

(0093) 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。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 23 年度実態調査(第 2 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、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版(2011)」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 23 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て、平成 24 年 8 月 1 日～9 月 21 日の期間に調査票の配布・回収を行った。

- 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への法における措置、地下水基準不適合、油臭・油膜、その他)
- ④ (③で汚染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 (④で原位置除去を選んだ場合に)浄化工法の種類：抽出、化学処理、生物処理、原位置土壌洗浄

2.3 回答者情報

本アンケートでは、会員企業 129 社に調査票を配布し、65 社(措置・対策の経験なしと回答した 17 社を含む。)から回答を得た(回収率 50.4%)。調査票が回収された数は 431 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。

3. 調査結果

3.1 対策の契機

Results of the questionnaires on the application of technology at the soil and groundwater contamination measures(2012)
Yasushi Hoga¹, Noboru Furuichi¹, Norio Kashu¹, Yoji Aoki¹ and Sturdy group for Investigation of the technical actual condition¹(¹GEPC)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 (一社)土壌環境センター
TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

回答があった431件について、対策の契機は図1に示すとおりで、法による調査によるもの102件(22%)、条例等によるもの69件(15%)に比べて、自主調査によるものは285件(60%)と同様に圧倒的に多かった。しかし、法による調査によるものに法第14条申請したもの17件(4%)を加えると119件(25%)となり法に関わるもの全体としては前年度より増加していた。

3.2 措置・対策の理由

回答があった431件について、措置・対策の理由となった基準不適合サイト数は図2に示すとおりで、土壤溶出量基準不適合340件(51%)が半数を占め、続いて土壤含有量基準不適合128件(19%)、地下水基準不適合111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に示すとおりであった(計431件)。

重金属等を対象としたサイトは複数回答を含め277件(64%)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同じく計144件(33%)、油分を対象としたサイトは同じく64件(15%)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。

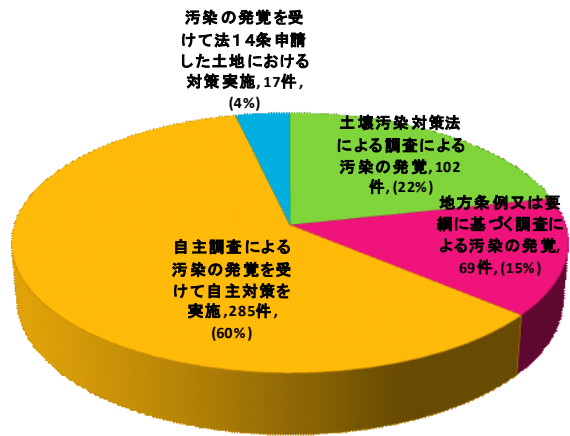


図1 対策の契機(複数回答あり、計473件)

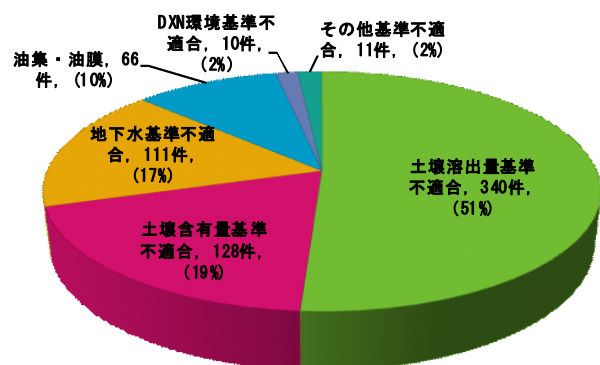


図2 基準不適合サイト数(複数回答あり、計666件)

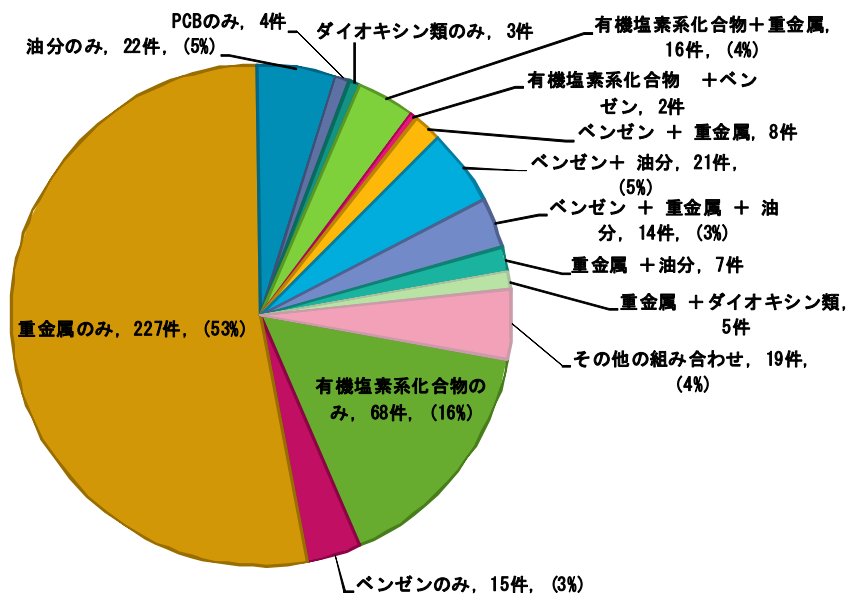


図3 対象となった汚染物質の組合せと件数(計431件)

3.4 選択された措置・対策技術

回答があった431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4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(407件)の場合は、図4(a)に示すように「土壤汚染の除去」(314件)が77%を占め、続いて「地下水汚染の拡大の防止」(29件、7%)や「地下水の水質の測定」(22件、5%)が多い。同様に土壤含有量基準不適合(計166件)の場合も、図4(b)に示すように「土壤汚染の除去」が120件と72%を占めていた。

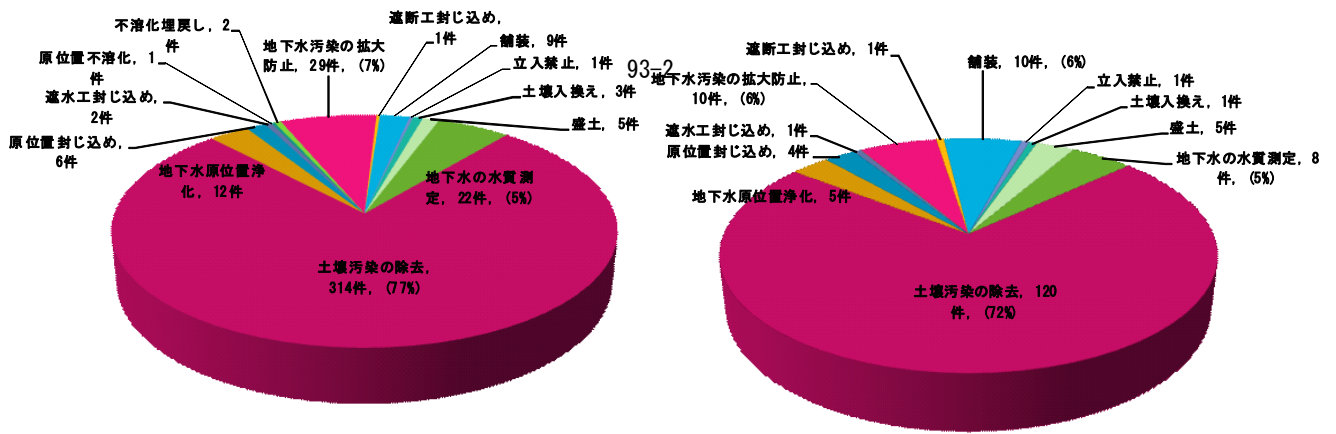


図 4 土壤溶出量基準不適合・含有量基準不適合に対して選択された措置・対策技術 (複数回答あり)

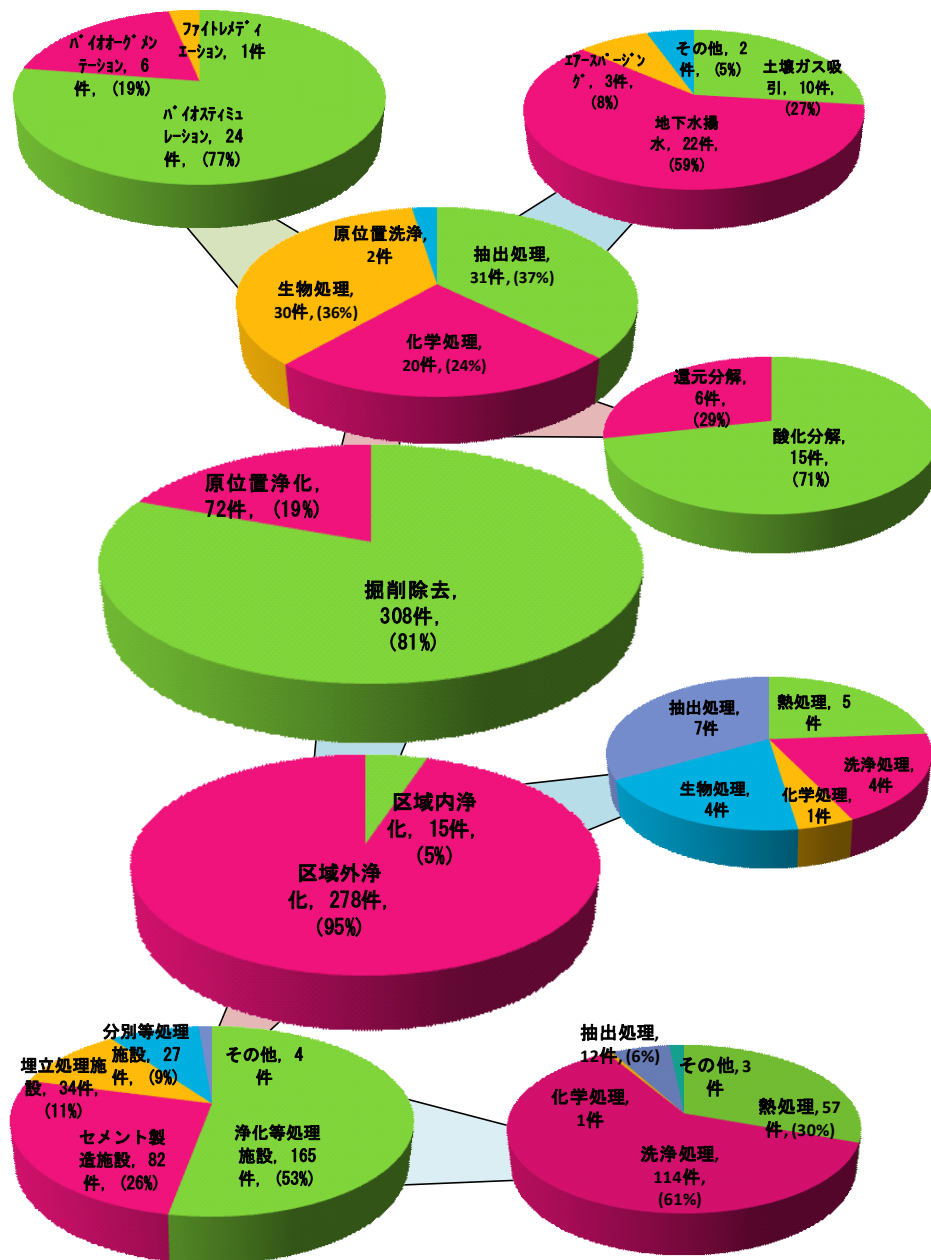


図 5 土壤汚染の除去で選択された措置・対策技術

「土壌汚染の除去」が行われた 380 件（複数回答あり）では、図 5 に示すように、掘削除去が 308 件、原位置浄化が 72 件と、それらの採用比率は 4 : 1 であった（複数回答を含む）。掘削除去の場合は区域外処理が 278 件と多く、その中でもセメント製造施設（82 件）や浄化等処理施設（165 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法（20 件）、生物処理法（30 件）及び抽出処理法（31 件）の三つでほとんどを占めていることがわかる。

4. 汚染物質別に見た措置・対策方法の選択

図 4 あるいは図 5 の集計では、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は複数サイトとして集計したり、汚染物質について単独汚染と複合汚染を分けて集計したりする形で、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ている。

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ベンゼンと油分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は、431 件の回答中に 68 件あり、図 6 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 26 件、地下水基準のみ不適合が 25 件であった。

措置対策の内容は、図 7 に示すように、82 件（複数回答あり）の内、土壌汚染の除去が 37 件、地下水汚染の拡大防止が 17 件、地下水の水質の測定が 10 件、地下水の原位置浄化が 17 件であった。

有機塩素系化合物のみの場合について、土壌汚染の除去 57 件（複数回答あり、地下水原位置浄化を含む）の内訳を図 8 に示す。原位置浄化が 47 件、掘削除去が 11 件であった。

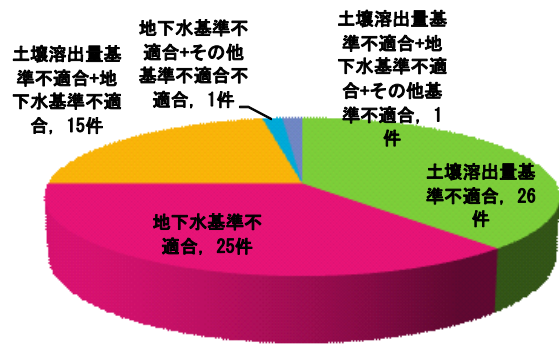


図 6 措置・対策の選択理由（有機塩素系化合物のみ）

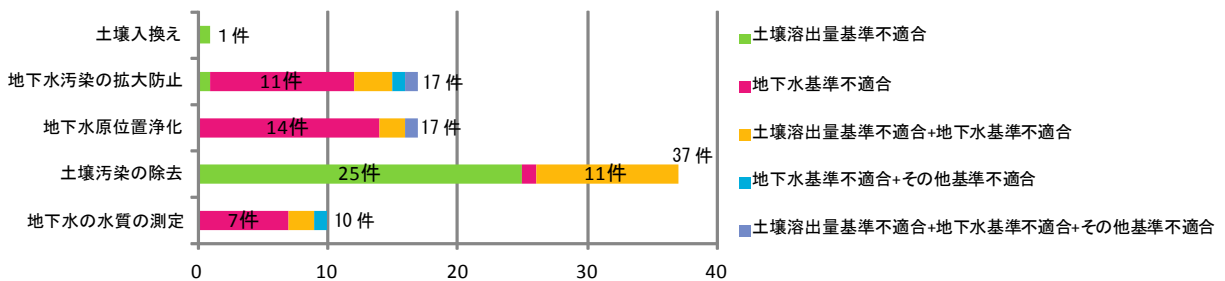


図 7 措置対策の内容（有機塩素系化合物のみ）

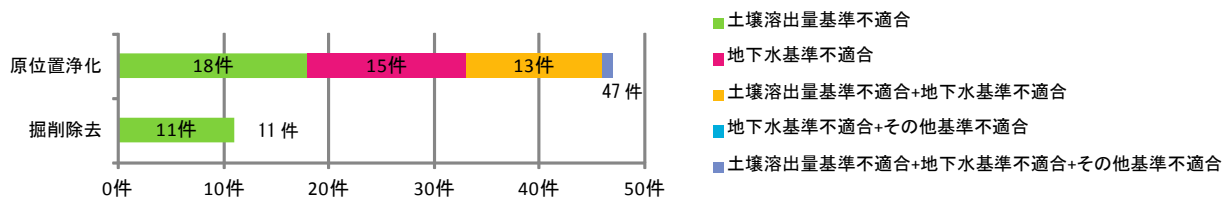


図 8 土壌汚染の除去の内容（有機塩素系化合物のみ、地下水原位置浄化含む）

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 431 件の回答中に 227 件あり、図 9 に示すように土壌溶出量基準のみ不適合が 128 件、土壌含有量基準のみ不適合が 20 件、地下水基準のみ不適合が 2 件であった。

一方、土壌溶出量基準不適合+土壌含有量基準不適合が 61 件、土壌溶出量基準不適合+地下水基準不適合が 8 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 6 件と、重金属等のみの場合の 1/3 にあたる計 76 件が、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であった。

措置対策の内訳は、図 10 に示すように、245 件（複数回答あり）の内、土壌汚染の除去が 213 件とほとんどを占め、地下水汚染の拡大防止が 8 件、地下水の水質の測定 7 件、原位置封じ込め 5 件、不溶化埋め戻し 1 件、

土壌入れ換え 2 件、舗装 6 件、盛土 4 件、立入禁止 1 件となっている。

重金属等のみの場合、土壌汚染の除去の内訳は 213 件のうち、208 件は掘削除去のみであったが、3 件は原位置浄化、2 件は掘削除去と原位置浄化の併用として回答があった。

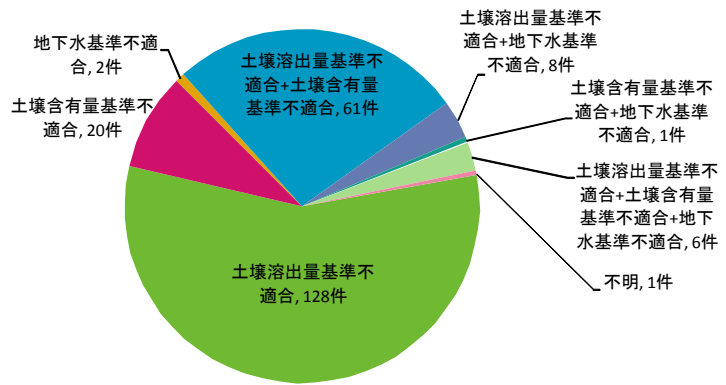


図9 措置・対策の選択理由(重金属等のみ)

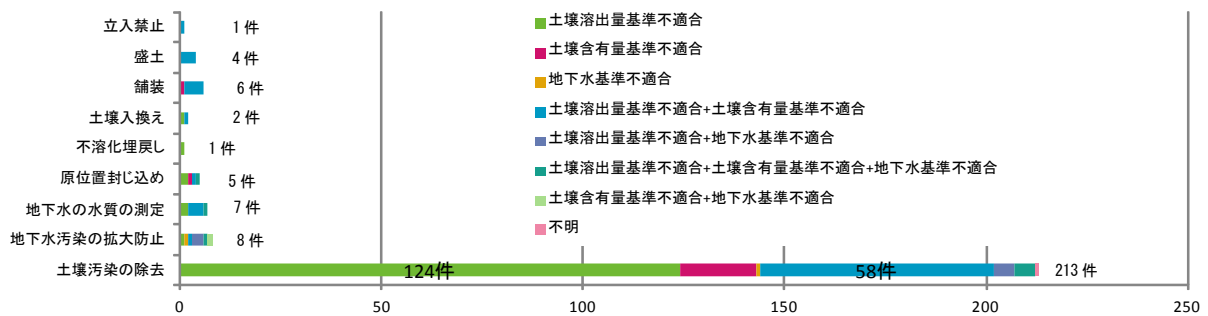


図10 措置・対策の内容(重金属等のみ)

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 431 件の回答中 16 件あり、図 11 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 3 件、土壌溶出量基準不適合+地下水基準不適合が 3 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 4 件であった。

措置・対策の内容は、図 12 に示すように 25 件（複数回答あり）のうち、土壌汚染の除去が 16 件と多い。これら 16 件の全てのサイトで掘削除去が行われているが、地下水汚染の拡大防止が 3 件、地下水の水質の測定、原位置封じ込め、遮水工封じ込め、原位置不溶化、地下水原位置浄化が各 1 件となっており、複数の対策が取られていることが判る。

土壌汚染の除去 16 件の内容は、図 13 に示すように、掘削除去が 16 件、原位置浄化が 5 件であった。有機塩素系化合物と重金属等との複合汚染の場合は掘削除去が主であるが、原位置浄化（バイオスティミュレーション 4 件、バイオオーグメンテーション 1 件）が併用されていることが判った。掘削除去後の処理は全て区域外処理であった。

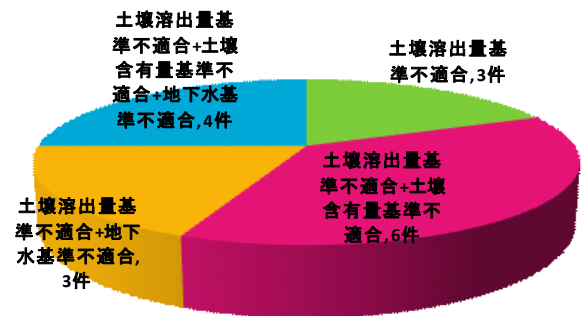


図11 措置・対策の理由(有機塩素系化合物+重金属等)

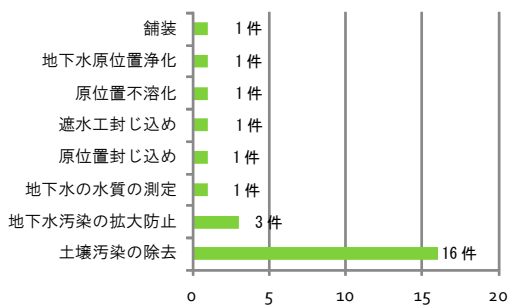


図12 措置・対策の内容(有機塩素系化合物+重金属等)

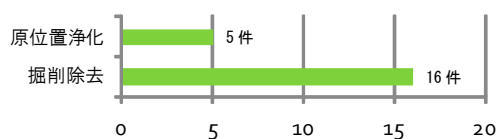


図13 土壌汚染除去の内容(有機塩素系化合物+重金属等)

4.4 ベンゼン及び油分を対象とした措置・対策方法

(1) ベンゼンのみを対象とする場合

ベンゼンのみを対象とした場合は、431件の回答中に15件あった。図14に示すように、地下水汚染の拡大防止4件、地下水原位置浄化2件、土壤汚染の除去11件、地下水の水質の測定4件であった（複数回答あり）。

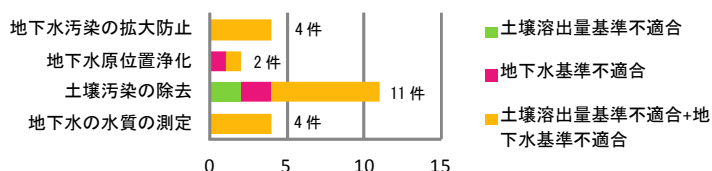


図14 措置対策の内容（ベンゼンのみ、複数回答あり）

土壤汚染の除去11件に地下水原位置浄化2件を含めた計14件の内訳を図15に示す。

ベンゼンのみを対象とする土壤汚染の除去の方法としては、原位置浄化が8件、掘削除去が6件であった。

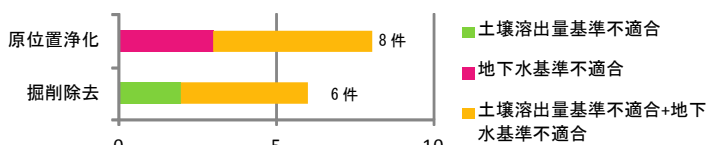


図15 土壤汚染除去の内容

（ベンゼンのみ、地下水原位置浄化含む、複数回答あり）

(2) 油分のみを対象とする場合

油分のみを対象としたサイトは431件中22件であった。措置・対策の内容を、図16に示す。土壤汚染の除去が17件と多く、地下水の水質の測定が7件、地下水原位置浄化が5件、地下水汚染の拡大防止が2件、原位置封じ込めが1件であった。

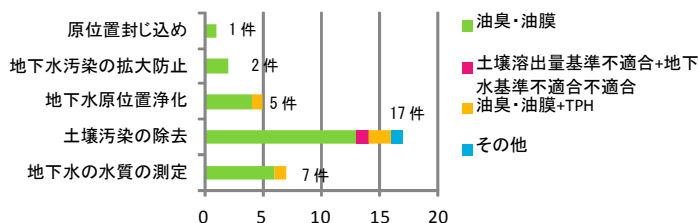


図16 措置対策の内容（油分のみ、複数回答あり）

土壤汚染除去の内容に地下水原位置浄化を含めた計23件の内訳を図17に示す。掘削除去が12件、原位置浄化が10件であった。

油分を対象とした場合は、原位置浄化がしにくく、ベンゼンや有機塩素系化合物に比べて掘削除去が対策方法として多くなっていることが判る。

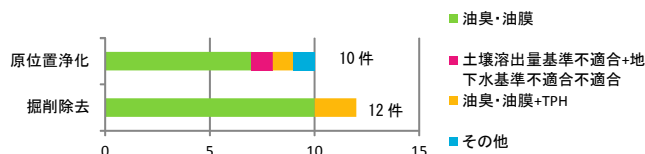


図17 土壤汚染除去の内容（油分のみ、複数回答あり、原位置浄化を含む）

5. 実態調査から把握された主な事柄

- ・重金属等による汚染を対象とするサイトでは、土壤含有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である。
- ・ベンゼンや有機塩素系化合物を対象とする場合は原位置浄化が主となっている。
- ・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る。

これらの他、「2.2 調査内容」に示したように、このアンケート調査では本稿に記載した以外の複合汚染の組合せについても結果を取りまとめている。

6. おわりに

平成22年の改正土壤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で、平成23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。重金属等を対象とする措置・対策では、特に土壤含有量基準不適合の場合に、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。

一方、法第14条による自主調査結果に基づく指定の申請とそれに対する措置・対策が行われたことの影響が今回のアンケート調査結果にも反映し始め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) 土壤・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22年度)、第18回地下水土壤汚染とその防止対策に関する研究集会(2012)
- 2) 環境省：「土壤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版」(2011.7)