

地盤環境汚染の調査方法(2)

スミコンセルテック㈱ 高 橋 忍

3. 地盤環境調査の基本フローと対象物質

地盤環境汚染対策の調査フローは、調査対象物質により異なる。環境庁水質保全局『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・対策暫定指針(平成6年11月)』¹⁾では重金属等による汚染(図. 1) 有機塩素系化合物等による汚染(図. 2) に区分した調査・対策の基本フローを示している。

これらの基本フローは環境基準の指定項目(農薬類を除く)にある物質の調査・対策基準で、初めて設定された暫定的要素の強いものであり、サンプリング方法や水理測定・解析などの部分で補完を行うべき点が多々あるものである。また、油脂類や多環芳香族化合物による汚染など、環境基準にない物質の汚染で応用する調査技術、分析技術も異なるものでは、それらの物質に対応した技術手法を探索・適用する必要が生じることもある。

しかし、この指針が発表されたことで、それまで土壤汚染や地下水汚染があることを知っていても、対策法の指針がないことで手をこまねいていた多くの地方自治体が対策推進指導に踏み出すことになり、その第一段階である地盤環境調査も上記二つの基本フローをベースに計画されるので、地盤環境調査を行おうとするものは、まず、この指針入手する必要がある。

調査の対象物質は、土壤・地下水環境基準や地方自治体による浄化対策基準^{2) 3) 4)}に列記された物質(表. 1、必要に応じて表. 2) が対象となる。

重金属等に係る土壤汚染では、カドミウム、シアノ化合物、鉛、六価クロム、砒素、水銀(総水銀)、アルキル水銀、P C B、セレン、有機燐化合物の10項目が土壤環境基準に指定された物質である。これらの環境基準値は溶出量基準値で規制されているが、カドミウム、鉛、砒素、水銀、については含有量の参考値基準があり、汚染の判断基準はこの両者を用いて判断することになっている。

また、地方自治体によっては、上記の指定項目の判断基準を厳しくしたり(上乗せ基準) 東京都汚染土壤処理基準のようにニッケル、銅、亜鉛などを追加している自治体がある。

有機塩素系化合物の土壤・地下水汚染では、有機溶媒を主とするジクロロメタン、4塩化炭素、1.2-ジクロロエタン、1.1-ジクロロエチレン、cis-1.2-ジクロロエチレン、1.1.1-トリクロロエタン、1.1.2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ベンゼン、農薬類の1.3-ジクロロプロペン、チラウム、シマジン、チオベンカルブの14項目が指定物質となっている。

図. 1 重金属等の土壤汚染調査・対策処理フロー

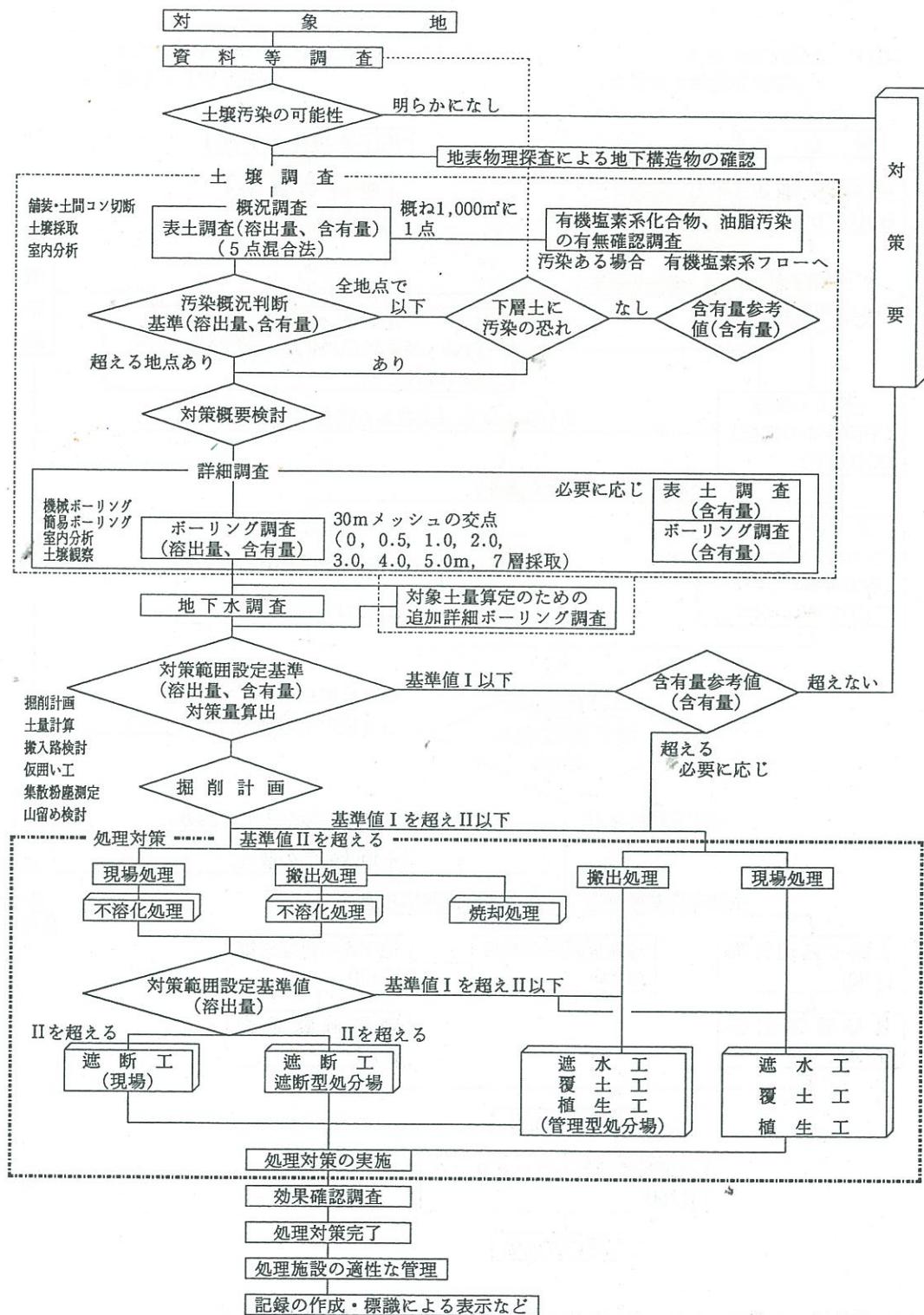
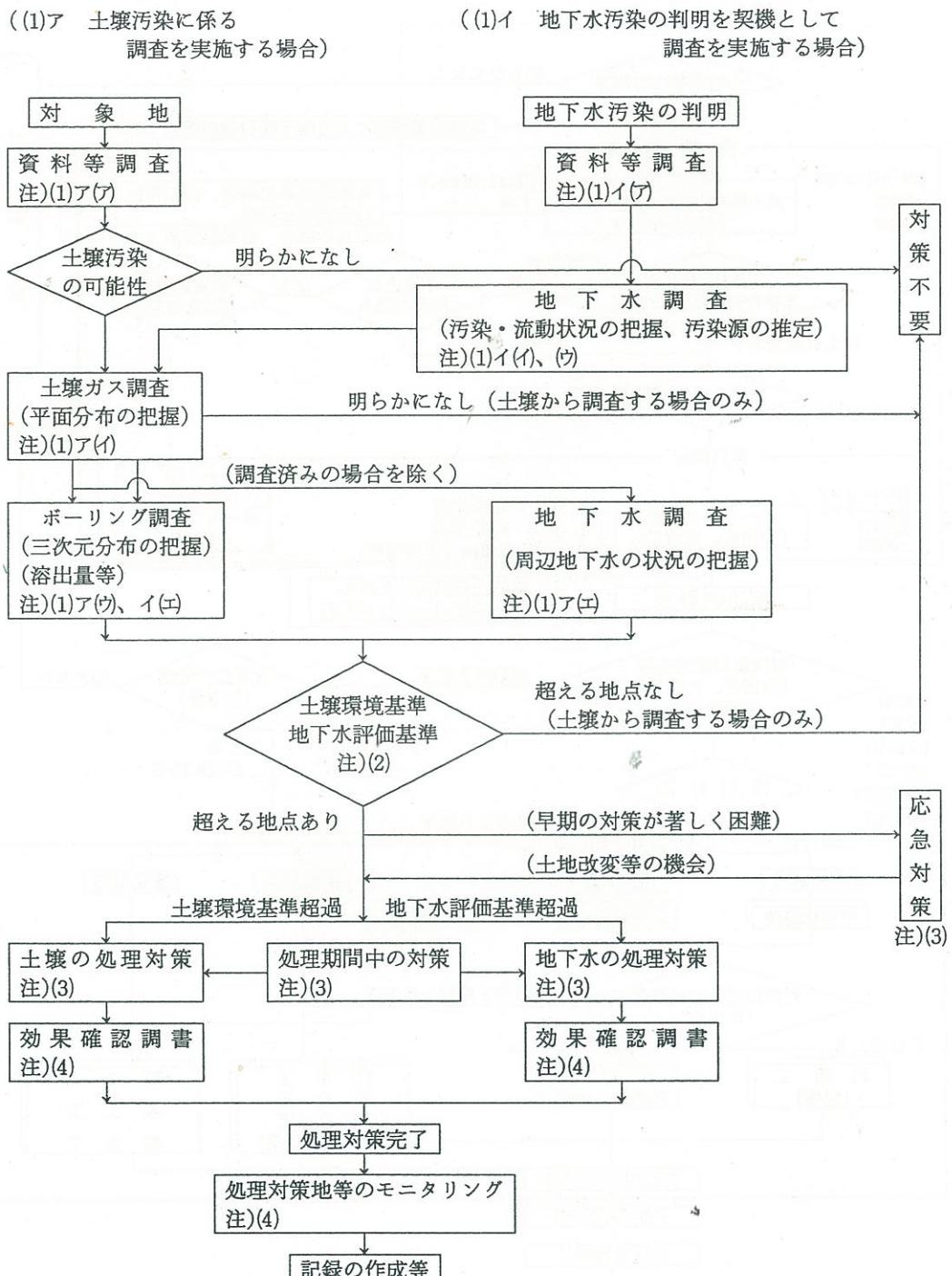


図. 2 有機塩素系化合物等に係る土壤・地下水汚染調査・対策暫定指針の調査・対策フローラ



注) 番号は、本暫定指針の2調査及び処理対策の考え方と手順の番号である。

表1 土壤地下水汚染判定基準

自治体別「土壤汚染調査及び対策の対象物質」及び「土壤汚染判断基準等比較」

官庁・自治体 制定 項 目	環境庁 重金属等に係わる土壤汚染調査・対策指針及び有機塩素系化合物等に係わる土壤・地下水汚染調査・対策暫定指針 「汚染概況判断基準」 「土壤環境基準」		東京都 汚染土壤処理基準 地下水汚染浄化対策指導指針 「対象物質判断基準等」	
	平成6年11月 溶出量基準値 (mg/l)	含有量参考値 (mg/kg)	平成6年12月/平成8年3月 溶出量基準値 (mg/l)	含有量参考値 (mg/kg)
カドミウム及びその化合物	0.01	9	0.01	5
シアン化合物	(0.1)	—	(0.1)	—
鉛及びその化合物	0.01	600	0.01	300
六価クロム化合物	0.05	—	0.05	—
砒素及びその化合物	0.01	50	0.01	50
水銀及びその化合物	0.0005	3	0.0005	2
アルキル水銀化合物	(0.0005)	—	(0.0005)	—
PCB	(0.0005)	—	(0.0005)	—
セレン及びその化合物	0.01	—	0.01	—
ニッケル及びその化合物	—	—	2	—
銅及びその化合物	—	—	2	—
亜鉛及びその化合物	—	—	5	—
有機隣化合物	(0.1)	—	(0.1)	—
ジクロロメタン	0.02	—	0.2	—
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	1.0	—	1.0	—
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	—
ベンゼン	0.01	—	0.01	—
1,3-ジクロロプロパン	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	—

注 網掛け「」の数値は環境庁指定項目あるいは数値と異なることを示す。

表2 要監視項目及び指針値

項 目	名	指 針 値
1	クロロホルム	0.06mg/l 以下
2	トランヌー1, 2-ジクロロエチレン	0.04mg/l 以下
3	1, 2-ジクロロプロパン	0.06mg/l 以下
4	p-ジクロロベンゼン	0.3mg/l 以下
5	イソキサチオノン	0.008mg/l 以下
6	ダイアジノン	0.005mg/l 以下
7	フェニトロチオン (MEP)	0.003mg/l 以下
8	イソプロチオラン	0.04mg/l 以下
9	オキシン銅 (有機銅)	0.04mg/l 以下
10	クロロタニル (TPN)	0.04mg/l 以下
11	プロピザミド	0.008mg/l 以下
12	EPN	0.006mg/l 以下
13	ジクロルボス (DDVP)	0.01mg/l 以下
14	フェノブカルブ (BPMC)	0.02mg/l 以下
15	イプロベンホス (IBP)	0.008mg/l 以下
16	クロルニトロフェン (CNP)	0.005mg/l 以下
17	トルエン	0.6mg/l 以下
18	キシレン	0.4mg/l 以下
19	フタル酸ジエチルヘキシル	0.06mg/l 以下
20	ほう素	0.2mg/l 以下
21	フッ素	0.8mg/l 以下
22	ニッケル	0.01mg/l 以下
23	モリブデン	0.07mg/l 以下
24	アンチモン	0.002mg/l 以下
25	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/l 以下

これらの環境基準指定物質は規制強化の動きにつれて増やされてゆく傾向にある。

平成10年には上記の24項目に加えて、現在、監視項目に挙げられている物質の内、硼素、
弗素、ニッケル、モリブデン、アンチモン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素などを指定物質
に変更すべく中央環境審議会で検討が進められている。

実際に調査を行う場合に、すべての調査がこれら環境基準指定項目全物質を対象物質と
すると、分析費用が大きくなり委託者の負担が大きくなる。

環境庁指針には、調査の予備段階（資料調査等）で明らかに使用が求められない物質に
ついては調査対象から外してよいと示されており、調査対象物質は現地調査開始前に調査
担当者と委託者及び行政の指導が入る場合は指導担当者により、その後の法規対応を検討
しながら協議して決定することになる。

一般的には、調査対象物質の決定とその後の対応は下記のように行われている。

- * 調査対象物が重金属類を主体とした汚染機構か有機塩素系化合物を主体にした汚染機
構かで区分して、どちらの調査フローを主軸にするか決める。
- * 調査対象地が工場跡地の売却や再開発等、使用目的の変更により、地盤の掘削が行わ
れる場合は、適用する土壤処理基準や環境基準指定項目の全物質についてチェックする。
- * 調査対象が環境基準指定項目以外の物質を含む場合は、調査対象物を決めるときに調
査結果の判定基準となるどの法規を採用するかを定めておく。
- * 調査対象地が操業中の工場で、現在、排水処理や排気処理など環境監理が正常に行わ
れしており、また、構造物の変更などによる地盤の掘削がない場合は、敷地外に汚染拡散
のおそれのない物質については、調査対象から外すことがある。

有機溶媒（有機塩素化合物）による汚染の場合は、このような思考のもとに重金属類
の調査は行わないケースが多い。

- * 悪臭対策のための調査などでは、調査対象物の同定が概況調査の重要目的となる。こ
の場合には事前に調査項目を決めてしまうことが調査結果の信頼度を落とす結果につな
がりかねない。分析によりある低分子の物質が悪臭源と同定されている場合でも、実際
の悪臭源はガスクロマトグラフで同定することがより難しい高分子の物質であった事例
もある。調査担当者と委託担当者が安易に調査項目を決めるのではなく、物質の使用実績
を追跡し、専門家の意見を参考にしながら慎重に定性分析を進めて物質の同定を行うこ
とが望まれる。

4. 国内における土壤汚染・地下水汚染の実情

地盤環境調査の国内市場は主に市街地の土壤・地下水汚染が対象になっているが、潜在性の強い市場のため、その実態を数字で表す資料はほとんどない。

環境庁が毎年発行している環境白書⁵⁾に報告されている顕在汚染（表. 3）は重金属等、有機塩素系化合物等及び油脂等を合わせて232件であるが、実際にはこれの数十倍、数百倍の地盤環境汚染が潜在しているものと推定される。

表. 3に報告された汚染をもたらしている企業は重金属等の土壤汚染では、化学工業、金属製品製造業（鍍金業を含む）の企業が圧倒的に多く、電気機器製造業、非鉄金属製造業、輸送用機器製造業が続いている。

有機塩素系化合物等の土壤汚染では、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの有機溶媒を使用する企業に汚染源が集中し、電気機械製造業（半導体製造業を含む）、金属製品製造業、洗濯業の数が突出している。

表3. 市街地土壤汚染の業種別、汚染物質別事例件数（～1995）

業種区分	事例件数	【参考】 6年度 調査結果 % % % %		現 境 基 良 項 目												そ の 他 の 項 目					合計 (延べ数)					
		カドミウム	シアノ鉛	六価クロム	砒素	水銀	PCB	四塩化炭素	1,2,3,4,5	1,2,3,4	トリクロロエチレン	四塩化二クロロエチレン	亜鉛	ニッケル	フェノール	沸葉	油分	その他								
繊維工業	2	0.9	0.6	1	1	1		1	1	1			1						1	8						
木材・木製品製造業	2	0.9	1.1				2	2											1	7						
科学工業	33	14.2	17.5	8	3	12	4	8	17	2			1	2	1	3	2	1	3	74						
石油・石炭製品製造業	1	0.4	—								1	1	1							3						
プラスチック製品製造業	2	0.9	1.1	1			1													2						
ゴム製品製造業	1	0.4	—										1	1						2						
窯業・土石製品製造業	7	3	2.8	2		2	1	1	1				1	1	2					11						
鉄鋼業	4	1.7	1.1	1	1	2	2	1	1	1						1				10						
非鉄金属製造業	9	3.9	4.0	4		5	1	4							2	1	2			20						
非金属鉱業	1	0.4	—	1																1						
金属製品製造業 (電気めっき業)	45	19.4	19.8	4	13	7	27	2	1	1			5	8	4	2				74						
	(29)	(11.1)	(12.4)	(2)	(9)	(3)	(24)	(1)	(1)	(1)			(2)	(4)	(3)	(1)				(51)						
一般機械器具製造業	2	0.9	0.6										1	1						2						
電気機械器具製造業	29	12.5	10.2	2	1	5	3	1	4				4	13	5	1				39						
輸送用機械器具製造業	8	3.4	3.4	1	1	2	3	2	1				2		1				1	14						
精密機械器具製造業	2	0.9	1.1										1	2	1					4						
ガス業	3	1.3	1.1		3			1											1	5						
再生資源卸売業	4	1.7	1.7			1								1						4						
洗濯業	21	9.1	9.0										1	2	21					24						
廃棄物処理業	8	3.4	3.4	2		2	1	1	1				1	2	2	1	1			15						
自然科学研究所	8	3.4	4.0	3		5		2	7	1				1		3				22						
その他	12	5.2	6.8		2		1	2	3								6	1	15							
不明	28	12.1	10.7	6		8	1	4	8	3	1	2	3	2	6	6	1	9	1	63						
合計	232	100.0	100.0	36	23	54	46	28	42	19	1	2	3	2	6	6	22	3	5	12	8	419				
						8.6	5.5	13.0	11.0	6.7	10.0	4.5	0.2	0.4	0.7	4.3	10.5	11.2	1.2	5.3	0.7	1.2	0.2	2.9	1.9	100.0
(参考)平成2年度調査結果	177			30	20	43	36	23	33	17	1	2	3	8	28	31	5	16	3	4	1	6	5	315		

(資料) 環境庁

重金属等の土壤汚染は、このグループの物質が六価クロムなど溶解性の大きい1、2の物質を除くと、溶出する比率が極めて低いため汚染物質が地下水に溶解して拡散せず、汚

染源である企業敷地内の地下に止まっていることが多い。その企業の工場操業が続き、環境管理が実施されている限り、このタイプの汚染は潜在汚染のままでいることが多い。

これらの地盤環境汚染が浄化対策の対象となるのは、工場が廃止され工場用地が売却されたり再開発されるケースである。

開発行為により敷地内の地盤の掘削が行われ、汚染した土壌が建設排土として敷地外に搬出される。地盤環境調査が未実施であると汚染された土が建設残土として埋め立て地へ運搬され、そこで二次汚染を起こすことになる。

建設基礎のボーリング調査を行う技術は、その調査物件が工場跡地などの場合は、単にN値を求めて地耐力の検討を行うだけでなく、レイモンドサンプラーで採取した土の異物混入や異臭などに注意をはらい、異常を見出した場合は、委託者と協議して化学分析を行うような配慮が望まれる。

調査の委託者はほとんど民間企業であり、公的な機関が関係する案件は住宅公社や住宅公団の開発に係る汚染案件になるが、公的機関でも研究所跡地や大学敷地の地盤に環境汚染が見出された事例がある。

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン汚染に代表される有機塩素化合物等の土壌・土壌ガス、地下水汚染は汚染物質が非水重液で粘性が小さい性質を持つため、容易に地下へ浸透して、地下水に混ざり拡散するため、地盤環境汚染が顕在化しやすく、環境庁、地方自治体が改善指導をおこなっている汚染案件のほとんどが、この系統の汚染である。

平成7年以前は、地方自治体の地盤環境汚染調査の発注はいち早く補助金予算を設定した千葉県と行政地域内で広域的の地下水が汚染されている都市に限定されていたが、環境庁指針発表以降、県、市レベルで調査予算を組むところが増えてきた。

また、環境管理の国際基準であるISO14000の導入（1996）に伴って、大手企業を中心操業中の工場でも地盤環境管理を目的とする現状把握調査が行われるようになり、今後、地盤環境調査の需要は増える傾向にあると言つてよいだろう。

一方、地盤環境業務を手掛ける企業も、要素技術の多様性に応じて、いろいろな業種にまたがっている。

地盤環境調査業務の場合は基幹となる要素技術が地質・水文調査と化学分析になるため、全地連に所属する地質コンサルタント業者、環境アセスメント協会の分析業者が主となっているが、環境修復業務に關係深い環境プランとメーカー、ゼネコンの環境エンジニアリング部門、巨大企業グループの地盤環境対策担当会社、地盤環境対策を一環して手掛ける

専門会社などが、それぞれ自社技術を開発したり、業務提携を行ったりして調査部門に進出しており、かなりの混戦になっている。

これら地盤環境業務に進出している企業の連合団体として（社会法人）土壌環境センターがあり、平成9年6月現在86社が加盟している。この団体は各業種にわたる団体でもあり、環境庁との連絡を密にとりながら、委員会活動による法規、調査・分析技術、修復技術などの研究を盛んに行っている。

実際の現場調査業務ではサンプリングの方法として、機械ボーリングや簡易ボーリング機器が利用され、また汚染対策、モニタリングにボーリング井が用いられている状況から地質調査会社がなんらかの形で関与することになるので、地質調査技術者が環境調査マニュアルを心得ておくことは、持ち駒をひとつ増やすことに通じることである。

参 考 文 献

1) 環境庁水質保全局、

重金属等に係る土壌汚染調査・対策指針及び有機塩素化合物等に係る土壌・地下水汚染調査・対策暫定指針 pp 1～138 1994

2) 東京都環境保全局、東京都汚染土壌処理基準 pp 1～27 1994

3) 東京都環境保全局、東京都地下水浄化対策指導指針 pp 1～53 1996

4) 横浜市環境保全局、工場地土壌汚染対策指導指針 pp 1～25 1994

5) 環境庁編、環境白書 平成8年版 総括編 1996