

(S3-31) 土壤・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(経年変化とその考察)

○熱田 真一¹・阿部 美紀也¹・西谷 英晃¹・鈴木 弘明¹・技術実態集計分科会¹
¹ 土壤環境センター

1. 背景および目的¹⁾

一般社団法人土壤環境センター（以下、「センター」）技術委員会技術実態集計分科会（以下、「当分科会」）では、毎年、センター会員企業（以下、「会員企業」）を対象に前年度に行った土壤・地下水汚染対策の適用技術に関して、アンケート形式で「土壤・地下水汚染の対策時の技術適用に関する実態調査」を行っている。本報告では、実態調査結果のうち対策の契機、対象とした汚染物質、対策の内容などについて、平成 29 年度から令和 5 年度の 7 年間における対策実態に係る経年変化や傾向などについて報告する。

2. アンケート調査の概要

アンケートでは、「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」の改訂第 2 版²⁾並びにその後の改訂第 3 版³⁾（最新は改訂第 3.1 版）を参考にし、当分科会での議論を踏まえて、土壤・地下水汚染対策の技術を 14 種類に整理した。調査対象は会員企業が元請として受注した対策工事とし、採用した対策について、それぞれの案件（サイト）ごとに選択肢の中から該当するものを選択する形式としている。アンケートの中から以下の①～⑦の質問項目の回答を年度ごとに集計した結果のうち、本報告では、平成 29 年度から令和 5 年度まで^{4)~10)}の経年変化を質問項目ごとや、クロス集計してまとめている。

- | | | |
|---|-------------|---------------|
| ①対策の契機 | ②対象となった汚染物質 | ③選択された対策と汚染状態 |
| ④土壤汚染の除去の種類 | ⑤掘削除去後の処理 | ⑥原位置浄化工法の種類 |
| ⑦対策の傾向を得るための参考情報（対策面積、対策深度、対策土量、対策費用など） | | |

なお、同じ場所で複数の契機や複数の汚染物質に対応した場合も 1 つのサイトとして扱っているため、一般的な土壤・地下水汚染対策とは異なる対策が集計に含まれる場合があるのでご留意いただきたい。

3. 調査結果

平成 29 年度から令和 5 年度（調査対象年度）までの実態調査^{4)~10)}から得られた集計結果を踏まえ、対策方法等の割合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。平成 30 年度以降は令和 2 年度を除き、500 件を下回る事例数で減少傾向にあったが、令和 5 年度は前年度より 46 件増加した。

調査対象年度

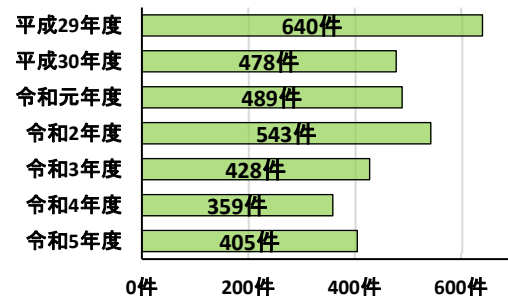


図-1 実態調査で収集した事例数の推移^{4)~10)}

3.1 全体の傾向

3.1.1 対策の契機・対象汚染物質と選択された対策の推移

対策の契機を図-2 に、対策の対象となった汚染物質を図-3 に、選択された対策を図-4 に示す。

図-2 に示す対策の契機は、「自主契機による汚染の発覚を受けて自主対策を実施」（以下、「自主契機」）の割合が平成 29 年度は 68% でそれ以降は 50% 台で推移し、令和 5 年度は 49% となった。「土壤汚染対策法に基づく調査による汚染の発覚」（以下、「法契機」）は、平成 29 年度の 17% から令和 5 年度は 36% まで増加した。「地方条例又は要綱に基づく調査による汚染の発覚」（以下、「条例等契機」）は平成 30 年度で 20% であったが、以降は 10% 台で推移している。「自主契機による汚染の発覚を受けて法 14 条申請した土地

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

Shinichi Atsuta¹, Mikiya Abe¹, Hideaki Nishitani¹, Hiroaki Suzuki¹

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）土壤環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

における対策実施」（以下、「14 条契機」）は 7 年間を通して全一桁の割合である。

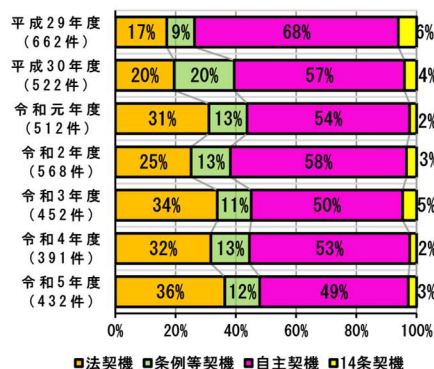


図-2 対策の契機
(複数回答を含む) 4)~10)

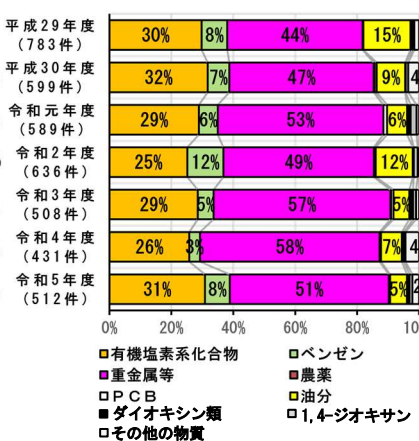


図-3 対策対象の汚染物質
(複数回答を含む) 4)~10)

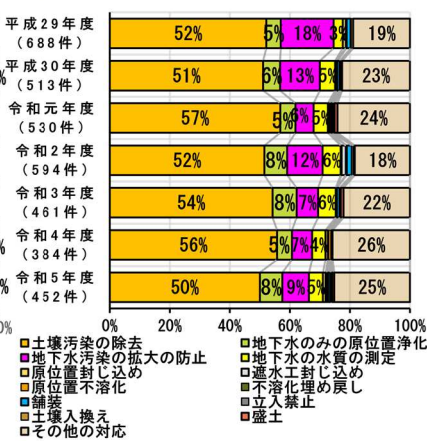


図-4 選択された対策の推移
(複数回答を含む) 4)~10)

図-3 に示す対策対象の汚染物質は、「重金属等」が増加傾向を示していたが、令和 5 年度は 51%に減少し、一方で「有機塩素系化合物」が 31%に増加した。「ベンゼン」、「油分」は平成 29 年度から 3 年間の減少傾向から令和 2 年度はともに 12%と増えたが、それ以降の 3 年間は一桁の割合で推移している。

図-4 に示す選択された対策の推移は、「土壌汚染の除去」が一貫して 50%台である。「地下水汚染の拡大の防止」は平成 29 年度から令和元年度まで二桁台を示す年度もあったが、令和 3 年度以降は一桁台となっている。「地下水のみの原位置浄化」は一定の割合で行われているが、7 年間を通して割合は一桁である。同様に、法の措置である「地下水の水質の測定」も、7 年間を通して割合は一桁だが実施されている。「その他の対応」は、法の措置の「地下水の水質の測定」と異なる地下水測定（自主的、条例等による地下水モニタリングなど）が 9 割程度を占めるが、ここ 3 年間はこれら「その他の対応」が 25%前後の割合で選択されている。

3.1.2 土壌汚染の除去方法の推移

「土壌汚染の除去」の内訳の推移を図-5 に示す。令和 4 年度までと異なり、令和 5 年度は原位置浄化の増加に連動して掘削除去の割合が減少に転じた。なお、令和 5 年度は、掘削除去後は全て汚染土壌の移動が伴う区域外処理で、区域内での浄化は行われていない。

「掘削除去－区域外処理」の処理施設は、図-6 に示すとおり「浄化等処理施設」が最も多く、毎年約 50%の割合となっている。「分別等処理施設」は近年増加傾向を示し、令和 5 年度は 39%である。一方、「セメント製造施設」は減少傾向で平成 29 年度の 20%から令和 5 年度は 4%となっている。「埋立処理施設」は令和 2 年度の 13%以外は一桁台の割合で推移している。

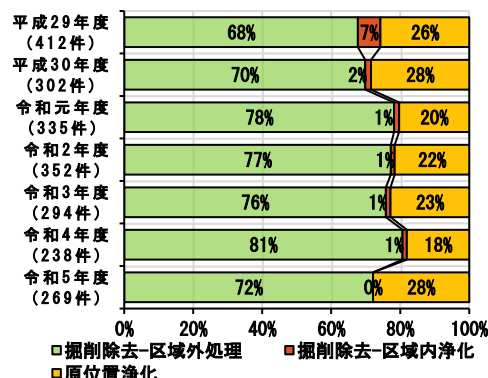


図-5 土壌汚染の除去で選択された方法の内訳の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

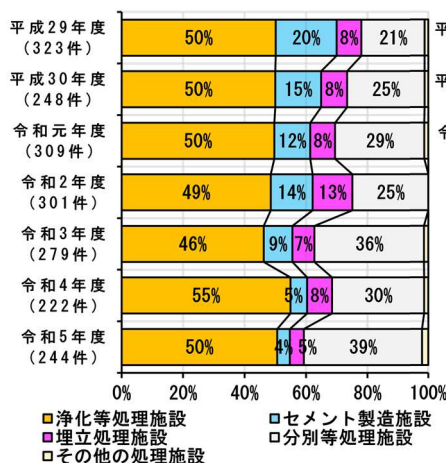


図-6 掘削土壌-区域外処理の施設の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

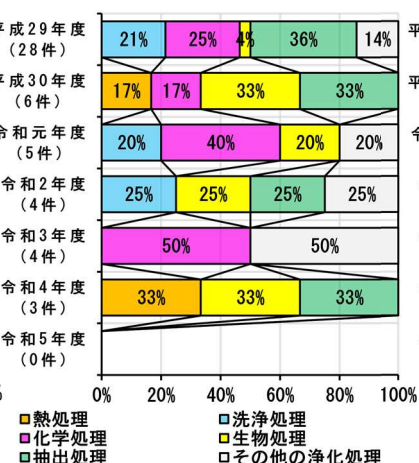


図-7 掘削土壌-区域内浄化の方法の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

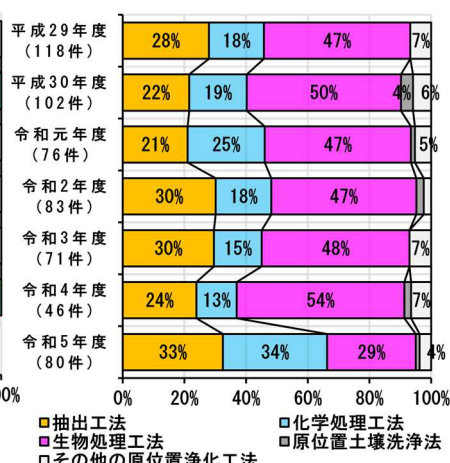


図-8 原位置浄化の方法の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

「掘削除去－区域内浄化」は、件数が少ないこともあって、図-7 に示すとおりはっきりとした傾向はみられない。なお、前記したように、令和 5 年度の「掘削除去－区域内浄化」は行われていなかった。

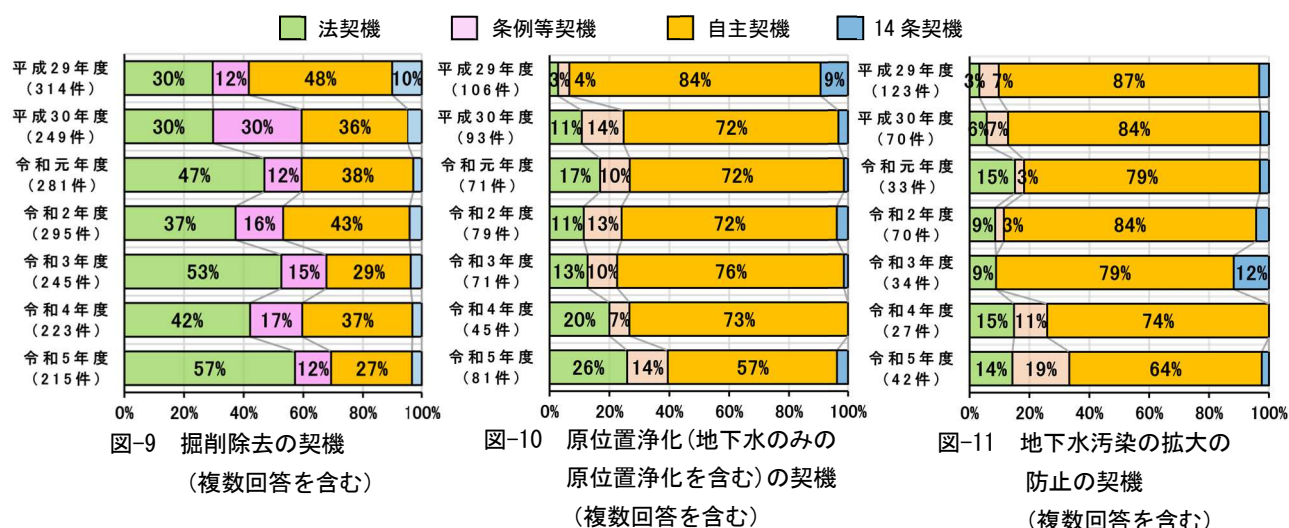
「原位置浄化」は、図-8 に示すとおり、令和 4 年度まで 50%前後を占めていた「生物処理」が、令和 5 年度に 29%と大きく減少した一方で、「化学処理」が令和 4 年度の 13%から 34%へ大きく増加している。「抽出処理」は、変動の大きいこれら二つの方法と異なり、令和 2 年度以降は 30%前後で推移している。

3.2 対策別（3 種類）の特徴

前節では平成 29 年度から令和 5 年度までの全体の傾向を記載したが、以下では「掘削除去」、「原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）」、「地下水汚染の拡大の防止」の 3 種類の対策ごとの契機や汚染物質などの特徴について得られた知見を報告する。

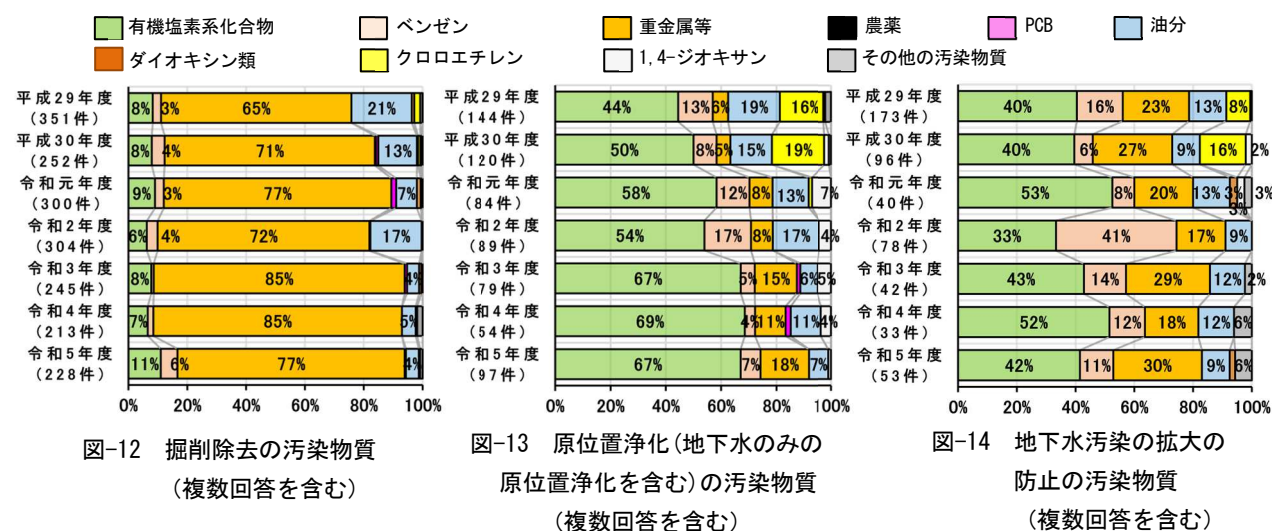
3.2.1 対策契機の推移

各対策の契機の推移を図-9 から図-11 に示す。図-9 に示すように、掘削除去は年度により変動があるが令和 5 年度は「法契機」が最大の 57%となり、一方で「自主契機」が 27%と最小であった。「条例等契機」は平成 30 年度が 30%であったが他の年度は 10%台である。原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）は「自主契機」が最も多いが、令和 5 年度は最小の 57%で「法契機」が増加傾向にある。地下水汚染の拡大の防止も令和 5 年度の「自主契機」が最小の 64%で、「法契機」と「条例等契機」の合計が 33%と増加している。



3.2.2 対象とした汚染物質の推移

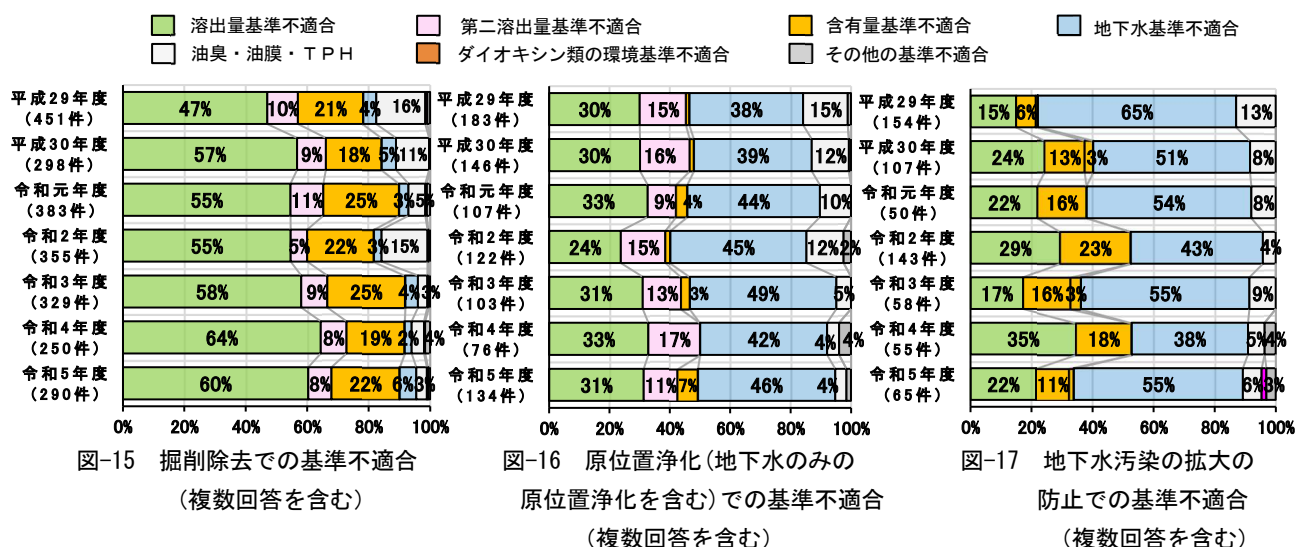
各対策での対象汚染物質の推移について図-12 から図-14 に示す。掘削除去では、図-12 に示すように「重金属等」が多く割合を占め、続いて平成 29 年度、30 年度は「油分」、「有機塩素系化合物」の順であったが、令和 3 年度以降はこれら二つが逆転している。なお、「重金属等」の掘削除去の 7 年間の推移は、図-3 で示した全ての対策を対象とした「重金属等」の割合と同じような状況にある。



原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）は、図-13 に示すように、「有機塩素系化合物」、「ベンゼン」、「クロロエチレン」の有機塩素系化合物等が一貫して 70%以上を占めている。図-14 に示すように、地下水汚染の拡大の防止も、原位置浄化と同様に有機塩素系化合物等が多くを占めるが、令和 5 年度は「重金属等」も 30%の割合となっている。なお、図-13 と図-14 に記載のクロロエチレンは、平成 29 年度より法の対象の特定有害物質となったが、適用できる技術を把握するため、その前の平成 28 年度から平成 30 年度は、調査票で個別の選択肢とした。3 年間の調査結果より、他の「有機塩素系化合物」と同様の技術が適用可能なことが確認できたため、令和元年度以降の調査票ではクロロエチレンを「有機塩素系化合物」に包含している。

3.2.3 対象とした基準不適合の推移

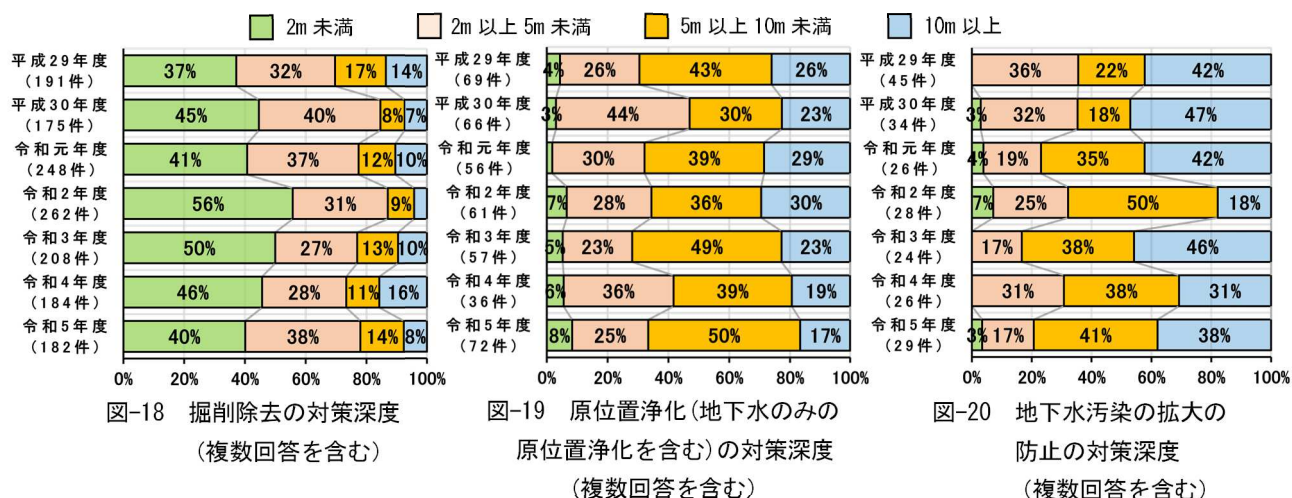
各対策が対象とした汚染物質の基準不適合の推移を図-15 から図-17 に示す。図-15 で示すように、掘削除去が対象とした主な基準不適合は「溶出量基準不適合」であるが、「含有量基準不適合」も 20%程度を占めている。図-16 の原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）と図-17 の地下水汚染の拡大の防止は、ほぼ同じ傾向を示しているが、後者の方が年度ごとの変動が大きい。また、7 年間を通して原位置浄化、地下水汚染の拡大の防止ともに「地下水基準不適合」の割合が大きい。



3.2.4 対策深度の推移

対策深度の推移を図-18 から図-20 に示す。これらの図より、各対策での深度の違いが読み取れる。

まず、図-18 の掘削除去は、深度の浅い「2 m 未満」と「2 m 以上 5 m 未満」の割合が大きい。図-19 の原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）は、「2 m 未満」の割合は一桁台と小さく、2 m 以上の深度が 90%以上を占めている。図-20 の地下水汚染の拡大の防止は、原位置浄化と類似しているが、他の対策と比較して「10 m 以上」の割合が大きいのが特徴と言える。



3.2.5 対策費用の推移

対策費用の推移を図-21 から図-23 に示す。図-21 の掘削除去の対策費用は、「10 百万円未満」、「10 百万円以上 30 百万円未満」、「30 百万円以上 1 億円未満」の 3 区分が概ね 20%以上の割合だが、ここ 3 年間は 1 億

円以上の割合が30%以上で推移している。

図-22の原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）の対策費用は、一貫して30百万円未満の割合が掘削除去より大きい状況だが、その一方で、令和2年度以降は1億円以上の割合が増加している。

図-23の地下水汚染の拡大の防止の対策費用は、「10百万円未満」が44～66%と他の2つの対策より低い費用の割合が大きい。

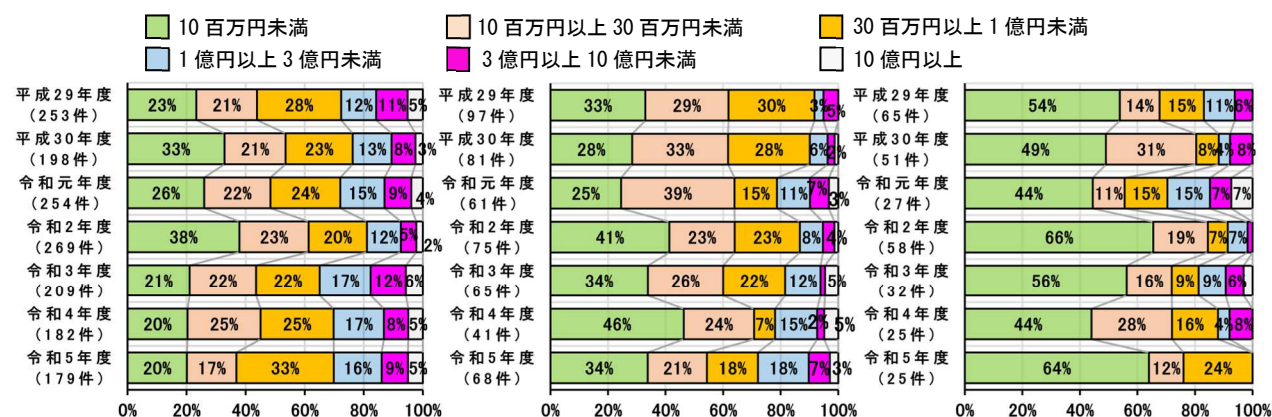


図-21 掘削除去の対策費用
(複数回答を含む)

図-22 原位置浄化(地下水のみの
原位置浄化を含む)の対策費用
(複数回答を含む)

図-23 地下水汚染の拡大の
防止の対策費用
(複数回答を含む)

4. 考 察

会員企業に対して行った平成29年度から令和5年度の調査結果について、以下に傾向と考察を記載する。

4.1 全体的な傾向

全体の傾向は3.1で記述したように、対策の契機は、「自主契機」の割合が平成30年度以降は減少傾向にあったものの50%台を維持していたが令和5年度は49%となり、一方で、「法契機」は増加傾向で令和5年度は36%と7年間で最大の割合となった。これは、令和元年度の改正法施行で、法の対象となる契機が拡大したことが要因の一つにあると推察している。

対策の対象となった汚染物質の割合は、「重金属等」が令和4年度までは若干の増加傾向にあったが、令和5年度は前年度58%から51%へ減少し、一方で、「有機塩素系化合物」は前年度26%から31%へ増加した。「油分」、「ベンゼン」は期間初期の平成29年度から減少傾向で、ここ3年間は数%である。

選択された対策の割合は、「土壌汚染の除去」が50%台で推移し、「地下水のみの原位置浄化」、「地下水の水質の測定」、「地下水汚染の拡大の防止」は、いずれも令和3年度以降は10%を切る割合となっている。「土壌汚染の除去」の内訳は、「掘削除去」後の土の移動が伴う「区域外処理」が70%から80%ほどで、令和5年度は区域内での浄化等は実施されていない。一方、「原位置浄化」の7年間で割合は20%台が大部分である。

4.2 対策別(3種類)の傾向

全体の傾向とは別に、3.2で記述したように、「掘削除去」、「原位置浄化(地下水のみの原位置浄化を含む：以下、(地下水のみを含む))」、「地下水汚染の拡大の防止」の3種類の対策について、契機や汚染物質との関係を整理したところ、対策の選択に特徴があることが確認された。

各対策の契機の推移は、掘削除去の場合は年度により変動があるものの、令和5年度は「法契機」が7年間で最大の57%、逆に「自主契機」が最小の27%となった。原位置浄化(地下水のみを含む)も、「法契機」が増加傾向にあり令和5年度は最大の26%で、「自主契機」は最小の57%であった。「自主契機」の減少傾向は、地下水汚染の拡大の防止でも確認され、令和5年度は最小の64%となっている。こうした後者2種類の地下水を対象とした対策に見られる傾向の要因として、地下水汚染は対策対象のサイト外に拡がる可能性があるため、地下水環境の保全と相まって、法契機の調査で地下水汚染の存在が確認された場合の対策実施に繋がっているケースがあると推察している。

対象汚染物質は、掘削除去では一貫して「重金属等」が多くを占めている。なお、平成29年度から令和2年度まで(令和元年度を除く)は次いで「油分」であったが、令和3年度以降は「有機塩素系化合物」と逆転している。原位置浄化(地下水のみを含む)は、令和元年度以降「有機塩素系化合物」、「ベンゼン」の有機塩

素系化合物等が70%以上を占め、「重金属等」もここ3年間は10%台を占めている。地下水汚染の拡大の防止は原位置浄化（地下水のみを含む）と同様に有機塩素系化合物等が多くを占めるが、「重金属等」も令和5年度は30%と高めの割合となっている。

対策深度については、掘削除去で割合の大きい深度は5m未満、原位置浄化（地下水のみを含む）が2m以上10m未満、地下水汚染の拡大の防止が5m以上で、違いが生じている。

対策費用は、対策面積と深度、汚染物質の種類や濃度等に影響されるが、対策額は、「地下水汚染の拡大の防止 < 原位置浄化（地下水のみを含む） < 掘削除去」の順であった。

以上のように、対策別の傾向をまとめると、掘削除去は「法契機」で、汚染物質が「重金属等」の場合に実施され、対策深度は「5m未満」が多く、対策費用については高額になると推察された。原位置浄化（地下水のみを含む）と地下水汚染の拡大の防止は、「自主契機」が多くを占め、汚染物質は「有機塩素系化合物」、「ベンゼン」の割合が大きい等の複数の共通点がある。一方で、双方の違いとしては、地下水汚染の拡大の防止は、汚染物質の「重金属等」や深い深度の割合が比較的大きく対策費用の額は小さい状況であった。

5. おわりに

当分科会では、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継続して実施し、汚染に係る調査結果と対策との関係等を取りまとめて提供している。

本報告では、アンケート結果について当分科会が別途に報告している単年度の解析^りと併行し、経年変化の全体的な動きや対策ごとの時系列での傾向を読み解くことを目的にまとめている。ただし、会員企業へのアンケートの集計であるという性格上、会員の動向等の影響を受ける点に留意する必要がある。

今後も毎年継続している対策時の技術適用に関するアンケート調査の結果について、蓄積した情報を経年変化としてまとめることにより、対策方法や技術の動向についての実態把握に努め、会員企業を始めとした技術開発や対策検討、さらには広く社会に有用な情報発信を図っていきたい。

参考文献

- 1) 阿部美紀也，西谷英晃，森脇涼介，河内幸夫，技術実態集計分科会（2025）：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（令和5年度実態調査），第30回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，投稿中。
- 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。
- 3) 環境省（2019）：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3版。
- 4) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2019）：『平成30年度 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』調査結果（平成29年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/H30_survey_summary.pdf
- 5) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2020）：『令和元年度 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』調査結果（平成30年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R1_survey_summary.pdf
- 6) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2021）：『令和2年度 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』調査結果（令和元年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R2_survey_summary.pdf
- 7) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2022）：『令和3年度 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』調査結果（令和2年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R3_survey_summary.pdf
- 8) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2023）：『令和4年度 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』調査結果（令和3年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R4_survey_summary.pdf
- 9) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2024）：『令和5年度 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』調査結果（令和4年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/r5_survey_summary.pdf
- 10) （一社）土壌環境センター 技術委員会 技術実態集計分科会（2025）：『令和6年度 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』調査結果（令和5年度実績）。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/R6_survey_summary.pdf