

(S4-29) 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(経年変化とその考察)

○河内 幸夫¹・熱田 真一¹・森脇 涼介¹・西谷 英晃¹・鈴木 弘明¹・阿部 美紀也¹・技術実態集計分科会¹
¹ 土壌環境センター

1. 背景および目的¹⁾

一般社団法人土壌環境センター（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壌・地下水汚染対策の適用技術に関して、アンケート形式で「土壌・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30年度から令和6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」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、土壌・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30年度から令和6年度まで^{4)~10)}の経年変化を質問項目ごと、クロス集計等についてまとめている。

- 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土壌汚染の除去の種類 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、一般的な土壌・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。また、集計結果の図示に際し、図中の割合を四捨五入で丸めているため、合計値が100%にならない場合がある。

3. 調査結果

平成30年度から令和6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。ここ7年間は、令和2年度以外は500件を下回る事例数で推移しており、令和6年度は最少の358件であった。

調査対象年度

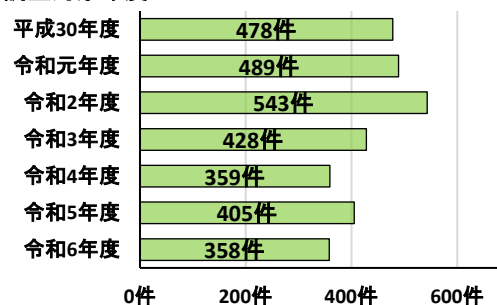


図-1 実態調査で収集した事例数の推移^{4)~10)}

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。

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30年度以降に減少傾向を示し、令和6年度は45%となった。一方で、「土壌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30年度の20%から漸増し、令和6年度は38%まで増加した。

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

Yukio Kawauchi¹, Shinichi Atsuta¹, Ryosuke Moriwaki¹, Hideaki Nishitani¹, Hiroaki Suzuki¹, Mikiya Abe¹
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

「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 年度に 20%であったが、以降は 11～13%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 条申請した土地における対策実施」（以下、「14 条契機」）は 7 年間を通して全て一桁の割合である。

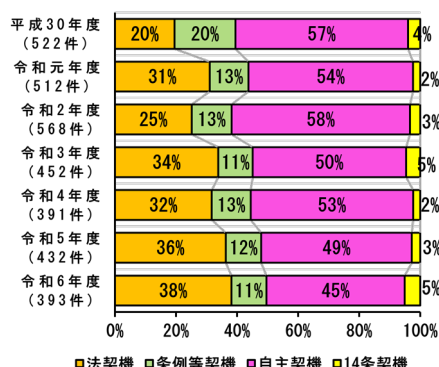


図-2 対策の契機
(複数回答を含む) 4)~10)

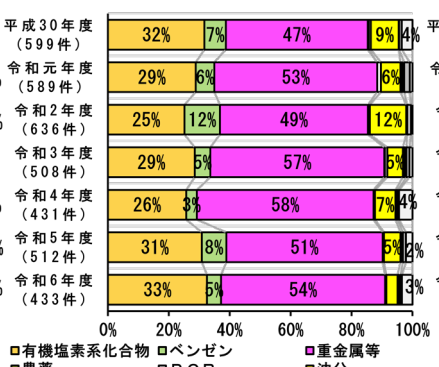


図-3 対策対象の汚染物質
(複数回答を含む) 4)~10)

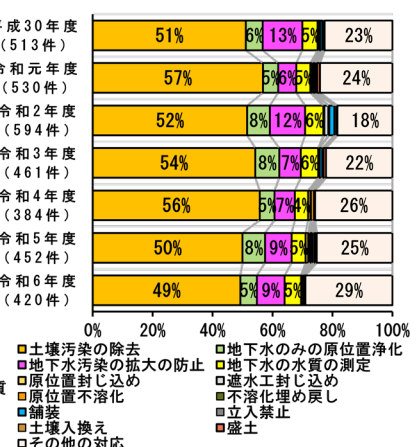


図-4 選択された対策の推移
(複数回答を含む) 4)~10)

図-3 に示す対策対象の汚染物質は、「重金属等」が平成 30 年度の 47%から令和 4 年度の 58%まで漸増していたが、令和 5 年度、6 年度は 51%と 54%であった。「有機塩素系化合物」は 7 年間を通して 30%前後で推移している。「ベンゼン」、「油分」は、令和 3 年度以降の 4 年間はいずれも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 50%台であったが、令和 6 年度は 49%となった。「その他の対応」は、法の措置と異なる地下水の測定（自主的、条例等による地下水モニタリングなど）が 9 割程度を占める対策であり、令和 2 年度以降の推移に増加傾向が確認されている。

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。「掘削除去」後の処理は、令和 5 年度、6 年度は全て汚染土壌の搬出が伴う区域外処理で、区域内での浄化は行われていない。「原位置浄化」は、7 年間を通して概ね 20%台の割合で実施されている。

「掘削除去」後の処理施設は、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。次いで、「分別等処理施設」は、ここ 4 年間の割合が 30%台を示している。一方、「セメント製造施設」は減少傾向で、令和 3 年度以降は一桁台となっている。「埋立処理施設」もほぼ同様の推移で、令和 2 年度の 13%以外は一桁台の割合である。

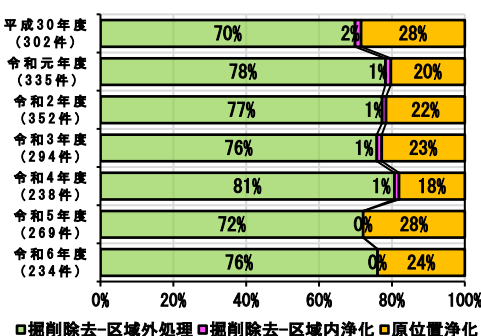


図-5 土壌汚染の除去で選択された方法の内訳の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

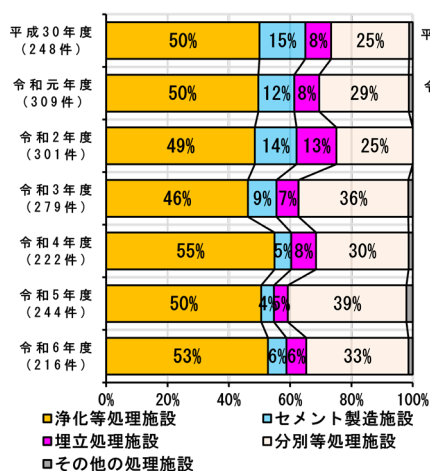


図-6 掘削除去-区域外処理の施設の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

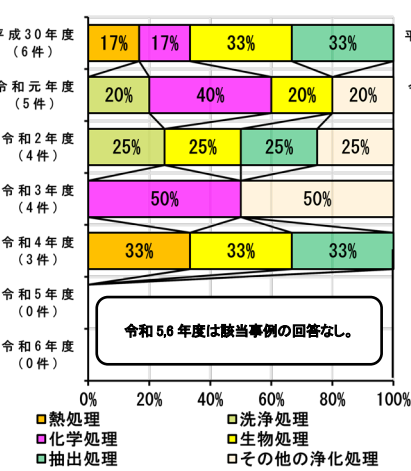


図-7 掘削除去-区域内浄化の方法の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

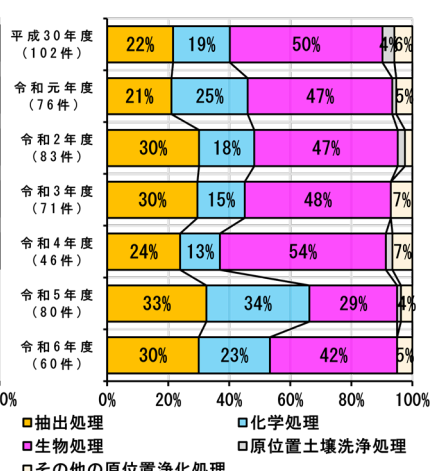


図-8 原位置浄化の方法の推移 (複数回答を含む) 4)~10)

「掘削除去一区域内浄化」は、平成30年度から令和4年度の期間は件数が少ないものの実施されていたが、図-7に示すように令和5年度、6年度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%と減少したが、令和6年度に42%まで回復した。一方で、「化学処理」は令和5年度の34%から令和6年度は23%へ減少した。これら二つと異なり、「抽出処理」は令和2年度以降、30%前後で推移している。

3.2 対策別（3種類）の特徴

本節では、「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6年度は「法契機」が最大の61%まで増加し、一方で「自主契機」が最小の21%となった。「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。図-10に示すように、原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）も令和2年度以降は「法契機」が増加傾向であったが、令和6年度は「自主契機」の増加に伴い15%に減少している。なお、図-11に示すように、地下水汚染の拡大の防止の令和4年度から6年度は、原位置浄化と同様な推移を示している。

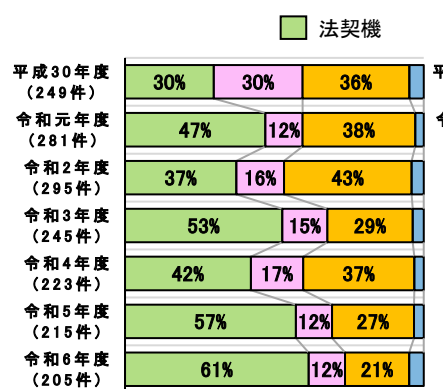


図-9 掘削除去の契機
(複数回答を含む)

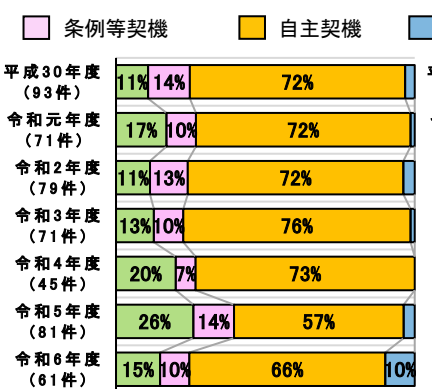


図-10 原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）の契機
(複数回答を含む)

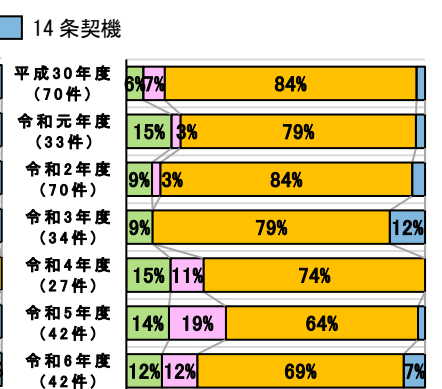


図-11 地下水汚染の拡大の防止の契機
(複数回答を含む)

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7年間を通して80%前後の割合を占めている。平成30年度や令和2年度は、続いて「油分」の順であったが、令和3年度以降は「有機塩素系化合物」の割合が2番目となっている。なお、「重金属等」の掘削除去の推移は、図-3に示す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。

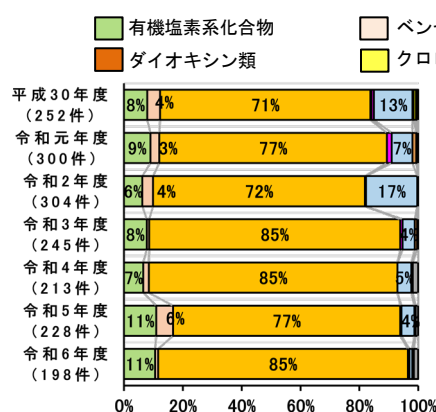


図-12 掘削除去の汚染物質
(複数回答を含む)

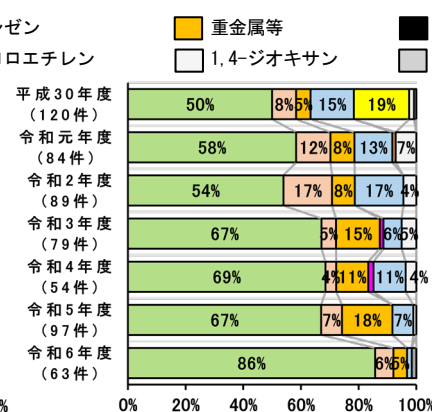


図-13 原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）の汚染物質
(複数回答を含む)

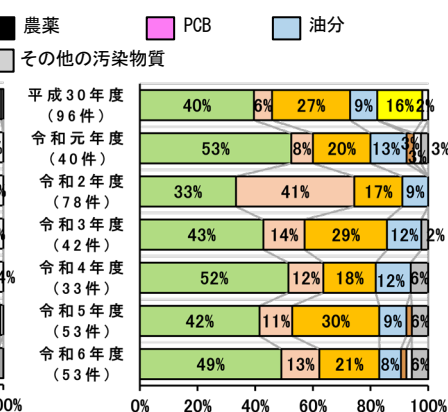


図-14 地下水汚染の拡大の防止の汚染物質
(複数回答を含む)

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」の合計が継続して 70%以上を占め、令和 6 年度は「ベンゼン」を加えた割合が最大の 92%を示した。図-14 に示す地下水汚染の拡大の防止も、原位置浄化と同様に「ベンゼン」を加えた「揮発性有機化合物」が多くを占めている。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、適用された対策技術を調査するため、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 年間の調査結果から、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、掘削除去に対する主な基準不適合は「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、ほぼ同じ傾向だが、後者の方の変動が令和 4 年度までは大きい状況であった。なお、原位置浄化、地下水汚染の拡大の防止は、ともに地下水汚染を対象とした対策技術であり、7 年間を通して「地下水基準不適合」の割合が大きい。

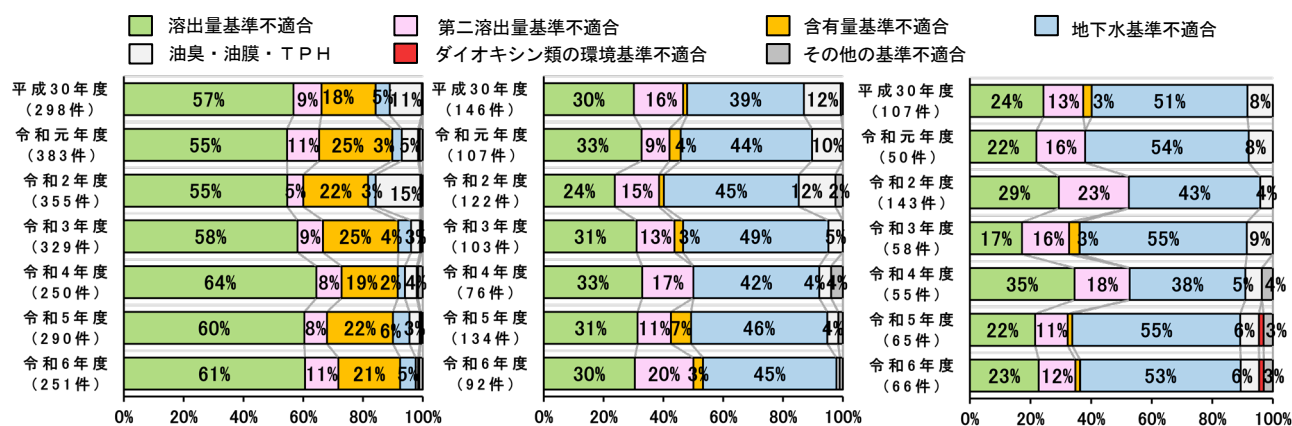


図-15 掘削除去での基準不適合
(複数回答を含む)

図-16 原位置浄化(地下水のみの
原位置浄化を含む)での基準不適合
(複数回答を含む)

図-17 地下水汚染の拡大の
防止での基準不適合
(複数回答を含む)

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「2m 未満」と「2m 以上 5m 未満」の割合が大きい傾向がある。図-19 の原位置浄化（地下水のみの原位置浄化を含む）は、掘削除去と異なり、「2m 未満」の割合が一桁台と小さく、5 m 以上の深度が 60%程度を占める傾向がみられる。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 2 つの対策と比較して「10 m 以上」の割合が大きくなる傾向が特徴である。

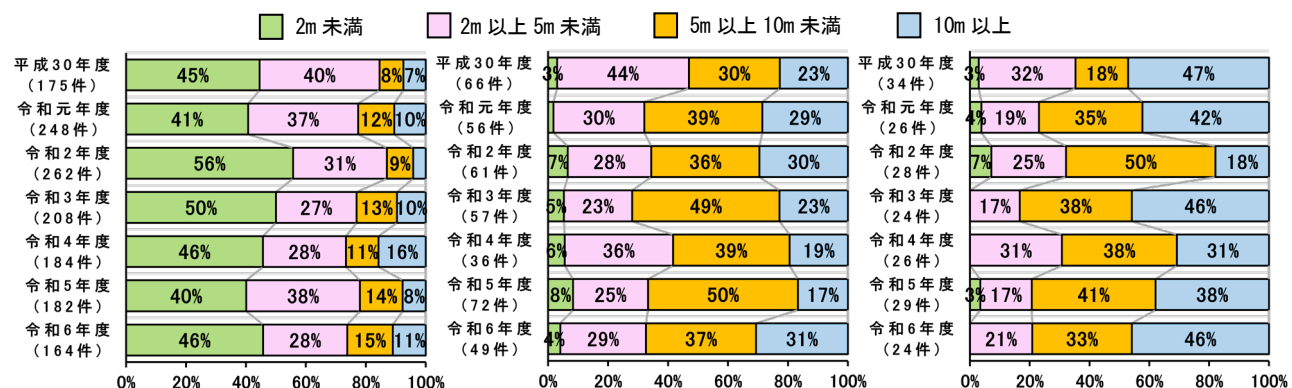


図-18 掘削除去の対策深度
(複数回答を含む)

図-19 原位置浄化(地下水のみの
原位置浄化を含む)の対策深度
(複数回答を含む)

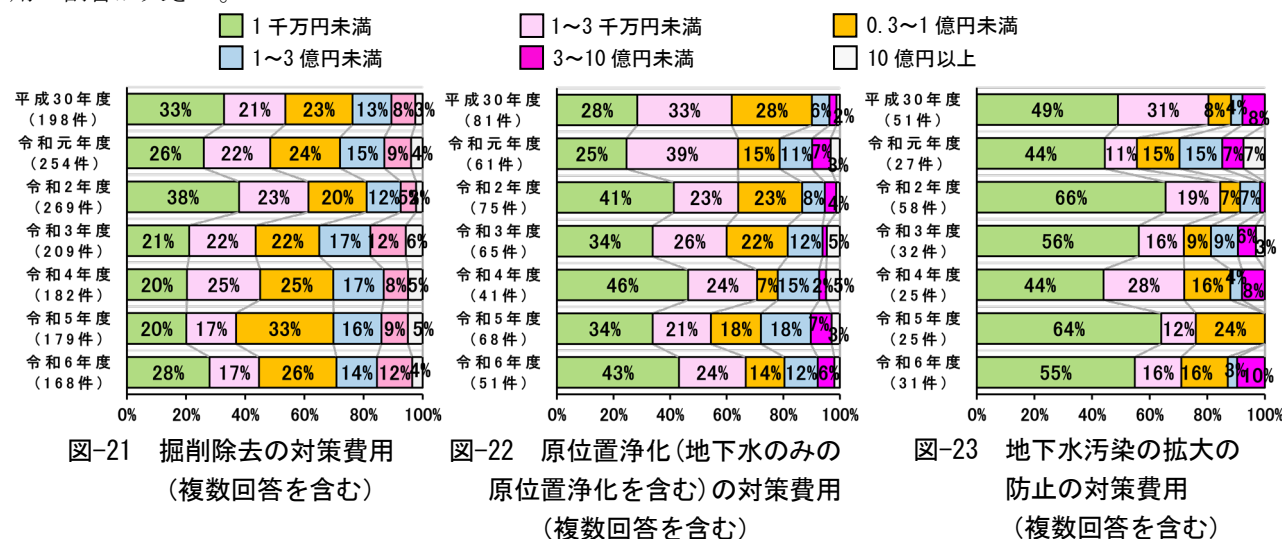
図-20 地下水汚染の拡大の
防止の対策深度
(複数回答を含む)

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 の掘削除去のここ 3 年間の対策費用は、「1 千万円未満」、「1~3 千万円未満」、「0.3~1 億円未満」の合計が 70%、1 億円以上の割合が 30%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 1 億円未満の割合が掘削除去より大きく、その一方で 1 億円以上の割合が小さい状況にある。

図-23 の地下水汚染の拡大の防止の対策費用は、「1 千万円未満」が 44～66%と他の 2 つの対策より低い費用の割合が大きい。



4. 考 察

会員企業に対して行った平成 30 年度から令和 6 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

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で、令和 5 年度の 49%に引き続き、令和 6 年度も半分以下の 45%となった。一方で、「法契機」は増加傾向が継続しており、令和 6 年度は 38%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依然として拡大しているのが要因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」が平成 30 年以降は若干の増加傾向にあったが、直近 2 年間は 50%強で推移している。一方で、「有機塩素系化合物」は 7 年間を通して 30%前後で推移している。「ベンゼン」、「油分」の割合は令和 2 年度に二桁台を示したが、その後は双方ともに数%である。

選択された対策の割合は、「土壌汚染の除去」が一貫して 50%台で推移してきたが、ここ 2 年間は漸減しており令和 6 年度は 49%であった。法の措置としての地下水対策である「地下水のみの原位置浄化」、「地下水の水質の測定」及び「地下水汚染の拡大の防止」の合計は、20%前後で推移している。「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%で、令和 5 年度、6 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 年間の割合は、ほぼ 20%台で推移している。

4.2 対策別（3 種類）の傾向

全体の傾向とは別に、「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。

各対策の契機は、掘削除去の場合は年度ごとに変動しているが、令和 5 年度に引き続き、令和 6 年度は「法契機」が 7 年間で最大の 61%、逆に「自主契機」が最小の 21%となった。原位置浄化（地下水のみを含む）も令和 5 年度までは「法契機」が増加傾向にあったが、令和 6 年度は 15%に減少した。こうした傾向は、地下水汚染の拡大の防止でも確認され、令和 5 年度と令和 6 年度の契機の変動は、ほぼ同じ状況となっている。このような地下水を対象とする 2 つの対策に見られる共通した傾向は、どのような契機の場合でも、調査で地下水汚染の存在が確認された場合は、汚染が対策対象のサイト外に広がる可能性があり、かつ地下水環境の保全と相まって、これら 2 つの対策の適用が好ましい状況となることが要因になっていると考えている。

対象汚染物質については、掘削除去は一貫して「重金属等」が 80%前後と多くを占めている。なお、次いで多いのは平成 30 年度と令和 2 年度は「油分」であったが、令和 3 年度以降は「有機塩素系化合物」に代わっている。原位置浄化（地下水のみを含む）は、7 年間を通して「ベンゼン」等を加えた「揮発性有機化合物」が 70%以上を占め、令和 6 年度の割合は最大の 92%に達した。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」が多くを占めるが、対策の内容は浄化に限らないため、「重金属等」についても二桁台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5 m未満、原位置浄化(地下水のみを含む)が5 m以上で、地下水汚染の拡大の防止は10 m以上の割合が大きくなっている。

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、単純な費用の比較では、「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「5 m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いが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、会員企業を対象とした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となる情報発信を図っていきたい。

参考文献

- 1) 西谷英晃, 熱田真一, 森脇涼介, 河内幸夫, 鈴木弘明, 阿部美紀也, 技術実態集計分科会(2026): 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6年度実態調査), 第31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(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
- 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(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
- 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(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
- 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(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
- 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(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
- 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(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
- 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(2026): 『令和7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6年度実績)。
http://gepc.or.jp/engineer/sub-actual/r7_survey_summary.pdf