

# (0051) 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(平成 29 年度実態調査)

○友口 勝<sup>1</sup>・阿部 美紀也<sup>1</sup>・折茂 芳則<sup>1</sup>・大橋 貴志<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. はじめに

土壌環境センター技術委員会技術実態集計分科会では、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平成 29 年度の調査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 調査の目的

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 月に土壌汚染対策法の一部改正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、会員企業の技術開発や法改正時等の参考となる資料を作成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（2012）<sup>1)</sup>を参考にして、技術分類などを 14 種類の技術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け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（クロロエチレン除く）、ベンゼン、重金属等、農薬等、PCB、油分、ダイオキシン類、クロロエチレン、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 種類の技術分類と選択理由（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、工期が短く済むなど
- 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（酸化分解など）、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
- 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  
なお、調査票の配布・回収は平成 30 年 7 月 2 日～8 月 31 日の期間に行った。

#### 2.3 回答者情報

平成 29 年度実績に対するアンケートでは、会員企業 107 社に調査票を配布し、71 社（対策の実績なしと回

---

Results of the questionnaires on the application of technology for the soil and groundwater contamination measures (2017 fact-finding)

Masaru Tomoguchi<sup>1</sup>, Mikiya Abe<sup>1</sup>, Yoshinori Orimo<sup>1</sup>, Takashi Ohashi<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

答した 20 社を含む）から回答を得た（回収率 66.4%）。回収された調査票のうち有効な回答件数は 640 件であった。

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。

### 3. 調査結果

#### 3.1 対策の契機

有効な調査票 640 件の対策の契機についての回答（複数回答を含むのべ 662 件）は図-1 に示すとおりである。「土壌汚染対策法による調査による汚染の発覚」（以下、法調査）17%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）9%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）68%が明らかに多いものの、「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）6%を加えると 23%となり、法が関与する事例が約 1/4 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 662 件）  
（赤字：最多回答）

#### 3.2 対策の理由

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 917 件）は、図-2 に示すように、「土壌溶出量基準不適合」が 41%、次いで、「地下水基準不適合」が 32%、「油臭・油膜・TPH」「土壌含有量基準不適合」13%であった。

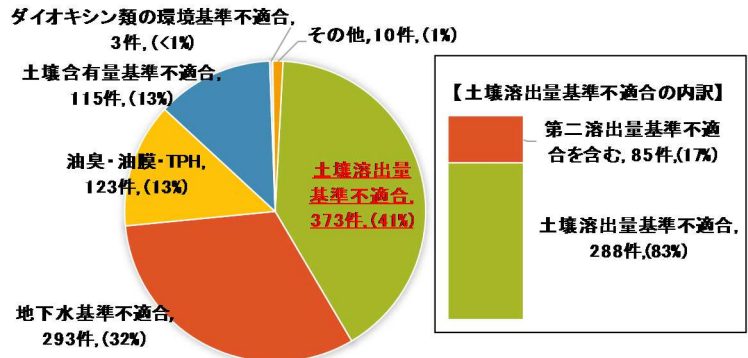


図-2 基準不適合状況  
（複数回答を含む、のべ 917 件）（赤字：最多回答）

#### 3.3 対策の対象となった汚染物質

有効な調査票 640 件について、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の組合せについての回答を図-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」、「クロロエチレン」、「ベンゼン」）を対象とした対策が 22%（複数回答を含む場合 43%）で、「重金属等」を対象とした対策は 40%（複数回答を含む場合 40%）、「油分」を対象とした対策は 13%で（複数回答を含む場合 14%）あり、全体の 24%は複合した汚染状況であった。

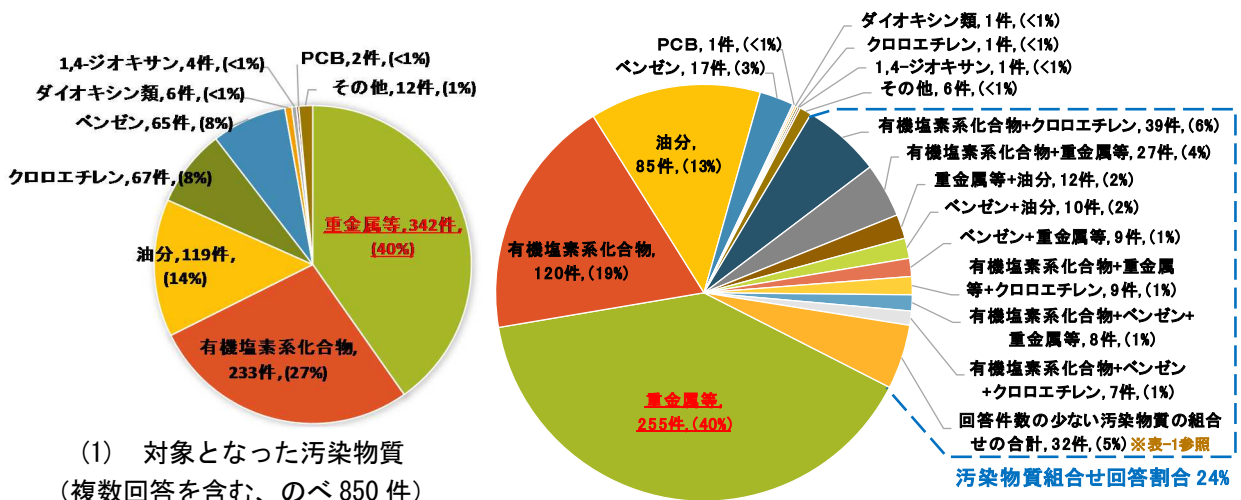


図-3 対象となった汚染物質の種類、及びその汚染物質の組合せと件数（赤字：最多回答）

表1 図3-(2)の「回答件数の少ない汚染物質の組合せ回答」の詳細

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+油分	4件	ベンゼン+重金属等+油分	3件
有機塩素系化合物+ベンゼン	1件	ベンゼン+ダイオキシン類+その他	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+油分	1件
重金属等+PCB	1件	有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等+クロロエチレン	3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
重金属等+1,4-ジオキサン	1件	有機塩素系化合物+重金属等+ダイオキシン類+その他	2件
重金属等+その他	2件	有機塩素系化合物+重金属等+クロロエチレン+1,4-ジオキサン	1件
有機塩素系化合物+重金属等+油分	1件	有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等+クロロエチレン+1,4-ジオキサン	1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+ベンゼン+重金属等+クロロエチレン+その他	2件
有機塩素系化合物+油分+クロロエチレン	2件	有機塩素系化合物+ベンゼン+重金属等+油分+クロロエチレン+その他	1件
有機塩素系化合物+クロロエチレン+その他	1件	※合計件数 32件(5%)	

対象となった汚染物質の組合せの内、「有機塩素系化合物」と「クロロエチレン」の組合せは66件あり、汚染物質として「有機塩素系化合物」を対象とした場合233件の内28%で「クロロエチレン」も対象としていた。

### 3.4 選択された対策

有効な調査票640件について、土壌溶出量基準不適合に対する対策の採用状況は図-4に示すとおりであった(複数回答を含む)。

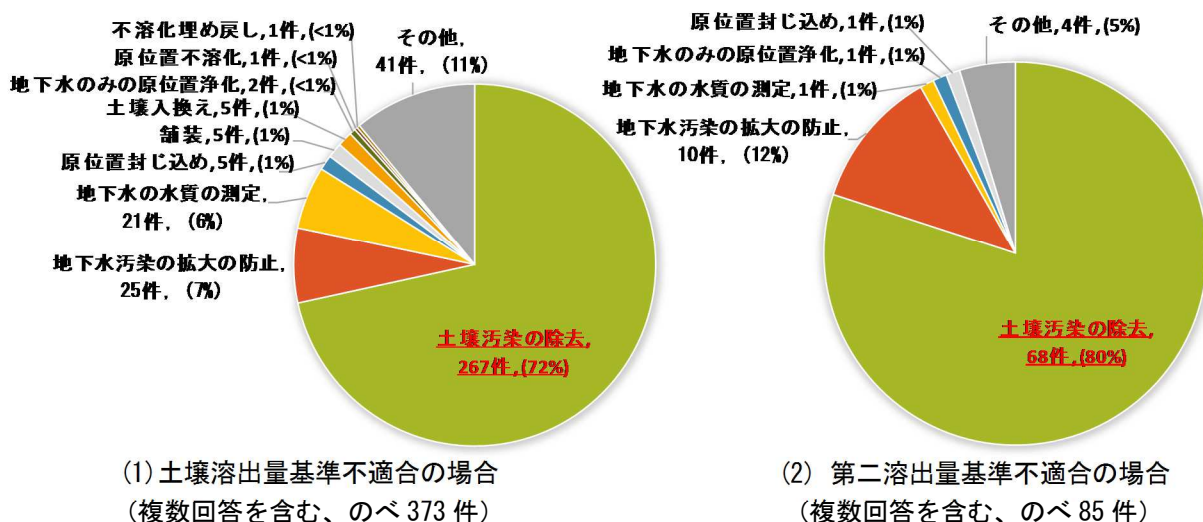


図-4 土壌溶出量基準不適合に対して選択された対策(複数回答を含む) (赤字: 最多回答)

土壌溶出量基準不適合を理由として選択された対策(複数回答を含む、のべ373件)の内訳は、図-4(1)に示すように「土壌汚染の除去」が72%と最も多く、続いて「その他」11%、「地下水汚染の拡大の防止」7%であった。なお、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「土壌汚染の除去」が80%選択され、続いて「地下水汚染の拡大の防止」12%、「その他」が5%であった。

土壌含有量基準不適合(複数回答を含む、のべ115件)の場合も、図-5に示すように「土壌汚染の除去」が83%と最も多く、続いて「舗装」、「その他」が4%、「原位置封じ込め」3%であった。

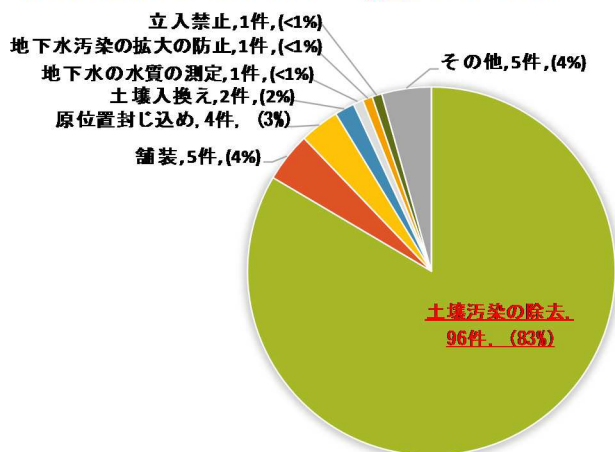


図-5 土壌含有量基準不適合に対して選択された対策 のべ115件 (赤字: 最多回答)



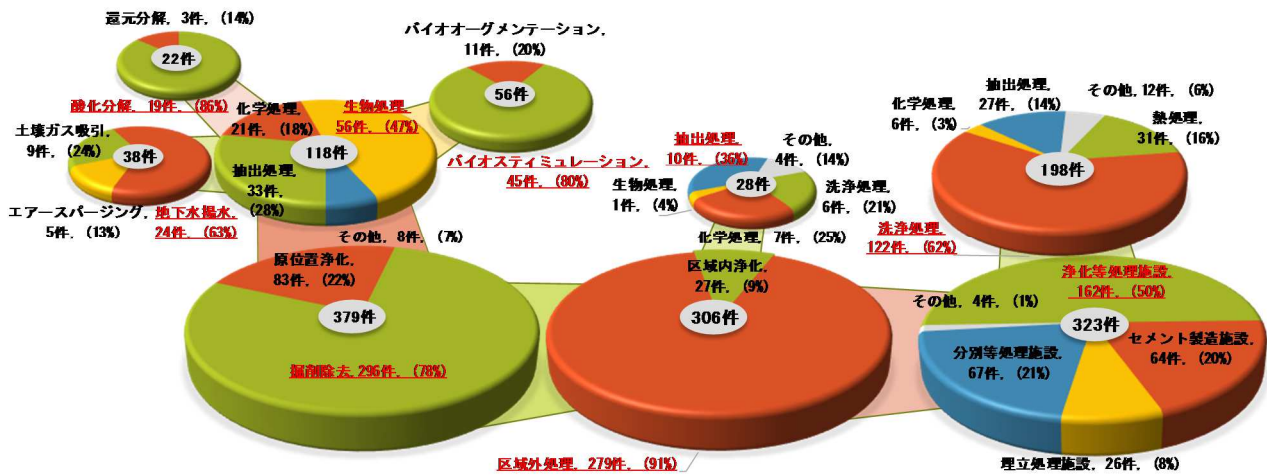


図-6 土壌汚染の除去で選択された対策（複数回答を含む、赤字：各グループ最多回答対策）

「土壌汚染の除去」について、詳細な対策手法の内訳を図-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」78%に対して、「原位置浄化」は22%に留まった。「掘削除去」の場合、「区域外処理」がほとんどで「浄化等処理施設」50%や「セメント製造施設」20%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47%、「抽出処理」が28%、「化学処理」が18%の順に行われている。

図-7に地下水のみの原位置浄化で選択された対策を示す。ここでは「生物処理」が58%と最も多く、次に「抽出処理」が31%行われている。

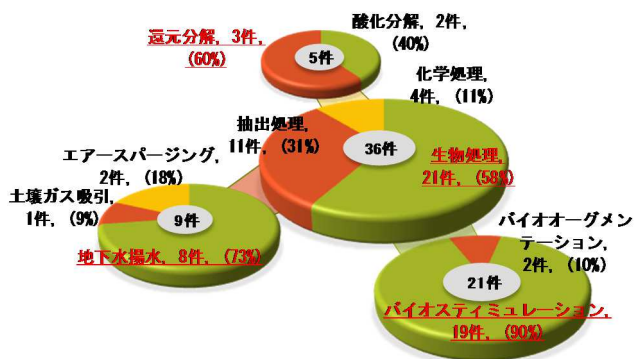


図-7 地下水のみの原位置浄化で選択された対策（複数回答を含む、赤字：各グループ最多回答対策）

### 3.5 実態調査から把握された事柄

ここでは、平成30年度での実態調査から把握された事柄について、特に平成29年度実施アンケートより追加している新たな設問項目より得られた知見に着目してトピックスを述べる。

#### 3.5.1 クロロエチレン及び1,4-ジオキサンに対する傾向（汚染物質の重複を含む）

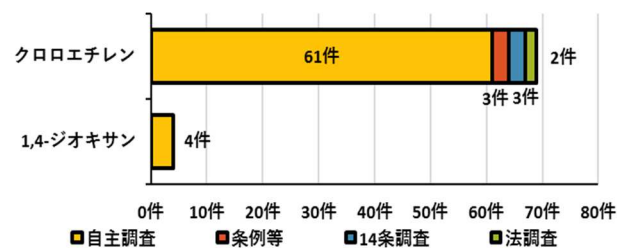


図-8 対策の契機（件数）（複合回答を含む）

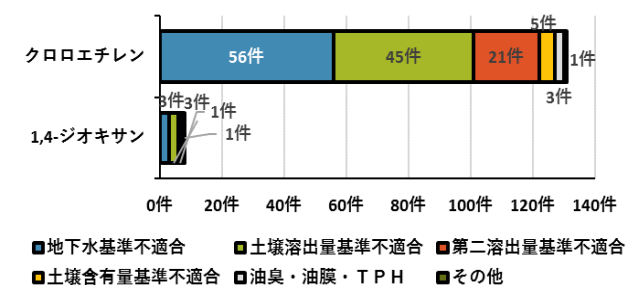


図-9 対策の選択理由（件数）（複合回答を含む）

クロロエチレン及び、1,4-ジオキサン単独での汚染事例は少なく、傾向を把握することが困難だったので、ここではこれら2物質とその他の汚染物質による複合汚染の事例について整理した。

対策の契機について図-8に示す。「クロロエチレン」を対象とした場合、「自主調査」が61件と最も多く、次いで「条例等」3件、「14条調査」3件、「法調査」が2件であり、「有機塩素系化合物」及び「ベンゼン」と同様の傾向を示した。

1,4-ジオキサンを対象とした場合、「自主調査」が4件であった。平成29年度実施アンケートにおいては、「条例等」の事例（3件）も見られたが、本アンケートでは「自主調査」の事例のみであった。なお、件数が少ないことから全体的な傾向を反映していない可能性がある。

対策の選択理由を図-9に示す。「クロロエチレン」を対象とした場合、「地下水基準不適合」が56件と最も多く、次いで「溶出量基準不適合」45件であ

た。対策の選択理由について件数の比率をみると、「クロロエチレン」は、「有機塩素系化合物」と同様の傾向を示した。また、1,4-ジオキサンを対象とした場合、「溶出量基準不適合」及び「地下水基準不適合」がそれぞれ3件であった。

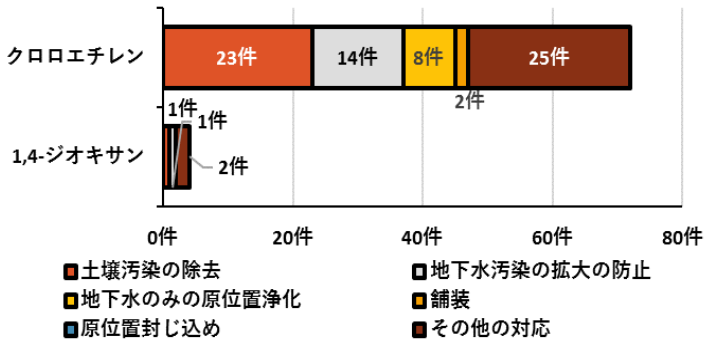


図-10 対策の内容（件数）（複合回答を含む）

対策の内容について図-10に示す。クロロエチレンを対象とした場合、「土壤汚染の除去」が23件と最も多く、次いで「地下水汚染の拡大の防止」14件、「地下水のみの原位置浄化」8件であった。対策内容の件数比率は「有機塩素系化合物」及び「ベンゼン」と同様の傾向を示した。

1,4-ジオキサンを対象とした場合、「土壤汚染の除去」、「地下水汚染の拡大の防止」及び「その他の対応」がそれぞれ1件であった。

### 3.5.2 対象となった汚染物質が重金属等の場合の、人為汚染と自然由来に対する傾向

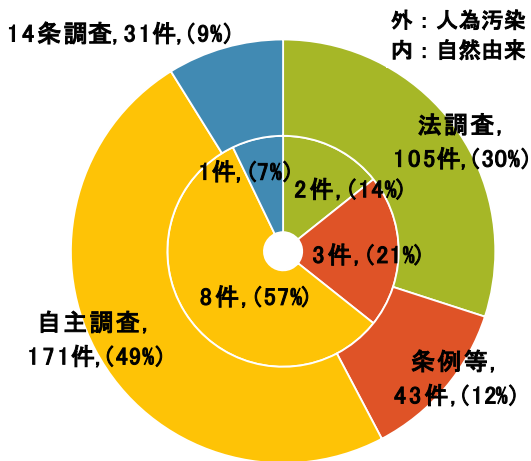


図-11 対策の契機となった調査の種類（複数回答を含む、人為汚染のべ350件、自然由来のべ14件）

汚染物質が重金属等の場合、本アンケート回答中重金属等を含む汚染342件の内、自然由来の汚染は12件と重金属等を含む汚染の4%弱の件数であった。自然由来の汚染は件数が少なく、傾向が正確につかみきれてはいないと考えられるが、人為汚染との比較を試みた。

対策の契機について図-11に示す。人為汚染と自然由来汚染を比較すると、共に「自主調査」による汚染の発覚を受けての自主対策が最も多く、「法調査」では自然由来は人為汚染に比べ割合が半分以下であった。

対策の選択理由について図-12に示す。人為汚染については「土壤溶出量基準不適合」235件（47%）が最も多く、次いで「土壤含有量基準不適合」104件（21%）、「地下水基準不適合」91件（18%）、「第二溶出量基準不適合」42件（8%）、「油臭・油膜・TPH」17件（3%）であり、「土壤溶出量基準不適合」が約半数を占めていた。自然由来汚染については「土壤溶出量基準不適合」が12件（86%）と最も多く、次いで「土壤含有量基準不適合」2件（14%）であり、「土壤溶出量基準不適合」が約9割を占めていた。

対策の内容について図-13に示す。人為汚染、自然由来汚染ともに「土壤汚染の除去」が最も多く、それぞれ217件（61%）、12件（92%）であった。

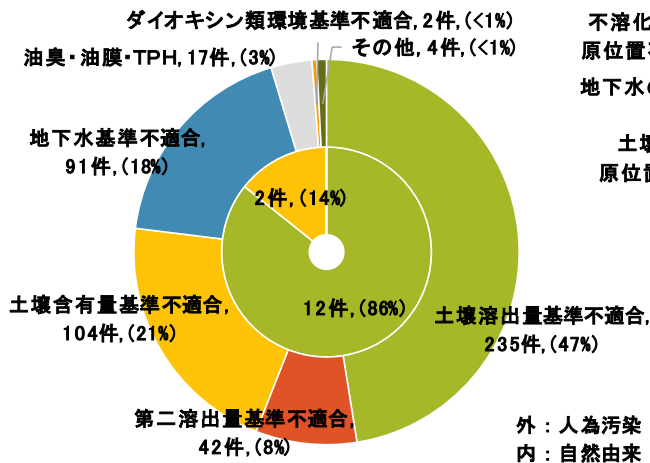


図-12 対策の選択理由（複数回答を含む、人為汚染のべ495件、自然由来のべ14件）

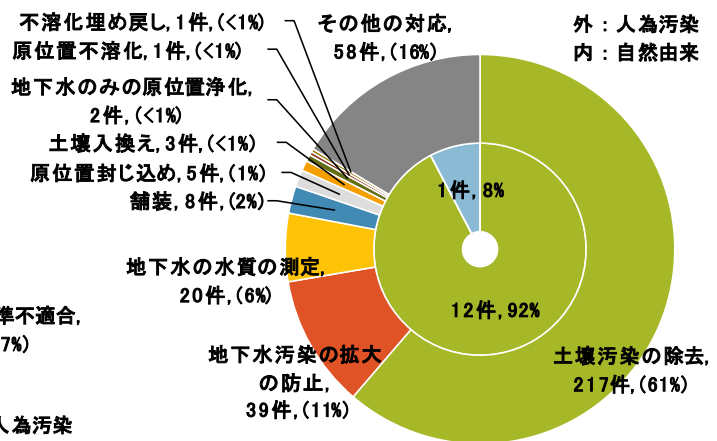


図-13 対策の内容（複数回答を含む、人為汚染のべ354件、自然由来のべ13件）

#### 4. まとめ

会員企業に対して行った平成 30 年度土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査の調査は以下のような結果となった。

まず、対策の契機は「自主調査」が 7 割近くを占め、「法調査」と「14 条調査」を合わせた法が関与する事例が約 4 分の 1 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」が 40%（複数回答を含む）、「油分」14%（複数回答を含む）であり、「有機塩素系化合物」は 27%（複数回答を含む）であった。

「土壌溶出基準不適合」や「土壌含有量基準不適合」などの不適合土壌に対する対策は、「土壌汚染の除去」が選択された対策の 7~8 割を占めていた。「土壌汚染の除去」後の対策手法では、「掘削除去」が 78% を占め、「掘削除去」後は大半（91%）が「区域外処理」となっていることがわかった。

平成 29 年度実施アンケートより設けた新規の設問により、新たな知見を得ることができた。

このうち「クロロエチレン」は対策の対象となった汚染物質の 8%（複数回答を含む）で、そのほとんどは「有機塩素系化合物」のとの組合せとなっており、「有機塩素系化合物」を対象とした件数の 28% を占めていた。

対象となった汚染物質が重金属等の場合の、「人為汚染」と「自然由来」に対する傾向をみると、重金属等を含む汚染 342 件の内、自然由来の汚染は 12 件と重金属等を含む汚染の 4% 弱の件数であった。「自然由来」の件数は少なく、傾向が正確につかみきれてはいないと考えられるが、対策の契機は「人為汚染」と「自然由来」は似た傾向を示している。「対策の選択理由」において「自然由来」では「土壌溶出量基準不適合」が 9 割近くを占め、「対策の内容」も「土壌汚染の除去」が 9 割以上を占めていた。

#### 5. おわりに

土壌環境センター技術委員会技術実態集計分科会では、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。

本報告では平成 29 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) 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