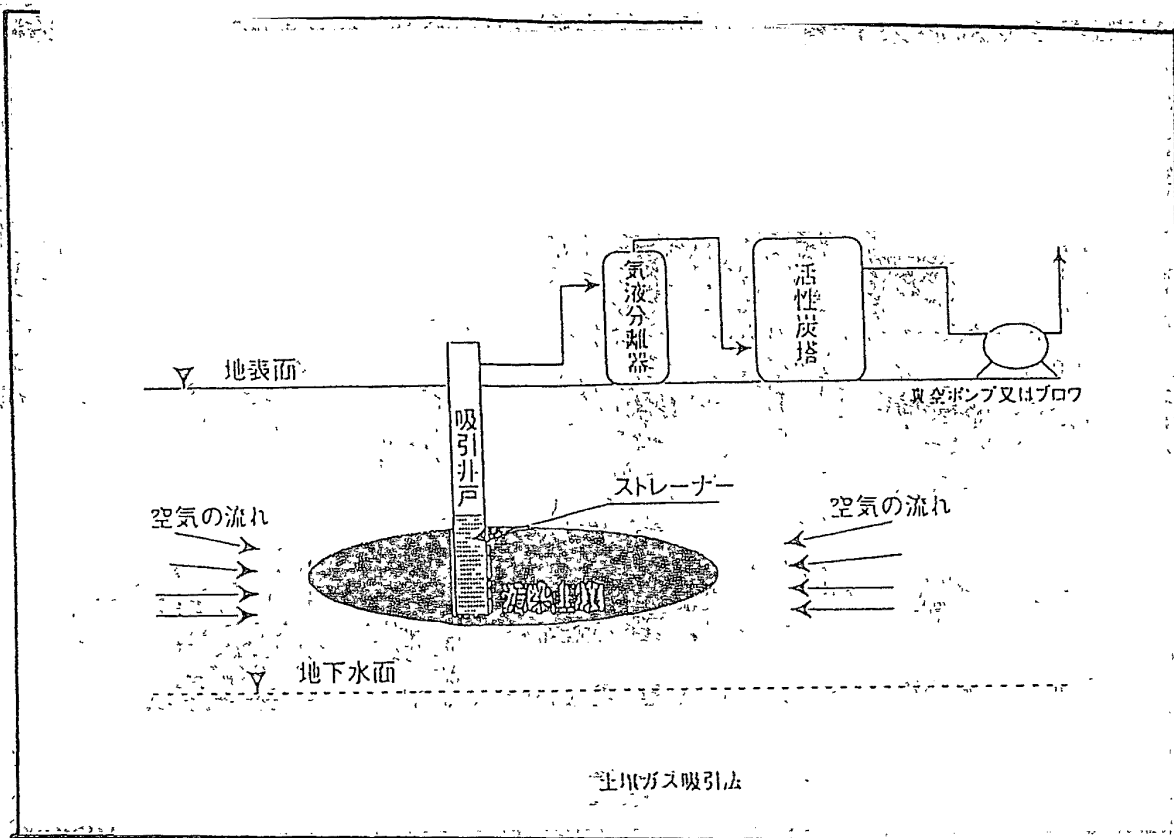
最終処分場に埋立処分

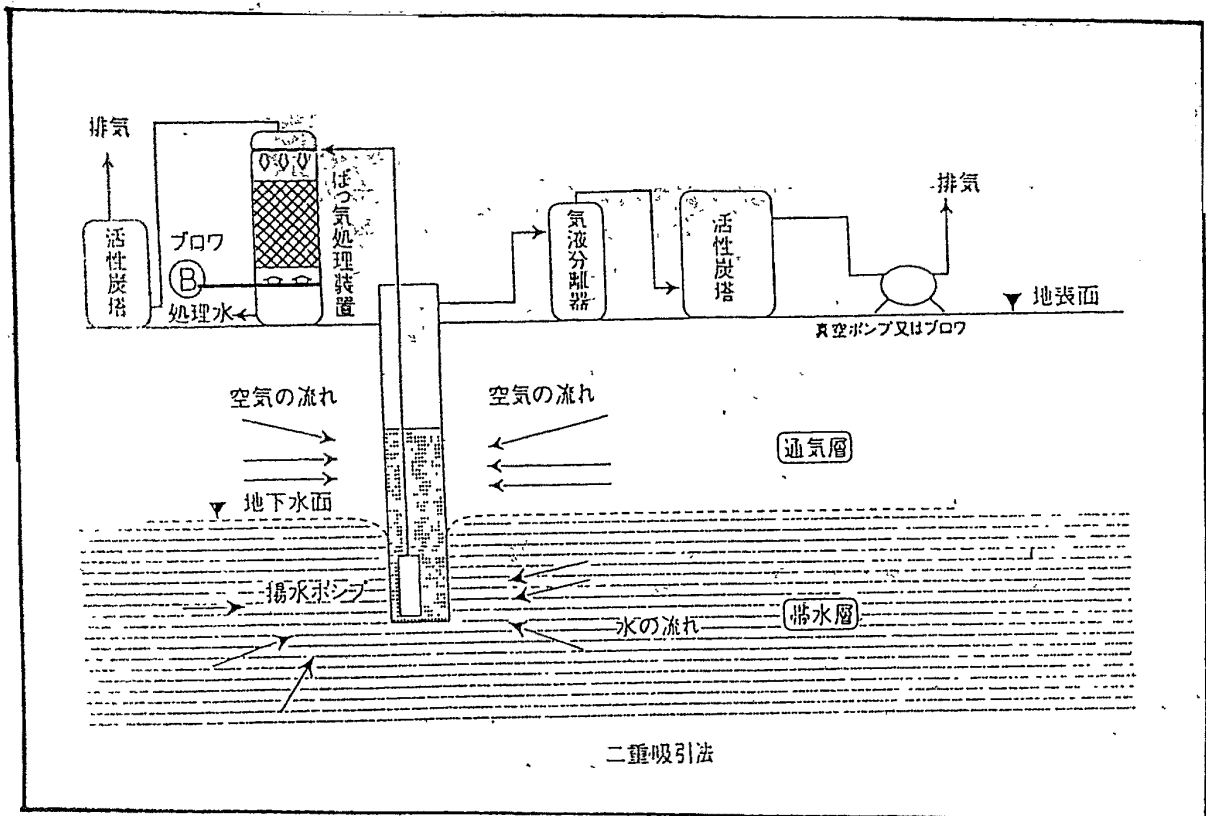
運搬条件

事前協議

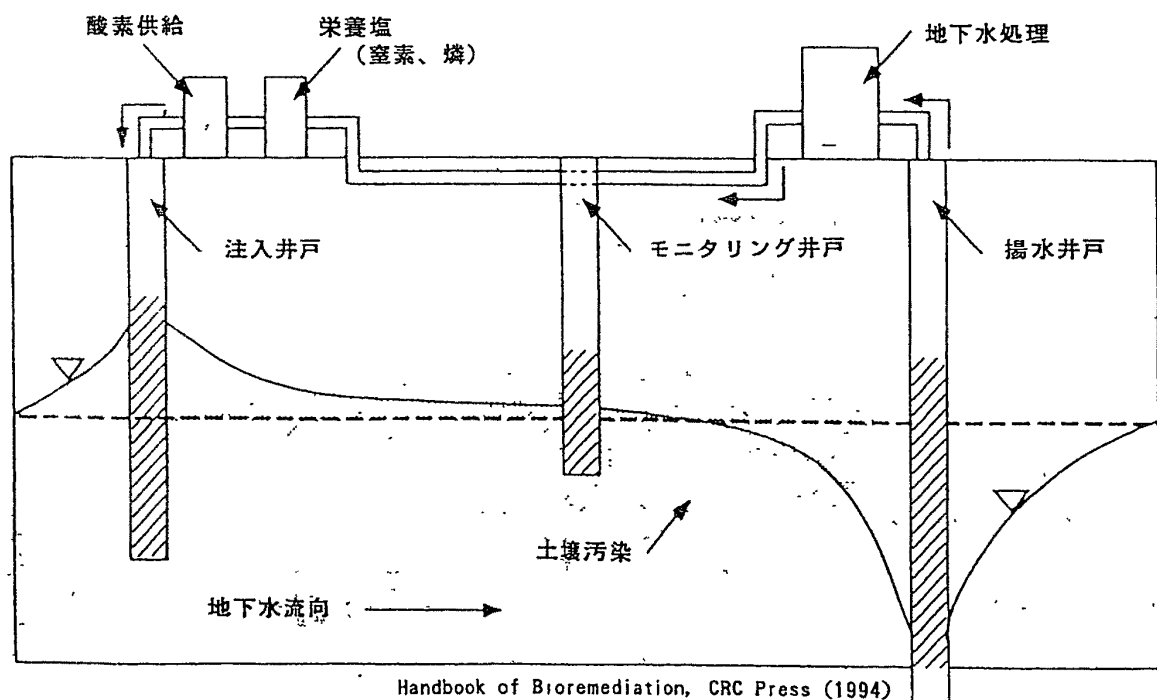
外部搬出処理・処分業者の選定基準

1. 土壌処理・処分として技術的・社会的評価が高い
2. 実際の処理・処分現場等を見学できる
3. 処理・処分業の免許内容の確認（産業廃棄物処理の場合）
4. 業者間の協会・組合への参加状況（信用の確認）
5. 過去にトラブルを起こしていない
6. 経営状態が把握できる

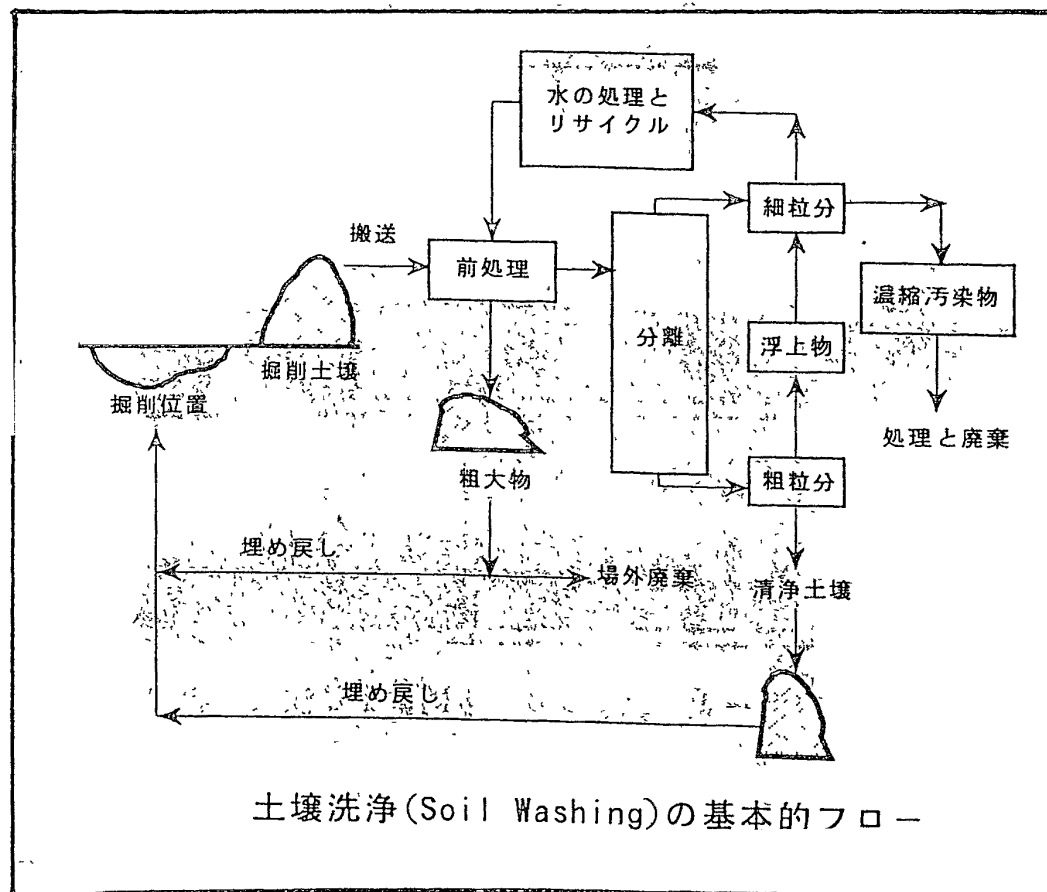
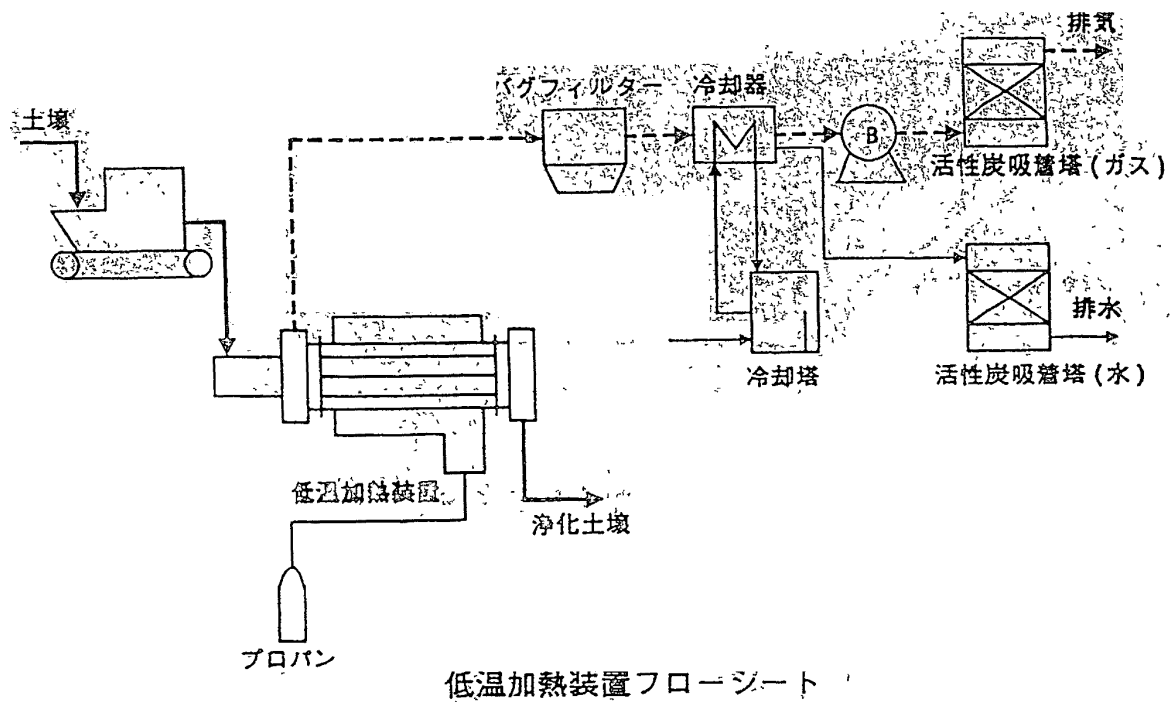




原位置（帯水層）バイオレメディエーション



Handbook of Bioremediation, CRC Press (1994)



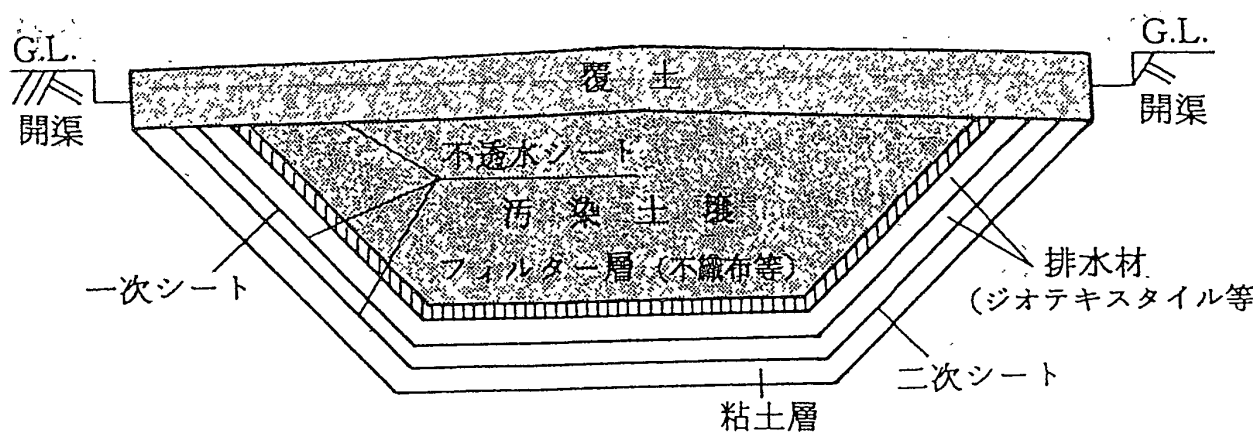


図-5 不透水シートによる工法（模式図）

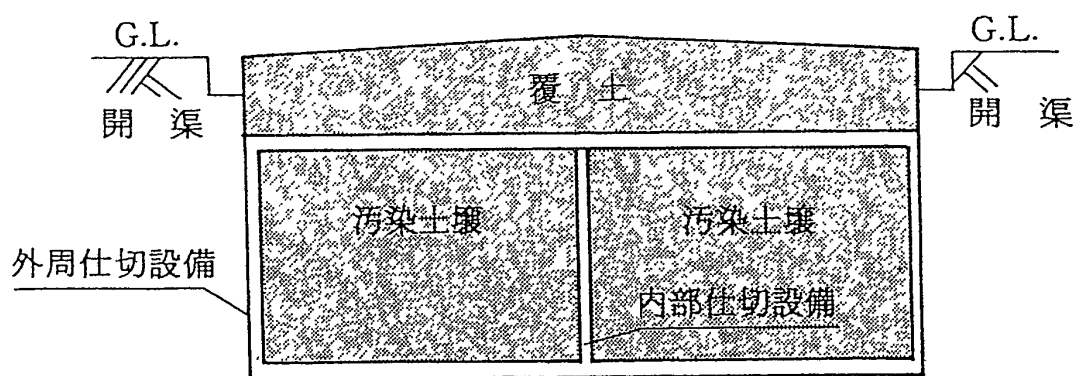


図-4 コンクリートによる工法（模式図）

サイトアセスメントの国際規格

1. ISO14015 EASO:Environmental Assessment of Site and Organization
2001年規格化予定
2. 米国ASTM規格 Phase 1 アセスメント
日本国内でも実施例増加中。文書・記録の調査、
現地踏査、面談など

自然減衰(Natural Attenuation)

最近の海外における大きな動向の一つ

定義: 帯水層での自然現象による
地下水中の汚染物質の濃度減少

汚染物質の

土壌粒子への吸着

気相への揮発

地下水中的での希釈・拡散

化学的分解

微生物分解等 による

土壤汚染地の評価

A:土地の評価額(汚染が無い場合)

B:調査浄化費用

C:Stigma＝汚染に起因する嫌悪感から
生ずる減価要因

$$\text{土地評価額} = A - (B + C)$$

不動産鑑定と土壤汚染

- Stigmaの定量性:実績積みながら精度向上
市場での実績情報が必要。米国の方式の
例:二つの地域,片方に汚染の場合の取引事例の差額
- 取引事例法が最もわかりやすい
- 日米比較
米国:取引事例多く、事前調査一般化、鑑定協会 基準有り
日本:取引事例事実上なし、事前調査は急増中、鑑定評価基準なし(検討開始)

土壌・地下水汚染対策費用の推定

- 対策技術・・・顕著に進展
- 制度の整備・・・徐々に進展
- 費用情報・・・非常に少ない
- 上記より海外の事例を参考に費用推定

土壌・地下水汚染調査対策費用の推定

土壌環境センター(2000年)

- ・ 調査費用 2兆3000億円
- ・ 対策(浄化)費用 11兆円
- ・ 合計 13兆3000億円
- ・ 参考: Cleaning Up the Nation's Waste Sites Markets and Technology Trends, USEPA(1996)

土壤汚染地の評価

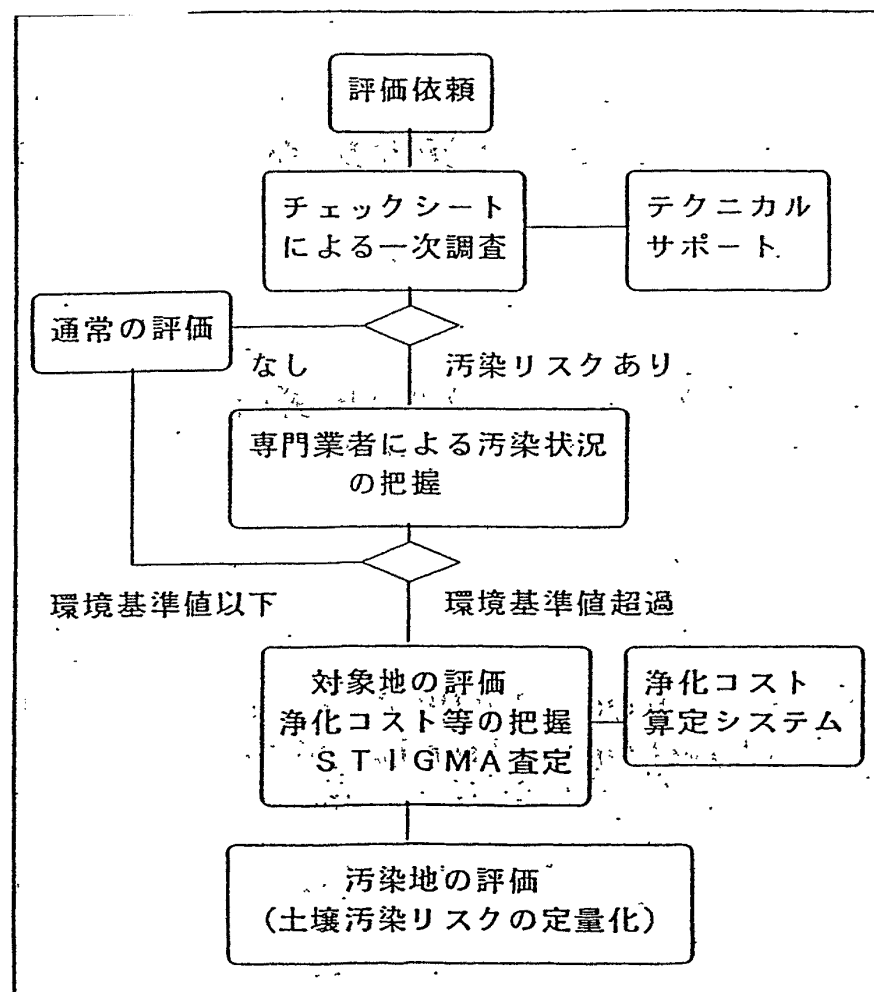
A:土地の評価額(汚染が無い場合)

B:調査浄化費用

C:Stigma=汚染に起因する嫌悪感から
生ずる減価要因

$$\text{土地評価額} = A - (B + C)$$

土壤汚染地評価のフローと役割分担



土壌・地下水汚染問題今後の推移

- ・ 制度の充実 法制化・対象範囲・対象物質
- ・ 技術の発展 多様化・経験則
- ・ 土地の流動化
- ・ 経済性の追求

土壌環境保全対策の制度の在り方に関する検討会

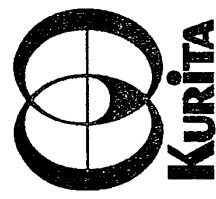
環境庁は、土壌環境保全対策のために必要な制度の在り方について調査・検討を行うため、水質保全局長の委嘱により学識経験者等から成る「土壌環境保全対策の制度の在り方に関する検討会」を開催する。

検討経過

- 第1回 (平成12年 6月22日)
- 第2回 (平成12年11月24日)
- 第3回 (平成13年 2月23日)
- 第4回 (平成13年 3月 8日)
- 第5回 (平成13年 7月 5日)
- 第6回 (平成13年 8月 2日)
- 第7回 (平成13年 8月 9日)

附件 四

栗田の土壌・地下水浄化事業の紹介

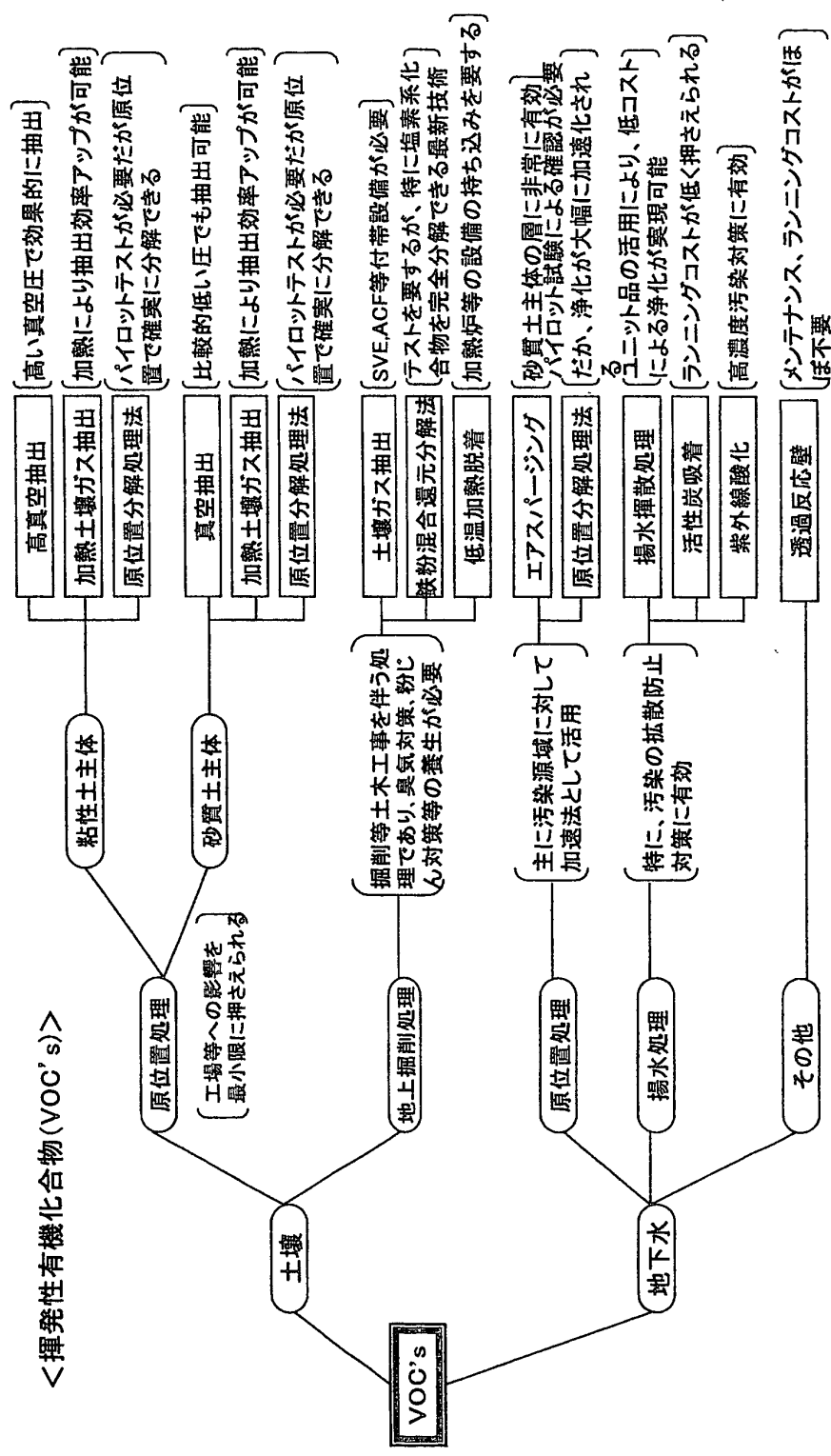


平成13年9月

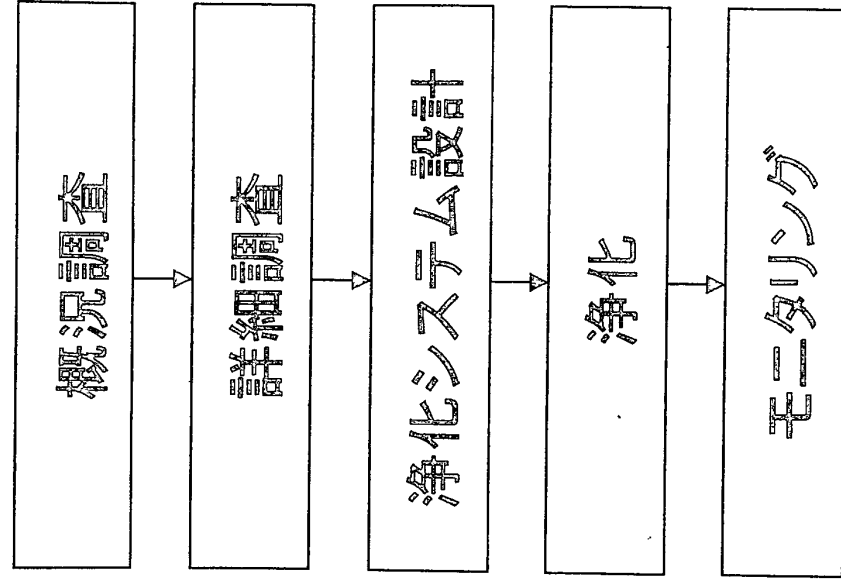
栗田の取り組み 沿革

年代	栗田の取り組み	国内外の動き
1981 年		シリコンバレー問題（米国）
1988 ～ 89 年		君津市で地下水汚染問題（国内） 水濁法改正で常時監視義務（国内）
1990 年	土壌・地下水浄化の研究に着手	
1991 年	米国NERI社よりフィンガン・プリント法導入し、国内での調査独自体制を確立	
1992 年	米国G.T.I社から技術導入し、国内で初めて調査から浄化までの一貫体制を確立	
1994 年	暫定指針策定に参画	土壌環境基準改正で10項目から25項目（国内）
1998 年		水濁法改正で地方自治体長に浄化命令権明示（国内）
2000 年	同和鉱業（株）と業務提携	
2001 年		東京部にて環境確保条例施行で開発者も対象（国内）

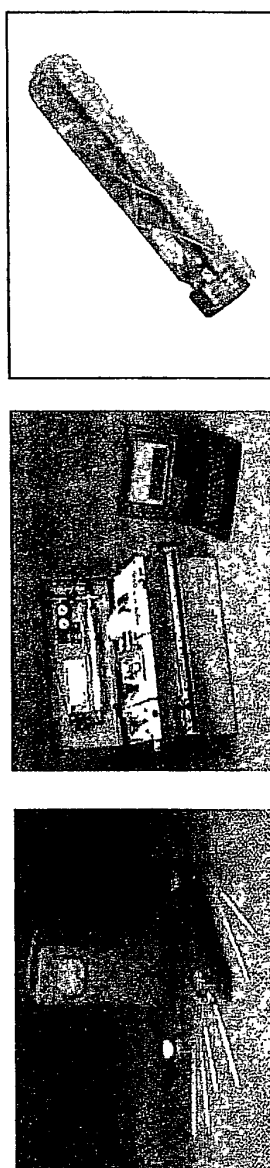
栗田が保有する浄化技術の一覧



調査から浄化まで



調査 概況調査(土壌ガス調査)



名称	検知管法	可搬型GC法	フィンガープリント法
感度	低感度 (1ppm)	中感度 (50ppb)	高感度 (1ppb)
測定間隔	数m	数m～数十m	数十m～数百m
時間	5分/地点	15分/地点	2週間/全ポイント

調査 土壌ガス調査の基本的な考え方

目的： 汚染の平面分布を明らかにすること。
(濃度の絶対値には意味がない)

- 1) 汚染源の有無
- 2) 汚染源の位置
- 3) 汚染の広がり

限界： 現場の条件によって、測定した対象物質土壌ガス濃度が特別な解析が必要になる場合がある。

- 1) 油が共存している場合
- 2) 汚染の上部に大きな地下構造物がある場合

調査 土壌ガス調査のポイント

1. 油などの共存物質も含めて同時検知できる手法を用いること。
2. 微量ガスを検出できるよう高感度手法を用いること(特に大規模エリア)。
3. 濃度が日々変動することを踏まえながら、正確に汚染状況を把握できる手法を用いること(アクトタイプ法では不可)。

調査(フィンガープリント法) フィンガープリント法の主な特徴(1)

『高感度法』として認定された 栗田独自の調査方法

1ppbVまで検出できる『高感度法』である。そのため30m～50mといった広い間隔にて埋設しても調査可能。広い敷地の場合にも全体状況(汚染の敷地外流出など)を把握できる有効な調査方法。

米国NERI社が石油資源探査で用いていた手法を環境分野に適用。更に栗田が適用技術を改良。

フィンガープリント法の主な特徴(2)

精度の高い調査結果を 得ることができる手法

パッシブ法であるフィンガープリント法は、コレクターを2週間埋設して平均的なデータを採取するため、天候・気圧・気温等に左右されない正確なデータを採取すること可能。

アクティブ法では測定時のデータしか採取できず、土壌ガス調査の変動要因に左右される。

調査(フィンガープリント法) フィンガープリント法の主な特徴(3)

一回の調査で 複数の物質を調査することが可能

トリクロロエチレンをはじめとした環境基準に定められたすべての揮発性有機化合物が一度に測定可能。また、元来、石油資源探査に用いられた手法であり、トルエン、キシレン等の石油系炭化水素化合物等も検知し、共存物質による影響も評価可能。

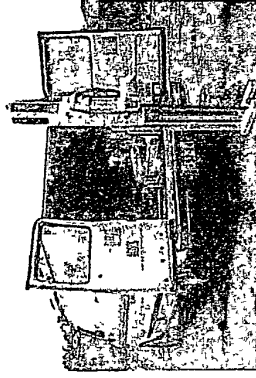
調査(フィンガープリント法)

フィンガープリント法の主な特徴(4)

現場作業が容易でスピーディー

直径約5cm 深さ約30cmの小さな孔を開けて、コ
レクターを入れるだけであり、埋設期間中も作業の
妨げにならない。
速乾セメントなどで蓋をするため車両通行も問題な
し。

調査 詳細調査(垂直調査) 1

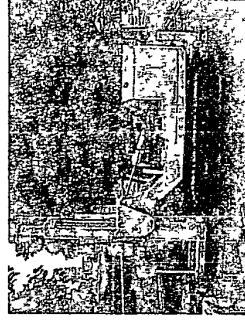


名 称

土壌環境分析車
(トラック型)

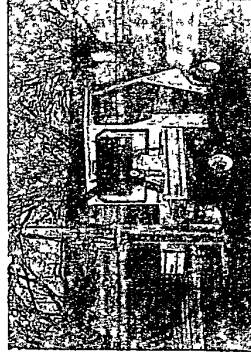
特 徴

土壌・地下水・土壌ガスを採取可能。迅速設置が可能。汚染状況に柔軟に対応。分析機器搭載



土壌環境分析車
(クローラ型)

地盤の悪い場所や狭い場所でも柔軟に調査を進めることが可能。40φの井戸設置可能。現場分析機器は別途用意が必要。



土壌環境分析車
(カート型)

狭い場所でも土壌・地下水・土壌ガスを採取することが可能。現場分析機器は別途用意が必要。

調査

詳細調査(垂直調査) 2



名 称
特 徴

マッドロータリー

最も一般的に行われるボーリング調査法。土壌採取・井戸設置・地下水採取が可能。硬い地盤にはやや向き。

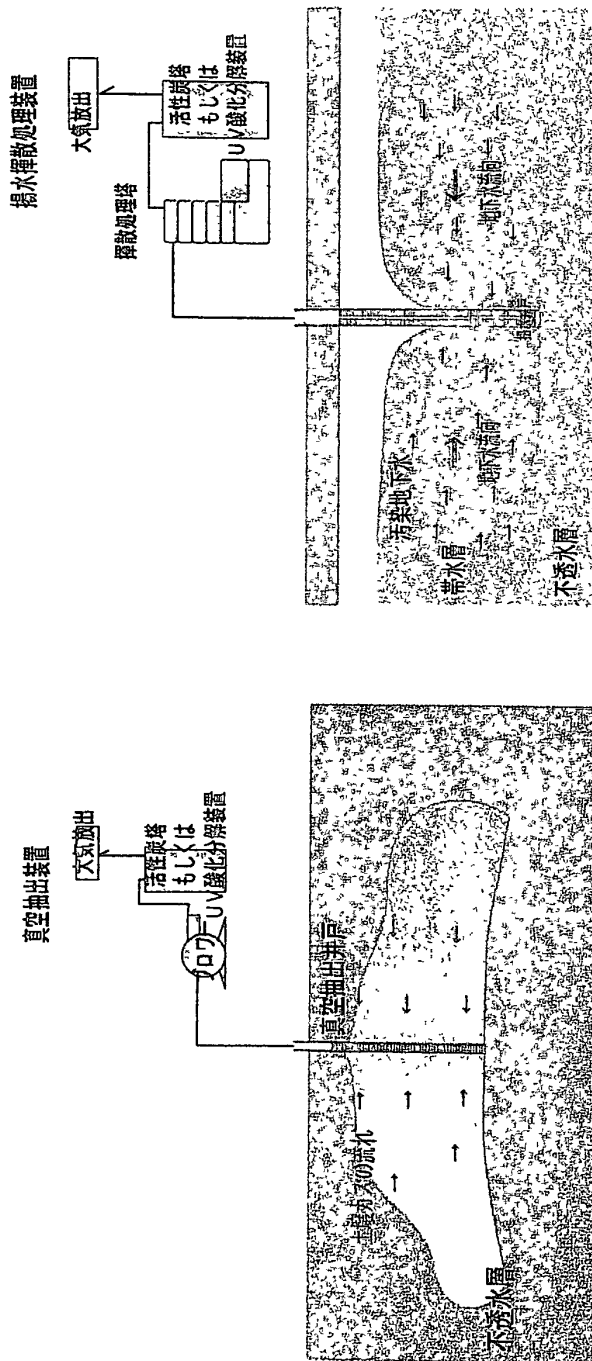
ロータリー
パーカッション

マッドロータリーなどでは調査不能な硬い地盤でも調査可能。分析用土壌採取にはやや不向き

水平ボーリング

建物下でも土壌採取、や井戸設置が可能

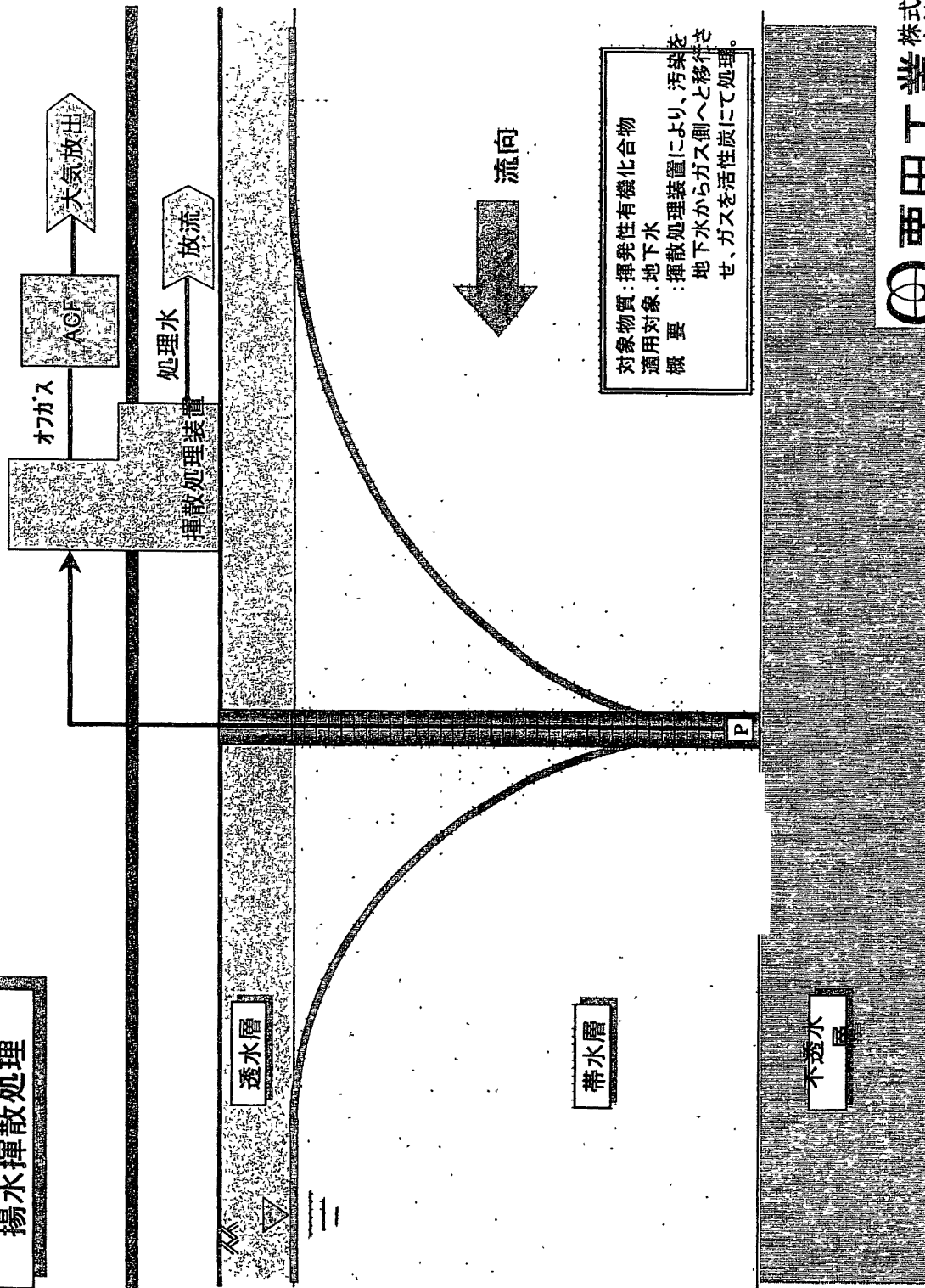
浄化 浄化手法(従来法)



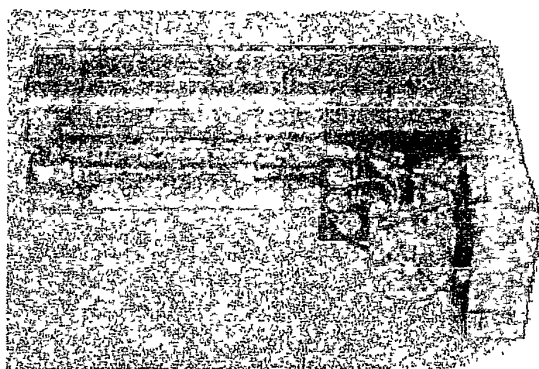
真空抽出法

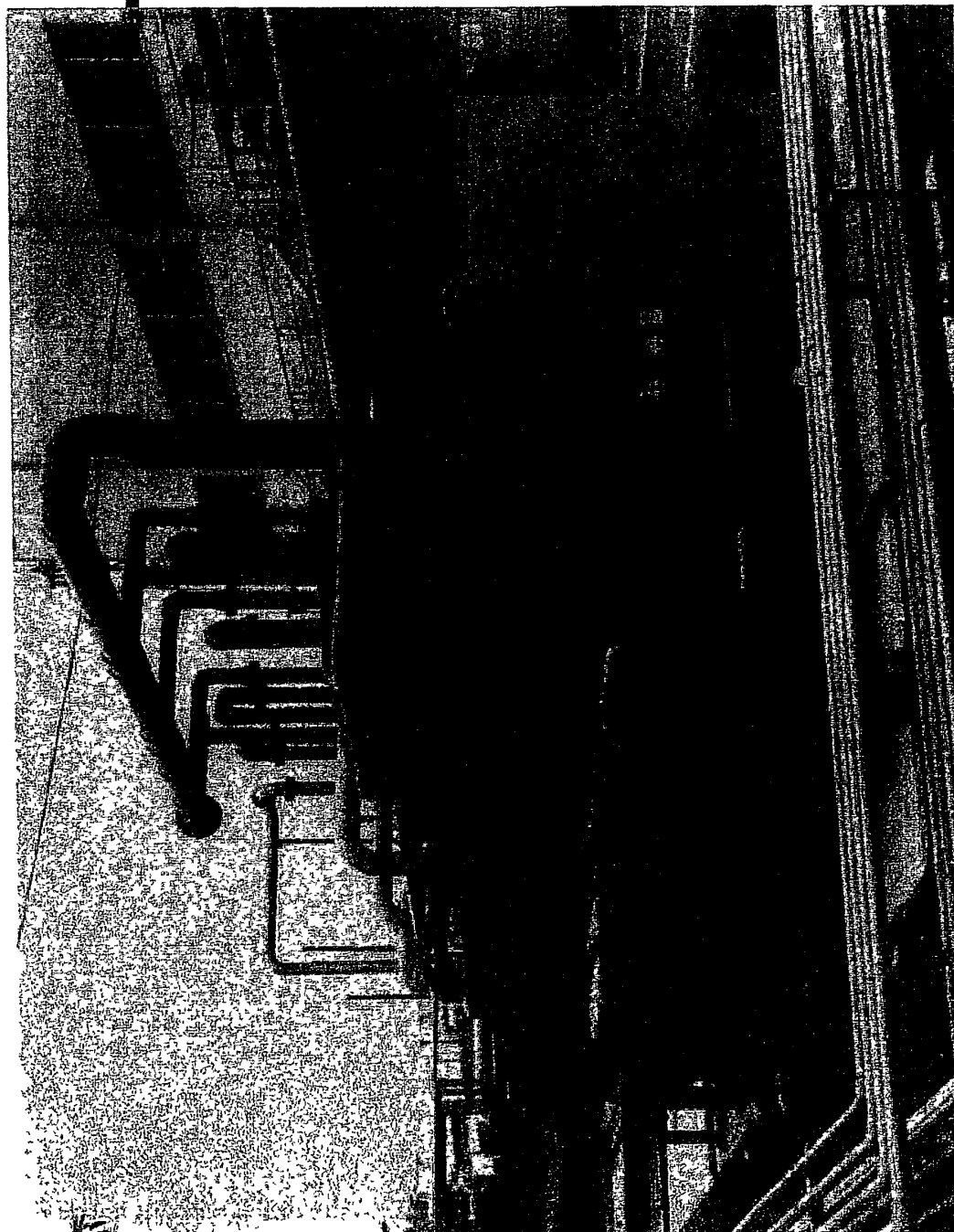
揚水揮散処理法

揚水揮散処理

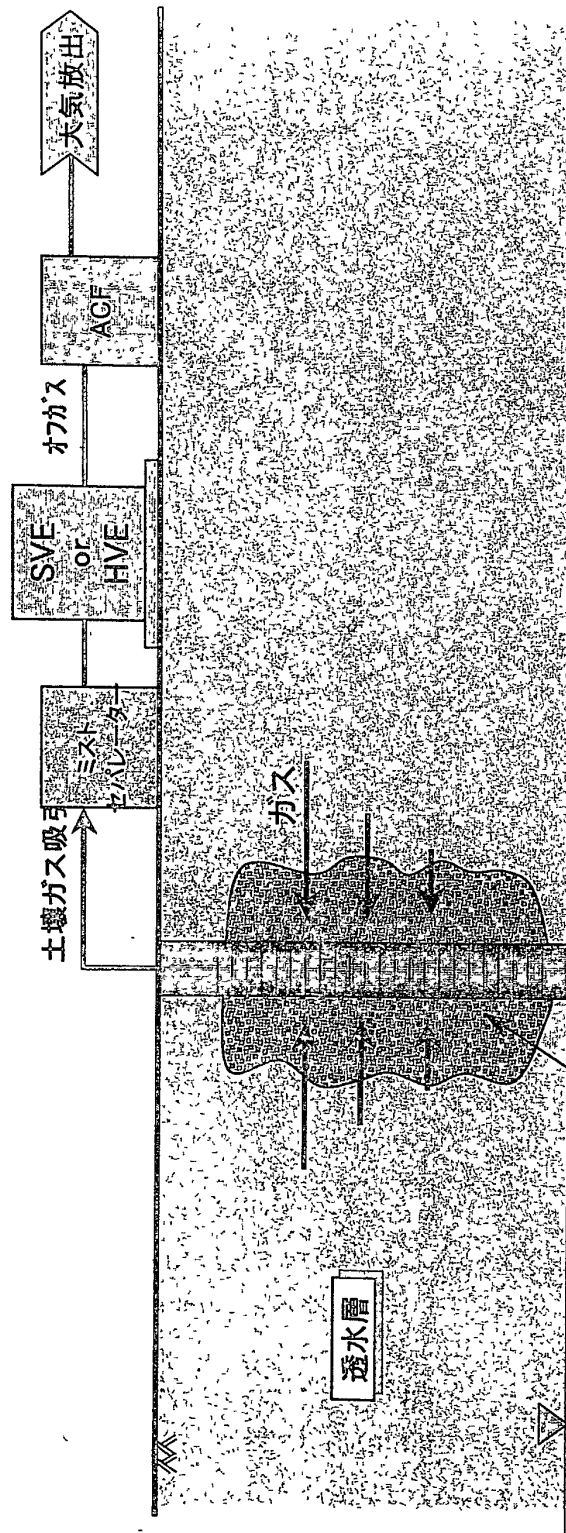


対象物質：揮発性有機化合物
 適用対象：地下水
 概要：揮散処理装置により、汚染を地下水からガス側へと移行させ、ガスを活性炭にて処理。





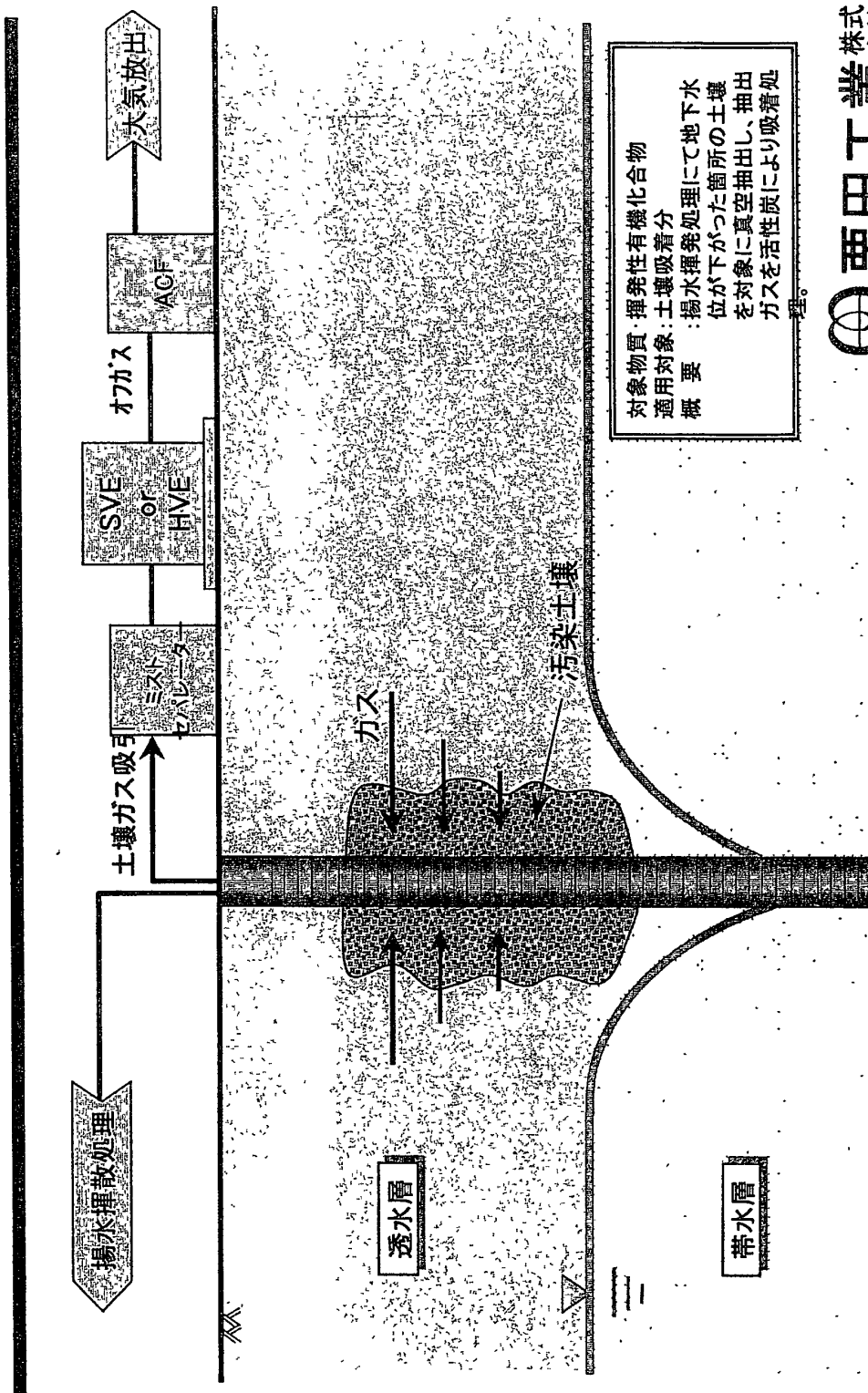
真空抽出



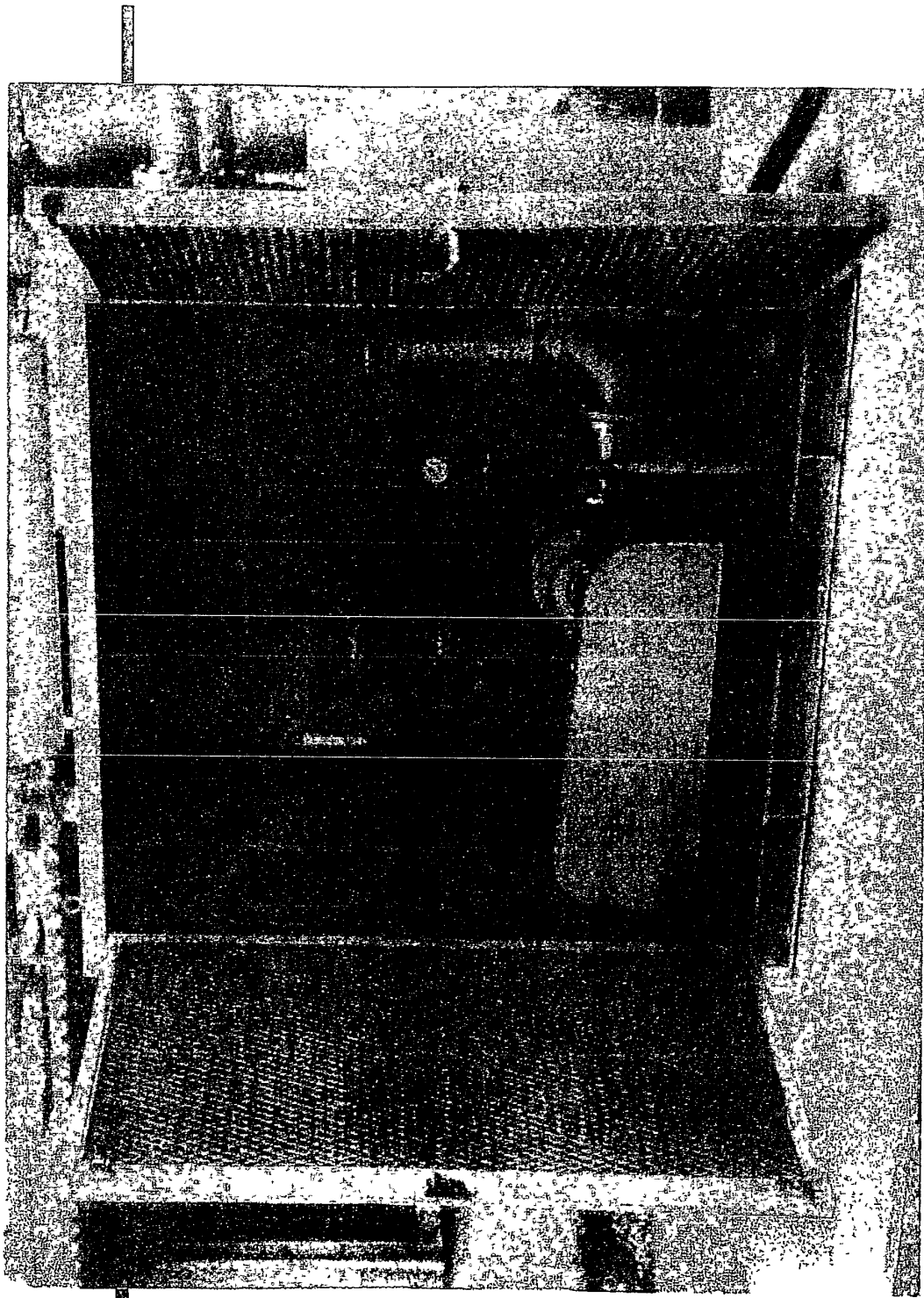
対象物質：揮発性有機化合物
適用対象：土壌吸着分
概要：土壌に吸着した揮発性有機化合物を真空抽出し、抽出ガスを活性炭により吸着処理。

栗田工業株式会社
Kumada Kogyo Co., Ltd.

真空抽出(揚水併用)



対象物質 揮発性有機化合物
 適用対象 揚水揮発処理にて地下水
 概要 位が下がった箇所の土壌
 を対象に真空抽出し、抽出
 ガスを活性炭により吸着処
 理。



浄化 浄化促進技術の必要性

従来法の限界

- 短期間で浄化を終了する必要がある。
(浄化を促進させる必要がある。)
- 汚染物質を無害なものにする必要がある。

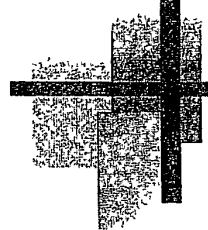


新技術の開発

浄化

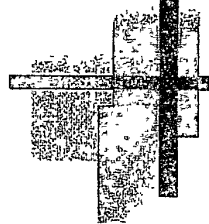
今回紹介する新技術

- 新技術1：原位置酸化分解法
- 新技術2：鉄粉法
- 新技術3：嫌気性バイオ法



土壌・地下水浄化技術の紹介

有機塩素化合物 原位置嫌気処理法

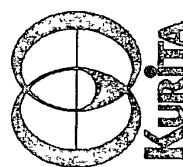


原位置嫌気処理法

原位置酸化分解法は、栄養剤(エタノールなど)を土壌・地下水に注入することにより、もともと自然に生育している微生物を活性化させ、原位置(地表面下)でトリクロエチレン等の有機塩素化合物を分解・無害化する浄化手法です。

～特徴～

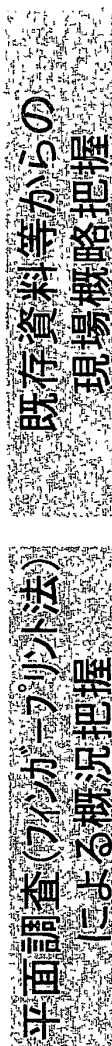
- 土壌・地下水中にもともと生育している微生物の力、つまり自然治癒力・自浄作用を利用した環境に優しい浄化手法です。
- 従来法に比べて浄化期間を短縮することができます。
- 原位置で処理を行うため、掘削を伴わず浄化を行うことができます。
- 原位置での浄化処理であるため廃棄物が発生しません。
- 食品や食品添加物を主体とした栄養剤を使用するため、安全に浄化作業を進めることができます。



原位置嫌気処理法適用の流れ

ステップ1

概況調査と
現場概略把握



ステップ2

詳細調査と
浄化システムの設計



ステップ3

浄化設備工事



ステップ4

浄化対策
栄養剤注入

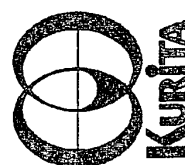
● 栄養剤注入

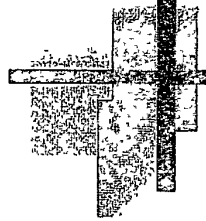


ステップ5

継続モニタリング

● 浄化効果の継続確認

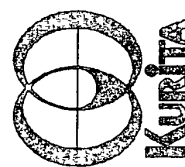




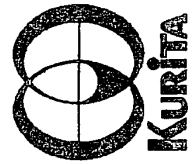
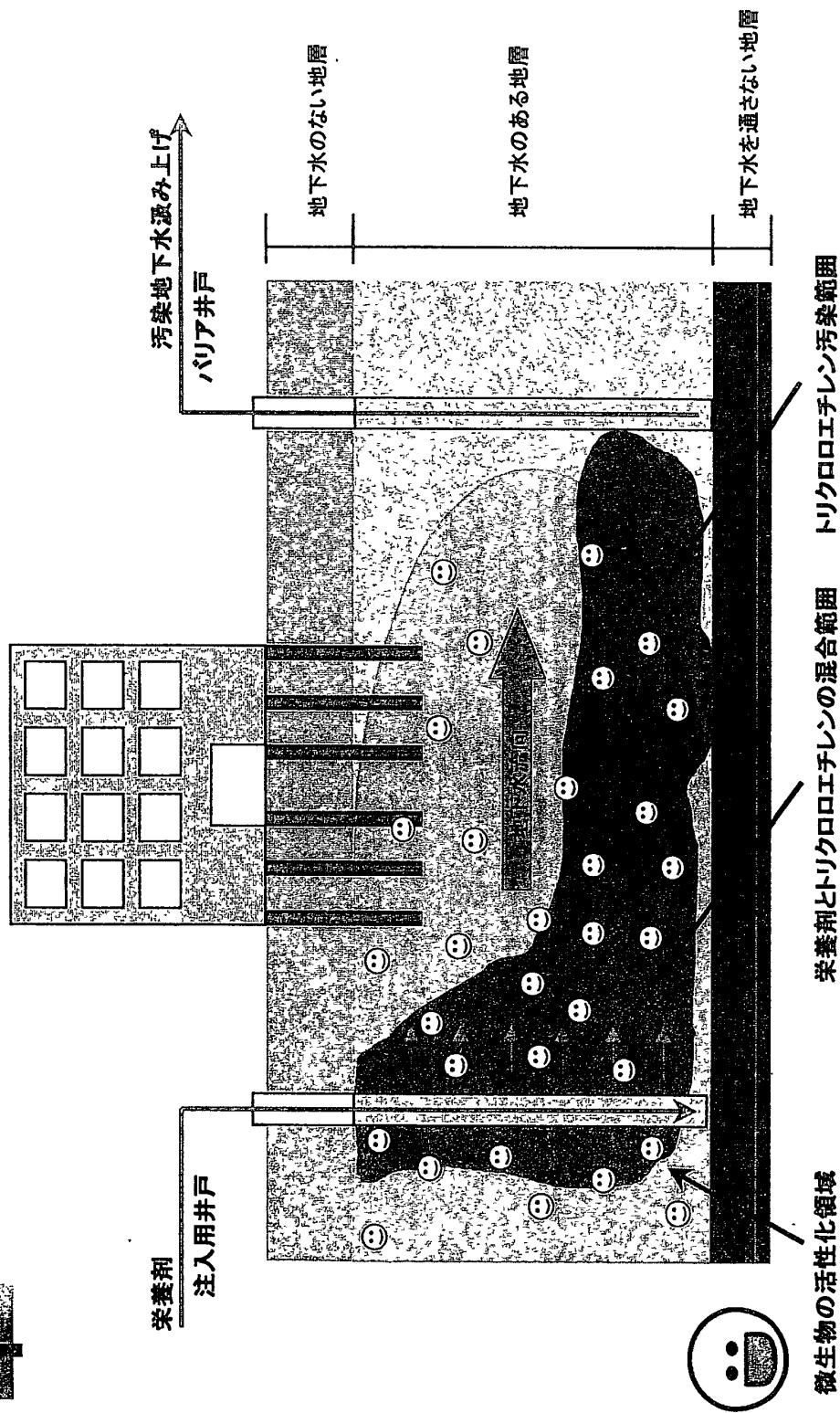
原位置嫌気処理法適用にあたっての留意点

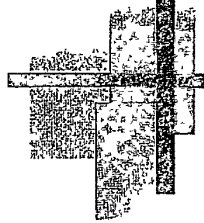
- 汚染状況や水文地質状況などのサイト状況の確な解析
- 遺伝子検出技術や微生物活性測定など微生物学的解析技術を利用した正確な適用可否の判断
- 効果的な栄養剤の選択と配合の検討
- 注入方法・注入システムの最適設計
- 地下水のコントロール(栄養剤の系外流出防止)
- モニタリング技術と総合的なデータ解析力に基づいた浄化状況の把握

その他、実現場での適用にあたって行政の了解を得ておくことも非常に大切となります。

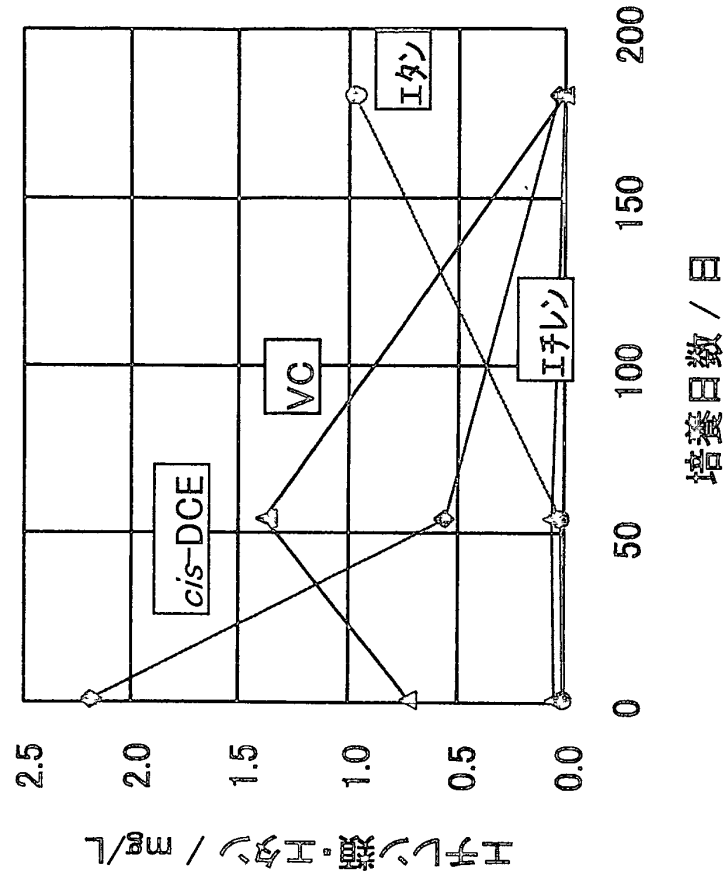
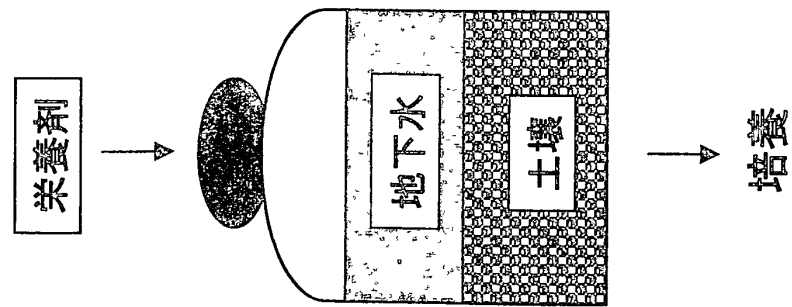


栄養剤注入概略



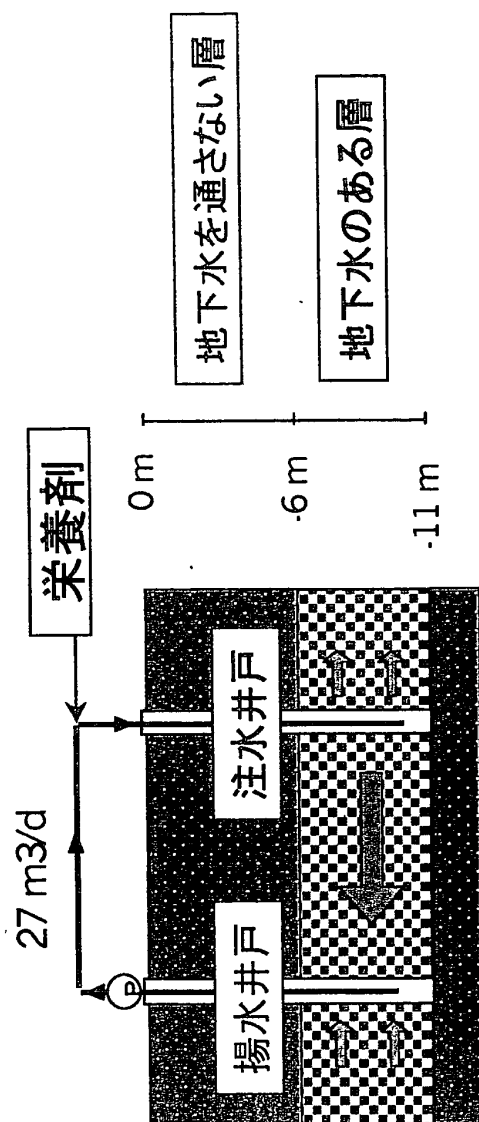


ラボ試験による適用性可否の評価

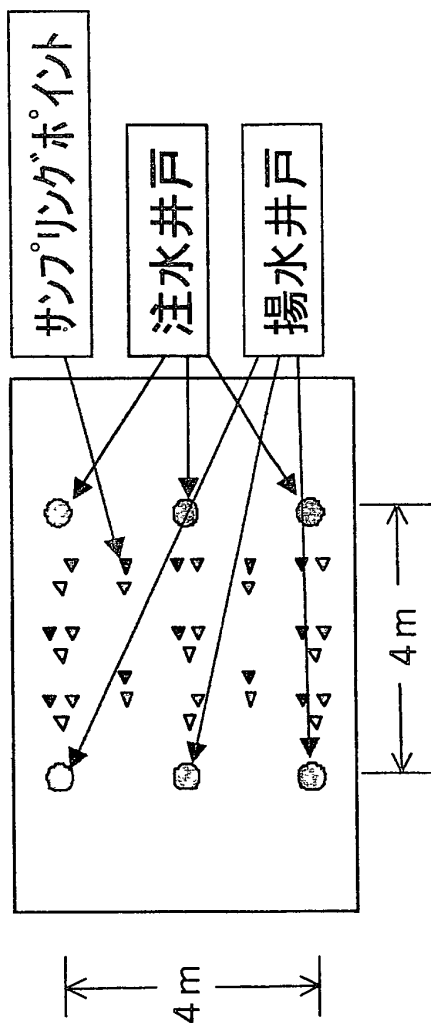


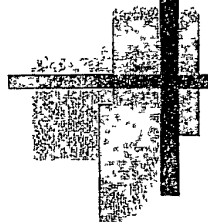
実証試験 — 試験方法

断面図

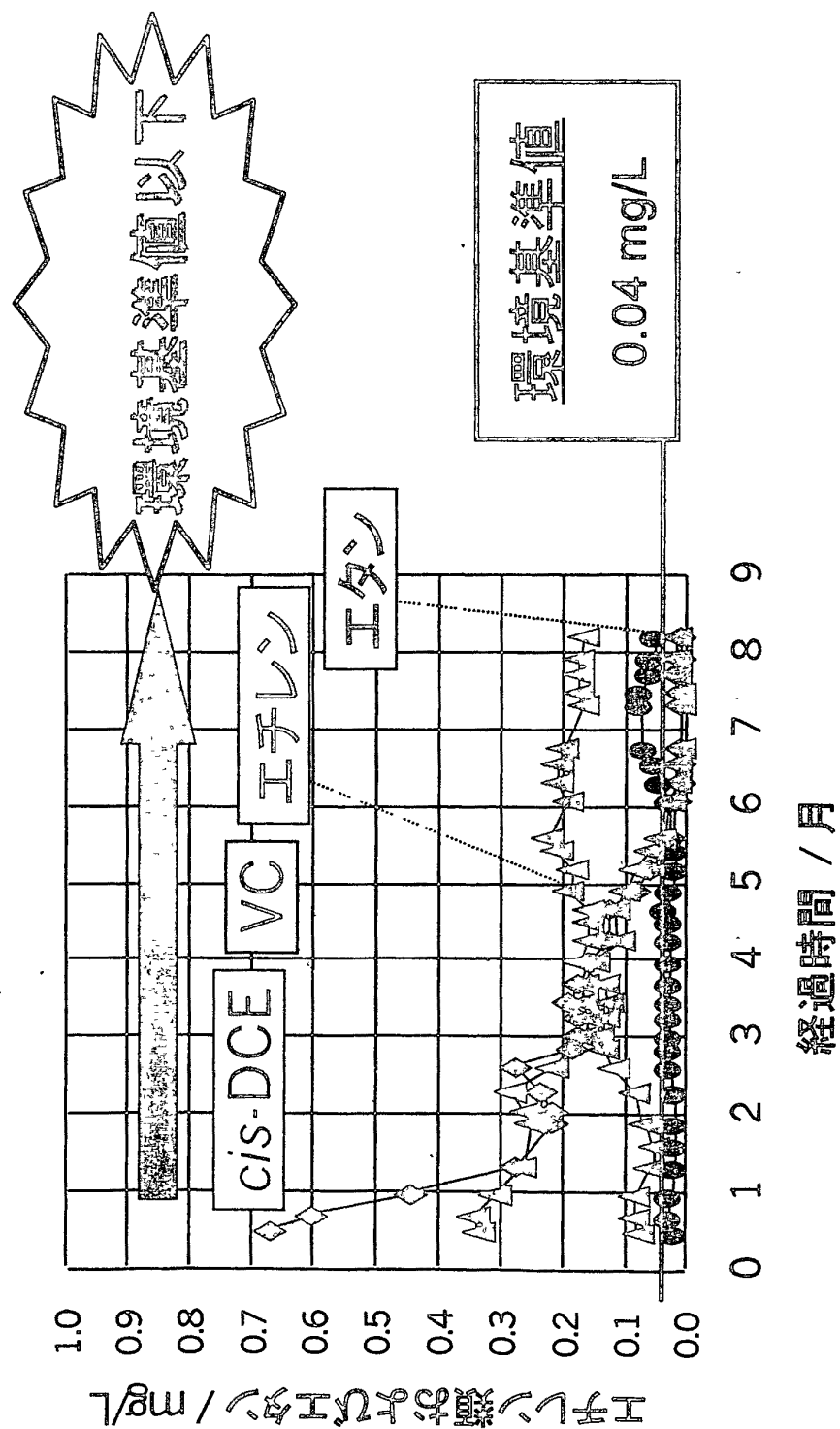


平面図

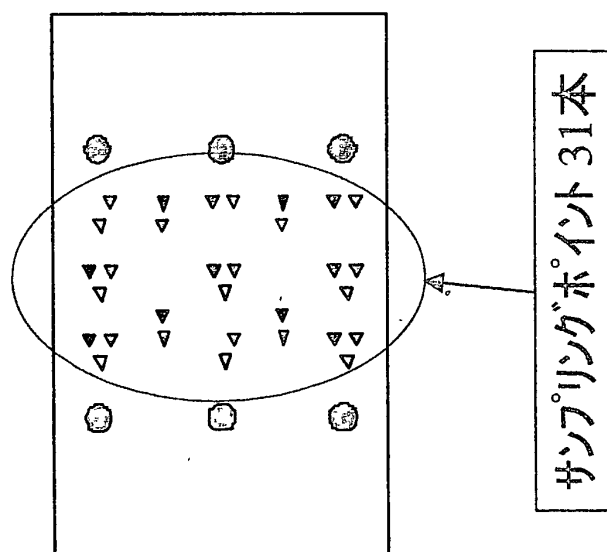




実証試験 - 地下水濃度変化

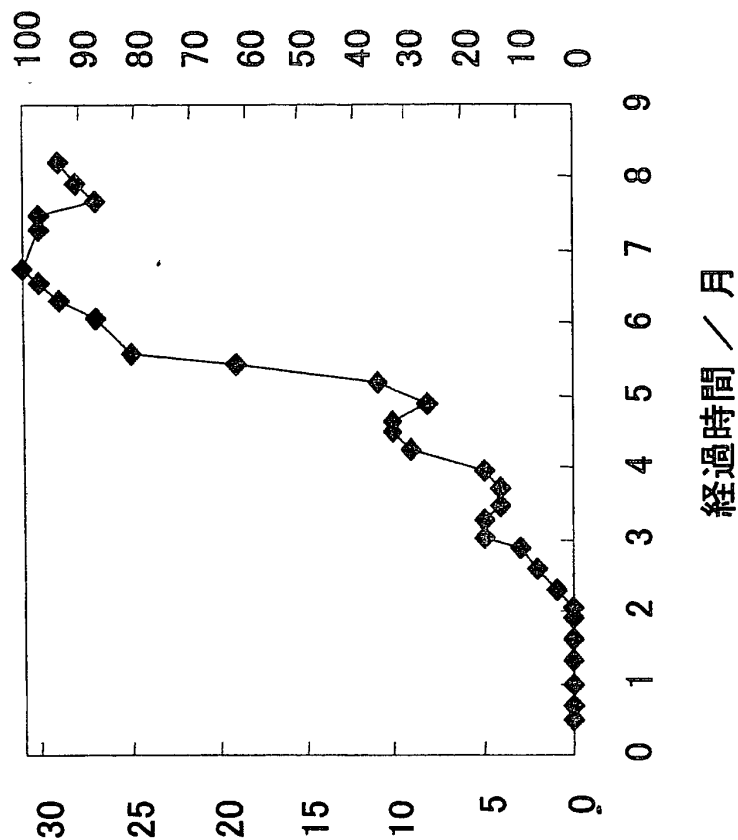


実証試験 — 環境基準値の達成



基準値を達成したサンプリングポイントの数／

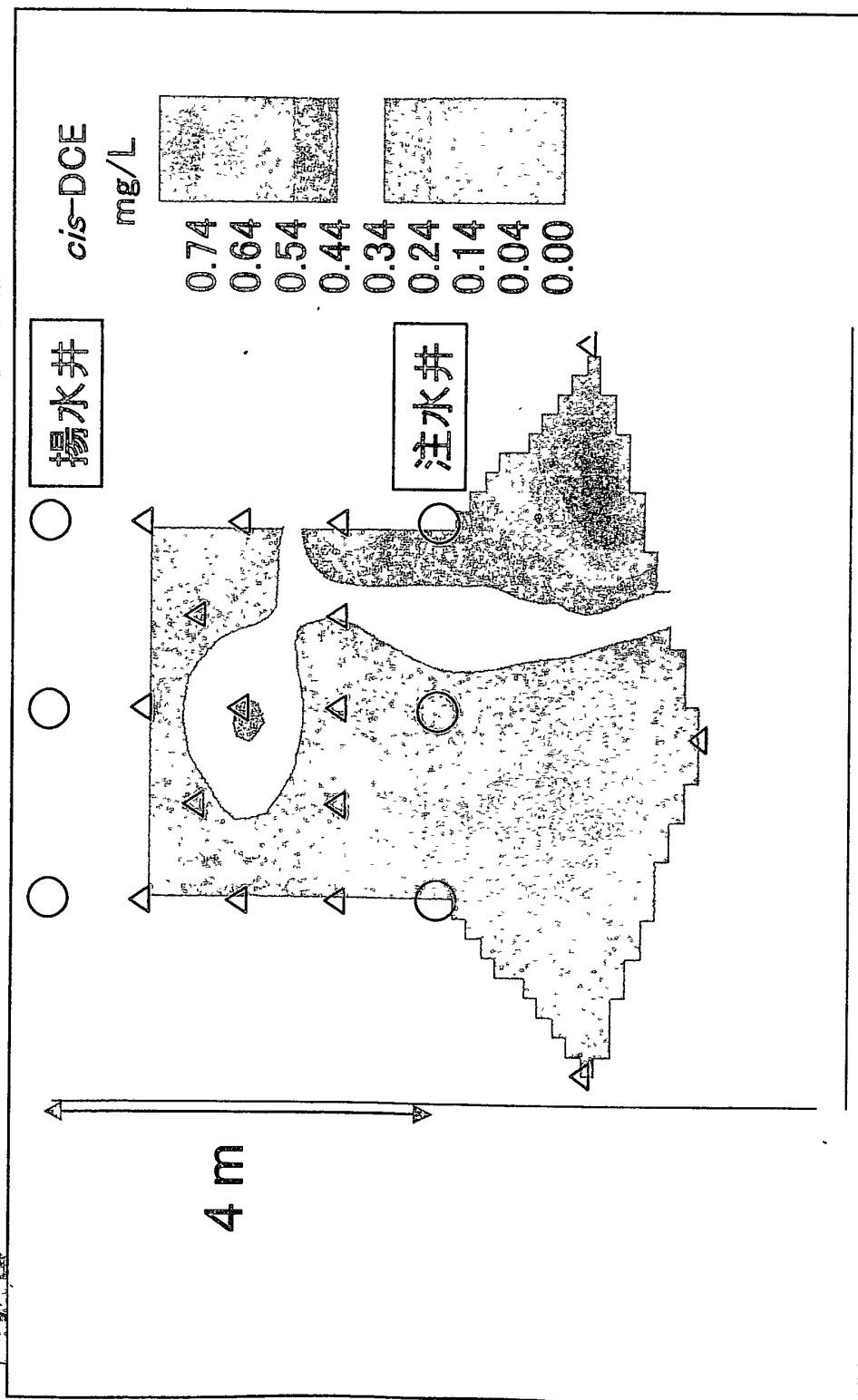
本



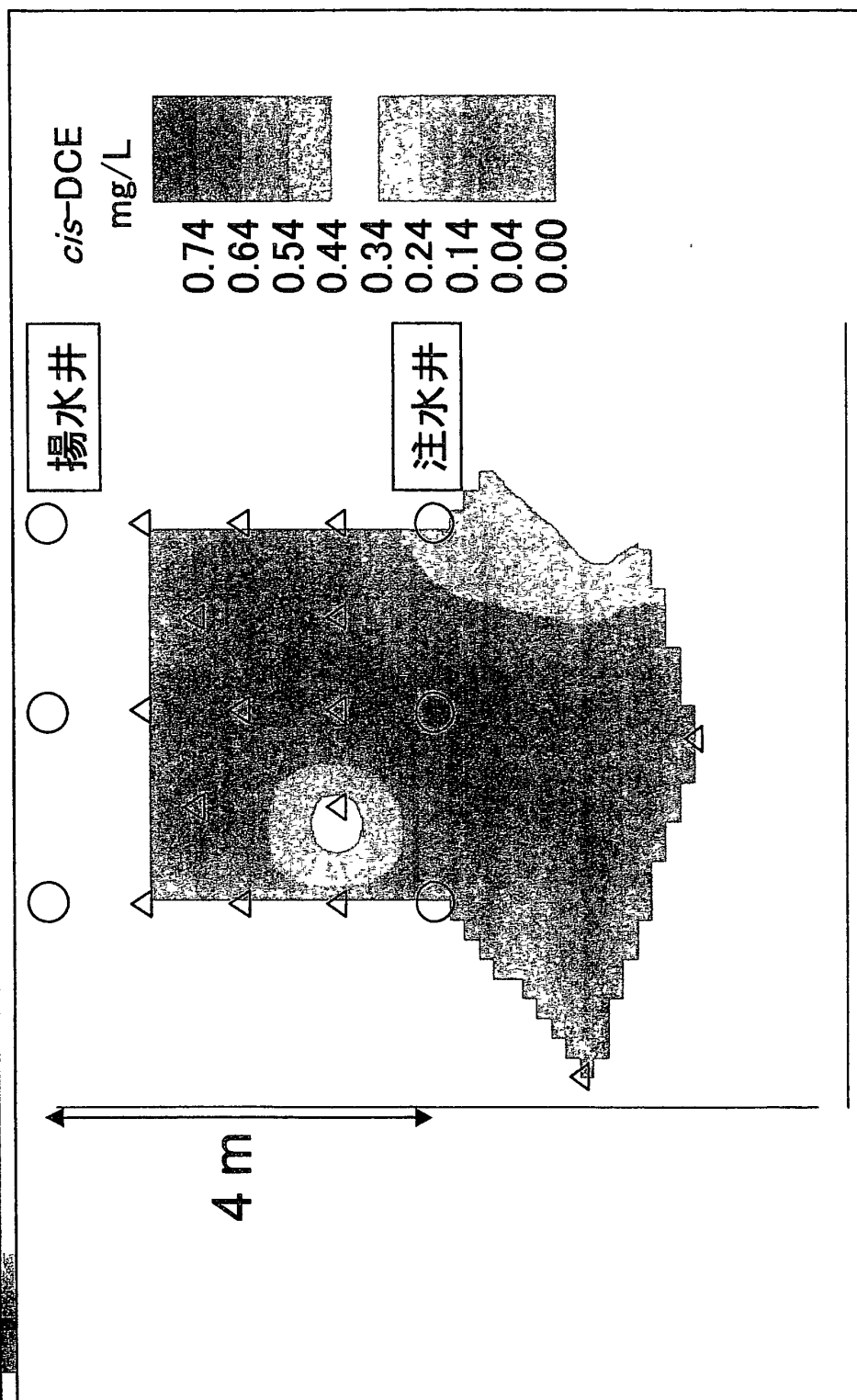
基準値を達成したサンプリングポイントの割合



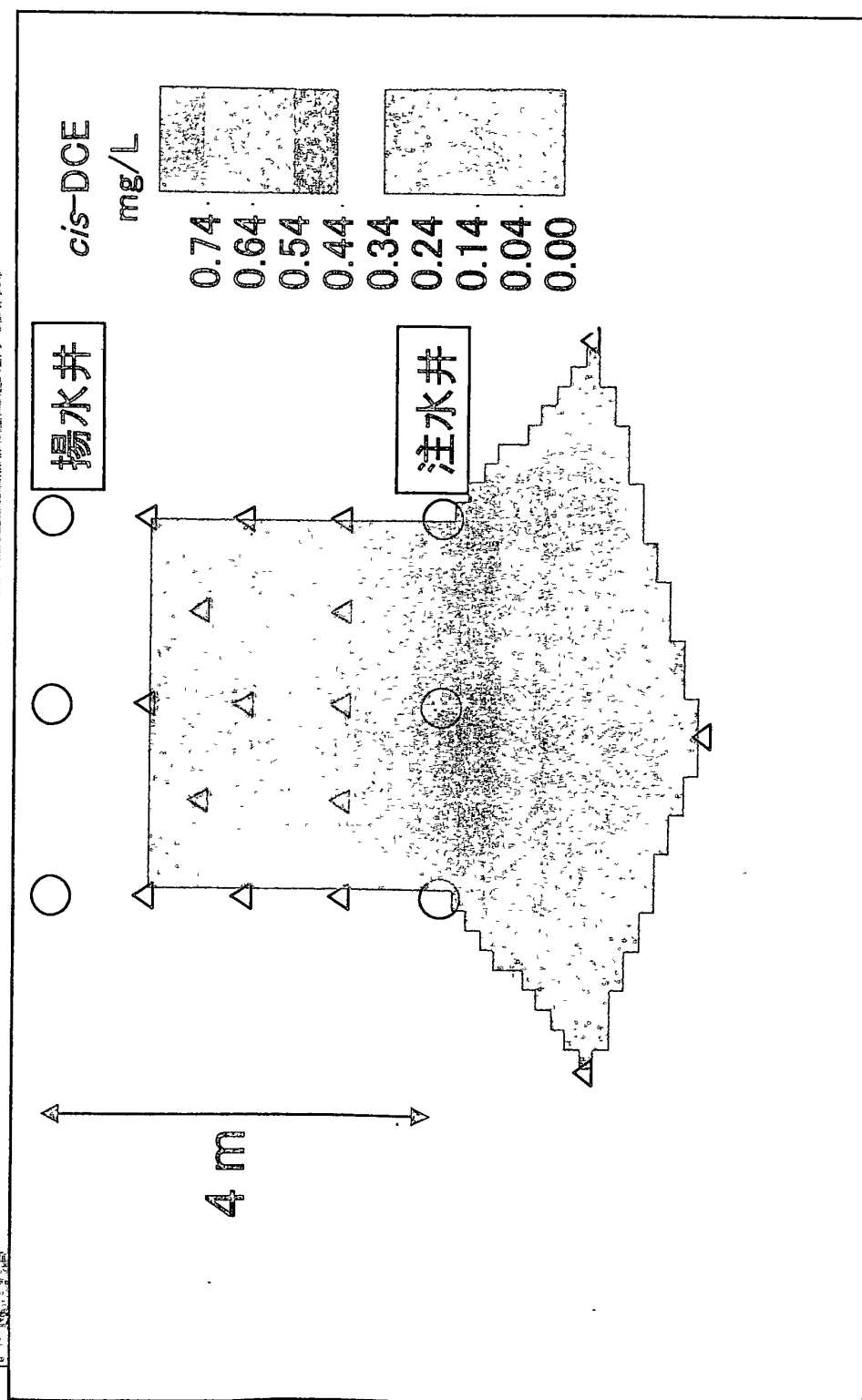
実証試験 — 実験開始時の濃度分布



実証試験 – 実験4.5ヶ月後の濃度分布



実証試験 - 実験7.5ヶ月後の濃度分布



微生物処理技術

原位置微生物処理(バイオレメディエーション)

●バイオステミュレーションとバイオオーギュメンテーション

1) バイオステミュレーション

土壌中に栄養剤を供給し、土着菌を利用して浄化。

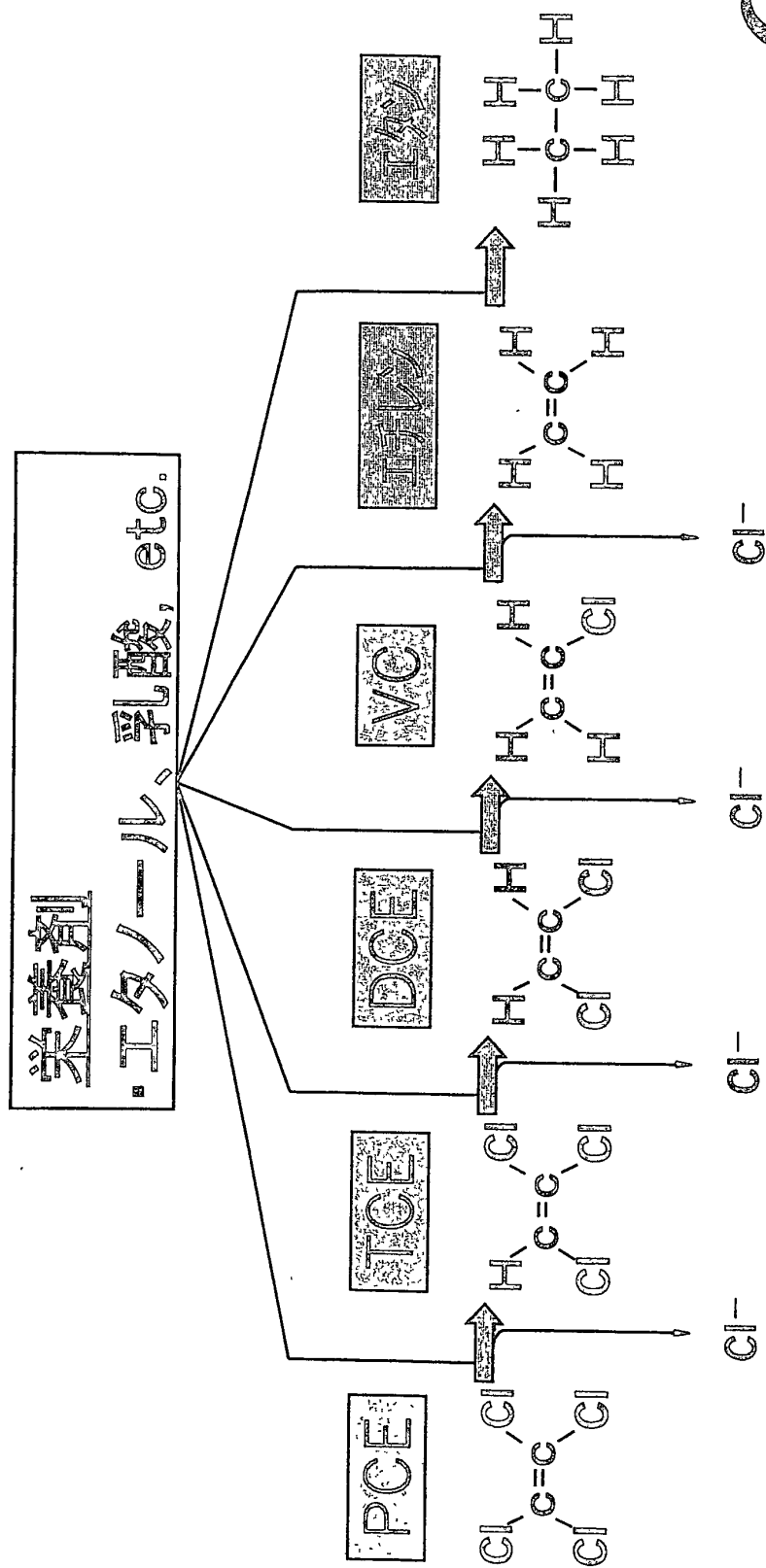
2) バイオオーギュメンテーション

土壌中に外来微生物を導入して浄化。

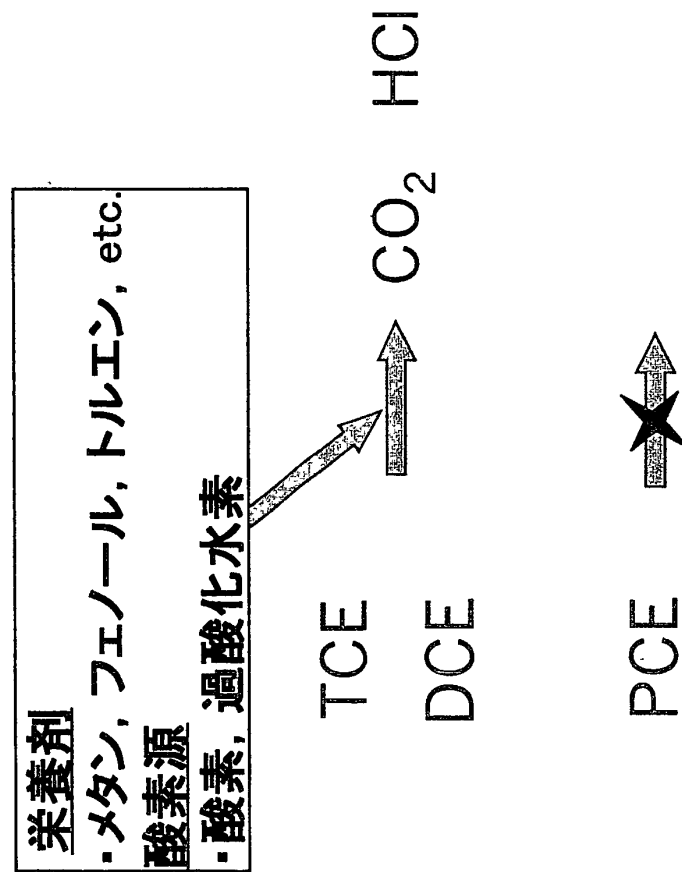
●好気性処理と嫌気性処理

- 好気処理は酸素の供給が必要。
- 嫌気処理は酸素のない還元状態とすることが必要。

嫌気性微生物による還元脱塩素化反応



好気性微生物による酸化の脱塩素化反応



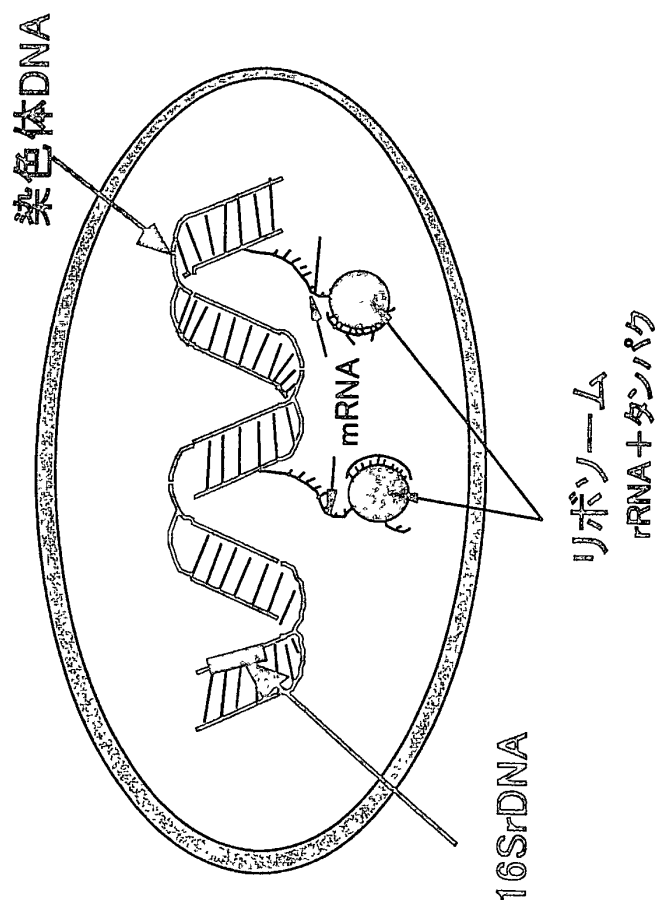
嫌気処理の適用範囲

- ・適用対象：帯水層土壌・地下水の処理
(揚水処理の後処理として)
- ・対象物質：PCE, TCE, *cis*-DCE, 1,1-DCE, 1,2-DCA
- ・濃度範囲：地下水濃度で
合計10 mg/L以下
- ・その他の条件：
 - 1) 脱塩素化反応が起こること
 - 2) 透水性が良いこと

ラボ試験による適用性可否の評価

- 地下水分析
 - ・ VC, エチレン, エタンの測定
 - ・ 脱塩素化菌の検出
- トリータビリティ試験
 - ・ 汚染物質が分解できるかどうかを調べる。
 - ・ 栄養剤が分解されることを確認する。

脱塩素化菌検出への16rDNAの利用



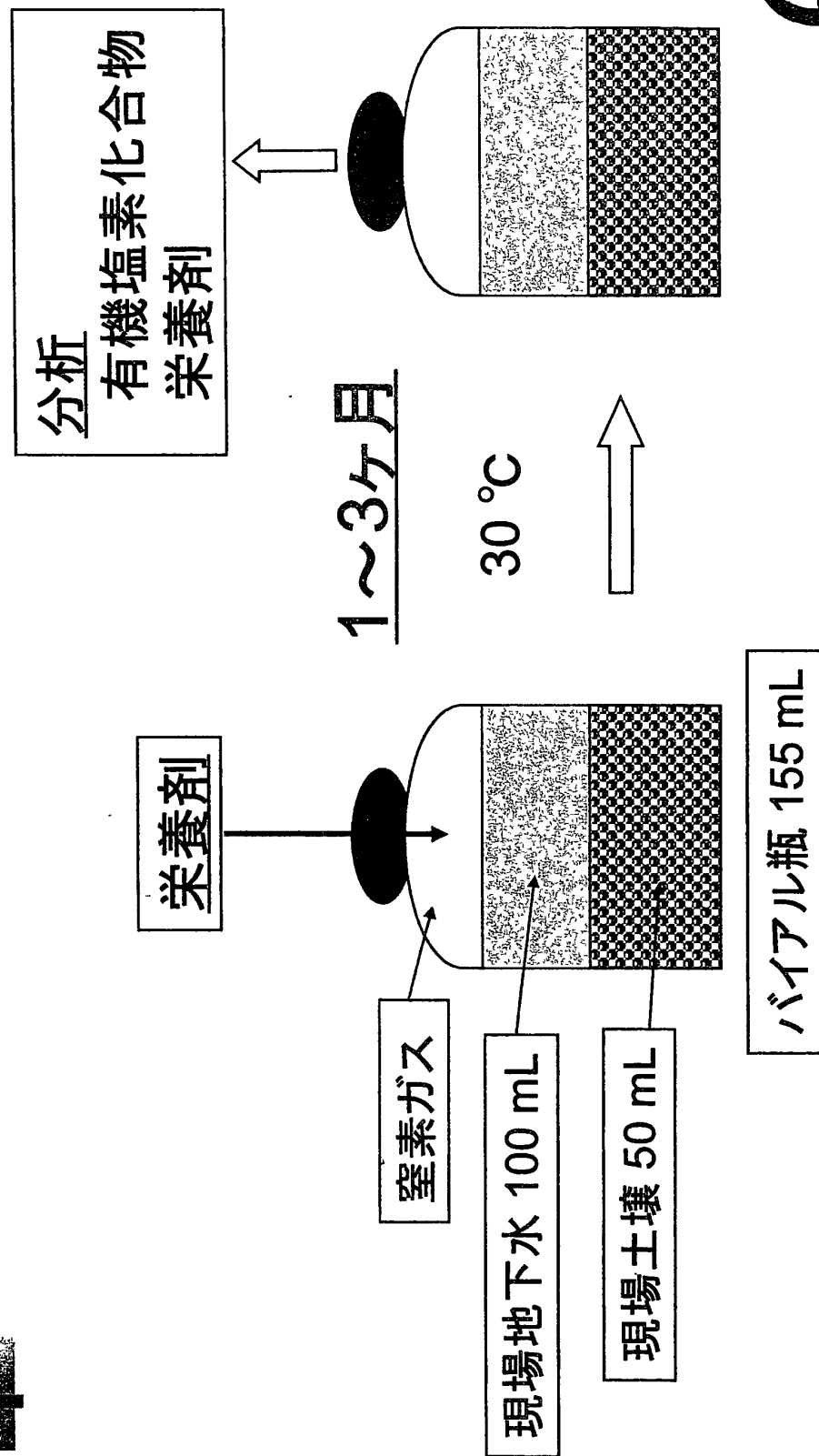
16SrDNAとは？

全ての細菌が持っている遺伝子で、細菌によって配列が違う。



人間にたとえると、
“指紋”
のようなもの

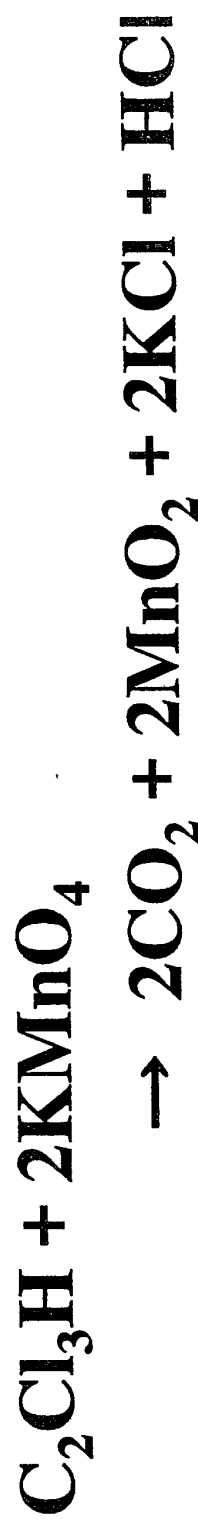
トリータビリティ試験の方法



汚染物質の酸化分解処理法の原理

- 土壌及び地下水に酸化剤（過マンガン酸カリウム）を注入することにより、有機塩素系化合物を酸化分解する方法である。
- この反応により、有機塩素系化合物は CO_2 、 KCl 、 HCl に分解され、無害化される。
- 注入した過マンガン酸カリウムは、すべて無害な二酸化マンガン（ MnO_2 ）になる。

酸化剤によるTCEの分解反応式



- 分解量のみをベースにすると化学量論的な酸化剤必要量は重量比でTCEの2.4倍。
- 無害である微粒子状の二酸化マンガランが形成される。



酸化剤(過マンガン酸カリウム)の安全性

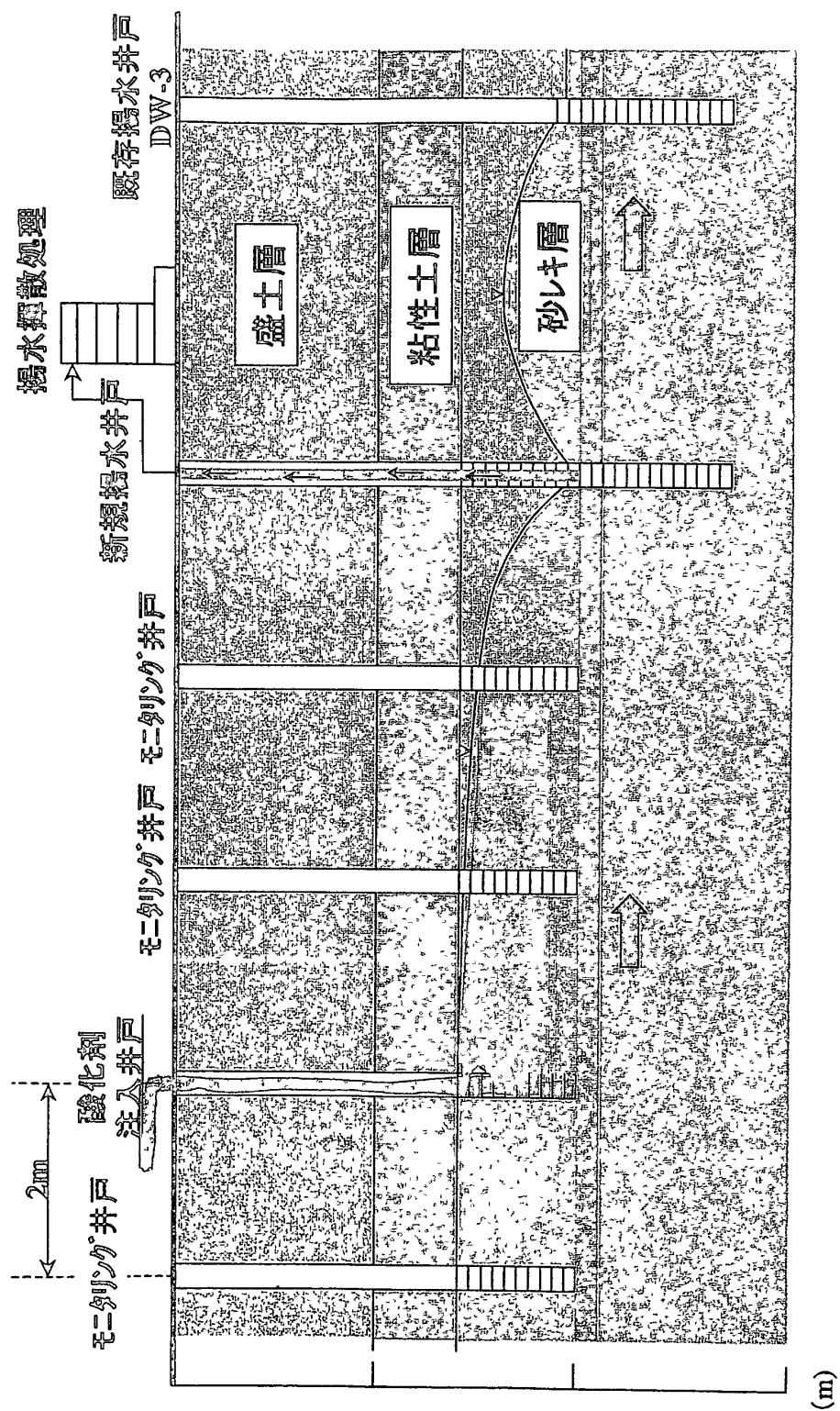
- 他の強酸化剤にくらべ緩やかな酸化が行われる。
- 酸化分解後には不溶性で無害な二酸化マンガンになる
(微粒子状で土粒子間に捕捉される)。
- 0. 1 %溶液は医療消毒液としても使用される。
- 鯉の寄生虫に対する殺菌剤として用いられる。

原位置酸化分解処理法の特徴

- 土壌・地下水の汚染濃度に関係なく（高濃度汚染でも）、処理可能。
- 土壌だけでなく地下水の浄化にも適用可能。
- 一般的な汚染土壌の浄化法である土壌ガス吸引法や揚水揮散理法と比べ、浄化期間を大幅に短縮できる。
- 掘削等の大がかりな土木工事を必要としないので、屋内での浄化対策に特に有効である。



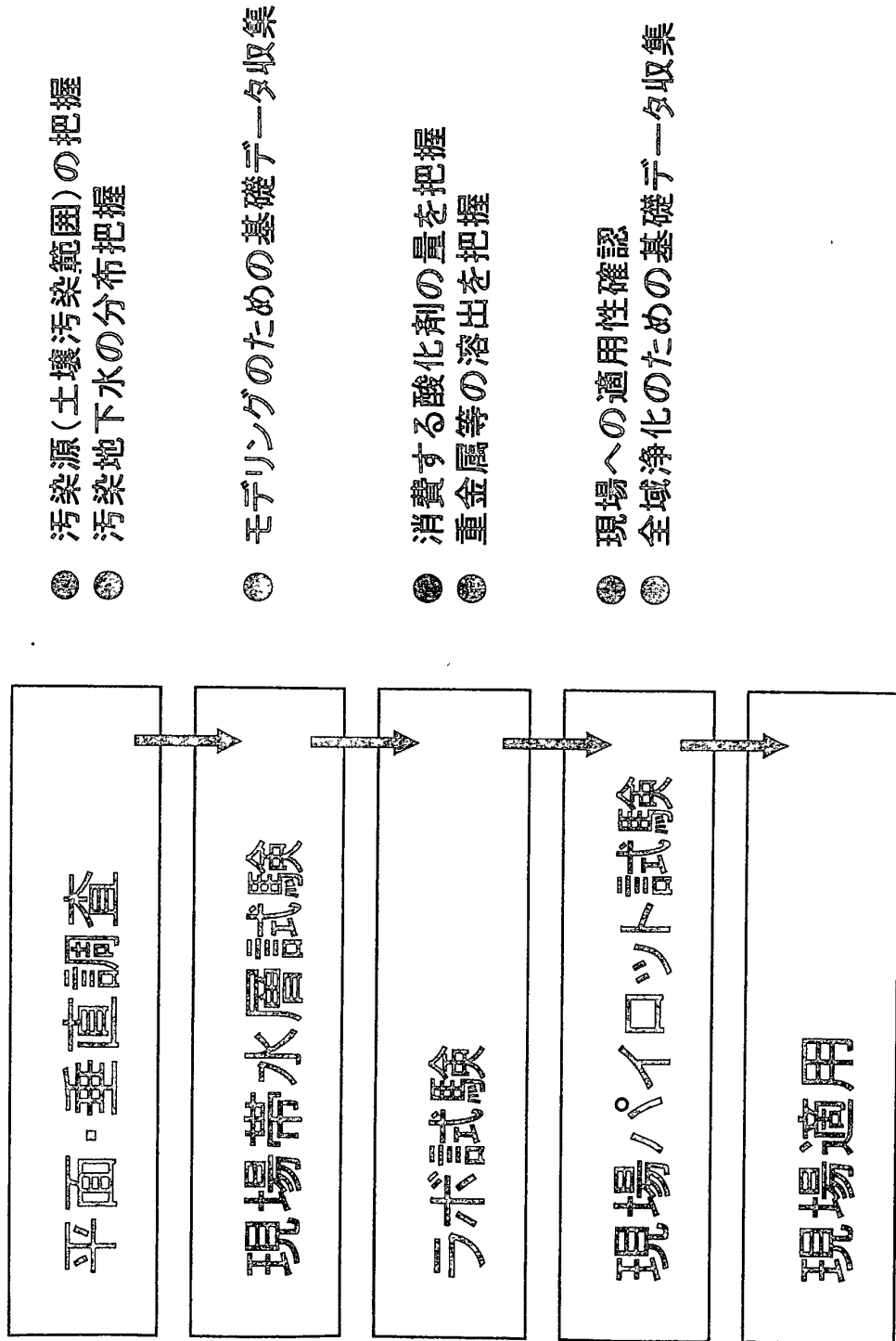
氏煙の水型／＼人生の線



原位置酸化分解法を適用するための要件

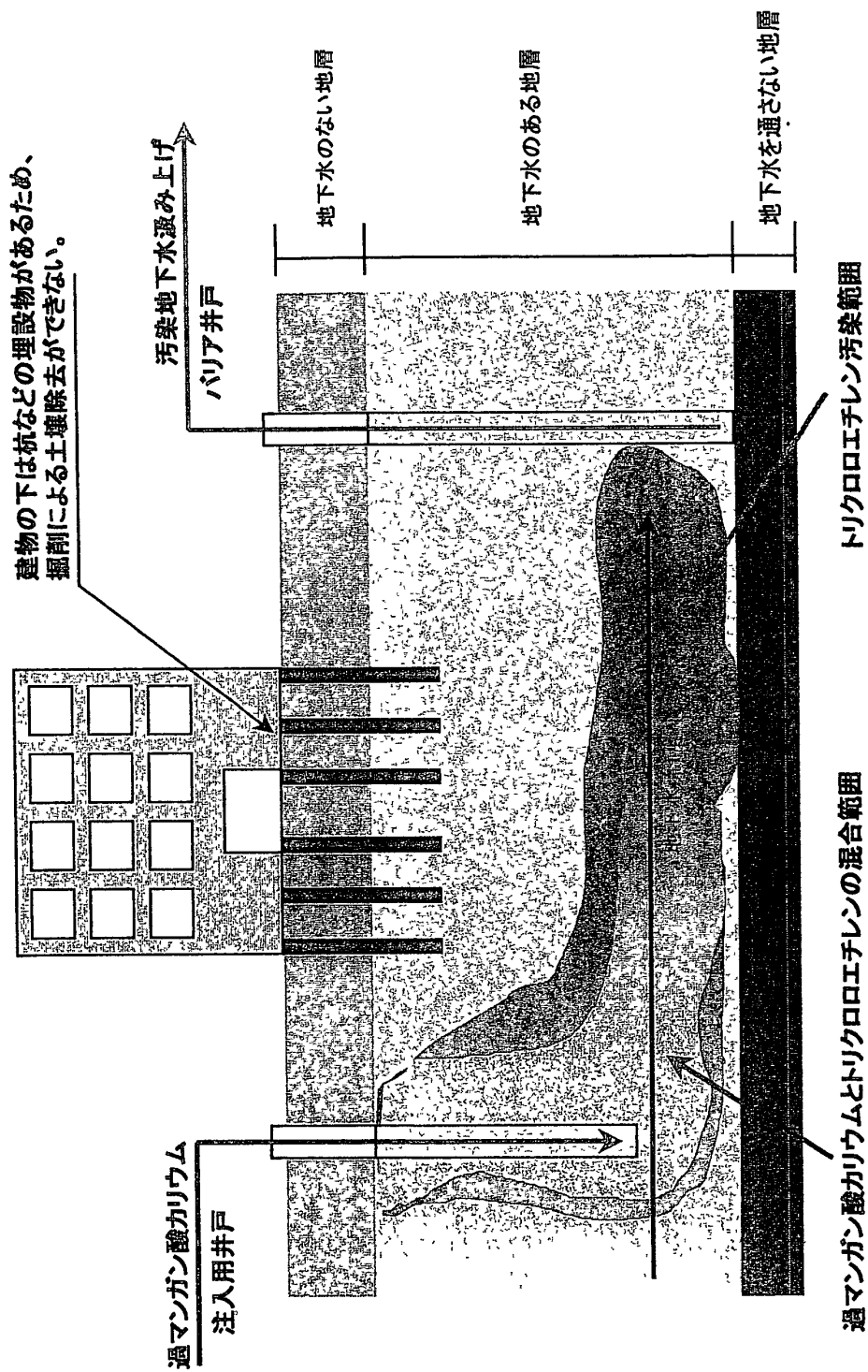
- 汚染状況や水文地質状況などの的確なサイト状況解析
- 注入方法・注入システムの最適設計(注入速度・濃度のコントロール)
- 地下水のコントロール技術
(酸化剤の系外流出防止のための安全対策)
- 現場での迅速分析技術(VOC's)
- 状況把握のためのモニタリング技術およびデータの総合解析能力

原位置酸化分解法の適用フロー



原位置酸化分解法

例(2)



附件五

台湾調査団との意見交換 次第

Agenda of Meeting with Taiwanese Mission

2001. 10. 22 JEMA会議室

1. 台湾調査団 挨拶、プレゼン

Address and presentation by Taiwanese representatives

2. 電機・電子4団体に紹介

Introduction of four electric and electronics industries associations

3. 4団体土壌WG活動紹介

WG activities for soil pollution

4. 土壌・地下水 浄化に関する対策状況(Q&A)

Current measures of soil and groundwater pollution by our member companies (Q&A)

5. その他(情報交換)

Others

4 団体土壌WGメンバーリスト

(株)日立製作所 <i>HITACHI</i>	環境本部 担当部長	◎倉水 勝
ソニー(株) <i>SONY</i>	社会環境部 日本地球環境室 課長	◎杉浦 俊博
日本電気(株) <i>NEC</i>	環境推進部 環境企画マネージャー	◎三島 通世
アルプス電気(株)	環境部 専任部長	井上 克明
沖電気工業(株)	地球環境部 担当部長	甲野 寛
キヤノン(株)	環境技術センター 所長	木村 輝三
(株)東芝 <i>TOSHIBA</i>	環境保全推進部 参事	竹中 英一
日本ビクター(株)	環境本部 環境保全グループ 参事補	磯野 弘雅
(株)日立製作所	情報・通信グループ 環境推進センタ センタ長付	新藤 雅敏
松下電器産業(株)	環境本部 環境審査グループ 副参事	小牧 征児
(株)リコー	社会環境本部 環境安全センター 所長	松浦 澄夫
(社)電子情報技術産業協会	環境・安全部 部長	桑原 孝
(社)電子情報技術産業協会	環境・安全部 環境グループ長	大友 敏雄
通信機械工業会	プロジェクト推進部 担当部長	松井 宏
(社)日本事務機械工業会	環境部 担当部長	伊藤 誠
(社)日本事務機械工業会 <i>JBMA</i>	環境部 担当部長	朝倉 秀雄
(社)日本電機工業会	環境部 環境部長	福田 輝夫
(社)日本電機工業会	環境部 環境課長	高木 寛
(社)日本電機工業会 <i>JEMA</i>	環境部 環境課 主任	吉野 由利子



は「土壌、地下水汚染防止法規及び施策現状」研修出席者

◎：主査／○：副主査〔敬称略〕

平成13年度役員名簿

Board of Directors

会長	御手洗 富士夫	キヤノン株式会社	代表取締役社長
副会長	梶 尾 和 雄	カシオ計算機株式会社	代表取締役社長
同	坂 本 正 元	富士ゼロックス株式会社	代表取締役社長
同	櫻 井 正 光	株式会社リコー	代表取締役社長
同	町 田 勝 彦	シャープ株式会社	代表取締役社長
同	森 健 一	東芝テック株式会社	代表取締役社長
同	安 井 義 博	ブラザー工業株式会社	代表取締役社長
理事	岩 居 文 雄	コニカ株式会社	代表取締役社長
同	榎 元 宏 明	松下電器産業株式会社	取締役東京支社長
同	太 田 義 勝	ミノルタ株式会社	代表取締役社長
同	片 山 本 時 雄	コピア株式会社	代表取締役社長
同	坂 壽 高 英 司	株式会社デュプロ	代表取締役社長
同	高 木 禮 二	三洋電機株式会社	常務執行役員
同	富 田 克 一	株式会社明光商会	代表取締役社長
同	立 石 義 雄	日本電気株式会社	執行役員常務
同	鳴 戸 道 郎	オムロン株式会社	代表取締役社長
同	西 口 泰 夫	富士通株式会社	特命顧問
同	橋 本 倫 明	京セラ株式会社	代表取締役社長
同	百 瀬 次 生	アマノ株式会社	代表取締役会長
同	山 崎 銀 蔵	株式会社日立製作所	デジタルメディアグループ長&CEO
同	宗 雪 雅 幸	株式会社東芝	常務デジタルメディアネットワーク社副社長
同	安 川 英 昭	富士写真フイルム株式会社	代表取締役副会長
専務理事	岩 井 篤 輝	セイコーエプソン株式会社	代表取締役社長
常務理事	林 清 輝	社団法人日本事務機械工業会	
監 事	横 溝 利 夫	社団法人日本事務機械工業会	
同	堀 井 耕 次	財団法人日本品質保証機構	
		ホリイ株式会社	理事
			代表取締役社長

員

Membership

正会員＞ [Regular Members]

マノ株式会社 MANO CORPORATION	ソニー株式会社 SONY CORPORATION
電気工業株式会社 KI ELECTRIC INDUSTRY CO.,LTD.	株式会社デュプロ DUPLO CORPORATION
ムロン株式会社 MRON CORPORATION	株式会社東芝 TOSHIBA CORPORATION
リンパス光学工業株式会社 LYMPUS OPTICAL CO.,LTD.	東芝テック株式会社 TOSHIBA TEC CORPORATION
アソコ計算機株式会社 ASIO COMPUTER CO.,LTD.	東和メックス株式会社 TOWA MECCS CORPORATION
ヤノン株式会社 ANON INC.	日本アイ・ピー・エム株式会社 IBM JAPAN,LTD.
セラ株式会社 YOCERA CORPORATION	日本電気株式会社 NEC CORPORATION
セラミタ株式会社 YOCERA MITA CORPORATION	株式会社日立製作所 HITACHI,LTD.
ニカ株式会社 ONICA CORPORATION	富士写真フイルム株式会社 FUJI PHOTO FILM CO.,LTD.
ピア株式会社 COPYER CO.,LTD.	富士ゼロックス株式会社 FUJI XEROX CO.,LTD.
洋電機株式会社 SANYO ELECTRIC CO.,LTD.	富士通株式会社 FUJITSU LIMITED
シャープ株式会社 SHARP CORPORATION	ブラザー工業株式会社 BROTHER INDUSTRIES,LTD.
セイコーエプソン株式会社 SEIKO EPSON CORPORATION	ホリイ株式会社 HORII & CO.,LTD

松下電器産業株式会社 MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.,LTD
ミノルタ株式会社 MINOLTA CO.,LTD.
株式会社明光商会 MEIKO SHOKAI CO.,LTD
株式会社リコー RICOH COMPANY,LTD.
理想科学工業株式会社 RISO KAGAKU CORPORATION

＜賛助会員＞ [Associate Members]

株式会社内田洋行 UCHIDA YOKO CO.,LTD
キヤノン販売株式会社 CANON SALES CO.,INC.
株式会社キングジム KING JIM CO.,LTD.
コニカビジネスマシン株式会社 KONICA BUSINESS MACHINES JAPAN CO.,LTD
東芝情報機器株式会社 TOSHIBA INFORMATION EQUIPMENTS CO.,LTD
松下通信工業株式会社 MATSUSHITA COMMUNICATION INDUSTRIAL CO.,LTD
ミノルタ販売株式会社 MINOLTA SALES CO.,LTD.

電機・電子4団体環境問題連絡会

環境問題に係る4団体共同事業について

4団体共同事業(WG)設立の背景

- 環境問題に対する「業界自主管理」への業界対応
(温暖化防止、廃棄物減量、化学物質管理)
- 各種フォローアップ調査の効率化
- 政府審議会への意見具申等連携
- 98年、4団体環境問題連絡会を発足、対応WGを設置

電機・電子4団体

1. (社)日本電機工業会(JEMA)
＜重電、家電＞
2. 通信機械工業会(CIAJ)
＜通信機器＞
3. (社)日本事務機械工業会(JBMA)
＜事務機器＞
4. (社)電子情報技術産業協会(JEITA)
＜電子デバイス、情報機器、デジタル家電他＞

4 団体環境問題連絡会

共同事業WG

1. 土壌WG(2001年4月発足)
2. 有害大気WG
3. PRTR WG
4. 省エネWG
5. 廃棄物WG

土壌WG

■地下水・土壌汚染、浄化対策の情報交換
(具体的な情報交換はこれから)

■法制化への対応
関連団体(経団連)との連携による意見具申

有害大気WG

■「大気汚染防止法」による事業者の自主管理の促進

■有害汚染物質に係る「業界自主管理計画」の策定、及びフォローアップ

■経済省・産業構造審議会への対応

PRTR WG

■PRTR(Pollutant Release and transfer Register)の業界自主管理、調査の実施

■PRTR法への対応、及び業界各社の円滑な法対応への支援

＜電機・電子業界におけるPRTRガイドラインの発行＞

省エネWG

■工場省エネルギー自主行動計画（経団連）

フォローアップ

■経済省・産業構造審議会等への対応

廃棄物WG

総量削減 回収再利用

- 産業廃棄物、最終処分量削減に係る
自主行動計画（経団連）フォローアップ
- 経済省・産業構造審議会への対応

意見提案における基本方針

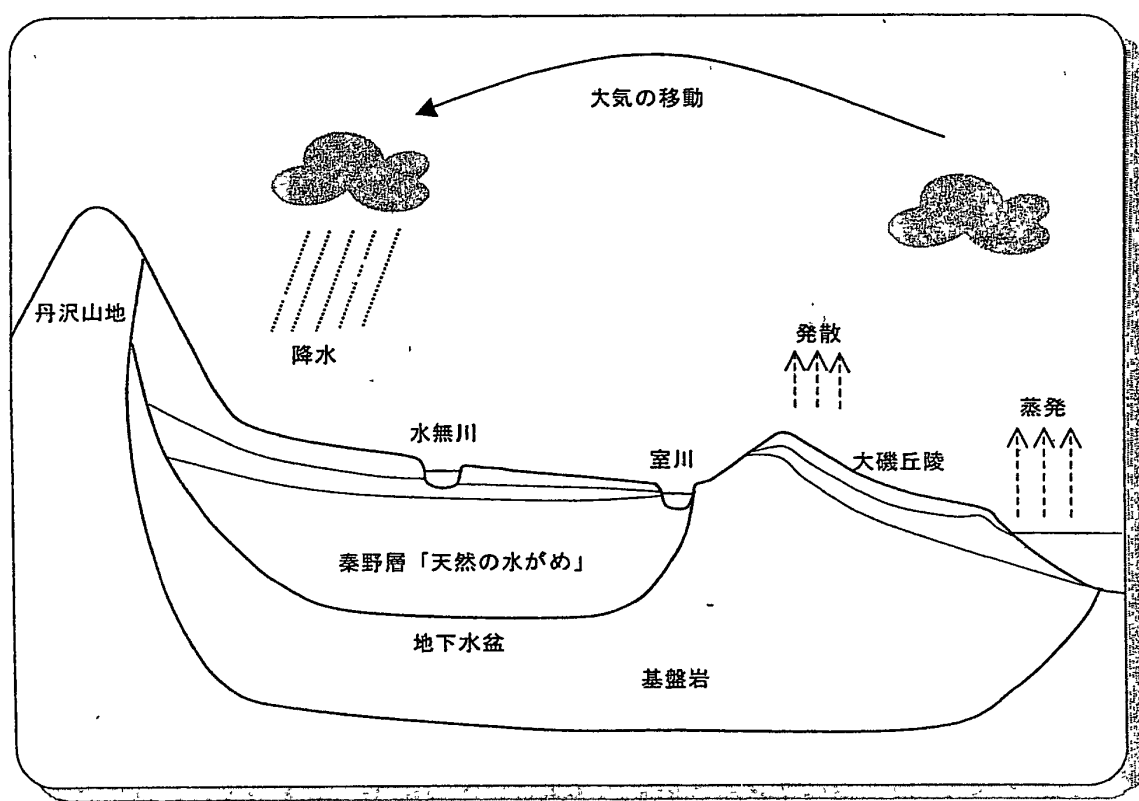
- (1) 公平性・透明性
- (2) 社会へのインパクト
- (3) PPPの原則 (Pollutant Pay Principle)

今後の取り組み

- (1) 意見提案の継続
- (2) 法律制定後の会員企業へのPR
- (3) 浄化技術の調査・PR

附件六

秦野市地下水保全事業



秦野盆地の地域水循環

秦野市環境農政部環境保全課

(1) 秦野市の地勢

北方には、いわゆる神奈川の屋根、丹沢山地をひかえ、南方には大磯丘陵と呼ばれる台地が東西に走り、県内で唯一の典型的な盆地を形成しています。

[illegible]

図-1 秦野市の地勢

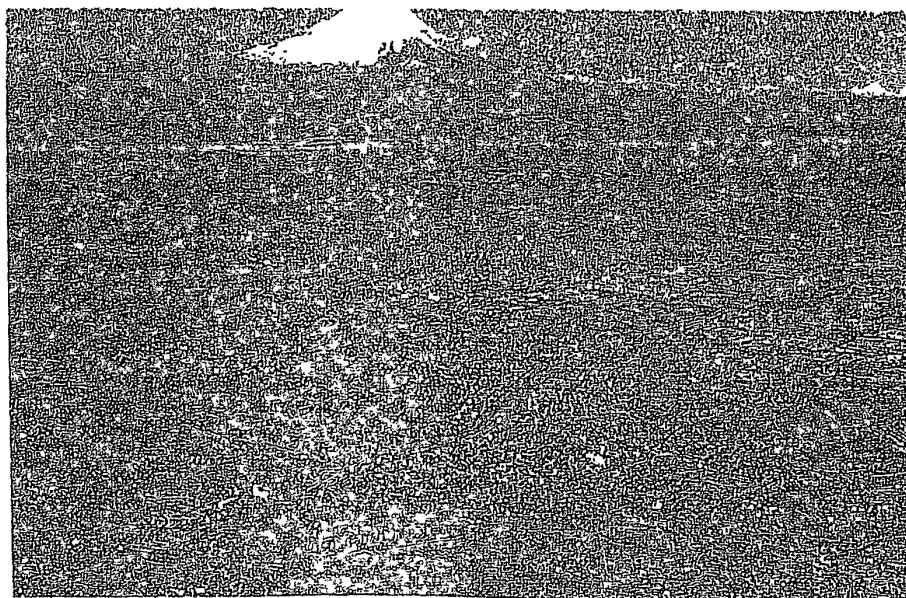


写真-1 秦野盆地

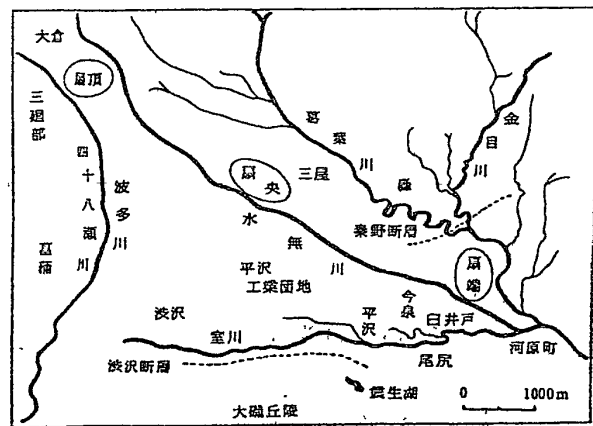
(2) 地形的特質

盆地の中央部を流れる水無川は、その名のとおりに洪水時以外は水量が少なく、特に冬の渇水期には、扇中央部分で流水が無くなることもあります。盆地内に降った雨水は、盆地中央部で地下に浸透して地下水となり、帯水層の中をゆっくり流動しながら盆地南部で湧水群を形成して地表に湧出しています。

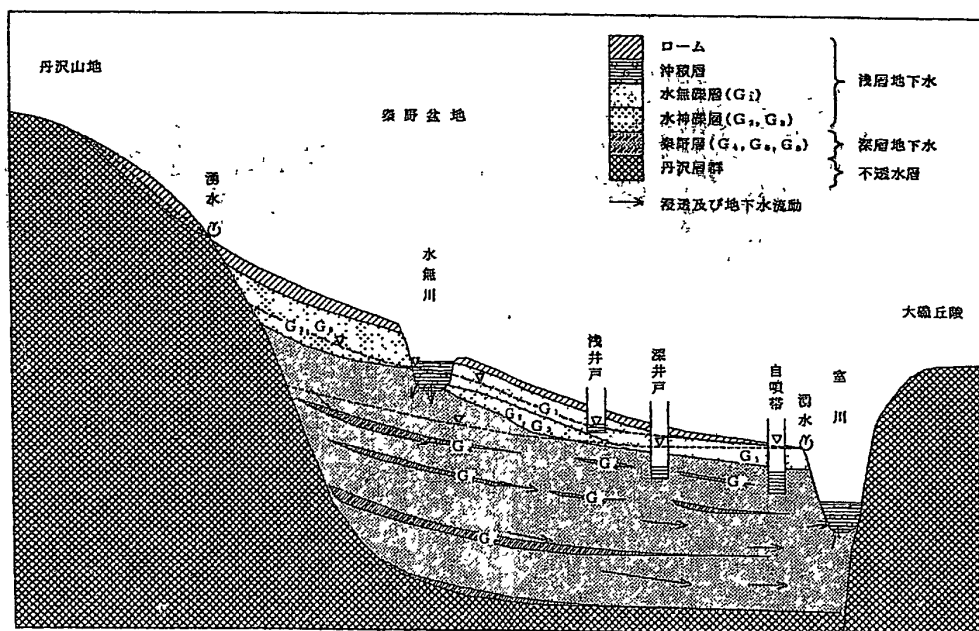
このような地形的特質から、秦野盆地の地下は、豊富な地下水を湛えた「天然の水がめ」といえます。この地下水を汲み上げて飲料水、生活用水、工業用水等として利用しています。

秦野盆地の基盤は、丹沢層群をつくる緑色凝灰岩（グリーンタフ）であり、その上に丹沢山地から搬出された砂礫が厚く堆積しています。

さらに、盆地の西方約 25 km に箱根火山及び約 50 km に富士火山があり、その活動期には盆地内に多量の火山灰、火山砂、軽石などを降下させました。これらの堆積物は、丹沢山地から搬出され堆積した礫層と互層をなしていて、堆積物の厚さは、盆地の中央部付近では約 150～200m と推定されています。



図－2 秦野盆地の扇頂・扇中央・扇端



図－3 秦野盆地模式図

(3) 秦野市水道の歴史

秦野近在の中心で定期市場が開かれていた曾屋は、秦野断層の露頭から湧出する地下水を用水路で導き、生活用水として利用していました。

明治12年8月に秦野地域でコレラが流行し、81名の患者が出て、そのうち25名が死亡しました。このコレラ流行の原因は用水路の水にあり、このことから水道の必要性が提起されました。

曾屋村の有志37名の「曾屋飲料水改良案」上申に対し、明治21年4月に県の事業認可がおりて、明治23年3月に給水を開始しました。これは明治20年の横浜市水道、明治22年の函館市水道について全国で3番目に当たります。

当時の給水人口は4,400人、日平均給水量は1,800 m³、水源は湧水の地下水を利用し、配水管には特別注文した常滑の陶管を使用しました。

秦野市水道に引き継がれた水道事業は、平成2年3月には百周年を迎え、平成4年度からは第3次拡張事業に着手していて、平成12年度目標の計画給水人口は169,300人、計画日最大給水量は110,000 m³です。



写真－2 曾屋区水道「浄水工場」

(4) 地下水利用と水位低下

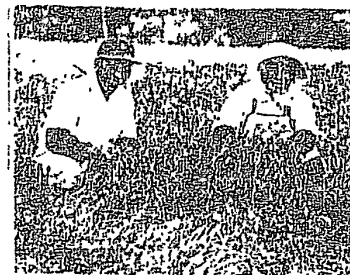
秦野盆地で地下水が本格的に利用されるようになったのは、昭和30年代以降のことで、豊富な地下水と地理的に首都圏に含まれるという好条件により、多くの工場が、いままで利用価値が低くタバコや落花生の畑が広がっていた盆地中央の地下水涵養域に建設されました。

昭和40年代には、水需要が増大し、水圧不足や一部断水が発生しました。一方、豊富な秦野盆地の地下水も高度経済成長による開発によって、地下水揚水量が自然涵養量を超え、地下水位の低下を示すようになりました。

このことが秦野盆地の地質調査や地下水涵養事業に取り組む大きな要因となったのです。



写真－3 タバコ耕作



写真－4 落花生耕作

2 地域水循環と地下水保全

(1) 水の循環過程

地球の大気圏内では、水が絶えず循環を繰り返して、移動していることはよく知られています。起点を海洋として説明しますと、海洋の水は蒸発して大気圏内を移動し、雨や雪となって地上にもたらされるか、海洋へ降り注ぎ直接海に戻ります。地上にもたらされた水は、蒸発散するものや表流水となって移動するもの、地中にしみて地下水となって移動するものがあります。そして、ほとんどの自然水は、海に戻ります。

秦野盆地にもたらされた水を観察すると、表流水として盆地の域外へ流出するものを除き、水は盆地の扇頂から扇央にかけて地中に浸透し、地下水となってゆっくり移動して、盆地南部で湧水として地表に湧出したり、地中深く貯えられたりします。これらの地下水は、市民の水道水の水源として活用されています。

このような地域の水循環の過程で発生した地下水汚染機構を理解するため、秦野市では、地域水循環を人体と血液循環に置き換えて解釈しています。(第5-1 参照)

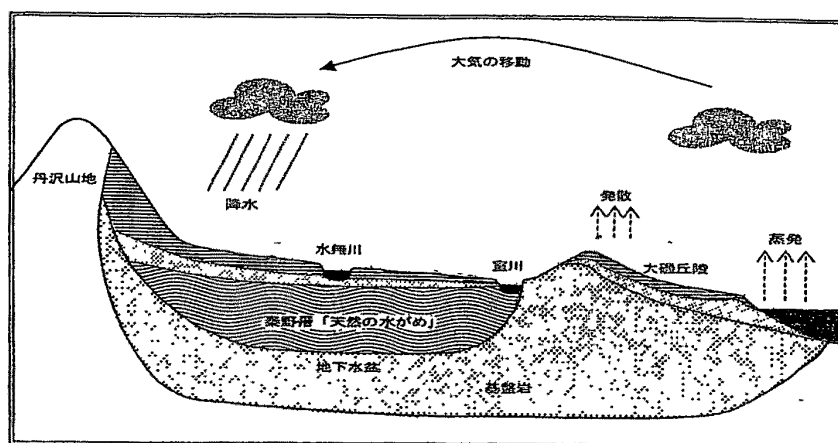


図-4 地域水循環

(2) 「天然の水がめ」と秦野盆地の水収支

丹沢山地と大磯丘陵に囲まれた秦野盆地は、丹沢山地から流れ込む雨水や盆地内の雨水を貯めておく「天然の水がめ」となっていて、深層地下水を貯留する秦野盆地の有為な帯水層である秦野礫層の平均層厚(110m)、平地面積(17km²)及び未固結地盤の洪積砂礫層の有効空隙率(0.16)からの試算では、秦野盆地の地下に約3億m³の地下水が貯留されていると推定されます。

秦野市では、神奈川県温泉研究所(現温泉地学研究所)に委託して、昭和45年から5年かけて、秦野盆地の地下水調査を行いました。

この調査内容は、地質調査・電気探査・重力探査・地震探査・揚水試験・水質調査・地下水位の測定や観測・河川流量調査・降水量の観測・地下水シミュレーション計算等があり、それらを総合的に解析した結果、秦野盆地の地下水の水収支が明らかになりました。

透水係数 (水理公式集昭46年版より)

透水係数 k (cm/sec)	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
土砂の種類	きれいな砂利	きれいな砂	きれいな砂と砂利の混合	非常に細かい砂、シルトなど	不透水性の土、粘土など								

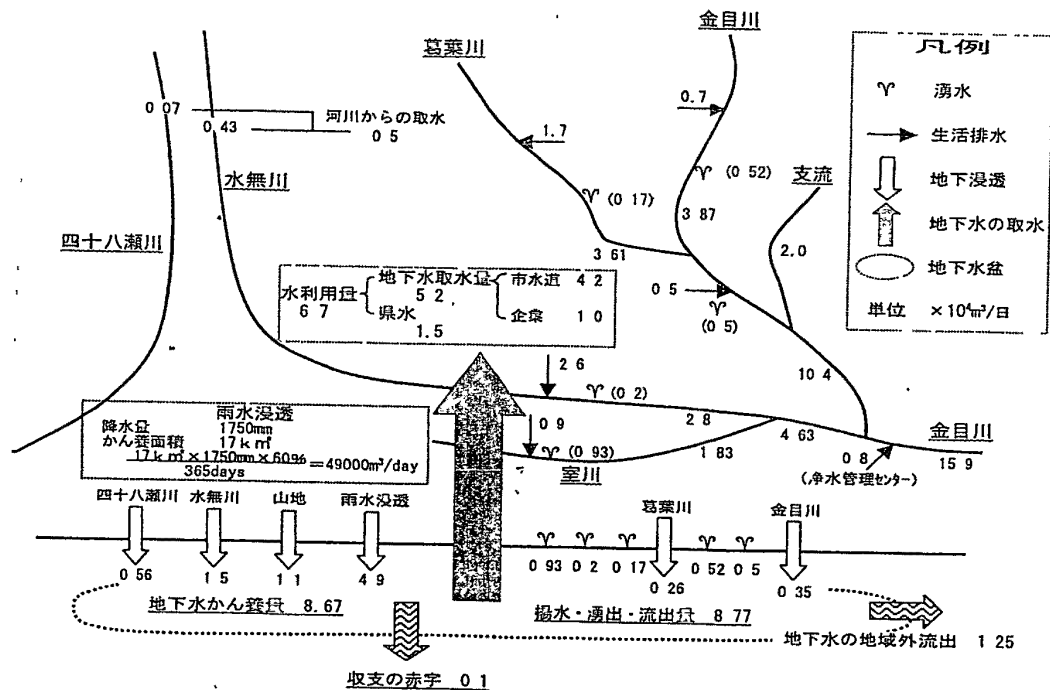
未固結地盤

地層	空隙率 (λ%)	有効空隙率 (λe%)	地層	空隙率 (λ%)	有効空隙率 (λe%)
沖積礫層	35	15	洪積砂礫層	30	15~20
細砂	15	15	砂層	35~40	30
砂丘砂層	30~35	20	ローム層	50~70	20
泥粘土質層	45~50	15~20	泥層粘土層	50~70	5~10

岩盤 (多数の測定値を整理した)

岩質	風化程度	空隙率 (λ%)	岩質	風化程度	空隙率 (λ%)
花崗岩	新鮮 かなり風化の 進んだもの	0.3~5 10~25	安山岩		1~7
はんれい岩	新鮮 かなり風化の 進んだもの	0.2~1 3~18	玄武岩	割れ目がないもの 少し割れ目のあるもの	0.1~5 5~7
石灰岩	新鮮 多孔質なもの	0.5~1 10~27	タフ (大谷石)	普通 多孔質なもの	20~25 25~50
頁岩	固結度の高いもの 固結度の低いもの	0.4~3 3~10	砂岩	固結度の高いもの 固結度の低いもの	0.5~7 20~42

表-1 透水係数と(有効)空隙率



地下水かん養量

・雨水浸透	4.9
・山地	1.1
・水無川	1.5
・四十八瀬川	0.56
・金目川	0.35
・葛葉川	0.26

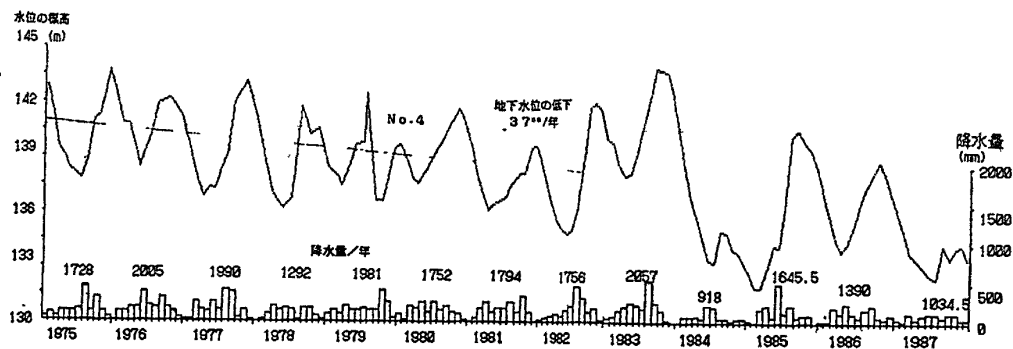
地下水取水・流出量

・地下水取水	5.2
・水無川	0.2
・金目川	0.52
・葛葉川	0.17
・室川	0.93
・金目川(葛葉川合流後)	0.5
・地域外流出	1.25

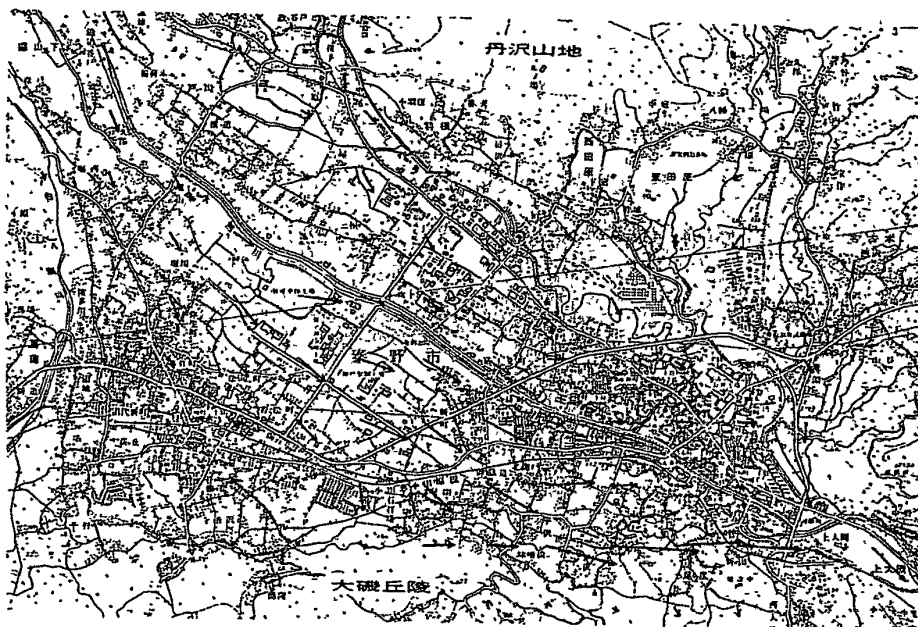
合計 8.67 × 10^4 m^3/日

合計 8.77 × 10^4 m^3/日

図-5 秦野盆地の水収支



図－6 秦野盆地の地下水涵養域における深層地下水の水位経年変化



図－7 秦野盆地深層地下水の流動状況

(3) 地下水量の保全への動き

昭和48年には、神奈川県温泉研究所(現温泉地学研究所)の助言・提言を受け、「地下水は資源である」との考え方に立脚し、その保全のための施策を具体化させることとしました。

その第1は、秦野市環境保全条例(昭和48年秦野市条例第23号。昭和48年12月1日施行。平成12年4月1日廃止)の制定です。同条例は、自然環境の保全と生活公害等の防止を目指したのですが、地下水保全とも深くかかわっています。樹木の伐採等の届出や樹林保全地区の指定、緑化の推進を定めると

もに、地下水取水の届出や新規水源開発の規制などを定め、地下水の涵養源の保全を図りつつ、取水規制も念頭に入れて、地下水保全に対する秦野市の基本姿勢を明確に示した条例です。

平成12年4月には、地球的規模で増加する環境問題に対処するため、同条例を発展的に廃止し、現在及び将来の市民の健康で安全かつ快適な生活を確保することを目的として秦野市環境基本条例（平成12年秦野市条例第8号。平成12年4月1日施行）を制定

しました。また、地下水の保全に関しては、地下水の水質保全のための秦野市地下水汚染の防止及び浄化に関する条例（平成5年秦野市条例第17号。平成6年1月1日施行。平成12年4月1日廃止）に地下水の量の保全を取り入れた秦野市地下水保全条例（平成12年秦野市条例第9号。平成12年4月1日施行）を制定して、地下水の総合的な保全に取り組んでいます。

秦野市地下水保全条例では、地下水を「市民共有の貴重な財産である公水」として位置付け、既設井戸の届出や新規井戸の掘削原則禁止を規定するとともに地下水の涵養についても明記しています。

(4) 地下水人工涵養実験

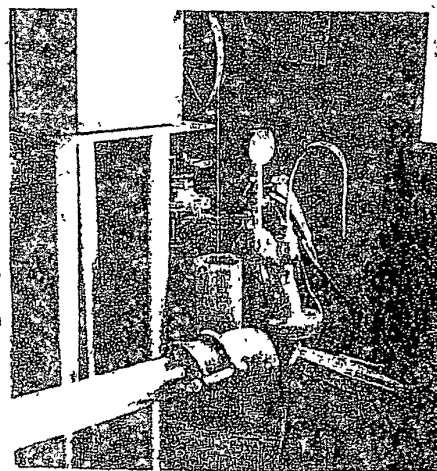
秦野盆地の地層及び地下水調査の結果から、秦野盆地の地下水盆地においては地下水の人工涵養と貯留が可能であるとの結論が得られました。そこで、昭和48年から神奈川県温泉研究所（現温泉地学研究所）の地下水調査の一環として、地下水の人工涵養も並行して行われることになりました。

人工涵養の方法としては、水田等を利用した地表涵養と帯水層に達する注水井を掘削して直接注水して涵養する井戸涵養があります。この実験では、後者の井戸涵養を行いました。

実験用注水井は、秦野盆地の地下水涵養域にあたる堀山下地区（堀山下1513番地）に選定し、掘削深度は85m、涵養対象の帯水層は秦野礫層（G4）としました。観測井等を含め、実験装置は昭和48年5月に完成して、同年12月から注水実験を開始しました。注入水は、水無川の表流水を堀山下浄水場で浄化し



記事ー1 昭和45年8月31日 読売新聞



写真ー5 注水井

た水道水を用いて、自由落下方式で行いました。

注水実験の主たる関心は、注水井の「目詰まり現象」にありましたが、良質な水道水を利用したこともあってか、問題となるほどの目詰まりはありませんでした。

実験結果から、秦野盆地の注水井では、井戸及び帯水層に極端な負担をかけずに効率よく注水するためには、注水量を1分間に650ℓ(1000 m³/日)以下にすること、連続注水量が3万m³に達した後は揚水を行って注水量の能力を回復させることが必要であることなどが明らかにされました。

このように、注水実験が良好な結果をもたらしたことにより、秦野市水道局では、地下水の人工涵養に本格的に取り組むことになりました。

(5) 地下水利用協力金制度

秦野盆地の地質と地下水の状況が明らかにされ、地下水の人工涵養の可能性が実証されて、水資源保全への本格的な取り組みが構想されるようになると、その費用をどのように捻出するかが問題とされるようになりました。

昭和49年4月の水道審議委員会において、「水資源保全に要する費用は水道利用者（主に市民）が間接的に負担することになるが、他に地下水を利用している事業所が何ら負担しないのは不公平であり、地下水採取を規制する意味からも何らかの負担を事業所に求めるべきである。」との意見が出されました。

秦野市水道局は、地下水利用事業所を調査し、地下水利用者会議を組織して、地下水保全事業の趣旨説明、協力要請の協議を6回（昭和49年10月から昭和50年3月）にわたって行いました。協議では、秦野市の地形的特質をあげて、地下水は市民共有の有限な資源であるとの基本的な考え方を示すとともに、有限な資源の有効利用を図るための保全の必要性を説明しました。また、堀山下での注水実験に基づく人工涵養の可能性や水田からの涵養事業構想なども報告して事業所の理解と協力を求めました。

これに対し事業所側から、民法第207条（土地の所有権は法令の制限内においてその土地の上下に及ぶ）に抵触するのではないか等の反論がなされました。しかし、最終的には秦野市の地形的特質及び水道利用者との格差について理解を得るとともに、地下水保全を積極的に実施すべきとの賛同を得るにいたりました。

これを受けて、昭和50年4月1日から「秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱」を施行しました。

この要綱は、地下水資源の保全と秩序ある利用を図るため、20 m³/日以上地下水利用事業者に対して“一定の義務”の履行を求めたものです。“一定の義務”とは、「地下水利用協力金」の納入であり、協力金は水道水供給単価の3分の1以内で、地下水使用水量に応じて各事業者が納入することになっています。

協力金の納付については、まず協力金の額についての協議から始まりました。昭和50年度当初は、1 m³当たり5円の単価が設定されました。なお、その後は地下水利用者会議、水道審議会において見直しが行われ、次のように推移してい

ます。

昭和50年4月	5円	昭和55年10月	15円
昭和53年7月	7円50銭	昭和62年4月	17円
昭和54年4月	10円	平成7年4月以降	20円

単価決定後、協力金の納付について、市長と地下水利用者との間で、「地下水利用協力金納付についての協定書」が締結されました。

こうして、地下水保全に関する事業を進めるうえでの大きな課題—費用負担—の方法が確立されることとなり、事業の必要性だけでなく、財政的な裏付けも確保されました。

「秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱」

（目的）

第1条 この要綱は、本市域に貯留する地下水（湧水を含む。以下同じ。）は、市民の共有にして有限な資源であるとの考えに立脚し、地下水利用者には一定の義務の履行を求め、もって地下水資源の保全と秩序ある利用を図ることを目的とする。

（地下水利用者）

第2条 この要綱において、地下水利用者とは、本市内において1日当たり平均20立方メートル以上の地下水を採取し、業務の用に供する者をいう。

（協力金）

第3条 地下水利用者は、第1条の目的を達成するために必要な協力金を本市に納入しなければならない。

2 前項に規定する協力金は、第5条に定める地下水使用量に本市水道事業会計の前年度決算に計上された水道水の平均供給単価の3分の1に相当する額を乗じて得た額を限度として、関係者協議の上、定めるものとする。

3 協力金は、4半期ごとに市長が発行する納付通知書により納入するものとする。

（市長の責務）

第4条 市長は、第1条の目的を達成するため、地下水利用者の協力を得て総合的な施策を講じ、地下水資源の適正な保全と利用に努めるものとする。

（使用水量の計算）

第5条 市長は、4半期ごとに地下水の使用水量を計算するものとする。

（量水器の設置及び保管）

第6条 量水器は、本市において設置し、地下水利用者が保管するものとする。

2 地下水利用者がその責に帰すべき理由により量水器を亡失し、又はき損したときは、特に市長が認めた場合を除き、その損害額を本市に弁償しなければならない。

（納期限の延長又は分割納入）

第7条 地下水利用者は、市長が当該地下水利用者に被災その他の特別な事情があると認めた場合には、3か月を超えない限度において協力金の納期限の延長又は分割納入をすることができる。

（非協力者に対する措置）

第8条 市長は、この要綱により納入すべき協力金を正当な理由なく納期限内に納入しない者に対しては、以後の当該地下水の採取を禁止し、又は水道水（生活用水を除く。）の供給を停止することができる。

（その他）

第9条 この要綱に定めのない事項については、必要の都度市長が定めるものとする。

附 則

この要綱は、昭和50年4月1日から施行する。

表－2 事業所の地下水揚水量と地下水利用協力金の推移

年度	地下水揚水量 m ³ /年	日平均揚水量 m ³ /日	協力金対象水量 m ³ /年	協定書締結 事業所(社)	協定書対象 事業所(社)	協 力 金 額 円
50	2,762,052	7,547	2,740,249	29	25	13,701,245
51	4,096,943	11,225	4,077,806	31	29	20,389,035
52	4,124,036	11,299	4,095,427	31	28	20,477,135
53	3,789,528	10,382	3,760,445	31	26	25,686,439
54	3,602,607	9,870	3,572,752	34	29	35,723,101
55	3,381,245	9,238	3,356,747	37	35	38,406,279
56	3,330,631	9,125	3,316,256	37	34	50,501,829
57	3,216,488	8,812	3,132,453	38	31	47,848,417
58	3,041,481	8,310	3,015,157	38	32	45,782,020
59	3,444,655	9,350	3,395,214	38	33	53,289,027
60	3,379,699	9,259	3,355,443	37	32	51,495,456
61	3,262,490	8,940	3,245,807	37	29	49,569,667
62	4,055,239	8,913	4,043,347	36	32	68,493,765
63	3,014,974	8,260	2,998,798	35	29	52,077,534
元	2,975,618	8,152	2,859,129	36	25	50,049,927
2	2,777,793	7,631	2,661,060	36	25	46,742,852
3	3,852,925	10,498	3,738,664	37	26	57,160,732
4	3,312,007	9,073	3,194,087	37	26	52,352,649
5	3,276,193	8,976	3,059,395	37	27	50,465,247
6	3,267,858	8,953	3,147,226	37	26	52,548,946
7	3,247,823	8,907	3,130,262	37	28	60,821,525
8	2,624,967	7,192	2,533,364	37	28	49,895,705
9	2,751,831	7,478	2,650,045	35	27	52,498,665
10	2,224,748	6,095	2,137,162	35	27	44,641,935
11	2,050,630	5,618	2,040,701	35	27	42,835,990
12	2,088,347	5,721	2,067,618	34	26	43,577,040

3 地下水の水量保全事業の展開

(1) 水量保全事業の概要

秦野盆地の地下の状況が明らかにされて、注水井による注水実験が良好な結果を得られました。また、秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱の制定により、事業費用が確保されることになりました。それらのことにより秦野市は、積極的な地下水保全対策として、地下水の人工涵養に本格的に取り組むようになりました。

秦野市水道局は、現在までに3種類の地下水人工涵養事業を行っています。

第1は、水田を利用した地表涵養で、昭和50年12月から昭和56年3月までの冬期に行いました。

第2は、深井戸を利用した井戸涵養です。堀山下地区での実験を踏まえ、井戸涵養専用の1号注水井（昭和51年）、2号注水井（昭和52年）が掘削されて注水を開始しました。なお、それぞれの注入水は、1号注水井が水道の余剰水、2号注水井が製菓工場の冷却用水です。

第3は、雨水浸透による地表涵養です。雨水浸透は、秦野盆地に降り注ぐ年間約1,700mmの降水を雨水浸透施設により積極的に地下へ浸透させる方法です。秦野市では、昭和57年から実験的に行われるようになり、工場や公共施設等で適用されています。現在、秦野市まちづくり条例によって、建築面積500㎡以上の環境創出行為については、雨水浸透施設の設置が義務付けられています。

なお、これら人工涵養による地下水涵養量は、事業開始当初で年間百数十万㎡に及んでいましたが、昭和50年代後半以降になると、注入水の調達や水田の確保等に問題が生じ、注水井・水田を利用した人工涵養量が急減し始めました。そこで、雨水浸透に人工涵養の期待が集まるようになりました。

表－3 地下水人工涵養量の内訳

年 度	注 水 井			小 計	水田による涵養		水路による涵養		小 計	合 計	累 計
	堀山下 注水井	1 号 注水井	2 号 注水井		堀山下 水 田	戸 川 水 田	堀山下 水 路	戸 川 水 路			
	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡	㎡
48	31,000	—	—	31,000	—	—	—	—	—	31,000	31,000
49	177,938	—	—	177,938	—	—	—	—	—	177,938	208,938
50	189,028	—	—	189,028	—	286,500	—	263,200	549,700	738,728	947,666
51	2,944	112,074	—	115,018	204,800	362,000	275,700	276,800	1,119,300	1,234,318	2,181,984
52	—	193,826	—	193,826	206,600	386,300	299,800	301,600	1,194,300	1,388,126	3,570,110
53	—	112,450	389,000	501,450	165,400	202,000	206,400	245,200	819,000	1,320,450	4,890,560
54	—	345,850	385,448	731,298	236,400	268,000	235,300	289,300	1,029,000	1,760,298	6,650,858
55	—	358,260	386,500	744,760	229,900	261,500	228,800	282,800	1,003,000	1,747,760	8,398,618

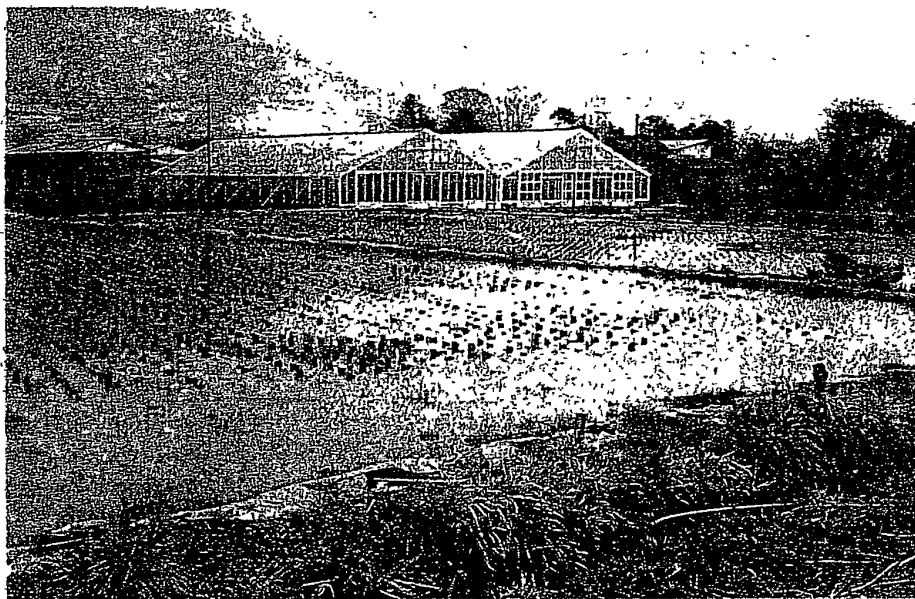
(2) 水田からの地表涵養

水無川の上流に位置する戸川地区及び堀山下地区は、秦野盆地の地下水盆への涵養域にあたり、また、この地域の表土は透水性が高くなっています。そのため、一般的に水田には適していませんが、一部客土等により水田の耕作が行われてきました。こうした条件を踏まえ、冬期の休耕時に水を張り、ここから地下水の涵養を行う方法が考え出されました。

この水田からの地下水涵養が実験的意味も含めて開始されたのは、昭和50年12月からです。戸川地区の尊仏松、桃木原、川久保、久保田の水田合計2.2haを借り受け、水無川の農業用水を利用して、地下浸透を行いました。この試みは翌年3月まで続けられ、地下水涵養量は約29万 m^3 に達し、また、農業用水路からの涵養量もこれに匹敵するものと見積もられました。しかし、この期間中は降水量が少なく、用水の確保が十分ではなかったため、地下水涵養用の用水量が多ければ、さらに地下水涵養量が増えるものと考えられました。

水田からの地表涵養は大きな成果があがり、翌年度以降も継続して実施されるようになりました。

昭和51年度からは、新たに0.8haの水田が追加されて、堀山下地区でも始まりました。12月から翌年3月の休耕時の期間で、水田と用水路を合わせた地下水涵養量は、100万 m^3 に達すると見積もられました。



写真－6 水田からの地下水涵養風景

水田による地下水涵養は、昭和50年代半ばまで続きましたが、その後、涵養に使用する水田と用水の確保が困難になり、地下水涵養量が減少し始めました。そこで、新たな人工涵養の手法の導入が求められるようになりました。

なお、事業開始当初に水田以外の涵養地として、溜池を利用した地下水涵養も試みられました。堀山下地区の実験注水井の北側に縦40m、横30m、深さ6

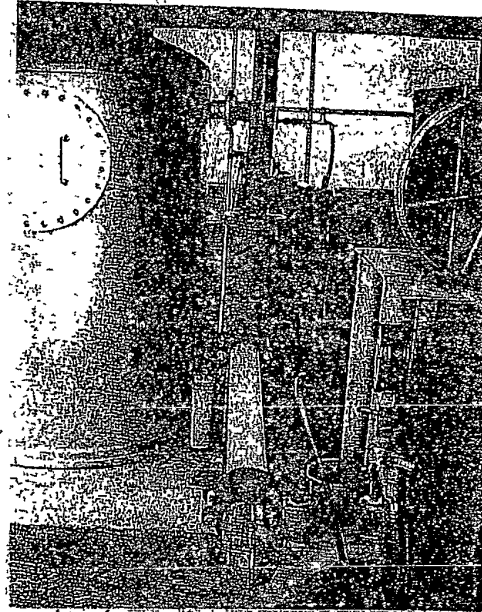
mの池を作り、そこから涵養が試みられましたが、地層条件が適さず、良好な実験結果が得られなかったため、実用性に乏しいと判断されました。

(3) 深井戸（注水井）による井戸涵養

昭和48・49年度に堀山下地区で行われた注水井による人工涵養実験が良好な成果を納めましたので、水田からの地表涵養に並行して、注水井による帯水層への直接的な井戸涵養事業が本格的に行われることになりました。

まず、昭和50年9月に戸川地区において、井戸涵養専用の注水井（秦野市水道1号注水井）が完成しました。1号注水井は、口径450mm、深度85m、注水層は秦野礫層（G4）で、翌年2月まで関連設備の整備が行われました。注水用水としては堀山下浄水場の余剰水道水を利用し、昭和51年4月から注水を開始しました。同年度中に11万 m^3 が注入されました。

続いて、昭和53年3月には秦野市水道2号注水井が完成し、同年4月から注水を開始しました。2号注水井は、口径450mm、深度85mで、1号注水井と同規模ですが、新しい試みが入り入れられました。2号注水井は、曾屋原にある製菓工場（株）不二家の敷地内に設置されました。その理由は、同工場が敷地内



写真－7 秦野市水道2号注水井

にある2本の工業用井戸から地下水を揚水して、冷却水として利用していたことにあります。この温排水を井戸涵養の注水用水として再利用することに着目したのです。注水に当たり温排水の地下水温への影響が心配されましたが、特に影響は認められませんでした。そこで、注入水の水質についてのみ、ろ過機、滅菌機を設置して、飲料水の水質基準内におさまるよう措置しました。

注水井による井戸涵養は、1号注水井・2号注水井からの地下水涵養量が年間70万 m^3 余に達した時期（昭和54・55年度）もありましたが、水道需要が急増するに従って注水用水の確保難などの問題を抱えています。

(4) 雨水浸透による地表涵養

昭和50年代半ばになると、前述の2種類の人工涵養は、それぞれに問題が生じ、事業の展開が望めなくなってきました。そこで、昭和57年7月から、神奈川県温泉地学研究所の助言を得て、秦野盆地に降る年間1,700mmの降水を利用した地表涵養が実験的に開始されました。

この地表涵養事業は、地下水の涵養域において、住居、公共施設、工場等の建

雨水浸透による地表涵養は、一つの装置からの涵養量が小さいこと、目詰まりが起きやすいこと、涵養効果の高い地域に限定されること、浸透水の水質に留意する必要があることなど、いくつかの課題を抱えています。しかし、年間を通じて比較的安定した涵養量が期待でき、目詰まりの防止策を含めて、簡便で経費が安く済むメリットがあります。従って、設置にあたって維持管理に支障のない方法を採用するとともに、設置数を増やすことによって、秦野盆地の地下水の有効な涵養源となることが期待されます。

民家の建造方式

飛み入る風

通風機

図利

新方式に保全
調順実験実養涵人工

154

4 名水「秦野盆地湧水群」

(1) 全国名水百選の選定

昭和60年1月に環境庁（現環境省）が実施した全国名水百選の一つに「秦野盆地湧水群」が選定されました。

全国名水百選判定条件

- 1 水質・水量、周辺環境（景観）、親水性の観点からみて、保全状況が良好なこと。
- 2 地域住民等による保全活動があること。
（1・2 必須条件）
- 3 規模
- 4 事故来歴
- 5 希少性、特異性、著名度等
（以上を勘案している）

名水百選調査検討会

「秦野盆地湧水群」は、『豊富で良質な湧水が多く、用水、水道が古くから発達し、弘法大師の故事があり、現在も21か所で日量8,000 m³を利用し、条例・要綱等で保全に努めている。』ことを選定根拠として、昭和60年1月に選定され、同年7月に認定書が交付されました。

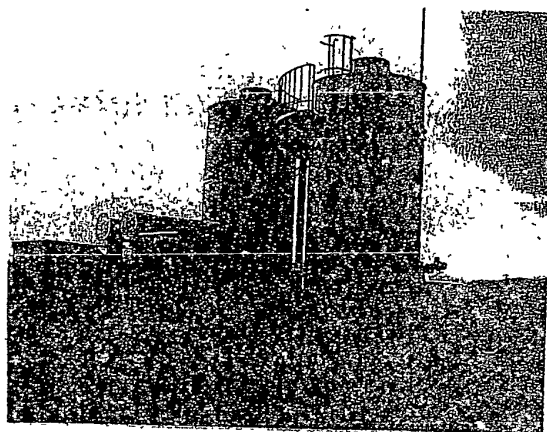
(2) 「おいしい水」と「安全な水道水」

昭和60年に「おいしい水研究会」が「おいしい水の要件」を整理し、水道水のおいしい都市を選定しました。

秦野市は、人口10万人以上の都市の候補に上がっていましたが、昭和58年に工業地域内の水道水源井戸の一部からテトラクロロエチレンが検出されていたため、最終選考で外れてしまいました。

しかし、秦野盆地の地下水は、飲んで

「おいしい水」であり、水道水として活用するため、昭和60年度から順次5か所の配水場に浄水装置を設置して、水道水の安全を確保して利用しています。



写真－9 浄水装置

配 水 場	建設年度	処理水量(m ³ /日)	建設費用(千円)
六 間	昭和60年	4,000	17,000
八 幡 山	昭和63年	11,000	80,000
広 畑	平成4年	7,300	85,490
城 山	平成5年	5,000	76,084
六間（増設）	平成8年	9,100	148,811
落 合	平成9年	1,730	45,990

おいしい水の水質要件	水質項目	数値	養毛配水場の水道水	水道水質基準
	蒸発残留物	30～200 mg/ℓ	84 mg/ℓ	500 mg/ℓ以下
	硬度	10～100 mg/ℓ	56.7 mg/ℓ	300 mg/ℓ以下
	遊離炭酸	3～30 mg/ℓ	—	基準なし
	過マンガン酸カリウム消費量	3 mg/ℓ以下	0.4 mg/ℓ	10 mg/ℓ以下
	臭気度	3 以下	異常なし	異常でないこと
	残留塩素	0.4 mg/ℓ以下	0.3 mg/ℓ	0.1 mg/ℓ以下
	水温	最高 20℃ 以下	16 mg/ℓ	基準なし

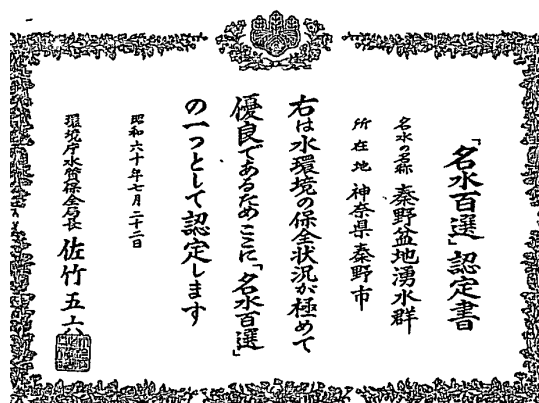
(3) 水に対する市民意識

毎年行われる市民意識調査によると、秦野市が誇れるものとして「緑」と「水」があげられます。

秦野市は、市営水道の7割弱を地下水に依存していること、地下水の湧出域にあたる盆地の南部には多くの個人井戸があり、古くから利用されていること、弘法の清水に代表される秦野盆地湧水群が名水百選に選定されていること、及び市民憲章の一部に「きれいな水とすがすがしい空気、それは私たちのいのちです。」と定めていることなど、水とのかかわりや水に対する意識が大変高い土地柄といえます。



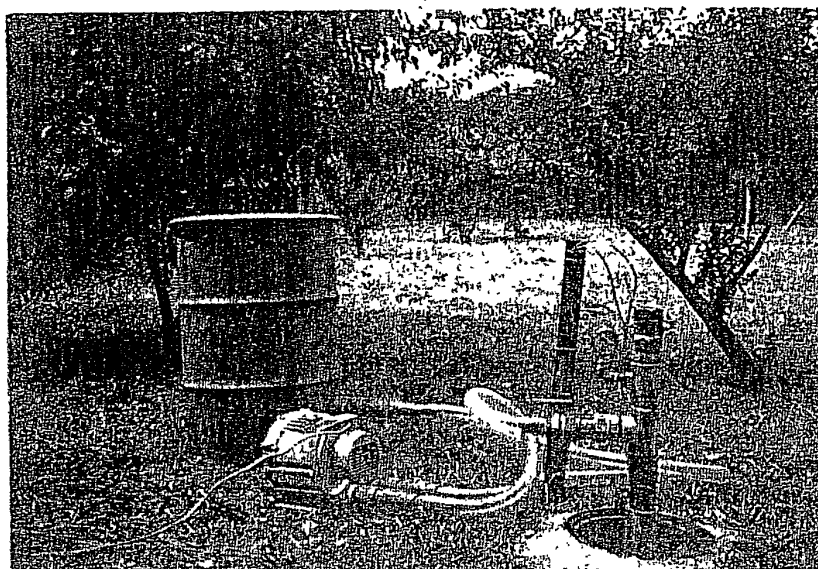
記事－4 平成3年12月28日
神奈川新聞



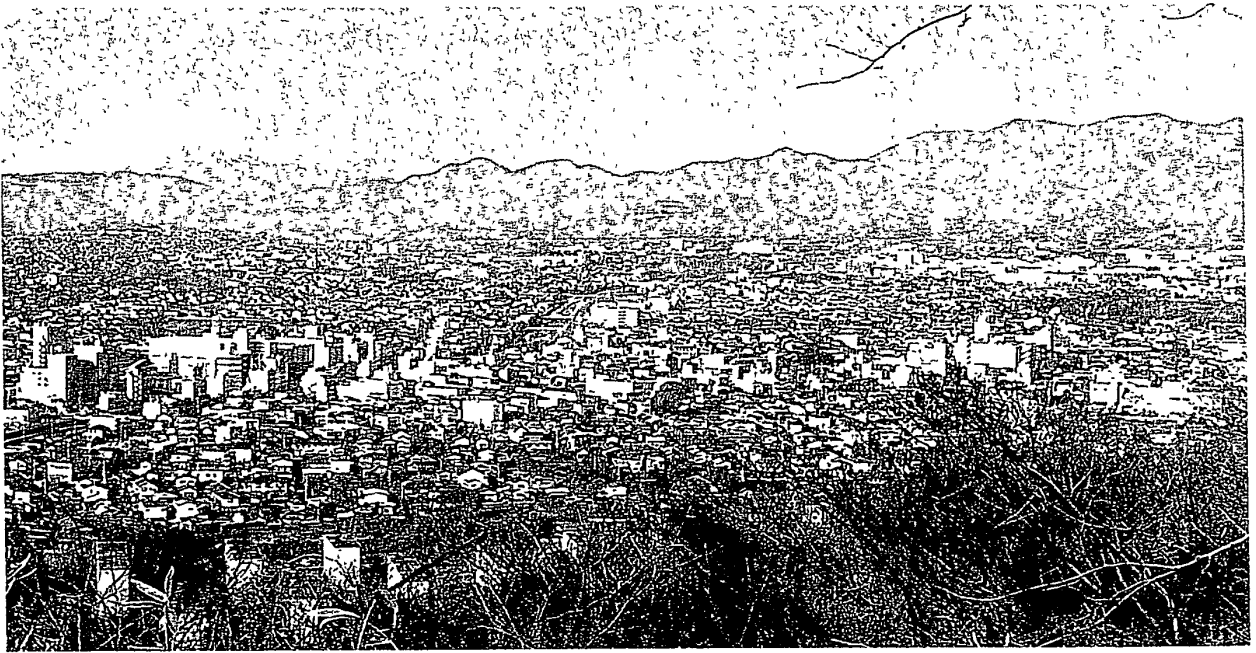
全国名水百選 認定書

秦野市地下水保全事業

写真集

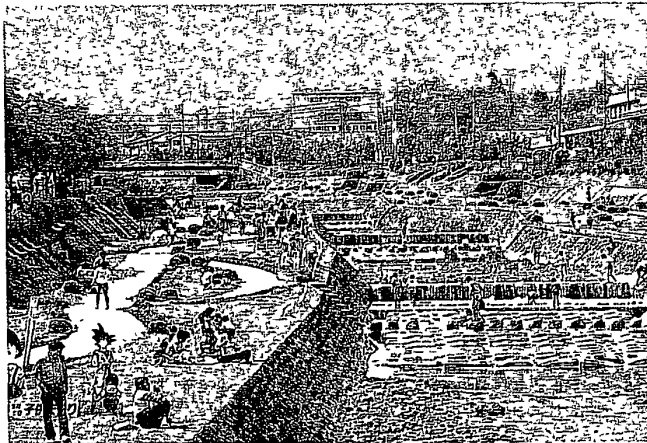


秦野市環境農政部環境保全課



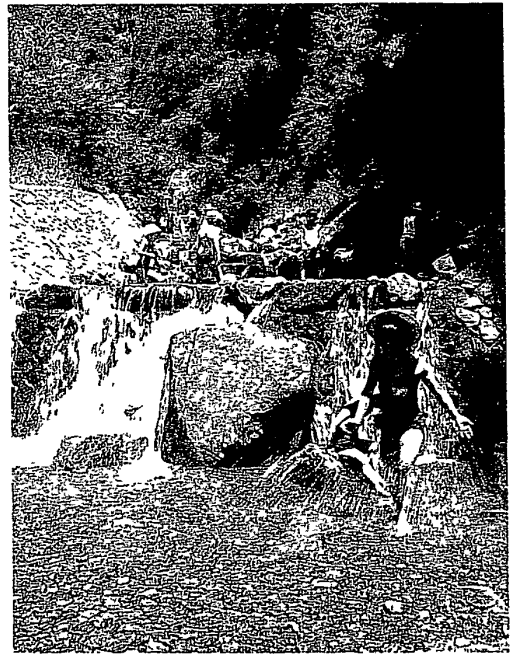
1 浅間山から見た秦野盆地

秦野市は東、北、西の三方を丹沢山地に囲まれ、南方には大磯丘陵と呼ばれるなだらかな台地が東西に走り、典型的な盆地を形成している。



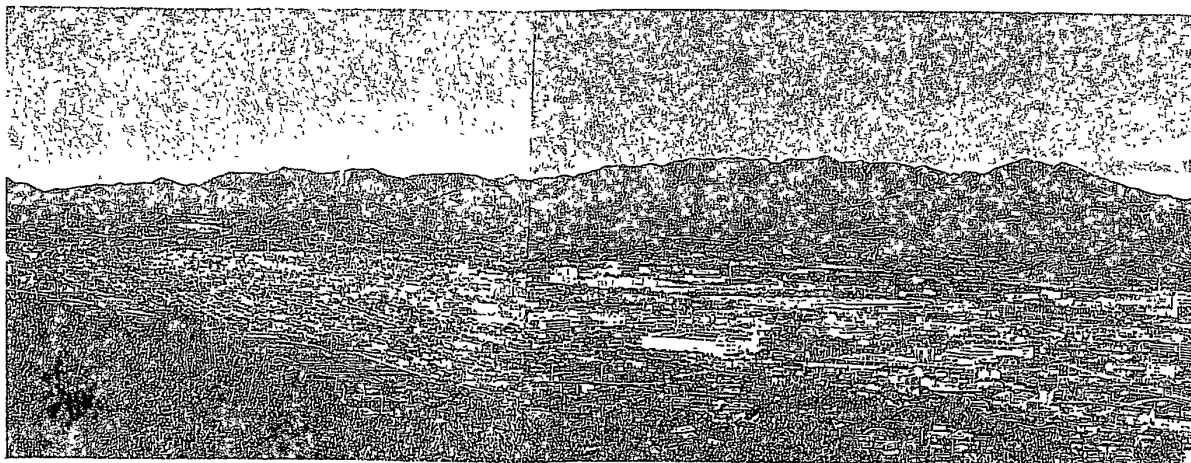
2 盆地中央を流れる水無川

水無川はその名の通り降水時以外は水量が少なく、特に冬の渇水期には盆地中央部で水が地下に浸み込み無くなることもある。地下にもぐった水は伏流水となり、盆地南部で盛んに湧き出しあちこちで泉を見ることができる。



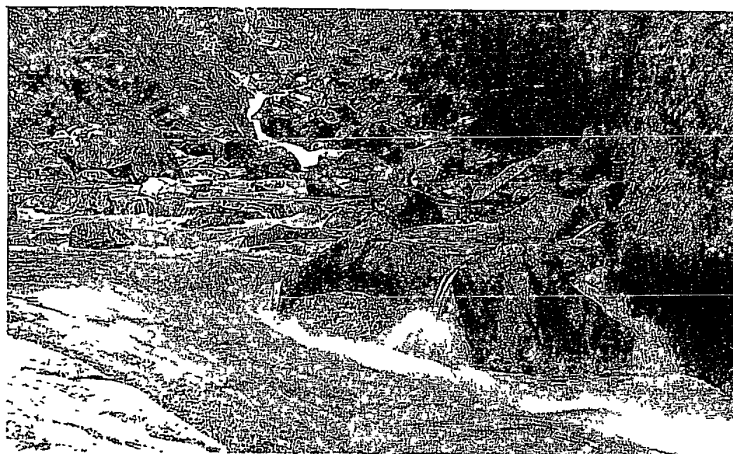
3 葛葉川上流

三ノ塔を源とする葛葉川は、水無川の北側に沿って流れ、水無川と複合扇状地を形成している。この川も水無川と同様、扇頂域から扇央域にかけて一度伏流し、扇端域で地上に湧出している。



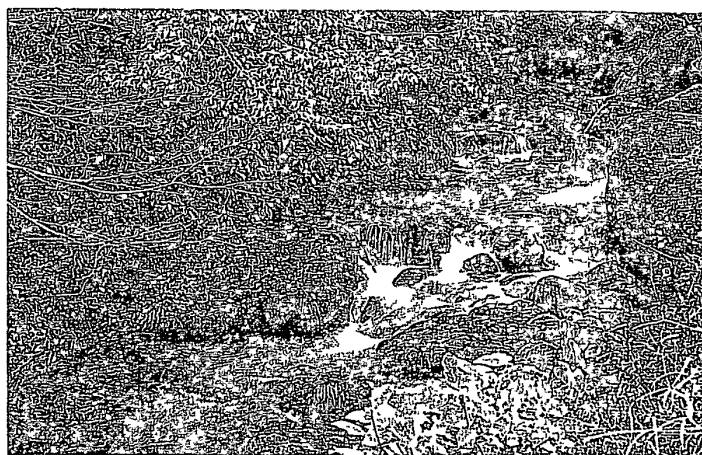
4 大磯丘陵から見た秦野盆地

丹沢山地と大磯丘陵に囲まれた秦野盆地は丹沢に源を発する四十八瀬川、水無川、葛葉川、金目川から流出した土砂や砂れきが厚く堆積し、谷口（扇頂）から盆地の南端（扇端）に向かって緩やかに傾斜した扇状地を形成している。



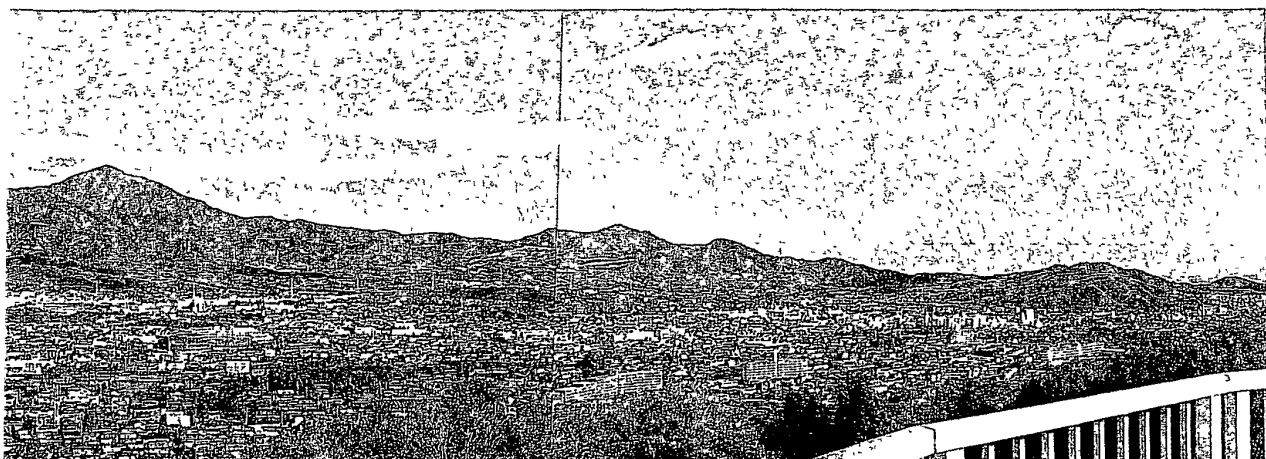
5 四十八瀬川上流

鍋割山を源とする四十八瀬川は、盆地の西端をほぼ北から南へ流れている。この川の上流には古くから三廻部用水と堀川用水が整備され、川に沿って水田が開け地下水の貴重な涵養源となっている。



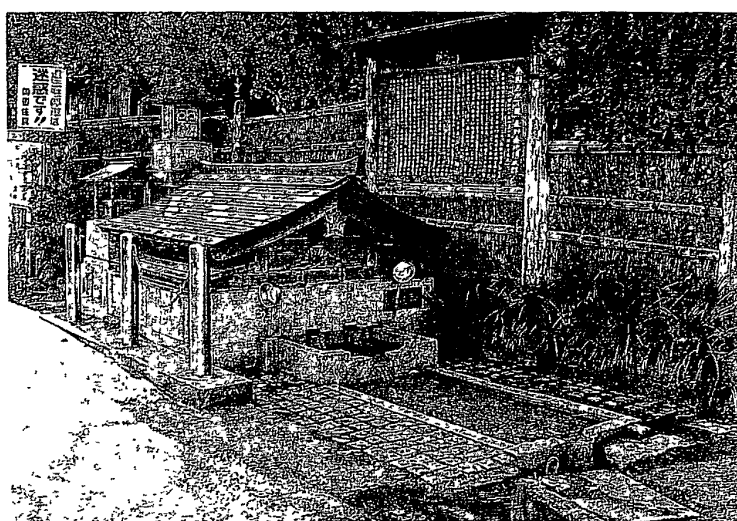
6 金目川上流

大山を源とする金目川は、盆地の東端をほぼ北から南へ流れ、扇端域で水無川、葛葉川、室川と合流し、相模湾に流入している。この川の水は地下浸透が少なく、流域には農業用水が縦横に整備され水田耕作に利用されている。



7 竜神の泉

水無川上流部にある丹沢山地の湧水。古くから雨乞いの霊水として崇められてきた。今でも丹沢名水として知られ登山者のオアシスとなっている。

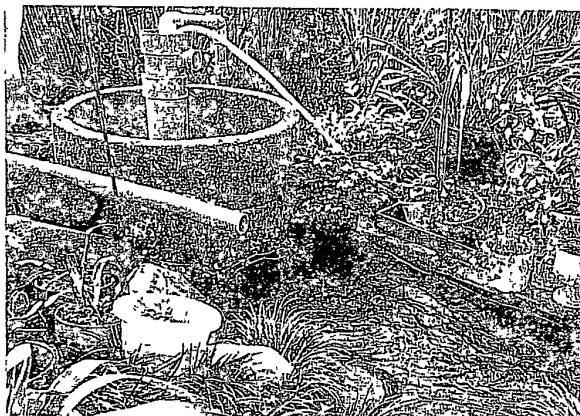


8 弘法の清水

環境庁の「名水百選」に選ばれた秦野盆地湧水群の最も有名な泉。都市化が進んだ今日でも年間を通して日量100㎡の水が湧き出している。また、水温も16.5度前後で安定している。

秦野盆地湧水群の代表的な自噴井・湧水

急速な都市化による雨水浸透域の減少や地球規模の異常気象による渇水が影響し、近年湧出量が減少している。



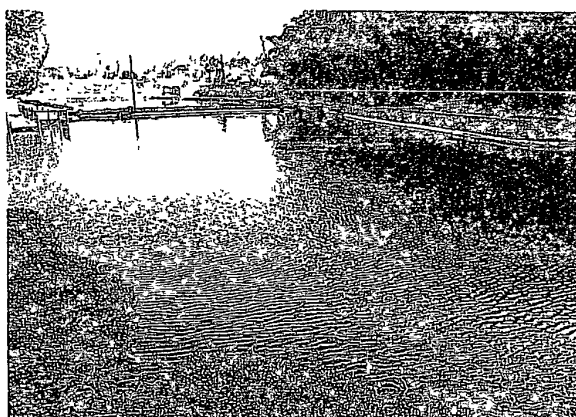
9 平沢地区の自噴井（1）

盆地南部の平沢、今泉地区には多くの家庭に堀抜井戸（自噴井）があり飲料水、生活用水として地下水の恩恵を受けてきた。



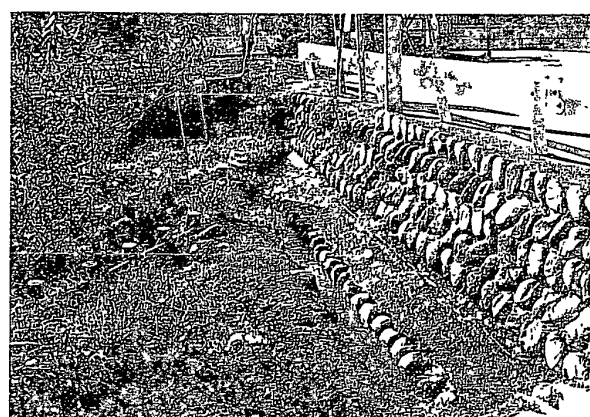
10 平沢地区の自噴井（2）

ここでは地下水が被圧されており、圧力面が地表面より高いため、帯水層まで掘ると地下水が噴出する。



11 今泉湧水池

この池は古代からの水汲み場所であり、現在でも池の中からどこともなく湧き出し、湧出量は秦野盆地湧水群の中で最も多い。



コウガ

12 小藤川湧水

住宅地の中の小さな窪地から地下水の流れのようにゆっくりと浸み出し、身近な水辺空間となっている。



13 向原湧水

大磯丘陵から湧き出たいく筋もの湧水は、小川となって室川に注いでいる。

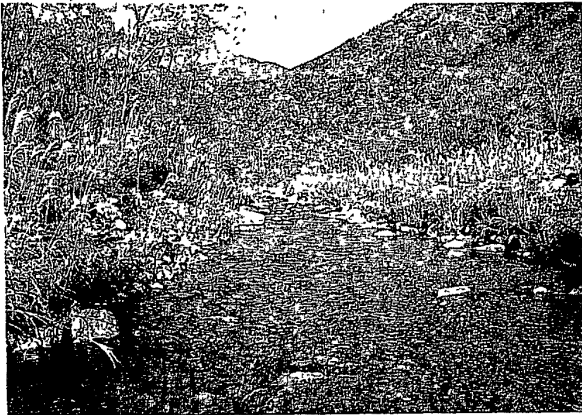


14 荒井湧水

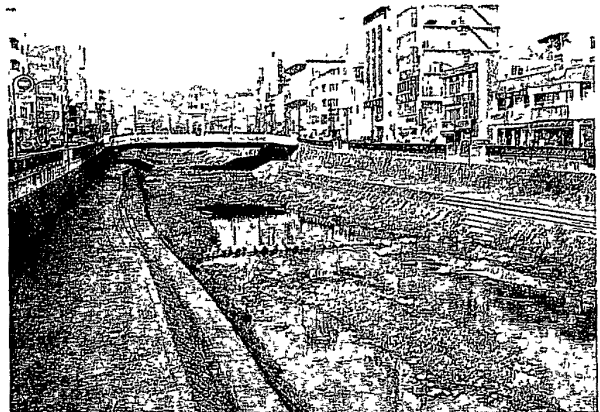
いくつもの湧水があり、秦野駅の南を流れる荒井用水の水源になっている。

秦野盆地を流れる河川

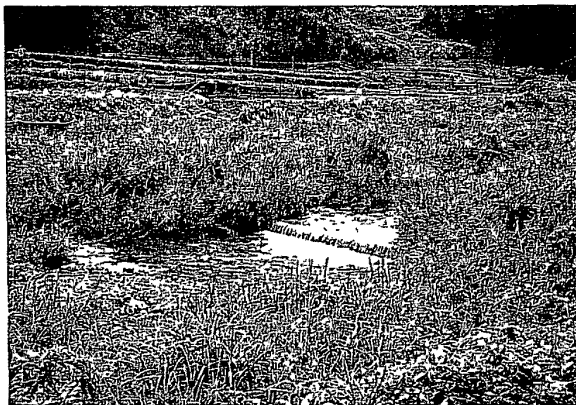
秦野盆地を流れる四十八瀬川、水無川、葛葉川、金目川、室川の主要5河川は、室川を除いていずれも丹沢山地に源を発し、扇状地内を流れるため、水量の変化が大きい。また、盆地南部を流れる室川は、渋沢断層に湧出した地下水が集まってできた河川である。



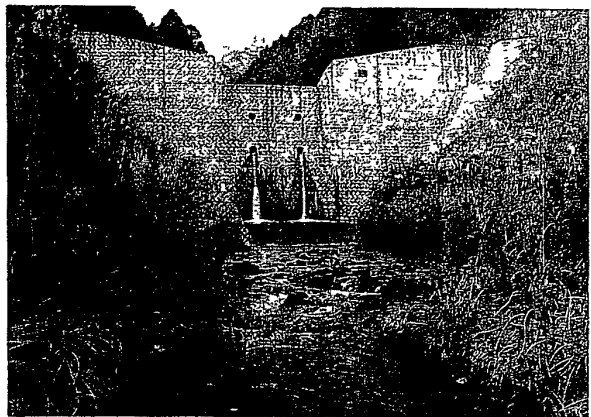
15 水無川上流（猿渡堰堤上）



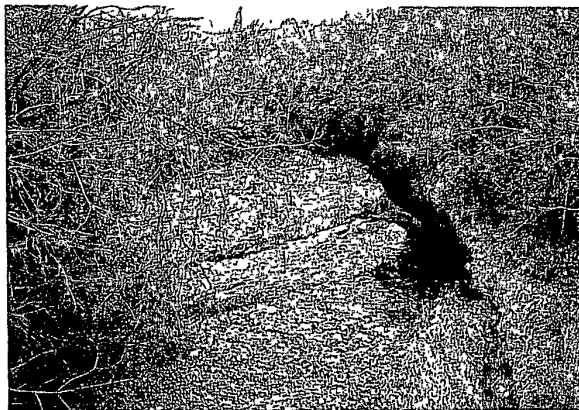
16 水無川（秦野駅前）



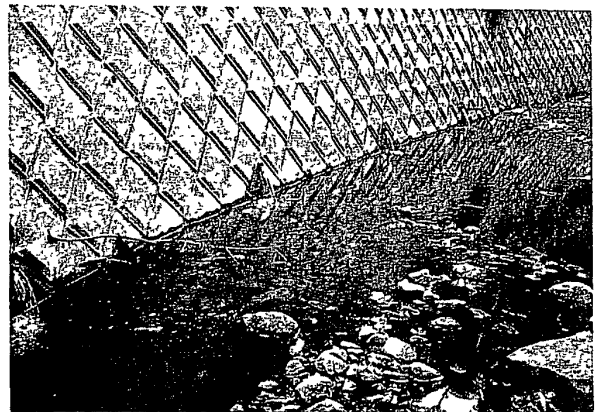
17 四十八瀬川上流（森戸）



18 金目川上流（養毛）



19 葛葉川（葛葉峡谷）

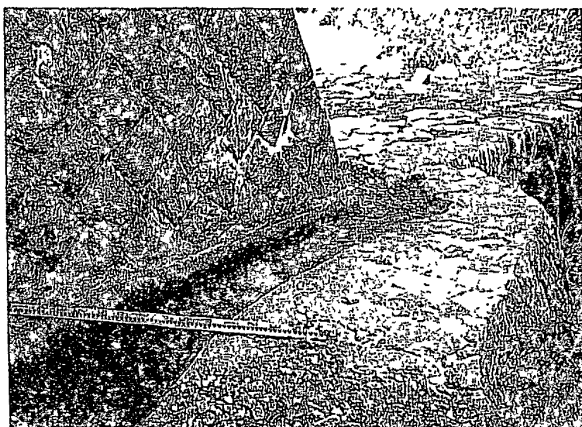


20 室川（芹沢）

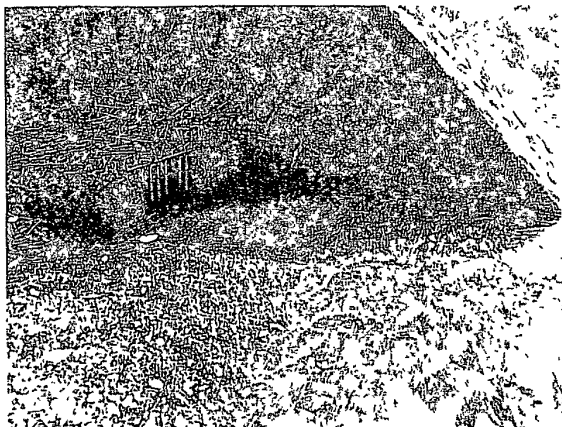
護岸の水抜きパイプから湧水が流れ込んでいる。

扇頂域の農業用水

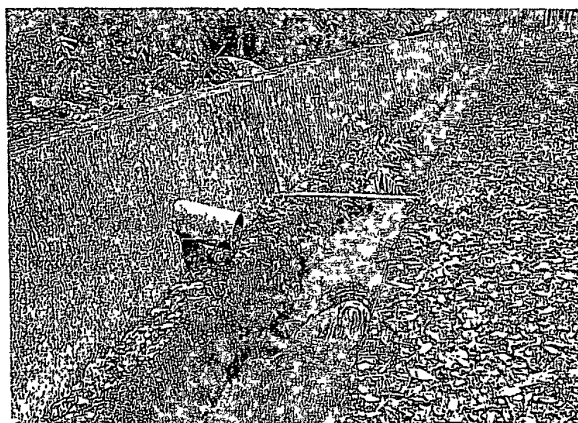
農業用水は、水田耕作や流域自治体の防火用水として利用されており、地下水涵養域での人工涵養水源としての活用を検討している。



2 1 堀山下農業用水取水口



2 2 戸川農業用水取水口



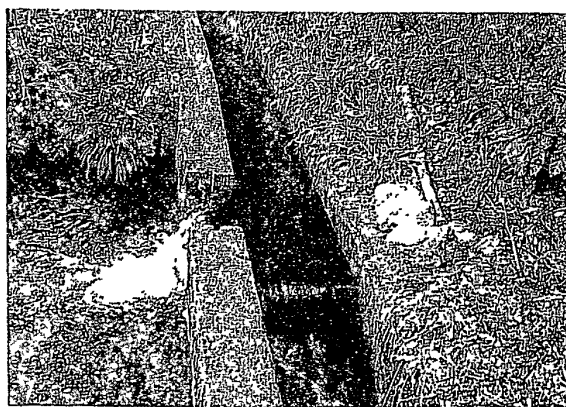
2 3 堀山下農業用水



2 4 戸川農業用水



2 5 三廻部農業用水



2 6 堀川農業用水

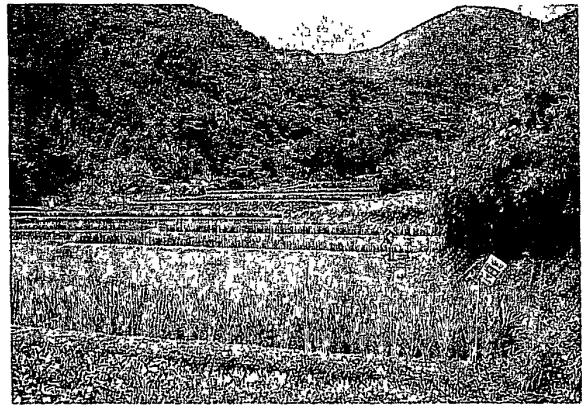
地下水の涵養と水循環の改善事業

秦野盆地の地下水涵養は、地下水を造る事業の上で大きな財産であり、日々のわずかな地下水涵養が豊富な地下水へと発展する。このような秦野市独自の地域水循環管理システムの構築が求められている。



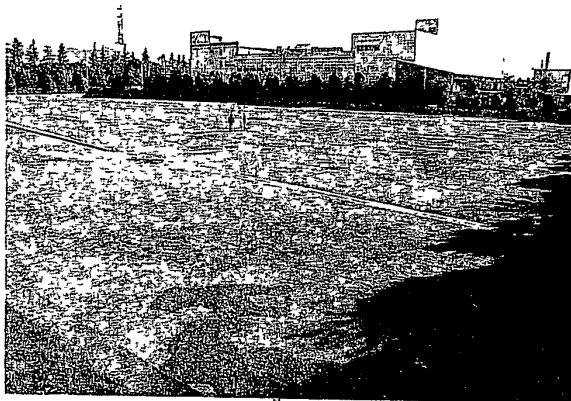
27 扇頂域の水田（水無川の上流域）

人口の増加や工業団地の形成などにより昭和45年に339haあった水田面積は、平成7年には176haに減少している。



28 扇頂域の水田（金目川の上流域）

秦野盆地の水田は、表流水が確保できる扇頂域と地下水が湧出する扇端域に偏って分布している。



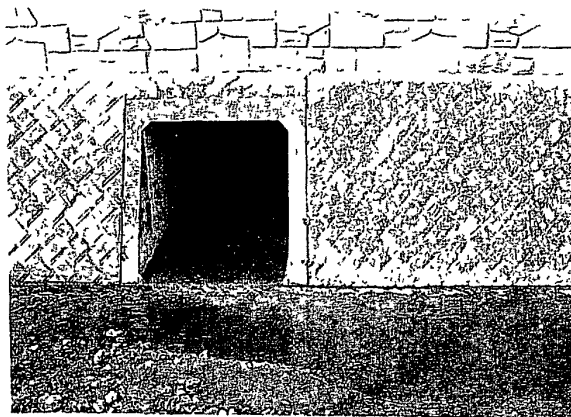
29 堀山下調整池（面積13,881㎡）

古水無川の地下水脈の真上にあるため浸透性が高く、人工涵養施設の候補地として最適である。



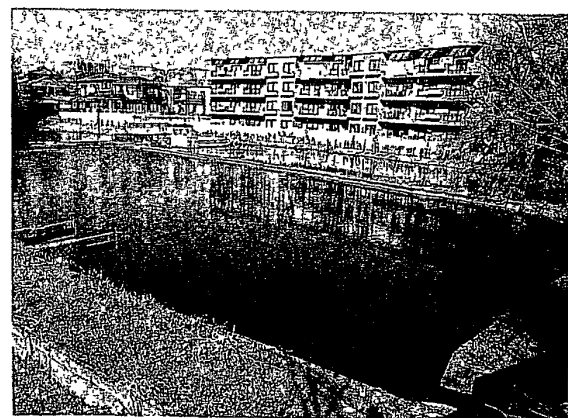
30 矢坪沢（戸川）

沢の底部を水の浸透しやすい構造に整備し、自然を活かした地下水の浸透地として期待できる。



31 室川第8雨水幹線

南地区で湧出する地下水の多くがここから室川へ流れる。この水をポンプアップし、水無川に清流を造る水資源として活用する。



32 今泉湧水池

室川第8雨水幹線とは隣接しており、水無川清流づくりの拠点として期待できる。

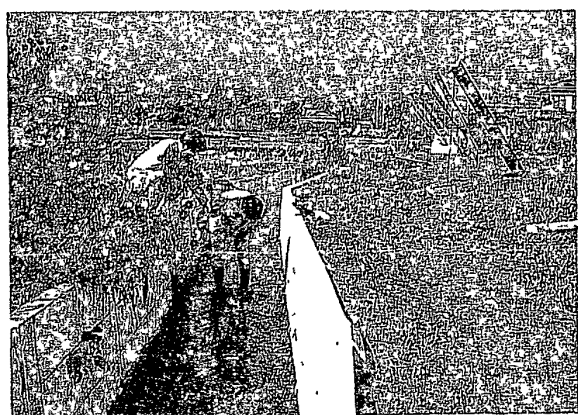
湧水、農業用水、河川の水量測定



33 平沢地区自噴井



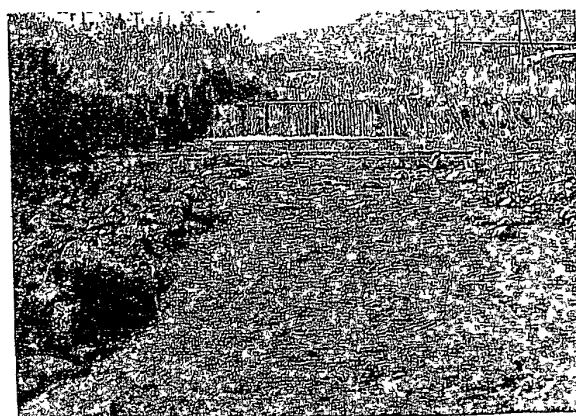
34 小藤川湧水



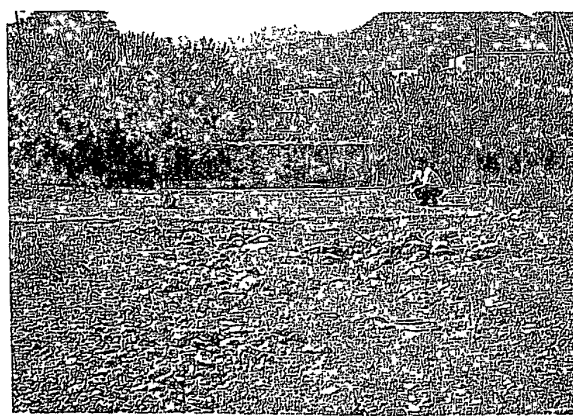
35 堀山下農業用水



36 水無川上流



37 降雨後の水無川（扇頂～扇央域・平和橋付近）



38 左写真と同一地点
表流水が伏流した水無川

調査手法（１）



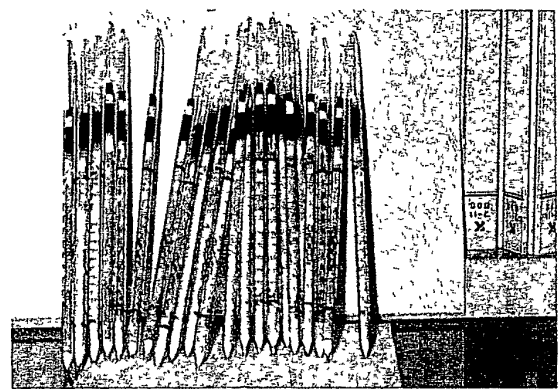
電動ドリルによる土間コンの穴開け



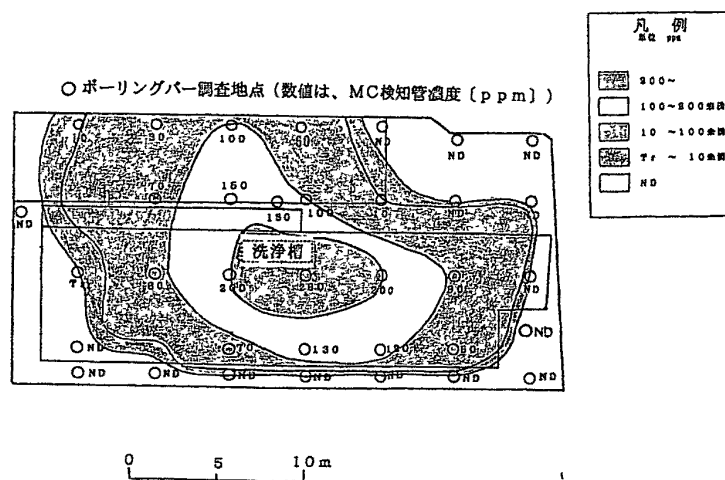
ボーリングバー打込み



アダプター挿入・検知管測定

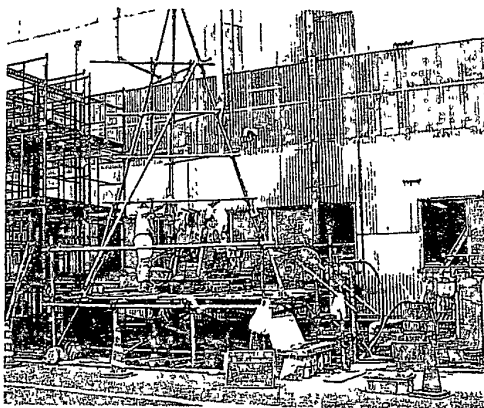


測定後のPC E検知管

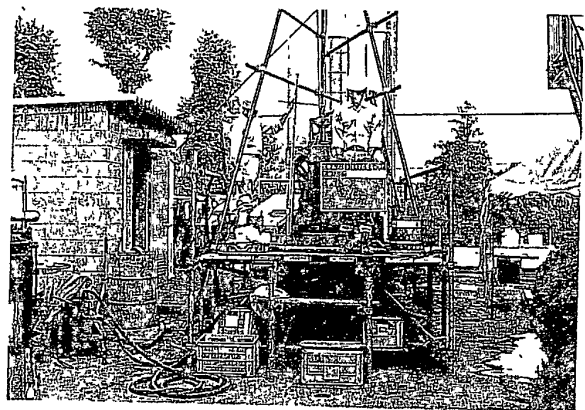


表層汚染分布図

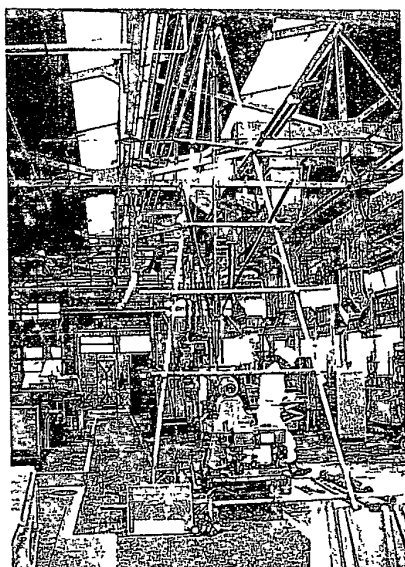
調査手法（２）



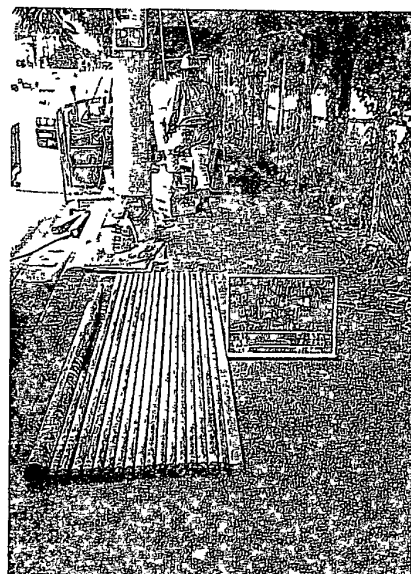
無水による機械ボーリング



無水による機械ボーリング



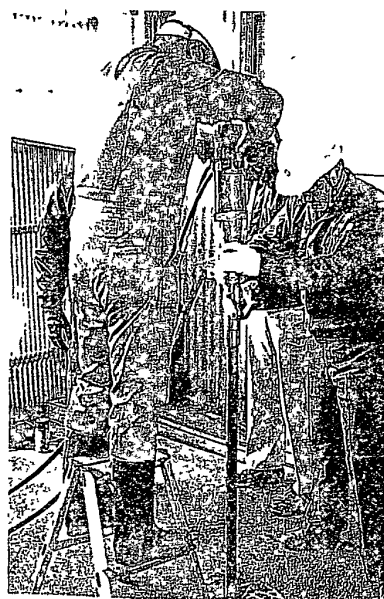
無水による機械ボーリング（建屋内）



機械ボーリング ロッドとコアチューブ



打撃貫入式ボーリング（スクスク）

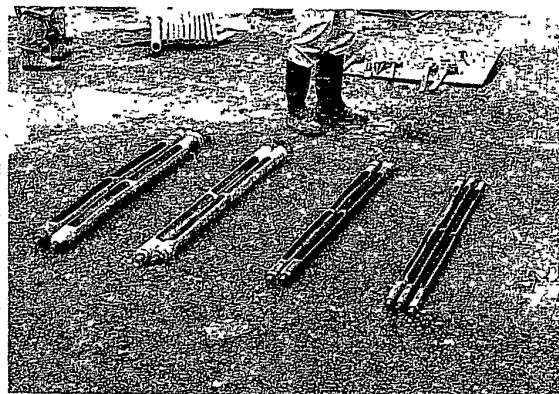


打撃貫入式ボーリング（油圧式）

調査手法（３）



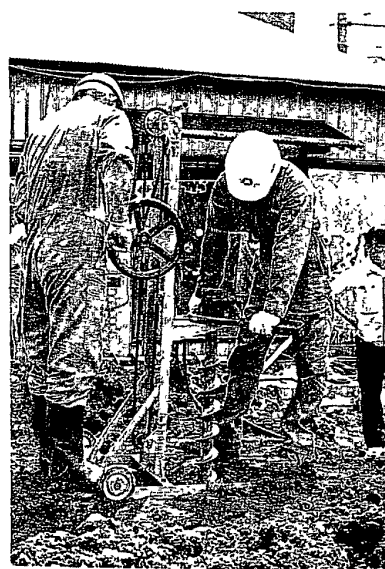
サンプラーの引抜き



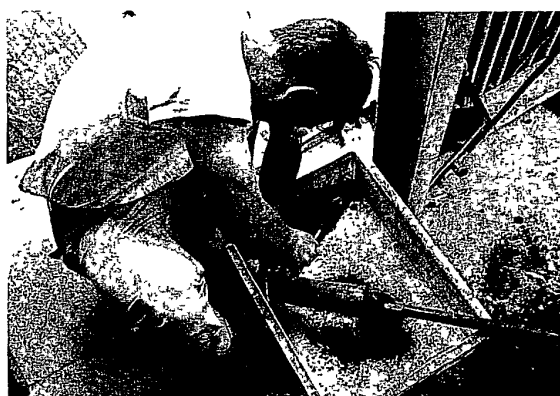
サンプラー 口径80・60・50・35mm



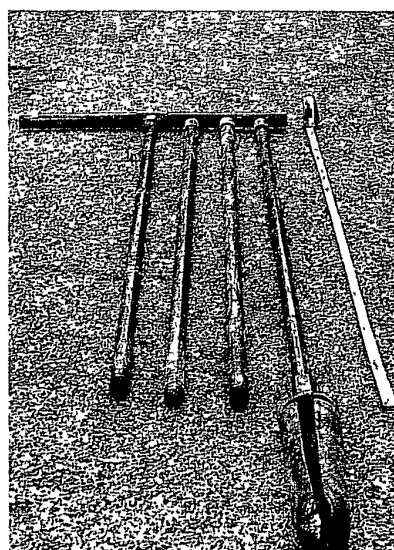
ハンドオーガーボーリング



油圧オーガーボーリング

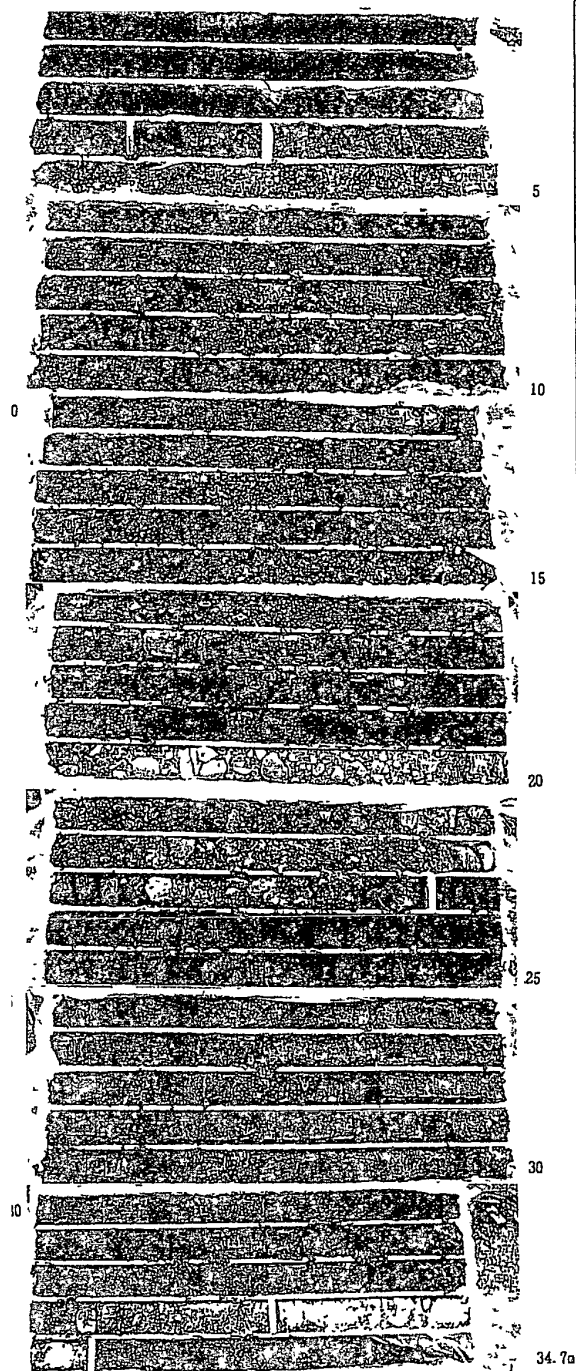


試料の採取



ハンドオーガー ロッドとサンプラー(4.3m分)

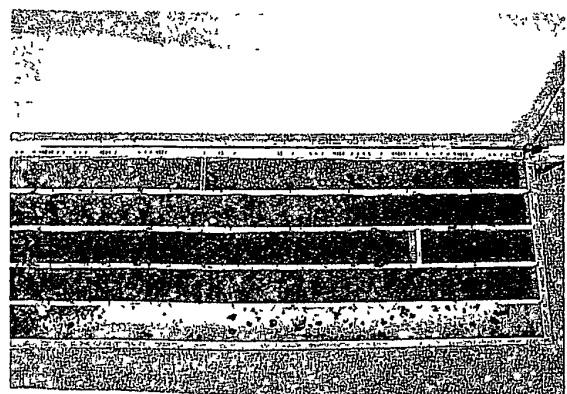
調査手法 (4)



ボーリングコア（機械ボーリング）
〔ローム層と礫層の互層になっている様子がよく分かる。10.85～10.90mの黄白色部分（層厚薄く、綿密な観察を必要とする。この写真での確認は無理。）は、約2万2千年前の始良Tn火山灰（AT）、33.55～34.1mの白い部分は、約5万年前の東京軽石層（TP）でいずれも年代を知る鍵層として重要。〕

深 尺	深 度	深 度	深 度	柱 状 図	地 質 名	観 察 記 事	地 層 区 分
17	0.00	0.00	0.00	△	土	0.00-1.00m 所収	土
18	1.00	1.00	1.00	△	土	1.00-1.50m 所収	土
19	1.50	1.50	1.50	△	土	1.50-2.00m 所収	土
20	2.00	2.00	2.00	△	土	2.00-2.50m 所収	土
21	2.50	2.50	2.50	△	土	2.50-3.00m 所収	土
22	3.00	3.00	3.00	△	土	3.00-3.50m 所収	土
23	3.50	3.50	3.50	△	土	3.50-4.00m 所収	土
24	4.00	4.00	4.00	△	土	4.00-4.50m 所収	土
25	4.50	4.50	4.50	△	土	4.50-5.00m 所収	土
26	5.00	5.00	5.00	△	土	5.00-5.50m 所収	土
27	5.50	5.50	5.50	△	土	5.50-6.00m 所収	土
28	6.00	6.00	6.00	△	土	6.00-6.50m 所収	土
29	6.50	6.50	6.50	△	土	6.50-7.00m 所収	土
30	7.00	7.00	7.00	△	土	7.00-7.50m 所収	土
31	7.50	7.50	7.50	△	土	7.50-8.00m 所収	土
32	8.00	8.00	8.00	△	土	8.00-8.50m 所収	土
33	8.50	8.50	8.50	△	土	8.50-9.00m 所収	土
34	9.00	9.00	9.00	△	土	9.00-9.50m 所収	土
35	9.50	9.50	9.50	△	土	9.50-10.00m 所収	土

柱状図

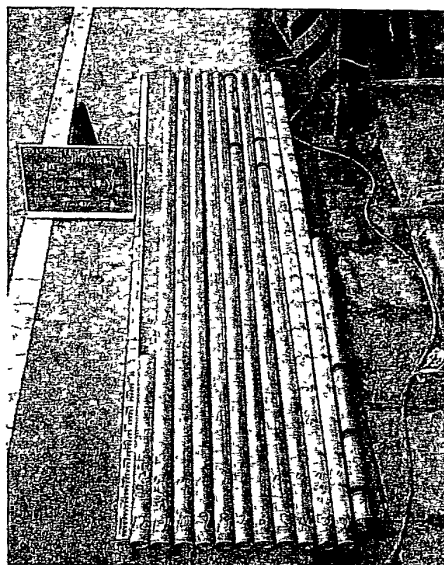


169 ボーリングコア（ハンドオーガー）

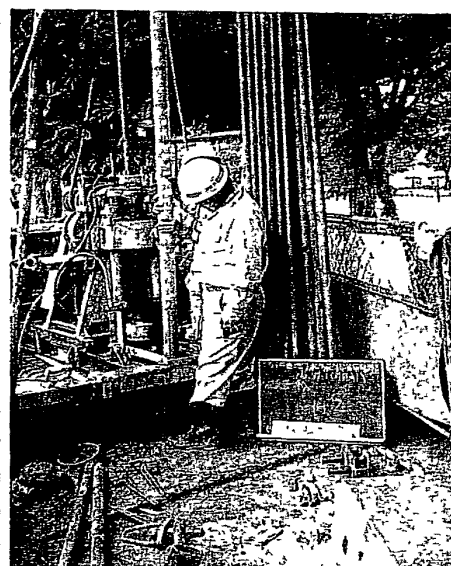
調査手法（５）



調査孔をガス吸引井として活用
(塩ビ管VP50の挿入)



観測井用塩ビ管（VP65）43m分



観測井用塩ビ管の挿入



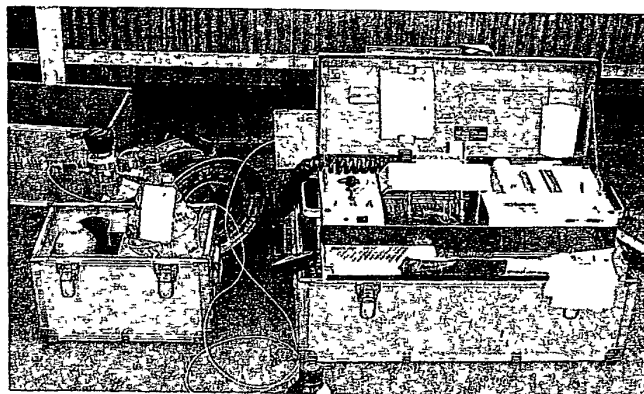
試料20gを秤量



試料20gを200mlの蒸留水が入ったメジューム
ビン（容量500ml）に入れ振とう



携帯用ガスクロにより現場分析



PID（光イオン化検出器）を搭載した携帯用ガスクロ

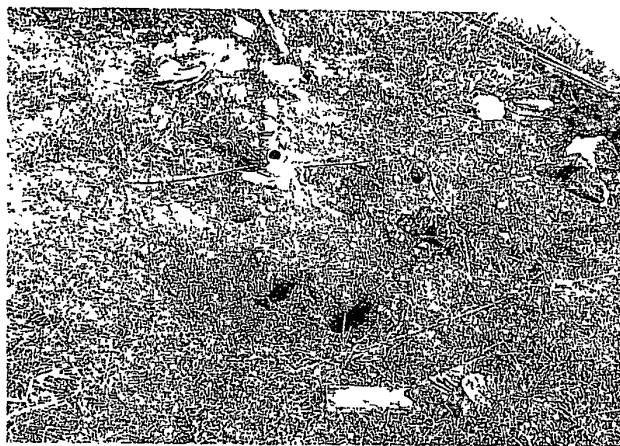
浄化手法（１）



掘削範囲（3 m×5 m 深さ2 m）



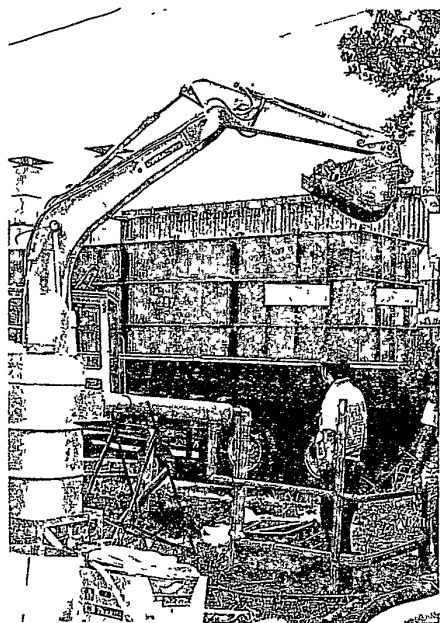
汚染土壌30 m³を掘削（15 m³、深さ2 m）



掘削範囲（2 m×2 m 深さ2 m）



旧廃品置場の掘削（溶剤を含んだウエス等の廃品により土が変色している様子が分かる。）



汚染土壌のコンテナ搬出



土壌の入替え

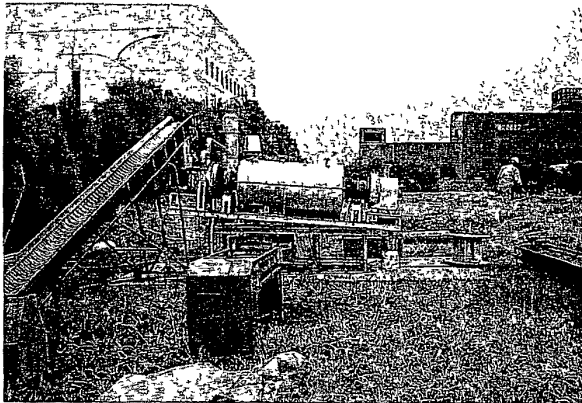
浄化手法（２）



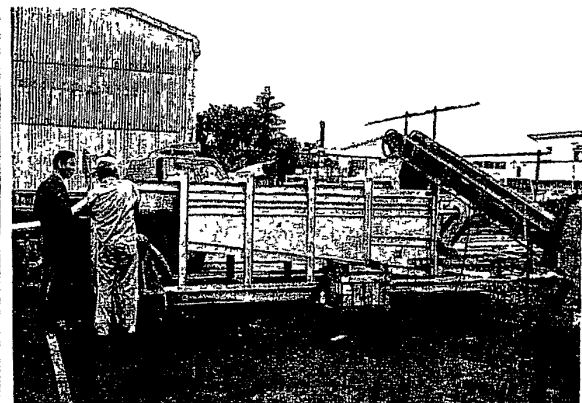
汚染土壌の掘削（掘上げ土壌は低温加熱処理へ）



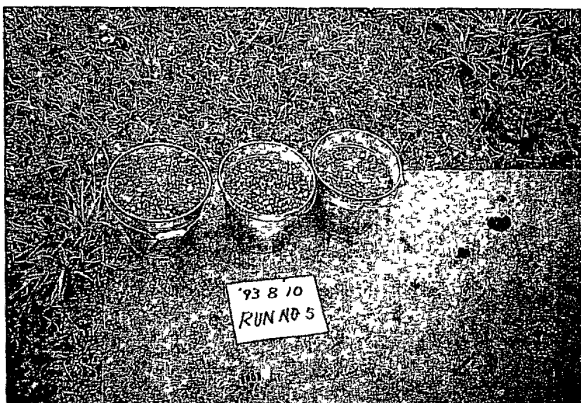
黒ボク土とローム層の境（深さ4m）まで掘削



低温加熱処理装置（ロータリーキルン式）



低温加熱処理装置（スクリュウコンベヤ式）

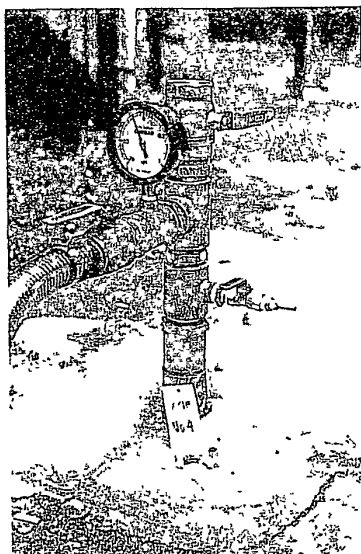


ロータリーキルンにより135℃で加熱された処理土壌

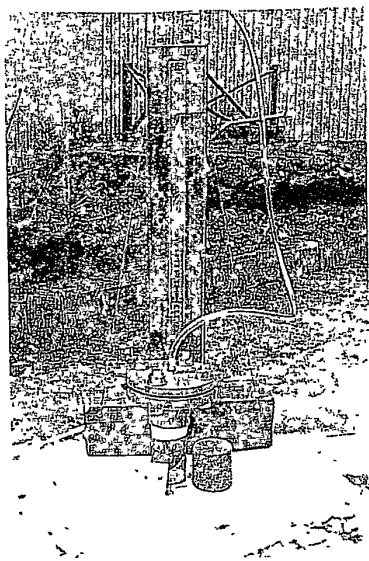


ロータリーキルンにより185℃で加熱された処理土壌

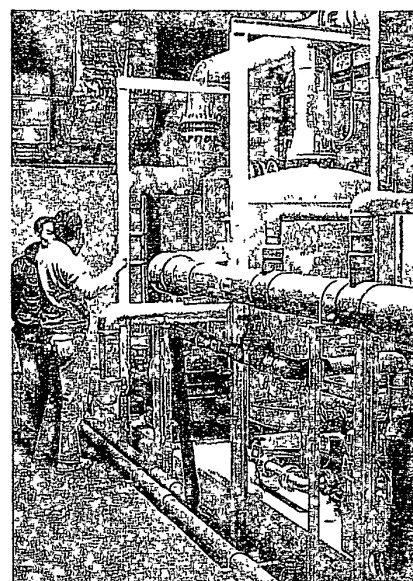
浄化手法（３）



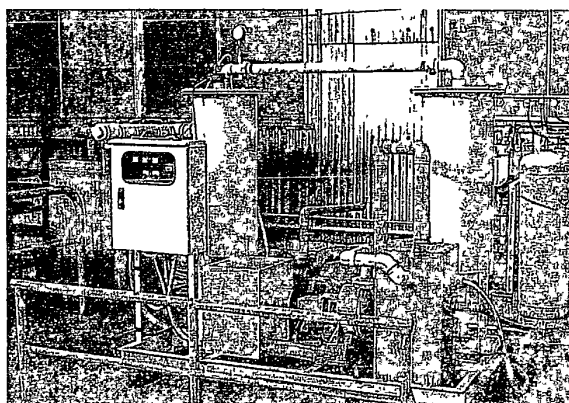
ガス吸引井（連結はサクションホース）



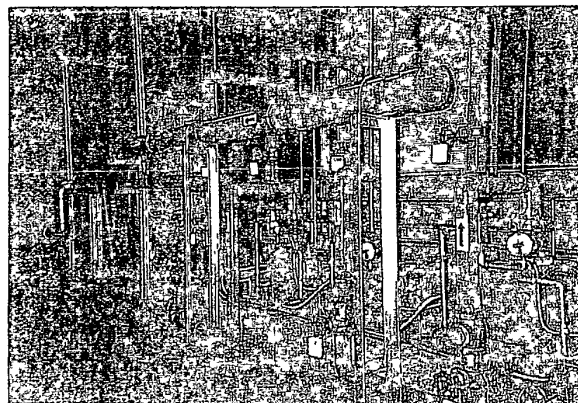
負圧観測井（マンメータによる観測）



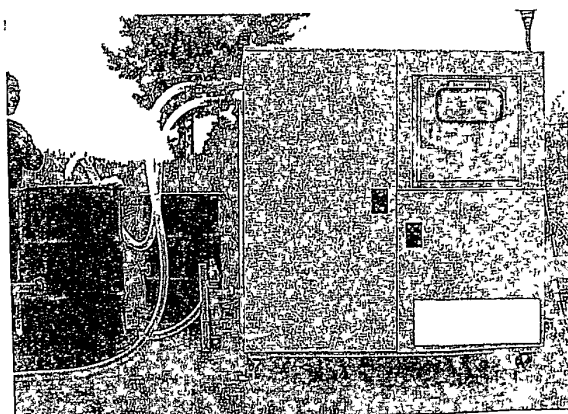
真空抽出プラント（中央のタンクは気流が調節）



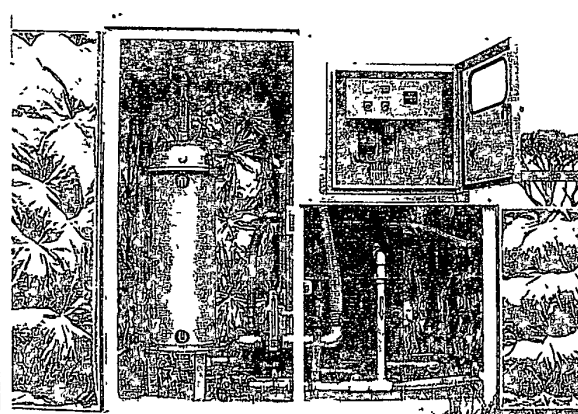
市が所有する 5 . 5 k w の真空抽出装置（貸出用）



真空抽出プラント（樹液真空ポンプ 7.5、5.5kw各2基）

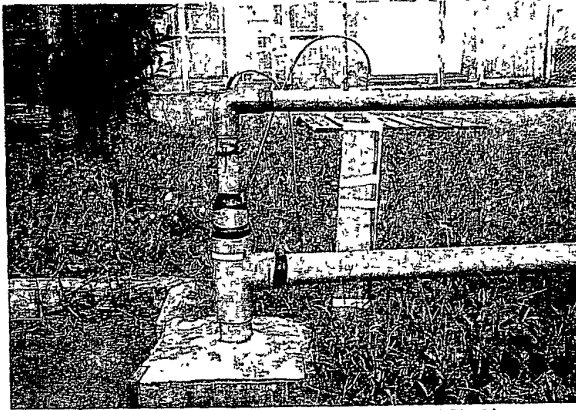


市が所有する 1 . 5 k w の真空抽出装置（貸出用）

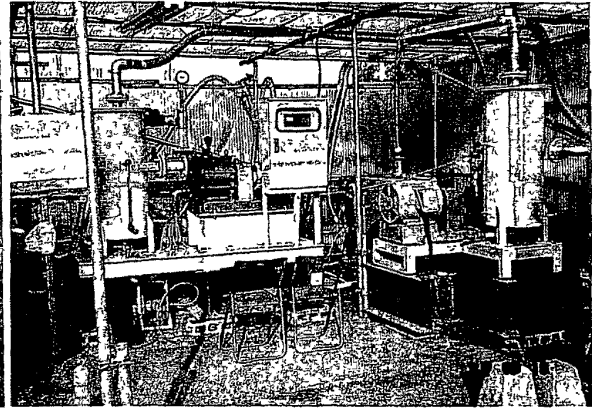


1 . 5 k w 真空抽出装置の内部

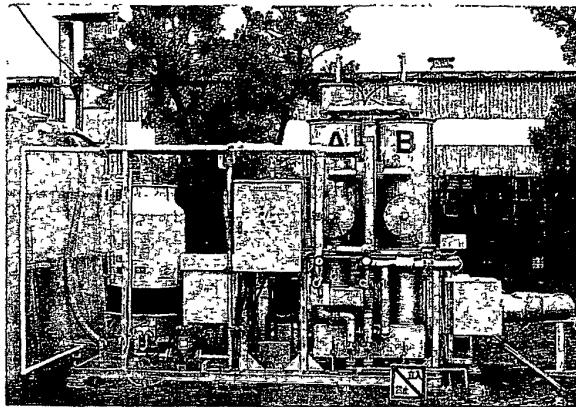
浄化手法（４）



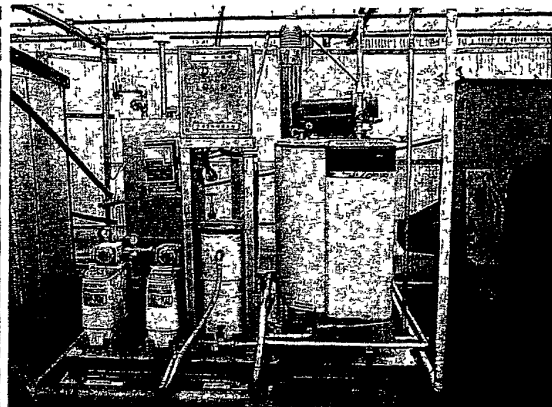
二重吸引管（第一礫層、第二礫層用）



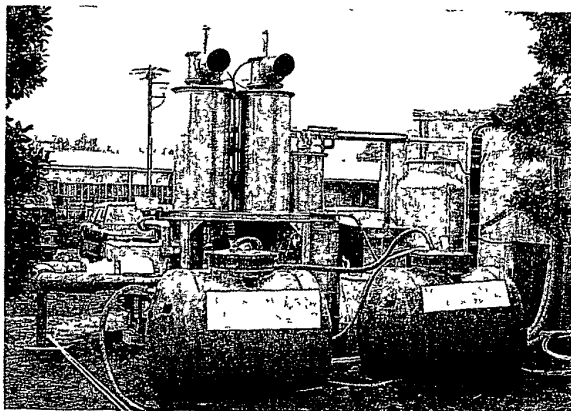
7.5kwの真空抽出装置 2台



繊維状活性炭（Kフィルター）の溶剤回収装置

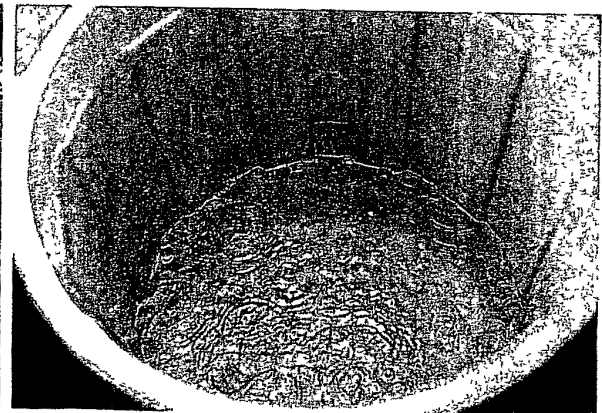


Kフィルターに吸着した溶剤を脱着させるため
蒸気を送るボイラー



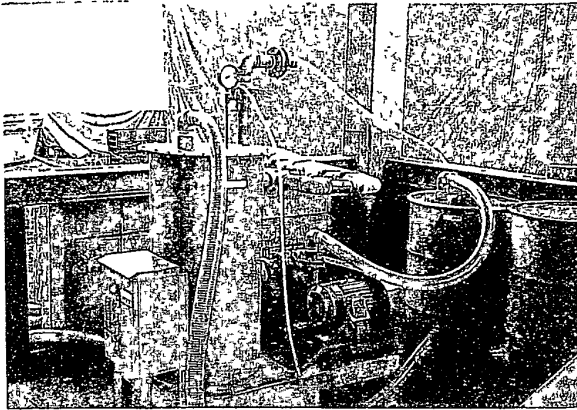
Kフィルター溶剤回収装置（後面）

〔水槽は、水封式真空ポンプの循環水と脱着に用いた蒸気（原液分離後の飽和水）を同時にパッキ処理する。パッキにより分離されたPCEガスは、再びKフィルターで処理する。〕

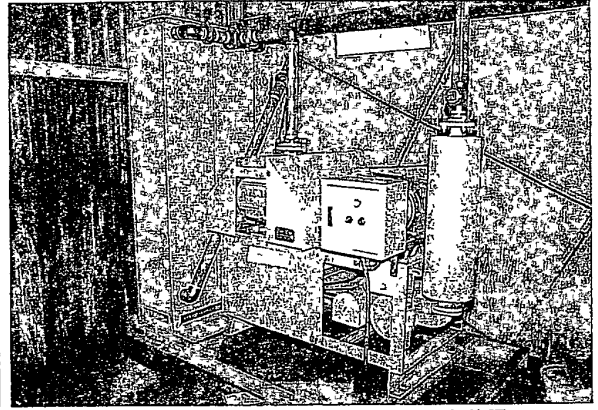


Kフィルターから蒸気により脱着回収されたPCE原液(99%以上)

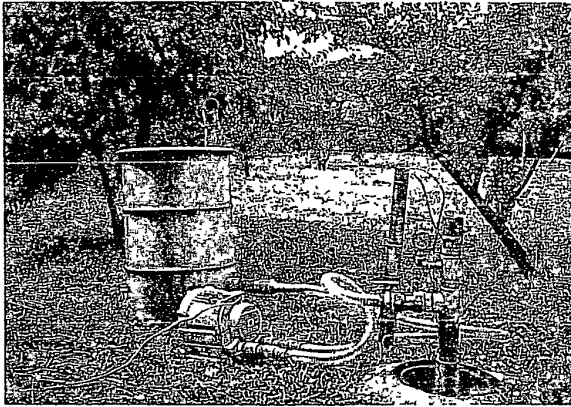
浄化手法（５）



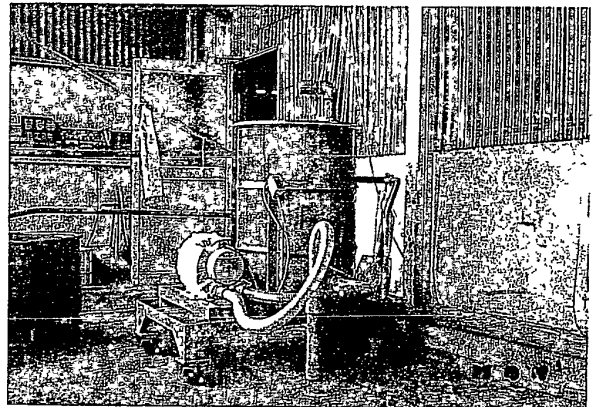
ルーツブロワ 3.7 kW の真空抽出装置



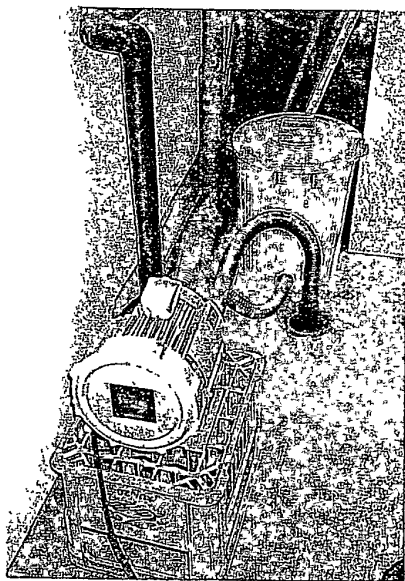
ルーツブロワ 7.5 kW の真空抽出装置



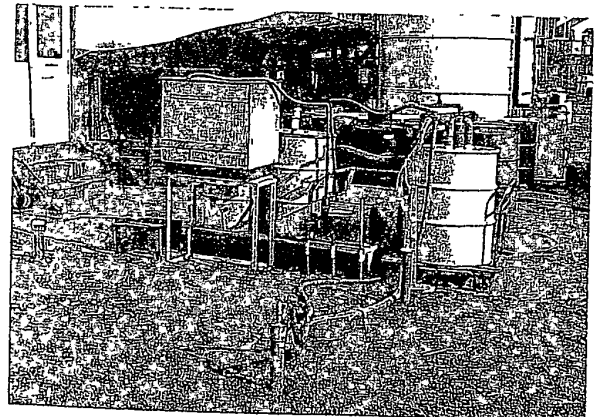
市が考案した簡易浄化システム（貸出用）



台車に載せた簡易浄化システム



クリーニング店の簡易浄化システム

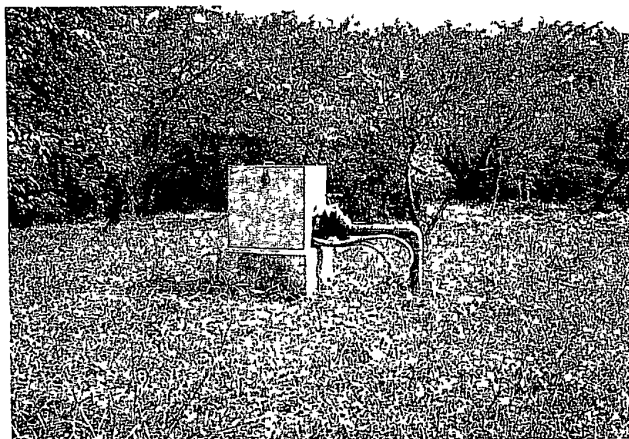


ガスと水を同時に処理する簡易浄化システム

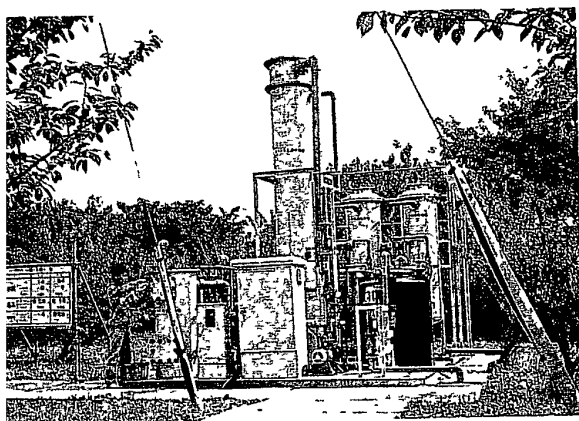
人工透析的浄化手法（１）



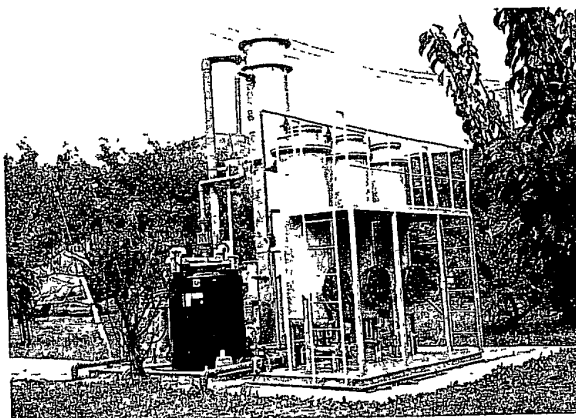
揚水ポンプ（３．７KW）の建込み



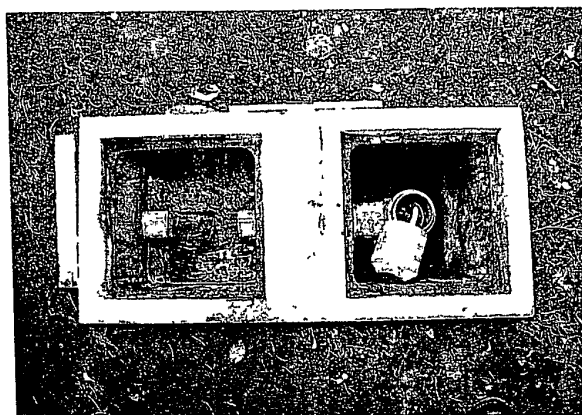
揚水井（ストレーナ位置 28~42m）



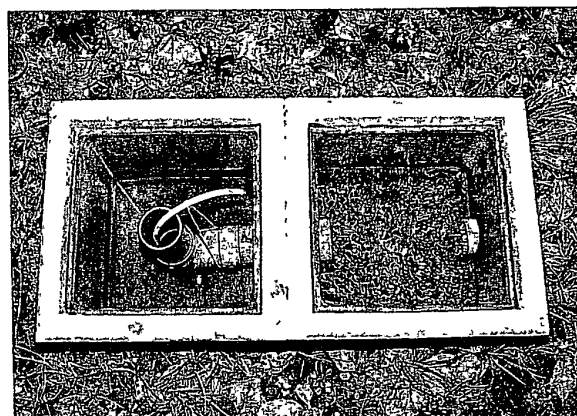
地下水人工透析装置（処理能力240㎥/日として設計）



地下水人工透析装置（後側）

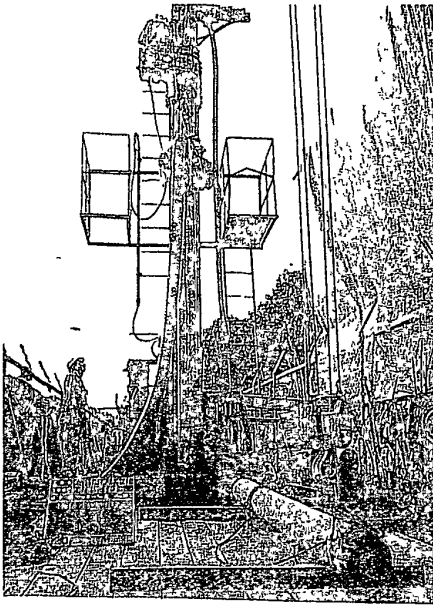


還元井（A-17）の注入状況（この井戸で144㎥/日を注入）

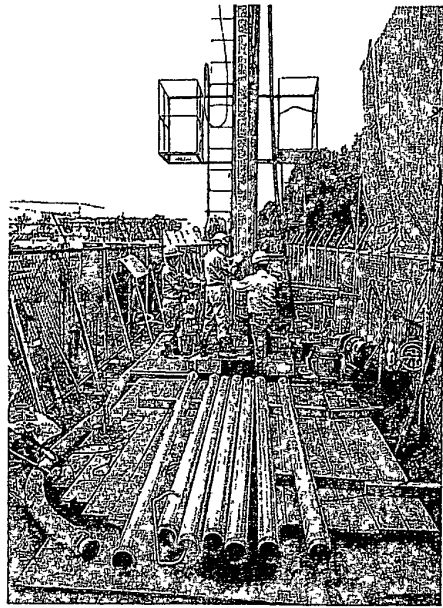


還元井（A-6）の注入状況（この井戸で48㎥/日を注入）

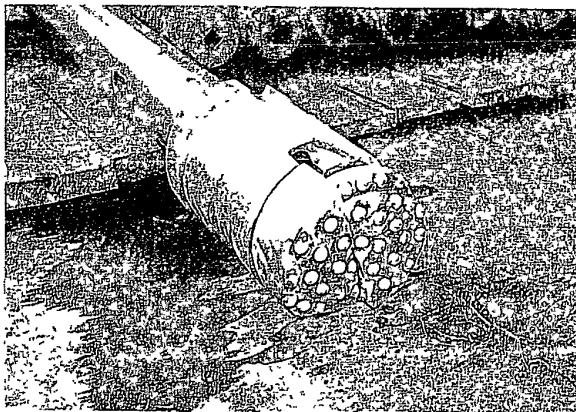
人工透析的浄化手法（２）



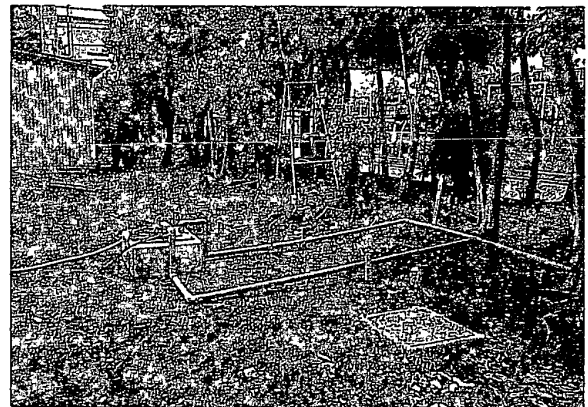
高速ボーリングマシンによる還元井の掘削



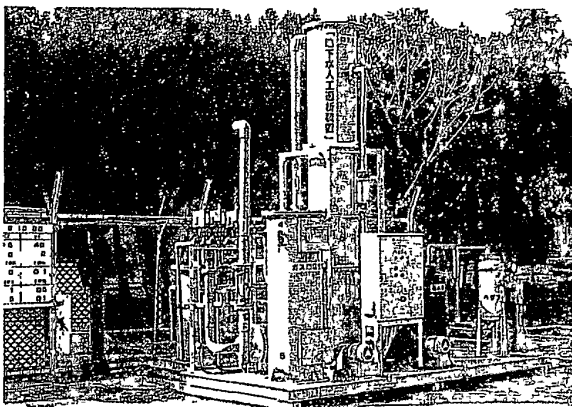
還元井用塩ビ管（VP125mm）の建込み



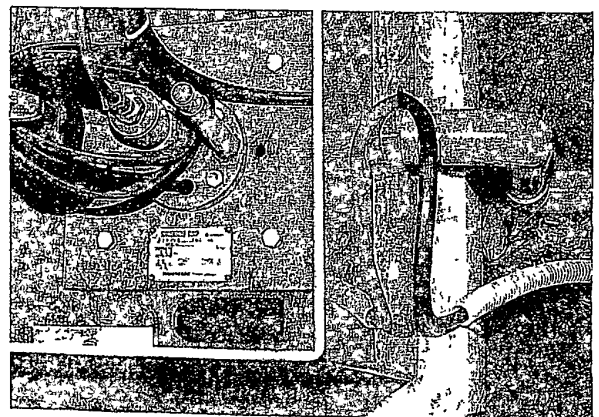
高速ボーリングマシンのビット（径 237mm）



揚水井（ストレージ量 21~33m）



地下水人工透析装置（処理能力120m³/日として設計）



還元井の注入状況（この井戸で120m³/日を注入）

附件七

土壌・地下水調査の考え方

平成13年10月25日

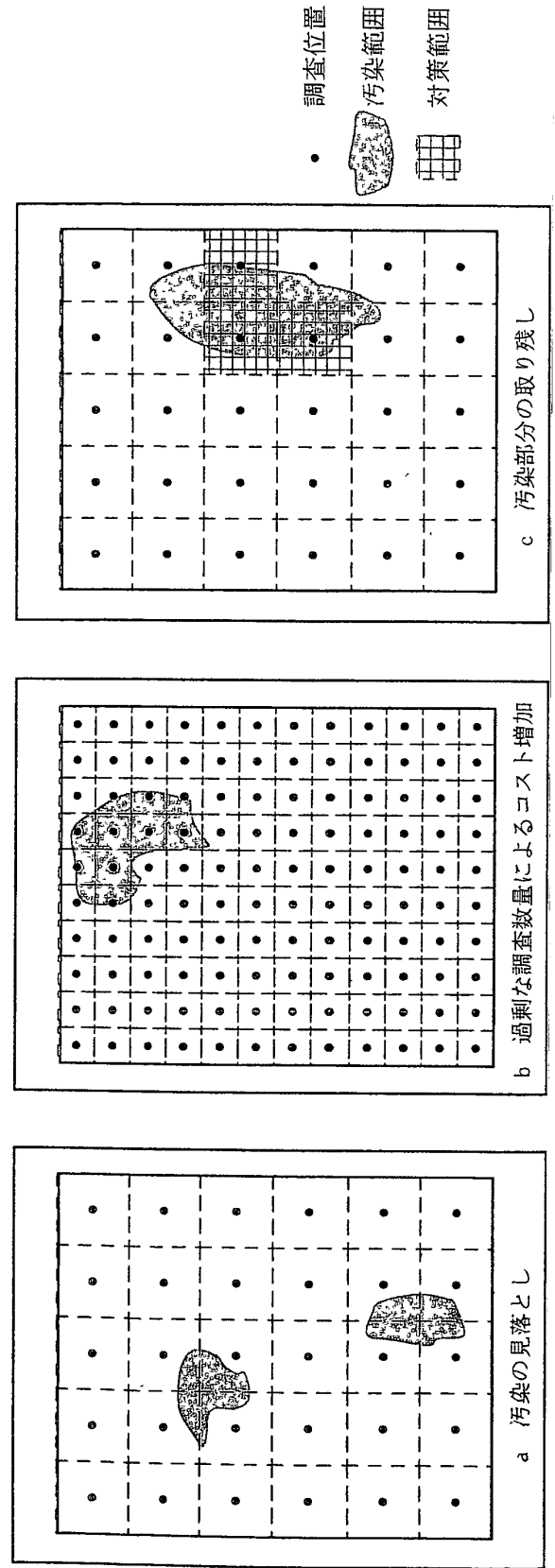
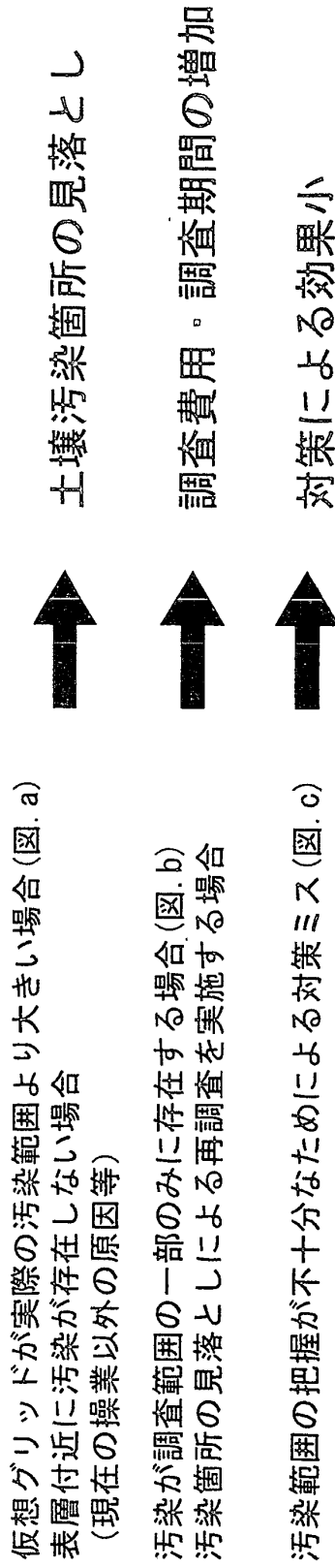
同和鉱業株式会社
エコビジネス&リサイクル カンパニー
ジオテック事業部

一般的な土壌・地下水汚染調査手法の問題点

土壌汚染調査の手法において、ISO10381/5の素案や、ASTM（米国材料検査協会）E-1527では、既存資料（汚染原因、操業履歴、水文情報、地質情報等）等から、現在の汚染状況の仮説を構築しそれを検証していく、いわゆる「仮説検証型調査」が標準となっています。

一方、日本の1999年改訂版「土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針」には、仮想グリッドを引いて画一的にポイントを設定する方法（以下一般的な調査とする）が例として記載されているために、資料等調査が不十分なままに、画一的なグリッドでの調査が行なわれている事例が少なくありません。

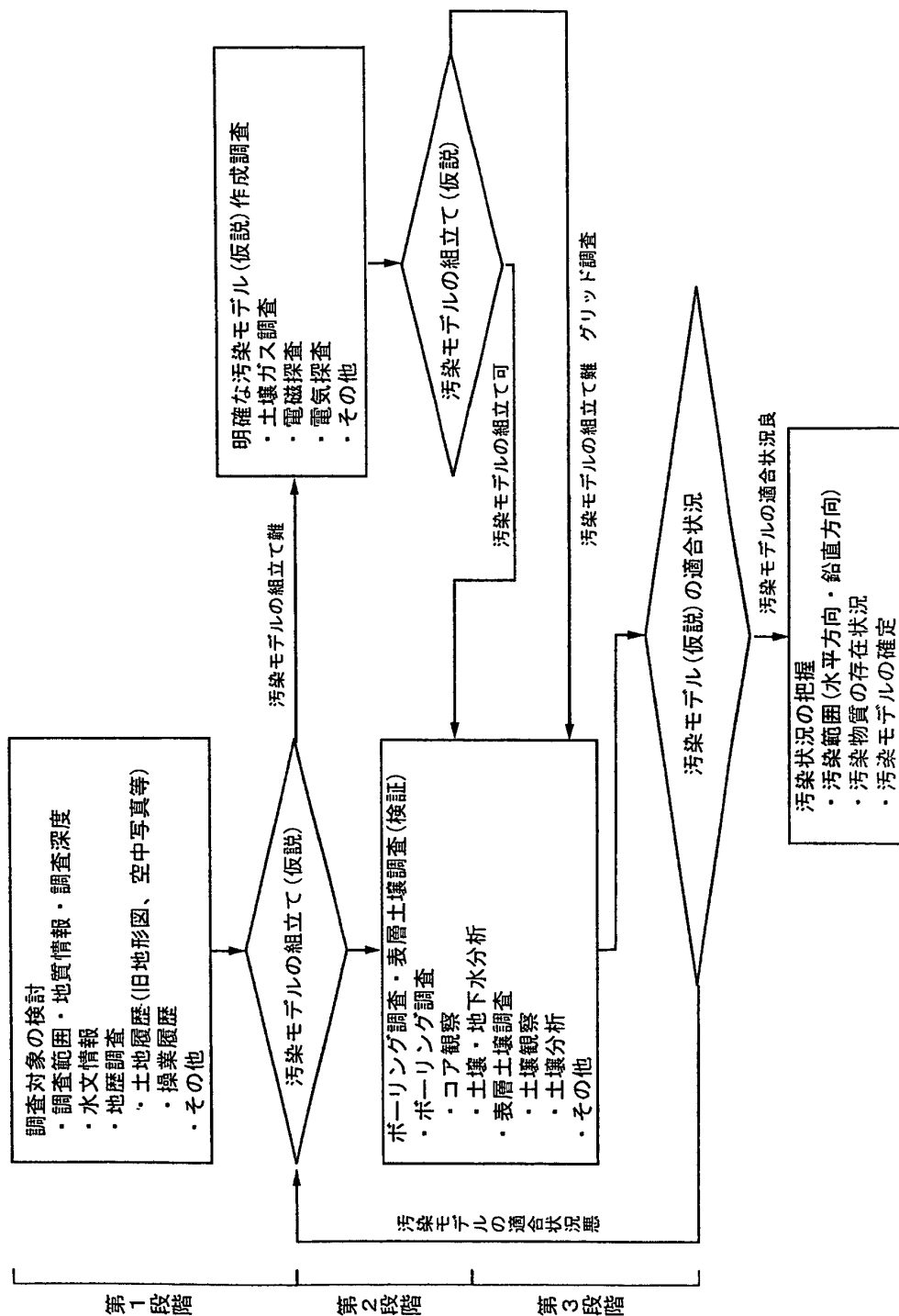
しかし、一般的調査手法では、以下に示すような問題点が発生する事が多々見受けられます。



仮説検証型環境調査

仮説検証型環境調査とは、既存資料や、電磁探査・電気探査・土壌ガス調査などの間接的手法を用いて、調査範囲における汚染モデルを構築し、それを検証するという調査手法です。すなわち、ボーリング等を用いて直接データを採用するまえに、調査範囲内の汚染状況を既存資料などから推測し、その推測したものについて、直接的なデータを得るという手法です。

この手法は、鉬床探査・地熱探査等では一般的に実施されており、仮説の構築には様々な手法が開発され運用されています。

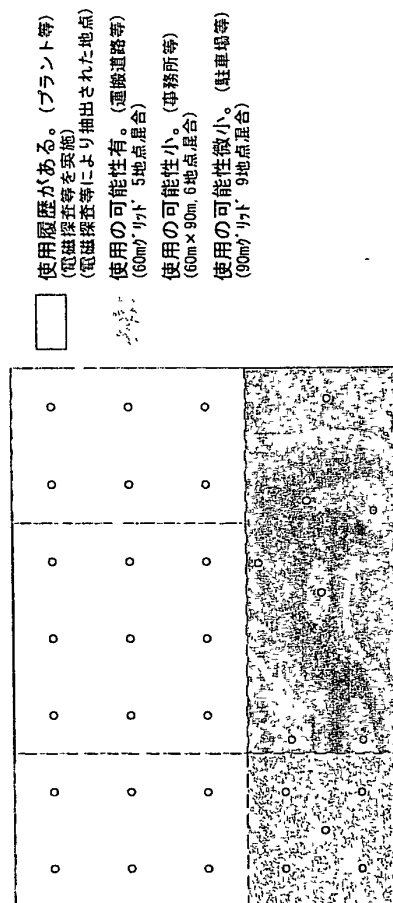
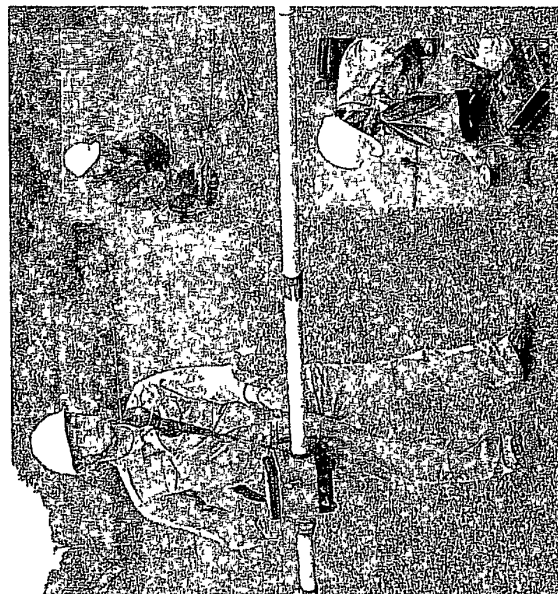


仮説検証型環境調査フロー図

仮説検証型環境調査～第2段階

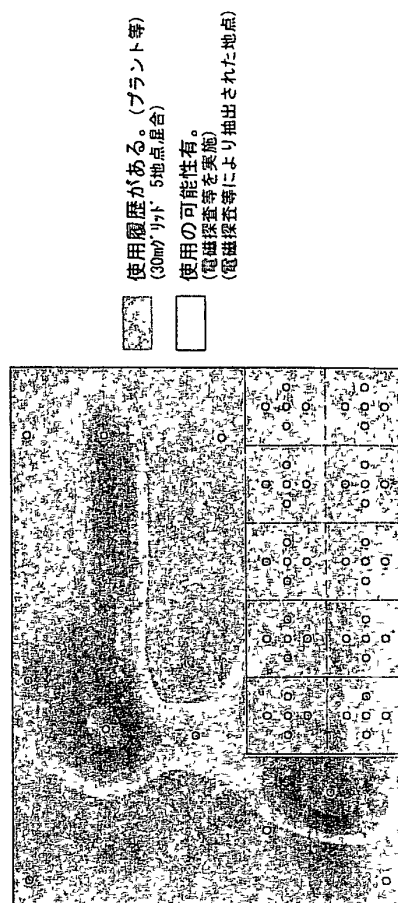
仮説検証型環境調査の第2段階は、物理探査やガス調査などの間接的な手法を用いて、第1段階において汚染モデルを構築できなかった部分のデータを取得し、汚染モデルを明確にします。特に既存資料からのみで汚染モデルの構築が困難な想定汚染源位置（平面・深度）、想定汚染拡散範囲のデータ取得が主となります。これらのデータ取得には、土壌の物性の変化を捉える物理探査（電磁探査・電気探査・地中レーダー・弾性波探査等）と土壌の化学的変化を捉える地下学探査（土壌ガス調査）等を用いることが有効です。この結果をもとにして、ボーリング調査・表層土壌調査等の検証調査を計画策定します。

物理探査・地下学探査調査



サンプリング箇所・・・33地点
分析試料数・・・11試料

汚染の可能性大に調査を実施



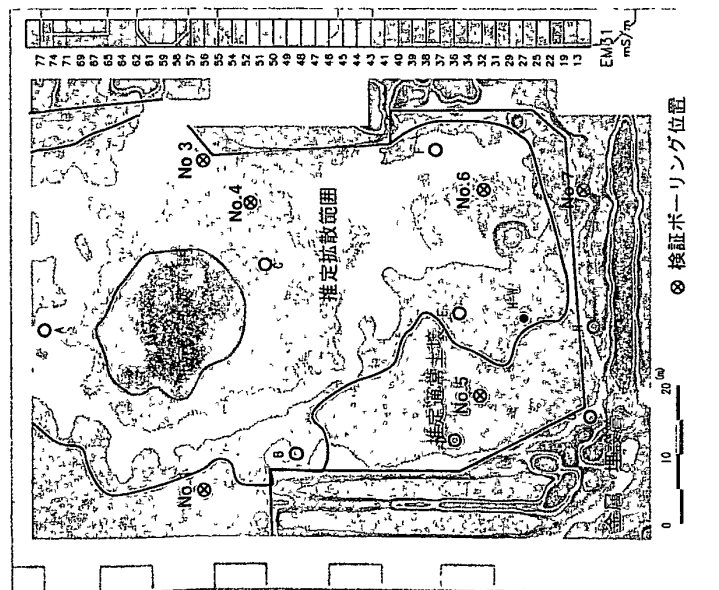
サンプリング箇所・・・61地点
分析試料数・・・21試料

汚染の可能性小に調査を実施

仮説検証型環境調査～第3段階

仮説検証型環境調査の第2段階は、ボーリング調査や表層土壌調査等を用いて土壌採取し、直接的なデータを採取し、第1段階及び第2段階で構築した汚染モデルの検証を実施します。直接的なデータは、分析成分の濃度のみではなく、その他の地質的（土壌的）情報（構成物、臭気、物理化学的特性）等、様々な事柄を取得します。このデータに基づき、想定した汚染モデルが適合しているか否かを判断します。

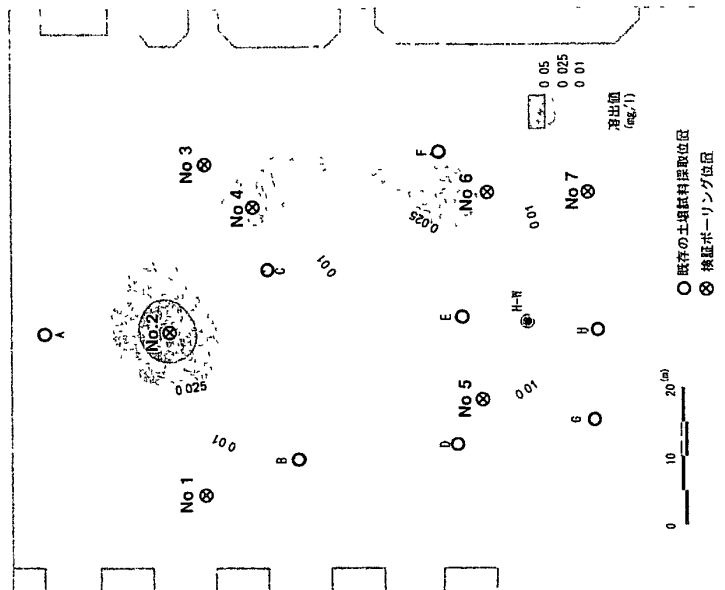
仮説汚染モデル



汚染モデルと検証結果を比較

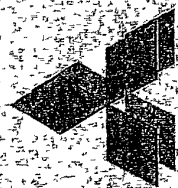


検証結果



附件八

三菱 油・PCB汚染土壌浄化システム

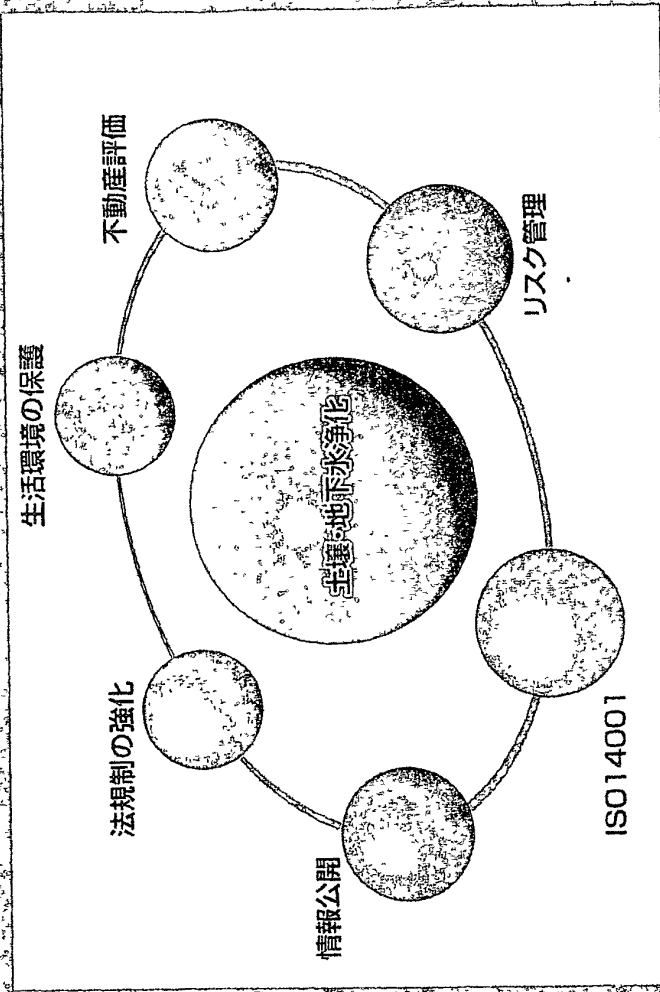


三菱重工



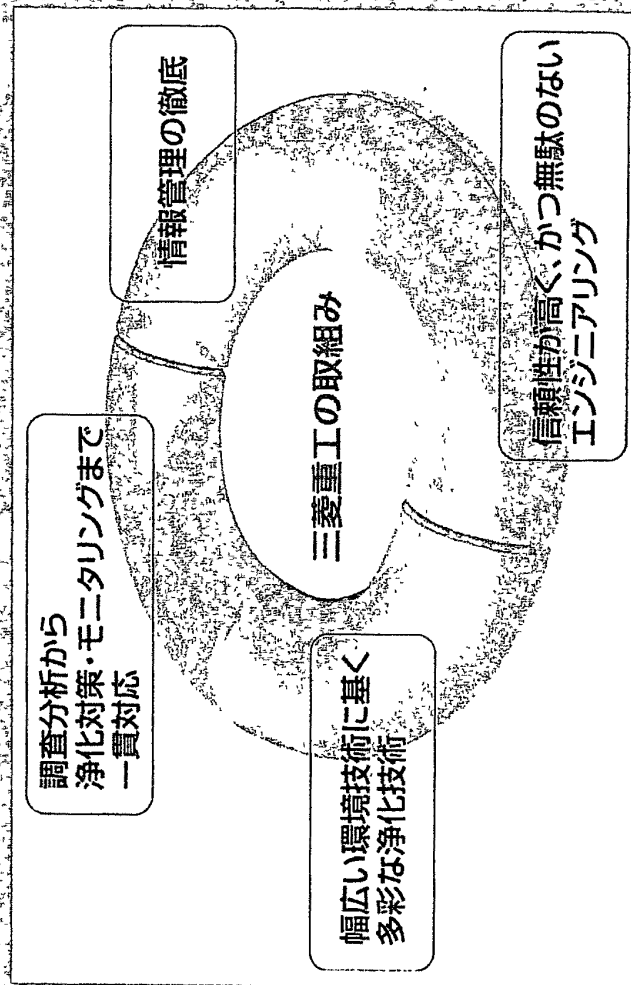
土壌浄化の必要性

- 生活環境の保護
- 法規制の強化
- 情報公開
- ISO14001
- リスク管理
- 不動産評価



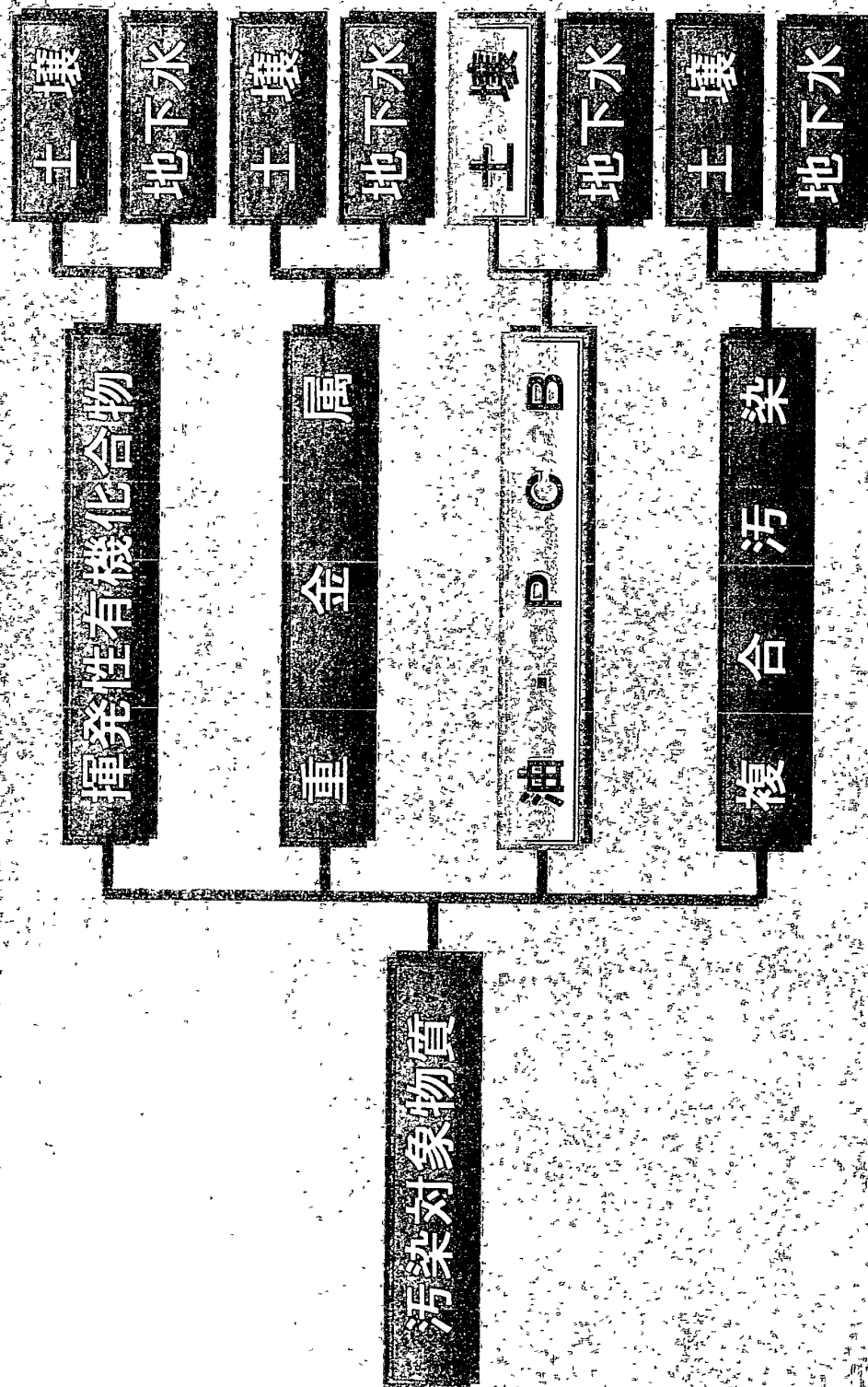
三菱重工の取組み

- 調査分析
- 対策計画の立案
- 浄化対策
- モニタリング
- 情報管理





対策計画の立案

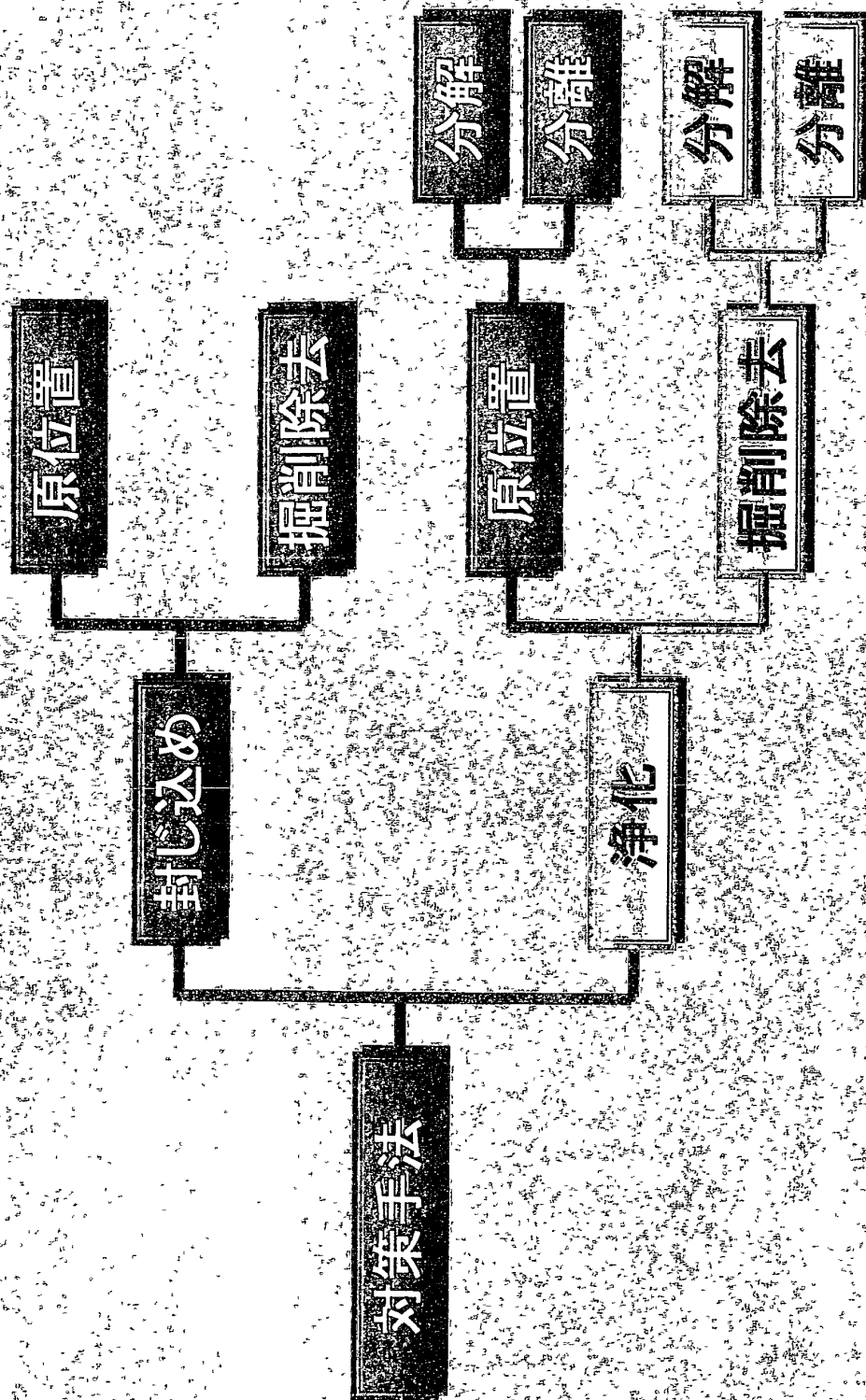


三菱 油・PCB汚染土壌浄化システム

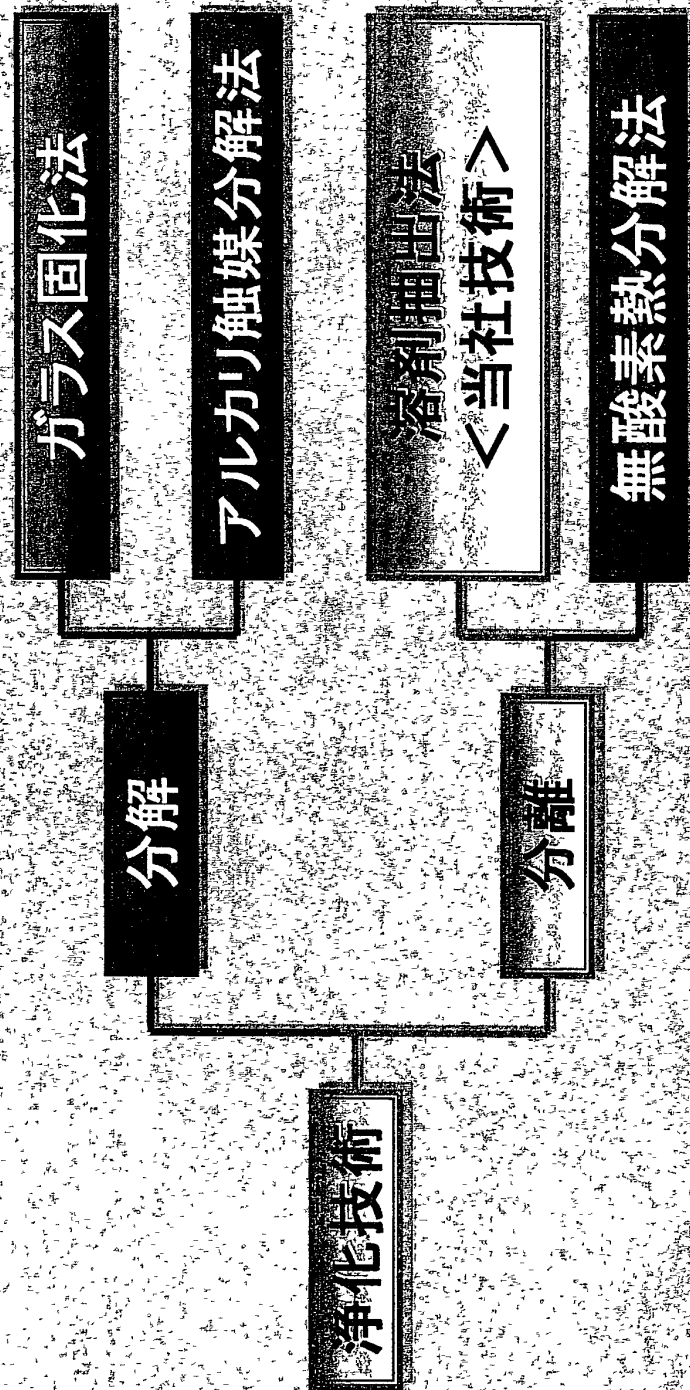
溶剤抽出システム



汚染土壌の対策手法



PCB汚染土壌の浄化技術





PCB汚染土壌の浄化技術

項目	分解			分離
	ガラス固化法	アルカリ触媒分解法	無酸素熱分解法	
操作温度(℃)	1600～2000℃	300～400℃	600～700℃	
概要	高温加熱分解 (熔融固化)	中低温加熱分解 (アルカリ+触媒添加)	中低温加熱分離	

PCB汚染土壌の浄化技術

特徴	溶剤抽出法	其他方式
温度	常温	高温から中低温
処理随伴ガス	無し	有り

溶剤抽出システムの特徴

＜装置＞

- 汚染土壌中の汚染物質を分離除去
- 設備がシンプルで経済性に優れ、ユニット化可能のためオンサイト処理に適合
- 可動部が殆ど無く、機器トラブルの心配がないため、信頼性に優れている

。抽出分離濃縮した汚染物は別途分解処分

溶剤抽出システムの特徴

＜安全性＞

- クローズド処理で、排ガス等の2次汚染の心配がない
- 化学的に安定した溶剤を使用しており、副生成物の発生がないため、現地サイトでの処理安全性は極めて高い
- 抽出塔毎に処理を行なうバッチ処理であるため、処理土壌毎の出入口性能評価等のロット管理が可能



技術導入の背景

- ・ 有機溶剤ガス処理のトップメーカーである当社の持つ溶剤ハンドリング関係技術の応用が可能

- ・ 溶剤抽出法はEPA(米国環境保護庁)の認可証を受け米留地場などを中心に多数の実績がある

PCB処理に関するEPA(米国環境保護庁)認可(1993年)



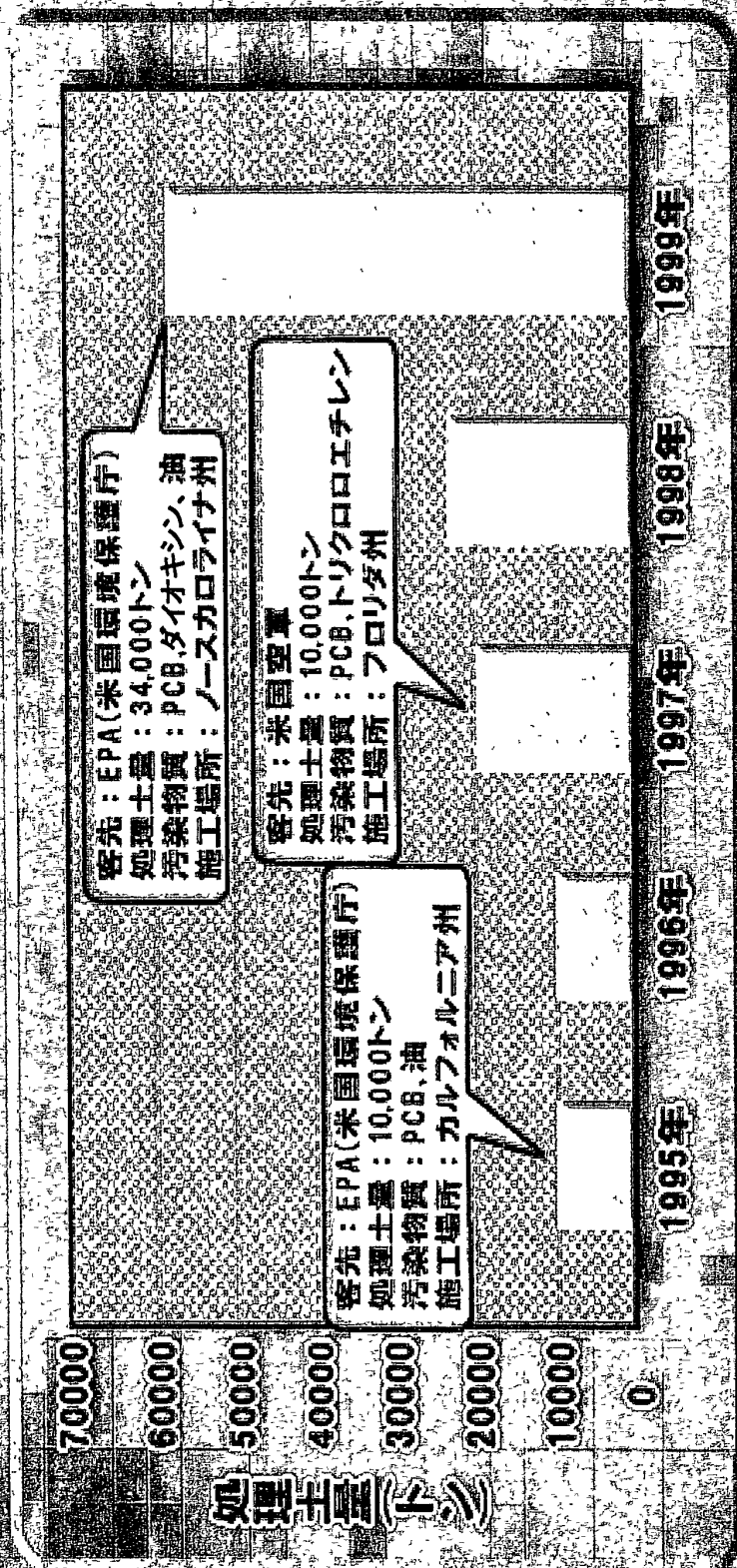
TSCA Permitted

TSCA = Toxic Substances Control Act

Only non-thermal process
granted nationwide permit
to commercially treat PCBs.

溶剤抽出システム処理実績(累積)

米国テラクリン社溶剤抽出システム処理実績表

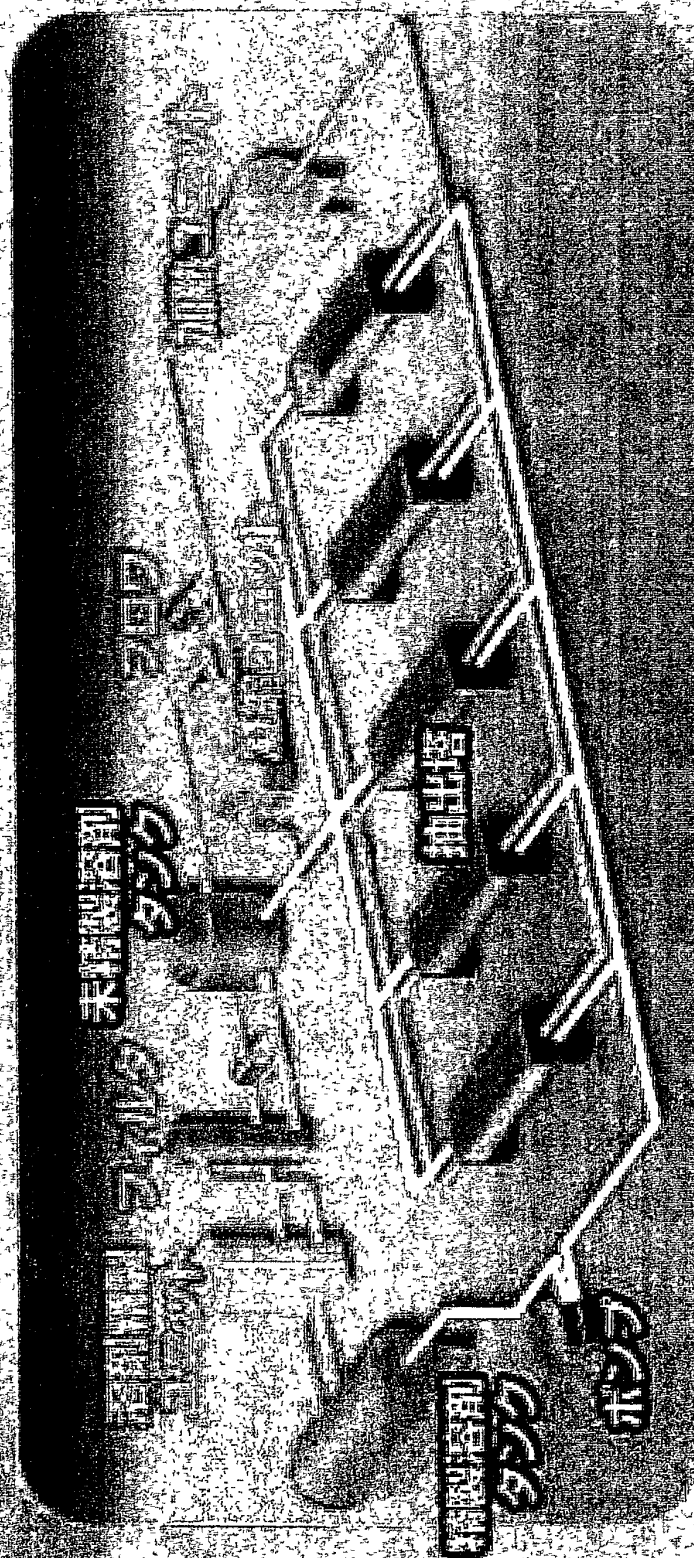




溶剤抽出システムの概要

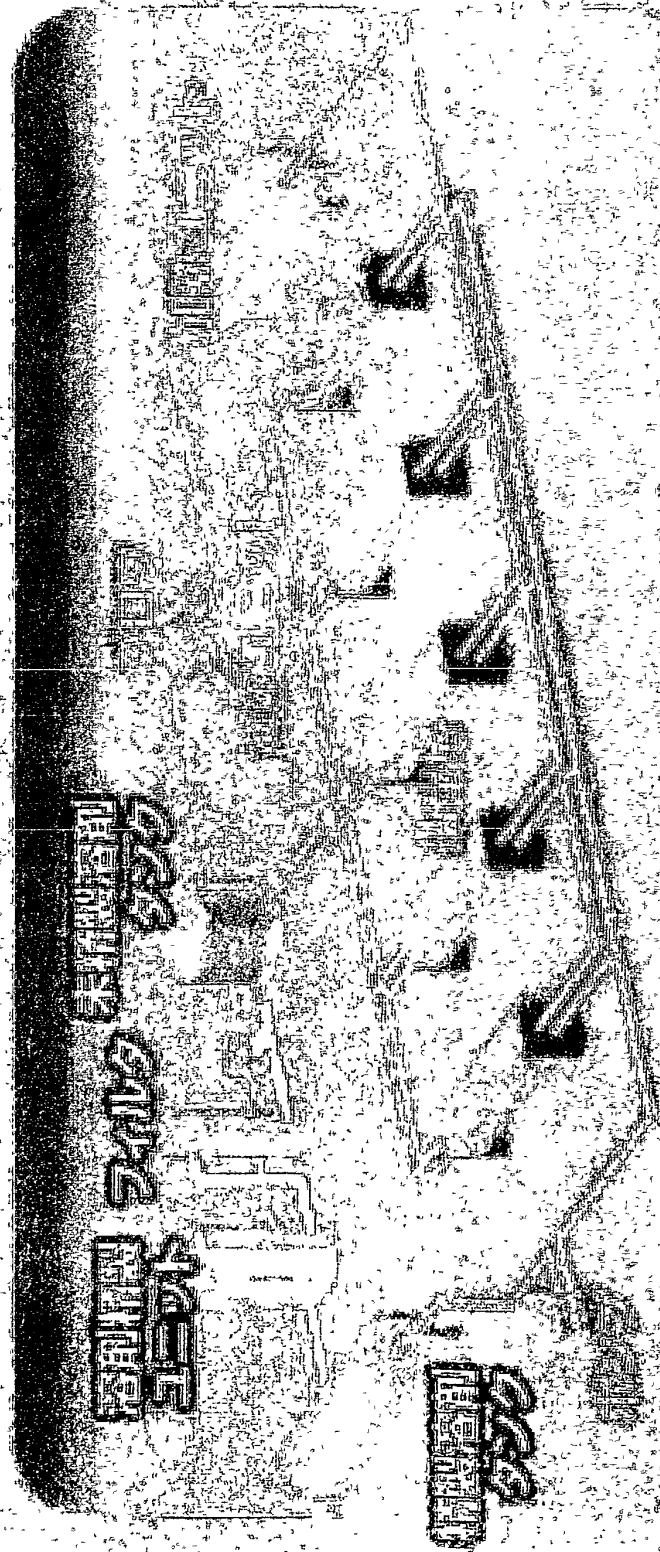
- 掘削した汚染土壌を抽出塔に投入し溶剤を注入、土壌中の油・PCB等を抽出分離
- 汚染物を抽出した溶剤は精製リサイクル
- 無害な溶剤を使用
- 処理した土壌は再生土として埋め戻し可能

溶剤抽出土壌浄化装置のフロー





二口装置化浄化土壌抽出剤

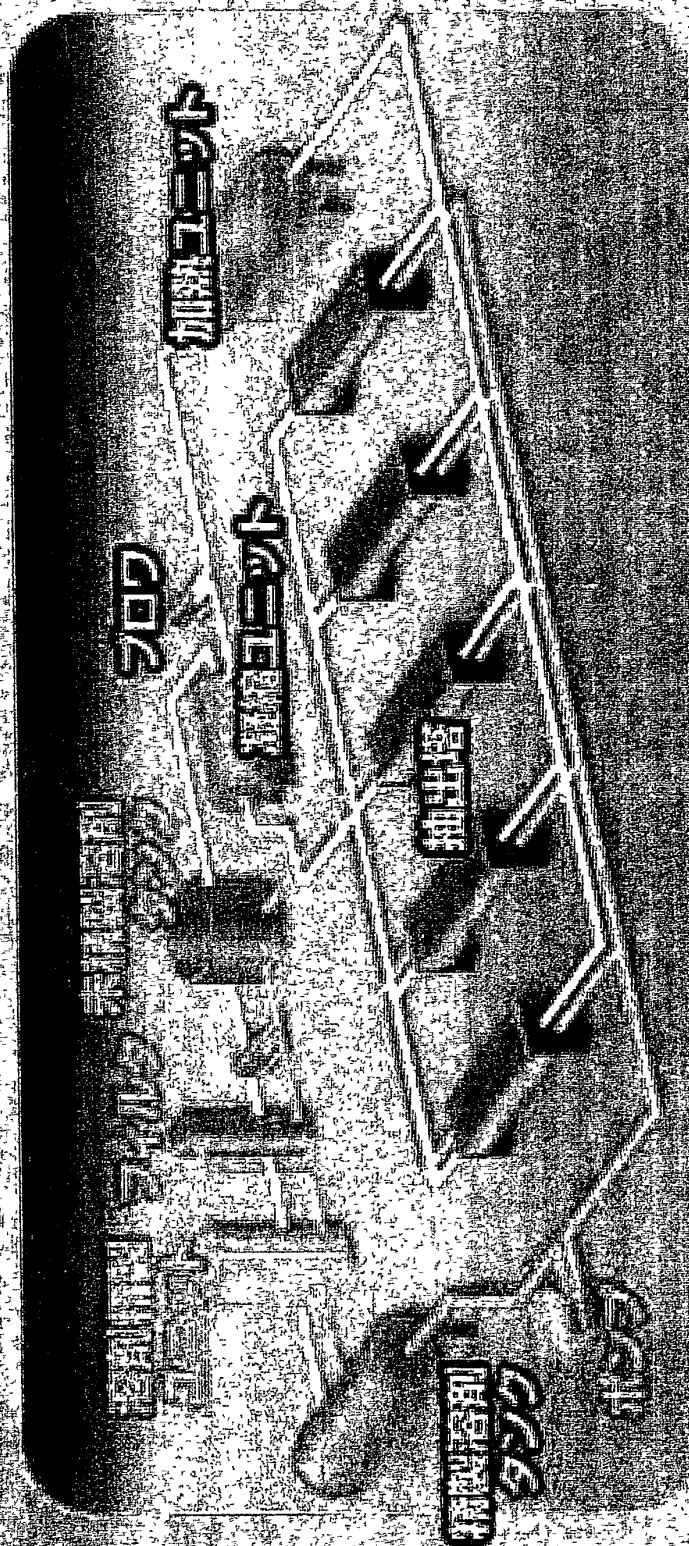


①土壌中の油・PCBの抽出分離

②抽出溶剤の再生

③土壌乾燥

溶剤抽出土壌浄化装置フロー



③土壌乾燥

②抽出溶剤の再生

①土壌中の油・PCBの抽出分離

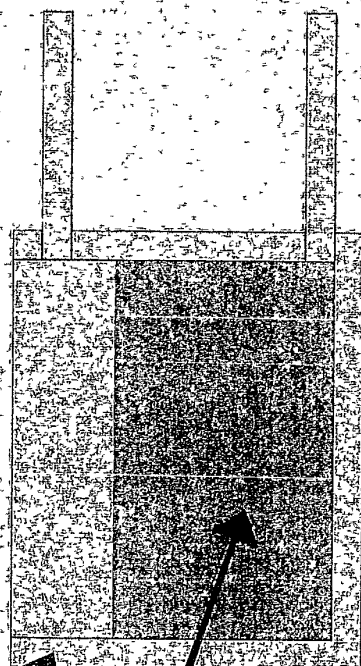


汚染土壌浄化原理

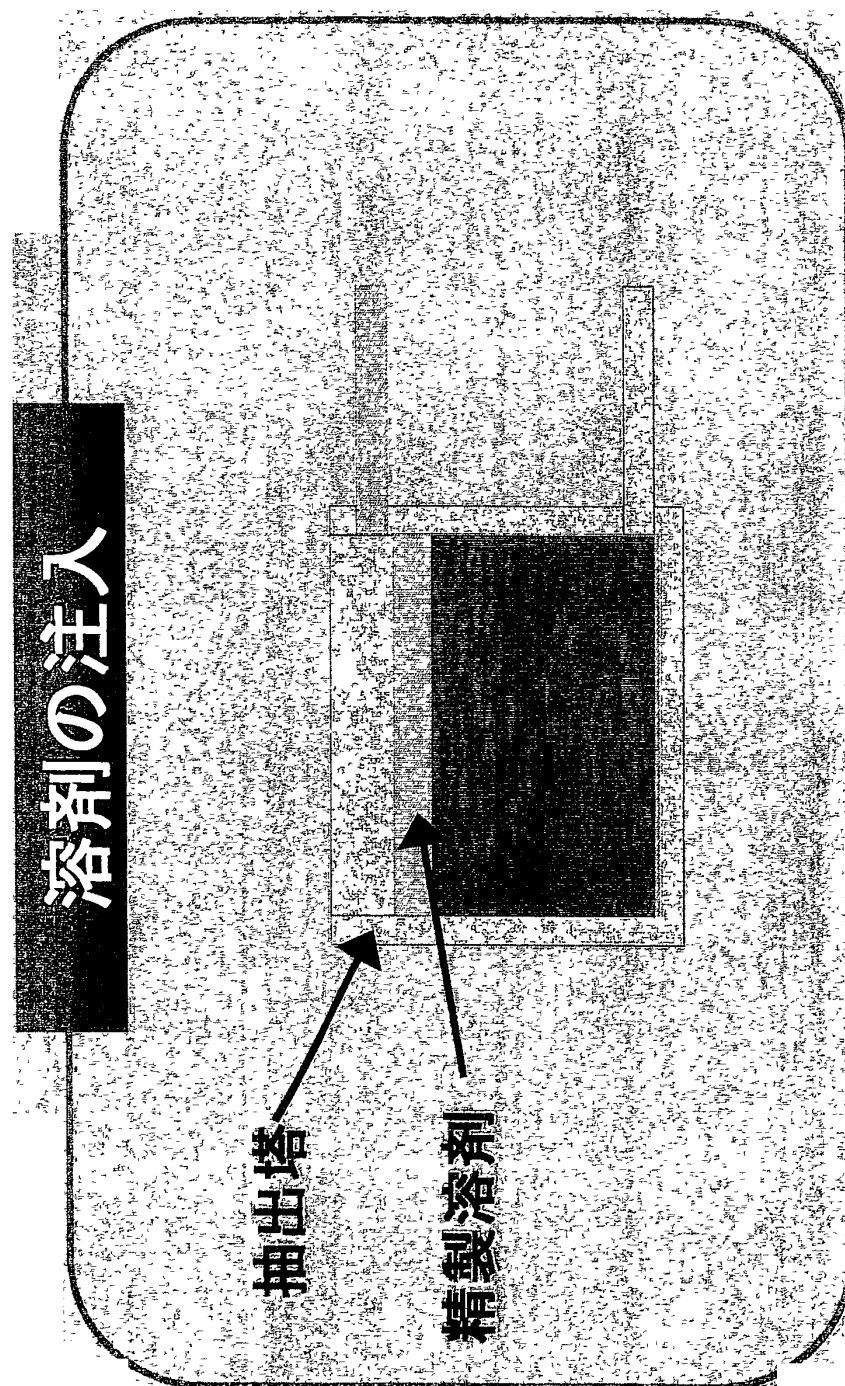
土壌の投入

抽出塔

汚染土壌



汚染土壌浄化原理

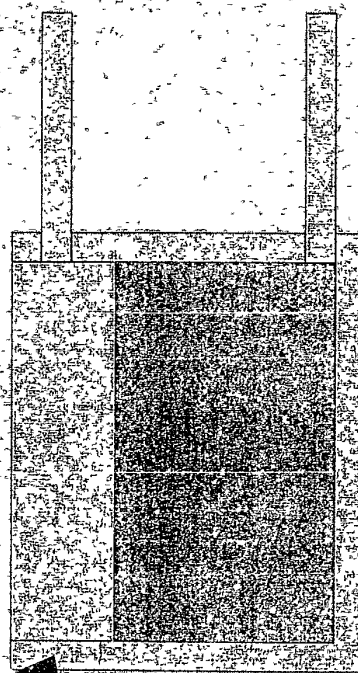




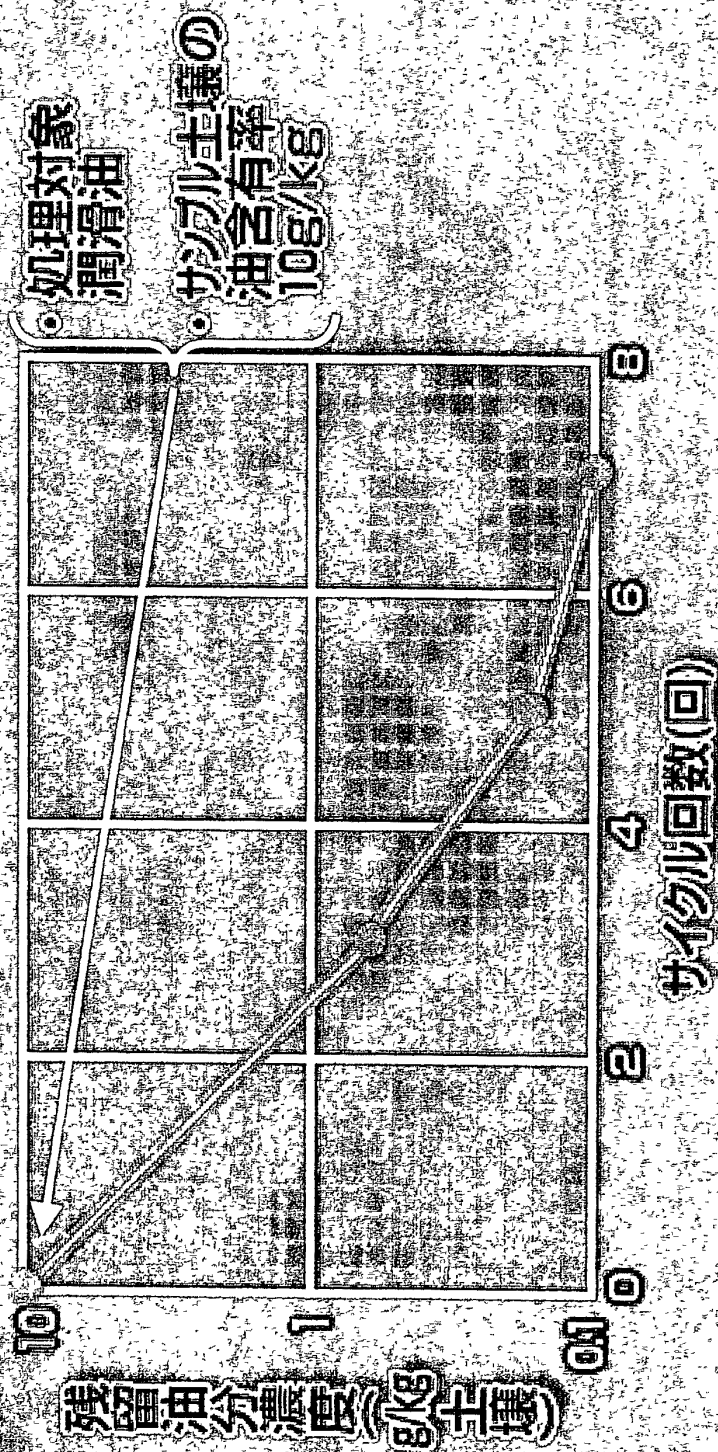
汚染土壌浄化原理

溶剤の排出

抽出塔

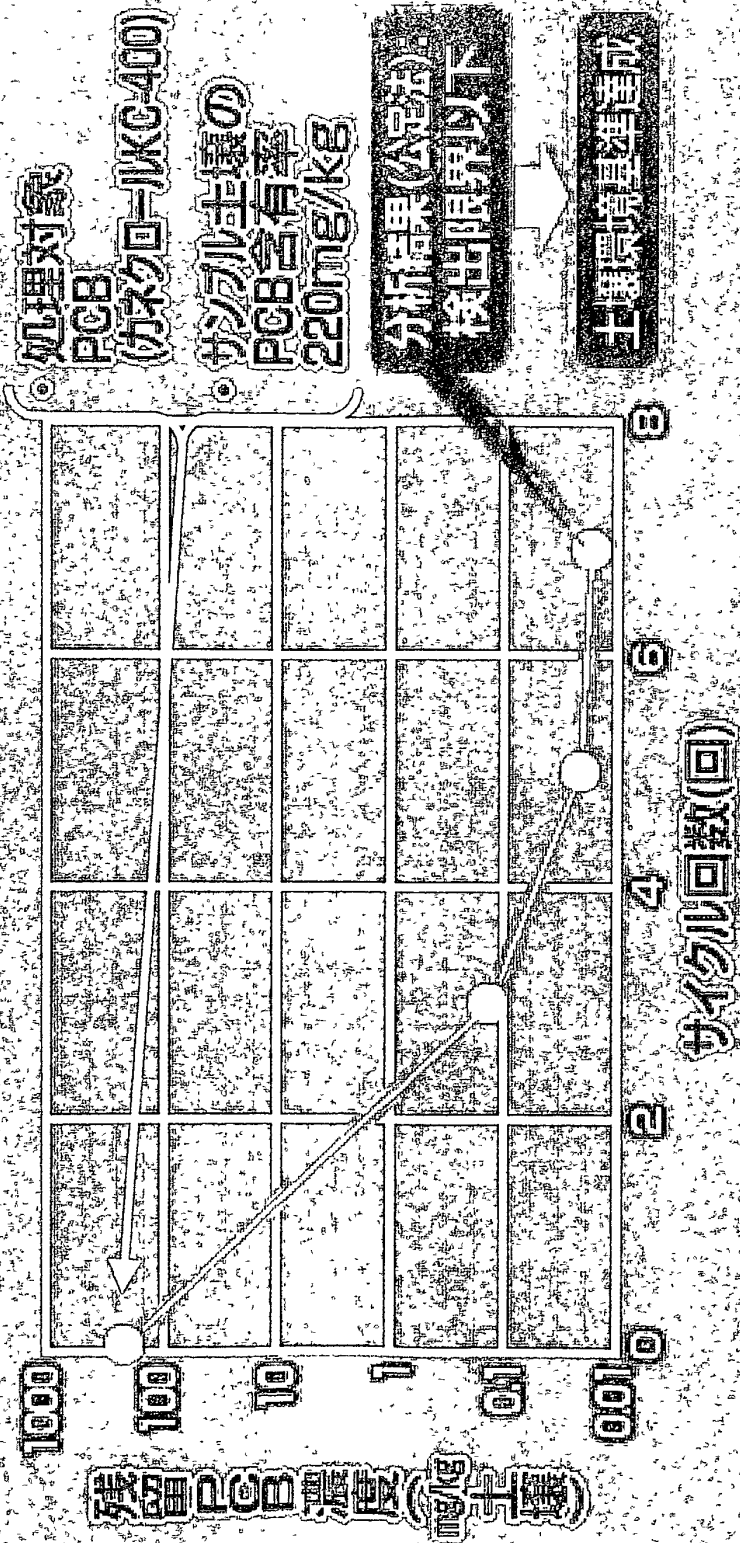


油の溶剤抽出試験結果例





PCBの溶剤抽出試験結果例



汚染土壌浄化原理

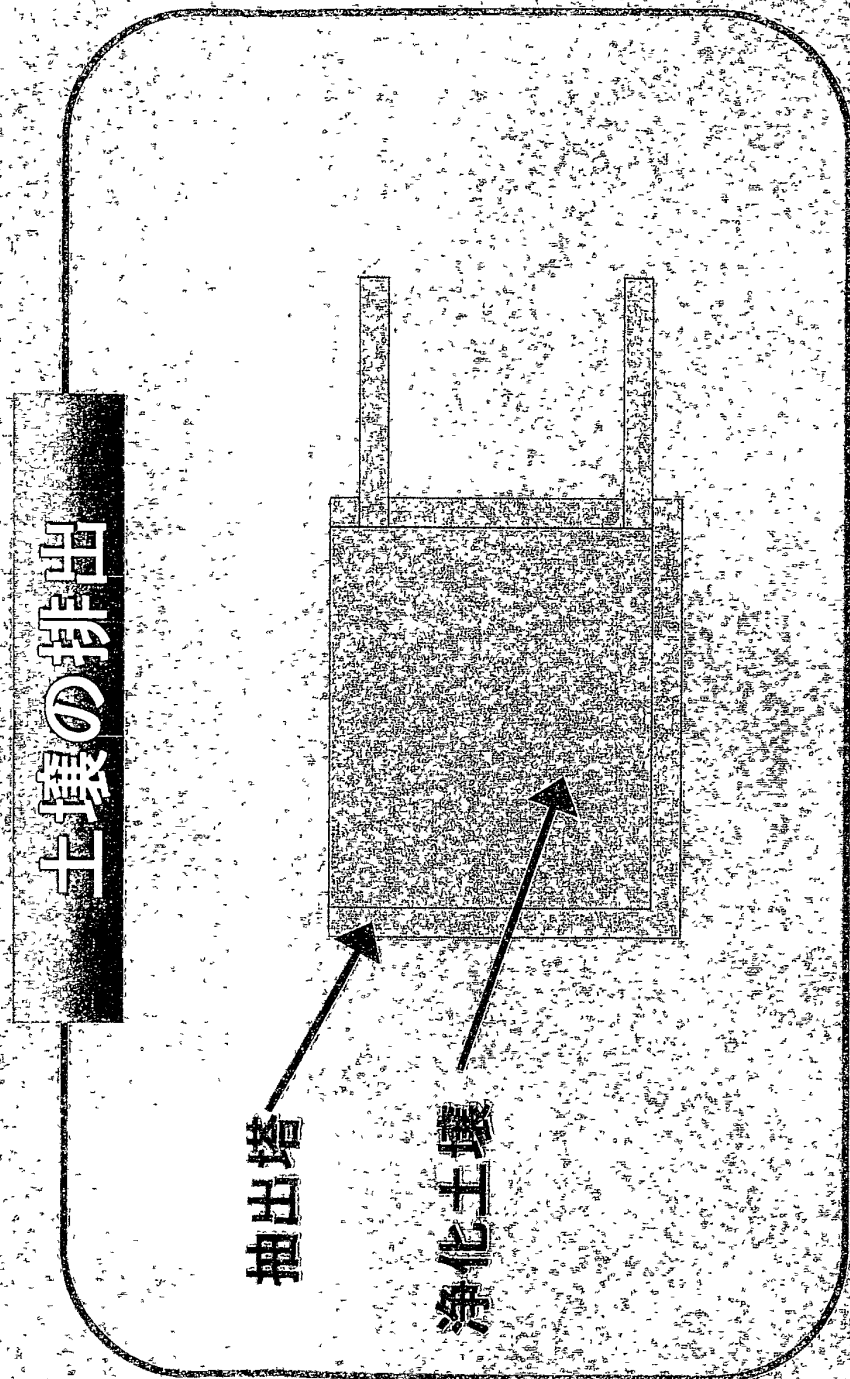
土壌の乾燥

抽出塔





汚染土壌浄化原理



処理対象物質

区分	対象物質
PCB	PCB（コプラナーPCB含む）
油類	・揮発油（ガソリン，ナフサ等）
	・軽質油（灯油，軽油等）
	・重質油（重油，残さ油等）
	・機械油（潤滑油，タービン油等）
	・タール・ピッチ
殺虫剤	DDT 等



適用土質

土質	一般的な処理難度	備考
礫	低	
砂	低	
シルト	中	
粘土	高	含有比が大きい場合、 砂の混合等に対応可能

油・PCB汚染土壌処理工程

- 浄化計画の提案

サンプル試験による適切な浄化計画を提案

- ・実サンプル試験装置

代表土壌(20L程度)によるサンプル試験

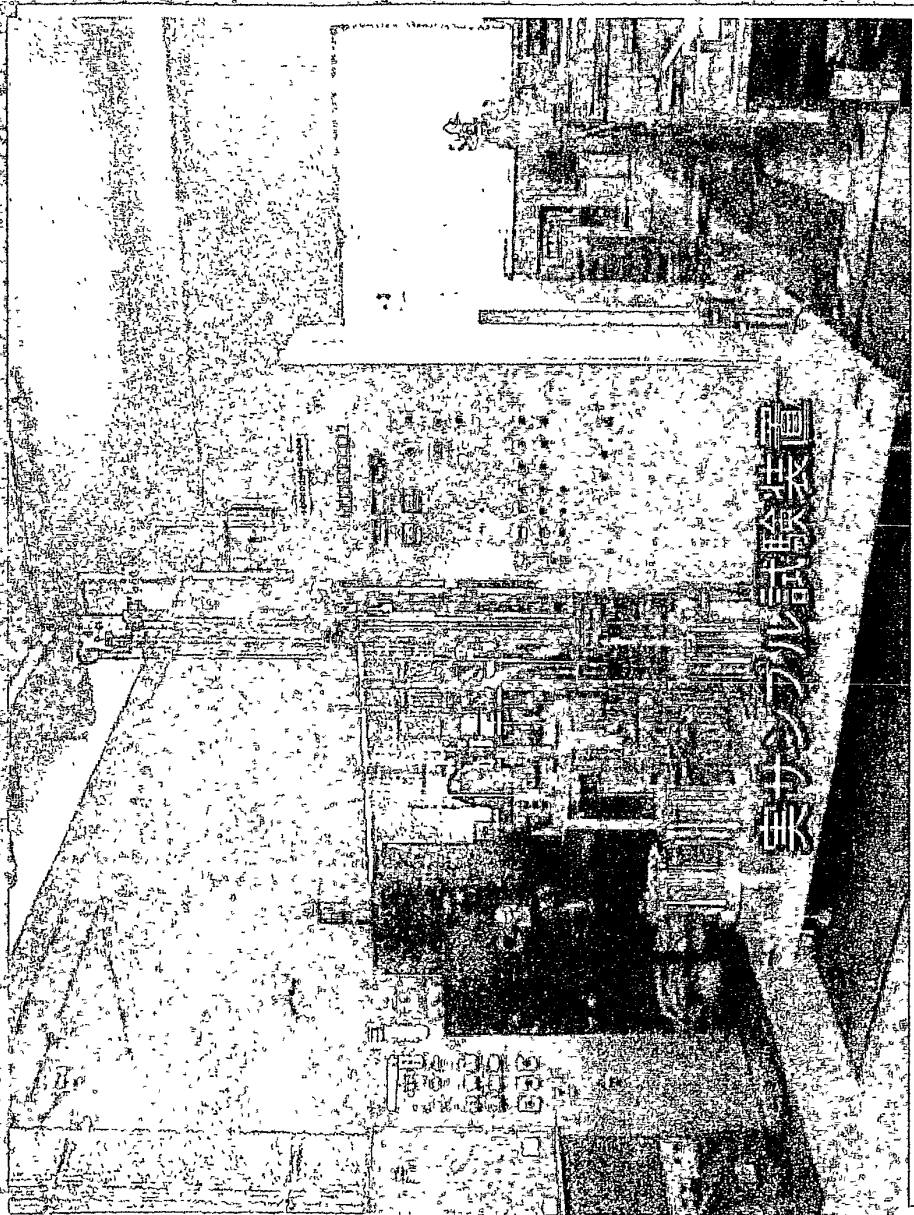
- ・可搬式現地デモ設備

現地実土壌によるデモンストレーション及び評価試験

- 浄化工事



実サンプル試験装置



油・PCB汚染土壌処理工程

- 浄化計画の提案

サンプル試験による適切な浄化計画を提案

- 実サンプル試験装置

代表土壌(20L程度)によるサンプル試験

- 可搬式現地デモ設備

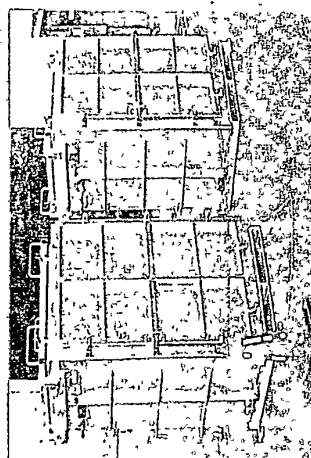
現地実土壌によるデモンストレーション及び評価試験

- 浄化工事

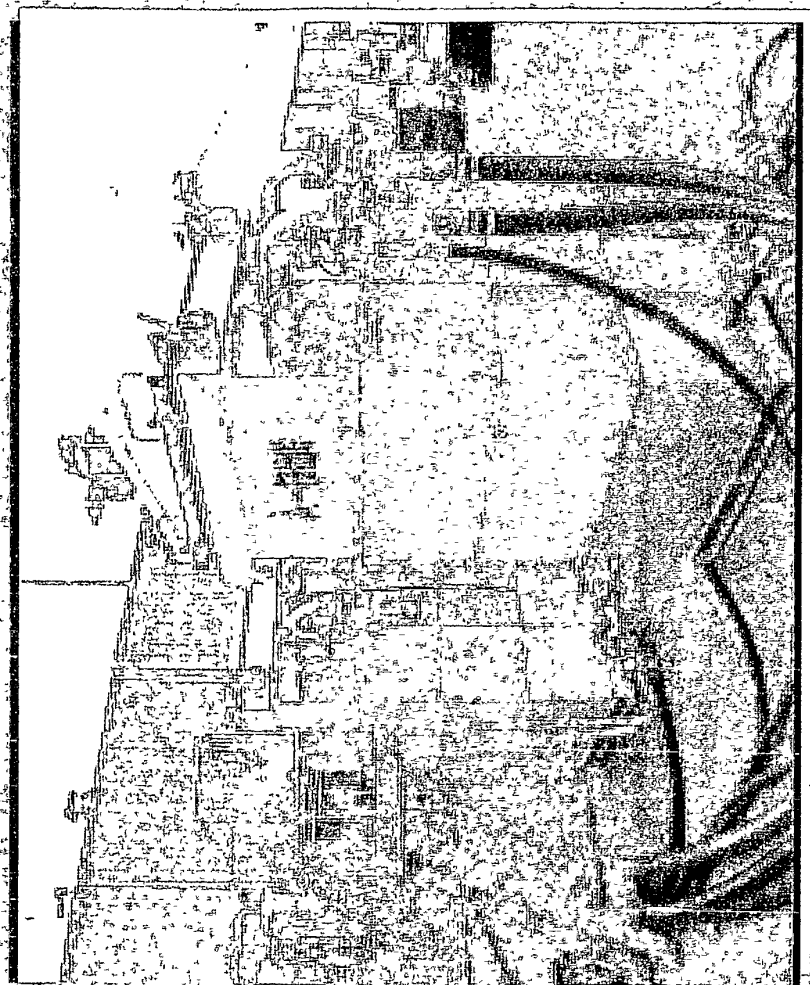
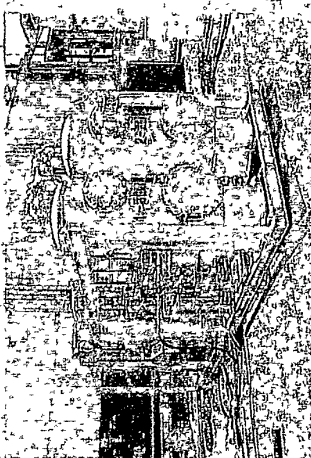


可搬式現地ポンプ設備

抽出塔



浄化ユニット



油・PCB汚染土壌処理工程

・浄化計画の提案

浄化スケジュール

設備レイアウト

処理費用試算

項目	数量	単重	全重	単価	金額

1月

イエリア



油・PCB汚染土壌処理工程

- 浄化計画の提案

サンプル試験による適切な浄化計画を提案

- 実サンプル試験装置

代表土壌(20L程度)によるサンプル試験

- 可搬式現地デモ設備

現地実土壌によるデモンストレーション及び評価試験

- 浄化工事

油·PCB污染土壤处理工程

● 淨化工事

● 土壤洗淨

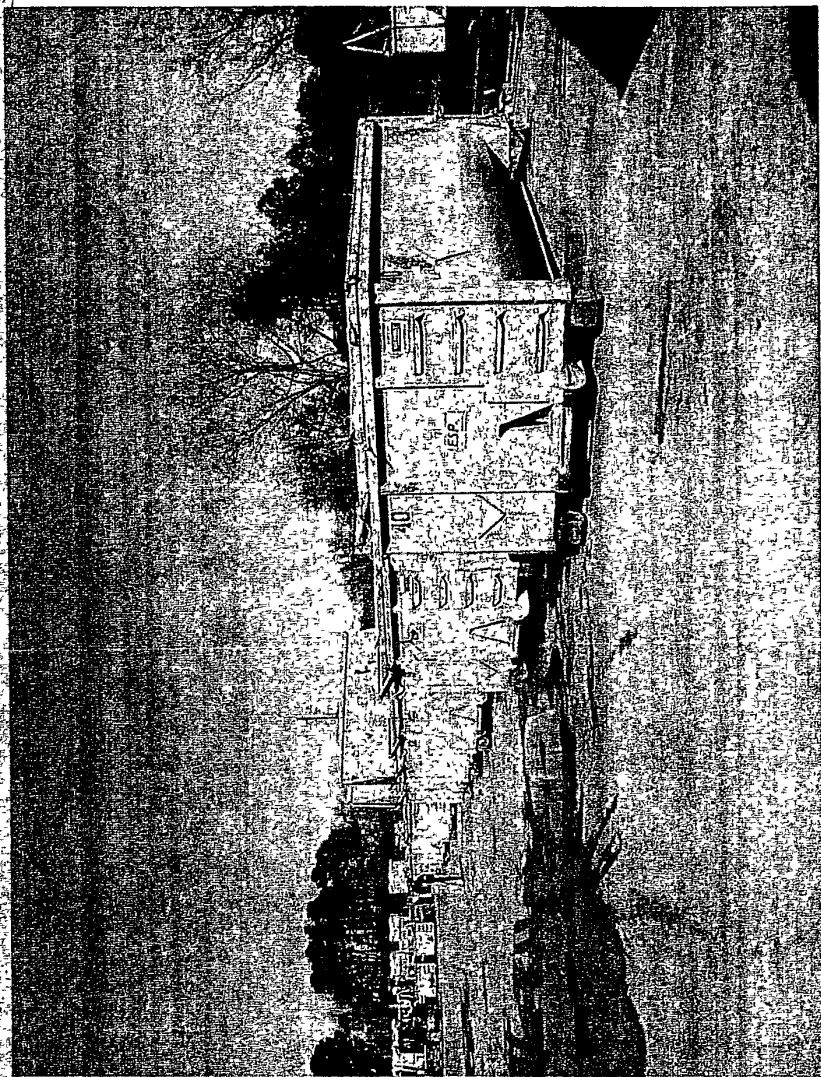
溶剂注入
溶剂排出

● 溶剂精製

● 土壤乾燥

● 土壤排出

精製溶剂
抽出塔





油·PCB污染土壤处理工程

● 淨化工事

● 土壤洗淨

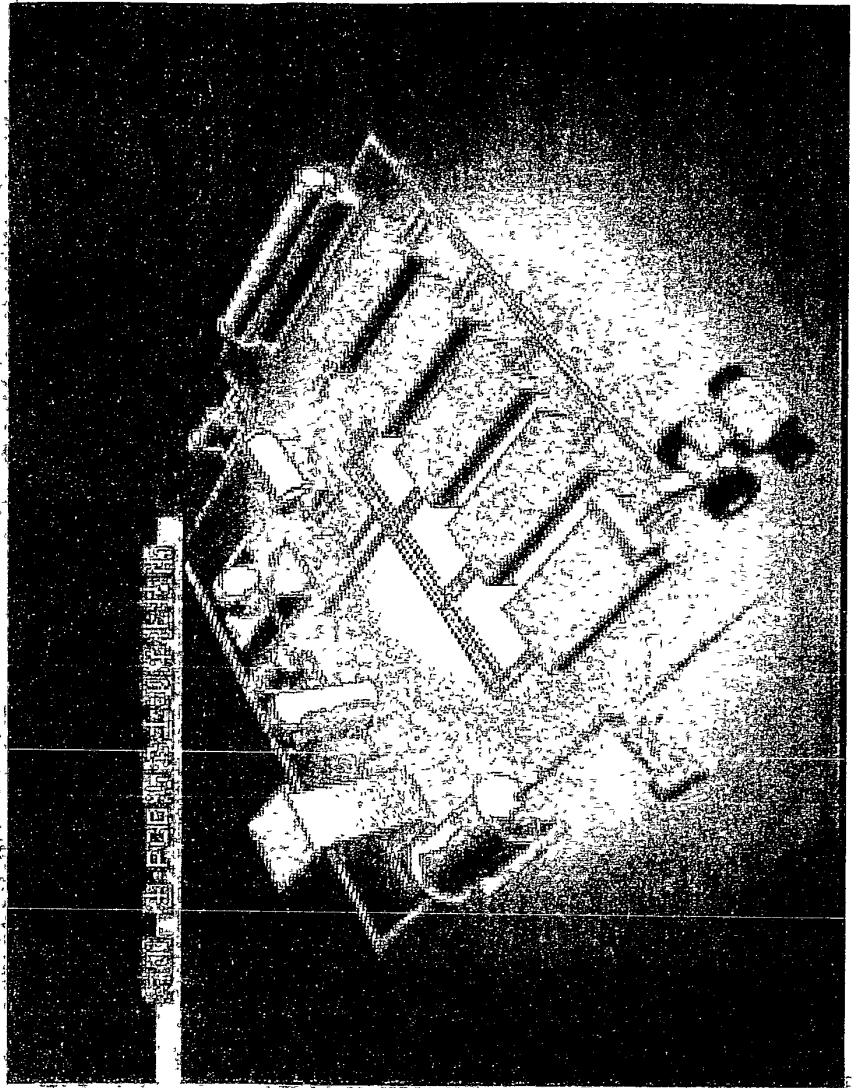
溶剤注入

溶剤排出

● 溶剤精製

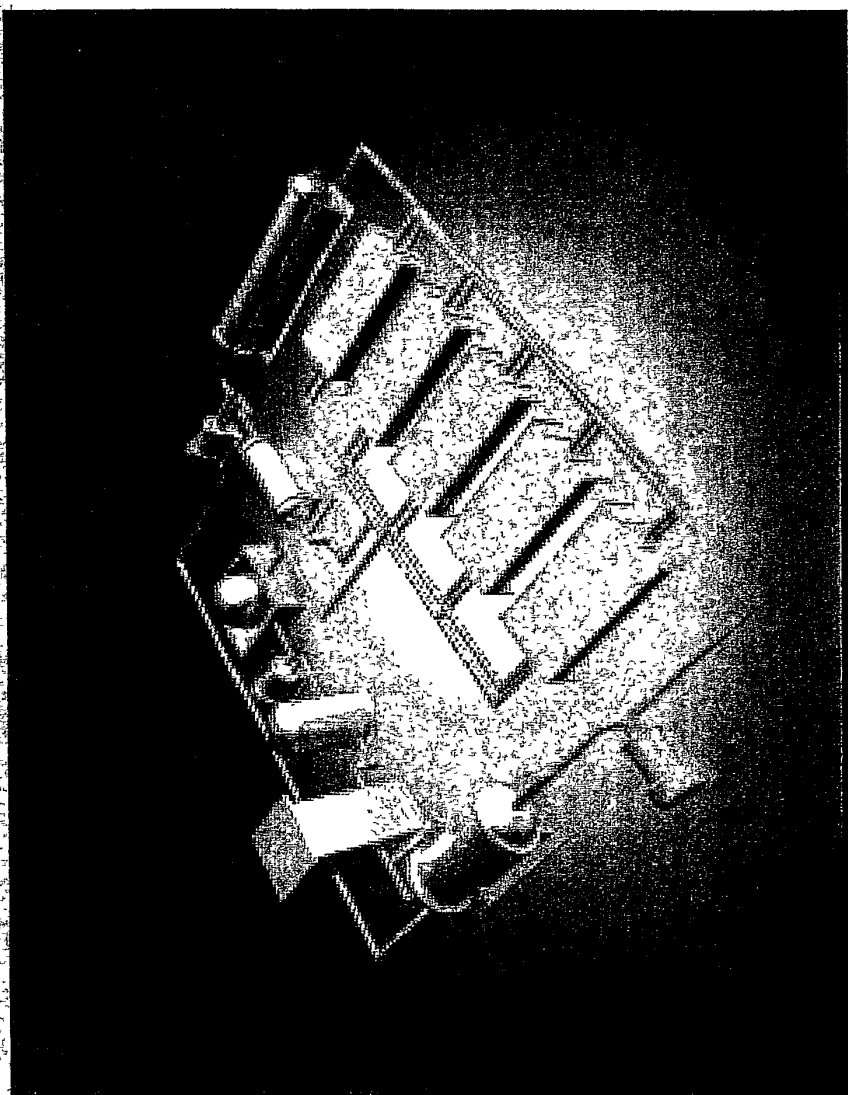
● 土壤乾燥

● 土壤排出



油·PCB污染土壤处理工程

- 淨化工事
 - 土壤洗淨
 - 溶劑注入
 - 溶劑排出
- 溶劑精製
- 土壤乾燥
- 土壤排出





油·PCB污染土壤处理工程

● 淨化工事

○ 土壤汚染

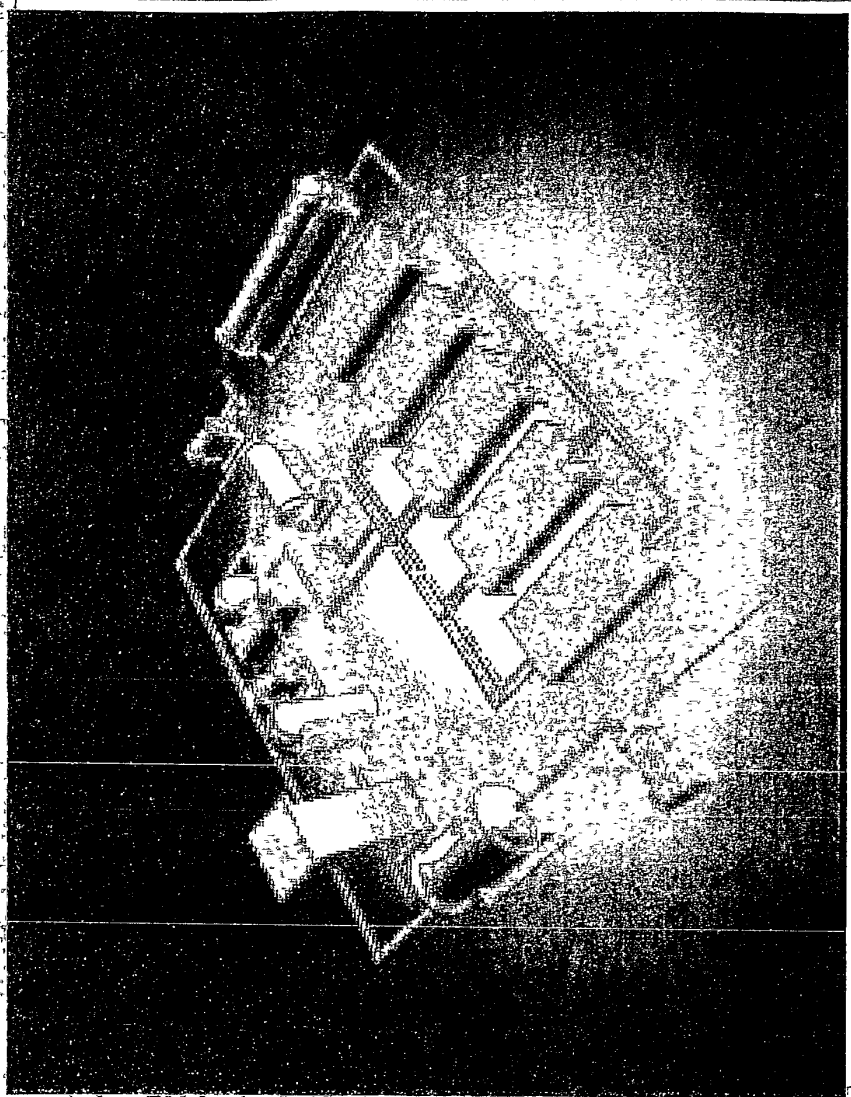
溶剤注入

溶剤排出

● 溶剤精製

● 土壤乾燥

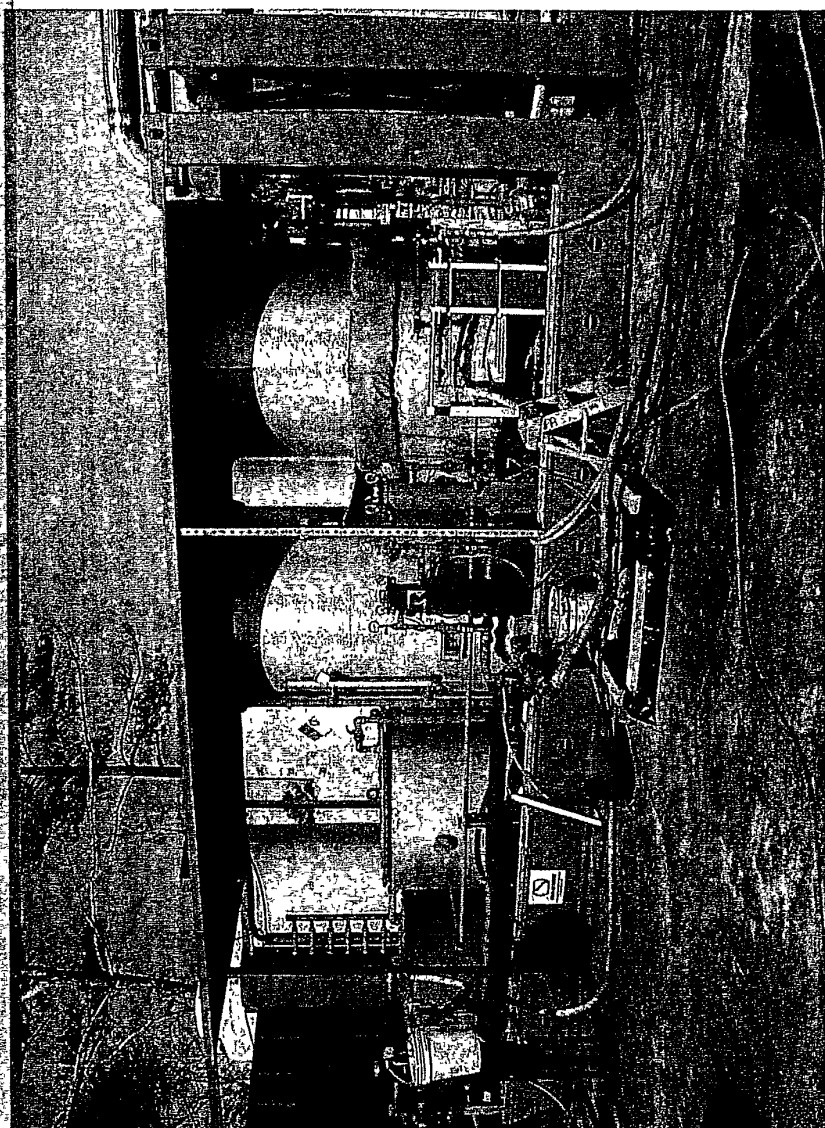
● 土壤排出



油・PCB汚染土壌処理工程

蒸留ユニット

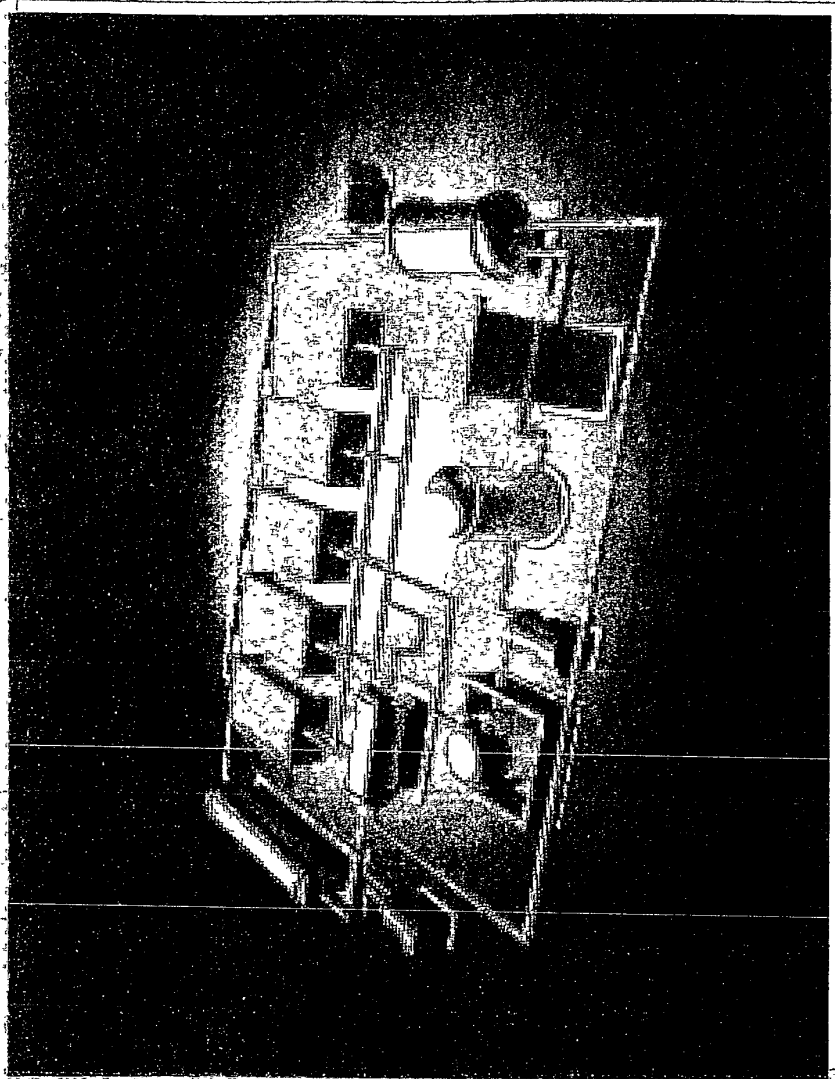
- 浄化工事
- 土壌洗浄
- 溶剤精製
- 土壌乾燥
- 土壌排出





油·PCB污染土壤处理工程

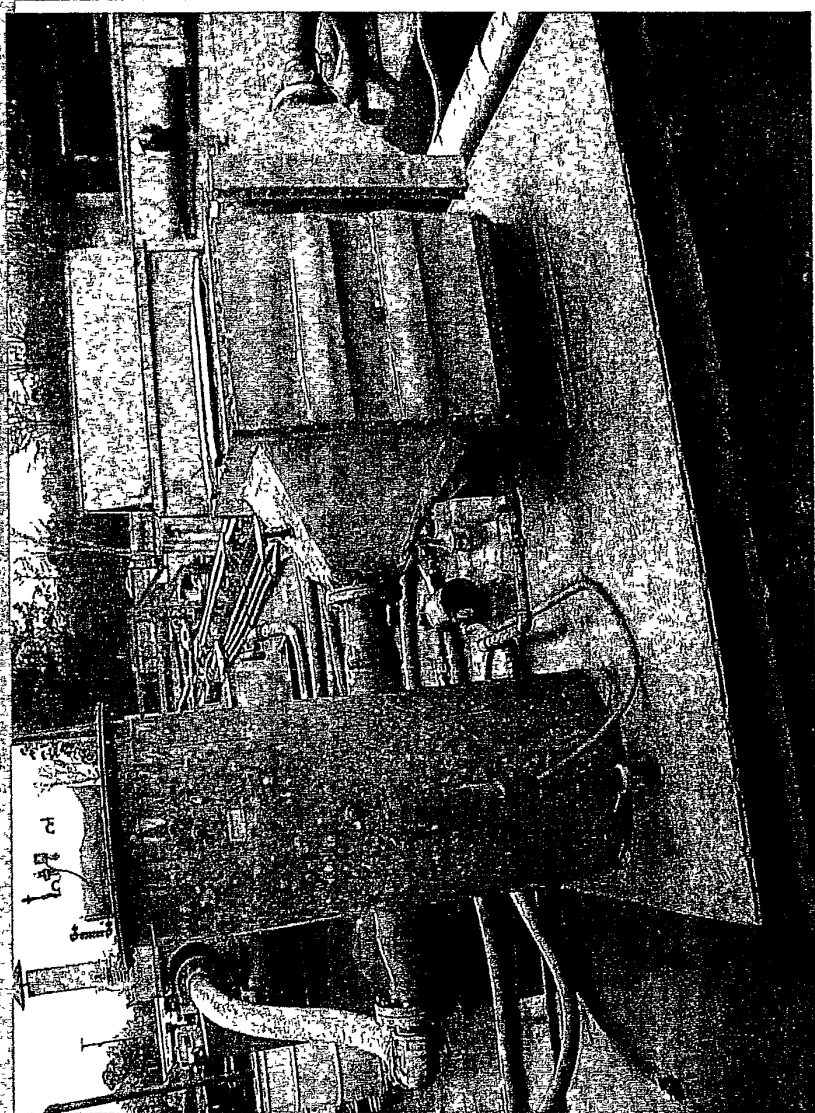
- 淨化工事
- 土壤洗淨
- 溶劑精製
- 土壤乾燥
- 土壤排出



油・PCB汚染土壌処理工程

加熱ユニット

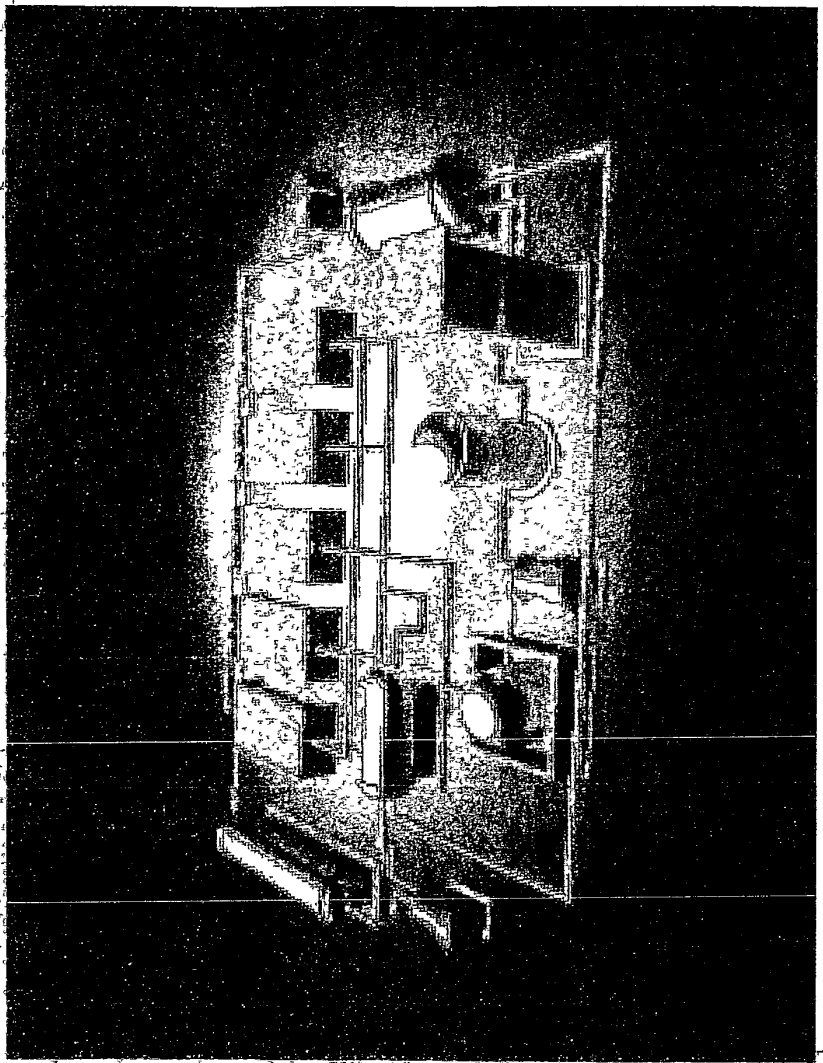
- 淨化工事
- 土壌洗淨
- 溶剤精製
- 土壌乾燥
- 土壌排出





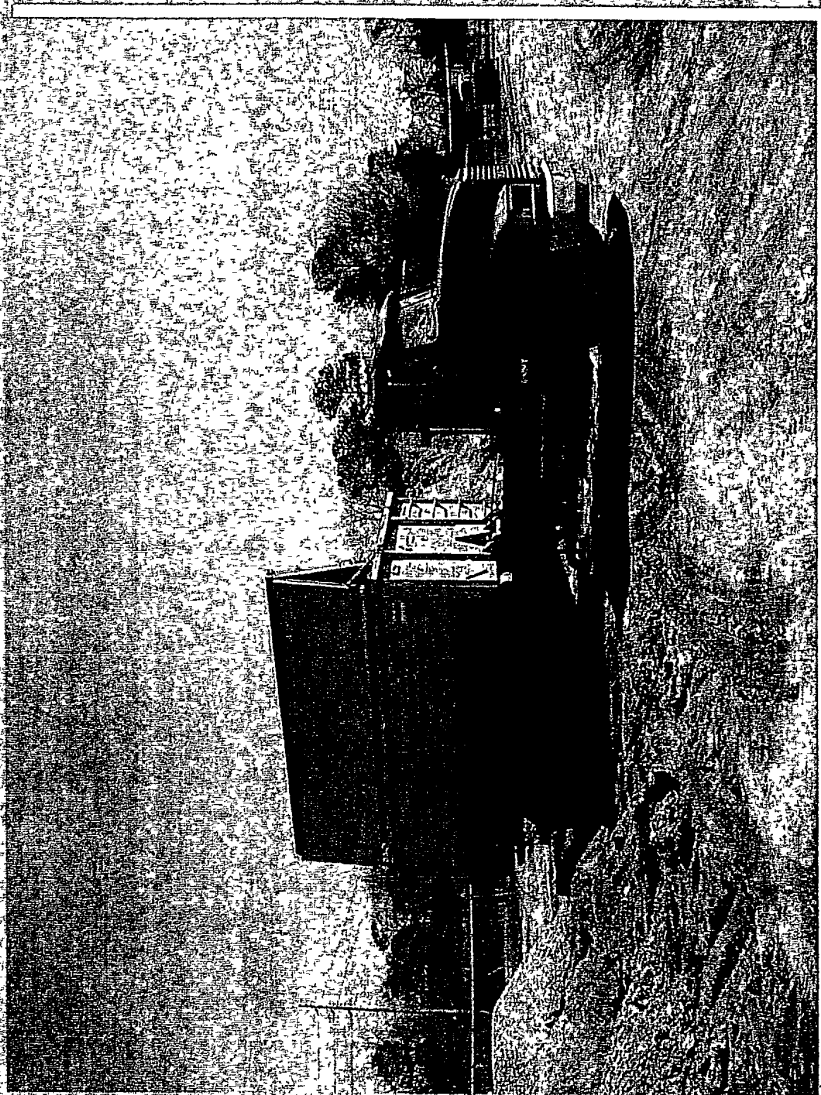
油·PCB污染土壤处理工程

- 淨化工事
- 土壤洗淨
- 溶剤精製
- 土壤乾燥
- 土壤排出



油·PCB污染土壤处理工程

- 淨化工事
- 土壤洗淨
- 溶剂精製
- 土壤乾燥
- 土壤排出



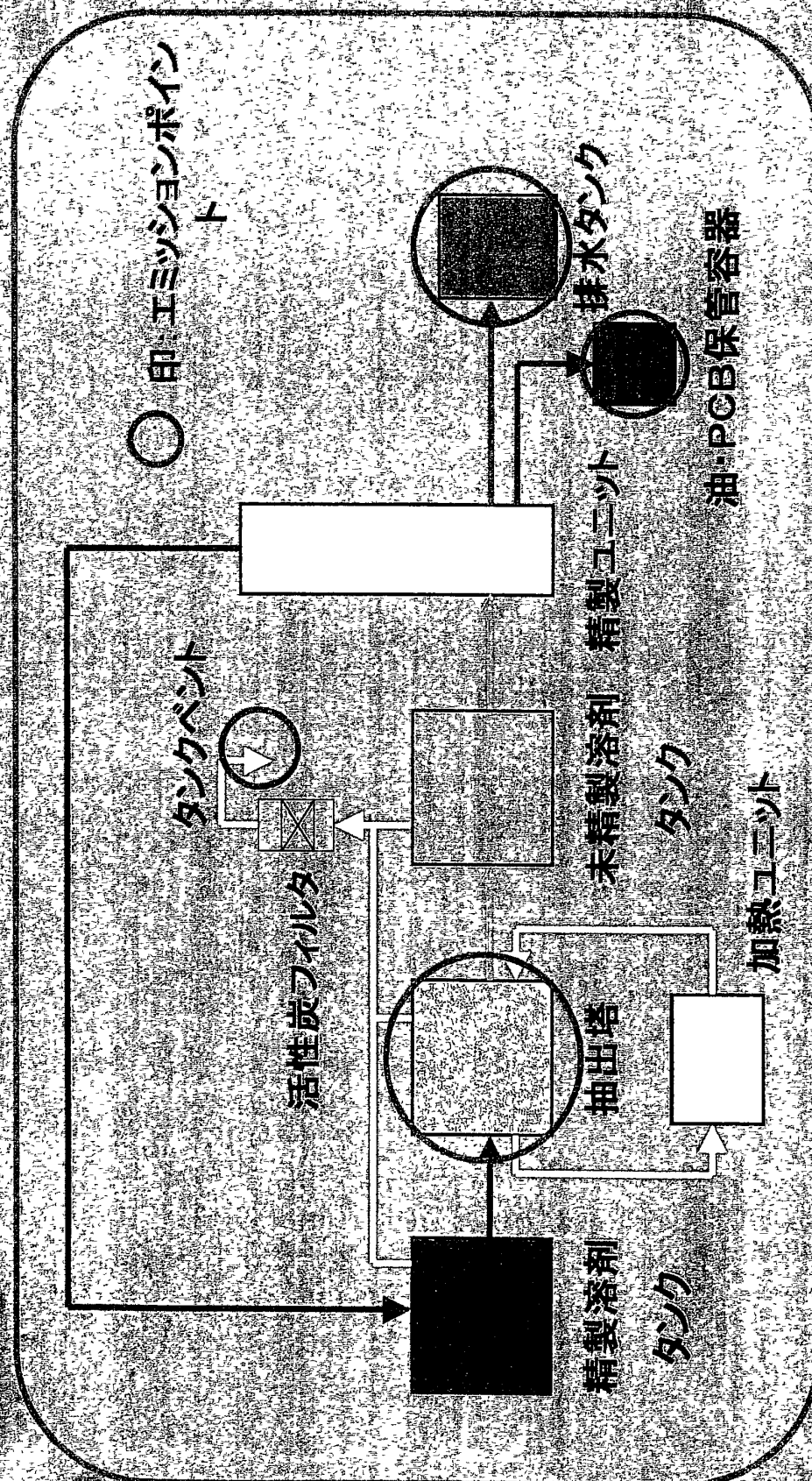


油-PCB污染土壤处理工程

- 淨化工事
- 土壤洗淨
- 溶剂精製
- 土壤乾燥
- 土壤排出



溶剤抽出法の安全性





まとめ

- 米国EPA認定技術であり、安全性・浄化性能に優れ実績(米国内)も豊富
- 化学的に安定した溶剤を使用しており、副生成物の発生が無く処理安全性は極めて高い
- 汚染物の拡散の可能性が極めて低く、周辺環境に影響を与えない
- 無害な溶剤を使用し、処理土の再利用が可能
- 設備はシングルでコンパクト化可能なため、オン・サイト処理にも適合

ご提案

- ・実サンプル試験装置・可搬式デマシ設備を保有し、汚染濃度・土質による様々な汚染状況に最も適した浄化計画の立案が可能
- ・当社保有のPCB無害化技術との組合せにより、PCBのBの異物処理が可能