

# (0084) 土壌・地下水汚染の措置・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 26 年度実態調査)

○加洲教雄<sup>1</sup>・中島広志<sup>1</sup>・白川 武<sup>1</sup>・神谷光昭<sup>1</sup>・三谷孝司<sup>1</sup>・門間聖子<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対策の適用技術について、継続的にデータを収集し、その動向を把握することによって技術開発や法改正時等の参考となるよう検討を行っている。本稿は、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 26 年度実態の調査結果および、過去 5 年間の推移から得られた知見を抜粋し報告するものである。

### 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および技術は年々改められてきており、例えば平成 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、汚染土壌の外部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、より安価な費用で措置を行い、リスク管理を図ることが期待されている。

一方、土壌汚染対策法や条例等に規定される土壌汚染状況調査結果や指示措置などに基づいて適用される対策方法について、従来の実態調査等では明確な技術動向などが十分に把握されてきたとは言い難い。そこで、会員企業を対象に実施された対策について適用技術などに関する動向を把握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くこととした。

#### 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。平成 26 年度中に会員企業各社が元請けとして受注した対策工事を対象とし、採用した対策技術について、それぞれ案件（サイト）ごとに下記の内容の選択肢の中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・条例・自主
- 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・その他
- ③選択された対策技術とその選択理由：14 種類の技術の項目と選択理由（土壌溶出量基準不適合または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（汚染エリア内浄化）、区域外浄化（汚染エリア外浄化：浄化等処理施設など）
- ⑥（③④で原位置浄化を選んだ場合）浄化工法の種類：抽出処理、化学処理、生物処理、原位置土壌洗浄  
なお、調査票の配布・回収は平成 27 年 7 月 1 日～8 月 31 日の期間に行った。

#### 2.3 回答者情報

本アンケートでは、会員企業 115 社に調査票を配布し、67 社（対策の経験なしと回答した 23 社を含む。）から回答を得た（回収率 58.2%）。調査票が回収されたサイト数は 473 件分であった。

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。

---

Results of the questionnaires on the application of technology for the soil and groundwater contamination measures(2015)  
Norio Kashu<sup>1</sup>, Hiroshi Nakajima<sup>1</sup>, Takeshi Shirakawa<sup>1</sup>, Mitsuaki Kamiya<sup>1</sup>, Kouji Mitani<sup>1</sup> and Mariko Monma<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 一般社団法人土壌環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

### 3. 調査結果

#### 3.1 対策の契機

回収された調査票 473 件の、対策の契機についての回答（複数回答を含むのべ 513 件）は図-1 に示すとおりである。法の調査による汚染の発覚を受けた対策 17% や条例等に基づく調査による汚染の発覚を受けた対策 16% 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した事例 61% が明らかに多い。一方、法による調査で汚染が発覚した対策に、法 14 条を申請した土地における対策 7% を加えると 24% となり、法が関与する事例が 1/4 を占める結果であった。

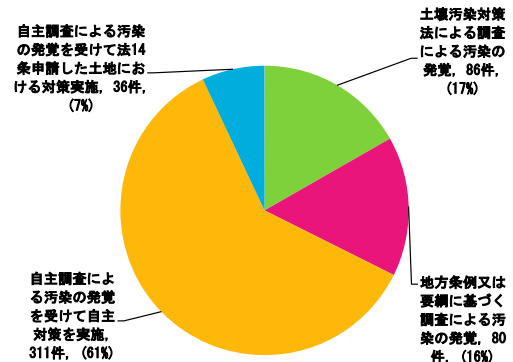


図-1 対策の契機（複数回答を含む、のべ 513 件）

#### 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 804 件）は、図-2 に示すように、土壌溶出量基準不適合 43%、続いて、地下水基準不適合 30%、土壌含有量基準不適合 17% であった。

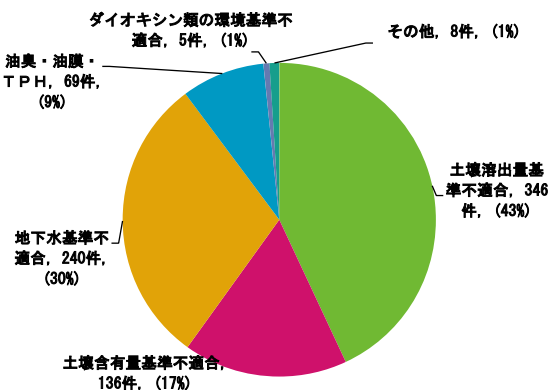


図-2 基準不適合状況（複数回答を含む、のべ 804 件）

#### 3.3 対策の対象となった汚染物質

回収された調査票 473 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。

複数回答を含む、のべ 584 件について主な内訳は、揮発性有機化合物（有機塩素系化合物、ベンゼン）を対象とした対策が 37% で、重金属等を対象とした対策は 50%、油分を対象とした対策は 9% であった。また、全体の 16% は複合した汚染状況であり、後述の対策技術の回答とあわせて考えると、単一の措置や対策方法だけでは十分に対応できなかったことが示唆される。

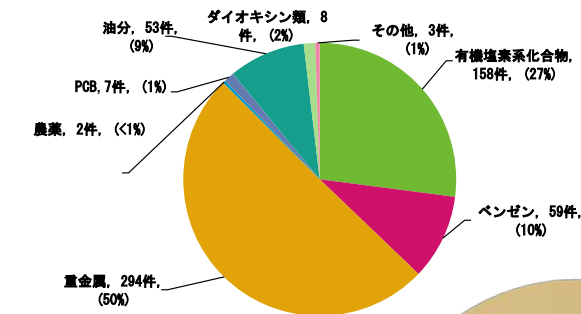


図-3 (a) 措置対象となった汚染物質（複数回答を含む、のべ 584 件）

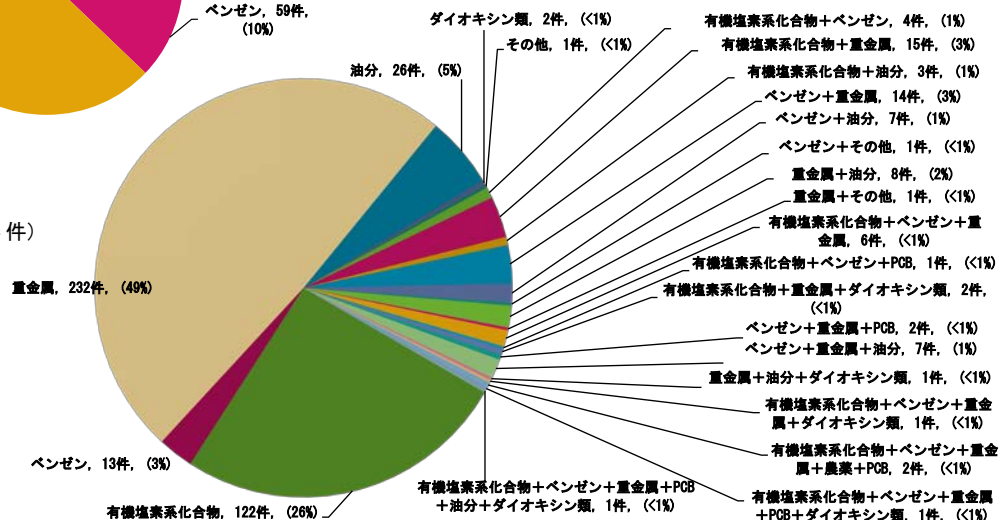


図-3 (b) 対象となった汚染物質の組合せと件数（計 473 件）

#### 3.4 選択された対策技術

回答があった 473 件について、土壌溶出量基準不適合、土壌含有量基準不適合のそれぞれに対する対策技術の採用状況は図-4 に示すとおりであった（複数回答を含む）。なお、回答には自主対策として実施されたものが含まれているため、法で規定する措置に準じていないものが含まれている。土壌溶出量基準不適合を理



「土壌汚染の除去」が行われたのべ317件の内訳は、図-5に示すように、掘削除去が81%に対して、原位置浄化が19%であり、全体の1/5近くで原位置浄化が選択されている。掘削除去の場合、区域外浄化がほとんどで、浄化等処理施設45%やセメント製造施設21%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51%と半数を占め、抽出処理が28%、次いで化学処理が17%となっている。

図-6に地下水のみの原位置浄化で選択された対策技術を示す。ここでは抽出処理が51%と最も多く、これに次いで生物処理が40%、化学処理が10%となっている。

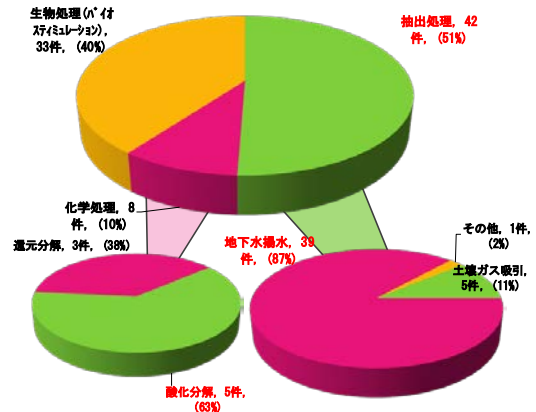


図-6 地下水のみの原位置浄化で選択された対策技術

#### 4. これまでの実態調査<sup>2)</sup>から得られた知見

これまでの調査で、汚染内容（汚染物質と対策の理由）と適用された対策技術の関係がわかるように質問を設定している。過去5年間の集計結果を踏まえ、ここでは、選択された対策方法の推移について特徴的な事柄をもとに得られた知見について報告する。

##### 4.1 対策時の技術適用の傾向

###### 1) 対象となった汚染物質と選択された対策技術の推移

図-7、図-8に、過去5年間の対策の対象となった汚染物質、選択された対策技術の推移を示す。措置の対象となった汚染物質は、年度により変動はあるものの、重金属等、有機塩素系化合物の順で、続いてベンゼン又は油分となっている。選択された対策技術は、地下水の水質測定、地下水のみ原位置浄化が選択される割合が増加している一方、土壌汚染の除去が選択される割合が減少しており土壌汚染の除去によらない措置が選択されている傾向がみてとれる。

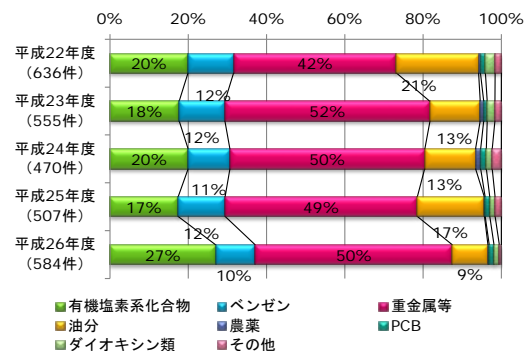


図-7 対策の対象となった汚染物質の種類 (複数回答を含む)

###### 2) 土壌汚染の除去の内容の推移

土壌汚染の除去の内容の推移を図-9に示す。区域外処理を伴う掘削除去の割合は増加傾向にあり、改正土壌汚染対策法が施行された後も、汚染土壌の移動を伴う掘削除去が主な対策である状況がわかる。ただし、対策全体に占める区域外処理を伴う掘削除去の割合は、図-8および図-9から読みとれるように減少傾向にあり、土壌汚染対策法改正の効果が現れつつある。

なお、原位置浄化の内容は、図-10に示すように、年度により変動が激しいものの、抽出処理、生物処理が選択される割合が高くなる傾向が認められる。

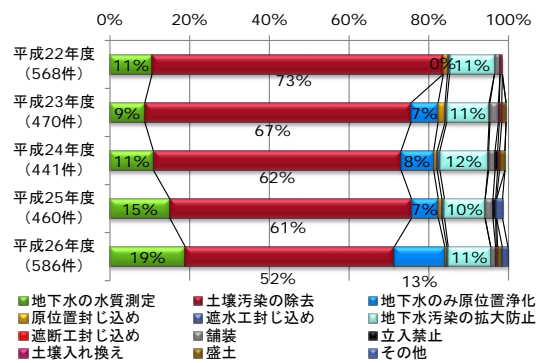


図-8 対策の内容 (複数回答を含む)

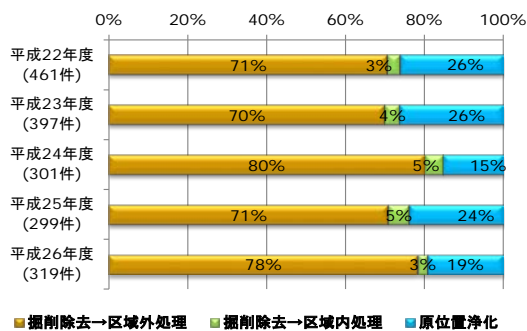


図-9 土壌汚染の除去の内容 (複数回答を含む)

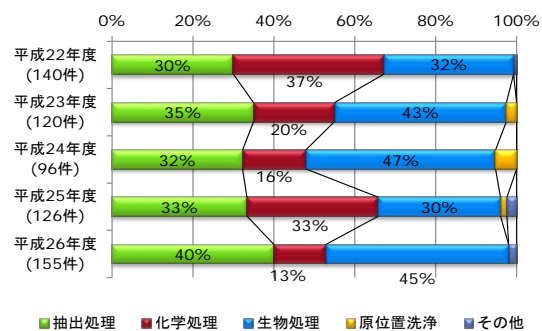


図-10 原位置浄化の内容 (複数回答を含む)

###### 3) 地下水汚染の拡大防止の内容の推移

地下水汚染の拡大防止措置と選択された技術の推移を図-11、図-12に示す。地下水汚染の拡大防止が選択される割合は、図-8に示したように全体の11%程度で大きな変動は比較的小さく、揚水施設が選択され

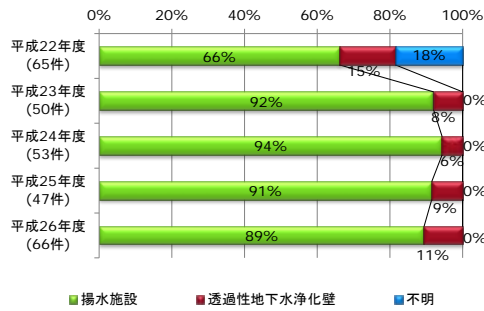


図-11 地下水汚染の拡大防止措置の内容 (複数回答を含む)

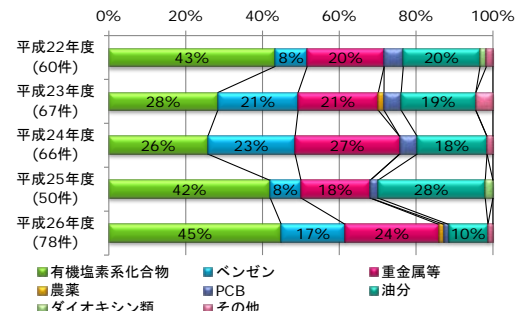


図-12 地下水汚染の拡大防止措置の対象となった汚染物質 (複数回答を含む)

る割合が近年では9割を占めて、有機塩素系化合物、重金属等、ベンゼン、油を対象に適用されている状況が確認される。

## 4.2 重金属等のみと有機塩素系化合物のみ対象とした対策方法の推移

### 1) 選択された対策技術の推移

事例の多い重金属等と有機塩素系化合物を汚染物質とした場合に選択された対策技術の推移について図-13、図-14に示す。

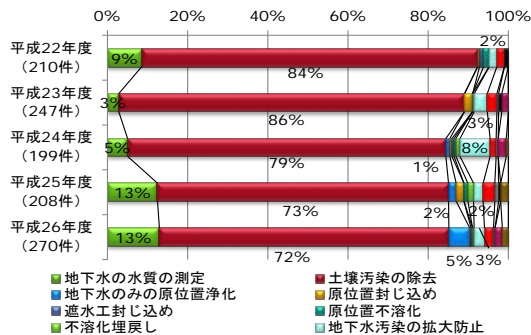


図-13 対策の内容 (重金属等のみ 複数回答を含む)

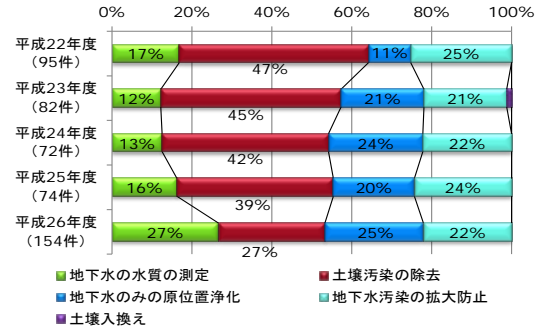


図-14 対策の内容 (有機塩素系化合物のみ 複数回答を含む)

選択された対策技術は、対象が重金属等、有機塩素系化合物とも、全体的傾向と同様、地下水の水質測定、地下水のみ原位置浄化が選択される割合が増加している一方、土壌汚染の除去が選択される割合が減少しており土壌汚染の除去によらない措置が選択されている傾向がみてとれる。

### 2) 土壌汚染の除去の内容の推移

土壌汚染の除去の内容の推移を図-15、図-16に示す。対象が重金属等の場合、ほとんどが区域外処理を伴う掘削除去が選択されており、経年的な傾向が認められず、改正土壌汚染対策法が施行された後も、汚染物質が重金属等の場合、汚染土壌の移動を伴う掘削除去が主な対策方法である状況がわかる。

一方、有機塩素系化合物を対象とした場合、重金属等を対象としたものとは大きく異なり、原位置浄化が主な土壌汚染の除去措置であることがわかる。さらに経年的にも原位置浄化を選択する割合が増加している状況がみてとれ、実際に、平成26年度には区域外処理を伴う掘削除去の割合は3%にまで減少している。

以上のように、重金属等による汚染の場合は、依然として区域外処理を伴う掘削除去に依存する状況に変化がないことがわかるが、対策全体の中での割合は減少傾向である。土壌汚染対策法改正の効果が現れつつあり、特に重金属等以外の物質による汚染の場合は顕著となっていることがわかる。

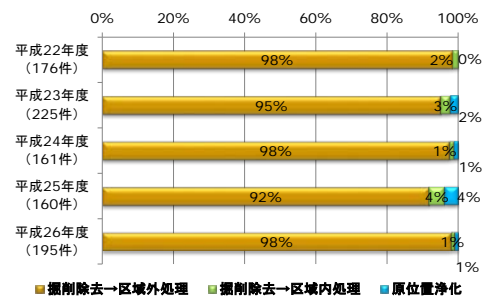


図-15 土壌汚染の除去の内容 (重金属等のみ 複数回答を含む)

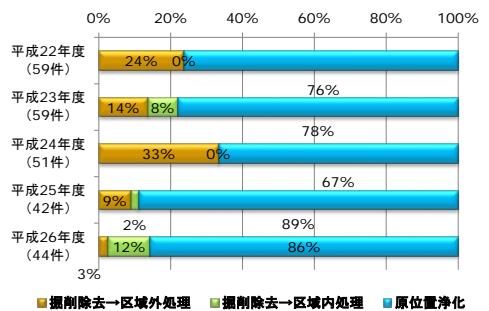


図-16 土壌汚染の除去の内容 (有機塩素系化合物のみ 複数回答を含む)

なお、重金属等の場合、掘削除去後の汚染土壌の搬出先は図-17に示すとおり、改正土壌汚染対策法施行前はセメント製造施設が最も多かったものの、その後は、浄化等処理施設に搬出される割合が増えるとともに、分別等処理施設への搬出割合も増えてきている。

有機塩素系化合物を対象とした原位置浄化の内容は、図-18に示すように、年度により変動が激しいものの、生物処理が選択される割合が高い傾向が認められる。

#### 4.3 複合汚染を対象とした特徴的な傾向

図-19、図-20に、重金属等と有機塩素系化合物の複合汚染、およびベンゼンと油の複合汚染に適用された土壌汚染の除去の内容の推移を示す。

重金属等と有機塩素系化合物の複合汚染の場合、区域外処理を伴う掘削除去の割合が経年傾向なく認められているのに対し、原位置浄化が適用し易い汚染物質の組合せであるベンゼンと油の複合汚染の場合、掘削除去を適用する割合が明らかに減少し、原位置浄化が著しく増加している状況がわかる。このように、技術の進歩も加わり、重金属等以外の物質のような原位置浄化が適用し易い汚染物質の場合、改正土壌汚染対策法の意図する対策の適用が増えている状況が認められる。

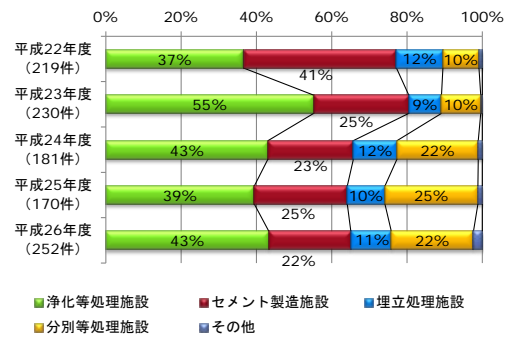


図-17 区域外処理の搬出先 (重金属等のみ 複数回答を含む)

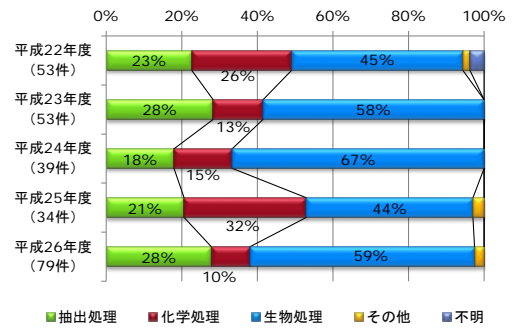


図-18 原位置浄化の内容 (有機塩素系化合物のみ 複数回答を含む)

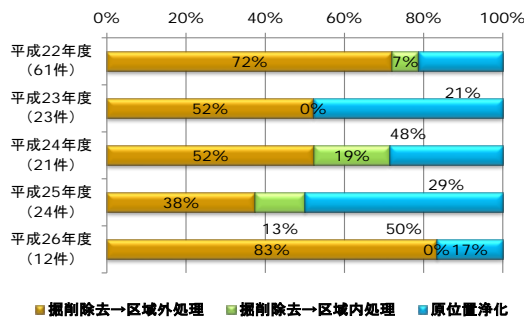


図-19 土壌汚染の除去の内容 (重金属等と有機塩素系化合物の複合汚染 複数回答を含む)

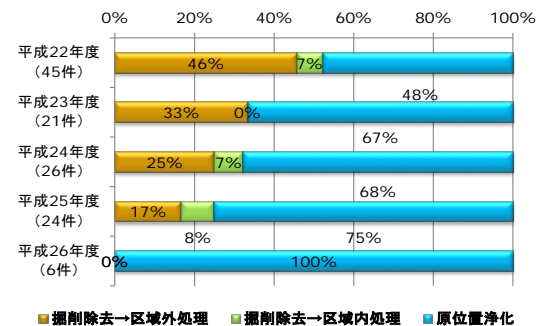


図-20 土壌汚染の除去の内容 (ベンゼンと油の複合汚染 複数回答を含む)

## 5. おわりに

平成22年の改正土壌汚染対策法の施行に伴い、汚染土壌を極力汚染サイト外へ搬出することなく、より安価な費用で対策することが期待されている。これまでの調査から、汚染物質の組合せや理由によっては、地下水の水質の測定、地下水汚染の拡大の防止、原位置浄化等の適用例が増加していることが把握され、法の意図する技術適用が浸透しつつある状況が確認された。また、重金属等が関連しない汚染物質を対象とする場合、サイト条件によっては、「区域外処理を伴う掘削除去」を主とした措置から、原位置浄化へ変わりつつある状況も認められた。

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の糧となる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する。

## 6. 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」
- 2) 加洲教雄他 (2015) : 土壌・地下水汚染の措置・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25年度実態調査)、第21回地下水土壌汚染とその防止対策に関する研究集会 (2015) ,pp438~443.