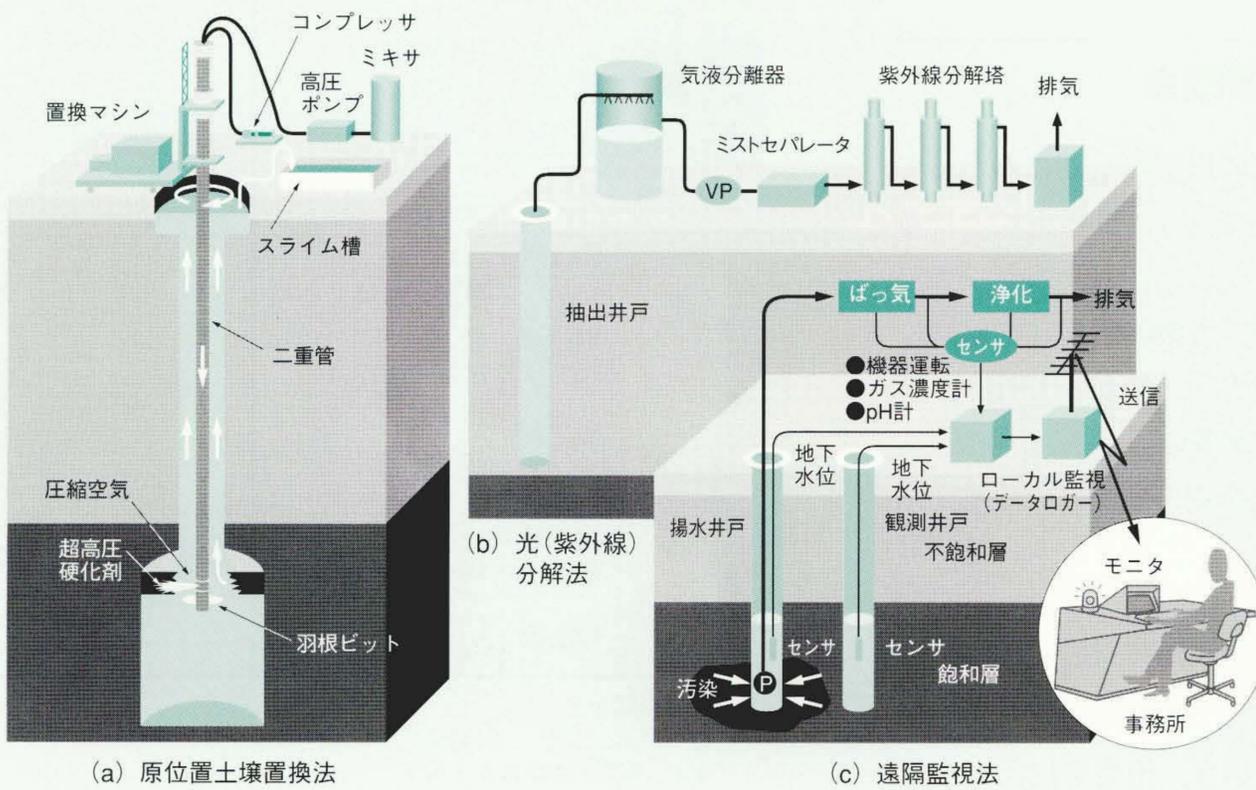


土壌・地下水汚染の調査・浄化システム

Investigation and Remediation Systems for Contaminated Soil and Ground Water

井上 肇 *Hajime Inoue*
峯田重昭 *Shigeaki Mineta*



調査・浄化システムの事例

原位置土壌置換法(a)では、空気を伴った超高圧硬化剤液を汚染個所に回転させて噴射し、汚染土壌を切削除去すると同時に、円柱状の固結体を造成して土壌置換を行う。

光(紫外線)分解法(b)では、吸引したガスを紫外線分解塔に導入し、分解して無害化する。

遠隔監視法(c)では、ローカル監視(データロガー)や電話回線を利用することにより、浄化設備の情報を遠隔地で監視する。

現在、土壌や地下水の汚染が顕在化している。汚染物質の主なものは、トリクロロエチレンなどの揮発性有機化合物、カドミウムなどの重金属類、および農薬である。また、最近はダイオキシン類の汚染も問題となっている。

汚染物質は土壌中に蓄積され、それが地下水層に達すると、その流れに沿って汚染が拡大されていく。浄化対策にあたっては、汚染物質の種類、濃度、挙動特性とその汚染範囲、汚染個所の土質や地下水の特性などに基づいて、最も適した浄化技術を単独あるいは複数の技術を複合して選定することが肝要である。また、浄化にあたっては、モニタリング情報を基に節目ごとにフィードバックを掛けて浄化の最適化を図る「浄化マネジメント」が欠かせない。

浄化技術の選定に際しては、汚染調査が不可欠である。調査は、ステップを踏んで、きめ細かく行うことが大切である。さらに、この調査は、分析・解析技術を駆使した、浄化設計へとつながるシステムとする必要がある。

日立グループは、これらについて早くから研究開発を進めてきており、長年蓄積してきた環境関連技術を総合して、調査・解析から浄化・モニタリングまで、浄化マネジメントを取り入れた、一貫したシステムとして事業展開を図っている。

1 はじめに

土壌・地下水汚染に関しては、1991年に制定された土壌環境基準が1993年に改定され、重金属類、揮発性有機化合物、および農薬の25物質についての基準が定められている。また、地下水についても1999年に硝酸性窒素などの3物質が追加され、現在26物質についての環境基準が制定されている。1999年にはダイオキシン類についても、土壌および水質環境基準が定められた。

最近の動向として、環境マネジメントシステム

(ISO14001)の導入に対応するために、現場環境の汚染調査を行う企業が多くなっている。また、継続環境調査の指針(サイトアセスメント) (ISO14015)も導入の方向にある。汚染についての調査・対策指針は1999年に改定され、土地売買・担保価値の見直しニーズを考慮したものとなってきている。また、同年に企業に対して化学物質の排出量の報告を義務づける「化学物質排出管理促進法」(PRTR法)が成立した。さらに、自治体では、環境基準とは別に、発動基準を設けようとする動きも見られる。

日立グループは、長年培ってきた環境関連技術を基に、

調査、解析、および浄化の各技術について多くの実績を積み重ね、一貫したシステムとしての構築を図って対応してきた。

ここでは、土壌・地下水汚染の問題点とその対策方法、対策に至る調査方法、および浄化マネジメントについて述べる。

2 土壌・地下水汚染の問題点

土壌汚染は蓄積性であり、その影響は長期にわたって続く。また、その汚染は局所的であり、サイトごとに多様な形態をとる。

土壌汚染は発見されにくいのが、汚染物質が地下水層に達するとその流れに沿って下流方向に広がって行き、地下水汚染として顕在化することが多い。

汚染物質のうち揮発性有機化合物の多くは、比重が水よりも大きく、粘性は逆に水よりも小さく、水に難溶性で、低沸点で揮発性を持っている。

このため、汚染物質は土壌中を下方に移動しやすく、地下水層に至ると地下水層の下部にたまるとともに、それが地下水流に沿って拡散していき、汚染を拡大する。

重金属類は、揮発性有機化合物よりも移動性が小さいため、浅層部の汚染が多い。

3 対策技術

3.1 浄化対策技術

浄化対策技術としては、拡散防止(封じ込め)、回収(分離)、無害化(分解)などがある。

汚染物質とその存在個所別に分類した浄化対策技術、および日立グループの保有技術を表1に示す。

浄化技術の選定にあたっては、浄化対象物質の濃度、挙動特性や土質特性、地下水特性を考慮して、最適なものを単独として、あるいはシステムの的に複数の技術を複合して採用する。

重金属類については、汚染物質の封じ込めが主流である。日立グループは、不溶化や熱による浄化の技術を持っている。

揮発性有機化合物については、(1)土壌ガス真空吸引、(2)地下水揚水、および(3)掘削除去が基本である。日立グループは、これらの基本技術に種々の技術を複合させて浄化システムを提供している。

そのほかに、環境基準項目にない油類などが問題化しており、油類については掘削除去、封じ込め、固化などの対策をとっている。

表1 浄化対策技術

現在開発中の技術も含めた、各種の浄化対策技術の汚染物質への適合性を示す。

浄化対策技術			重金属	揮発物	農薬ほか *1	日立グループ立 *2
土	封じ込め	遮断	遮断, 遮水	○	○	○
		不溶化	化学固化	○	○	○
	除去	除去	掘削除去	○	○	○
		洗浄	溶媒抽出	△	—	△
	分離	気化	加熱	△	○	○
			真空吸引	—	○	○
吸着		キレート	△	—	○	
壤	熱	焼却, 溶融, 固化	○	○	○	
	物理化学	光(紫外線)分解, 触媒, オゾン	△	○	—	
		微生物	バイオレメディエーション	—	△	△
地下水	分離	揚水	—	○	—	
	物理化学	光(紫外線)分解, 触媒, オゾン	△	○	△	
		微生物	バイオレメディエーション	△	○	△

注：記号説明など

○(実用化段階), △(開発段階), —(該当なし)

*1 農薬・油類ほかを示す。

*2 日立グループで保有している技術を示す。

3.2 浄化対策事例

日立グループが実施した揮発性有機化合物の浄化対策事例について以下に述べる。

なお、次にあげる浄化技術は以前に発表済みであるので、今回はその概念を図1に示すにとどめる。

(1)土壌ガス真空吸引法、(2)地下水揚水法、(3)二重抽出法(真空吸引法+地下水揚水法)、(4)地下水原位置ばっ気法、(5)低温加熱処理法

3.2.1 原位置土壌置換法

汚染個所だけを選択的に浄化する方法である。まず、空気を伴った超高压硬化剤液を汚染個所に回転させて噴射し、汚染土壌を切削して除去すると同時に、円柱状の固結体を造成し、これによって土壌置換を行い、浄化する。この方法の特徴は、短時間で浄化できる点である(33ページの図参照)。この方法では、1,000 m³のトリクロロエチレン汚染土壌を20日で浄化した実施事例がある。この事例では、除去土壌をばっ気後に処理した。

この技術は、汚染土壌の置換だけでなく、地下水のバリヤ機能としての地中壁造成や、囲い込み工法にも適用できる。

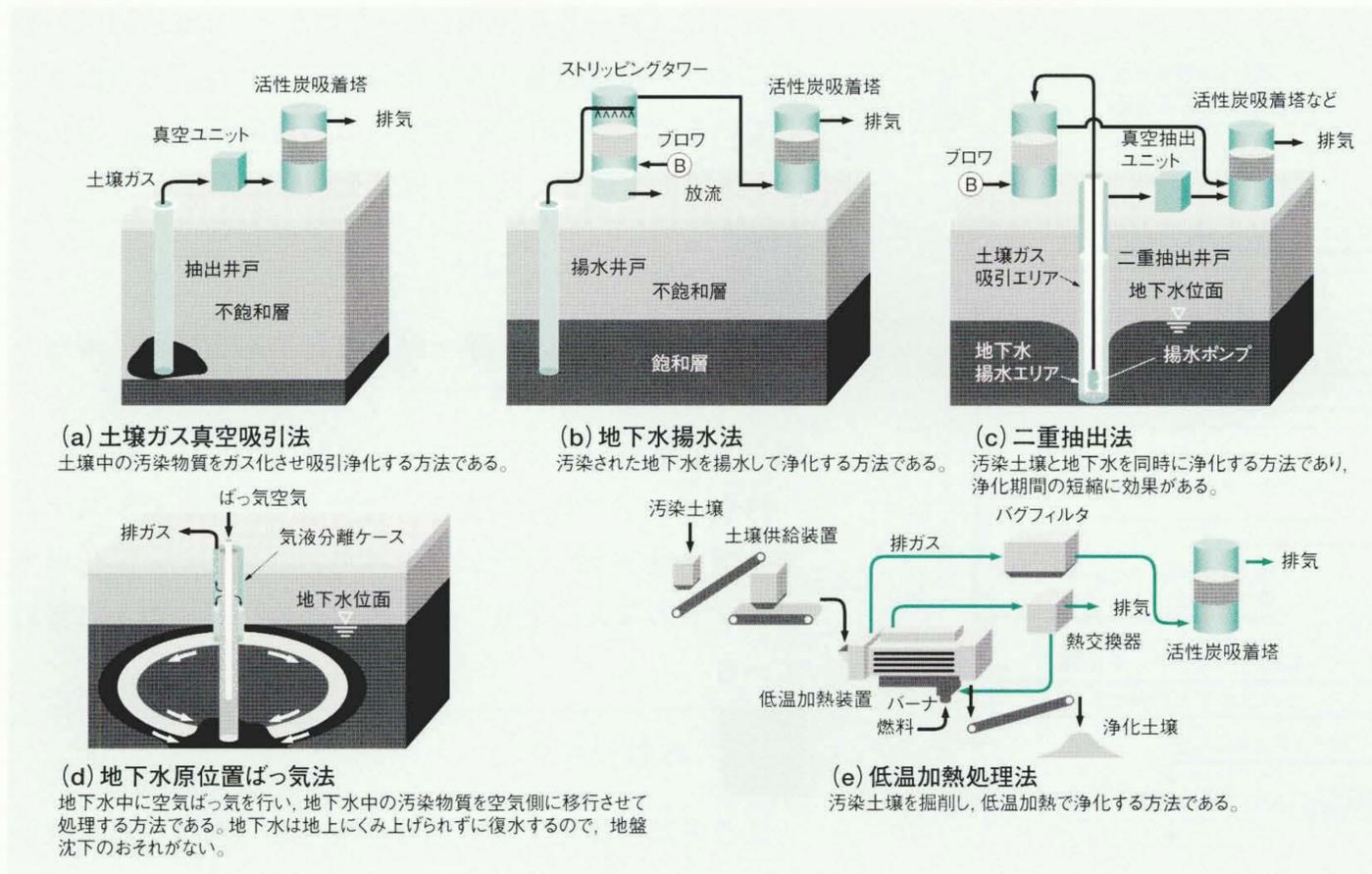


図1 土壌・地下水浄化の概念
日立グループの揮発性有機化合物の浄化事例の概念を示す。

3.2.2 光(紫外線)分解法

浄化作業で回収した汚染物質の分解方法については、PRTR法の成立を契機として、期待が高まっている。日立グループは、これを受けて、真空吸引や揚水ばっ気したガス中の汚染物質を紫外線によって分解する技術を導入している(33ページの図参照)。実施事例では、トリクロロエチレンのガス中濃度1,000~2,000 ppmが、処理時間5秒で10 ppm以下に分解できている。

3.2.3 その他の方法

複合事例として、土壌ガス真空吸引法では、加圧空気注入や地中加熱を併用する方法がある。また、地下水揚水法では、地下水注入を併用する方法もある。さらに、地下水揚水井戸と地中壁を組み合わせて流出防止を図った「バリヤ法」の例もある。

3.3 浄化マネジメント

浄化は、常にスムーズに進むとはかぎらない。土質や地下水特性を調査段階で100%把握できていれば申し分ないが、限られた調査情報に基づいて浄化設計を行い、作業を実施せざるをえないことも多い。このため、汚染範囲が広い場合は、浄化にあたっての「浄化マネジメント」が大切である。

日立グループは、モニタリング情報を基にシミュレーションを行い、節目ごとにフィードバックを掛け、複合技術を駆使して最適浄化方法とする浄化マネジメントを実施している。

4 調査・分析・解析技術

対策を効果的に行うには、汚染調査が重要である。調査計画を立てて、指針に準じてステップを踏んで調査する、以下のようなプロセスが重要である。

(1) 資料などの調査

まず、既存の資料などから土地の履歴や汚染物質の使用場所などの調査を行い、概況調査計画を作成する。

(2) 概況調査(表層調査, 土壌ガス調査)

概況調査は、汚染の平面的広がりを確認する目的で行う。揮発性物質については、表層ガス濃度調査法を用いて、現地で汚染範囲を把握する。また、表層の土壌や既設井戸の地下水などを採取して日立グループ内の分析機関に持ち帰り、公定法による分析も行う。日立グループは、これらの分析機器の供給も行っている。ダイオキシン類の分析については、溶媒抽出や濃縮の前処理工程を自動化することにより、多数の土壌試料を迅速に分析する装置を開発中である。

概況調査の結果を基に、次の詳細調査計画を作成する。

(3) 詳細調査(ボーリング調査)

詳細調査は、汚染源の特定と、汚染の深度方向の広がりを確認する目的で行う。この詳細調査の精度が、浄化設計のキーポイントとなる。

詳細調査では、ボーリング調査を行い、汚染物質の分析だけではなく、土質の確認や地下水の流向、流速につ

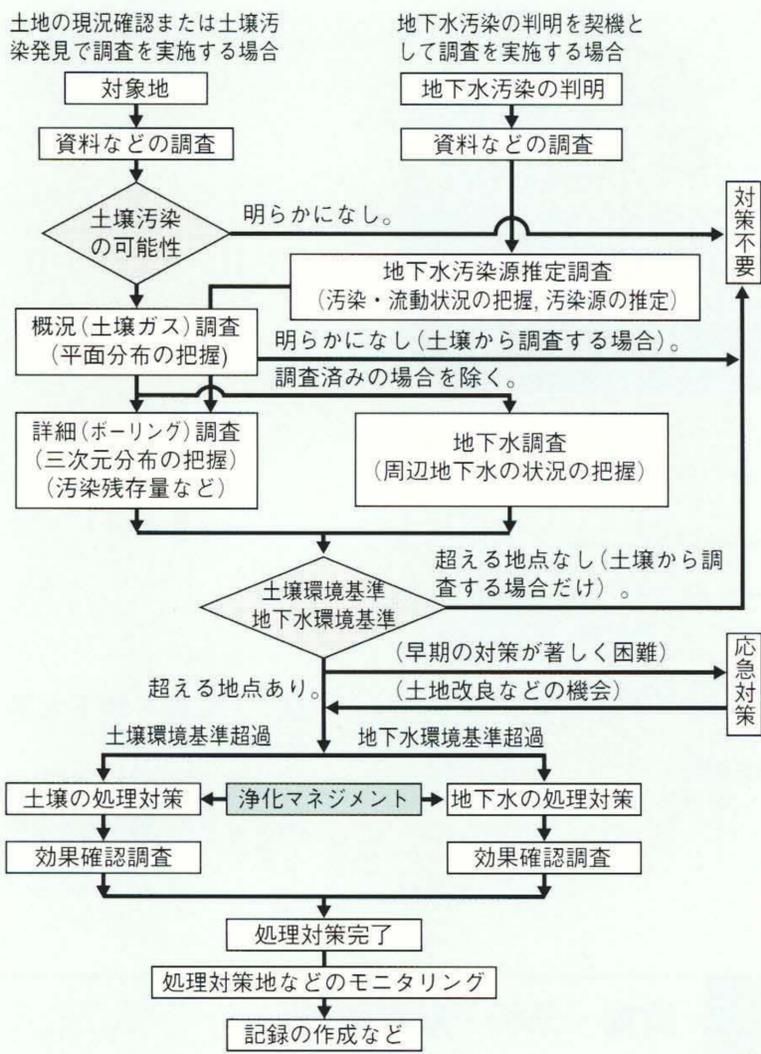


図2 揮発性有機化合物の調査・対策システムのフロー
調査から浄化までの手順を揮発性有機化合物について示す。重金属類もほぼ同様の手順である。

いても調査を行う。

汚染物質の分析は、分析機関による公定法に準じて行うのが基本であるが、日立グループは、揮発性物質についてはヘッドスペース法[※]による現場での簡易分析も併用し、現場で汚染範囲を迅速に特定することにより、数多くのデータを安価に入手する方法をとっている。

(4) 浄化方法の選定・設計

汚染物質や土質特性、地下水特性などの調査結果を基に、適切な浄化技術を選定する。シミュレーション技術や現場揚水試験、吸引半径確認試験などを用いて設計データをまとめ、設備設計も行っている。

(5) モニタリング・浄化効果の評価

浄化効果は、観測井戸の地下水の水質や、浄化設備の土壤ガス濃度などを定期モニタリングして確認する。

モニタリングの手法として、遠隔監視法がある。この

手法では、ローカル監視(データロガー)や電話回線の利用により、浄化設備の情報を遠隔地で監視する方法も用いている(33ページの図参照)。この遠隔監視は、浄化マネジメントを行ううえでの重要な情報源である。

5 システムフロー

上述したように、土壌・地下水汚染対策では、調査からその対策までを一貫して行うことが肝要である。その調査・対策のシステムフローを図2に示す。

日立グループは、調査から対策まで一貫したシステムで土壌・地下水の浄化にあたっている。また、浄化マネジメントの導入により、効率的な浄化を行うことに努めている。

6 おわりに

ここでは、揮発性有機化合物を主とした浄化対策技術と、対策に至る調査技術について、浄化マネジメントを含めて述べた。

これからも、日立グループは、土壌・地下水環境の保全に効果的な調査・対策技術の開発を推進していく考えである。

参考文献

- 1) 環境庁：土壌・地下水汚染対策ハンドブック(1995)
- 2) 中村, 外：土壌・地下水汚染を防ぐ調査分析・浄化技術, 日立評論, 78, 7, 519~524(平8-7)
- 3) 峯田, 外：土壌・地下水汚染の調査・浄化技術, 日立評論, 80, 8, 595~598(平10-8)

執筆者紹介



井上 肇
1963年日立製作所入社, 1994年日立プラント建設株式会社転属, 環境システム事業本部 環境装置事業部 応用装置部 所属
現在, 土壌・地下水浄化システムの推進に従事
技術士(環境部門)
E-mail: h-inoue @ cm. hitachiplant. co. jp



峯田重昭
1966年日立金属株式会社入社, 1999年株式会社ハイメック出向, 東京事業所 所属
現在, 土壌・地下水浄化システムの推進に従事
日本機械学会会員
E-mail: shigeaki_mineta @ po. hitachi-metals. co. jp

※) ヘッドスペース法：採取土壌と水とを混合させて振とうし、容器のヘッドスペース部にガスを揮発させ、それを吸引分析する方法