

S3-27 新規制動向を踏まえた土壌汚染調査手法の検討 ～文献調査結果と各物質の調査・分析における課題への対応策～

○鈴木義彦¹・青木陽士¹・森脇涼介¹・鶴岡祐樹¹・大野敦史¹
・新規制動向を踏まえた調査対策スキームの検討部会¹
¹土壌環境センター

1. はじめに

現行の土壌汚染対策法により今後規制が強化される見込みであった化学物質について、土壌汚染問題が顕在化する可能性や法規制が見直される可能性に備え、当該化学物質に対する土壌・地下水汚染の調査・対策手法が、十分に整備されていないと考えられる課題を抽出し、解決策を提示することを目的に本検討部会の活動を始めた。

本検討部会では、諮問第362号(土壌の汚染に係る環境基準及び土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の見直し等について、平成25年10月7日)に示された6物質(1,4-ジオキサン、1,1-ジクロロエチレン、クロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、カドミウム)を対象とした。

本検討部会では調査・分析ワーキンググループ(以下、WGという)と対策・処理WGの2つの活動を行った。ここでは、調査・分析WGにおける2年間の研究成果を報告する。

2. 検討内容

上記6物質について、調査・分析手法、汚染実態等の情報収集を目的とし、国内文献及び米Battelle社主催の国際会議における2016年の発表論文を収集・整理した。キーワードとしてこれらの対象物質名が記載されている国内文献148報及び海外文献60報を抽出した。これらの文献について部会内で討議した。次に、当該物質に関する調査・分析に係る課題に対して対応策を提示した。さらに、各物質に対する調査・分析・措置・対策に関連するケーススタディを行い留意点を記載した。

3. 調査結果

3.1 国内文献調査結果

国内文献148報のうち調査・分析に関するものは105報であった。調査・分析関連の文献から下記に示す4つの内容は、特に調査手法を検討するにあたり、有用であった。

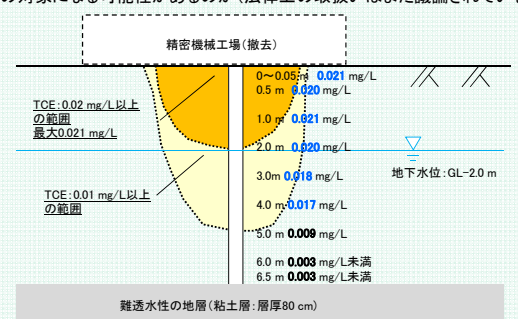
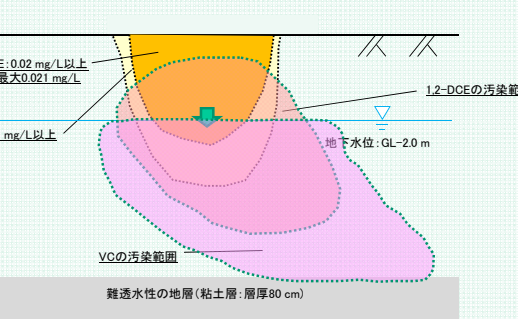
- ①クロロエチレン及び1,4-ジオキサンについて検出実態が記載された文献
- ②親物質からの分解に伴う、シス及びトランス-1,2-ジクロロエチレンについて生成割合を紹介した文献
- ③シス-1,2-ジクロロエチレンが検出された全地点において同時にトリクロロエチレンが検出された事例等を紹介した文献
- ④カドミウム及び亜鉛の含有量の関係に記載した文献

3.2 海外文献調査結果

海外文献60報のうち調査・分析に関するものは11報であった。調査・分析関連文献の内容では、調査の多くはアメリカ軍基地の土壌汚染調査結果を示すものであり、分析は簡易迅速分析に関するものや、高精度分析に関するものであった。その中で、汚染範囲を把握する調査(深度別の土壌ガス調査結果、地下水の透水係数等を用いて)からの最適な浄化手法の設計を行った文献があり、調査が最適浄化手法を選択する重要な要因であることを再認識できる文献もあった。

3.3 調査技術に関する抽出した課題に対する対応策の提案結果及びケーススタディの例示

調査技術について、具体的なイメージを想定できるよう、ケーススタディを行った。ここでは特に基準が強化される可能性が高いトリクロロエチレン(図中ではTCEと記載)を選定した。その理由として、トリクロロエチレンの分解生成物である1,1-ジクロロエチレン(図中では1,1-DCEと記載)、1,2-ジクロロエチレン(図中では1,2-DCE、シス体についてはc-DCE、トランス体についてはt-DCEと記載)、クロロエチレン(図中ではVCと記載)についても抽出した課題への対応策(留意点)も併せて論じることが可能であるためである。

TCE及びその分解生成物に関するケーススタディ	
<p>【背景】 事業所の種類 敷地規模 有害物質使用の有無 等</p>	<p>・2011年に精密機械工場撤去に伴い、TCE使用特定施設を廃止した。 ・法3条に基づき土壌汚染状況調査を実施した。土壌ガスでTCEが検出(1,1-DCE及びc-DCEは不検出)されたため、当該地点でボーリング調査を実施した。結果、TCEの最大濃度は、0.021 mg/Lであり基準適合(1,1-DCE、c-DCEは土壌ガスで不検出であったため、土壌溶出量の分析はせず)であったため、区域指定もなく、調査終了。精密機械工場を撤去。 ・その後、20XX年(土壌溶出量基準が0.01 mg/L以下に変更になった後の年を想定)に最大濃度地点を含む3,000 m²以上の土地の改変を実施することになった。法4条1項の届出を行政に行ったところ、TCEによる基準不適合データが過去の調査報告書に記載があり、VCによる汚染のおそれがあるとして調査命令が出されたと想定。TCEは過去の調査結果を持って区域指定の調査命令の対象になる可能性があるのか(法律上の取扱いはまだ議論されていない)。</p> <p>2011年TCE使用廃止に伴う法3条調査結果</p> <p>○土壌ガス調査 TCE:1つの単位区画で1.0 volppm検出 TCEの分解生成物(VC除く):不検出</p> <p>○ボーリング調査 TCE:最大0.021 mg/L(基準適合:分解生成物は分析していない)</p> <p>○地下水調査 未実施</p> <p>→区域指定なし。機械工場撤去実施。</p> 
<p>【土壌・地下水の状況】 地質、地下水位 汚染の有無等</p> <p>【想定される土壌・地下水中の対象物質の挙動】</p>	<p>・TCEについては、旧基準では適合、新基準では不適合の土壌が残存している。 ・分解生成物のうちVCについては当時未規制物質であったため、調査は未実施(土壌ガス及びボーリング調査)のため、汚染の存在は不明。 ・土壌溶出量基準適合のため地下水調査は実施していない。 ・TCEが深さ方向に浸透(強化された基準値の超過)している可能性あり。(↓) ・土壌中及び地下水中のTCEと分解生成物(1,2-DCE及びVC)の汚染範囲の分布が異なる場合が想定される。() ・土壌深部及び地下水に、VCが生成されている可能性があり、表層土壌ガス調査では検出されない可能性あり。()</p> <p>20XX年(土壌溶出量基準が0.01 mg/L以下に変更になった後の年を想定)の想定される状況</p> <p>○TCE汚染が深部に拡散している可能性あり。</p> <p>○VCに対する調査未実施であり、汚染の有無不明。</p> <p>○地下水調査未実施であり、TCEやその分解生成物が基準不適合の可能性あり。</p> 
<p>【調査方法の提案】 調査スキームの考え方等</p>	<p>・土壌ガス調査で過去に調査済みとなっているTCE及び分解生成物のうち1,1-DCEは再調査不要。 ・分解生成物のVCに対して、土壌ガス調査でVCが不検出であっても、地下水中で分解生成物として生成される事例が多いことから、下記の調査手法が有効であると考えられる。 ①深度方向土壌ガス調査、②地下水面付近地下水調査、③間隙水調査、④地下水調査</p> <p>・TCEについて、定量下限値の確保ができていない測定方法を選ぶ必要がある。 ・TCEについて、過去の調査時に基準適合であった結果が、基準不適合となる場合がある(取扱いについては要行政相談)。 ・地歴調査で、過去に調査を行った後にTCEの使用等の履歴がない場合には過去の調査結果を用い、同じ区画を試料採取等しないような記載が必要。 ・1,1-DCE自体については、基準緩和であるため、調査・分析において問題は生じない。 ・1,1-DCEの定量下限値を0.01 mg/L(基準値の1/10)にすると、1,1-DCEが定量下限値未満でも1,1-DCEが分解してVCが0.002 mg/L(基準値)を超過する可能性がある。 ・分解生成物の1,2-DCEの再調査の必要性については中央環境審議会 土壌農薬部会(第35回:平成30年6月)における「土壌の汚染に係る環境基準及び土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の見直しその他法の運用に関し必要な事項について(第3次答申)(案)」にて、「過去にシス体の使用等の履歴があった、又はシス体の親物質(テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン)が使用等されていたことにより土壌汚染状況調査を行った結果、シス体又は親物質で区域指定されなかった土地において、新たに土壌汚染状況調査の義務が発生した場合は、1,2-ジクロロエチレンによる汚染のおそれはないと考える。」と示されたことから、c-DCE及びt-DCEを含む1,2-DCEについての調査は不要と考える。 ・地歴調査でTCE及びVC以外の分解生成物は汚染なし、VCは汚染のおそれありと評価する必要がある。 ・分解生成物のうちVCについては未調査であるため要調査と記載が必要。 ・過去の調査結果は、区域指定になる要件に合致するため、要措置区域あるいは形質変更時届出区域に指定される可能性がある。</p>

3.4 “1,4-ジオキサン”に係る調査技術に関する抽出した課題に対する対応策の検討結果

地表面付近で汚染源を捉えるために土壌ガス調査の手法は有効であるが、土壌への吸着性が低く、不飽和の土壌中に存在するよりも、むしろ地下水中に存在するという知見から、同物質では汚染源の把握が困難となることが懸念される。このことから、1,4-ジオキサンについては、土壌ガス調査ではなく、地下水面直下の地下水調査が必要と考える。ただし、地表面が被覆されている等、雨水浸透の可能性が低い場所では土壌調査が有効になる場合があり、現場状況に応じ、調査手法が選択できるようにすることが必要と考える。飽和帯での1,4-ジオキサンの検出事例や土壌汚染の実態把握、土壌の採取方法や暴露評価・地下水への影響などの情報収集が今後必要である。

3.5 “カドミウム”に係る調査技術に関する抽出した課題に対する対応策の検討結果

自然的原因により基準不適合となる可能性がある物質であり、基準が強化されることに自然由来の判定方法自体の再検討が必要になると考えられる(判定方法の一つに、溶出量基準の概ね10倍を超える場合は人為的原因としているが、基準が強化された場合、現状は0.1 mg/L程度であるが、0.03 mg/Lとなる可能性がある)。また、指定済みの土地における指定撤回や既往調査・対策済みの土地について、改めて地歴調査を実施した場合の評価方法を考える必要がある。改正前に0.003 mg/Lを超える結果が確認されていた場合は、強化基準で不適合となる可能性が考えられる。

4. 今後の課題

調査・分析に係る抽出課題ごとに検討を深め、その課題について対応策の提案を行い、ケーススタディによる留意事項も検討した。物質の特性を考慮すると、土壌汚染・地下水汚染の相互影響を鑑みた調査手法の検討等について、さらに知見を深めていく必要がある。