

# (0070) 新規制動向を踏まえた汚染土壌処理業の実態調査 ～文献、アンケート調査から見える対応状況～

○濱本知美<sup>1</sup>・小原智剛<sup>1</sup>・永瀬弘喜<sup>1</sup>・高橋由布子<sup>1</sup>・相澤晃<sup>1</sup>  
新規制動向を踏まえた調査対策スキームの検討部会<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 土壌環境センター

## 1. はじめに

現在、環境基準の見直しがなされており、土壌汚染対策法においては改正に伴う政省令の検討が進められている。そこで、筆者らは今後、土壌汚染問題が顕在化する可能性や法規制が見直される可能性のある化学物質に対し、その土壌・地下水汚染の調査・対策手法について、十分に整備されていないと考えられる課題を抽出し、その解決策を提示することを目的に検討を行った。本稿では、新規制物質に対する汚染土壌処理業者の対応状況、考え方などを探るため、処理業へのアンケートを実施するとともに、クロロエチレンの対応施設数の変化を調査し、保有施設との関連性について考察した。なお、アンケートは諮問第 362 号（土壌の汚染に係る環境基準及び土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の見直し等について、平成 25 年 10 月 7 日）に示されたクロロエチレン、1,4-ジオキサン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、カドミウムの 6 物質を対象に行ったが、本稿ではクロロエチレンと 1,4-ジオキサンについて報告する。

## 2. 調査方法

### 1) アンケート調査

環境省のホームページで公表されている、土壌汚染対策法に基づく汚染土壌処理業者一覧から第一種特定有害物質の許可を持つ企業および土壌環境センター会員企業の 41 社を選定し、アンケート票を送付した。

- ・アンケート回答社数：25 社
- ・アンケート期間：平成 29 年 8 月 25 日～9 月 29 日

アンケートは、クロロエチレンの追加や 1,4-ジオキサンの追加見込みに対し、設備の増強や受け入れ条件などの変更予定、処理費などについて問うものであり、クロロエチレン 5 問、1,4-ジオキサン 10 問（いずれも自由記載を含む）であった。アンケート回答企業の設備と許可項目を表 1 に示す。

表 1 アンケート回答企業の施設内訳

No.	汚染土壌処理施設の種類の種類						No.	汚染土壌処理施設の種類の種類					
	①浄化等処理施設(浄化)	②浄化等処理施設(溶融)	③浄化等処理施設(不溶化)	④セメント製造施設	⑤埋立処理施設	⑥分別等処理施設		①浄化等処理施設(浄化)	②浄化等処理施設(溶融)	③浄化等処理施設(不溶化)	④セメント製造施設	⑤埋立処理施設	⑥分別等処理施設
1	—	—	—	—	○	—	14	○	—	—	—	—	○
2	○	—	○	—	○	○	15	○	○	○	—	○	—
3	—	—	—	—	○	—	16	○	—	○	—	—	○
4	—	—	—	—	○	—	17	○	—	—	—	—	○
5	—	—	—	—	○	—	18	—	—	—	—	○	—
6	○	—	○	—	—	○	19	○	—	—	—	—	○
7	—	—	—	—	○	—	20	○	—	—	—	—	○
8	—	○	—	—	○	—	21	○	—	—	—	○	○
9	—	—	—	—	○	—	22	—	—	—	—	○	—
10	○	—	—	—	—	○	23	—	—	—	—	○	—
11	○	—	○	—	—	○	24	—	—	○	—	—	○
12	—	—	—	—	○	—	25	○	—	○	—	—	○
13	—	—	—	—	○	—							

### 2) クロロエチレン対応施設数調査

環境省のホームページで公表されている、土壌汚染対策法に基づく汚染土壌処理業者一覧に記載されているクロロエチレンの処理業許可施設数（平成 29 年 4 月～12 月）の推移を追った。

A study of remediation technologies for contaminated soil based on new regulation trend

Actual situation by literature research and questionnaire survey

Tomomi Hamamoto<sup>1</sup>, Tomoyoshi Obara<sup>1</sup>, Hiroki Nagase, Yuko Takahashi<sup>1</sup>, Akira Aizawa<sup>1</sup> and Study group of research methods and remediation technology for soil and groundwater contaminated with un-regulated substances<sup>1</sup> (<sup>1</sup>GEPC)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-5 KS ビル 3F 一般社団法人土壌環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail [info@gepc.or.jp](mailto:info@gepc.or.jp)

### 3. 調査結果及び考察

#### 3.1 アンケート調査結果

##### 3.1.1 クロロエチレン

###### 1) 将来的に設備の新設・増強・改造等を行う予定の有無（図1）

25社中15社が「現状の設備で対応可能」と回答した。15社の設備は埋立処理施設、浄化等処理施設（抽出-洗浄、抽出-熱脱着、分解-熱分解）、熔融処理施設と多岐にわたり、施設による傾向はない。これは、平成29年4月のクロロエチレンが追加指定された法改正の際に、設備構造の許可基準に変更がなかったためと考えられるほか、15社中13社が平成29年12月の段階でクロロエチレンの処理業の許可を取得していることから、自社設備での対応が可能と判断しているものと考えられる。

なお、設備の新設・増強・改造等を「既の実施した」と回答した企業が2社あったが、いずれも自社都合による施設の追加・新設とみられ、基準値の変更に起因する設備増強ではないと考えられる。

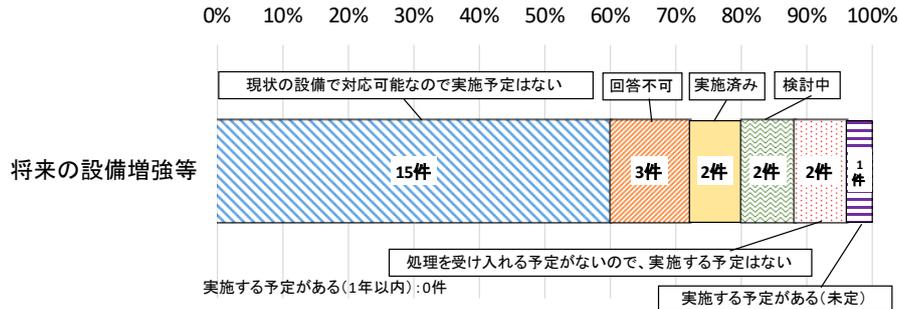


図1 クロロエチレンの将来の設備増強等について

###### 2) 設備の新設・増強・改造等を行う場合の受入条件・処理方法・品質管理方法等の変更の有無（図2）

17社が受入条件等に「特に変更はない」と回答した一方、少数ながら、受入条件や品質管理方法の変更を検討すると回答した企業も存在する。これらはいずれも埋立処理施設であり、施設の受入濃度が第二溶出量基準値以下であることから、基準値の規制強化による設備増強を行う場合には、受入条件等を変更せざるを得ない、ということを確認したと考えられる。

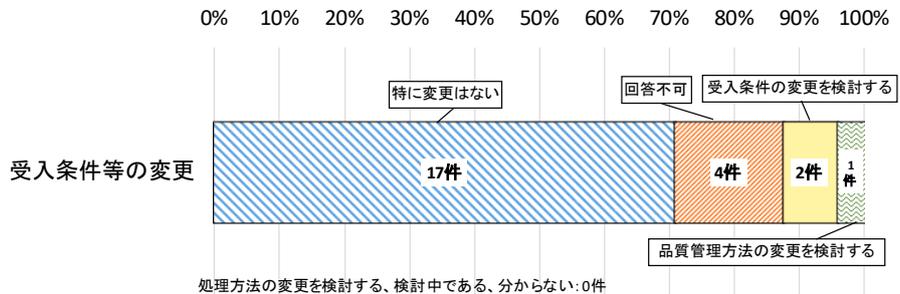


図2 クロロエチレンの受入条件等の変更について

###### 3) 処理コストの想定（一般的な第一種特定有害物質と比較）（図3）

16社が「現状の処理コスト程度」と回答した一方、「検討中」「わからない」「回答不可」が8社であり、これらの大部分が埋立処理施設を保有する企業であった。なお、現状よりも高価もしくは安価になると回答した企業はなかった。埋立処理施設を保有する企業が処理コストについて慎重な回答を示す傾向がみられ、浸出水の処理や分析方法の変更などを考慮しているものと考えられる。

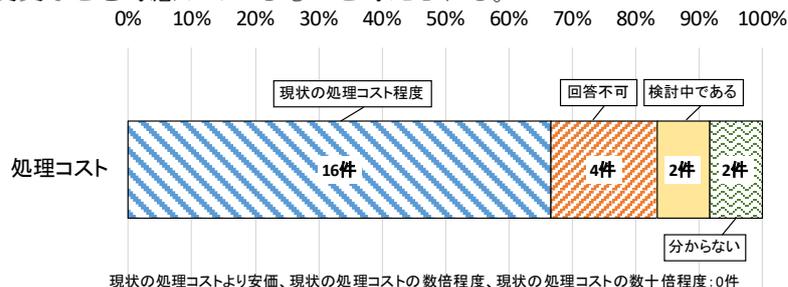


図3 クロロエチレンの処理コストについて

4) クロロエチレンの親物質による汚染土壌を処理する際の受入条件等の変更の有無 (図4)

「特に変更はない」が最も多く13社であった。これは、アンケート回答企業の多くがクロロエチレンの処理業の許可を得ており、1)の回答が示す通り「現状の処理設備で対応可能」と判断しているものと考えられる。一方で「(考慮する) 予定はない」が6社であったが、うち4社はクロロエチレンの許可を得ている。したがって、「特に変更がないので考慮する必要がない」という回答である、とも解釈できる。

なお、「検討中」、「わからない」は計4社であった。これらはいずれもクロロエチレンの許可を得ていない埋立処理施設や浄化等処理施設をもつ企業である。一方、埋立処理施設や浄化等処理施設でクロロエチレンの許可を得ている企業も多いことから、施設による傾向よりも、クロロエチレンに対する企業としての考え方が反映されていると考えられる。

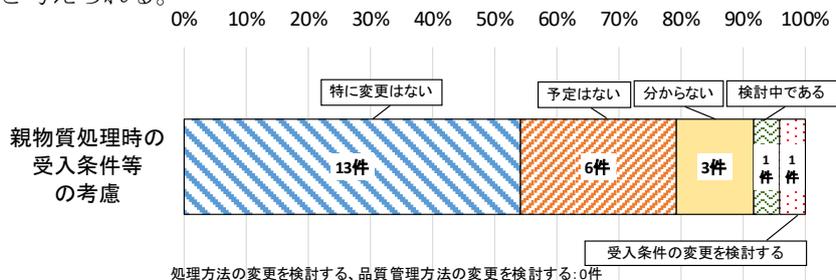


図4 クロロエチレンの親物質処理時の受入条件等の考慮について

3.1.2 1,4-ジオキサン

1) 1,4-ジオキサン含有土壌を適切に処理可能か否か (図5)

「処理可能」、「条件により可能」と回答した企業が計15社存在し、その保有施設は、溶融などの加熱施設、洗浄などの抽出施設、埋立処理施設であった。一方、「検討中」と回答した企業は4社であり、その保有施設は洗浄などの抽出施設、埋立処理施設であった。また、「処理不可能」は4社であり、洗浄などの抽出施設、埋立処理施設であった。高温の加熱施設を持つ企業は、いずれも「処理可能」「条件により可能」と回答したが、化学脱着や洗浄などの抽出施設や埋立処理施設を持つ企業は、「処理可能」から「処理不可能」まで回答が分かれた。

なお、1,4-ジオキサン含有土壌の処理実績を問うたところ、実績のある企業はなかった。

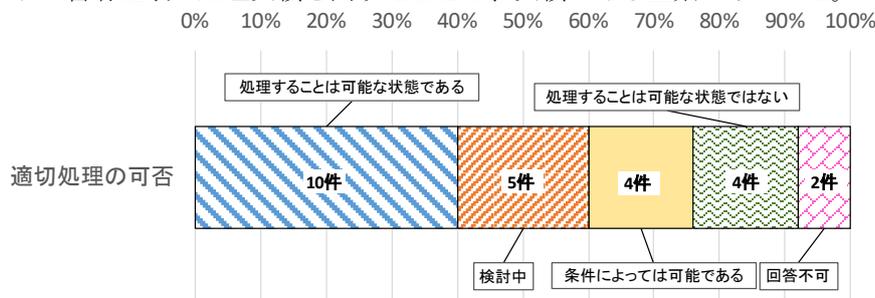


図5 1,4-ジオキサンの適切処理の可否について

2) 受入濃度の目安 (図6)

各社の考え方の違いが表れたとみられ、1)よりもさらに回答が分かれた。「受入濃度 0.05 mg/L 以下」は3社、「0.5 mg/L 以下」は6社、「5 mg/L 以下は1社」、「制限なし」は3社、「状況により判断」は6社、「回答不可」は5社であった。

これらのうち、0.5 mg/L 以下と回答した6社はいずれも埋立処理施設を有する企業である。自由意見として「第二溶出量基準相当として10倍を想定」と記入した企業もあり、埋立処理施設の代表的な意見と考えられる。また、「濃度制限なし」と回答した3社は熱分解などの加熱施設もしくは化学脱着などの抽出処理施設を有する企業であるが、「状況により適宜判断」と回答した6社も熱分解などの加熱施設もしくは化学脱着などの抽出処理施設を有する企業であった。1)の回答結果も考慮すると、加熱施設をもつ企業は、処理は可能とするものの、実際に濃度を検討する場合には、慎重な判断を行う企業の存在が明らかとなった。また化学脱着についても、高濃度でも処理が可能と考えるか否かで企業の判断が分かれた。さらに、「回答不可」と回答した5社の中には、埋立処理施設や浄化施設(抽出-化学脱着)を持つ企業が含まれており、同じ施設でも企業の判断が異なる結果となった。

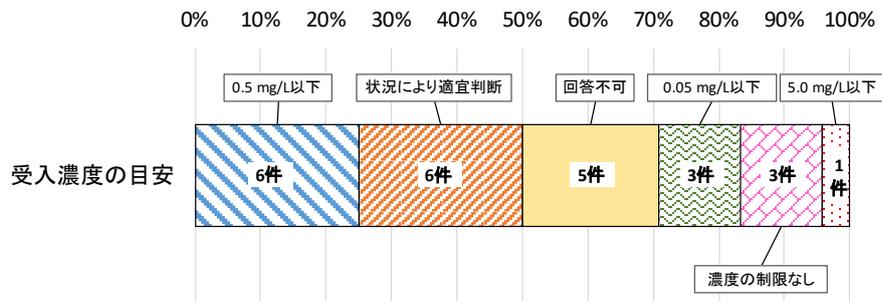


図6 1,4-ジオキサンの受入濃度の目安について

3) 想定（計画）処理方法（図7）

「埋立処分」が最も多く10社、次いで「熱処理」5社、「抽出処理」4社であった。アンケート回答企業25社のうち、15社は埋立処理施設を保有していることから、「埋立処分」の回答が多くなることは当然であるが、「熱処理」が次に挙げられたことは、1)の回答結果と同様、1,4-ジオキサン含有土壌の処理方法としては熱処理が有効、と考える企業が多いということであると考えられる。なお、「生物処理」と回答した1社は、現状では生物処理設備を所有しておらず、処理するとすれば有効ではないかという考えとのことである。

具体的な処理方法としては、複数社から溶融処理、加熱分解、埋立、化学脱着という回答を得た。また、1,4-ジオキサン含有土壌の処理方法に係る技術的課題について、以下の回答を得た。

- ・揮発しにくい物質であること
- ・分解能をもつ微生物も確認されているが、微生物分解による浄化方法が実用化されていないこと

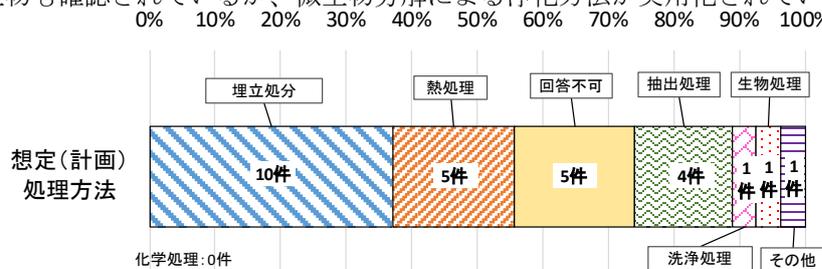


図7 1,4-ジオキサンの想定（計画）処理方法について

4) 将来的に設備の新設・増強・改造等を行う予定の有無（図8）

「現状の設備で対応可能」と回答した企業が15社と最も多く、次いで「検討中」、「回答不可」がそれぞれ4社ずつであった。「現状の設備で対応可能」と回答した企業の設備は、埋立処理施設、溶融などの熱処理施設、洗浄や化学脱着などの抽出処理施設であり、特に埋立処理と熱処理が際立った。一方、「検討中」、「回答不可」と回答した企業の設備は洗浄や化学脱着などの抽出処理施設および埋立処理施設であり、2)の回答結果と同様、同じ設備を保有しているにもかかわらず、企業としての判断が分かれている状況である。

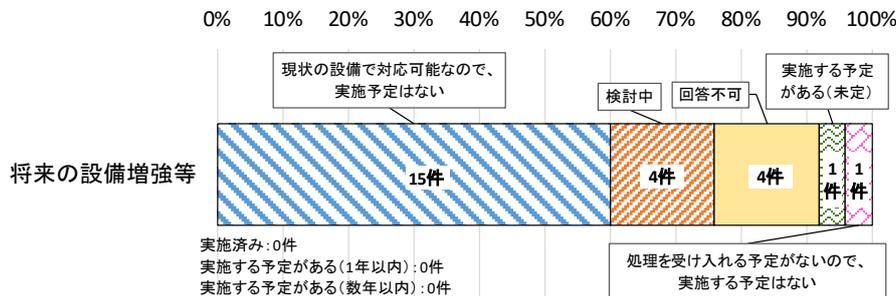


図8 1,4-ジオキサンの将来の設備増強等について

5) 排水浄化方法・排水処理の種類（図9）

「既存の排水処理施設を利用」と回答した企業が10社と最も多く、次いで「未検討」が6社であった。「既存の排水処理施設を利用」と回答した企業は、埋立処理施設もしくは洗浄などの抽出施設を有しており、現状での排水が排水基準を満足していることから問題ないと判断している可能性が考えられる。一方、「未検討」と回答した企業の保有施設は、洗浄などの抽出施設のほか、埋立処理施設、熱分解施設であるが、6社中4社が「排水は発生しない」と回答している。これについて、自由意見で「クロードサイクルのため、排水は発

生しない」と記入した企業もあり、処理方法だけではなく、保有するプラント設備によっても対応が異なる状況が見て取れる。

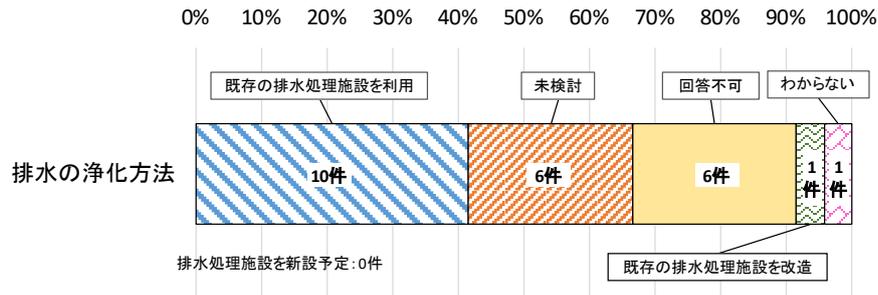


図9 1,4-ジオキサンの排水の浄化方法について

6) 1,1,1-トリクロロエタン汚染土壌の処理の際の1,4-ジオキサンの考慮 (図10)

「考慮する」が9社、「未検討」が10社で意見が分かれた。これは、1,1,1-トリクロロエタンに1,4-ジオキサンが添加されていた事実がそれほど一般的になっていないことが原因である可能性が考えられる。続いて、「考慮して処理する場合に受入条件等に変更が生じるかどうか問うたところ、「変更なし」が13社、次いで「わからない」が5社、「検討中」が3社であった。これらの回答には、所有する設備の種類での傾向はみられず、企業としての判断が分かれている状況である。

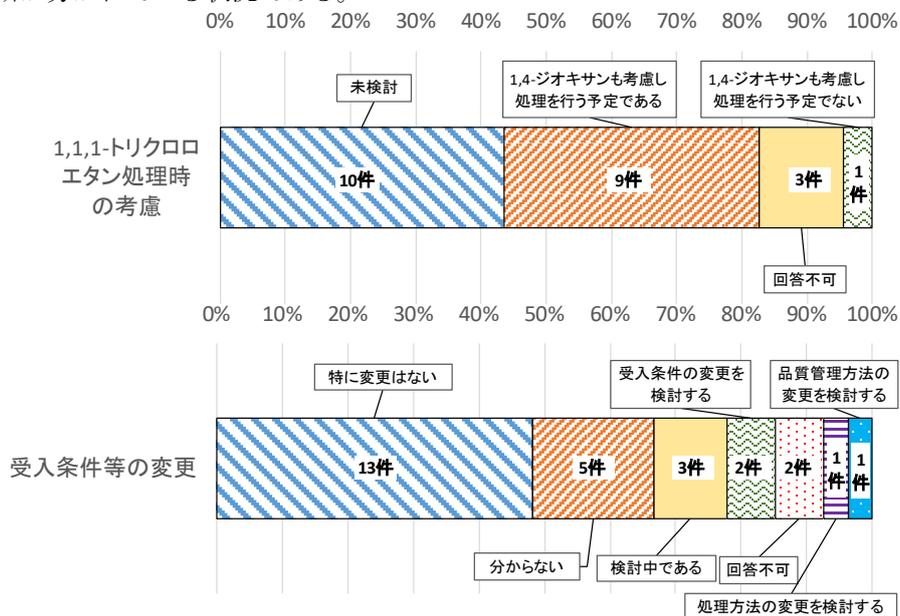


図10 1,1,1-トリクロロエタン処理時の1,4-ジオキサンの考慮について

7) 処理コスト (図11)

11社が「現状の処理コスト程度」と回答した。一方、「検討中」、「わからない」、「回答不可」が計12社であり、各社考え方にばらつきがあることが見て取れる。なお、現状よりも安価になると回答した企業はなかった。各社の保有設備からみると、「現状程度」との回答は浄化施設（抽出洗浄、化学脱着、熱分解など）に多く、「わからない」との回答は埋立処理施設に多いようである。ただ、「検討中」との回答にも浄化施設（抽出洗浄、化学脱着）は複数あるほか、自由意見として「水処理等の設備改修に係る費用により、現状コストより高くなることは明白」、「含水によっては高くなる場合もある」との回答も得た。

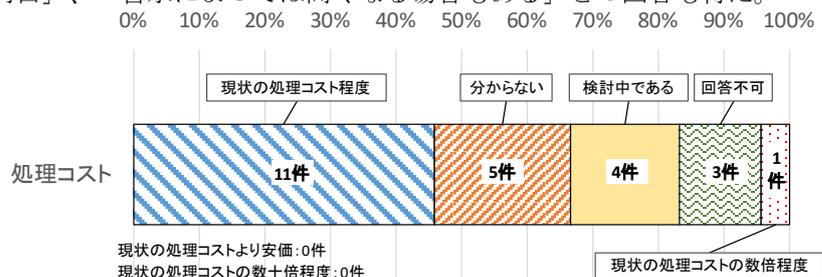


図11 1,4-ジオキサンの処理コストについて

### 3.2 クロロエチレンに対応可能な処理施設数調査

#### 3.2.1 施設数の変化

平成29年4月より土壌汚染対策法に基づく汚染土壌処理業者一覧<sup>2)</sup>に記載のクロロエチレンの処理業許可の推移を図12に示す。

クロロエチレンの処理業の許可施設は、クロロエチレンが特定有害物質に追加されてから4か月後には、全国的に許可施設が分布した。また、6か月後の平成29年10月31日時点では、第一種特定有害物質の許可保有施設の50%がクロロエチレンの許可を得た。

クロロエチレンの許可を得た処理方法別に見てみると、浄化等処理施設が埋立処理施設よりも早く許可を取得していることが分かった。これは、クロロエチレンの揮発性等を考慮した結果、保管施設を持たない埋立処理施設に対し、自治体が何らかの対策を求めた可能性が考えられる。

一方、1,4-ジオキサンは、クロロエチレン等と比較して水溶解性が高く、土壌への吸着力が小さいことから、これらの物性による影響への対応が処理業許可の条件になると予想される。

#### 3.2.2 今後の予想

平成29年4月から平成29年12月時点までクロロエチレンの許可施設数は増加し続けている。今後もクロロエチレンの許可施設数が増加し、第一種特定有害物質の処理施設の多くがクロロエチレンの許可施設として許可を受けることになるものと予想される。

最も処理施設数の多い埋立処分場については、浸出水処理設備を保有しているが、1,4-ジオキサンの水処理の難しさから、許可申請が進まないことが予想される。

また、浄化等処理施設の内、浸出水が発生しない焼成等の方法は、比較的早く許可施設数が増加すると予想する。以上より、埋立処理施設の許可が遅れることでクロロエチレンが指定された時と比べて、処理業の許可施設が増加するのが遅くなると考えられる。

## 4. まとめ

汚染土壌処理業者へのアンケートを通じて、クロロエチレンの追加については、多くの企業が現状の自社設備での対応が可能と考えており、処理コストも変更なしと考えている状況が明らかとなった。これは、クロロエチレンが特定有害物質に追加された際、処理業の許可基準に変更がなかったためと考えられるが、少数ながら、埋立処理施設や浄化施設（抽出-脱着等）では、慎重な回答を示す企業も存在する。クロロエチレンの許可施設数が、追加後順調に増加したことは、法的に許可基準の追加がなかったことが大きいと考えられるものの、埋立処理施設で許可の取得が遅かったことは、自治体により追加対策を求められた可能性が考えられる。

1,4-ジオキサンに関する回答については、回答が分散する傾向がみられた。筆者らは事前検討の結果、1,4-ジオキサン汚染土壌の処理が可能と考えられる設備として『焼却、熔融』『埋立処理施設』を想定していた。しかし、今回のアンケート調査結果では、高温の加熱施設をもつ企業も、処理コストや濃度には慎重な回答を示す企業も存在するほか、埋立処理施設をもつ企業には「処理不可能」の回答も複数存在する。1,4-ジオキサンについては、現状の土壌汚染対策法では汚染土壌処理施設での処理が求められていない状態であるため、汚染土壌処理業者の企業判断となり回答が分散する結果になったと考えられる。

## 謝辞

アンケートにご回答いただいた汚染土壌処理業の方々へ深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 環境省（2018）：汚染土壌の処理業に関するガイドライン（改訂第3版）
- 2) 環境省：土壌汚染対策法に基づく汚染土壌処理業者一覧（平成30年1月25日確認）

<http://www.env.go.jp/water/dojo/wpcl.html>

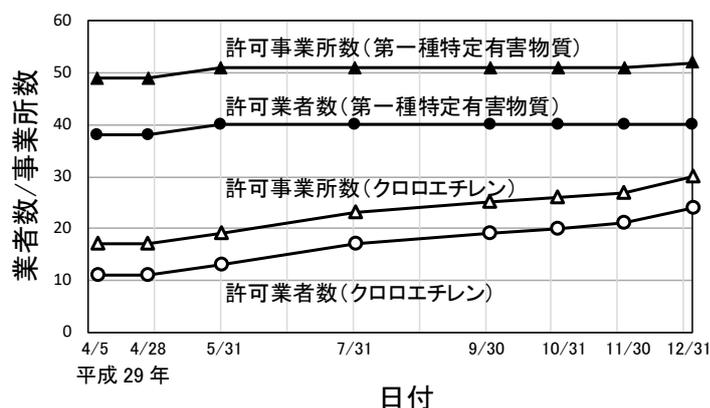


図12 クロロエチレンの処理業許可の推移