

(0111) 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)

○保賀康史¹・古市 登¹・加洲教雄¹・青木陽士¹・技術実態調査検討部会¹
¹ (一社) 土壌環境センター

1. はじめに

(一社) 土壌環境センター技術委員会技術実態調査検討部会では、土壌汚染対策法や各自治体の条例・要綱など法規制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¹⁾。本報告は、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24年度実績の実態調査(第3回調査)の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、一昨年度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」²⁾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。このアンケート調査では、平成24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に) 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に) 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に) 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25年7月1日～8月23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119社に調査票を配布し、71社(措置・対策の経験なしと回答した24社を含む。)から回答を得た(回収率59.7%)。調査票が回収された数は378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(2013)
Yasushi Hoga¹, Noboru Furuichi¹, Norio Kashu¹, Yoji Aoki¹ and Study group for Investigation of the technical actual condition¹(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378件について、対策の契機は図1に示すとおりで、法による調査（76件、19%）や条例等による調査（37件、9%）に比べて、自主調査を契機とするもの（280件、69%）は相変わらず圧倒的に多く、平成23年度実績（60%）¹⁾よりも比率としては増加していた。法による調査に法14条の申請をしたもの13件（3%）を加えると89件（21%）となり平成23年度の法による調査（58件、11%）に比べて件数、割合ともに多くなっていた。

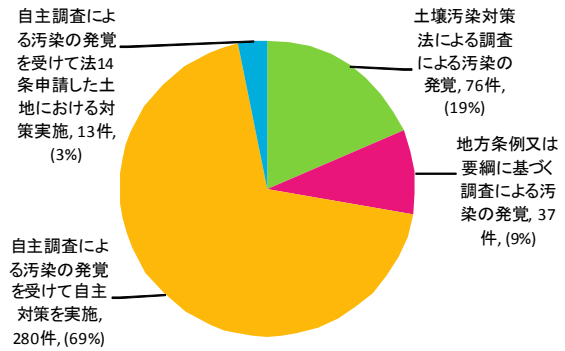


図-1 対策の契機（複数回答あり、計406件）

3.2 措置・対策の理由

回答があった378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、土壤溶出量基準不適合314件（50%）が半数を占め、続いて、地下水基準不適合119件（19%）、土壤含有量基準不適合102件（16%）が多かった。

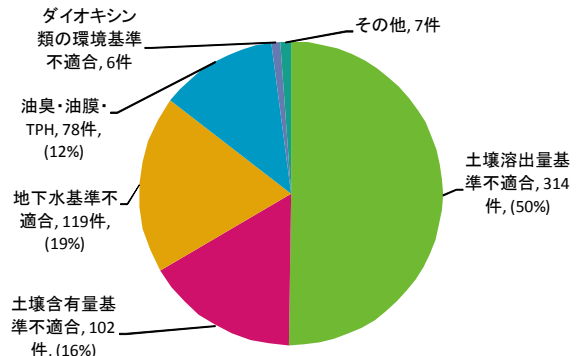


図-2 基準不適合状況（複数回答あり、計626件）

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に示すとおりであった（計378件）。

複数回答を含めると、重金属等を対象としたサイトは234件（62%）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138件（37%）、油分を対象としたサイトは61件（16%）であった。全体の約1/5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。

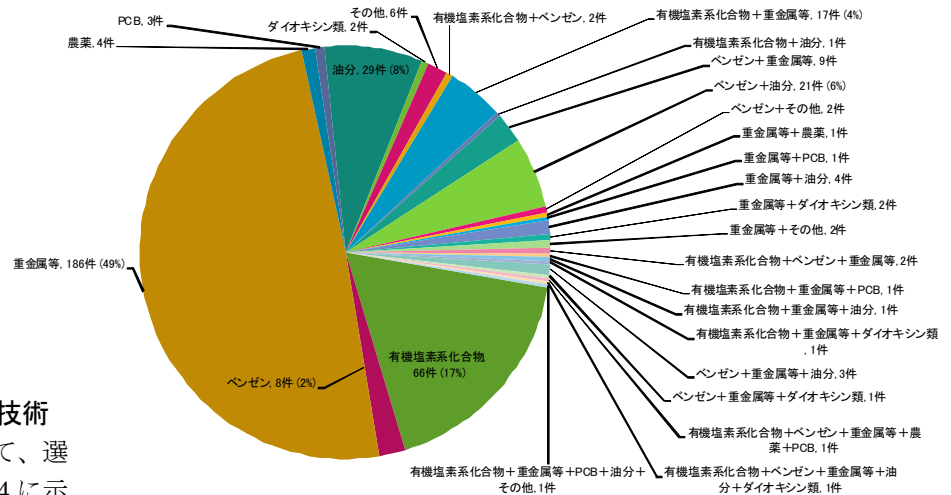


図-3 対象となった汚染物質の組合せと件数（計378件）

3.4 選択された措置・対策技術

回答があった378件について、選択された措置・対策技術を図4に示す（複数回答あり）。

「土壤汚染の除去」が圧倒的に多い中、その他にもさまざまな方法が取られていることがわかる。

回答があった378件について、土壤溶出量基準不適合、土壤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5に示すとおりであった（複数回答あり）。

なお、回答には、措置・対策方法が必ずしも土壤汚染対策法に合致したものでなく、自主対策として実施されたものも含まれている。土壤溶出量基準不適合（314件）の場合、図5(a)に示す

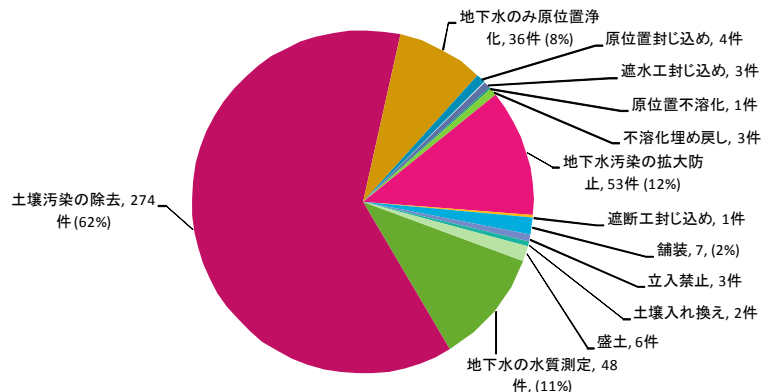
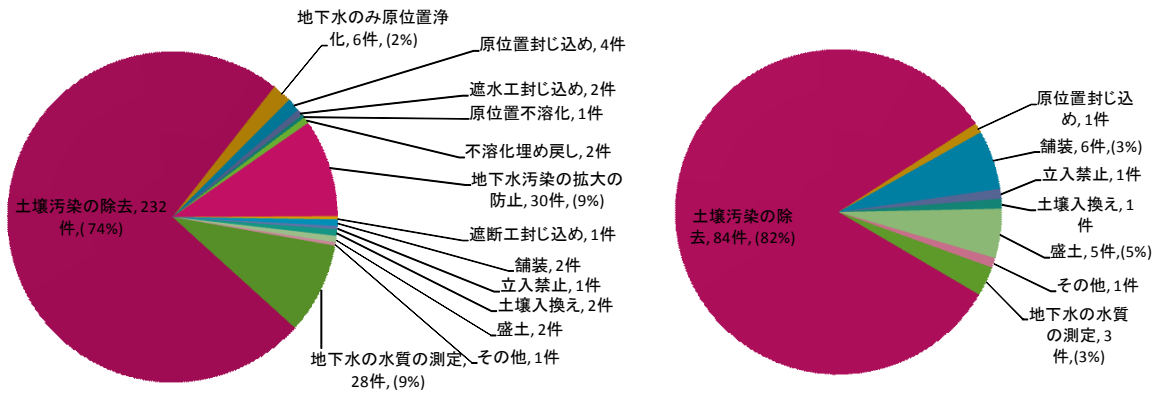


図-4 選択された措置・対策技術（複数回答あり、計441件）

ように「土壌汚染の除去」(232件)が74%を占め、続いて「地下水汚染の拡大の防止」(30件、9%)や「地下水の水質の測定」(28件、9%)が多い。同様に土壌含有量基準不適合(計102件)の場合も、図5(b)に示すように「土壌汚染の除去」が84件(82%)と多くを占めていた。



(a) 土壌溶出量基準不適合の場合 (計 314 件) (b) 土壌含有量基準不適合の場合 (計 102 件)
 図-5 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)

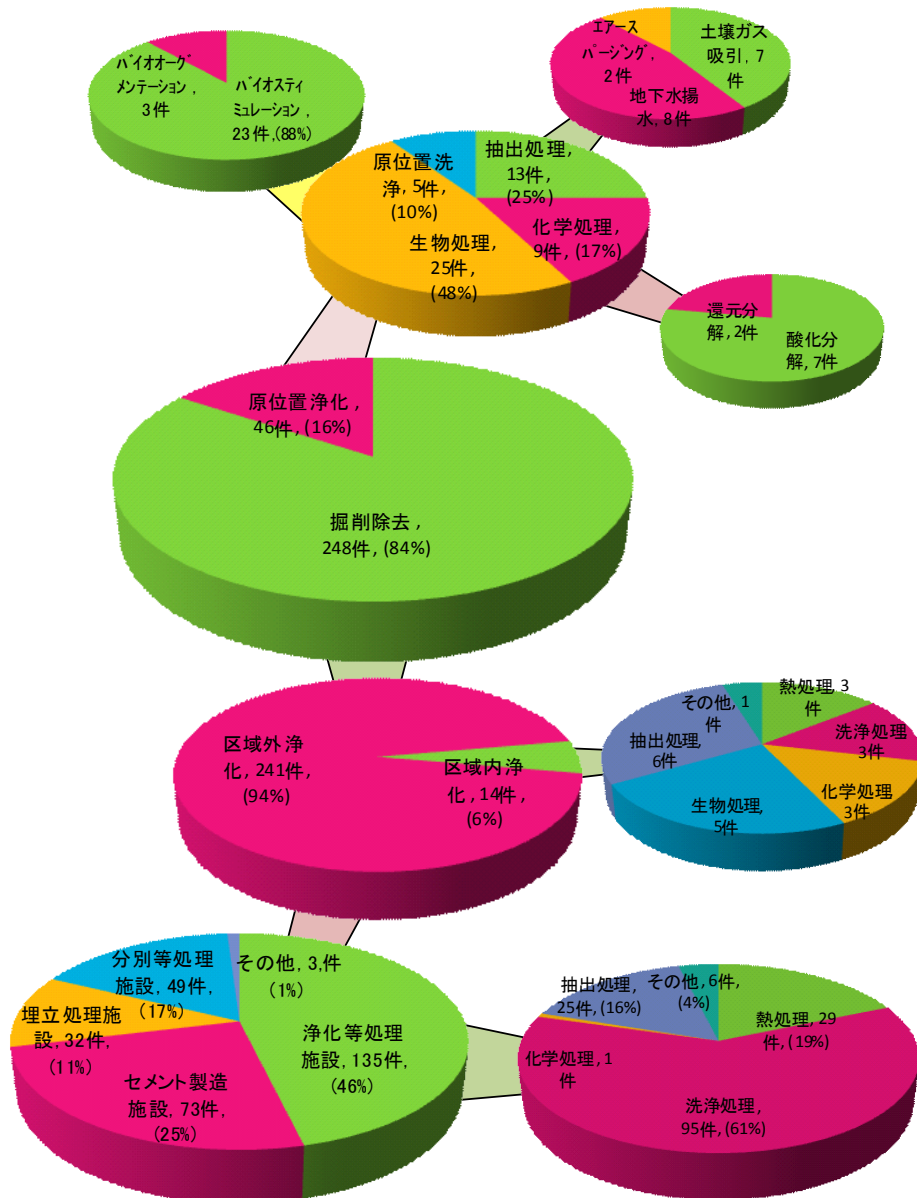


図-6 土壌汚染の除去で選択された措置・対策技術 (複数回答あり)

「土壌汚染の除去」は378件中、計274件で行われており、その内訳は、図6に示すように、掘削除去が248件、原位置浄化が46件と、それらの採用比率はおおむね5:1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240件と多く、その中でも浄化等処理施設（135件）やセメント製造施設（73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生物処理法（25件）、抽出処理法（13件）、化学処理法（9件）、の三つでほとんどを占めていることがわかる。

図7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。ここでも生物処理（20件）が最も多く、抽出処理（18件）がこれに次いでいる。

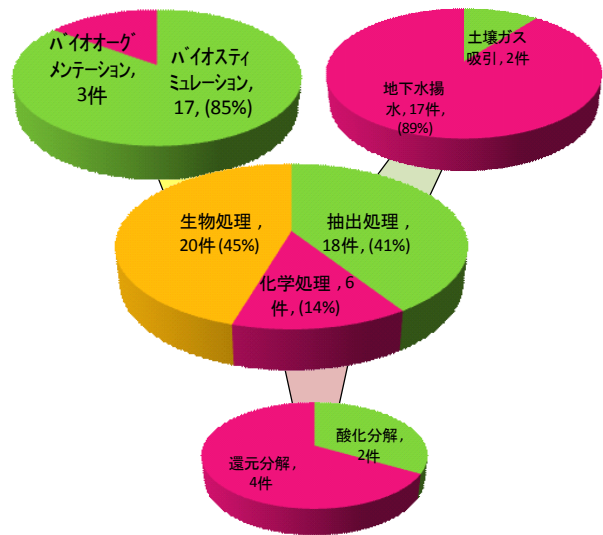


図-7 地下水のみの原位置浄化で選択された措置・対策技術

4. 汚染物質別に見た措置・対策方法の選択

図4、図5あるいは図6は、土壌溶出量基準不適合と土壌含有量基準不適合が重複している場合を複数サイトとして集計し、同一の汚染物質について単独汚染と複合汚染を分けて集計する形で、措置・対策方法を検討・選択する際の理由の全体的傾向を示した。

それ以外に、この調査では主な目的として、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た。ここでは、単独汚染と複合汚染の場合の違いなどについて、例として有機塩素系化合物、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、378件の回答中に66件あり、図8に示すように、土壌溶出量基準及び地下水基準不適合が15件、土壌溶出量基準のみ不適合が30件、地下水基準のみ不適合が21件であった。この場合の、措置対策の内容は、図9に示すように、66件（複数回答あり）の内、土壌汚染の除去が30件、地下水汚染の拡大防止が16件、地下水の水質の測定が9件、地下水のみの原位置浄化が17件であった。

表1に有機塩素系化合物のみの場合について、汚染の除去57件（地下水のみの原位置浄化を含む、複数回答あり）の内訳を示す。

原位置浄化が39件、掘削除去が17件であった。原位置浄化ではバイオスティミュレーションが22件と多く、掘削除去では区域外の浄化等処理施設での処理が15件あり、ほとんどを占めている。

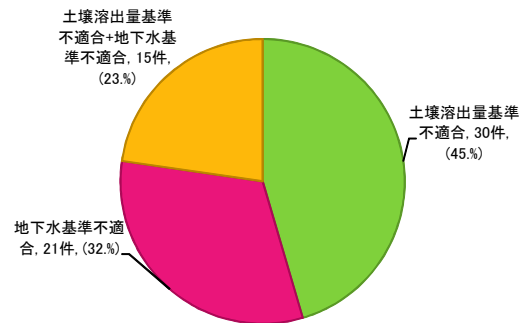


図-8 措置・対策の選択理由（有機塩素系化合物のみ）

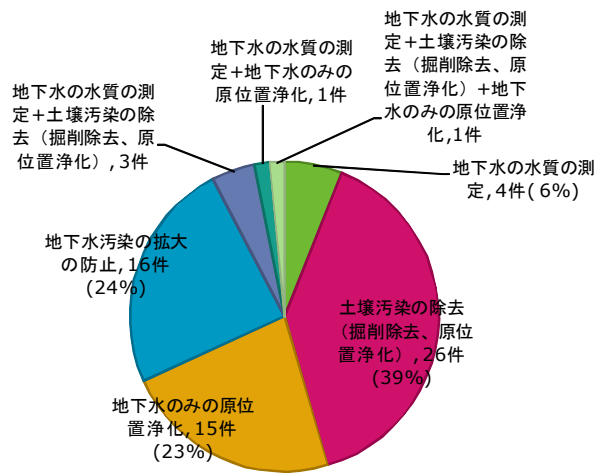


図-9 措置・対策の内容（有機塩素系化合物のみ、複数回答あり）

表-1 汚染の除去の内容（有機塩素系化合物のみ、地下水のみの原位置浄化含む）

| 掘削除去 | 区域外 | 浄化等処理施設 | |
|-------|------|---------------|-----|
| | | セメント製造施設 | 15件 |
| 原位置浄化 | 抽出処理 | 埋立処理施設 | 1件 |
| | | 土壌ガス吸引 | 3件 |
| | | 地下水揚水 | 3件 |
| | 化学処理 | エアースパーキング | 1件 |
| | | 酸化分解 | 3件 |
| | | 還元分解 | 3件 |
| | 生物処理 | バイオスティミュレーション | 22件 |
| | | バイオオーグメンテーション | 4件 |

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には378件の回答中に186件あり、図10に示すように土壌溶出量基準のみ不適合が106件、土壌含有量基準のみ不適合が16件、地下水基準のみ不適合が6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51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、重金属等のみの場合の1/3近くの計58件であった。

措置・対策の内訳は図11に示すように、186件のうち、土壌汚染の除去のみが153件(82%)と大部分を占め、残りは地下水汚染の拡大防止のみが13件、地下水の水質の測定が他の措置と複合した形で計15件などとなっている。

重金属等のみの場合、土壌汚染の除去は計158件で、157件は掘削除去のみであったが、残りの1件は原位置浄化で、掘削除去と原位置浄化の併用という回答であった。

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378件の回答中17件あり、図12に示すように、土壌溶出量基準不適合+土壌含有量基準不適合が6件、土壌溶出量基準のみ不適合が4件、土壌溶出量基準不適合+地下水基準不適合が4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件であった。

紙面の都合でデータを示さないが措置・対策の内容は、複数回答を含めた21件のうち、土壌汚染の除去が15件であった。この15件のサイトの全てで掘削除去が行われているが、そのうち3件では原位置浄化が複合して行われていた。

原位置浄化においても、抽出処理1件、化学処理3件、生物処理2件を併用する形で行われており、汚染の状況によって複数の措置対策が講じられていることが推察できる。

掘削除去後は15件が区域外処理されていたが、1件だけ区域内で抽出処理したとする回答があった。区域外へ搬出する前処理として実施されたものと思われる。

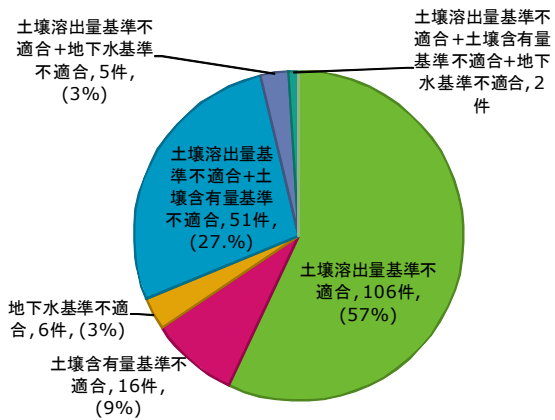


図-10 措置・対策の選択理由 (重金属等のみ)

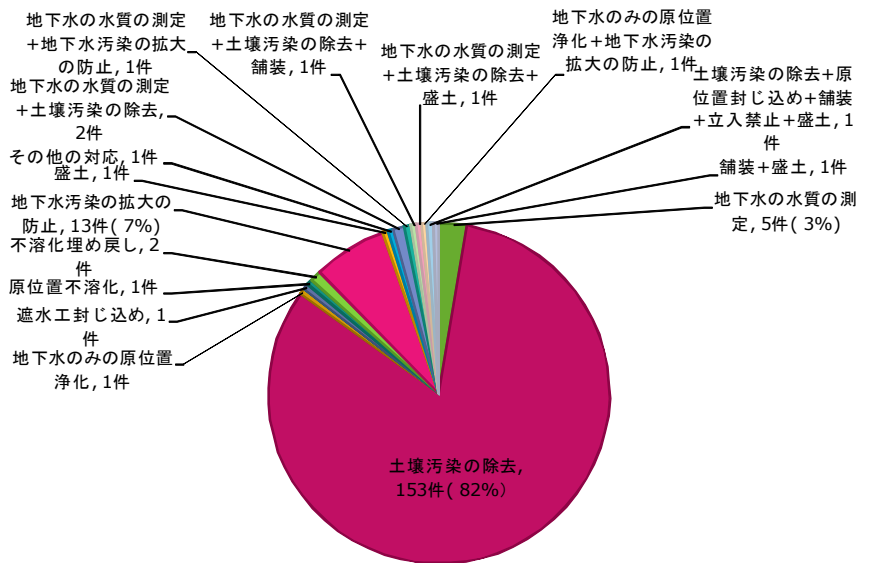


図-11 措置・対策の内容 (重金属等のみ)

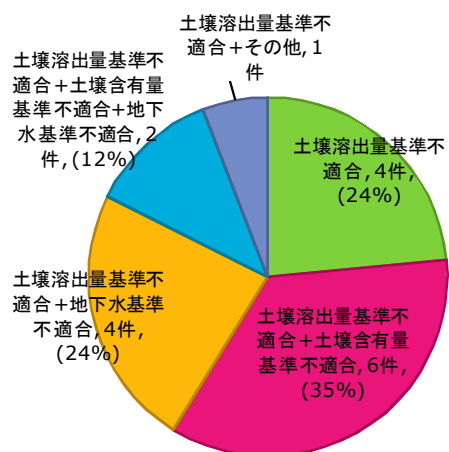


図-12 措置・対策の選択理由 (有機塩素系化合物+重金属等)

4.4 ベンゼン及び油分を対象とした措置・対策方法

ベンゼンと油分、およびこれらが複合した汚染について、それぞれの措置・対策の選択理由を図13に示す。

378件の回答中、ベンゼンのみによる汚染については8件であったが、油分による汚染は29件、ベンゼンと油分の複合した汚染は21件の回答があり、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。

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原位置浄化が多く用いられていたが、油分のみまたはベンゼンと油分との複合汚染を対象とした場合（39件）では、原位置浄化を対策方法とする回答も25件あった。掘削除去を対策方法とする回答が22件あった。掘削除去と原位置浄化がかなりの場合で併用されている（39件中8件）と推察された。

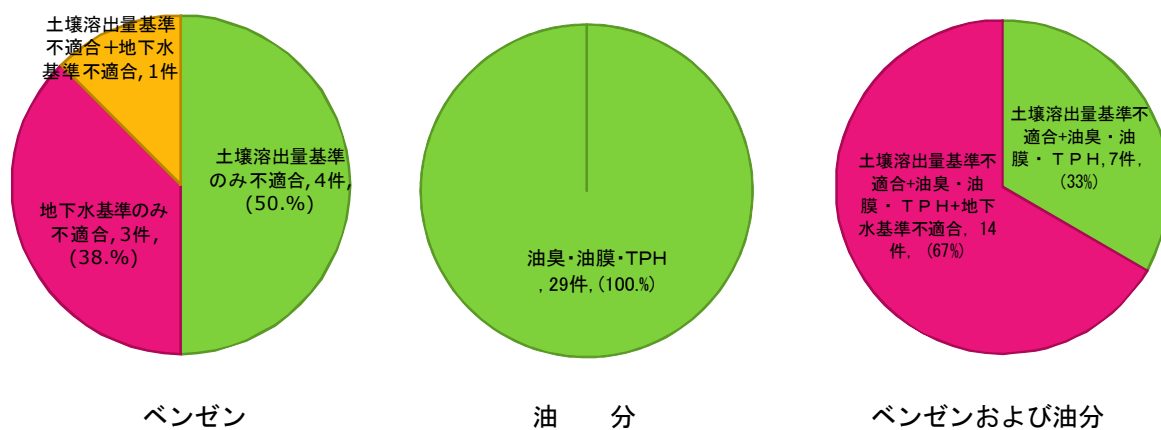


図-13 措置・対策の選択理由（ベンゼンおよび油分、および複合汚染）

5. 実態調査から把握された主な事柄

この措置・対策に関するアンケート調査の結果から以下のことが具体的に把握できた。

- ・措置・対策の実施の契機として、自主調査結果によるものや、それに基づき法第14条による指定の申請を行ったものの割合が増加している。
- ・重金属等による汚染を対象とするサイトでは、土壌溶出量基準不適合による場合も含めて、掘削除去による対策がほとんど（土壌汚染の除去158件中、157件）である。
- ・有機塩素系化合物やベンゼンを対象とする場合は、土壌汚染の除去計49件中に原位置浄化が計37件となっていた。
- ・油分については、汚染状態によって掘削除去と原位置浄化が併用されていることが推察された。

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24年度の実態としては、まだまだ掘削除去が主な対策方法となっていることが、本調査の結果から明らかになった。特に、重金属等を対象とする措置・対策では、区域指定の解除を目的とすると、掘削除去に頼らざるを得ない現状が続いていると考えられる。

この措置対策時の技術適用に関するアンケートを今後も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) 保賀康史他（2013）：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23年度）、第19回地下水汚染とその防止対策に関する研究集会講演集、S5-24
- 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）」