

(S3-13) 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

○保賀康史¹・中島 誠¹・古市 登¹・田澤龍三¹・実態把握調査部会¹
¹土壌環境センター

1. はじめに

土壌環境センターの自主事業の一つである実態把握調査部会では、土壌汚染対策法や各自治体の条例・要綱などの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、当センターの会員企業（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。本稿では、平成22年度中に会員企業が実施した土壌・地下水汚染の措置・対策時の技術適用に関する実態調査を実施したので、その結果について報告する

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た。この法改正では、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・対策が施し、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と考えられる。そこで、会員企業によって実施された措置・対策における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、毎年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暫定版(2010)」を参考にして技術分類等を整理し、作成した。アンケートの対象は、平成22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）ごとに下記の選択肢の中から該当するものを選択する形式とし、平成23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

14種類（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、その他）

④措置・対策の選択理由

土壌の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、など

⑤（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

⑥（⑤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）

⑦（⑤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137社に調査票を配布し、68社（平成22年度中の措置・対策の経験なしと回答した13社を含む。）から回答を得た（回収率49.6%）。調査票が回収された数は504サイト分であった。

Results of the questionnaires on the application of technology when measures of soil and groundwater contamination
 Yasushi Hoga¹, Makoto Nakashima¹, Noboru Furuiti¹, Ryuzo Tazawa¹ and Study group for Aggregation of technology practice¹ (¹GEPC)

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

3. 実態調査から得られた結果

3.1 対策の契機

回答があった504サイトについて、対策の契機は図1に示すとおりであった。法による調査によるもの(58サイト、11%)、条例等によるもの(71サイト、14%)に比べて、自主調査によるもの(376サイト、75%)が圧倒的に多いことがわかる。

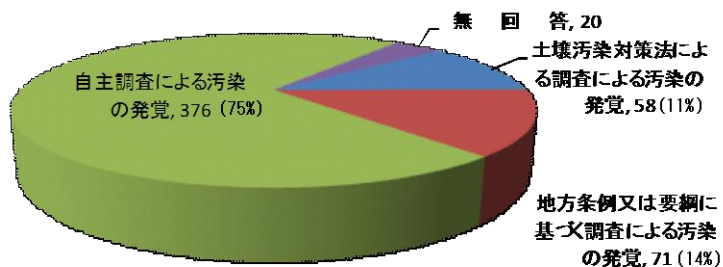


図1 対策の契機

3.2 措置対策の対象となった汚染物質

回答があった504サイトについて、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2に示すとおりであった。(複数回答あり、のべ636サイト)

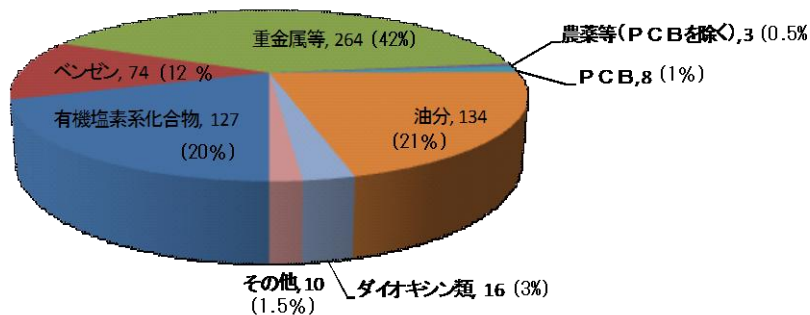


図2 対象となった汚染物質

重金属等を対象としたサイトは264サイト(42%)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計201サイト(32%)、油分を対象としたサイトは134サイト(21%)、ダイオキシン類を対象としたサイトは16サイト(3%)であった。

複数の汚染物質を対象に措置が行われたサイトの内訳を整理すると、表1の通りとなった(汚染物質不記載4)。

表1 措置対策の対象となった汚染物質

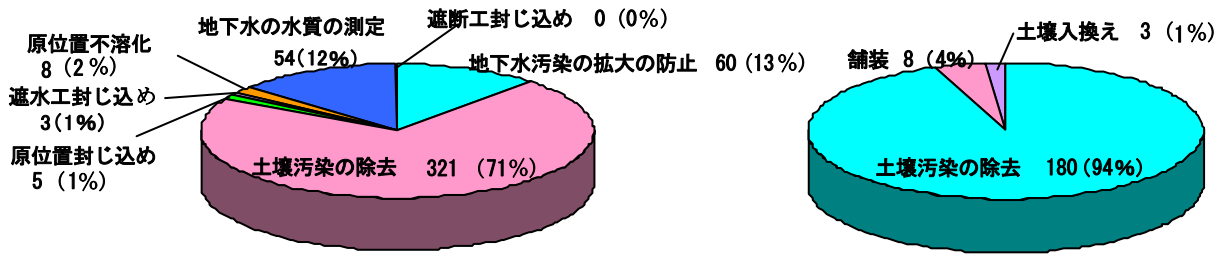
汚染物質の種類	サイト数	汚染物質の種類	サイト数
(1) 有機塩素系化合物のみ	82	(3)+(6)	12
(2) ベンゼンのみ	29	(3)+(7)	4
(3) 重金属等のみ	195	(3)+(8)	4
(4) 農薬等(PCBを除く)のみ	1	(5)+(7)	2
(5) PCBのみ	3	(1)+(2)+(3)	1
(6) 油分のみ	72	(1)+(2)+(6)	3
(7) ダイオキシン類のみ	5	(1)+(3)+(4)	1
(8) その他	6	(1)+(3)+(6)	3
(1)+(2)	1	(2)+(3)+(6)	5
(1)+(3)	27	(3)+(5)+(7)	1
(1)+(6)	5	(3)+(6)+(7)	2
(2)+(3)	2	(1)+(2)+(3)+(6)	1
(2)+(6)	30	(1)+(2)+(5)+(7)	1
(3)+(4)	1	(2)+(3)+(5)+(6)+(7)	1

3.3 選択された措置・対策技術

回答があった504サイトについて、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3に示すとおりであった(複数回答あり)。

土壌溶出量基準不適合(のべ452サイト)の場合は、「土壌汚染の除去」(321サイト、71%)が最も多く、続いて「地下水汚染の拡大の防止」(60サイト、13%)や「地下水の水質の測定」(54サイト、12%)が多い。

一方、土壌含有量基準不適合(のべ191サイト)の場合は「土壌汚染の除去」が180サイト(94%)と大部分を占めていた。



(a) 土壌溶出量基準不適合の場合 (のべ 452 サイト) (b) 土壌含有量基準不適合の場合 (のべ 191 サイト)

図3 土壌溶出量基準不適合および土壌含有量基準不適合に対して選択された措置・対策技術

土壌汚染の除去が行われたのべ 501 サイト (土壌溶出量・土壌含有量とも不適合のサイトは重複してカウント) について対策方法別にみると、図4に示すように、掘削除去が 333 サイト、原位置浄化が 111 サイトであり、採用サイト数比率は 3:1 であった。掘削除去の場合は区域外処理が多く、セメント製造施設や浄化等処理施設にて処理をしているケースが多いこと、原位置浄化の場合は化学的処理工法、生物処理工法および抽出工法の三つでほとんどを占めておりそれぞれ 36~49 サイトで実施されていることなどがわかる。

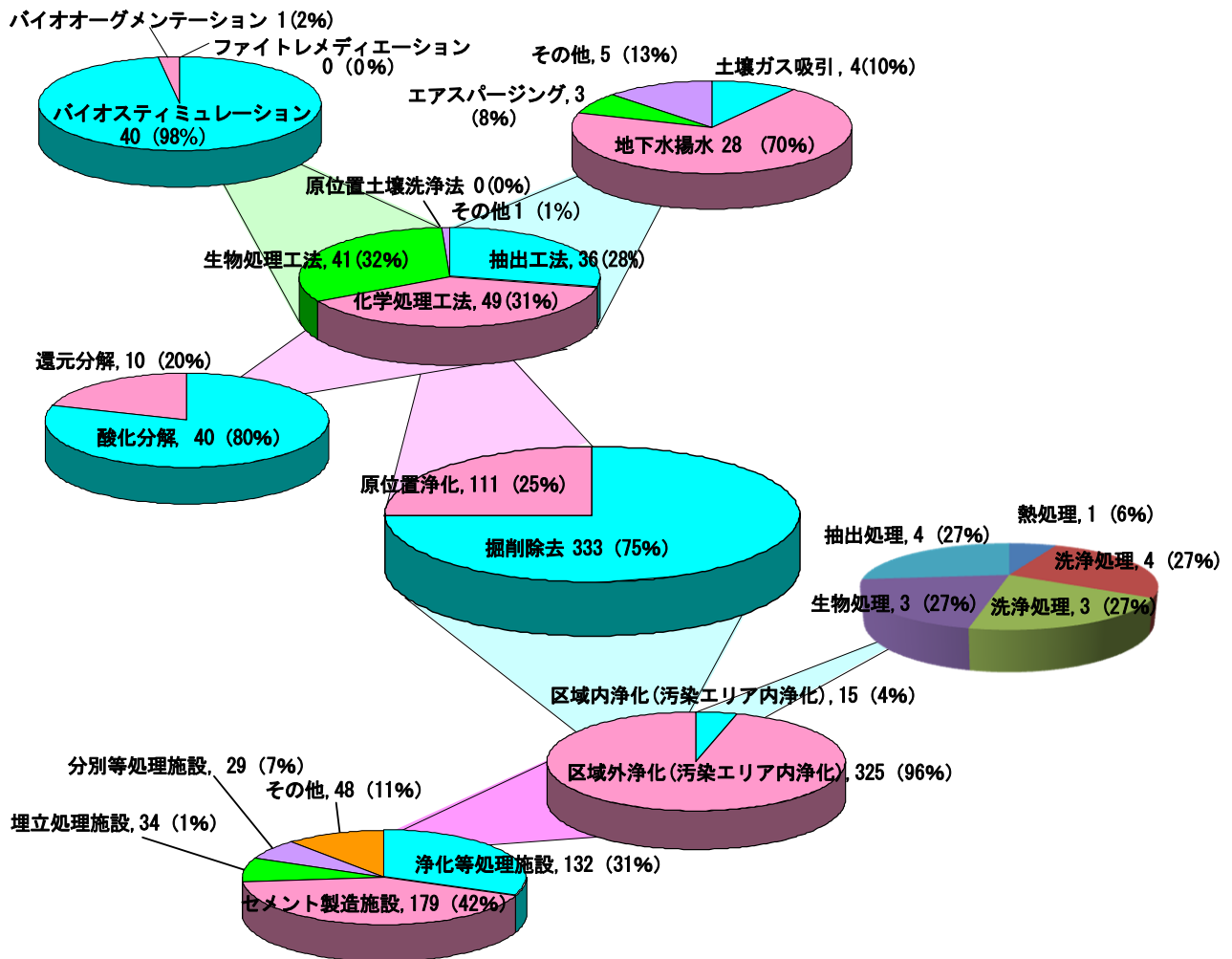


図4 土壌汚染の除去で選択された措置・対策技術

3.4 措置・対策の理由

回答のあった504サイトについて、措置・対策の実施理由は、図5に示すとおりであった。(複数回答あり、のべ758サイト)

土壌溶出量基準不適合357サイト(47%)に対して、土壌含有量基準不適合148サイト(20%)であった。地下水基準不適合は109サイト(14%)と全体の1/7であり、原位置浄化を選択する理由の一つとなっていると思われる。

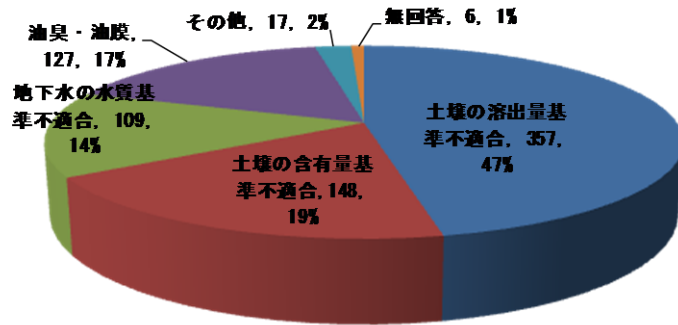


図5 措置・対策の理由

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、従来からある調査と同様に、土壌溶出量基準不適合や土壌含有量基準不適合が重複している場合を重複してカウントしたり、汚染物質について単独汚染と複合汚染を一括してカウントして表示するかたちで、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。

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)と適用された対策・措置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、有機塩素系化合物、重金属等それぞれの集計結果およ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、504件の回答中81サイトあり、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44サイト(54%)、土壌溶出量基準のみ不適合が24サイト(30%)、地下水基準のみ不適合が13サイト(16%)であった。

措置対策の内容は、図7に示すように、81サイト中、土壌汚染の除去が50サイト、地下水汚染の拡大防止が24サイト、地下水の水質の測定が15サイト、地下水の原位置浄化が4サイトであった。

土壌汚染の除去50サイトの内訳を図8に示す。有機塩素系化合物では、原位置浄化が36サイト、掘削除去10がサイト、掘削除去+原位置浄化が4サイトであった。

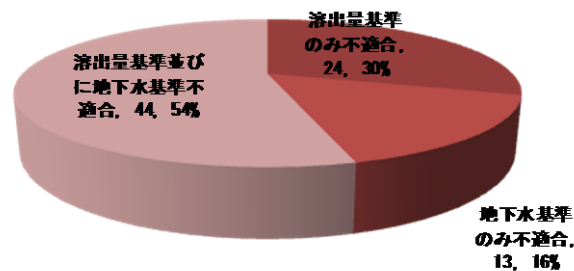


図6 措置対策の選択理由(有機塩素系化合物のみ)

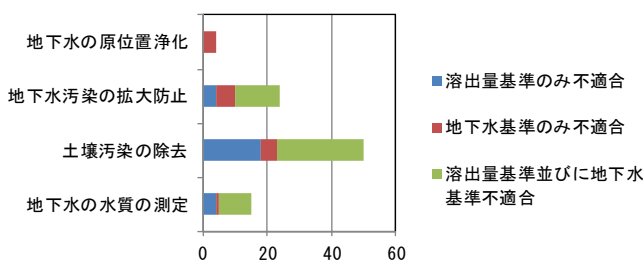


図7 措置対策の内容(有機塩素系化合物のみ)

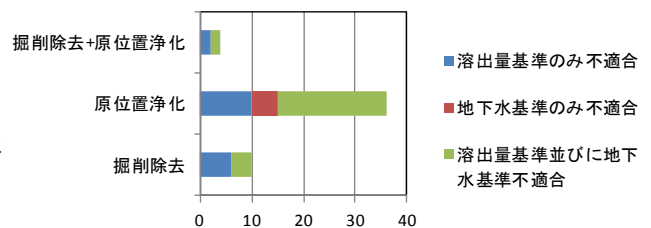


図8 土壌汚染の除去の内容(有機塩素系化合物のみ)

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、504件の回答中195サイトあり、図9に示すように、土壌溶出量基準のみ不適合が85サイト、土壌含有量基準のみ不適合が36サイト、地下水基準のみ不適合が1サイトであった。一方、土壌溶出量基準不適合が62サイト、土壌溶出量基準+地下水基準不適合が6サイト、土壌溶出量基準+土壌含有量基準+地下水基準不適合が5サイトと、全体の4割弱にあたる計73サイトが複合した汚染状況

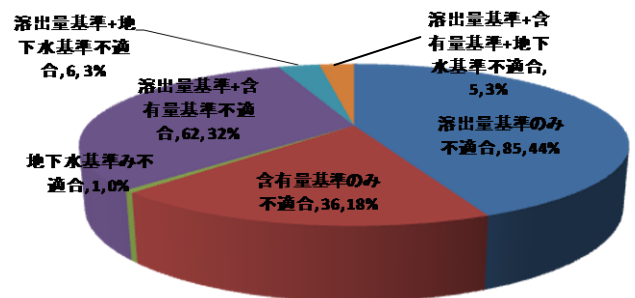


図9 措置対策の理由(重金属等のみ)

を理由としたものであった。

措置対策の内容は、図 10 に示すように、195 サイト中、土壌汚染の除去が 176 サイト、地下水の水質測定 22 サイト、舗装 5 サイト、地下水汚染の拡大防止 4 サイト、原位置不溶化 3 サイト、遮水工封じ込め 2 サイト、土壌入れ換え 2 サイト、原位置封じ込め 1 サイトとなっている。土壌汚染の除去 176 サイトは全て掘削除去によるもので、措置対策の選択理由別の内訳では、図 11 に示すようになっている。

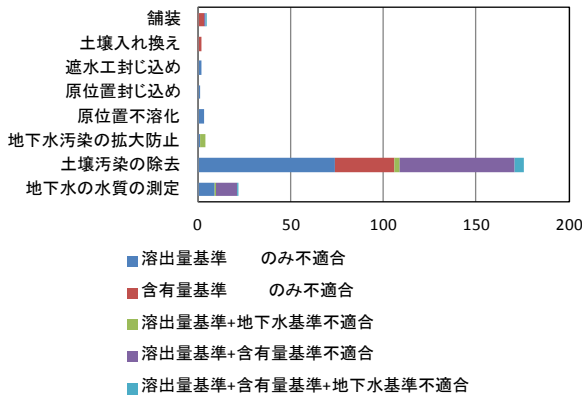


図 10 措置対策の内容（重金属等のみ）

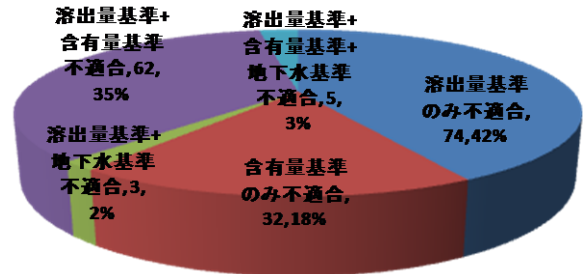


図 11 措置対策の選択理由（掘削除去、重金属等のみ）

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 504 件の回答中 30 サイトあり、図 12 に示すように、土壌溶出量基準+土壌含有量基準不適合が 13 サイト、土壌溶出量基準のみ不適合が 12 サイト、土壌溶出量基準+地下水基準不適合が 4 サイト、土壌溶出量基準+土壌含有量基準不適合+地下水基準不適合が 1 サイトであった。

措置対策の内容は、図 13 に示すように、土壌汚染の除去が 24 サイト、地下水の水質の測定が 7 サイト、原位置不溶化が 3 サイト、地下水汚染の拡大防止が 3 サイト、土壌入れ換えが 1 サイトとなっている。土壌汚染の除去 24 サイトの内容を図 14 に示す。有機塩素系化合物と重金属等の複合汚染では、掘削除去が 20 サイト、掘削除去+原位置浄化が 2 サイト、原位置浄化が 2 サイトであった。複合汚染の場合は掘削除去が主となっていることが判る。

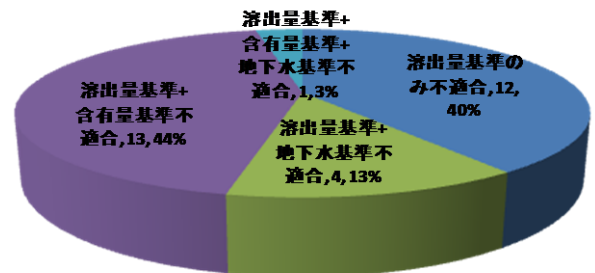


図 12 措置対策の理由（有機塩素系化合物+重金属等）

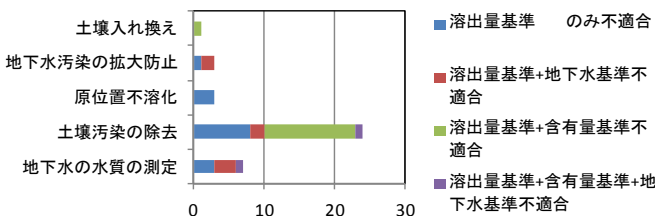


図 13 措置対策の内容（有機塩素系化合物+重金属等）

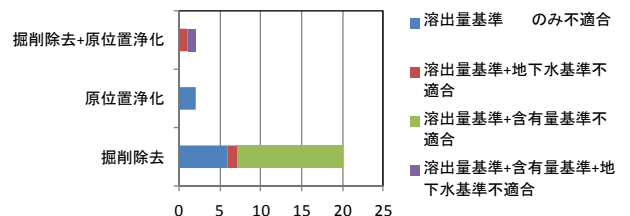


図 14 汚染除去の内容（有機塩素系化合物+重金属等）

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、504 件の回答中に 27 サイトあり、図 15 に示すように、地下水汚染の拡大防止 8 サイト、土壌汚染の除去 18 サイト、地下水の水質の測定 1 サイトであった。

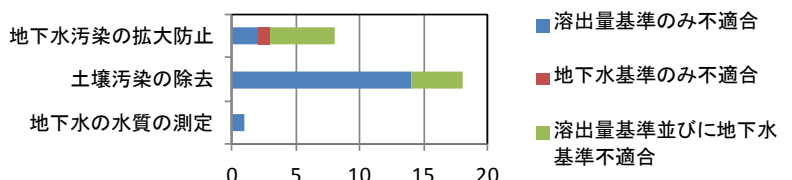


図 15 措置対策の内容（ベンゼンのみ）

土壤汚染の除去 18 サイトの内容を図 16 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 14 サイト掘削除去が 3 サイト、掘削除去+原位置浄化が 1 サイトであった。

(2) 油分を対象とする場合

油分を対象としたサイトは 504 件中 131 サイトであった。措置対策の内容は、図 17 に

示すとおり、土壤汚染の除去が 114 サイトと多く、地下水の水質の測定が 16 サイト、地下水汚染の拡大防止が 15 サイト、原位置封じ込めが 3 サイトであった。

土壤汚染除去の内容は、図 18 に示すとおり、掘削除去が 63 サイト、掘削除去+原位置浄化が 31 サイト、原位置浄化が 13 サイトであった。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主な対策方法となっていることが判る。

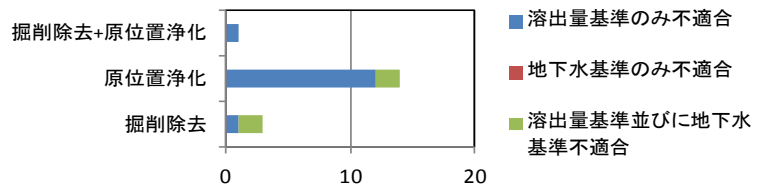


図 16 土壤汚染除去の内容（ベンゼンのみ）

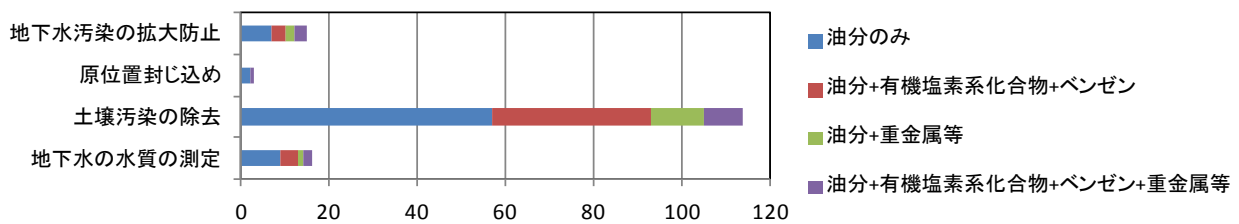


図 17 措置対策の内容（油分）

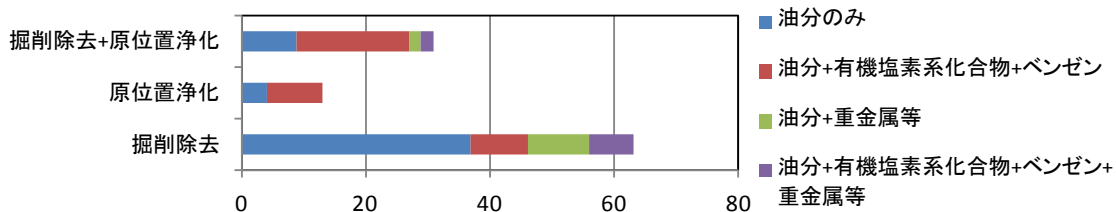


図 18 土壤汚染除去の内容（油分）

5. 実態調査から把握された事柄

本アンケート調査の結果から、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ことや、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ことがあらためて判った。また、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工法が併用されていることが推察された。

6. おわりに

平成 22 年の土壤汚染対策法改正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 22 年度中で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あると考えられる。平成 23 年度には、土壤汚染対策法の一部改正により、自然由来特例区域、埋立地特例区域、埋立地管理区域という区分が規定され、重金属汚染土壌対策の進展が期待されているところである。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、今後も今回と同様に調査への協力をお願いする。