

# 土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関する

## アンケートの集計結果について(令和2年度実態調査)

○松久 裕之<sup>1</sup>・折茂 芳則<sup>1</sup>・大橋 貴志<sup>1</sup>・鈴木 弘明<sup>1</sup>・技術実態集計分科会<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 土壌環境センター

### 1. 背景および目的<sup>1)</sup>

(一社)土壌環境センター技術委員会技術実態集計分科会(以下、当分科会)では、当センター会員企業(以下、会員企業)によって実施された土壌・地下水汚染対策の適用技術について継続的にデータを収集し、調査結果と対策に関する動向を把握することによって、技術開発や土壌汚染対策法(以下、法)改正時等の参考となるよう検討を行っている。本稿では、会員企業を対象に行った土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査の令和2年度の結果から年度実績の概要などについて得られた知見を報告する。

### 2. アンケート調査の概要

#### 2.1 調査の経緯

土壌・地下水環境に係わる制度及び技術は年々改められてきており、平成22年4月に改正法が施行された際には、汚染土壌の場外搬出の抑制が目標の一つとされ、汚染土壌を極力、指定区域外へ搬出することなく、より環境負荷の少ない方法で対策を行い、リスク管理を図ることが期待された。

このような背景の中、会員企業を対象に法に基づく土壌汚染状況調査及び自主的な調査結果に基づいて適用される対策等の技術動向を把握し、技術開発や法改正時等の参考として会員企業へ還元するのみでなく、対策時の技術適用の実態について社会に情報を提供することを目的として、平成22年度実績より継続的にアンケート調査を実施している。

#### 2.2 調査内容

アンケートは、土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第2版<sup>2)</sup>並びにその後の改訂第3版<sup>3)</sup>も参考にして、技術分類などを14種類の対策の項目に整理し作成した。調査対象は会員企業各社が元請として受注した対策工事とし、採用した対策について、それぞれの案件(サイト)ごとに下記の内容の選択肢から該当するものを選択する形式とした。

- ①対策の契機：法による調査、条例・要綱による調査、自主調査
- ②対象となった汚染物質：有機塩素系化合物、ベンゼン、重金属等、農薬等、PCB、油分、ダイオキシン類、1,4-ジオキサン、その他
- ③選択された対策とその選択理由：14種類の対策(地下水の水質の測定、土壌汚染の除去、地下水のみの原位置浄化、原位置封じ込め、遮水工封じ込め、原位置不溶化、不溶化埋め戻し、地下水汚染の拡大の防止、遮断工封じ込め、舗装、立入禁止、土壌入換え、盛土、その他の対応)  
対策選択理由：(不適合基準)；土壌溶出量基準不適合、第二溶出量基準不適合、土壌含有量基準不適合、地下水基準不適合、油臭・油膜・TPH、ダイオキシン類の環境基準不適合、その他
- ④(③で土壌汚染の除去を選んだ場合)土壌汚染の除去の種類：掘削除去、原位置浄化
- ⑤(④で掘削除去を選んだ場合)掘削除去後の処理：区域内浄化(熱処理、洗浄処理、化学処理など)、区域外処理(浄化等処理施設、セメント製造施設、埋立処理施設など)  
区域外処理を選択した理由(任意回答)：不動産価値の保全、跡地利用、工期の短縮など
- ⑥(④で原位置浄化を選んだ場合)浄化工法の種類：抽出処理(土壌ガス吸引など)、化学処理(酸分解など)、生物処理(バイオスティミュレーションなど)、原位置土壌洗浄など

---

Results of the questionnaires on the application of technology for the soil and groundwater contamination measures (2020 fact-finding)

Hiroyuki Matsuhisa<sup>1</sup>, Yoshinori Orimo<sup>1</sup>, Takashi Ohashi<sup>1</sup>, Hiroaki Suzuki<sup>1</sup>,  
and Task Team on actually-applied soil remediation technology<sup>1</sup> (<sup>1</sup>GEPC))

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町4-5 KSビル3F (一社)土壌環境センター  
TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

⑦参考情報（任意回答）：対策面積、対策深度、対策土量、対策費用、今後の土地利用の予定、対策実施サイトの法指定の該当区域、基準値以外の値の設定有無、深さを限定した調査の有無  
 なお、調査票の配布・回収は令和3年7月1日～8月31日の期間に行った

### 2.3 回答者情報

令和2年度実績に対するアンケートは、会員企業100社に調査票を配布し、64社（対策の実績なしと回答した18社を含む）から回答を得た（回収率64%）。回収された調査票の件数は543件（有効数）であった。

なお、件数は、同一の敷地内の離れた二つの場所で種類の異なる対策を実施した場合は二つのサイトとし、同じ場所で複数の異なる種類の対策を実施した場合は一つのサイトとして扱っている。また複数汚染物質や複数契機の選択などにより、一般的な土壌・地下水汚染の対策等と合わない回答が含まれる場合がある。

## 3. 調査結果<sup>4)</sup>

### 3.1 対策の契機

対策の契機についての回答（複数回答を含むのべ568件）は図-1に示すとおりである。「土壌汚染対策法に基づく調査による汚染の発覚」（以下、法調査）25%（143件）や「地方条例又は要綱に基づく調査による汚染の発覚」（以下、条例等調査）13%（74件）に比べて「自主調査による汚染の発覚を受けて自主対策を実施」（以下、自主調査）58%（332件）が明らかに多かった。「法調査」に「自主調査による汚染の発覚を受けて法14条申請した土地における対策実施」（以下、14条調査）3%（19件）を含めると、法が関与する事例は28%を占める結果であった。

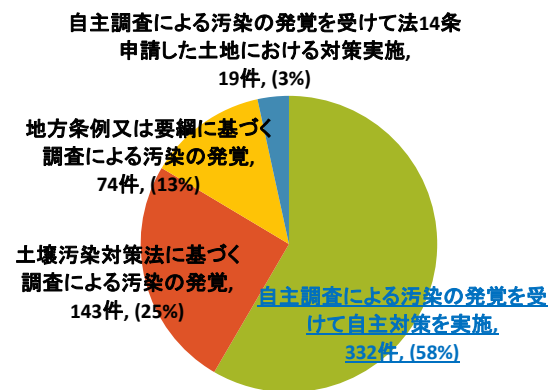


図-1 対策の契機(複数回答を含む、のべ568件)  
 (青字:最多回答)<sup>4)</sup>

### 3.2 対策の選択理由

対策の理由となった基準不適合事例（複数回答を含むのべ806件）は、図-2に示すように、「土壌溶出量基準不適合」が48%、次いで、「地下水基準不適合」29%、「土壌含有量基準不適合」12%、「油臭・油膜・TPH」10%の順番となっていた。「土壌溶出量基準不適合」の内訳に関しては、「第二溶出量基準不適合を含む」ものは23%であった。

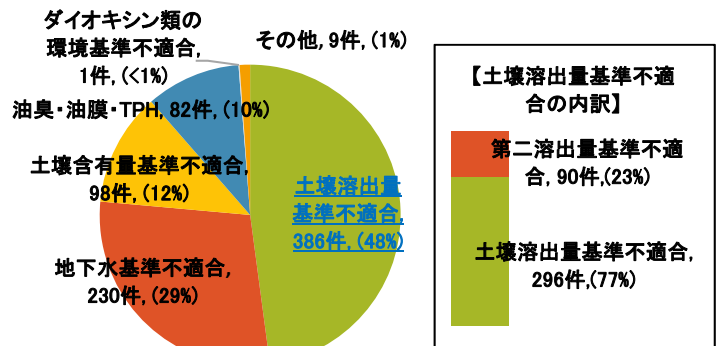


図-2 基準不適合状況  
 (複数回答を含む、のべ806件) (青字:最多回答)<sup>4)</sup>

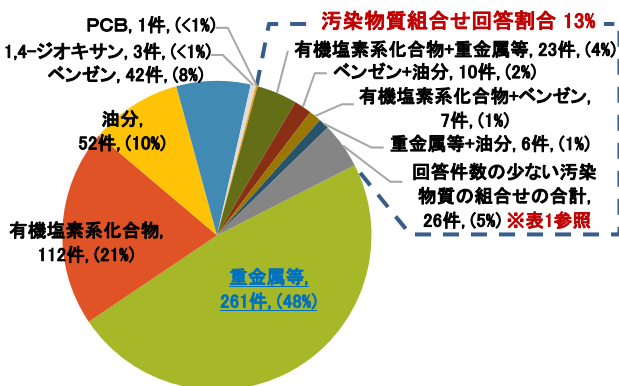


図-3 対象となった汚染物質の組合せと件数  
 (543件) (青字:最多回答)<sup>4)</sup>

### 3.3 対策の対象となった汚染物質

対象となった汚染物質（特定有害物質、油分、ダイオキシン類等）の種類及び汚染物質組合せの回答を図-3に示す。

主な内訳は、揮発性有機化合物（「有機塩素系化合物」、「ベンゼン」とその組合せ）は30%で、「重金属等」のみは48%、「油分」のみは10%であった。全体の13%は対象となった汚染物質が組み合わせられた回答であった。主な組み合わせは「有機塩素系化合物+重金属等」4%、「ベンゼン+油分」2%などとなっていた。

なお汚染物質組合せのうち件数の少ない回答の詳細は表-1のとおりであった。

表-1 図3の「回答件数の少ない汚染物質の組合せ回答」の詳細<sup>4)</sup>

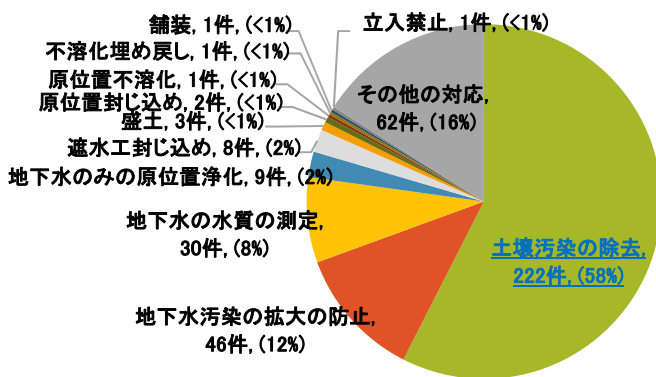
汚染物質の組合せ	件数	汚染物質の組合せ	件数
有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等	5件	有機塩素系化合物+重金属等+PCB	1件
ベンゼン+重金属等	3件	有機塩素系化合物+重金属等+油分	1件
ベンゼン+重金属等+油分	3件	有機塩素系化合物+重金属等+ダイオキシン類	1件
有機塩素系化合物+油分	2件	有機塩素系化合物+重金属等+1,4-ジオキサン	1件
有機塩素系化合物+1,4-ジオキサン	2件	有機塩素系化合物+PCB+油分	1件
有機塩素系化合物+その他	1件	有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等+1,4-ジオキサン	1件
重金属等+ダイオキシン類	1件	有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等+その他	1件
有機塩素系化合物+ベンゼン+1,4-ジオキサン	1件	ベンゼン+重金属等+PCB+油分+その他	1件

### 3.4 選択された対策

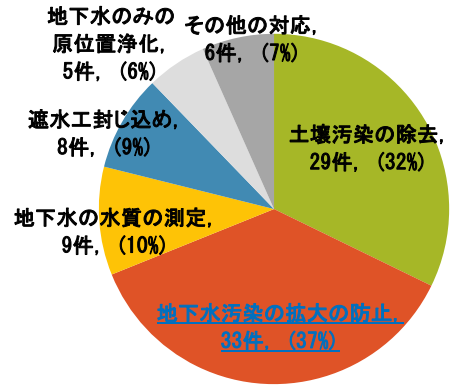
土壌溶出量基準不適合に対する対策の選択状況は図-4に示すとおりであった（複数回答を含む）。

なお以降に示す「対策」の内「その他の対応」の内容は、99%以上は法の措置での「地下水の水質の測定」とは異なる自主的な地下水測定や条例や要綱等に沿った地下水モニタリングなどとなっている。

土壌溶出量基準不適合への対策（複数回答を含む、のべ386件）の内訳は、図-4(1)に示すように「土壌汚染の除去」が58%と最も多く、続いて「その他の対応」16%、「地下水汚染の拡大の防止」12%、「地下水の水質の測定」8%であった。



(1) 土壌溶出量基準不適合への対策  
(複数回答を含む、のべ386件)



(2) 第二溶出量基準不適合への対策  
(複数回答を含む、のべ90件)

図-4 土壌溶出量基準不適合への対策（複数回答を含む）（青字：最多回答）<sup>4)</sup>

質の測定」8%であった。第二溶出量基準不適合を理由としたものに絞ると図-4(2)に示すように「地下水汚染の拡大の防止」が37%、続いて「土壌汚染の除去」32%、「地下水の水質の測定」が10%であった。

土壌含有量基準不適合への対策（複数回答を含む、のべ98件）の場合は、図-5に示すように「土壌汚染の除去」が79%と最も多く、続いて「舗装」10%、「地下水の水質の測定」3%、「立入禁止」3%、「その他の対応」2%、「盛土」1%、「不溶化埋め戻し」1%であった。

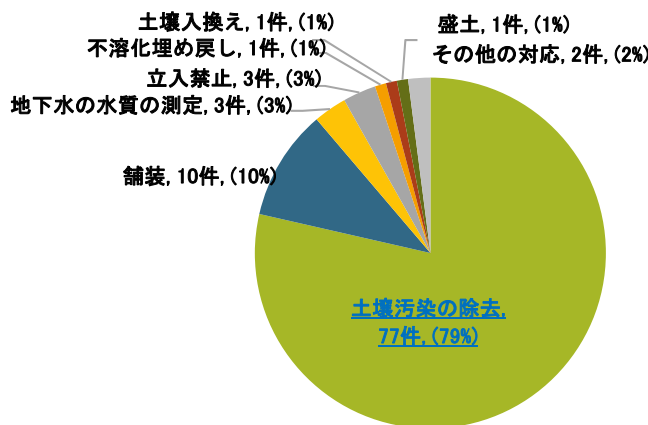


図-5 土壌含有量基準不適合への対策  
のべ98件（青字：最多回答）<sup>4)</sup>

「土壌汚染の除去」について、詳細な内訳を図6に示す（複数回答を含む、のべ数はそれぞれ異なる）。

「掘削除去」87%に対して、「原位置浄化」は13%に留まった。「掘削除去」の場合、「区域外処理」が99%とほとんどで「浄化等処理施設」49%や「分別等処理施設」25%、「セメント製造施設」14%にて処理をしているケースが多い。「原位置浄化」の場合は、「生物処理」が48%、「抽出処理」が27%、「化学処理」が20%の順に行われていた。

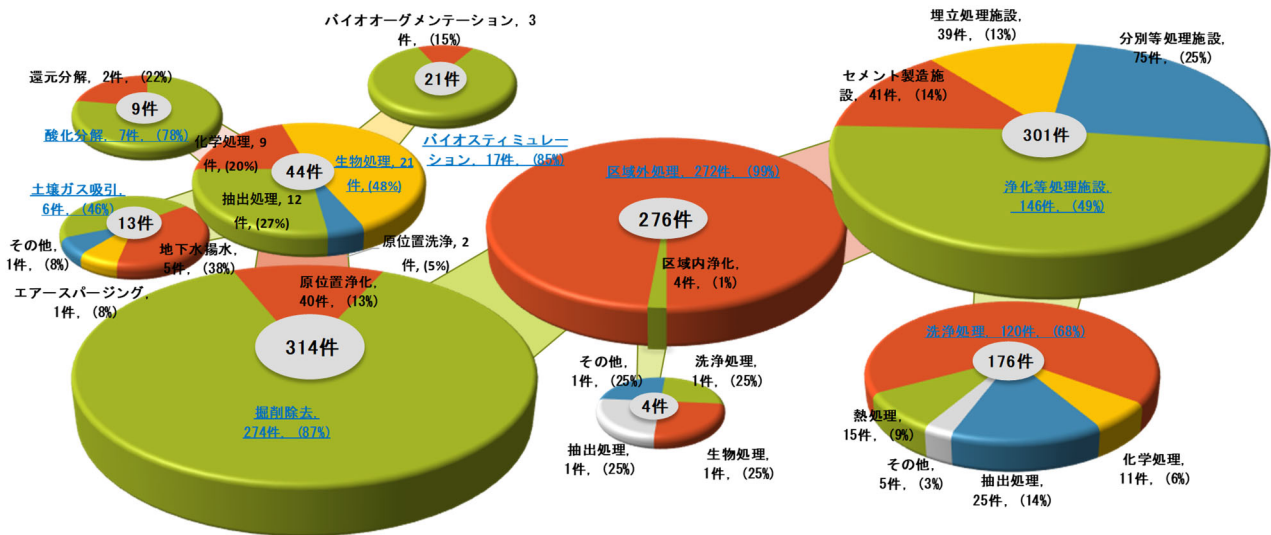


図-6 土壌汚染の除去での詳細内訳（複数回答を含む、青字：各グループ最多回答対策）<sup>4)</sup>

図-7に「地下水のみの原位置浄化」対策の内訳を示す。ここでは「生物処理」が53%と最も多く、次に「抽出処理」が34%、「化学処理」が13%の順であった。

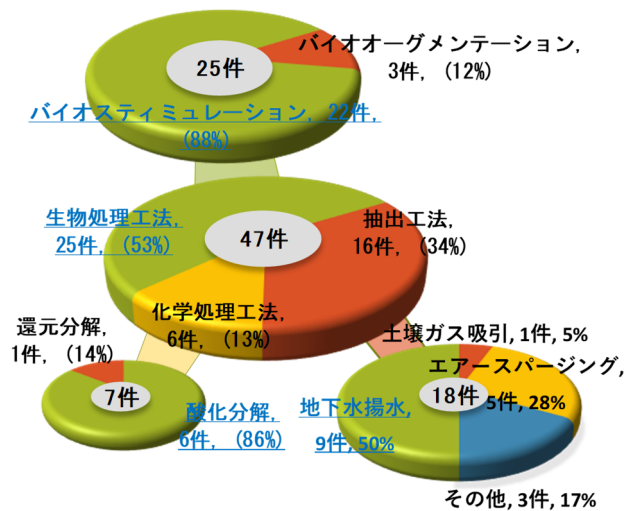


図-7 地下水のみの原位置浄化対策の詳細（複数回答を含む、青字：各グループ最多回答対策）<sup>4)</sup>

### 3.5 実態調査から把握された事柄

ここでは汚染物質別（重金属等、有機塩素系化合物、油分）に、「契機」、「対策」や任意回答によって得られた「掘削除去後区域外処理を選択した理由」、「対策面積」、「対策深度」、「対策土量」の回答件数を取りまとめ、その傾向について述べる。

#### 3.5.1 契機、対策、掘削除去後区域外処理の傾向

図-8に汚染物質と対策の契機について示した。「有機塩素系化合物」を含む場合は70%が「自主調査」であった。一方「重金属等」を含む場合は「法調査」が39%と特徴的であり、「自主調査」は41%となっていた。

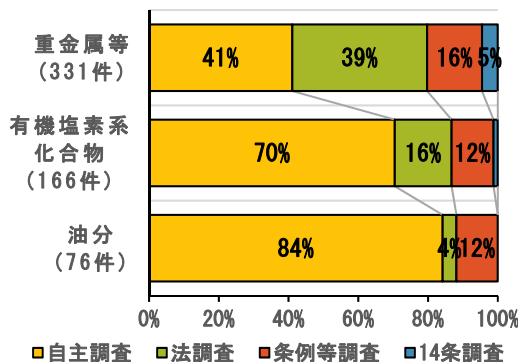


図-8 汚染物質と対策の契機（複数回答を含む）

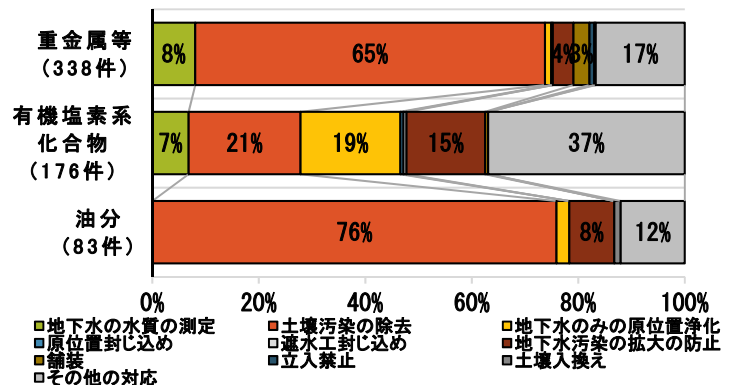


図-9 汚染物質と対策の関係（複数回答を含む）

図-9に汚染物質と対策の関係について示した。

「その他の対応」を除き、「重金属等」は「土壌汚染の除去」が65%と多くを占め、次に「地下水の水質の測定」8%となっていた。「有機塩素系化合物」は「土壌汚染の除去」21%、「地下水のみの原位置浄化」

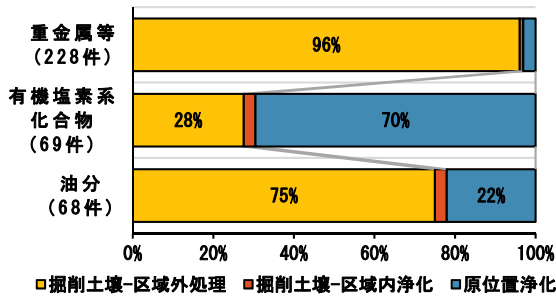


図-10 土壤汚染の除去で選択された対策の内訳

19%、「地下水汚染の拡大の防止」15%となっている。「油分」は「土壤汚染の除去」が76%と多く、次に「地下水汚染の拡大の防止」8%となっている

図-10に土壤汚染の除去で選択された対策の内訳を示す。各汚染物質とも「掘削土壌-区域内浄化」の割合は数%と少ない。「掘削土壌-区域外処理」は「重金属等」96%、「油分」75%であるが、「有機塩素系化合物」では28%と少なくなっている。

図-11に掘削除去後区域外処理を選択した理由について示す。理由については汚染物質ごとに見ると、「重金属等」は「建設工事における掘削範囲」31%、「区域指定の解除」22%、「工期の短縮」15%の順となっていた。「有機塩素系化合物」については、「土壤汚染範囲が比較的小規模」43%、「区域指定の解除」27%で、「建設工事における掘削範囲」8%、「跡地利用」、「対象汚染物質の濃度では原位置浄化困難」各6%となっており異なる傾向が見られた。

### 3.5.2 対策規模の傾向

汚染物質別の対策規模（「対策面積」、「対策深度」、「対策土量」）の割合を図-12から図-14に示した。

図-12は「重金属等」を含む場合を示したが、「対策面積」900㎡未満、「対策土量」900㎡未満が60%となっていた。

図-13に「有機塩素系化合物」の対策規模の割合を示した。他の汚染物質と比べ、「対策深度」5m以上が75%となっており、他の汚染物質より深い深度で対策が行われていることが見て取れる。

図-14に「油分」の対策規模の割合を示した。他の汚染物質と比べ、「対策面積」は3,000㎡未満が91%と狭く、「対策深度」は5m未満がおよそ90%を占め、「対策土量」は10,000㎡未満が約97%と少ない量となっており、土壤汚染規模が比較的小さいことが示された。

## 4. まとめ

会員企業に対して行った令和2年度実績の土壤・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査は以下のような結果となった。

### 4.1 全体的な傾向

対策の契機は図-1に示すとおり「自主調査」が58%を占め、「法調査」と「14条調査」を合

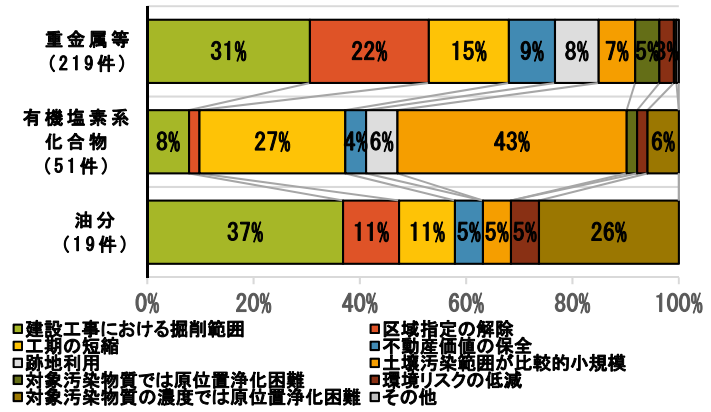


図-11 掘削除去後区域外処理を選択した理由 (対象物質ごと、任意回答)

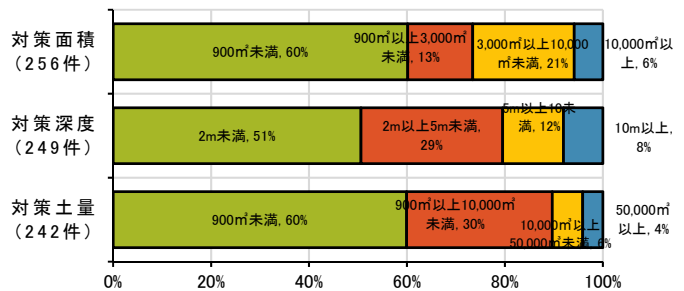


図-12 重金属等を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量)の割合 (任意回答)

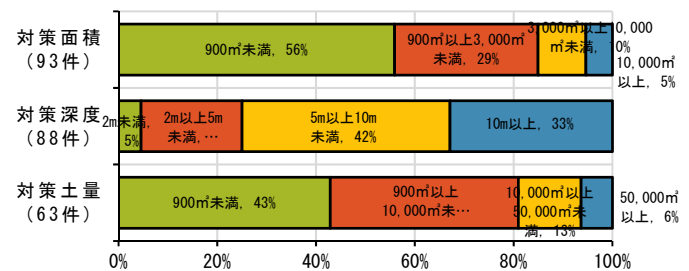


図-13 有機塩素系化合物を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量)の割合 (任意回答)

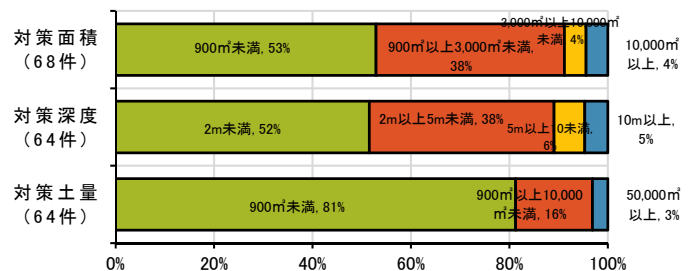


図-14 油分を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量)の割合 (任意回答)

わせた法が関与する事例が 28%を占める結果となった。

対策の対象となった汚染物質は、「重金属等」のみが 48%、「有機塩素系化合物」のみは 21%であり、この汚染物質の組み合わせで全体の 70%近くの割合となっている。「油分」のみは 10%、「ベンゼン」のみは 8%であった。

対策については、図-4(1)に示すように「土壌溶出基準不適合」では「土壌汚染の除去」が 58%を占めているが、図-4(2)に示すように「第二溶出量基準不適合」では「地下水汚染の拡大の防止」が 37%で最も多く、続いて「土壌汚染の除去」32%となっていた。図-5 に示すように「土壌含有量基準不適合」では「土壌汚染の除去」が 79%を占めていることがわかった。

## 4.2 汚染物質ごとの傾向

全体的な傾向は 4.1 に示したとおりであるが、汚染物質ごとでは違った傾向が見られた。

「重金属等」を含む場合は、契機は図-8 で示したとおり「法調査」41%、「条例等」16%の割合が他の汚染物質より多かった。対策は図-9 で示すように「土壌汚染の除去」が 65%と多くを占めておりその内訳は図-10 で示したとおり「掘削土壌-区域外処理」が 96%を占めている。そしてその理由は、図-11 に示すように「建設工事における掘削範囲」31%、「区域指定の解除」22%、「工期の短縮」15%が主なものであった。

「有機塩素系化合物」を含む場合は、図-13 に示すように、他の汚染物質に比べ、「対策深度」5m 以上が 75%となっており、より深い深度で対策が行われていることが見て取れる。図-9 で示した「地下水のみの原位置浄化」19%、「地下水汚染の拡大の防止」15%や、図-10 で「原位置浄化」が 70%示されていることなどが特徴で、有機塩素系化合物に対しては、地下水汚染に対応した対策法が選ばれていることが推察できる。

「油分」を含む場合は図-8 に示すように「自主調査」84%が主な契機となっており、対策は図-9 で示すように「土壌汚染の除去」が 76%と多くを占めておりその内訳は図-10 に示すとおり、「掘削除去-区域外処理」を行っている割合（75%）が高い。「掘削除去後区域外処理」を行っている理由は図-11 に示すように、「建設工事における掘削範囲」が最も多く 37%、次いで「区域指定の解除」及び「工期の短縮」が 11%であった。規模については図-14 に示すとおり、「対策土量」は 10,000 m<sup>3</sup>未満が約 97%など比較的対策規模が他の汚染物質を含む場合よりも小さかった。

## 5. おわりに

当分科会では、会員企業に対し土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査を実施し、調査結果と対策との関連に関する動向を取りまとめ提供している。

本報告では令和 2 年度のみの実態調査の結果を取りまとめたが、過年度調査結果との比較、検討は別報<sup>5)</sup>にて報告する。

今後もこの対策時の技術適用に関するアンケートを毎年継続していくことで、対策方法や技術の動向について実態把握を進め、技術開発や対策検討に役立つよう図っていききたい。

最後に、今回の調査にご協力頂いた会員企業の皆様に感謝するとともに、今後も同様に調査への協力をお願いしたい。

## 参考文献

- 1) 折茂芳則,松久裕之,大橋貴志,鈴木弘明,技術実態集計分科会 (2021) : 土壌・地下水汚染の対策時の術適用に関するアンケートの集計結果について(令和元年度実態調査)、第 26 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集、pp74~79 ※本報は続報
- 2) 環境省 (2012) : 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第 2 版
- 3) 環境省 (2019) : 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第 3 版
- 4) (一社) 土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会、『令和 3 年度 土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関するアンケート』調査結果 (令和 2 年度実績)、2022/1、  
[https://www.gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R3\\_survey\\_summary.pdf](https://www.gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R3_survey_summary.pdf) (参照 2022/2/1)
- 5) 山下巧,阿部美紀也,河内幸夫,加洲教雄,技術実態集計分科会 (2022) : 土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関するアンケートの集計結果について(経年変化とその考察)、第 27 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会