

第3章 地下水・土壌汚染

第1節 地下水汚染の現状

人は、地下水を安全な飲料水として利用してきました。これは自然界(土壌)が持っている物理的・生物学的な浄化機能により、良質な地下水が供給されることを前提にしていたからです。

今日、産業の技術革新に伴い、利便性・有用性などの点から多種多様な化学物質が使用されていますが、これらの中には、自然界では分解することが困難な物質や、生物に悪影響を及ぼす物質も含まれており、それらが地下水に混入するといった状況が生じています。

1. 地下水に係る規制

(1) 環境基準等

地下水については28項目の環境基準が定められているとともに、水質汚濁防止法に基づく有害物質使用特定事業場においては一定濃度以上の有害物質を含有する汚水等の地下浸透が禁止されています。地下水の水質汚濁に係る環境基準は表2-3-1、有害物質を含む特定地下浸透水の要件は表2-3-2に示すとおりです。

表2-3-1 地下水の水質汚濁に係る環境基準

項目	基準値	項目	基準値
カドミウム	0.003mg/L以下	1,1,1-トリクロロエタン	1mg/L以下
全シアン	検出されないこと	1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L以下
鉛	0.01mg/L以下	トリクロロエチレン	0.01mg/L以下
六価クロム	0.05mg/L以下	テトラクロロエチレン	0.01mg/L以下
砒素	0.01mg/L以下	1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L以下
総水銀	0.0005mg/L以下	チウラム	0.006mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと	シマジン	0.003mg/L以下
P C B	検出されないこと	チオベンカルブ	0.02mg/L以下
ジクロロメタン	0.02mg/L以下	ベンゼン	0.01mg/L以下
四塩化炭素	0.002mg/L以下	セレン	0.01mg/L以下
塩化ビニルモノマー	0.002mg/L以下	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L以下	ふっ素	0.8mg/L以下
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L以下	ほう素	1mg/L以下
1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L以下	1,4-ジオキサン	0.05mg/L以下

(出典)「地下水の水質汚濁に係る環境基準について」(平成9年3月13日環境庁告示第10号)

表 2-3-2 有害物質を含む特定地下浸透水の要件 (単位: mg/L)

カドミウム及びその化合物	0.001	1,2-ジクロロエチレン	シス体 0.004 トランス体 0.004
シアン化合物	0.1	1,1,1-トリクロロエタン	0.0005
有機リン化合物(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及び EPN に限る)	0.1	1,1,2-トリクロロエタン	0.0006
鉛及びその化合物	0.005	1,3-ジクロロプロペン	0.0002
六価クロム化合物	0.04	チウラム	0.0006
砒素及びその化合物	0.005	シマジン	0.0003
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.0005	チオベンカルブ	0.002
アルキル水銀化合物	0.0005	ベンゼン	0.001
ポリ塩化ビフェニル	0.0005	セレン及びその化合物	0.002
トリクロロエチレン	0.002	ほう素及びその化合物	0.2
テトラクロロエチレン	0.0005	ふっ素及びその化合物	0.2
ジクロロメタン	0.002	アンモニア、アンモニウム化合物	0.7
四塩化炭素	0.0002	亜硝酸化合物	0.2
1,2-ジクロロエタン	0.0004	硝酸化合物	0.2
1,1-ジクロロエチレン	0.002	塩化ビニルモノマー	0.0002
		1,4-ジオキサン	0.005

(出典) 環境省「水質汚濁防止法施行規則第 6 条の 2 の規定に基づく環境大臣が定める検定方法」より

- ※ 特定地下浸透水とは、水質汚濁防止法施行令第 2 条に掲げる物質を製造し、使用し、又は処理する特定施設(指定地域特定施設を除く。以下「有害物質使用特定施設」という。)を設置する特定事業場から地下に浸透する水で、有害物質使用特定施設に係る汚水等(これを処理したものを含む。)を含むものをいう。
- ※ 数値以上の濃度は地下浸透禁止。

また、いったん汚染された地下水は自然浄化を期待することが難しいことから、水質汚濁防止法に規定された一定の条件のもと、都道府県知事が汚染原因者に対し、地下水の水質の浄化のための措置を取らせることが出来るようになっていきます。

(2) 千葉県地質汚染防止対策ガイドライン

千葉県では平成元年に「千葉県地下水汚染防止対策指導要綱」を定め、揮発性有機化合物による地下水汚染防止対策を行ってきましたが、その後、水質汚濁防止法、土壤汚染対策法、千葉県環境保全条例などで地質汚染対策に必要な法整備がなされてきたことから本要綱を廃止して、新たに平成 20 年に「千葉県地質汚染防止対策ガイドライン」を制定し、地下水汚染及び土壤汚染を防止するために事業所が実施すべき対策や県の役割等を示しています。

このガイドラインにおいて対象としている重金属、揮発性有機化合物等は、表 2-3-3 に示すとおりです。なお、これらは水質汚濁防止法の有害物質と同じです。

表 2-3-3 千葉県地質汚染防止対策ガイドラインにおける対象物質

1	カドミウム及びその化合物	15	1,2-ジクロロエチレン
2	シアン化合物	16	1,1,1-トリクロロエタン
3	有機りん化合物(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びEPNに限る)	17	1,1,2-トリクロロエタン
		18	1,3-ジクロロプロペン
4	鉛及びその化合物	19	チウラム
5	六価クロム化合物	20	シマジン
6	砒素及びその化合物	21	チオベンカルブ
7	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	22	ベンゼン
8	ポリ塩化ビフェニル	23	セレン及びその化合物
9	トリクロロエチレン	24	ほう素及びその化合物
10	テトラクロロエチレン	25	ふっ素及びその化合物
11	ジクロロメタン	26	アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物
12	四塩化炭素		
13	1,2-ジクロロエタン	27	塩化ビニルモノマー
14	1,1-ジクロロエチレン	28	1,4-ジオキサン

2. 地下水汚染地区及びその状況

平成 27 年度末までに、トリクロロエチレン等の有機塩素系溶剤による地下水汚染が 11 地区で確認されており、その位置を図 2-3-1 に示します。各汚染地区の概要は、表 2-3-4 に示すとおりです。

このうち、新町地区では、市が汚染除去対策を実施しており、太田地区では、市が汚染機構解明調査を実施しているところです。

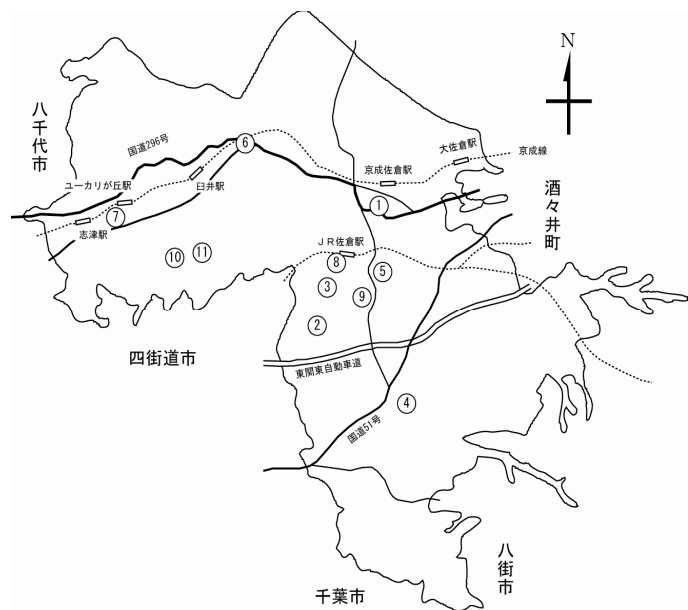


図 2-3-1 有機塩素系溶剤による地下水汚染地区位置図

表 2-3-4 地下水汚染地区概要

No.	汚染地区名	主な汚染物質	基準超過 一般井戸	最高濃度 (mg/L)	汚染確認 年度
1	新町地区	テトラクロロエチレン	3本	0.10	平成元年
2	太田地区	トリクロロエチレン	5本	0.11	平成元年
3	大崎台地区	トリクロロエチレン	0本	0.015	平成元年
4	神門地区	トリクロロエチレン	2本	0.078	平成元年
5	六崎地区	テトラクロロエチレン	3本	0.016	平成2年
6	新臼井田地区	テトラクロロエチレン	3本	0.042	平成4年
7	上志津地区	テトラクロロエチレン	1本	0.019	平成5年
8	JRS地区 (旧佐倉機関区内)	テトラクロロエチレン	一般井戸なし	-	平成6年
9	城地区	テトラクロロエチレン	1本	0.013	平成7年
10	畔田地区	トリクロロエチレン	1本	0.13	平成8年
11	生谷地区	シス-1,2-ジクロロエチレン	3本	0.099	平成6年

※最高濃度については、1、2は平成27年度、7は平成26年度、3は平成14年度、そのほかは汚染確認当初の数値である。

第2節 地下水汚染の対策

1. 井戸の汚染対策

飲料に用いている一般井戸において、水質検査等で含まれている物質が飲用基準を超過した場合、その井戸の所有者に対し飲用指導を実施するとともに、上水道供給区域にあっては上水道への転換を促します。

上水道への転換が困難な地区においては、平成14年度に「佐倉市地下水汚染に係る浄水器設置費補助金交付要綱」を制定し、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が地下水の環境基準に適合しない場合には、浄水器設置費の一部を補助しています。

2. 地下水汚染機構解明調査

(1) 汚染機構解明調査へのアプローチ

地下水汚染が確認された場合、県と協議しながら、その原因を追求し、対策を講じるために汚染機構解明調査を実施することとなりますが、その前段階として汚染範囲を把握し、汚染機構解明調査の方針を検討するために、井戸所有調査及び井戸水質調査を実施しています。

(2) 汚染機構解明調査

汚染機構解明調査とは、把握した汚染範囲内において、既存井戸の諸元調査、表層土壌汚染調査、地質ボーリング調査、観測井の設置などを行って、地下水の流動方向や三次元的な汚染分布状況を把握し、汚染原因場所の特定を目的に実施するもので、平成27年度は太田地区において県からの補助金を受けて行っています。

汚染井戸の発見から汚染除去対策までのフローを図2-3-2に示します。

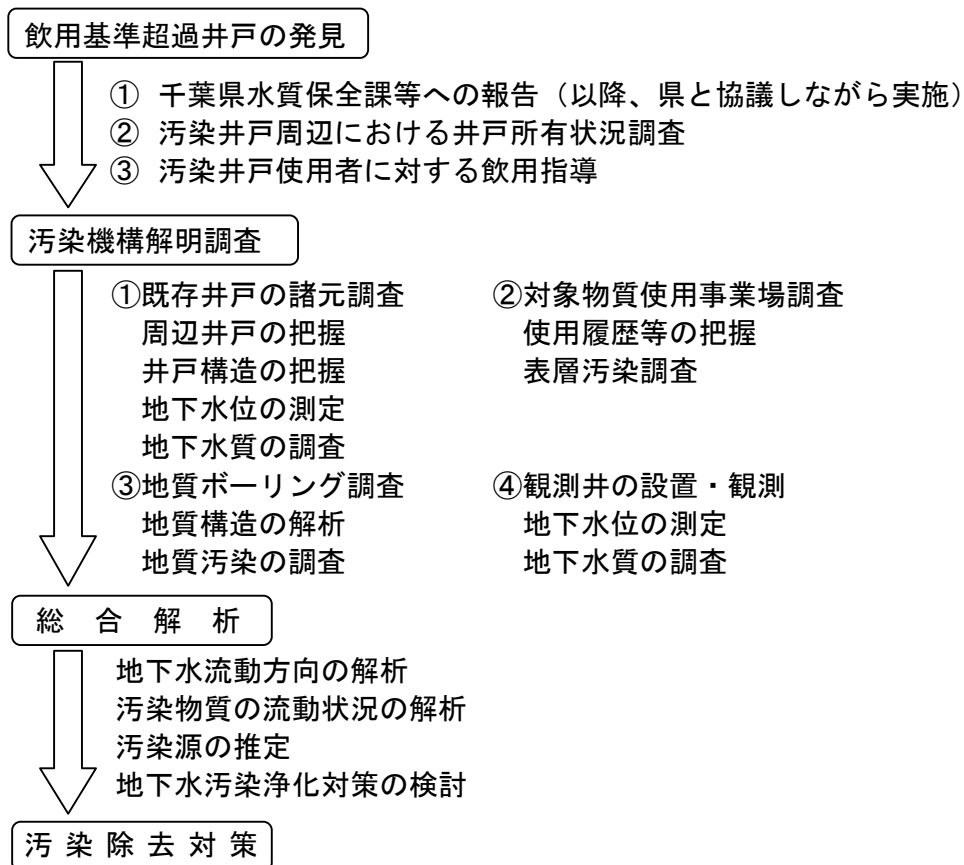


図 2-3-2 調査フロー図

3. 地下水汚染対策

(1) 太田地区

太田地区は、平成元年度に実施した井戸水質調査でトリクロロエチレンによる地下水汚染が確認され、平成元年度より地下水汚染の機構解明調査を開始しました。

平成 27 年度までに実施した汚染機構解明調査の主な内容は、下記のとおりです。

- ・ 既存井戸の諸元調査(平成元年度)
- ・ 13 地点の地質ボーリング調査(平成 2～14 年度)
- ・ 地質ボーリング調査地点での観測井の設置(平成 2～15 年度)
- ・ 既存井戸及び観測井の水質モニタリング調査(平成元～27 年度)

平成 27 年度までに実施した地質ボーリング調査と既存井戸及び観測井の水質モニタリング調査の結果から、汚染源は工業団地内に存在すると考えられます。

平成 27 年度に測定した観測井の最高検出濃度は、O-8-2A で 0.16mg/L(トリクロロエチレン)でした。

表 2-3-5 太田地区トリクロロエチレン濃度推移

(最高濃度検出地点 0-8 観測井) (単位: mg/L)

観測井	平成 24 年 2 月	平成 25 年 1 月	平成 26 年 1 月	平成 27 年 1 月	平成 28 年 1 月
0-8-1	ND	ND	ND	ND	ND
0-8-2A	0.39	0.55	0.20	0.32	0.16
0-8-2A (新設)	ND	ND	ND	ND	ND
0-8-2B	ND	ND	ND	ND	ND

※「ND」は検出されなかったことを示す

(2) 上志津地区

上志津地区は、平成 5 年度に実施した公共用水域の水質調査でテトラクロロエチレンによる地下水汚染が確認され、平成 14 年度に周辺既存井戸の諸元調査を実施するなど本格的な調査に着手しました。

平成 27 年度までに実施した汚染機構解明調査等の主な内容は、下記のとおりです。

- ・ 既存井戸の諸元調査(平成 14～15 年度)
- ・ 10 地点の地質ボーリング調査(平成 15～20 年度)
- ・ 9 地点の簡易地質ボーリング調査(平成 16 年度)
- ・ 地質ボーリング調査地点等での観測井の設置(平成 15～20 年度)
- ・ 既存井戸及び観測井の水質モニタリング調査(平成 14～26 年度)
- ・ 観測井及び湧水の水質モニタリング調査(平成 27 年度)

これまで実施した各種調査により、汚染源をおおよそ限定することができたので、今後は詳細調査や対策について県と協議をしながらモニタリングを継続します。

平成 27 年度に測定した観測井の最高検出濃度は、上志津 5-3 で 4.4mg/L(テトラクロロエチレン)でした。

表 2-3-6 上志津地区テトラクロロエチレン濃度推移

(最高濃度検出地点 上志津 5 観測井) (単位: mg/L)

観測井	平成 24 年 1 月	平成 25 年 1 月	平成 26 年 1 月	平成 26 年 12 月	平成 27 年 12 月
上志津 5-1	0.43	0.40	0.48	0.59	0.36
上志津 5-2	1.1	1.8	1.1	1.8	2.2
上志津 5-3	6.3	0.85	0.39	2.3	4.4

4. 地下水汚染除去対策

(1) 新町地区

新町地区は、平成元年度に実施した井戸水質検査でテトラクロロエチレンによる地下水汚染が確認され、平成元年度から地下水汚染機構解明調査を実施し、平成 6 年度までに新町地区における汚染機構の解明を終了しました。この地区においては、2 地点から地下にテトラクロロエチレンが浸透しており、平成 7～10 年度にかけて汚染土壌の掘削

除去、空気吸引法による土壌内汚染ガスの浄化対策を実施し完了しました。

平成 11 年度には、既に地下水中に拡散してしまった汚染物質を地下水とともに汲み上げてこれを浄化する揚水曝気装置を設置し、汚染地下水の浄化対策を開始しました。揚水曝気装置は平成 12 年度から本格的に稼働し、平成 27 年度は推計約 0.41kg、累計で平成 28 年 3 月までに約 33.11kg のテトラクロロエチレンを回収しました（平成 26 年度に再計算を実施）。また、揚水曝気による浄化効果を確認するため、既存井戸及び観測井の水質調査も実施しています。

表 2-3-7 新町地区テトラクロロエチレン濃度推移

(曝気装置揚水地点 S-2 観測井) (単位: mg/L)

観測井	平成 23 年 12 月	平成 25 年 1 月	平成 26 年 1 月	平成 26 年 11 月	平成 27 年 12 月
S-2-1A	0.028	0.029	0.034	0.034	0.028
S-2-1B	0.036	0.030	0.043	0.051	0.043
S-2-2A	—	—	0.10	0.098	0.070
S-2-2B	0.041	0.024	0.037	0.053	0.047
S-2-2C	0.10	0.13	0.10	0.089	0.085
S-2-2C 新	0.0063	0.0044	0.0049	0.007	0.004
S-2-3	0.0044	0.0018	0.0040	0.004	0.002
S-2-3 新	0.0021	0.0059	0.0007	0.004	ND

※— は採水不可であった

(2) JRS 地区(旧佐倉機関区内)

旧佐倉機関区の地下水汚染は、平成 6 年度の寺崎都市下水路への油流出事故における水質調査を契機に確認され、土地の所有者である日本貨物鉄道(株)によって機構解明調査、汚染除去対策が実施されてきました。平成 13 年度に、敷地内外でのボーリング調査が実施され、汚染範囲の特定調査がなされた後、汚染された土壌の掘削除去が行われました。

また、汚染除去対策実施にあたり、地元住民への説明会を開催しました。平成 16 年度から、日本貨物鉄道(株)が敷地内に揚水曝気装置を設置し、汚染除去対策を実施していましたが、平成 24 年度からは生物分解処理による浄化対策に着手しました。

その後、平成 27 年 10 月に浄化対策の完了について報告を受け、日本貨物鉄道(株)による自主調査・自主対策が実施されたことを千葉県とともに確認しました。

5. 今後の課題

地下水汚染の機構解明調査は、我々が直接目にするのできない地下地質中での事象を把握するものであることから、地質ボーリング調査や観測井のモニタリング調査などによって多くの情報を得る必要があります、調査の終結までには多くの費用と時間を必要とします。地下水は次世代に引き継ぐ重要な資源であり、当市の水道水源の約 65%が地下水に依存していることから、地下水汚染の調査、浄化対策を継続する必要があります。

第3節 土壤汚染の現状

近年、事業場跡地の再開発などの際に、有害物質による土地の汚染が判明する事例が増えています。土壤の汚染は、人為的だけでなく自然由来も原因として挙げられますが、結果として、汚染した土壤又は地下水を摂取するなどによって、人の健康に影響を及ぼすことが懸念されます。

このことから、国では、平成15年に土壤汚染対策法を施行し、土壤汚染の状況の把握、土壤汚染による人の健康被害の防止に関する措置等の土壤汚染対策を実施することなどを規定し、もって国民の安全と安心の確保を図っています。

現在、本市においても1箇所が同法に基づく土壤汚染の区域として指定されています。

表2-3-8 土壤汚染対策法に基づく指定区域

指定年月日	区域の地番	指定基準に適合しない特定有害物質
平成17年10月18日	上志津1077番地55	テトラクロロエチレン

(平成17年10月18日千葉県告示第726号より抜粋)

第4節 土壤汚染の対策

平成22年4月に土壤汚染対策法が改正され、従来の有害物質使用特定施設の廃止時の土壤調査及び報告に加え、一定規模(3,000㎡)以上の土地の形質変更時において、都道府県知事への届出が必要となりました。また、その土地に有害物質の使用等の履歴がある場合は土壤調査及び報告が必要となり、更に、自主調査において汚染が判明した場合の措置が新たに規定され、汚染の把握の機会の拡充が図られています。

なお、都道府県知事は、汚染が認められた土地について、健康被害が生じる可能性に応じて区域の指定を行うとともに、土地所有者等に対し、汚染の除去等の措置など適切な土地の管理を義務付けています。

土壤汚染対策法の概要について、図2-3-3に示します。

本市では、県及び関係機関と連携を図るとともに、事業者及び土地所有者等に対し、情報提供並びに関係法令の周知徹底を図っています。

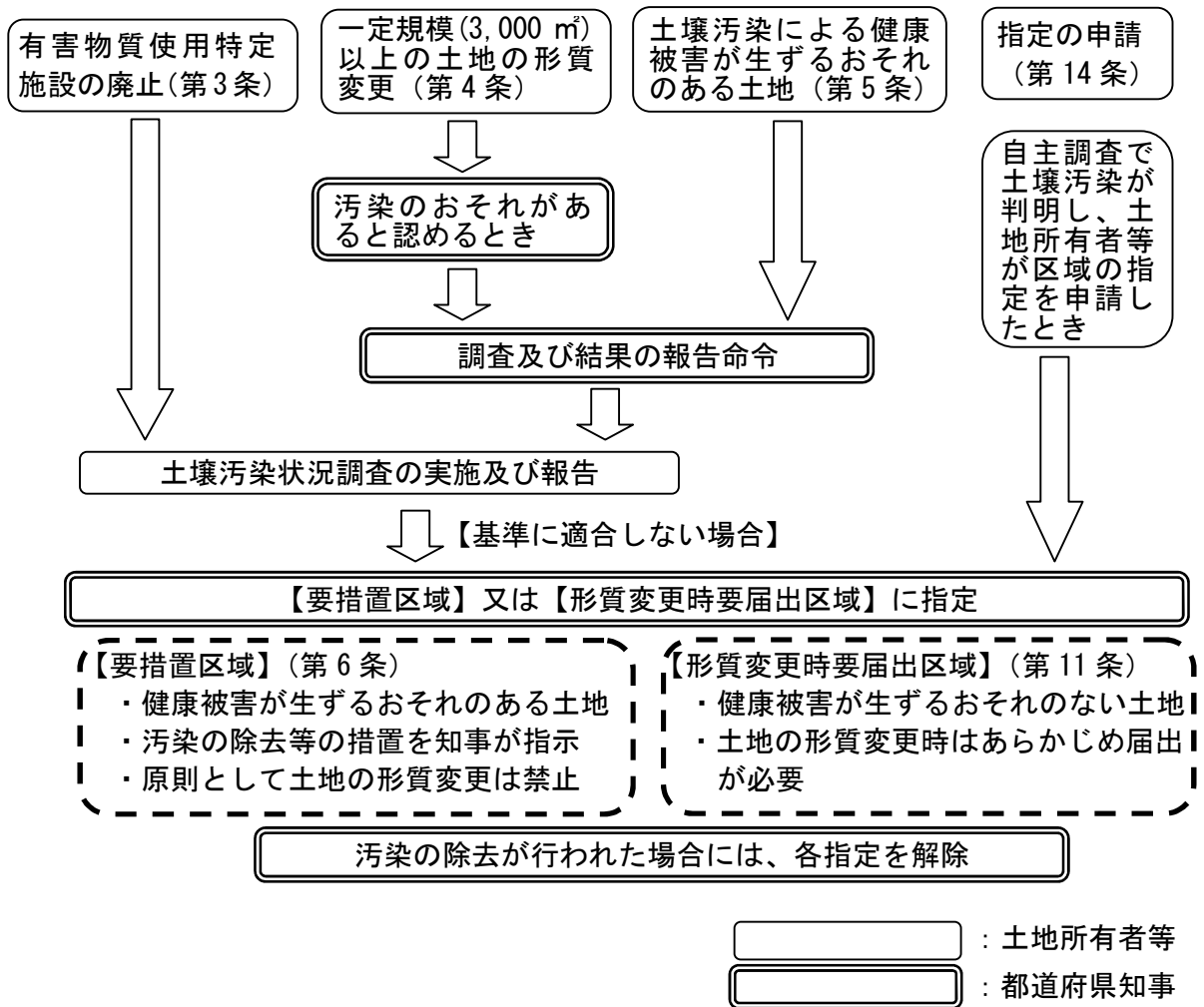


図 2-3-3 土壌汚染対策法の概要