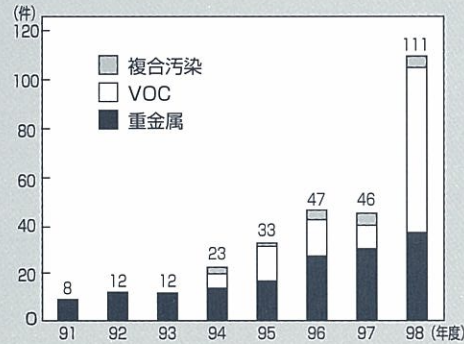


土壌・地下水汚染の診断技術

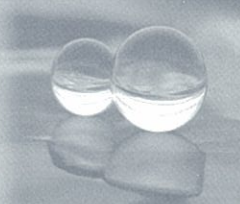
「地球の有史以来、地球上の植物を育み雨水を浄化・貯水し、水、空気、火と共に自然環境循環サイクルの一員として自ずからその役割を果たしてきた土壌が、今、危機に瀕している¹⁾。いうまでもなく、人間と土壌とのかかわり合いは深く、最初の出会いは今から約1万年前、粘土を成形して焼き固めた土器の使用から始まった。ついで、食用植物の栽培による農耕生活の開始により、大河流域の肥沃な土壌は人間にとってなくてはならない存在となった。

いっぽう、近年の大気汚染に始まる環境破壊は、河川や海域の水質汚染におよび、さらには、工場排ガスや焼却炉排ガスあるいは農薬の使用などに起因する土壌・地下水汚染を引き起こすまでに至っている。事実環境庁の調査によると、土壌の環境基準を超過した事例は年々増加し、とりわけ揮発性有機化合物による汚染が急増(第1図)しており²⁾、今や不動産売買の重要なチェックポイントにまでなっている³⁾。

本稿ではこのような土壌・地下水汚染の有無を診断する場合の調査方法と評価の概要について、環境庁・水質保全局の「土壌・地下水汚染にかかわる調査・対策指針運用基準」⁴⁾に基づいて紹介する。



第1図 土壌の環境基準超過件数 (環境庁)²⁾



土壌・地下水汚染の規制状況

土壌汚染については、人の健康を保護し、生活環境を保全する目的で土壌にかかわる環境基準(平成3年環境庁告示第46号)が土壌の溶出基準値として設定されている。

また、地下水の水質汚濁については、人の健康を保護する上で望ましい基準として、地下水の水質汚濁にかかわる環境基準(平成9年環境庁告示

第10号)が設定されている。これらの基準を、土壌含有量の参考値と共に第1表に示した。なお、ダイオキシン類については、「ダイオキシン類対策特別措置法」(平成12年1月施行)により、土壌中の環境基準が1,000pg-TEQ/l以下、および地下水の環境基準が1pg-TEQ/lと定められた。

- 1)松井健ら：環境土壌学、(1993)、朝倉書店
- 2)環境庁：「平成10年度土壌汚染調査・対象事例および対応状況に関する調査」
- 3)齊藤正一ら：日経エコロジー、(2000)No.11, p.16
- 4)環境庁水質保全局：土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針運用基準、(1999)、大蔵省印刷局

第1表 土壌・地下水にかかわる基準など

項目	単位	土壌の汚染にかかわる環境基準 (平成3年、環境庁告示第46号)	土壌含有量参考値	地下水の水質汚濁にかかわる環境基準 (平成9年、環境庁告示第10号)
1	カドミウム	mg/l mg/kg	0.01以下 1未満 ^{*1}	9以下
2	全シアン	mg/l	検液中に検出されないこと	検出されないこと
3	有機リン	mg/l	検液中に検出されないこと	検出されないこと
4	鉛	mg/l	0.01以下	600以下
5	6価クロム	mg/l	0.05以下	0.05以下
6	砒素	mg/l mg/kg	0.01以下 15未満 ^{*2}	50以下
7	総水銀	mg/l	0.0005以下	3以下
8	アルキル水銀	mg/l	検液中に検出されないこと	検出されないこと
9	PCB	mg/l	検液中に検出されないこと	検出されないこと
10	銅	mg/kg	125未満 ^{*2}	—
11	ジクロロメタン	mg/l	0.02以下	0.02以下
12	4塩化炭素	mg/l	0.002以下	0.002以下
13	1,2-ジクロロエタン	mg/l	0.004以下	0.004以下
14	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	0.02以下	0.02以下
15	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/l	0.04以下	0.04以下
16	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	1以下	1以下
17	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	0.006以下	0.006以下
18	トリクロロエチレン	mg/l	0.03以下	0.03以下
19	テトラクロロエチレン	mg/l	0.01以下	0.01以下
20	1,3-ジクロロプロペン	mg/l	0.002以下	0.002以下
21	チウラム	mg/l	0.006以下	0.006以下
22	シマジン	mg/l	0.003以下	0.003以下
23	チオベンカルブ	mg/l	0.02以下	0.02以下
24	ベンゼン	mg/l	0.01以下	0.01以下
25	セレン	mg/l	0.01以下	0.01以下
26	硝酸性窒素および亜硝酸性窒素	mg/l	—	10以下
27	ふっ素	mg/l	—	0.8以下
28	ほう素	mg/l	—	1以下

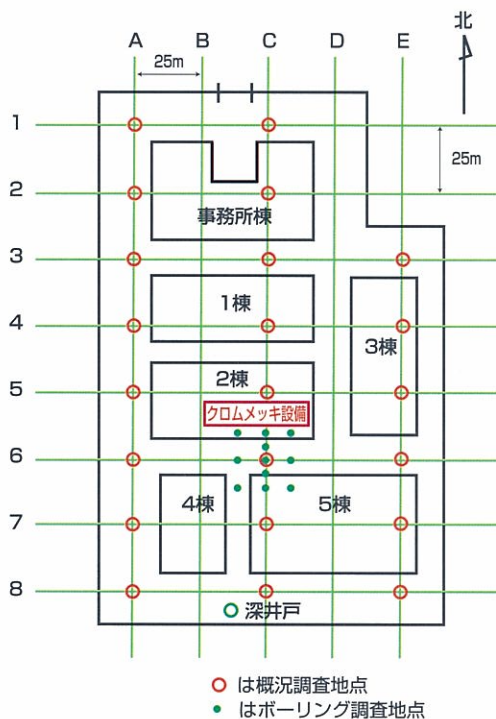
*1 農用地において米1kgに含まれる基準値
*2 農用地(田に限る)において土壌1kgに含まれる基準値

土壌・地下水汚染調査のきっかけは、便宜上大きく分けて3つのタイプに分類される。

- (1)地下水汚染契機型：地方自治体などが地域において実施した調査により地下水汚染が判明し、調査と対策の指導などを実施する場合
- (2)現況把握型：土壌・地下水汚染の有無が判明していない土地の調査を行う場合
- (3)汚染発見型：土地の管理者・所有主が土壌・地下水汚染を発見した場合

本稿では現況把握型の想定例について、仮想の地域のある工場を対象として、具体的な調査の手順と想定結果の評価を紹介することとする。

例えば、第2図に示したような金属製品の製造



第2図 工場の配置と調査地点

工場敷地（対象地）において、これまでクロムメッキの設備が稼働していたとし、最近工場地移転のため6価クロムを含む重金属（対象物質）による汚染の有無を調査することとなったものと想定する。設置場所は広大な平野部の臨海地域に位置する工業都市Aと仮定する。

通常、土壌・地下水調査においては、下記の項目について、順次または一部併行して実施するのが手順である。

対象地資料等調査

対象地の周辺も含め、現在および過去の土地利用の状況、対象物質の使用・排出状況および水文地質状況（地層、帯水層および地下水の状況）などについて既存資料などにより調査し、土壌汚染の可能性を把握する。

対象地概況調査

調査対象地全域を25mのメッシュに切り、おおむね1,000m²に1調査点の割合で22地点を選定し、この各地点を中心として5m四方のポイント4地点を合わせた5地点の表層土壌混合試料中の重金属の分析を実施し、この分析値と第1表の環境基準値を比較して、表層土壌の平面的な汚染の有無を判定する（第2図）。

対象地詳細調査

現在および過去の対象物質の使用・排出状況、および概況調査によって表層の汚染が確認された地点についてボーリング調査を行い、深度方向の汚染状況を判断する（第2図）。

前項の土壌・地下水汚染の診断方法に基づく調査の結果は以下のようにまとめられたものとする。

対象地資料等調査結果

(1)土地利用状況

対象地の過去からの履歴（池、水田、畑、宅地など）を地形図や航空写真などから調査した結果、この地は元来畑であり工場建設前までは重金属による汚染の可能性はほとんどないものと判断された。

また、対象地において工場建設時以降使用されてきた対象物質について、使用量、場所、使用状況、保管状況、および処理状況を調査した結果、クロムメッキ設備以外での重金属の使用は認めら

れず、記録上は適切に管理および処理されていた。

(2)水文地質状況

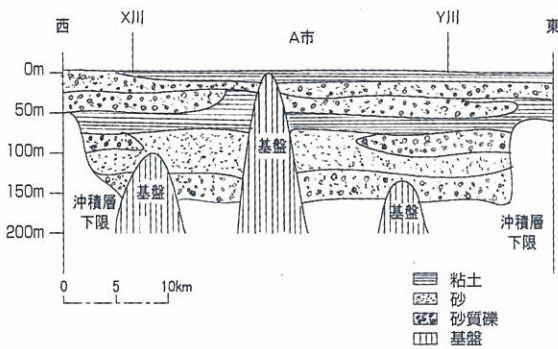
対象地の地形・地質学的な調査の結果、該当する地域の表層の地質は第2表および第3図に示したように沖積層で、砂または砂礫層に粘土層を挟んだ層序（地層の順序）をとっており、地下水の流向は周辺の地下水の調査結果から判断して、ほとんど北から南であると推測された。

(3)既設井戸の設置状況および井戸構造

既設井戸の構造、設置状況および水質の分析結果を調査した結果、過去に一度、環境基準以下の6価クロムが検出されたことがあるが、他の重金属は検出されていなかった。

第2表 地下層序

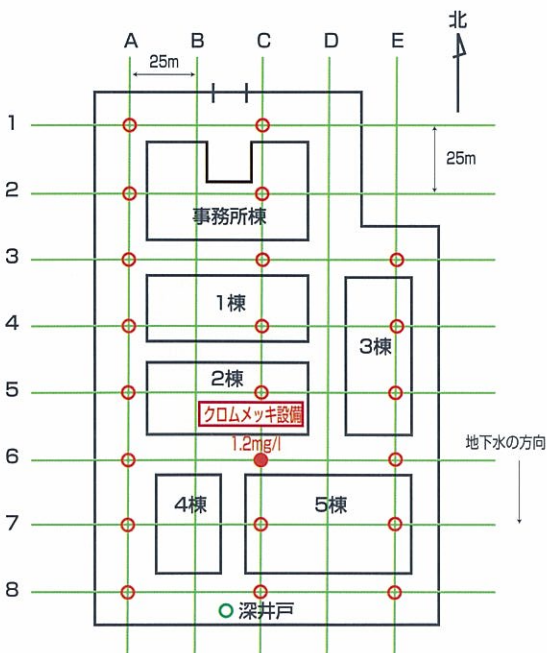
地質区分	地形区分	層相区分	帯水層区分
沖積層	低地	粘土	加圧層
		砂・礫	帯水層
新期段丘礫層	段丘	礫	帯水層
第4紀更新世の層		礫	帯水層
第4紀更新世の層	丘陵	粘土	加圧層
		砂・礫	帯水層
新第3紀中新世の層	山地	粘土 砂礫	不透水基盤
流紋岩類		流紋岩	
花崗岩類		花崗岩など	
古生層		粘板岩・砂岩など	



第3図 地質断面図

対象地概況調査結果

この調査の結果、得られた重金属の分析値は、6価クロムが2棟南側の1点（6-C）で1.2mg/l検出されたほかは、すべて環境基準以下であった（第4図）。

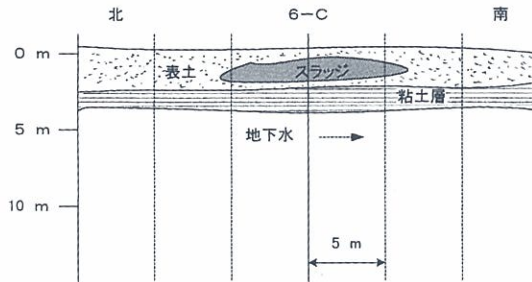


数値のない地点は<0.05mg/l以下

第4図 概況調査結果（6価クロムの分析結果）

対象地詳細調査結果

概況調査の結果、2棟南側の1点（6-C）で6価クロムが検出されたが、この地点に焦点を絞り、周囲20m四方の10m間隔と南北各5mの地点について、表土調査と深度5mのボーリングを行った（第2図）。



第5図 ボーリング結果

この結果、第5図に示すように、深さ約4mにゆるやかに北から南へ流れる帯水層があり、その上部の粘土層（厚みは約1m）上の表土中に6価クロムのスラッジと推定される廃棄物が発見された。このスラッジは埋没状況から過去に廃却・埋設されたものと判断された。

上記の調査結果から、本対象地における重金属汚染は2棟南側に埋設投棄されたクロムスラッジ以外にはないことが判明したため、対策としては、このスラッジで汚染された領域の土壌を撤去し、汚染されていない土壌で埋め直すことで解決できる。

なお、今回の調査では地下水からは6価クロムは検出されなかったが、過去に深井戸から検出されていることから、今後とも、深井戸の井戸水中の6価クロムの濃度を監視することとした。

以上、仮想地域にある想定工場をモデルにして、現況把握型にあてはまる土壌・地下水汚染調査の手順および評価の概要について述べた。

上述のように、今回の想定例では汚染が拡大していなかったため、比較的軽易な対策ですまされたが、現実には汚染が複合したり、相当複雑な調査が必要なものも多い。土壌・地下水の汚染は対象地やその周辺の状況、汚染の程度によってさまざまであり、当然ながら調査・診断の方法も異なってくる。

当社は、永年蓄積した分析技術と、環境、材料、およびエンジニアリング技術を駆使した総合力を有しており、このように高度な知識と技術、および経験が必要とされる土壌・地下水汚染の診断に対して提案が可能である。

[総合技術事業部 生活環境技術部/西口信彦]

[西神事業所 環境化学室/井上喜磨呂]