

(0016) 土壌・地下水汚染の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(経年変化と特徴的な事項の考察)

○山下 巧¹・河内 幸夫¹・加洲 教雄¹・松久 裕之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、当センター会員企業（以下、会員企業）によって実施された土壌・地下水汚染対策の適用技術について継続的にデータを収集し、調査結果と対策との関連に関する動向を把握することによって、技術開発や土壌汚染対策法（以下、法）改正時等の参考となるよう検討を行っている。本稿では、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 29 年度を含めた経年変化や、選択理由からみられる対策の傾向などについて報告する。

2. アンケート調査の概要

2.1 調査の目的

土壌・地下水環境に係わる制度及び技術は年々改められてきており、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、汚染土壌の場外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、より環境負荷の少ない方法で対策を行い、リスク管理を図ることが期待された。

このような背景の中、会員企業を対象に法に基づく土壌汚染状況調査及び自主的な調査結果に基づいて適用される対策等の技術動向を把握し、会員企業の技術開発や法改正時等の参考となる資料を作成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る。

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。調査対象は会員企業各社が元請けとして受注した対策工事とし、採用した対策について、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：法による調査、条例・要綱による調査、自主調査
- ②対象となった汚染物質：有機塩素系化合物（クロロエチレン除く）、ベンゼン、重金属等、農薬等、PCB、油分、ダイオキシン類、クロロエチレン、1,4-ジオキサン、その他
- ③選択された対策とその選択理由：14 種類の技術分類と選択理由（土壌溶出量基準不適合、第二溶出量基準不適合、土壌含有量基準不適合、地下水基準不適合、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（熱処理、洗浄処理、化学処理など）、区域外処理（浄化等処理施設、セメント製造施設、埋立処理施設など）
区域外処理を選択した理由（任意回答）：不動産価値の保全、跡地利用、工期が短く済むなど
- ⑥（④で原位置浄化を選んだ場合）浄化工法の種類：抽出処理（土壌ガス吸引など）、化学処理（酸化分解など）、生物処理（バイオスティミュレーションなど）、原位置土壌洗浄など
- ⑦参考情報（任意回答）：対策面積、対策深度、対策土量、対策費用、今後の土地利用の予定
なお、調査票の配布・回収は平成 30 年 7 月 2 日～8 月 31 日の期間に行った。

2.3 回答者情報

平成 29 年度実績に対するアンケートでは、会員企業 107 社に調査票を配布し、71 社（対策の実績なしと回

Results of the questionnaires on the application of technology for the soil and groundwater
contamination measures (Aging and characteristic considerations)

Takumi Yamashita¹, Yukio Kawauchi¹, Norio Kashu¹, Hiroyuki Matsuhisa¹,
and Task Team on actually-applied soil remediation technology¹ (¹GEPC)

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

答した 20 社を含む）から回答を得た（回収率 66.4%）。調査票回収件数は 640 件であった。

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。

3. 調査結果

3.1 これまでの実態調査から得られた知見

ここでは、平成 24 年度から平成 29 年度の集計結果を踏まえ、選択された対策方法の推移について特徴的な事項により得られた知見を報告する。収集した事例数の推移は、図-1 に示すとおりである。

3.1.1 対策時の技術適用の傾向

1) 対策の契機・対象汚染物質と選択された対策の推移

図-2 に対策の契機、図-3 に対策の対象となった汚染物質、図-4 に選択された対策の推移を示す。

対策の契機は、「自主調査による汚染の発覚を受けて自主対策を実施」（以下「自主調査」）を契機とした対策の比率は過去 6 年間を通じて概ね 60%前後である。以下、「土壌汚染対策法による調査による汚染の発覚」（以下「法調査」）、「地方条例又は要綱に基づく調査による汚染の発覚」（以下「条例等」）、「自主調査による汚染の発覚を受けて法 14 条申請した土地における対策実施」（以下「14 条調査」）という順序に変動はなく、「14 条調査」の比率も平成 25 年度以降は増加していない。対策の対象となった汚染物質の比

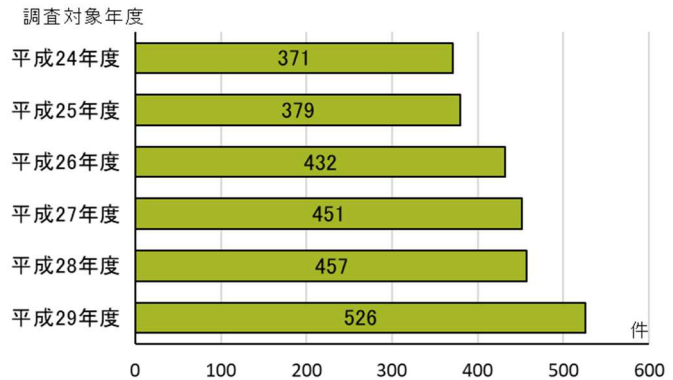


図-1 収集した事例数

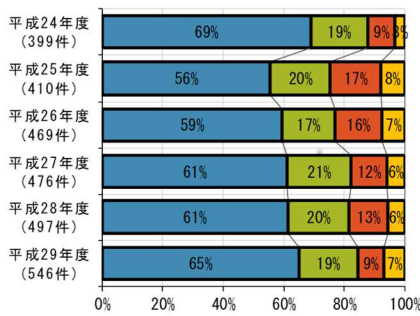


図-2 対策の契機
(複数回答を含む)

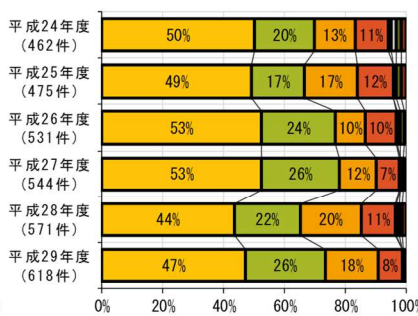


図-3 対策の対象となった汚染物質
(複数回答を含む)

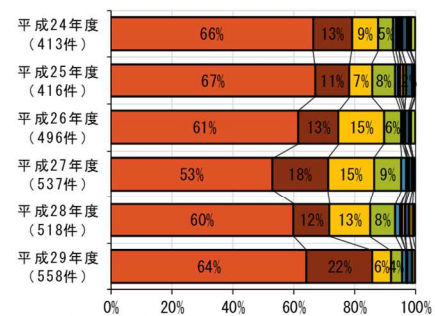


図-4 選択された対策の推移
(複数回答を含む)

率は、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、次いで「油分」、「ベンゼン」となっている。選択された対策は、「土壌汚染の除去」が選択される割合が平成 27 年度までは減少傾向にあったものの、平成 28 年度より増加に転じている。「地下水汚染の拡大の防止」は 10 数%で推移していたが、平成 29 年度は 22%まで増加、「地下水のみの原位置浄化」、「地下水の水質の測定」は増加傾向にあったものの、平成 29 年度では 3.1.2 図-10 でも示すように有機塩素系化合物での選択が減ったため、一転過去 6 年間で最少の割合となっていた。

2) 土壌汚染の除去内容の推移

「土壌汚染の除去」の内訳の推移を図-5 に示す。年度により増減はあるものの、区域外処理を伴う掘削除去の割合は増加もしくは横ばいの傾向にあり、土壌汚染の除去を選択した場合、汚染土

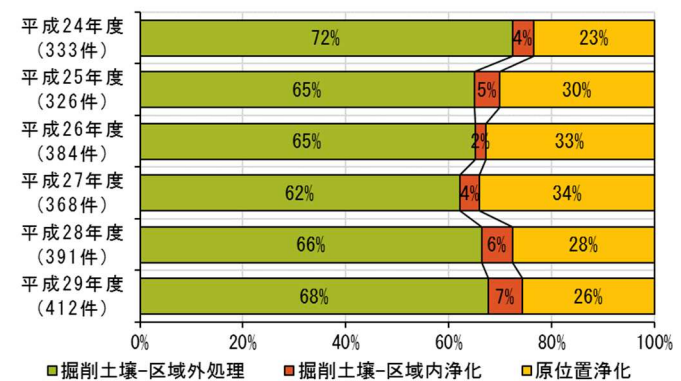


図-5 土壌汚染の除去で選択された対策の内訳の推移
(複数回答を含む)

土壤汚染の除去を選択した事例では、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、経年的な変化が認められず汚染土壤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壤汚染の除去内容であることがわかる。ただし、年度による変動が認められ、特に複合汚染の場合は、その傾向が顕著で、サイト条件等の対策の選択に影響を与える重要な事柄があると推測される。

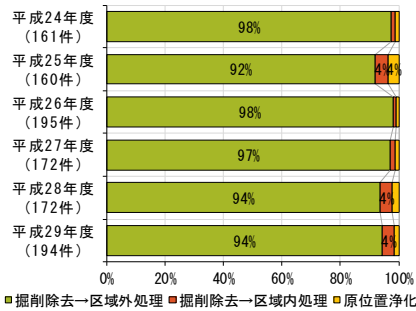


図-12 土壤汚染の除去内容の推移 (重金属等のみ 複数回答を含む)

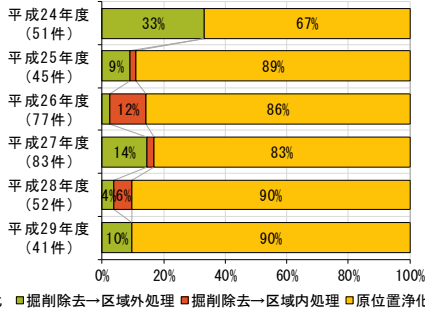


図-13 土壤汚染の除去内容の推移 (有機塩素系化合物のみ 複数回答を含む)

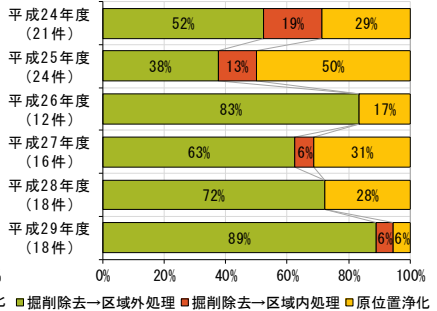


図-14 土壤汚染の除去内容の推移 (重金属等と有機塩素系化合物の複合汚染 複数回答を含む)

3.2 実態調査から把握された事柄

ここでは、「契機」、「対策」や任意回答によって得られた「掘削除去後区域外処理を選択した理由」、「対策面積」、「対策深度」、「対策土量」より「重金属等」、「有機塩素系化合物」、「油分」各汚染物質が含まれている場合の処理がどのように行われているのか、その傾向について述べる。

3.2.1 契機、対策、掘削除去後区域外処理の傾向

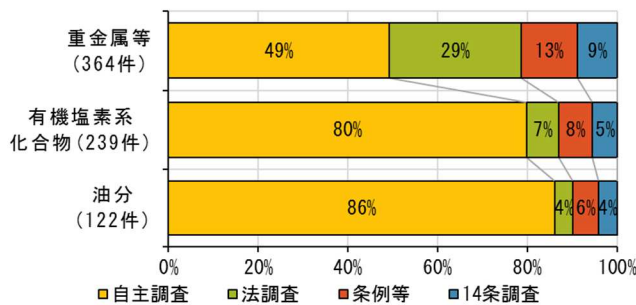


図-15 含まれている汚染物質と対策の契機 (複数回答を含む)

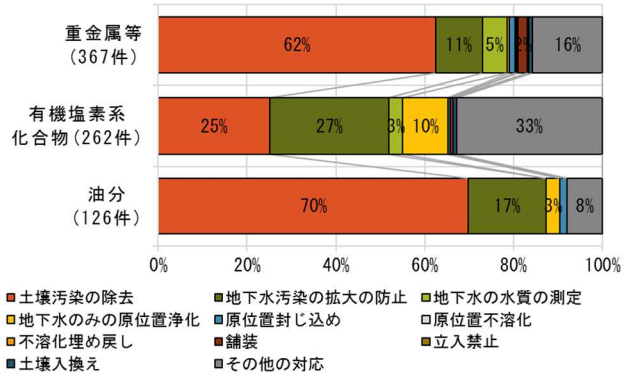


図-16 含まれている汚染物質と対策 (複数回答を含む)

図-15に含まれている汚染物質と対策の契機について示した。

「有機塩素系化合物」、「油分」は8割以上が「自主調査」であった。一方「重金属等」は「法調査」の29%「条例等」の13%が他の汚染物質と比べて多く特徴的であり、「自主調査」は49%となっていた。

図-16に含まれている汚染物質と対策について示した。

「重金属等」は「土壤汚染の除去」62%、「地下水汚染の拡大の防止」11%、「地下水の水質の測定」5%となっていた。「有機塩素系化合物」は「地下水汚染の拡大の防止」27%と他の汚染物質と比べて多くなっており、一方「土壤汚染の除去」25%と低く、「地下水のみの原位置浄化」は10%となっており、また「その他」が33%となっている。「油分」は「土壤汚染の除去」70%と多く、「地下水汚染の拡大の防止」17%となっている。

掘削除去後区域外処理を選択した理由について図-17に示す。理由については汚染物質ごとに見ると、「重金属等」は「区域指定を解除したかった」29%、「建設工事における掘削範囲だったから」28%、「跡地利用」12%となっていた。「有機塩素系化合物」については、「区域指定を解除したかった」31%で、「建設工事における掘削範囲だったから」「土壤汚染の規模が比較的小さかった」「対象汚染物質の濃度では原位置浄化困難」が各15%となっていた。また、「油分」については、「対象汚染物質の濃度では原位置浄化困難」が最も多く33%、次いで「工期が短く済む」が27%となっており、汚染物質ごとに異なる傾向が見られた。

表-1 に汚染物質が含まれているサイト数とその内掘削除去後区域外処理を行ったサイト数の割合を示した。

「有機塩素系化合物」はその割合が12%と低く、一方「重金属等」は65%、「油分」は53%と半数以上が掘削除去後区域外処理を行っていた。

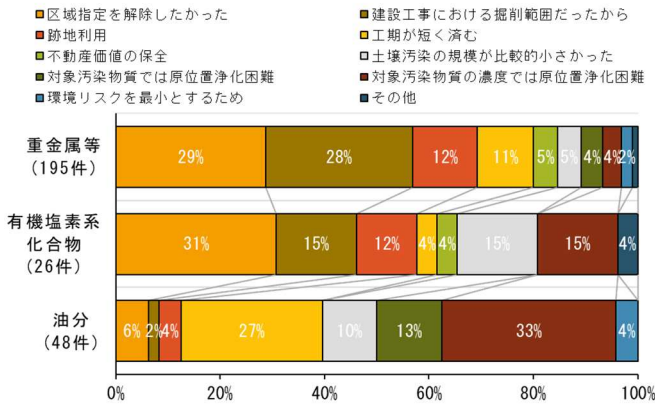


図-17 掘削除去後区域外処理を選択した理由 (対象物質ごと、任意回答)

表-1 汚染物質が含まれているサイト数と掘削後区域外処理サイト数の割合

	㉠汚染物質が含まれているサイト数	㉡ ㉠のうち区域外処理を行ったサイト数	㉡/㉠%
重金属等	342件	221件	65%
有機塩素系化合物	233件	28件	12%
油分	119件	63件	53%

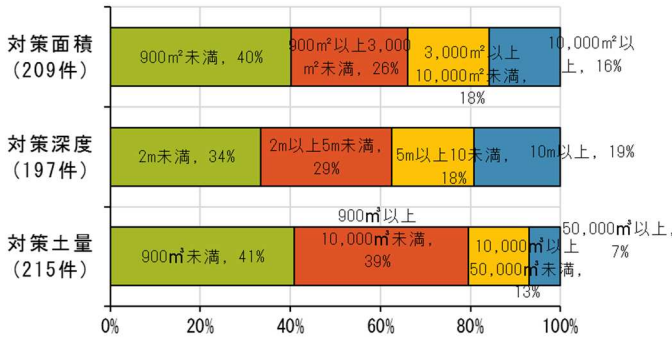


図-18 重金属等を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量) の割合 (任意回答)

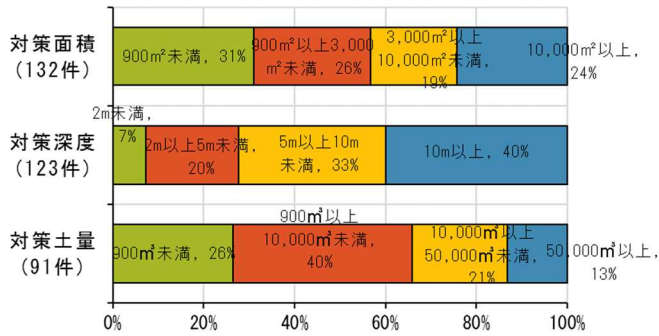


図-19 有機塩素系化合物を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量) の割合 (任意回答)

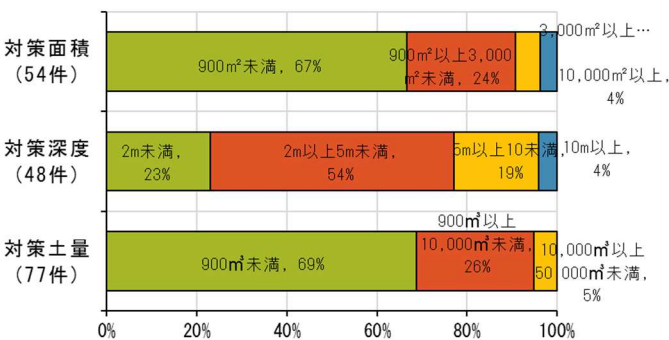


図-20 油分を含む場合の対策規模 (対策面積、対策深度、対策土量) の割合 (任意回答)

3.2.2 対策規模の傾向

図-18 から図-20 に含まれる汚染物質別の対策規模（「対策面積」、「対策深度」、「対策土量」）の割合を示した。

図-18 は「重金属等」を含む場合を示したが、それぞれの規模に対応した対策が行われていると推察される。

図-19 に「有機塩素系化合物」の対策規模の割合を示した。他の汚染物質に比べ、「対策深度」5 m 以上が70%以上となっており、より深い深度で対策が行われていることが見て取れる。

図-20 に「油分」の対策規模の割合を示した。他の汚染物質と比べ、「対策面積」は3,000 m² 未満が90%以上と狭く、「対策深度」は5 m 未満が約8割と浅く、「対策土量」は10,000 m³ 未満が90%以上と少ない量となっており、土壌汚染規模が比較的小さいことが示された。

3.2.3 調査結果より推察される汚染物質の傾向

1) 「重金属等」を含む場合

図-15 で示した「法調査」(29%)「条例等」(13%)を多く含めた契機に対し、図-18 に示した通り、対策規模に関係なく、図-17 に示した「区域指定を解除したかった」(29%)、「建設工事における掘削範囲だったから」(28%)という理由等で、表-1 に示すようにその65%は掘削除去後区域外処理をおこなっているものと推察される。

2) 「有機塩素系化合物」を含む場合

図-19 に示すように、他の汚染物質に比べ、「対策深度」5 m 以上が70%以上となっており、より深い深度で対策が行われていることが

見て取れる。図-16で示した「地下水汚染の拡大の防止」（27%）「地下水のみの原位置浄化」（10%）等の特徴的な対策と考え合わせ、地下水汚染に対応した対策が行われていることが推察できる。

3) 「油分」を含む場合

図-15に示すように「有機塩素系化合物」と同様に「自主調査」（86%）が主な契機となっているのにもかかわらず、表-1に示す通り、「掘削除去後区域外処理」を行っている割合（53%）が高い。そして図-20に示す通り、比較的対策規模が他の汚染物質を含む場合よりも小さいにも関わらず、図-17に示すように「掘削除去後区域外処理」を行っている理由が、「土壌汚染の規模が比較的小さかった」（10%）ではなく、「対象汚染物質では原位置浄化困難」（33%）や「工期が短く済む」（27%）が主な理由であった。

4. まとめ

会員企業に対して行った平成30年度の調査並びにこれまでの調査から、全体的な傾向としては「土壌汚染の除去」については選択された対策中、減少傾向にあったものが平成28年度実績から増加に転じ、「掘削除去一区域外処理」についても「土壌汚染の除去」の傾向と同じく平成28年度実績からは多くなっていることがわかった。また、「地下水の水質の測定」や「地下水のみの原位置浄化」は平成27年度実績まで微増傾向がみられていたが、平成28年度実績以降は減少している状況が確認された。「地下水汚染の拡大防止」については10数%で推移していたが、平成29年度実績は22%まで増加していた。

しかしながら詳細にデータを解析すると、「3.1.2 汚染物質ごとの適用された対策の特徴」で示したように、「重金属等」が関連しない「有機塩素系化合物」のみを対象とする場合など汚染物質の組合せや理由によっては、「掘削除去後区域外処理」以外の対策を選択している状況が確認され、過年度まで述べてきた法の意図する技術適用が浸透している状況が継続して確認することができた。今後も継続して動向を把握していきたい。

任意回答によって得られた「掘削除去後区域外処理を選択した理由」や、対策規模（「対策面積」、「対策深度」、「対策土量」）の設問と対策等を複合的視点で勘案することにより、新たな知見を得ることができた。このうち「3.2 実態調査から把握された事柄」で述べたように、土壌汚染物質対策は、「契機」、「含まれている汚染物質」と汚染区域の規模、さらに対策を行うに際して何を重要視するかにより選択が行われている状況が見受けられた。さらに本報告では述べることはできなかったが、土地利用、対策費用も含めて総合的な判断などから対策が選択されている状況を推察することができた。

5. おわりに

土壌環境センター技術委員会技術実態集計分科会では、会員企業に対し土壌・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査を実施し、調査結果と対策との関連に関する動向を取りまとめ提供している。

平成29年度のみの実態調査結果の取りまとめは別報にて報告する。

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に役立つ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したい。

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