

(0032) 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)

○加洲教雄¹・青木 深¹・竹沢 篤¹・中島 広志¹・白川 武¹・技術実態集計分科会¹
¹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、土壌汚染対策法や各自治体の条例・要綱、法規制等に基づく実際の調査や対策を進める際の技術的な課題や、当センター会員企業（以下、会員企業）が土壌環境ビジネスを推進するにあたり、技術向上の参考資料とするため必要と思われる課題などを抽出し検討している。本稿は、会員企業を対象に行った「土壌・地下水汚染の措置・対策時の技術適用に関する実態調査」の平成 25 年度実績の調査結果について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

平成 22 年 4 月に土壌汚染対策法の一部改正が施行され、その際に汚染土壌の外部搬出の抑制が一つの目標とされている。すなわち、汚染土壌を極力、汚染区域外へ搬出することなく、より安価な費用で措置・対策を行い、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措置・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、会員企業によって実施された措置・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）」¹⁾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。今回のアンケート調査では、平成 25 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、採用した措置・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選択された措置・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
調査票の配布・回収は平成 26 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 117 社に調査票を配布し、61 社（措置・対策の経験なしと回答した 18 社を含む。）から回答を得た（回収率 52.1%）。調査票が回収されたサイト数は 400 件分であった。

なお、同一の敷地内の離れた二つの場所で種類の異なる措置・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措置・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 at the soil and groundwater contamination measures(2014)

Norio Kashi¹,Fukashi Aoki¹,Atushi Takezawa¹,Hiroshi Nakajima¹ ,Takeshi Shirakawa¹

and Study group for Investigation on the actual application of technology ¹(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

3. 調査結果

3.1 対策の契機

回答があった400件（平成24年度回答数378件²⁾）について、対策の契機は図-1に示すとおりである。法による調査（83件、19%）や条例等による調査（72件、17%）に比べて、自主調査を契機とするもの（243件、56%）は明らかに多いものの、平成24年度実績（280件、69%）よりも比率としては減少していた。法による調査に法14条の申請をしたもの33件（8%）を加えると116件（27%）となり、平成24年度の法による調査（89件、21%）に比べて件数、割合ともになくなっていった。

3.2 措置・対策の理由

回答があった400件について、措置・対策の理由となった基準不適合状況は図-2に示すとおりである。土壤溶出量基準不適合306件（45%）が約半数を占め、続いて、地下水基準不適合140件（21%）、土壤含有量基準不適合114件（17%）が多かった。

3.3 措置・対策の対象となった汚染物質

措置の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）の種類についての回答は図-3(a)(b)に示すとおりであった（計400件、複数回答ありの場合計507件）。

複数回答を含めると、重金属等を対象としたサイトが249件（49%）と多く、揮発性物質（有機塩素系化合物、ベンゼン）を対象としたサイトは150件（30%）、油分を対象としたサイトは85件（17%）であった。また、全体の約1/4は複合した汚染状況であり、後述の措置・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うかがえる。

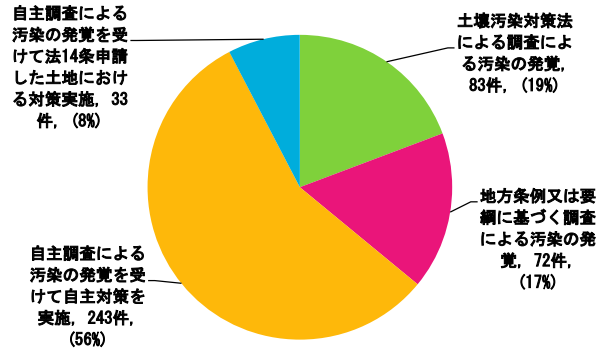


図-1 対策の契機（複数回答あり、計431件）

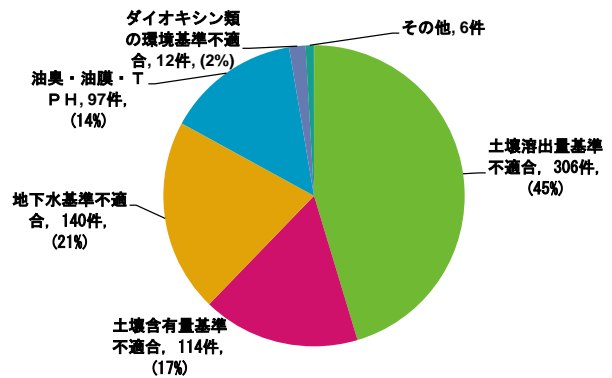


図-2 基準不適合状況（複数回答あり、計506件）

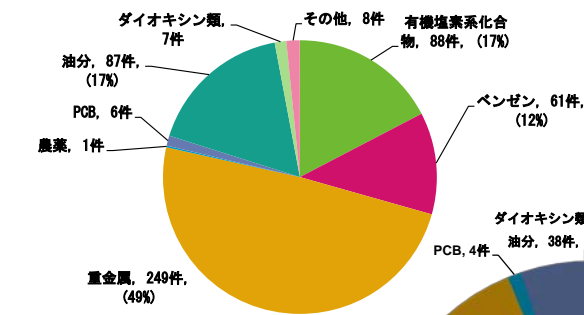


図-3 (a) 措置対象となった汚染物質（複数回答あり、計507件）

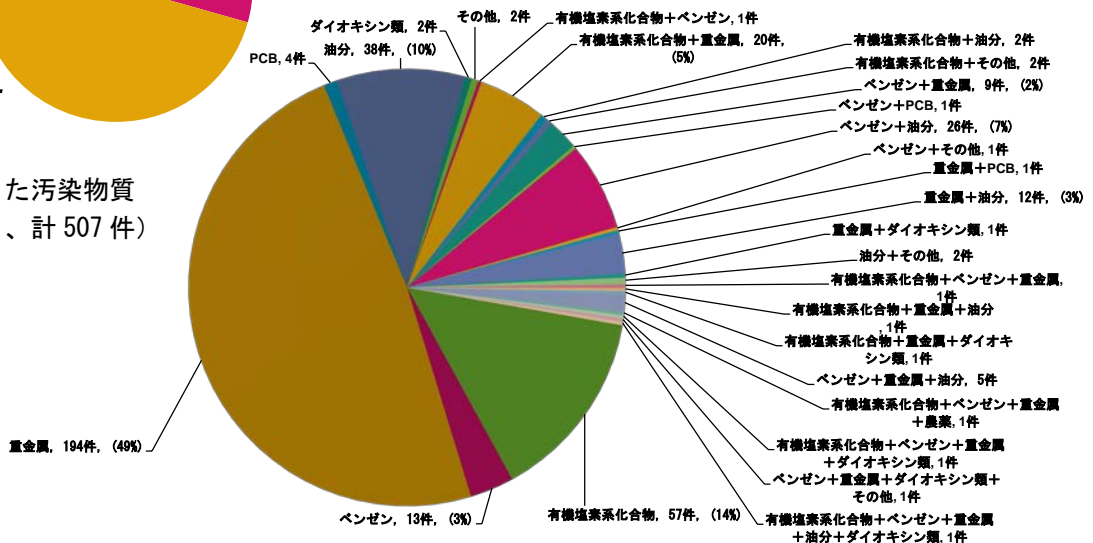


図-3 (b) 対象となった汚染物質の組合せと件数（計400件）

3.4 選択された措置・対策技術

回答があった400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措置・対策技術の採用状況は図-4に示すとおりであった（複数回答あり）。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、措置・対策の種類が必ずしも法に合致していないものもみられている。土壌溶出量基準不適合（306件）の場合、図-4(a)に示すように「土壌汚染の除去」（230件）が75%を占め、続いて「地下水の水質の測定」（34件、11%）や「地下水汚染の拡大の防止」（16件、5%）が多い。同様に、土壌含有量基準不適合（計113件）の場合も、図-4(b)に示すように「土壌汚染の除去」が97件（86%）と9割近くを占めていた。

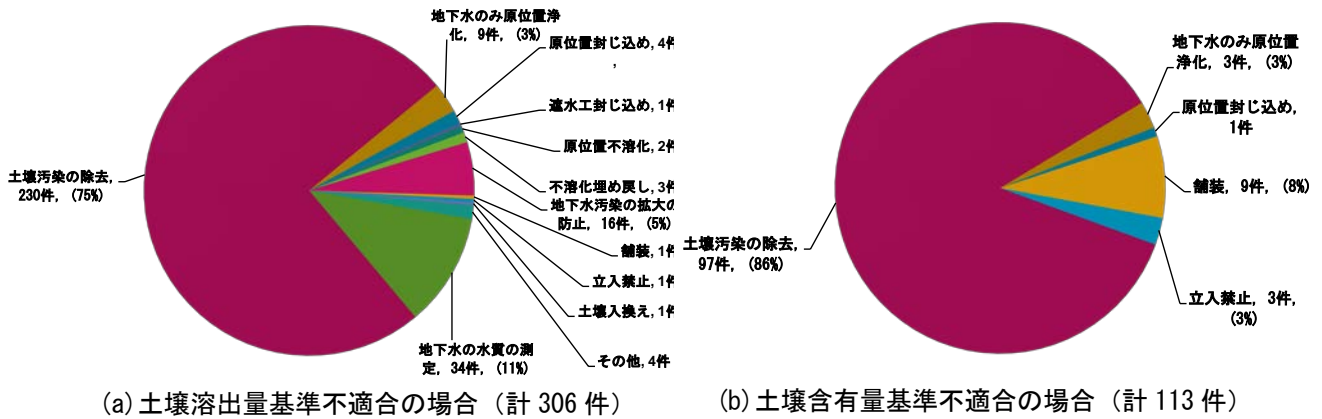


図-4 土壌溶出量基準不適合・含有量基準不適合に対して選択された措置・対策技術（複数回答あり）

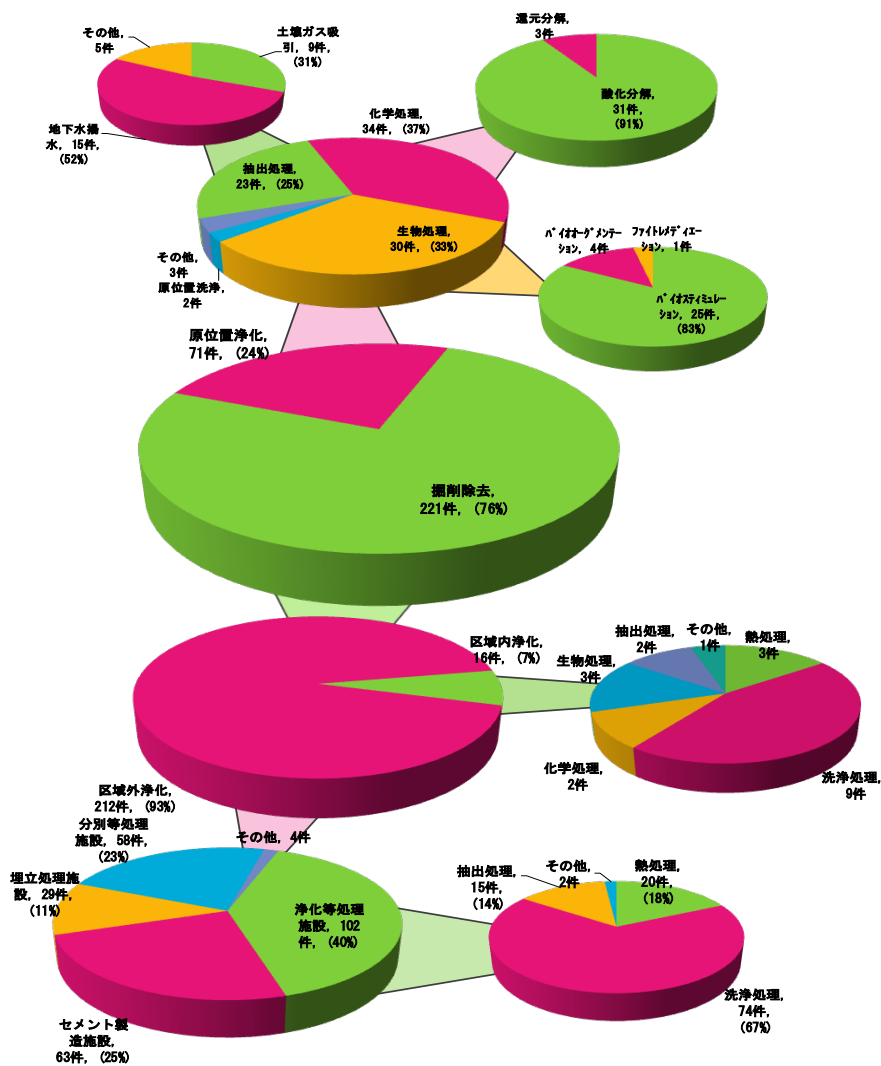


図-5 土壌汚染の除去で選択された措置・対策技術（複数回答あり）

「土壌汚染の除去」が行われた計 274 件の内訳は、図-5 に示すように、掘削除去が 221 件、原位置浄化が 71 件と、それらの採用比率はおおむね 4 : 1 となった（複数回答を含む）。掘削除去の場合は区域外処理が 212 件と多く、その中でも浄化等処理施設（102 件）やセメント製造施設（63 件）にて処理をしているケースが多い。

原位置浄化の場合は、化学処理（34 件）、抽出処理（30 件）、生物処理（23 件）の三つでほとんどを占めていることがわかる。

図-6 に地下水のみの原位置浄化で選択された措置・対策技術を示す。抽出処理（19 件）が最も多く、続いて、生物処理（8 件）、化学処理（7 件）が採用されている。

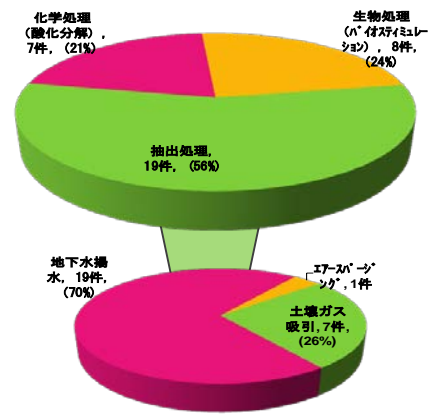


図-6 地下水のみの原位置浄化で選択された措置・対策技術

4. 汚染物質別に見た措置・対策方法の選択

図-4 は、措置・対策方法の選択の理由について、事例の多い土壌溶出量基準不適合と土壌含有量基準不適合を視点に、その他の基準不適合が重複している場合も含む選択された措置・対策方法の全体的傾向を示した例である。また、図-5、図-6 は、選択された措置・対策方法のうち、汚染の除去措置の具体的な適用内容の全体的傾向を示した例である。

それら以外に、この調査では、汚染内容（汚染物質と措置・対策の理由）と適用された措置・対策技術の関係がわかるように質問を設定している。本稿では、単独汚染と複合汚染の場合の違いなどについて、事例の多い有機塩素系化合物、重金属等それぞれの集計結果及びその複合汚染を対象にした集計結果や、特徴のみられたベンゼンと油汚染の集計結果を示す。

4.1 有機塩素系化合物のみ対象の措置・対策方法

有機塩素系化合物のみの場合、400 件の回答中に 57 件あり、図-7 に示すように、土壌溶出量基準及び地下水基準不適合が 29 件、土壌溶出量基準のみ不適合が 9 件、地下水基準のみ不適合が 19 件であった。

有機塩素系化合物のみの 57 件（複数回答あり）について、措置対策の内容は、図-8 に示すように、土壌汚染の除去が 26 件、地下水汚染の拡大防止が 13 件、地下水のみの原位置浄化が 6 件であった。

4.2 重金属等のみ対象の措置・対策方法

重金属等のみの場合は 400 件の回答中に 194 件あった。図-9 に示すように土壌溶出量基準のみ不適合が 97 件、土壌含有量基準のみ不適合が 23 件、地下水基準のみ不適合が 9 件であった。

一方、土壌溶出量、土壌含有量または地下水基準の複数に不適合なサイトは、土壌溶出量基準不適合+土壌含有量基準不適合が 53 件、土壌溶出量基準不適合+地下水基準不適合が 5 件、土壌溶出量基準不適合+土壌含有量基準不適合+地下水基準不適合が 2 件となっており、重金属等のみの場合の 1/3 近くの計 60 件であった。

措置・対策の内訳は図-10 に示すように、重金属等のみの 194 件（複数回答あり）について、土壌汚染の除去のみが 145 件（75%）と大部分を占めているものの、地下水の水質の測定が他の措置と複合した形で計 26 件（単独では 21 件）となっている。

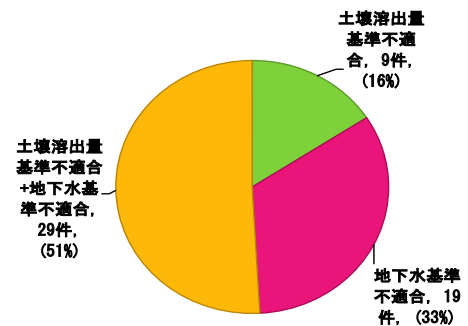


図-7 措置・対策の選択理由 (有機塩素系化合物のみ)

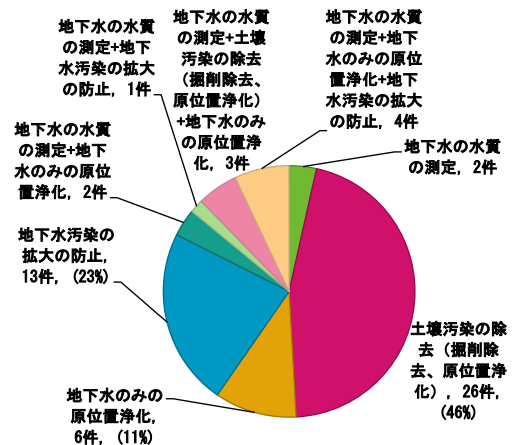


図-8 措置・対策の内容 (有機塩素系化合物のみ、複数回答あり)

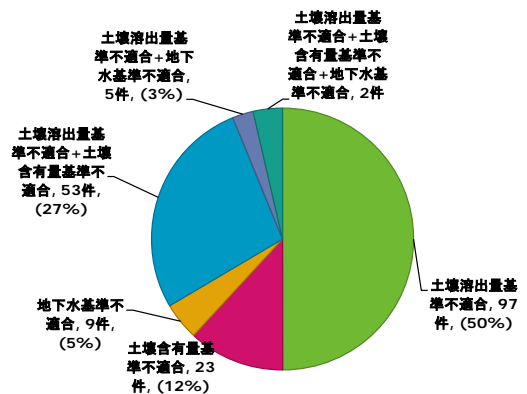


図-9 措置・対策の選択理由 (重金属等のみ)

なお、重金属等のみの場合、土壤汚染の除去が計151件で、データは示していないがこの内の149件は掘削除去のみであった。

4.3 有機塩素系化合物と重金属等の複合汚染の措置・対策方法

有機塩素系化合物と重金属等の複合汚染は400件の回答中20件あり、図-11に示すように、土壤溶出量基準不適合+土壤含有量基準不適合が6件、土壤溶出量基準のみ不適合が5件、土壤溶出量基準不適合+地下水基準不適合が4件、地下水基準のみ不適合が2件、土壤溶出量基準不適合+土壤含有量基準不適合+地下水基準不適合が2件であった。

紙面の都合でデータを示していないが、措置・対策の内容は、複数回答を含めた27件のうち、土壤汚染の除去が12件であった。この12件のサイトの全てで掘削除去が行われており、そのうちの4件では原位置浄化が複合して行われていた。原位置浄化では、化学処理3件、生物処理1件が行われており、重金属等に対する措置と有機塩素系化合物に対する措置がそれぞれ講じられていることが推察できる。掘削除去後は、12件すべてが区域外処理であり、浄化等処理施設へ9件、セメント製造施設へ6件、分別等処理施設へ2件と複合的に処理されていた。

4.4 ベンゼン及び油分を対象とした措置・対策方法

ベンゼン、油分、これらの複合汚染について、それぞれの措置・対策の選択理由を図-12に示す。

400件の回答中、ベンゼンのみによる汚染は13件であったが、油分による汚染は38件、ベンゼンと油分の複合した汚染は26件となっており、ベンゼンのみによる汚染よりも多くなっていることが具体的に把握できた。

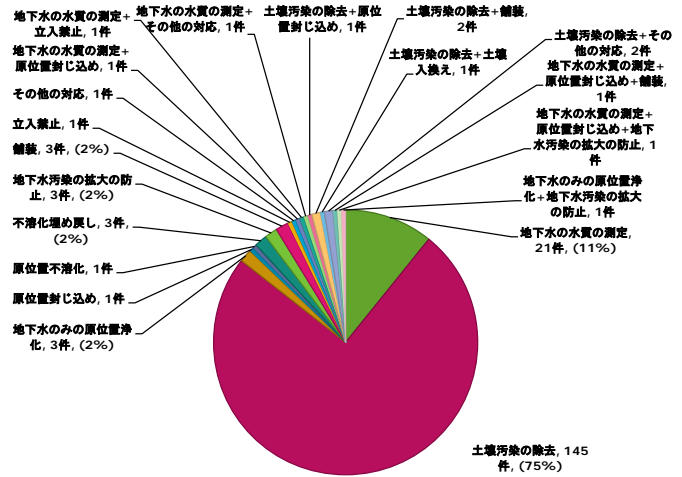


図-10 措置・対策の内容 (重金属等のみ、複数回答あり)

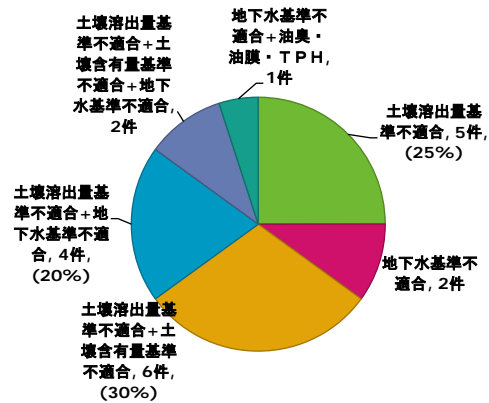


図-11 措置・対策の選択理由 (有機塩素系化合物+重金属等)

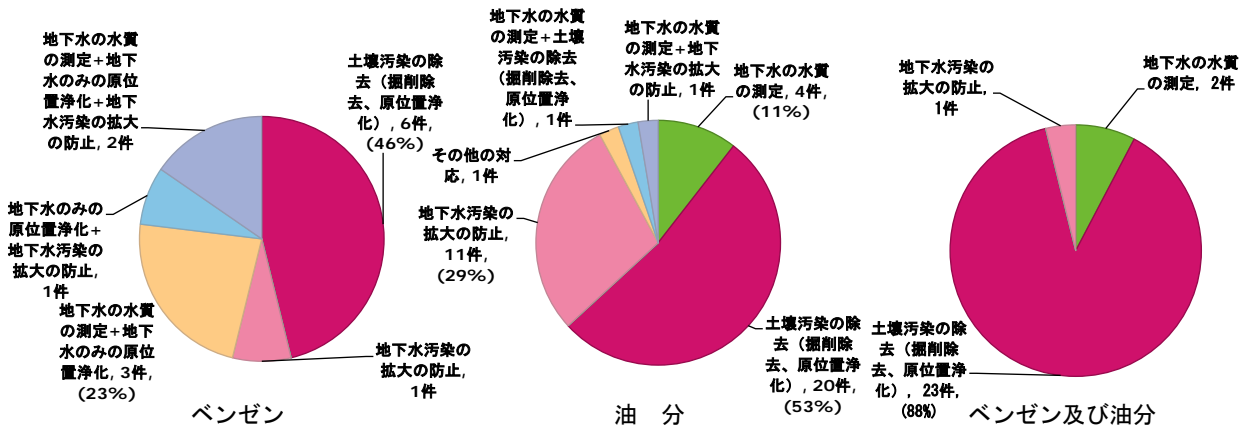


図-12 措置・対策の内容 (ベンゼン、油分、及び複合汚染)

これらの措置・対策の内容としては、アンケート結果では共通して土壤汚染の除去が多く用いられていたが、油分のみまたはベンゼンのみの場合とベンゼンと油分の複合汚染の場合を比較すると、複合汚染の方が土壤汚染の除去を適用する割合が多くなっている。

土壤汚染の除去の内容を見ると、ベンゼンを対象とした場合は6件中2件で原位置浄化が採用され、油分を対象とした場合は21件中12件(掘削除去と原位置浄化を併用

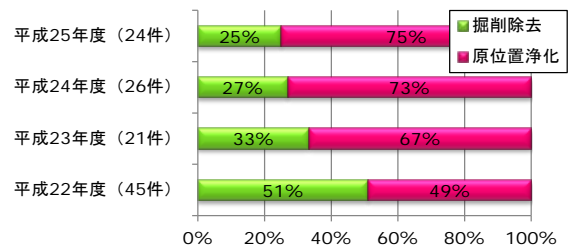


図-13 土壤汚染の除去の内容についての過年度比較 (ベンゼン及び油分、複数回答あり)

した2件を含む)で原位置浄化が採用されている。一方、複合汚染の場合は、23件中18件(掘削除去と原位置浄化を併用した1件を含む)で原位置浄化が採用されていた。この傾向は過年度から把握されており、図-13に示すように、年々、原位置浄化が適用される比率が高くなっていることも把握できた。

5. 実態調査から把握された主な事柄

措置・対策に関して上記に代表される平成25年度の結果に加え、過年度²⁾のアンケート調査結果も含め整理すると、以下の知見を得ることができた

- 1) 措置・対策の実施の契機では、自主調査を契機とするものに比較して、土壌汚染対策法や条例の関与する割合の増加傾向がうかがわれる(図-14)。
- 2) 措置対策の理由と選択された措置・対策技術に関して、いずれの基準不適合に対しても掘削除去が主な対策技術であるが、土壌溶出量基準不適合、地下水基準不適合のサイトで、地下水の水質測定が増加しているなど、一部、経年的な傾向がうかがわれる。
- 3) 対策の対象となった汚染物質の組合せと選択された措置・対策技術に関して、重金属等による汚染を対象とするサイトでは、過年度同様、掘削除去による対策がほとんどであったが、それ以外の汚染を対象とするサイトでは、ばらつきがあるものの原位置浄化による対策例が増加しているなど、経年的な傾向がうかがわれる(図-15)。

6. おわりに

平成22年の改正土壌汚染対策法の施行により、汚染土壌を極力汚染サイト外へ搬出することなく、より安価な費用で措置・対策することが期待されている中、平成25年度の実態としては、過年度同様掘削除去が主な対策方法であることがわかった。これは、重金属等を対象とする措置・対策では、区域指定の解除が目的とされるケースが多く、掘削除去に頼らざるを得ない現状が続いていることによると考えられる。一方、これまでのアンケート調査結果から、汚染物質の組合せや理由によっては、地下水の水質測定、地下水汚染の拡大防止、原位置浄化等の適用例が増加傾向にあることが把握されており、法の意図する技術適用が浸透しつつあることが推察された。

今後は、この措置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土壌環境センター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。

【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) 保賀康史他(2014)：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(その3、平成24年度実態調査)、第20回地下水土壌汚染とその防止対策に関する研究集会(2014),pp342~347.

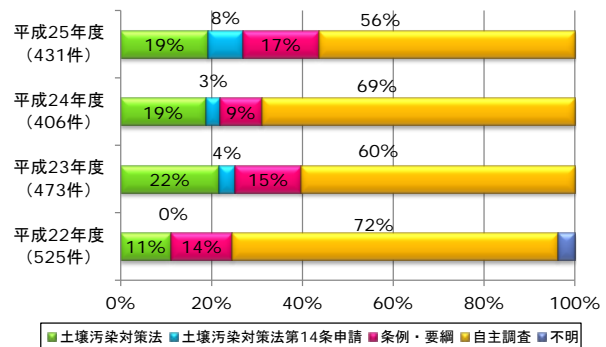


図-14 措置対策の実施の契機の過年度比較

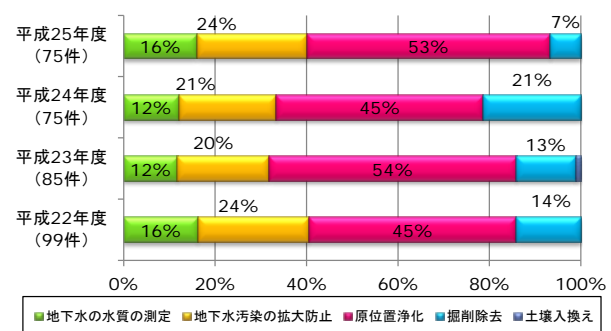


図-15 措置・対策の内容の過年度比較 (有機塩素系化合物)