

顕在化する土壤汚染問題と その対応

(株)住化分析センター

営業本部

大悟法 弘 充

西川 浩 一

三原 一 優

井上 芳 夫

環境技術センター

藤本 英 治

Countermeasures for the Soil Environmental Problems

Sumika Chemical Analysis Service
Marketing Division

Hiromitsu DAIGOBO

Kouichi NISHIKAWA

Kazumasa MIHARA

Yoshio INOUE

Environmental Technology Center

Hideharu FUJIMOTO

The social request to the concern of healthy influence and the establishment of countermeasures by soil and groundwater pollution has been strongly desired. Based on those situations, the “Soil Contamination Countermeasures Law” about grasp of the situation of soil contamination and prevention of the human healthy influence by soil pollution etc. was enforced. It makes fairly obvious that countermeasures to cope with polluted soil will be further reinforced in the future, which in turn will variously affect related businesses and companies. We introduce about investigation technology and countermeasures of soil contamination and about activities on these businesses in SCAS, Ltd.

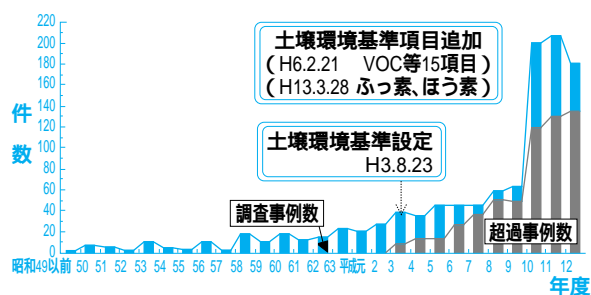
はじめに

大気と水の汚染問題の重要性は1960年代以降の公害問題を通じて広く認識されてきたが、土壤・地下水汚染は目に見えないこともありその重要性については認識がまだ十分ではなく対策が遅れていた。地上と異なり地中では汚染物質が蓄積しやすく、自然の浄化力には多くを期待できず、現実の対策工事では大きな費用と長期間を要することから深刻な問題と言える。これら土壤と地下水の両方の問題を一括して地盤環境問題と呼ばれることが多い。

国が発表している調査結果によれば2000年度（平成12年度）までに547件の土壤汚染が報告されている。これは環境省が自治体に対して行っているアンケート調査の集計結果であり第1図に示す。

最近に至り、日本では水質汚濁防止法の改正や環境マネジメントシステムの普及などにより地盤環境問

第1図 年度別の土壤汚染判明事例



出典 環境省水質保全局：
「平成12年度土壤汚染調査・対策事例及び対応状況に関する調査結果の概要」(2002)

題に対する認識が高まりつつあり、2002年5月には土壤汚染対策法が制定された。多くの先進工業国においても土壤汚染箇所が非常に多いという点では意見が一致しており、日本も例外ではないとされている。しかしながら土壤や地下水の汚染の全貌は把握されて

いないのが実情である。

本稿では土壌・地下水汚染の状況、新しく制定された土壌汚染対策法、土壌汚染の調査技術とその対策方法などについて述べ、併せて当社の取組みを紹介する。

土壌汚染とは何か

土壌汚染対策法により規定される対象物質（特定有害物質）は、これらが土壌に含まれることに起因して人の健康に係わる被害を生ずる恐れがあるものとして鉛、ひ素等の重金属等、トリクロロエチレン等の揮発性有機化合物等、合計 25 物質（アルキル水銀は総水銀に含めた）が指定されている。各物質に設定された基準値を超えて有害物質が存在すれば「汚染がある」と判断される。

第 1 表 土壌環境基準

	対象物質	基準値等	備考	
重金属等	カドミウム	0.01mg/l		
	全シアン	検出されないこと		
	鉛	0.01mg/l		
	六価クロム	0.05mg/l		
	砒素	0.01mg/l		
	総水銀	0.0005mg/l		
	アルキル水銀	検出されないこと		
	セレン	0.01mg/l	土壌環境基準	
	ふっ素	0.8mg/l		
	ほう素	1mg/l		
	溶出試験 農業等	有機燐	検出されないこと	
		PCB	検出されないこと	
		チウラム	0.006mg/l	
		シマジン	0.003mg/l	
		チオベンカルブ	0.02mg/l	
揮発性有機化合物		ジクロロメタン	0.02mg/l	
		四塩化炭素	0.002mg/l	
		1,2-ジクロロエタン	0.004mg/l	
		1,1-ジクロロエチレン	0.02mg/l	
		シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l	
	1,1,1-トリクロロエタン	1mg/l	土壌環境基準	
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/l		
	トリクロロエチレン	0.03mg/l		
	テトラクロロエチレン	0.01mg/l		
	1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/l		
含有試験 重金属等	ベンゼン	0.01mg/l		
	水銀	15mg/kg		
	カドミウム	150mg/kg		
	鉛	150mg/kg		
	ひ素	150mg/kg		
	六価クロム	250mg/kg	土壌含有基準	
	ふっ素	4,000mg/kg		
	ほう素	4,000mg/kg		
	セレン	150mg/kg		
	シアン（遊離シアンとして）	50mg/kg		
	ダイオキシン類	1,000pg-TEQ/g	土壌含有基準	

現在のところ特別の規制はないが、この他にも油汚染なども見逃すことはできない。

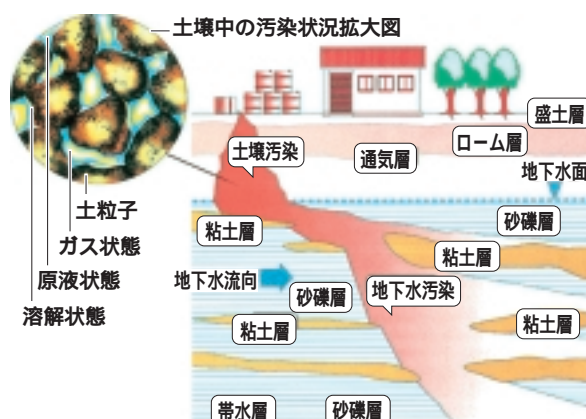
汚染のメカニズムについて

重金属による土壌・地下水の汚染は、それらの物質を保管・使用していた施設からの漏洩や、ばい煙の降下、不適正な排水の地下浸透、または廃棄物の埋立処分等により発生する。一般に地下に浸透した重金属は、水に溶けにくく土壌に吸着されやすいため、表層土壌に集積し、深部まで拡散しないことが多い。土壌の種類によっては同じ重金属でもイオンに対する吸着能は異なるが、一般的には水銀、鉛、カドミウム等、陽イオンは土壌に吸着されやすく、移動しにくい。一方、六価クロム、ひ素等、陰イオンは土壌に吸着されにくいため、移動しやすく、深部へ浸透すると考えられている。

揮発性有機化合物による土壌・地下水汚染では、使用や処理の過程での不適切な取扱いが汚染の要因のひとつとして考えられており、揮発性有機化合物を含む汚泥の不適正な埋立て処分も、土壌・地下水への浸透経路としてあげられる。また、原液状のままの廃溶剤や、ドラム缶に入れた廃溶剤が不法投棄されたことを原因とする事例も多い。

汚染源から流出して土壌中に浸透したこれらの物質は、一部は土壌間隙中に保持され土壌汚染を引き起こし、表層土壌では空気中に揮発しやすい。また、粘性が低く、比重が水より大である場合が多いため、透水性の高い地層中を浸透して地下深部に到達しやすい。不飽和帯を降下した原液は、地下水面に到達した後、一時的に地下水面付近に滞留することもあるが、地層の間隙が大きい場合は帯水層中を降下して、粘土層等の不透水層の直上に停滞して地下水中に溶出し、地下水汚染を引き起こす（第 2 図）。

第 2 図 土壌汚染のメカニズム



出典 中島 誠：「汚染地質と汚染メカニズム」、土壌・地下水汚染対策欧州視察団編「地下水問題とその解決法」環境新聞（1999）

土壌・地下水汚染の状況

1. 日本における土壌・地下水汚染問題

わが国は戦後、工業化に基づく高度経済成長を続け、景気の変動や石油ショックなどを経験しながらも急速な発展を遂げた。しかし高度成長に伴い公害問題と呼ばれる環境汚染が発生し大気や水を中心に改善が進められてきたが、土壌や地下水については日常的には我々の目に触れにくいために、関心をもちることが一般的には少なかった。

しかし、土壌・地下水汚染問題は明治時代以降、しばしば発生し、人や農作物への被害が社会問題となり、その解決に非常に長い時間が費やされてきた事例がある（第2表）。

第2表 土壌汚染が社会問題化した事例

渡良瀬川流域	
1880年	渡良瀬川の魚は有害であるとして捕獲禁止。その後、洪水にあった流域で農作物の被害が発生（足尾鉍毒事件）。
1891年	田中正造代議士が政府に損害補償と将来の予防を要求。
1958年	銅鉍山の堆積場が決壊し主に金属イオンを含む鉍毒水が水田に流入、水田の汚染により作物の収穫が減少。
1972年	農用地土壌汚染防止法により銅が特定有害物質に指定された。
1973年	足尾銅山閉鎖
神通川流域	
1920年	神通川流域の水田で銅や亜鉛による農作物被害が発生。
1922年	奇病が発生（イタイタイ病）。
1925年	再び農作物被害が発生。
1968年	イタイタイ病の主な原因は鉍業所排水中のカドミウムが米に蓄積されたことにあるとの発表。
1970年	食品衛生法により米に含まれるカドミウムの基準が設定された。
1971年	イタイタイ病裁判で原告勝訴
土呂久地区（宮崎県）	
1920年	鉍石の採掘に伴う排煙中の砒素による健康・農作物被害が発生。
1962年	鉍山閉鎖。
1971年	砒素中毒による健康被害が発表され、農地に蓄積された砒素が問題化。
1975年	農用地土壌汚染防止法により砒素が特定有害物質に指定された。

第3表 日本における地下水の利用状況

（水量単位：億m³/年）

	地下水量 (a)	表流水その他 の水量(b)	全水量 (c=a+b)	地下水依存度 (a/c)%
工業用	26.9	73.1	101.0	27
上下水道用	36.4	132.7	169.1	22
農業用	38.8	550.0	588.8	7
その他(建築物用)	9.6	-	-	-

また日本における地下水利用は戦前は飲料水源などとしての依存が多かったが、戦後は上水道の普及とともに、その役割が低下してきた。地下水そのものは、大都市での地盤沈下が深刻な問題となり汲み上げ規制が強化されることはあったが、地下水汚染の有無には関心が払われてこなかったのが実情である。

第3表に、日本における地下水の利用状況（平成14年版環境白書）を示す。

2. 顕在化する市街地の土壌汚染

従来は農作物への影響と食物連鎖による人の健康に被害を及ぼすという観点から、日本における土壌汚染問題は農用地における発生が中心であった。このため1970年には農用地の土壌の汚染防止等に関する法律が制定され、これに基づき対策地域（67地域、6,266ha）が指定された。計画に基づく調査対策が進められ最近では新たに汚染が判明することは少なくなっている。

しかし逆に近年問題視されているのは、むしろ市街地における土壌汚染問題である。市街地の土壌汚染は事業場等の私有地であったり、その範囲も局所的汚染であることが多いため顕在化することが少なかったとされている。生産活動過程で使用される原材料や化学物質に対する認識の高まりや、事業場の移転とその跡地の再開発あるいは土地取引などの動きとが相俟って市街地における土壌・地下水汚染に対する関心が高まりつつある。

産業活動に伴って発生したとされる土壌・地下水汚染のうち話題となった事例を第4表に示す。

第4表 市街地における土壌・地下水汚染の事例

東京都江東区 六価クロム汚染	工場が発生したクロム鉍毒を埋立てた土地を都が購入し、住宅地として開発後に土壌汚染が発覚。対策費用は200億円以上と推定され、そのかなりの部分を工場が負担したとされている。
千葉県君津市 (半導体工場)	半導体工場付近の井戸から揮発性有機化合物が検出され、調査の結果、主な原因が工場にあることが判明した。ハイテク汚染の典型的な例であり、工場側は調査・対策費の大半を負担し住民への補償金を支払った。
広島県福山市 (化学薬品工場跡地)	工場跡地を再開発計画中に汚染が発見され、再開発が中断した。主に重金属・PCBによる汚染とされており、メ-カ-は汚染修復費として100億円以上の特別損失を計上した。
東京都八王子市 (農業工場跡地)	工場を閉鎖後、跡地利用に向けた自主調査により無機水銀による土壌汚染が判明。汚染土壌に水蒸気を加えて水銀を加熱気化させ分離・回収する方法が採用された。費用は70億円と報じられ、汚染濃度や工事状況が周辺住民へ開示されている。

3. 海外における土壌・地下水汚染の状況

日本における土壌・地下水汚染問題を考える場合、

同様の問題に取り組んでいる諸外国の実態が参考になる。以下にその一部を述べる。

ドイツは環境問題の先進国と言われ土壌や地下水汚染問題への取組みが早い時期から行われた。州毎に独自の「土壌保護法」が作られ計画的な調査や修復作業が行われてきた。1998年には「連邦土壌保護法」が作られ、連邦レベルで統一された。汚染基準等、各州に委ねられる部分も多い内容とされている。また旧東ドイツに存在していた軍事施設等での汚染問題が大きいのもドイツにおける特徴の一つとされている。「連邦土壌保護法」では閉鎖された廃棄物処分場や事業所で人の健康や環境に有害な影響を与える箇所が同法での規制対象になる。飲料水の70%を地下水に依存することもあり、地下水を含め河川、湖沼等の利用は厳しく管理されている。ドイツは1997年から土壌汚染に関する全国調査を開始し1998年現在、汚染の可能性があるサイトは238,027箇所とされている。

オランダは産業界と政府が土壌汚染問題に関する協定を結び、産業界が汚染箇所の調査や浄化対策等に自主的に取り組んでいる。同国の土壌汚染に対する取組みは、1962年に「地下水の水質保全に関する委員会」にて土壌保護の重要性が報告されたことに始まる。1982年には「暫定土壌浄化法」が制定され、その後1994年には「土壌保全法」が制定され、汚染原因者だけではなく土地所有者に対しても浄化命令が出されることになった。この「土壌保全法」は農地にも適用され、汚染の可能性があるサイトはオランダ国内で17万箇所を超えるとされている。

フィンランドでは1988年の議会報告を端緒に、国が中心となり全国的な土壌汚染についての実態調査を行い、「サマセ・プロジェクト」と称される長期的な方針・計画を策定して取組みが進められている。この調査結果では10,400箇所に土壌汚染の可能性があるとして登録されたが、さらに登録されなかった小規模汚染を含めると25,000箇所に達するとされている。「サマセ・プロジェクト」は「過去の汚染は浄化すべきであり、新しい汚染の発生は防止する。過去の土壌汚染のつけを次世代に回さない」ことを基本としている。

アメリカでは「ス・パ・ファンド法」が有名である。これにより土壌汚染の原因者だけでなく有害物質の発生者や輸送者にも責任を課し、汚染浄化のための基金設立や目的税の徴収を定めている。同国における土壌・地下水汚染の半数は有機溶剤によるとされており、1980年代に表面化したシリコンバレーの半導体工場周辺での地下水汚染はハイテク汚染の典型的な例である。この他にはガソリン等が地下貯蔵タンクから漏洩したことによる汚染も多いとされている。「ス・パ・ファンド法」はラブカナル事件（廃棄された有機化合物類による汚染と健康被害の発生）を契

機として制定された。正式名称は総合環境対策補償責任法（CER-CLA/Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act of 1980, 1986年に修正）であり、連邦政府が巨額の浄化対策費用を基金として保持していることから、一般的に「ス・パ・ファンド法」と称されている。

4. 汚染サイト数の推定

水質汚濁防止法改正や環境マネジメントシステムの普及により、土壌・地下水汚染に対する関心は高まってきているが日本における汚染箇所の全貌は把握されていないのが実情である。そうした中で既存の資料や統計を用いて「土壌汚染診断が望まれる事業所・跡地数」の推定が1998年に試みられ約44万箇所と報告されている。これは産業別事業所数の合計から統計に含まれていない事業所を加え、汚染の可能性がないか、あるいは取組みが進んでいると考えられる事業所数を差し引いた結果とされている。従って、この数値が汚染事業所・跡地数ではないことは勿論である。しかしながら汚染の可能性が不明な学校、病院、基地、港湾、空港、鉄道施設などを加えると数字はさらに膨らむことになる（第5表）。

この潜在汚染箇所数の海外との比較は第6表のとおり先進工業国での汚染サイトは、かなりの数になると推定される（発表機関や時期により異なる）。

第5表 土壌汚染診断が望まれる事業所・跡地の推定

事業場の種類	事業場数	備考
全製造工場（稼動中）	387,645	産業別デ・タ集計（注1）
同上中汚染が考えられない産業の工場	90,507	食料品、衣服等、装飾品（注1）
大規模製造工場	1,850	従業員500名以上（取組みが進んでいると考えられる）〔注1〕
ガソリンスタンド	60,421	（注2）
クリ・ニング作業所	24,700	（注3）
代表的な理化学系研究所	392	（注4）
産業廃棄物中間処理施設・最終処分場	13,705	（注5）
最近閉鎖された製造工場	48,352	最近5年以内（注1）
同上大規模製造工場	100	従業員500名以上（取組みが進んでいると考えられる）〔注1〕
汚染診断が望まれる事業所・跡地	442,758	（注6）

注1；通産省調査統計部「工業統計表、同速報」従業員4名以上の産業別統計事業所数（1995）

注2；資源エネルギー庁石油部流通課資料（1994）

注3；全国クリ・ニング環境衛生同業組合連合会会員数

注4；日本の研究所・日刊工業新聞社1986年

注5；厚生白書（平成9年度）より、自社処分場は含まれていない

注6；学校、病院、基地、港湾、空港、鉄道施設は含まれていない。汚染の対象物質は土壌環境基準による

第6表 土壤汚染サイトの推定比較
(出典 JASERA*パンフレット)

国名	潜在汚染箇所数	出典
アメリカ	約217,000	アメリカ環境保護局 (今後浄化が必要なサイト)
ドイツ	約300,000	ドイツ環境庁
オランダ	約110,000	土壤保護委員会
日本	約440,000	インタ-リスク総研 (調査が望まれるサイト)

JASERA* ; 日本地盤環境浄化推進協議会
(通称JASERA、設立1998年)

土壤汚染対策法の概要

1. 従来の制度

これまで地下水汚染に対しては「水質汚濁防止法」が平成元年(1989年)に改正され、有害物質の地下浸透が禁止された。さらに平成8年(1996年)の改正では地下水汚染の浄化命令の規定が設けられた。浄化命令は基準を超える地下水汚染があるだけでは発動されず、その地域にて地下水の飲用等(災害時の水源井戸等)がある場合に限って発動されることになっている。一方、土壤については農用地を除き汚染対策を定めた法律は存在しなかったが、自治体レベルでは土壤汚染を規制する条例が増えている。「平成14年版環境白書」によれば217自治体が条例にて規制している。

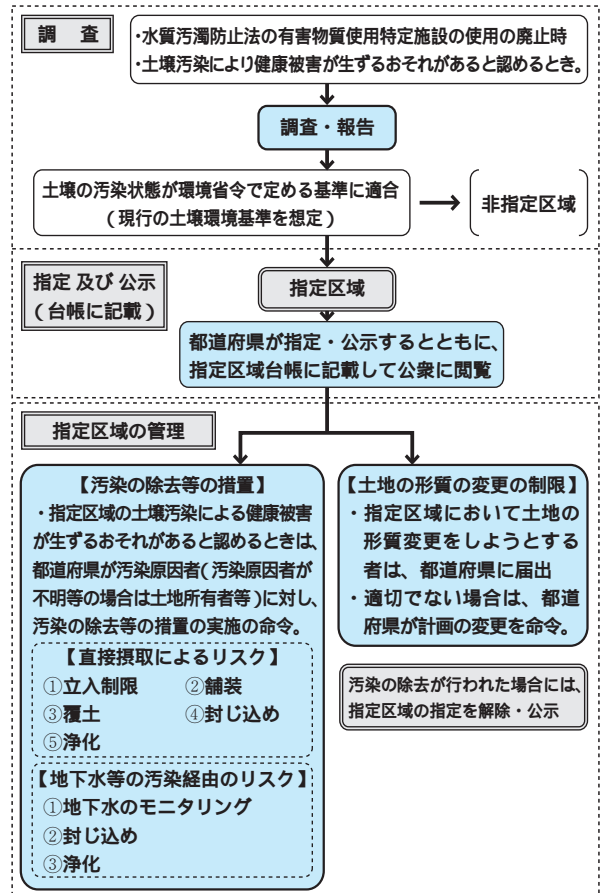
また環境省がガイドラインとして、「土壤・地下水汚染に係る調査・対策指針」を定めており、これに基づき汚染調査や対策が行われることが多かったが、調査・対策の義務を課していたわけではなかった。

2. 土壤汚染対策法の制定

以上の背景の下、我が国では2000年12月から「土壤環境保全対策の制度の在り方に関する検討会」にて検討が進められ、「土壤の含有量リスク評価検討会」が2001年8月にまとめた考え方も踏まえて同年9月に中間とりまとめを行い、10月に中央環境審議会に対し「今後の土壤環境保全対策の在り方について」の諮問が行われた。この結果、平成14年1月(2002年)に同審議会からの答申がなされ、同年2月に法案が国会に提出された。こうした経緯にて、日本では画期的と言える「土壤汚染対策法」が出来上がった。公布は平成14年5月29日(2002年)、施行は平成15年2月15日(2003年)となった。環境省によれば、『土壤汚染対策に関する法制度がないことから土壤汚染による人の健康への影響の懸念があり、対策ル-ルの確立を求める社会的要請が強まっていた』とされており、統一的なル-ルが初めて出来上がったことになる。

平成14年1月25日の中央環境審議会答申「今後

第3図 土壤汚染対策法の概要



の土壤環境保全対策の在り方について」中に記載されている全体イメージを示す(第3図)。

3. 土壤汚染対策法の特徴

土壤汚染対策法の大きな特徴として次の3点をあげることができる。

- ・ 汚染原因者ではない土地所有者にも、調査・対策義務を課した
- ・ 規制対象となる汚染地は限定される
- ・ 法の目的を人の健康保護に限定した

(1) 土地所有者責任の原則

汚染原因者ではない土地所有者に、調査・対策義務を課した点は今回の法制定での最大の特徴である。土地所有者に義務を課すことは諸外国においても例があるが、原因者が明らかである等の場合には原因者に措置命令が出されるが、それ以外は土地所有者に命令が出されることになっている。このため、原因者であることの証明が不十分なまま、原因者であるとして措置命令が出される場合が生じる。原因者とされた者が、原因者ではないとして行政訴訟を起こす事態も予測される。

諸外国では汚染が判明した段階から所有者の対策義務を課していることが多いのに対して、土壤汚染対策

法では汚染を引き起こしたわけでもない所有者が対策義務だけではなく、調査義務も負うことになる。

(2) 規制対象となる汚染地の限定

調査の契機は、a) 有害物質を使用する特定施設を廃止するとき、b) 調査命令が出されたとき、の二つに限定されている。従って汚染があれば規制するのではなく、調査契機に該当すれば規制する形となっているため、汚染があっても調査契機に該当しなければ規制対象にならない場合がでてくる。

ここで調査契機に該当した場合にとるべきステップは、① 指定調査機関が調査・報告、② 指定区域に指定(公示・台帳) ③ 措置命令あるいは土地の形質変更を規制、と定められている。

(3) 法の目的は人の健康保護

法の目的は国民の健康保護とされているため、人以外の生物への影響は考慮されていない。また、従来から問題とされている例として油による土壌汚染がある。これは油の中にベンゼンがあれば特定有害物質として規制の対象となるが、油そのものは対象ではないため油臭いというだけでは法による規制は行われないうことになる。

健康被害の防止の観点から有害物質の基準値設定には直接摂取(例えば子供が土を口に入れる、土ぼこりを吸う、皮膚から吸収される)と地下水摂取(汚染物質が地下水に溶け出し、その地下水を飲む)の二つの曝露経路が考慮されている。

4. 法による規制の概要

(1) 調査の契機(特定施設を廃止時)

① 調査義務

水質汚濁防止法の特定施設であって、有害物質を扱っていた施設を廃止した場合は、120日以内に指定調査機関に汚染調査をさせて、その調査結果を都道府県に報告しなければならない。この場合の調査義務者は施設設置者(工場主)であるが、土地所有者が別に存在する場合、廃止の届出を受けた都道府県は所有者にその旨を通知することになっている。この場合には通知を受けた所有者にも調査義務が生じる。

② 調査義務がない場合

有害物質使用の特定施設を廃止した場合でも以下のいずれかに該当する場合には調査をしなくても良い。

- ・ 工場・事業場をそのまま継続して使用する場合
- ・ 別の工場・事業場として利用し、一般人が立ち入ることが出来ない場合
- ・ 居住兼用であり、引き続き居住する場合
- ・ 鉱山保安法に基づく命令の対象となるサイト

これらの場合は、都道府県に申請して確認を得る

必要がある。

③ 小規模サイトの特例

周辺に地下水の飲用がない面積が300m²以下の土地の場合は曝露経路としての地下水摂取の観点から調査が不要とされる小規模サイトの特例が設けられている。これは小規模クリーニング店を想定した特例とも言われている。

④ 調査対象物質

調査が必要な物質はそこで使用されていた物質が対象であり、基準値が設定されている全ての物質ではない。ただしテトラクロロエチレンのように土中での脱塩素化により分解が進む有機塩素系化合物の場合にはその分解生成物も対象とする必要がある。

⑤ 調査方法

調査密度は、有害物質の使用履歴別に三区分されて決められている(第7表)。

第7表 調査密度

区 分	調査密度
事業に使われていない等、汚染の恐れがないと認められる土地	調査不要
有害物質を取り扱っていない等、汚染の恐れが小さいと認められる土地	900m ² に1点
上記以外の土地	100m ² に1点

重金属等、農業等は表層土壌の調査を行い判定される。揮発性有機化合物は最初に表層土壌ガス調査を行い、ガスが検出された場合は、汚染ありとして調査を終了するか、あるいはさらにボ-リングを行い基準値超過の有無を調査してもよい。

(2) 調査の契機(調査命令による)

汚染を引き起こす可能性と健康被害を引き起こす可能性の両方がある場合には調査命令が出される。その場合には次の三つの要件をすべて満たすこととされている。

① 汚染を引き起こす可能性がある

② 次のいずれかに該当すること

- ・ 溶出量基準を超える可能性がある場合は、地下水汚染が生じており、地下水の飲用があること
- ・ 含有量基準を超える可能性がある場合は、一般人が立ち入りできること

③ 汚染対策が行われていないこと(あるいは「鉱山保安法」に基づく命令の対象となるサイトではないこと)

(3) 汚染の公開

調査の結果、基準値を超過した場合は「指定区域」として指定され、都道府県の広報に掲載される。また「指定区域台帳」に記載され、一般に公開される。

その後の汚染対策の結果、基準値以下になれば台帳から削除される。この場合に封じ込めや盛土などにより対策を行ったときは、汚染物質は残っているため台帳から削除されない。

(4) 対策の措置命令

① 措置命令の要件

指定区域台帳に登録された場合であっても措置命令が出されるとは限らず、健康被害を引き起こす可能性がある場合に限定されている。

② 措置義務者

措置命令は土地の所有者等（所有者、管理者、占有者）に対して出されることになっており、次の全てに該当する場合は、命令は所有者ではなく汚染原因者に出される。

- ・ 汚染原因者が明確である
- ・ 汚染原因者が措置を講ずることが相当である
- ・ 所有者に異議がない

③ 実施する措置の概要

< 溶出量基準を超過する場合 >

- ・ 地下水汚染が生じていない場合は、地下水モニタリングだけを行えばよい
- ・ 地下水汚染が生じている場合は原則として次の対策を行う（第8表）

第8表 溶出量超過時の措置対策

	基準の10倍以下	基準の10倍超過
重金属等	原位置封じ込め	
揮発性有機化合物	原位置封じ込め	汚染土壤の除去
農業等	原位置封じ込め	汚染土壤の除去 または遮断工封じ込め

< 含有量基準を超過する場合 >

- ・ 原則として盛土
- ・ 盛土では居住に不都合があるときは、土壌入換え
- ・ 乳幼児の遊び場等であって、土地の形質変更が頻繁に行われるものは、土壤汚染の除去
- ・ 上記にかかわらず所有者が求めたときは立ち入り禁止や舗装でよい

(5) 指定調査機関

環境大臣は汚染調査の信頼性を確保するため、技術的能力を有し、財政的に安定した事業者を指定調査機関として認定することになっており、法に基づく汚染調査の実施は指定調査機関に依る調査に限定される。

5. 土壤汚染対策法が企業に与える影響

土壤汚染対策法は汚染地あるいは汚染のおそれがある

土地の全てに適用されるわけではないが、規制の対象外であることを理由に企業のリスクがなくなるわけではない。法で規制を受けるものは一部に過ぎず、社会規範から逸脱すれば信用の失墜など社会的制裁を受けることになる。今回は法の制定によりルールが明確となったが、法規制の対象ではない場合にも影響が出てくると思われる。従来からの流れである汚染に関する情報開示と適切な対策を取るべきという社会要請がますます強化されると考えられる。土地の売買に際しては買主が従来以上に土壤汚染を警戒することになり、売主の責任を追求する度合いが増大化する。法の対象外であっても損害賠償に関わる問題が顕在化することが予想される。

その他、企業に与える影響は次のようなことが挙げられる。

- ・ 汚染調査・措置費用の負担
- ・ 資産価値への影響
- ・ 民事責任の追及
- ・ 社会的責任の強化
- ・ 企業イメージへの影響

土壤汚染調査の技術

当社が汚染調査を受託実施の際には、事前に資料等調査（Phase1とも呼ばれる）を行い、土地の使用履歴、過去の有害物質等の使用履歴などを調べ、それに基づく調査計画を提案することになっている。これにより施主の調査目的と受託調査機関である当社の認識の一致を図る。汚染が発見された場合は一次調査のみでは完了せず、二次、三次と継続することも必要となるが、これらの場合には、汚染場所と非汚染場所を細かく区別して、処理対策を要する土量を最小化限定した後に対策を実施する。また、土壌に加えて、地下水の水理試験等検討も行い、総合的な汚染機構解明及び浄化検討を実施する。この場合には、調査地点数が増加あるいは追加調査が発生することとなり一時的に調査費用も増加する。しかし、対策工事の費用に比べれば調査費用ははるかに少ないため、汚染機構を解明して、対策を要する土量を最小化することは経済的にも大きな意味があり、有効かつ合理的な進め方となる。

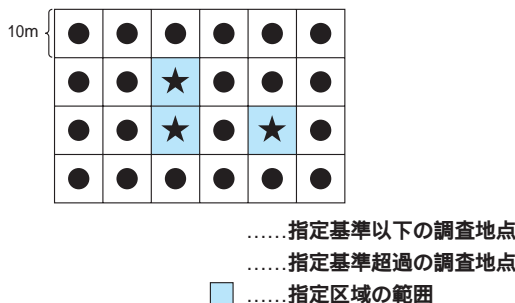
1. 調査方法の概要

次に、実際に行われる調査方法を以下に述べる。調査を行う上で重要となる調査地点の選定方法が土壤汚染対策法では詳細に規定されている。調査対象敷地の最北地点（複数ある場合はそのうち最も東にある地点）に起点を設け縦横に平行に10m間隔のグリッド線をひき、1区画が100m²となるように単位区画を設定する。この単位区画につき1地点以上調査を実施する方法は、8割以上の確率で汚染が発見できる方法であると過去の調

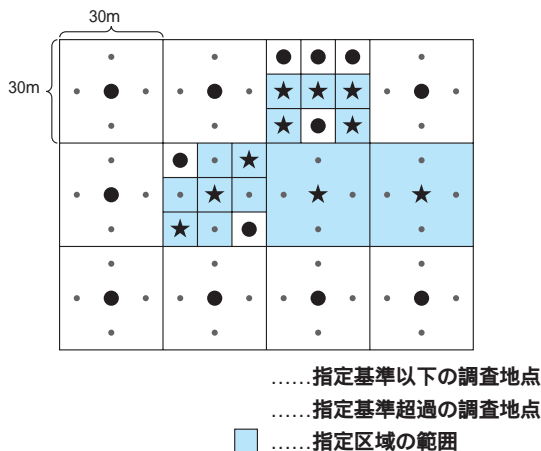
査経験 から考えられている。土壌含有量調査、土壌溶出量調査及び土壌ガス調査の各調査とも100m²に1地点以上の割合で調査地点を均等に選定することを基本としている。ただ実際には地下ピット、タンク等がある場合には先に述べた割合では調査できないケースもあり、運用面での対応が必要となる。なお、事前の資料等調査により都道府県知事が確認の上、第7表に挙げる調査密度にて調査を実施することができる。汚染の可能性が小さいと認められる土地について適用される、調査密度が900m²に1地点の割合で調査を行う場合は、対象範囲を原則として単位区画9区画(900m²)とし各区画の中央を採取地点とする。この際、揮発性有機化合物以外の物質については1調査地点につき5地点均等混合法(中心及び中心からの東西南北方向に10mの地点の5箇所)により調査を行う。なお、指定区域の指定に係る基準を超過した区画については、指定区域の範囲を更に絞り込むための他の4区画について各区画の中央を採取地点とする。第4図及び第5図にイメージ図を示す。

平成12年度土壌汚染調査・対策事例及び対応状況に関する調査結果(環境省環境管理局水環境部)

第4図 100m²の格子状にした区画面と指定区域について



第5図 900m²の格子状にした区画面と指定区域について

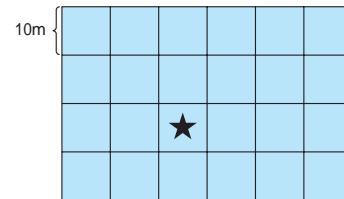


また、土壌汚染対策法では『調査対象地の単位区画又は複数の区画において指定基準を超過し土壌汚染

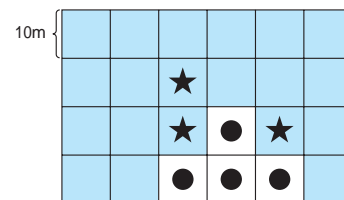
の存在が明らかとなった場合は、その時点で土地所有者等が調査していない区画を含めて指定区域として良いと希望する場合には、調査の効率化及び調査費用の低減化の観点からその選択を認める』とあるが、このようなケースは稀であり、実際には汚染区画を絞り込み指定区域はなるべく小さくすることが現実的であろう。参考に第6図に事例を示す。

第6図 土壌汚染状況調査における土地所有者の選択例

ケース1: 最初の1区画で汚染が判明して調査を終了した場合



ケース2: 何区画か調査した後に調査を終了した場合

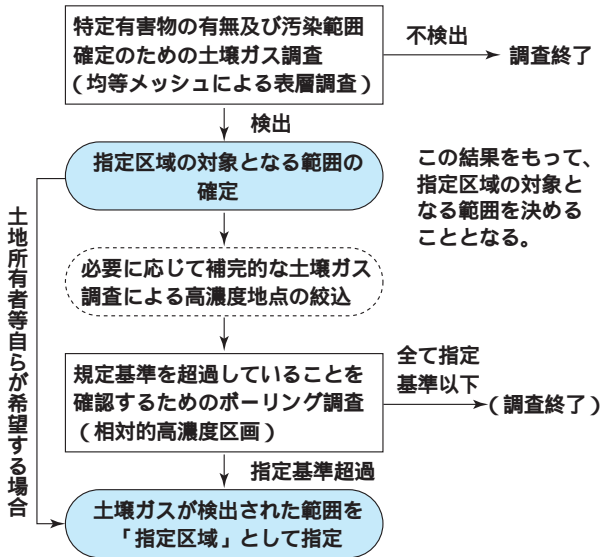


..... 指定基準以下の調査地点
 指定基準超過の調査地点
 ■ 指定区域の範囲

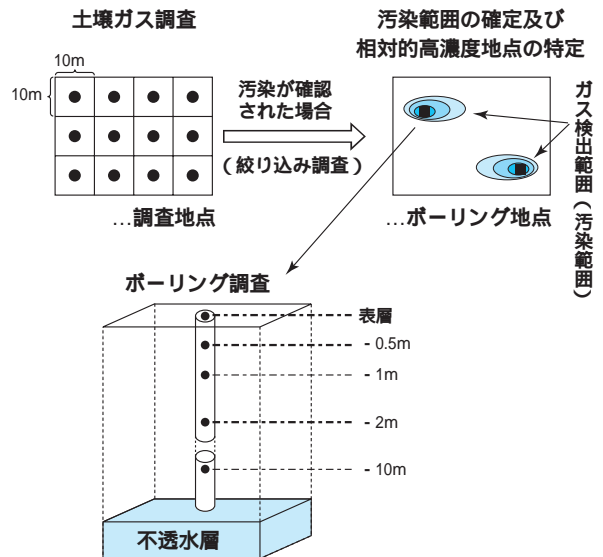
2. 揮発性有機化合物の土壌汚染状況調査と指定区域の指定

重金属等、農業等については表層土壌を採取して汚染の有無を調査する。揮発性有機化合物は第7図に示す手順フローにより調査が進められる。揮発性有機化合物の特性である揮発性を利用して、まず、表層において土壌ガス濃度を測定することにより土壌中の特定有害物質存在の有無を確認するとともに、汚染の平面的な範囲を確定する。(地下水面が浅い場合は地下水を測定する。)汚染の存在が確認された場合には、土壌ガス濃度が相対的に高い区画にてGL-10m若しくは帯水層下端部までボーリングを行い、土壌中の特定有害物質の溶出量が指定基準を超過していることを確認して指定区域として指定する。なお、表層の土壌ガス調査により特定有害物質が検出され、土地所有者等が比較的低コストでの調査を望む場合には、土壌ガス調査の結果のみで指定区域として指定することができる。ただし、表層ガスがごく微量で検出される場合でも、土壌中の特定有害物質の溶出量が指定基準を満足するケースもあり得るので注意が必要である。このように表層ガスが検出されても、溶出量が指定基準を満たしている場合には、当該地は、指定区域にはならない。調査及び汚染範囲のイメージ図を第8図に示す。

第7図 調査から指定に至る手順フロー



第8図 調査及び汚染範囲のイメージ図



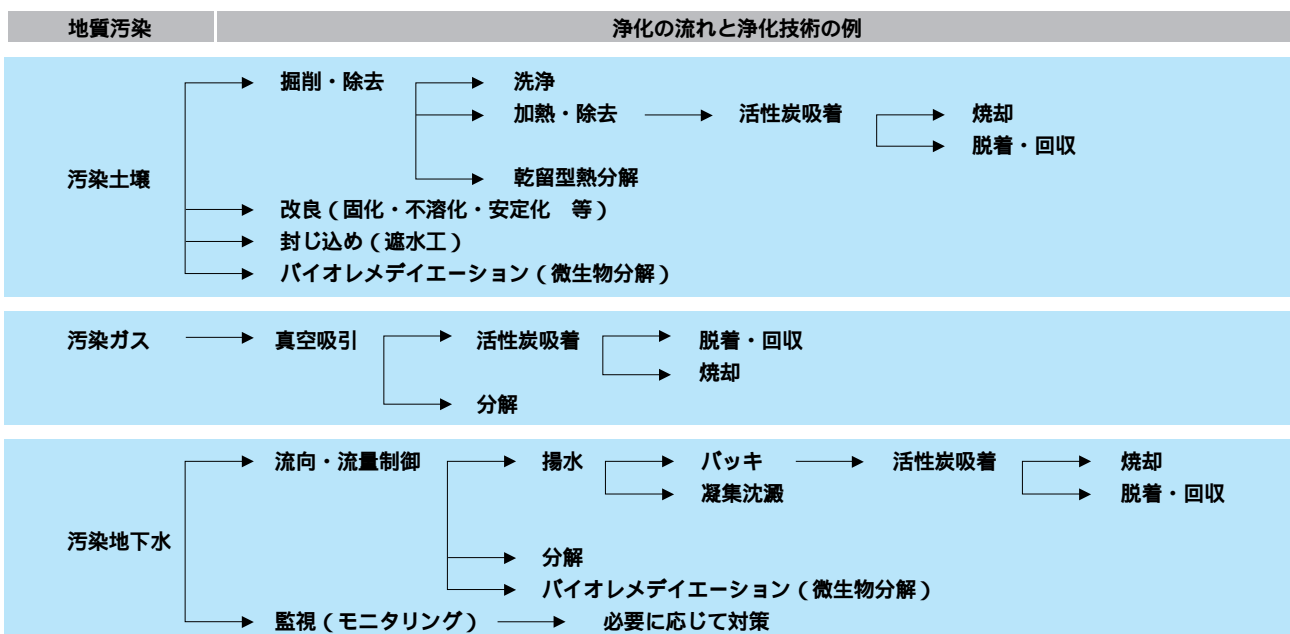
土壤汚染対策技術

汚染調査の結果として汚染土壤の処理対策が必要となる場合がある。この処理対策は一般的には浄化、修復、土壤改良などと呼ばれているが、処理すべき土量が多い場合、汚染が地下深くに存在する場合、あるいは地下水を汚染している場合などは、大規模の土木工事になってしまう。当社では調査結果に基づき複数の対策方法を提案し、要する費用と時間の両面からの比較検討を出来るように取組んでいる。ここでは紙面量の都合により、浄化技術例の概要を以下に示す。

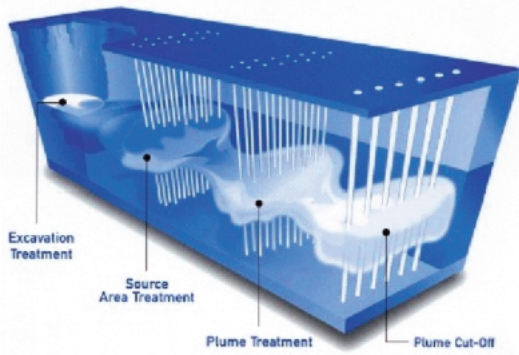
これまでのところ、浄化技術については第9図にあ

げるフローが概ね確立されているが、この中で現在、当社が特に注力している例に、揮発性有機化合物による汚染地下水に対する浄化技術としての、酸素除放剤 (Oxygen Release Compound ; ORC) と水素除放剤 (Hydrogen Release Compound ; HRC) を地下水層に注入して好気性あるいは嫌気性の自然浄化能力を高める技術がある。この手法は半年から1年の浄化期間を要するがランニングコストがかからず、一度注入すればかなりの効果が得られる。近年、アメリカでは自然減衰 (Natural Attenuation ; NA) の思想が普及しており、費用をかけ達成することが難しい浄化を無理して行うよりも、自然浄化に委ね得るものはその力を借りようというものである。先の

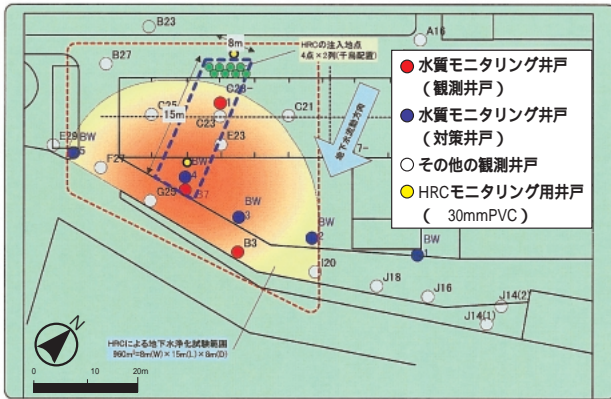
第9図 浄化フロー図



第10図 地下水汚染モデルとHRCによる汚染プルームの修復方法(例)



第11図 HRCによる地下水浄化対策の実施状況



ORC 及び HRC についてもこの NA の促進剤として利用されている。(第10、11図)

当社の取組み

当社では約10年前から土壌・地下水汚染の重要性に着目し、これまで全国約200サイトを超える土壌汚染調査に取組み、対策にも参画してきた。業務の流れとしては、有害物質等の使用履歴ヒアリング、調査計画の提案、調査の実施、報告書の作成と次ステップの提案、対策の実施、対策後のモニタリング、が一連のものとなり、これらを誠実に実施している。調査フローを第12図に示す。この間、異業種企業とのコンソ - シアムである SCSC 研究会 (地層汚染診断・修復簡易化研究会、設立1993年) を立ち上げ、機械式簡易ポ - リング技術を開発して国の調査・対策指針への採用を果たした。この技術は手掘りと機械ポ - リングの中間に位置するもので、調査現場における作業を効率的に行える (第13図)。また当社は、土壌・地下水汚染問題の社会への啓蒙などを目的とした日本地盤環境浄化推進協議会 (通称 JASERA、設立1998年) の設立にも参画した。これら研究会・協議会のメンバ - は当社の他、コンサル会社、建設会社、エンジニアリング会社、環境分析会社、電機会

第12図 調査フロー



第13図 SCSCボーリング



社、建設機械会社、土木工学会社、損害保険会社などから構成されている。

上述の当社調査実績の中には、1箇所の面積が10万m²に及ぶサイトも含まれている。『お客様の秘密を徹底保持する』当社の基本姿勢が、多くのお客様から高い評価を得ていることを示す例でもある。

おわりに

若干旧聞に属するが、2年半ほど前に土壌・地下水汚染による健康被害に関する訴訟を題材とした2本の米国映画が公開された。タイトルは「シビルアクション」

ン」と「エリン・プロコピッチ」であり、いずれも実際にあった事件に基づくストーリーであった。土壤汚染は国の内外を問わず重要な問題であり、汚染を後世に残さぬ取組みがますます大切となっている。今回は汚染の状況、新しく制定された「土壤汚染対策法」や当社としての取組みなどについて述べた。当社は「土壤汚染対策法」に基づく指定調査機関としての国家認定を受けており、受託調査対応場所は全国範囲としている。土壤汚染に関する各種のお問合せや相談に、きめ細かく対応し、今後とも地盤環境保全に役立ち続けたいと願っている。

参考文献

- 1) 日本地盤浄化推進協議会監修：土壤・地下水汚染の実態とその対策, オーム社 (2000)
- 2) 住友海上リスク総合研究所編：土壤・地下水汚染と企業リスク, 化学工業日報社 (1997)
- 3) 中島 誠：土壤・地下水汚染にどう対処するか, 化学工業日報社 (2001)
- 4) 環境庁：土壤・地下水汚染に係る調査・対策指針 (1999)
- 5) 環境庁：重金属等に係る土壤汚染調査・対策指針及び有機塩素系化合物等に係る土壤・地下水汚染調査・対策指針 (1994)
- 6) 環境省 土壤環境保全対策の制度の在り方に関する検討会：第1回～第9回会議録 (2000～2001)
- 7) 環境省 土壤環境保全対策の制度の在り方に関する検討会：土壤環境保全対策の制度の在り方について中間とりまとめ (2001)
- 8) 中央環境審議会：答申 今後の土壤環境保全対策の在り方について (2002)
- 9) 中央環境審議会：答申 土壤汚染対策法に係る技術的事項について (2002)
- 10) 環境省：平成14年版環境白書 (2002)
- 11) (社)土壤環境センター：MNAに関する調査研究部会報告書 (2001)
- 12) 平田 健正監修 (社)土壤環境センター編：土壤汚染と対応の実務, オーム社 (2001)
- 13) (社)土壤環境センター：最新の各種汚染土壤・地下水浄化プロセスの適用性の研究報告書 (1997)
- 14) 環境庁水質保全局水質管理課・土壤農業課監修 平田 健正編：土壤・地下水汚染と対策, (社)日本環境測定分析協会 (1996)

PROFILE



大悟法 弘充
Hiromitsu DAIGOBO

株式会社住化分析センター
営業本部 地盤環境技術室
課長代理



藤本 英治
Hideharu FUJIMOTO

株式会社住化分析センター
環境技術センター
所長



西川 浩一
Kouichi NISHIKAWA

株式会社住化分析センター
営業本部 地盤環境技術室
課長代理



井上 芳夫
Yoshio INOUE

株式会社住化分析センター
営業本部
副本部長



三原 一優
Kazumasa MIHARA

株式会社住化分析センター
営業本部 地盤環境技術室
室長 農学博士