

油汚染対策ガイドライン

— 鉱油類を含む土壌に起因する油臭・油膜問題への
土地所有者等による対応の考え方 —

平成 1 8 年 3 月

中 央 環 境 審 議 会 土 壌 農 薬 部 会
土 壌 汚 染 技 術 基 準 等 専 門 委 員 会

このガイドラインをお読みになる方に

このガイドラインは、油そのもの、油臭や油膜といった問題、あるいは土壌汚染の対策技術などに関する知識や技術情報に日ごろ触れることがない多くの事業者の皆さんに、油漏れなどで油を含む土ができ、その場所が油臭いとか敷地内の井戸水に油膜があるとかいうときに、どのように考え、どのような調査や対策を行えばよいかを検討する際に参考となるものとすることを意図して作りました。

石油は産業の米ともいわれ、様々な分野でわれわれの生活を支えています。例えば原料として、燃料として、機械をうまく動かす潤滑油としていろいろな工場で使われていますし、自動車の燃料や家庭の暖房にも使われています。

油はとても幅広い用途に使われているものですし、また私たちの普通の生活にも大変身近なものです。そのため、油を取り扱っている人には、製油所で働いている油のプロもいるし、石油といえばストーブ用の灯油しか縁がないという人もいます。油を取り扱っている人イコール油のことを何でも良く知っている人というわけではないのです。

例えば地面が油臭い、あるいは井戸水に油膜があるというときに、日ごろから油を扱っているプラントや設備の状況を知っている技術者なら、すぐに調べなければならないことがいくつも頭に浮かぶことでしょう。一方、油を日常的に使っている人たち、例えば工場の中でよく油をさした機械を使って表面に薄く油を塗った鉄板を切っている人とか、整備工場で一日の仕事を終えて戻ってきた車にエンジンオイルを足している人とかであっても、地面に油臭がある、さあ何をどうすればよいのか分からない、ということになるかもしれません。また、昔工場の油タンクから油漏れがあったあたりを宅地にして貸すのだけど、どうやったら住んでいても油くさくないようにできるか知りたい、という人もいらっしゃるでしょう。

油を使う工場は様々、使っている油の種類も様々、さらに油は土に漏れてから変化しますから、土地の油臭などの油汚染問題の処方箋は、どんな現場でも全国共通画一のものでよいというようなことはありません。地形などの状況、土に含まれている油の状態、地面のにおいに敏感にならざるをえない土地の使い方かどうか、使っている井戸水があるかどうかなどをみて、現場にあった対応策をとることになります。

このため、このガイドラインに何らかの基準値や規制値のようなものが決められているわけではありません。油臭とか油膜とかは感覚的に分かるものであり、人の感覚は土壌に含まれている油の状況の多様性にかかわらず油臭や油膜を総体としてとらえることができますから、このガイドラインでは人が感じるかどうかには基本を置いています。

このガイドラインには、油汚染問題に対応する際の考え方や、油汚染問題が生じている現場で調査や対策を行う際に参考となる事項を取りまとめています。また、技術的な参考資料として、現時点で得られている様々な技術情報を収録していますので、調査や対策工事を実施する場面では大いに参考にして頂きたいと思えます。

このガイドラインが様々な場面で、油臭や油膜の問題に直面した人たちに、それぞれの実情に応じて適切に利用されることを願っています。

なお、ガイドラインは対応の考え方などをまとめた第一編と、その技術的な資料である第二編とで構成しております。第一編については各章のポイントを枠に囲って示してあります。

目 次

第一編 鉱油類を含む土壌に起因する油臭・油膜問題への土地所有者等による対応の考え方

第一 本ガイドラインの基本的考え方	1
1. 本ガイドラインが対象とする油汚染問題	1
2. 本ガイドライン策定の背景とねらい	8
3. 本ガイドラインの活用場面と留意事項	9
第二 油汚染問題に対する対応の考え方	12
1. 油汚染問題に対する対応の目的	12
2. 対応のフロー	13
3. 油汚染問題であるか否かの確認と油汚染問題の程度の把握	13
4. 土地利用の目的や方法に応じた対応	14
第三 状況把握調査	16
1. 現場確認と資料等調査	16
2. 油含有土壌の存在範囲の把握等	17
3. 対策を検討するスキームの設定	17
4. 状況把握調査結果の取りまとめと保存	18
第四 対策	19
1. 対策方針の策定	19
2. 対策計画の作成	20
3. 対策の実施と完了確認	21
4. 対策の記録の作成・保存等	21

第二編 技術的資料

第一部 基礎編	基礎編調査－ 1
第1章 状況把握調査	基礎編調査－ 1
I 総論	基礎編調査－ 1
II 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認	基礎編調査－ 3
III 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等について把握するために行う資料等調査	基礎編調査－ 4
IV 油汚染問題の発生状況の把握	基礎編調査－ 5
V 油含有土壌の存在範囲の把握等	基礎編調査－ 7
VI 対策を検討するスキームの設定	基礎編調査－13
VII 状況把握調査結果の取りまとめと保存	基礎編調査－14

資料A 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認方法の概要

資料B T P H試験法の概要

第2章 対策	基礎編対策	1
Ⅰ 総論	基礎編対策	1
Ⅱ 対策方針の策定	基礎編対策	1
Ⅲ 対策目標の設定	基礎編対策	4
Ⅳ 対策方法の選定	基礎編対策	8
Ⅴ 対策調査の実施	基礎編対策	9
Ⅵ 対策計画の作成	基礎編対策	11
Ⅶ 対策の実施と対策工事完了確認	基礎編対策	12
Ⅷ 対策の記録の作成・保存等	基礎編対策	12

第二部 専門編	専門編調査	1
----------------	--------------	----------

第1章 状況把握調査	専門編調査	1
1. 総論	専門編調査	1
2. 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認	専門編調査	3
3. 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等について把握するため を行う資料等調査	専門編調査	4
4. 油汚染問題の発生状況の把握	専門編調査	6
5. 油含有土壌の存在範囲の把握等	専門編調査	8
6. 対策を検討するスキームの設定	専門編調査	19
7. 状況把握調査結果の取りまとめと保存	専門編調査	20

資料1	表層部土壌試料採取方法
資料2	井戸水等の試料採取方法
資料3	G C - F I D法によるT P H試験法
資料4	油臭及び油膜の測定方法
資料5	深層部土壌試料採取方法
資料6	T P H試験法の概要

第2章 対策	専門編対策	1
1. 総論	専門編対策	1
2. 対策方針の策定	専門編対策	2
3. 対策目標の設定	専門編対策	7
4. 対策方法の選定	専門編対策	12
5. 対策調査の実施	専門編対策	22
6. 対策計画の作成	専門編対策	26
7. 対策の実施と対策工事完了確認	専門編対策	28
8. 対策の記録の作成・保存等	専門編対策	30

資料7	対策技術
-----	------

巻末資料

1. 中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会委員名簿
2. 審議経過
3. 油汚染対策ガイドラインにおける用語集
4. 「油汚染」サイトにおける土壌汚染調査・対策事例について
(平成17年10月5日開催 土壌汚染技術基準等専門委員会 資料3)

第一編 鉱油類を含む土壌に起因する油臭・油膜問題への 土地所有者等による対応の考え方

第一 本ガイドラインの基本的考え方

1. 本ガイドラインは、鉱油類を含む土壌に起因して、その土壌が存在する土地の地表、あるいはその土地にある井戸の水や池・水路等の水に油臭や油膜が生じているときに、土地の所有者等が、その土地においてどのような調査や対策を行えばよいかなどについて、基本的な考え方と、取り得る方策を選択する際の考え方などを取りまとめたものである。
2. 油臭や油膜を生じさせる鉱油類には様々な種類があり、成分も多く、また環境中で性状も変化する。そのため土壌中の鉱油類全体の濃度や、いずれかの成分の濃度によって油臭や油膜の程度を一律に表現することはできない。そのため、人の感覚によって総体としての油臭や油膜をとらえることを基本としている。
3. 油臭や油膜の感じ方に影響する土地の利用方法、鉱油類を含む土壌が存在する土地における井戸水等の利用状況、周辺の土地や井戸水等への影響のおそれなどの現場ごとの状況に応じた対応方策の検討に活用できるものとしている。
4. 本ガイドラインの記述に当たっては、一般的な工場・事業場の敷地や市街地を想定しているので、線路・道路等の施設での対応、タンクローリーの転倒などの事故直後の対応、水道管や下水道管への油の浸入への対応などについては、本ガイドラインに記述した調査・対策の検討に当たっての考え方をそのまま用いることは適当ではない。

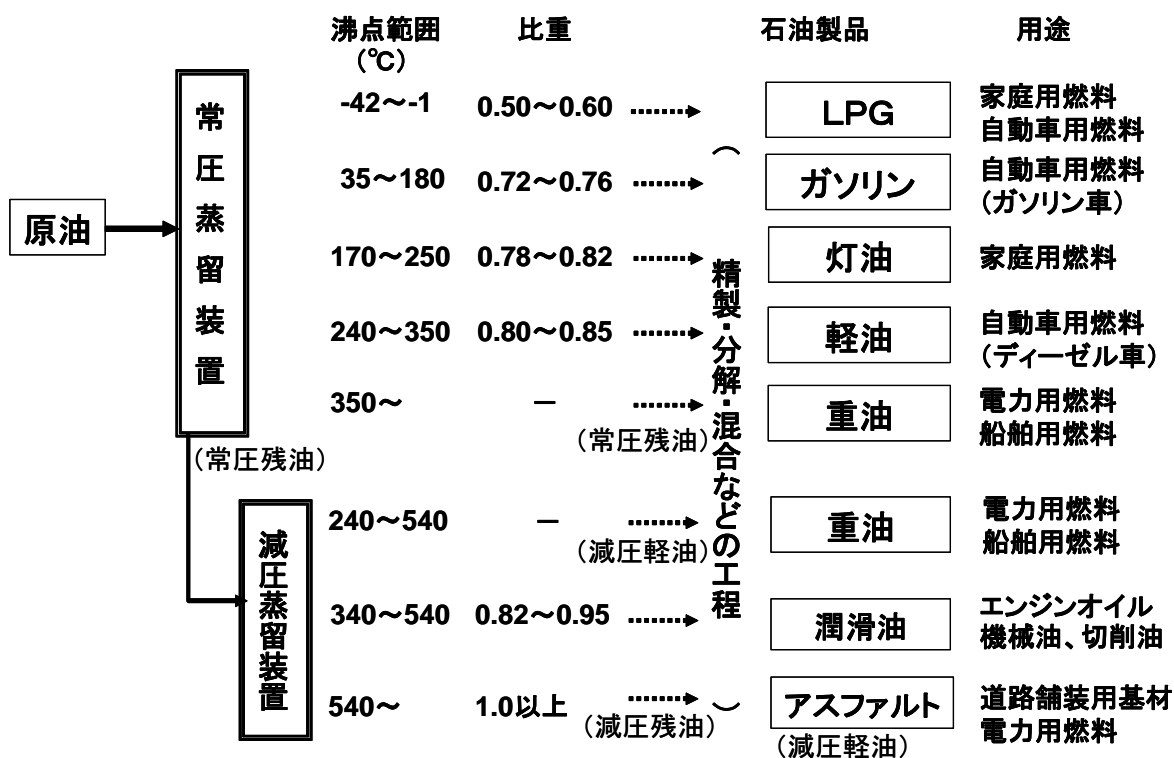
1. 本ガイドラインが対象とする油汚染問題

(1) 油汚染問題の定義

本ガイドラインが対象とする「油汚染問題」は、「鉱油類を含む土壌（以下「油含有土壌」という。）に起因して、その土壌が存在する土地（その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む。以下同じ。）において、その土地又はその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること」をいう。

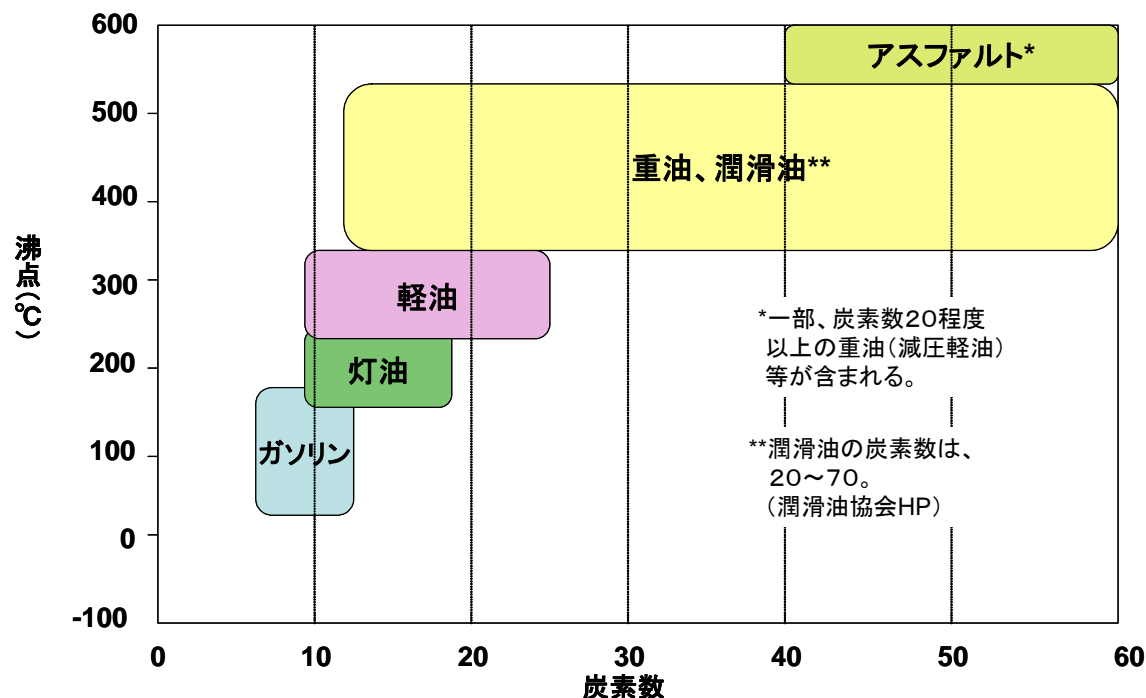
(2) 鉱油類による油臭や油膜の特徴とそのとらえ方

- ① 鉱油類には、ガソリン、灯油、軽油、重油等の燃料油と、機械油、切削油等の潤滑油がある。これらの油はいずれも多くは構成成分の混合物であり、それぞれを構成する成分も数多い。（図1、図2）



PEC-2002I-07「石油汚染土壌の浄化に関する技術開発報告書」の表3. 1-1をもとに作成

図1 主な石油製品の物性と用途

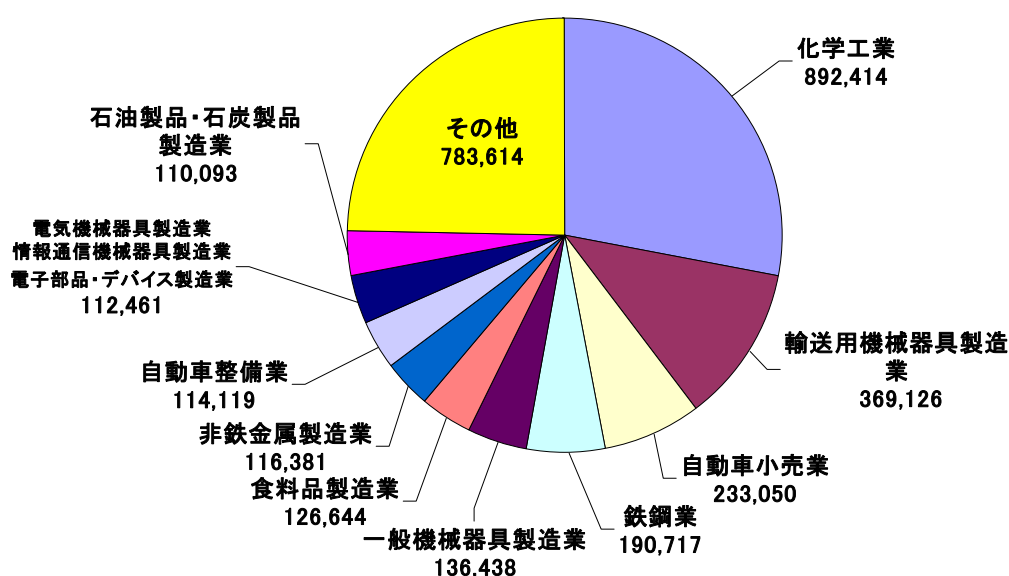


PEC-2002I-07「石油汚染土壌の浄化に関する技術開発報告書」の図3. 1-1をもとに作成

図2 石油製品の沸点範囲と炭素数

※ 図1及び図2にはアスファルトが表示されているが、アスファルトは本ガイドラインの対象となる鉱油類としては考えていない。

- ② また、油汚染問題の原因となっている油含有土壤に含まれる鉱油類は一種類とは限らず、さらにこれらの鉱油類は環境中で酸化・還元などによって性状が変化するものであり、経時的な性状変化（酸化還元など）の程度は多様である。加えて、これらの鉱油類は新油であるとは限らず、様々な用途に用いられて、新油とは異なる化学物質を含有することもある。そのため、油含有土壤に起因する油臭や油膜の程度は、新しい鉱油類がそれぞれの種類と濃度に応じて生じさせる油臭や油膜の程度とは異なるし、経時的な性状変化を反映して、油含有土壤中の油濃度によって一律に表現できるものでもない。（図3）



（「産業廃棄物排出・処理状況調査（平成14年度実績）」（H17.3 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部）
表-Ⅲ・5をもとに作成）

※ 産業廃棄物の「廃油」には本ガイドラインの対象である鉱油類以外の動植物油類なども含まれている。

図3 平成14年度業種別廃油排出量推計値（単位：トン／年）

- ③ 一方、地表や井戸水等に油臭や油膜があると感覚的に把握できたときは、成分の分析を待つまでもなく不快感や違和感があることなどの生活環境保全上の支障となる。
- ④ 以上のことから、本ガイドラインでは、油臭や油膜を生じさせている鉱油類の様々な状態を総体としてとらえられる人の感覚である嗅覚と視覚で油臭や油膜を把握することを基本とすることにした。（図4）
- ⑤ なお、油は、その生成由来により、鉱油類と動植物油類に分けられるが、油臭や油膜の報告例は鉱油類によるものがほとんどであること、動植物油類が土壤に含まれたときの油臭や油膜についての知見に乏しいことなどから、本ガイドラインでは、動植物油類は対象外としている。



(a) 水路に浮く油①



(b) 水路に浮く油②

出典：石油連盟

図4 油膜の発生状況

(3) 油汚染問題の発見の契機

1) 想定している契機

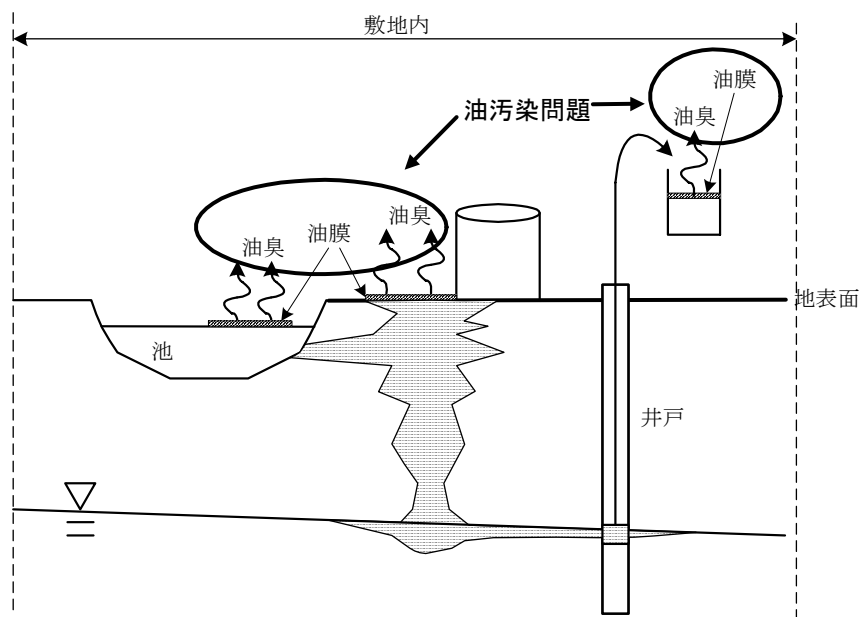
- ① 本ガイドラインは、主に、図5の(a)に示すように、(ア)油含有土壌が存在する土地の地表で油臭や油膜が生じているとき、又は(イ)その土地にある井戸水等に油臭や油膜が生じているときに、その土地の所有者、管理者又は占有者（以下「土地の所有者等」という。）がその土地においてどのような調査や対策を行えばよいかなどについて、基本的な考え方と、取り得る方策を選択する際の考え方などを取りまとめたものであり、(ア)と(イ)は、図6に示すように、本ガイドラインにおける油汚染問題発見の契機である。
- ② 本ガイドラインが想定している井戸水等には、飲用井戸、散水等の雑用に用いる井戸等の井戸の水、修景用の池の水、敷地内の水路を流れる水などがある。工場・事業場の敷地内にある排水処理施設の油水分離槽の中の水のように、油臭や油膜があることが当然である水は想定していない。

2) その他の契機

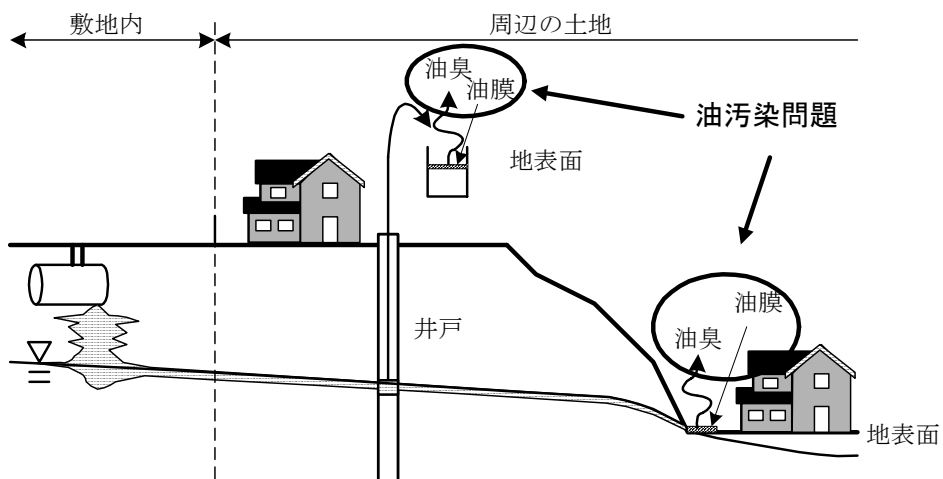
- ① 図5には、油汚染問題発見の契機として、もう1つ、周辺の土地又はその土地にある井戸水等を使用する者等から「自分の土地（又は井戸水等）で油汚染問題が生じているが、自分は油を使っていないので、その原因はあなたの土地に存在する油含有土壌にあるのではないか」との指摘を受けて、その指摘が当を得たものであると判断し、自らの土地の油汚染問題を認識した場合を挙げている。（図5の(b)参照）
- ② 本ガイドラインは、油臭や油膜による生活環境保全上の支障が生じている土地における油含有土壌についての調査や対策の方法を提案しているので、上記①の「周辺の土地」の使用者等が自らの土地や井戸水等について調査・対策を行う場合にも参考として活用できる。

3) 想定していない契機

- ① 隣地から、油汚染問題の原因となる鉱油類の地下水等による移動はないが、油らしきにおいが空気中を漂ってきたというような場合の評価方法や防止対策等については記述していない。そのため、隣地や周辺の土地から敷地境界線を越えてくる空気の悪臭についての苦情は、本ガイドラインでは油汚染問題発見の契機として取り扱っていない。
- ② なお、地方公共団体の環境行政担当者等が、近隣で生じている油臭問題の原因究明のために、ヒアリング調査や資料収集等を行う場合には、敷地内における鉱油類の管理状況などの情報を提供するなどの協力を行うことが望ましい。



(a) 油含有土壌が存在する土地の地表又は井戸水等に油臭や油膜が生じている場合



(b) 油含有土壌が存在する土地の周辺の土地の地表又は井戸水等に油臭や油膜が生じている場合

図5 油汚染問題発見の契機

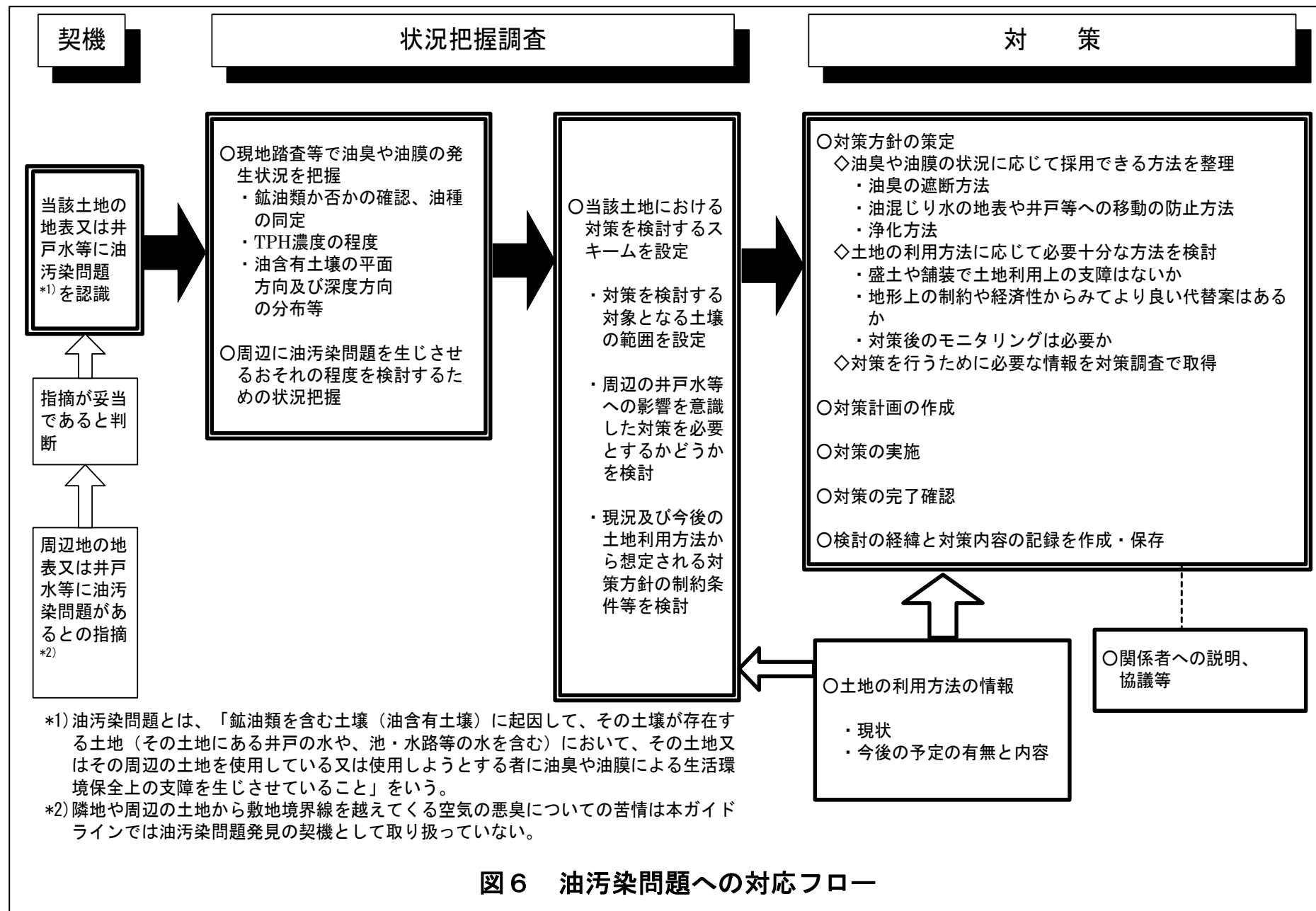


図6 油汚染問題への対応フロー

2. 本ガイドライン策定の背景とねらい

(1) 背景

1) 土壤汚染対策法が制定される前の状況

- ① 環境省が土壤汚染対策法（平成 14 年法律第 53 号）制定前の平成 13 年に（社）土壤環境センターに発注して行った、同センター会員企業（土壤汚染についての調査事業、対策事業等を行う企業）が実施したことがある油汚染土壤の調査又は対策事業についてのアンケート調査においては、油を扱っていた履歴がある事業場の敷地で実施した、土壤中に油が存在するか否かの調査を「油汚染」調査であると回答している事例が多かった。
- ② また、同じ調査においては、調査や対策を行う上での寄る辺となる目標が設定されていないことなどが会員企業の問題意識として示されている。
- ③ この当時は、ベンゼンのような有害物質による健康リスクなのか、油臭や油膜による生活環境保全上の支障なのか明確に区別されないままに土壤の「油汚染」が認識され、具体的なリスクや支障がなくても、鉱油類を含む土壤が存在しないようにすること以外の目標は設定しにくかったと考えられる。

2) 土壤汚染対策法制定後の状況

- ① 平成 15 年 2 月から土壤汚染対策法が施行され、人の健康保護という観点から対策措置を必要とする土壤汚染について、健康リスク（有害性×暴露可能性。有害物質を含む土壤であっても、その有害物質に人が暴露されなければ健康リスクはない。）という新しい考え方が定着しつつある。
- ② また、鉱油類の成分となっている化学物質に係る人の健康保護という観点からの土壤汚染対策についてみると、ベンゼン等の有害化学物質は既に土壤汚染対策法の特定有害物質とされており、必要な調査及び対策の枠組みができている。
- ③ その他の個々の化学物質についても科学的知見に基づき、必要な場合は、土壤汚染対策法に基づく規制項目の追加等の措置を講ずることになる。
- ④ 一方、油含有土壤に起因する地表や井戸水等の油臭や油膜については、それらが感覚的に把握できたときには、成分の分析を待つまでもなく不快感や違和感があることなどの生活環境保全上の支障を認識できるが、どのような調査や対策を行えば、この生活環境保全上の支障を除去できるかについては、これまで示されてきていない状況にある。

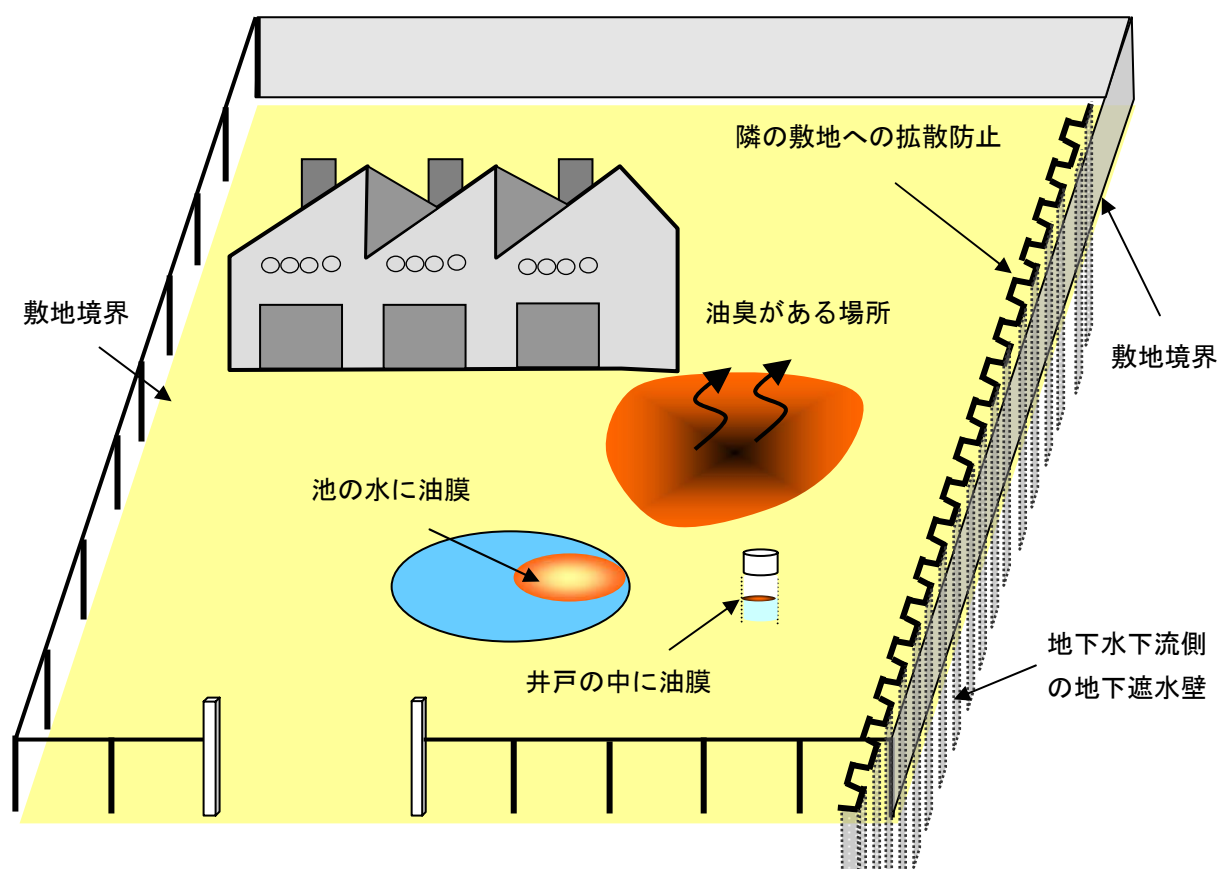
(2) 本ガイドラインのねらい

- ① (1) の状況を踏まえ、本ガイドラインでは、油含有土壤に起因して、その土壤が存在する土地の地表、あるいはその土地にある井戸の水や池・水路等の水に油臭や油膜が生じているときに、土地の所有者等が、その土地においてどのような調査や対策を行えばよいかなどについて、基本的な考え方と、取り得る方策を選択する際の考え方などを取りまとめ、油汚染問題の解決を図るために参考として活用してもらえるようにすることをねらいとしている。
- ② そのため、本ガイドラインでは、油臭や油膜といった生活環境保全上の支障の除去を対象とすることとした。つまり、油含有土壤の存在自体ではなく、それによって生じている油臭や油膜を対象とすることにした。地下水があっても井戸水等として利用されておらず、油臭や油膜が問題となっていないならば、油汚染問題としてとらえる必要はない。
- ③ ただし、油含有土壤が存在する土地の水が、周辺の土地の井戸水等に油臭や油膜を生じさせる媒体になることもあるので、そのようなおそれの大きさに応じて適切な対応が出来るように、調査などの考え方を記載した。

3. 本ガイドラインの活用場面と留意事項

(1) 本ガイドラインの活用場面

- ① 本ガイドラインは、油汚染問題があったときに、その土地の所有者等が土地の利用方法や、敷地内での井戸水等の利用の状況、周辺の土地や井戸水等への影響のおそれなどの現場ごとの多様な状況に応じた対応方策の検討に活用することを想定した。
(図7参照)
- ② 油汚染問題についての対応方法は、その現場の状況に応じて個別に検討すべきものであるので、本ガイドラインはいかなる現場にも画一的規制的に用いることができるものとして作成したものではない。
- ③ また、本ガイドラインにおいて、嗅覚などの感覚を補完するための手段として用いることとしている全石油系炭化水素 (Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)。以下「TPH」という。詳細は第二の3参照) 濃度も、その数値は土壤環境基準や土壤汚染対策法に基づく指定基準のような使い方をするのではなく、それぞれの現場における調査や対策において通用する目安としてみるべき数値となる。
- ④ このように、本ガイドラインは、現場の多様な状況に応じて、油汚染問題への対応を円滑かつ的確に実施できるよう、参考となる考え方及び調査や対策に係る技術情報等をわかりやすく提供するものとなるように、また、油汚染問題があった土地の所有者等が、その周辺の土地の所有者等に説明等を行う場合にも参考として活用できるものとなるようにすることを意図して作成したものである。



- ・ 本ガイドラインは、調査地（油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所）のある敷地において、その所有者等が行う調査・対策について取りまとめたものであり、その敷地の周辺の土地で行う調査や対策については記述の対象外である。
- ・ 本図における「調査地」は、油臭がある場所、並びに、油膜が見られる池及び井戸のある場所。

図7 調査・対策の対象範囲

（２）留意事項

１）想定しているケース、想定していないケース

- ① 本ガイドラインの記述に当たっては、一般的な工場・事業場の敷地や市街地を想定している。
- ② 従って、保守のために油を塗った線路や、アスファルト舗装をした直後の道路の油臭などについての対応、タンクローリーの転倒などの事故直後の対応、水道管や下水道管への油の進入への対応などについては、本ガイドラインに記述した調査・対策の検討に当たっての考え方をそのまま用いることは適当ではない。
- ③ 本ガイドラインには、鉱油類の成分となっている化学物質による人の健康保護という観点は含まれていないので、例えば鉱油類を中心とした使用済み油に含まれる有害化学物質については、本ガイドラインによる対応を行うか否かに関わらず、土壤汚染対策法や条例等に基づいて必要な措置を講ずることが必要である。

2) 一時的な油臭や油膜

- ① 新たな土地利用を行うために建物の基礎工事を行っている際に油臭や油膜が発見された場合で、周辺に影響を及ぼすおそれがなく、工事のために掘削した場所は直ぐに埋め戻してしまうようなときの対応は、土地利用が続けられる地表部の油汚染問題への対応とは異なるものとなると想定される。
- ② 本ガイドラインが対象とする油臭や油膜による生活環境保全上の支障の除去は、使用される土地の地表や井戸水等の使用している水について行うこととしており、油臭や油膜の問題を生じさせていない鉱油類の存在そのものの除去は対象としていない。
- ③ そのため、①の場合の対応についても、本ガイドラインに記述した調査・対策の検討に当たっての考え方をそのまま用いることは適当ではないが、上記1)の②に記した事例とは異なり、盛土による油臭の遮断についての考え方などのように、対応方策の参考として活用できる部分がある。

3) 油汚染問題が生じている土地の周辺の土地における対応

- ① 本ガイドラインでは、油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所（以下「調査地」という。）がある土地の敷地内において行う地表や井戸水等の油臭や油膜への調査・対策について述べてあり、その敷地の周辺における調査・対策については直接言及してはいない。
- ② 調査地における油汚染問題の原因となっている鉱油類が、調査地のある敷地の周辺の土地やその井戸水等に影響を及ぼすおそれが大きい場合でも、本ガイドラインに記述した調査地のある敷地内における対処方法等により、調査地の油汚染問題を周辺の土地に拡散させないようにするために、本ガイドラインを活用することができるようにしてある。

4) 現場の状況に応じたフレキシブルな対応

- ① 油汚染問題への対応は、現場ごとにその状況に応じて行うことが必要であるから、本ガイドラインはいかなる現場にも画一的規制的に用いることができるものとして作成したものではないし、何らかの基準値や規制値のようなものを決めているものでもない。
- ② 本ガイドラインのこのような特徴を踏まえると、地方公共団体が、油汚染問題があった土地の所有者等やその周辺の住民等から油汚染問題に関する相談を受けた場合には、例えば、本ガイドラインが対象とする油汚染問題への対応を含む自主的な対応指針を持っている事業者が当該対応指針に基づいて行っている自主的な取り組み、工場・事業場の敷地のまま使い続けられる土地で周辺に油汚染問題を拡散させないようにしながら行われる自主的な対策、土地取引の際の当事者同士の合意に基づく対策について、このガイドラインが規制的な制約とならないようにすることが必要となる。

第二 油汚染問題に対する対応の考え方

1. 油汚染問題に対する対応の基本は、地表や井戸水等の油臭や油膜という、人が感覚的に把握できる不快感や違和感が感じられなくなるようにすることである。
2. 鉱油類には種々の種類があり、油汚染問題を生じさせている油の状態も様々であり、油の濃度が同じでも油臭や油膜の状況が異なるため、油含有土壤に起因する油臭や油膜の把握は、嗅覚や視覚といった人の感覚によることを基本とし、それらを補完するものとして、関係者の共通の理解を得るための手段としてT P H濃度を用いる。
3. 調査地の土壤が含む鉱油類が油汚染問題の原因であることが判明したら、調査地の履歴、鉱油類を取り扱っていた設備等の状況、調査地のある敷地内の他の場所や井戸水等における油臭や油膜がないかなどを調べ、油臭や油膜が生じている土地の範囲を特定することなどの状況把握調査を行う。
4. 油汚染問題に対する対策は、その問題の状況や、現在の及び予定されている土地利用の目的や方法に応じて、油汚染問題が解決できるように適切に選択することが必要である。
5. 地表での問題に対しては、例えば盛土や舗装などによる油臭の遮断や油膜の遮蔽が、また、井戸水等の問題に対しては、遮水壁やバリア井戸による油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止が基本的な対策となる。
6. 油汚染問題の発見から調査、調査結果を基にした対策の検討、対策効果の確認までの対策の内容などについては、それらを記録して保存しておく。また、契機から対策完了までの間、必要に応じて適宜、関係者への説明や協議を行うことが、油汚染問題の円滑な解決に有効である。

1. 油汚染問題に対する対応の目的

- ① 油汚染問題への対応は、油汚染問題のあった土地において、その土地の現在の及び予定されている利用状況に応じ、油含有土壤に起因して生ずる油臭や油膜による生活環境保全上の支障を除去することを目的として行うものである。
- ② 油臭や油膜は人が感覚的に把握できる不快感や違和感であるから、油汚染問題への対応の基本はそれらが感じられなくなるようにすることである。

2. 対応のフロー

- ① 図6に示すように、土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等に油臭や油膜が生じていることを発見したときは、まず、それが鉱油類によるものであるか否かの確認をすることになる。
- ② この確認に始まり、調査地における油臭や油膜の発生状況や同一敷地内の他の場所や井戸水等における油臭や油膜がないかどうかを把握する現地調査や、調査地のある敷地における土地利用履歴、鉱油類を取り扱っていた設備等の状況や、地質等の情報を把握する資料等調査、さらにそれらの調査によって得られた情報を整理、解析して対策を検討するスキームを設定することまでの様々な調査メニューを状況把握調査という。（第三を参照）
- ③ 状況把握調査としてどのような項目及び内容の調査を行うかについては、油汚染問題の程度や土地利用の状況と方針によって異なるほか、調査地に関する既存資料の入手の容易さによっても異なるので、現場の状況に応じた判断が必要となる。
- ④ 状況把握調査を通じて得られた情報や、対策検討スキームを基にして、その土地の現在の及び予定されている土地利用の目的や方法に応じた対策の方針を立て、計画的に対策を行う。（第四を参照）
- ⑤ 油汚染問題の発見から調査、調査結果を基にした対策の検討、対策効果の確認までの対策の内容などについては、それらを記録して保存しておく。また、契機から対策完了までの間、必要に応じて適宜、関係者への説明や協議を行うことが、油汚染問題の円滑な解決に有効である。

3. 油汚染問題であるか否かの確認と油汚染問題の程度の把握

- ① 様々な状態の油が生じさせている油汚染問題を総体としてとらえられるようにするためには人間の感覚によらざるをえない。
- ② このため、油含有土壌に起因する油臭や油膜の把握は、嗅覚や視覚といった人の感覚をおもととするとともに、それらを補完し関係者の共通の理解を得るための手段としてTPH濃度を用いることとする。
- ③ 状況把握調査においては、（ア）油汚染問題の原因が鉱油類かどうかの確認、（イ）油含有土壌の存在範囲の把握という二つの場面でTPH濃度を使用することを想定している。

- ④ 技術資料に示すように、T P Hの試験法としては様々な方法があり、それぞれに特徴がある。③（ア）については、鉱油類のうち、油臭や油膜の発生に関係するガソリン相当分から重油相当分までをほぼカバーできる範囲を対象として、G C－F I D法によるT P H試験で得られるクロマトグラムの形状、及びT P H画分毎の濃度組成による推定で行うとよい。
- ⑤ ③（イ）については、（ア）の確認を通じて得られた鉱油類の情報や調査地において使用した鉱油類に関する情報を参考としつつ、現場の状況に適したT P H試験法を選択して用いるとよい。
- ⑥ どの試験法を用いてT P H濃度を得たかについては、その後の状況把握調査結果の整理、解析に不可欠であり、また対策段階で追加的な対策調査を行う場合にも必要な情報であるので、記録して保存する。

4. 土地利用の目的や方法に応じた対応

（1）土地利用と油臭・油膜の感じやすさ

- ① 油臭や油膜は人の感覚で捉えられるものであるから、油汚染問題がある土地の土壌とその土地を使用する人との位置関係や、土地の使用方法によって、地表面での油臭や油膜が問題となる程度が異なってくる。
- ② 例えば、裸地で使用することを前提とし、子供が土で遊ぶことを想定しなければならない児童公園等では、地表に寝転んでも油臭がしないような状態を達成し、それを長期的に維持管理することが対策目標として設定されることが考えられる。
- ③ また、公園等のように公の管理がなされているわけではなく、追加的な対策が必要となっても対応が難しい戸建て住宅の用地として、油汚染問題がある土地を売却することを予定している場合には、売却後に掘削などの形質変更が行われても油臭や油膜が問題とならないように、油含有土壌を掘削して除去したり浄化したりすることが対策目標として設定されることが考えられる。
- ④ 一方で、都心部の事務所や駐車場用地のように、ビルを建てたり、コンクリートで覆って用いる土地の利用方法であれば、油含有土壌があっても土地を使用する人が油臭や油膜を感じないという場合もある。
- ⑤ このように、同じ状態の油が同程度含まれている土壌であっても、土地の利用方法によって油臭や油膜がどの程度問題になるかどうかは異なる。
- ⑥ このため、土地利用の目的や方法によって対策方法を適切に選定することが必要となる。

(2) 井戸水等の油臭や油膜

- ① 調査地のある敷地内の井戸水や、修景用の池の水や、敷地内の水路を流れる水に油臭や油膜があることは油汚染問題発見の契機であり、対策の目標として、それらの井戸水等の油臭や油膜を除去することや、可能であれば井戸等を廃止することが検討されることが想定される。
- ② また、鉱油類が地下水によって周辺に拡散しないようにすることが対策の目標になることも考えられる。
- ③ 一方、地下水があってもそれが井戸水等として利用されていない土地のモニタリング用井戸で油臭や油膜が発見された場合には、地表の油臭や油膜などの他の油汚染問題が生じたり、地下水中の鉱油類が公共用水域を汚染するおそれがあるような場合は別として、特別の対策を講じる必要がないことが想定される。
- ④ 地表や井戸水等には油汚染問題がなかったのに、新たな土地利用を行うために建物の基礎工事を行っている際に油臭や油膜が発見されることがある。このようなときは、次の工事工程で、例えばコンクリート床版が施工されたり掘削された場所が埋戻されることにより、油臭が遮断され油膜も遮蔽されるならば、敷地内で井戸水等の使用がなく、周辺に影響を及ぼすおそれも考えられない場合には、別途特別の対策を講ずる必要がないことになる。

第三 状況把握調査

1. 状況把握調査は、土地の所有者等が、所有している土地の地表又は井戸水等に当該土地の油含有土壌に起因した油汚染問題が生じていると認識した場合に行うものである。
2. 状況把握調査は、その油臭や油膜が鉱油類によるものであるか否かを確認し、その油汚染問題に対する対策の要否やその内容等の検討に必要な情報を取得し、整理することを目的に行うものである。
3. 状況把握調査は、以下に述べる現場確認、資料等調査、油含有土壌の存在範囲の把握、対策を検討するスキームの設定等の一連の調査から構成されるものであるが、状況に応じて必要な調査を行えばよい。

1. 現場確認と資料等調査

- ① 状況把握調査を行う契機が地表の油臭や油膜であっても、井戸水等の油臭や油膜であっても、まず、調査地において、それらの油臭や油膜が鉱油類に起因するものであるかどうかをTPH試験により確認する。
- ② ①で、それらの油臭や油膜が鉱油類に起因することが確認されたら、次に、資料等調査により、調査地のある敷地内における鉱油類の取扱いの履歴等について把握する。資料等調査における調査項目としては以下のものが挙げられる。
 - ・ 敷地内における鉱油類の取扱いの履歴：油種、取扱設備の設置状況、管理の記録等
 - ・ 敷地の地質、地層、地下水の存在状況や流向
 - ・ 敷地内における過去の油汚染問題の履歴 等
- ③ 調査地のある敷地において、現地踏査により、油汚染問題の発生状況を人の感覚（嗅覚及び視覚）によって概括的に把握する。
- ④ ③の現場確認の際、②の資料等調査から得られた情報も踏まえ、調査地のある敷地の油汚染問題の全体の状況を把握する。すなわち、地表で油臭があったときなどに井戸水等でも油汚染問題が生じていないか、あるいはその逆に井戸水等に油膜があったときなどに地表に油汚染問題が生じていないかについて把握する。

2. 油含有土壌の存在範囲の把握等

- ① 調査地の地表の油汚染問題については、油臭や油膜の原因となっている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況を、現地踏査における人の感覚と、それを補完する土壌ＴＰＨ試験によって概括的に把握する。
- ② 油臭があるかどうかの判断は、児童公園などのように、利用者が地表の土に触れることが想定される土地利用については、地面のすぐ上で油臭があるかどうかという観点で行うことになる。その他の土地利用では、大人が立った状態で油臭を認識するかどうかという観点で行うことになる。
- ③ 調査地のある敷地内の井戸水等においても油汚染問題が生じている場合は、その原因となっている油含有土壌の存在状況を、資料等調査の結果と上記①のデータにより、また、さらに必要があれば追加の土壌ＴＰＨ試験を行ってデータを補足して把握する。
- ④ 調査地のある敷地の周辺に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否かについては、敷地境界における地下水の状況等の情報をもとに把握する。
把握する主な情報としては、以下のものが挙げられる。
 - ・ 油汚染問題を生じさせている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況とその敷地境界からの距離
 - ・ 敷地内の井戸水等の状況、地下水の存在状況とその流向
 - ・ 敷地内の地形・水文地質状況
 - ・ 地下水の下流側敷地境界付近における地下水の油臭や油膜の発生状況 等
- ⑤ なお、井戸水等に油汚染問題が生じているのに地表には油汚染問題が生じておらず、かつ、資料等調査によって敷地内では油の使用履歴がないことが判明している場合のように、油汚染問題の原因がその敷地の外にあると推定することが妥当な場合もある。

3. 対策を検討するスキームの設定

- ① 同程度の油含有土壌の存在状況であっても、児童公園などのように地表の土に触れることが多い場合と、舗装した駐車場などのように土に触れる可能性が低い場合などの土地の利用方法の違いによって油臭や油膜による生活環境保全上の支障の生じやすさは異なる。

- ② そのため、現在及び今後の土地の利用方法の情報をもとにして、並びに前述の現場確認、資料等調査、油含有土壌の存在範囲の把握等の結果等をもとにして、ア) 対策を検討する対象となる油含有土壌の範囲を設定し、イ) 周辺の井戸水等への影響を意識した対策の必要性を検討し、ウ) 現状及び今後の土地利用方法から想定される対策方針の制約条件等を整理して、調査地のある敷地における対策の検討スキームとしてとりまとめる。

4. 状況把握調査結果の取りまとめと保存

状況把握調査結果のみならず、当該調査を行うことを通じて得られたデータや資料については、対策の検討が必要となった際に参照できるように、また、対策後に保存する記録の作成に用いることができるように、現場確認の段階のものから経時的に整理して保存する。

第四 対策

1. 対策は、調査地のある敷地内において、その土地利用状況に応じ、油含有土壌に起因して生ずる油臭や油膜による生活環境保全上の支障を解消することを目的として行うものである。
2. 例えば、一般の工場・事業場の敷地などにおいては、舗装などによる地表の油臭の遮断と油膜の遮蔽、井戸水等に油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止が基本となる。
3. しかし、特に、戸建て住宅や公園など、土地を裸地のまま利用することが普通である土地利用については、油臭や油膜の原因となる油含有土壌の掘削除去や浄化が必要となる。あるいは裸地ではない土地利用方法への変更も考えられる。
4. 対策にあたっては、まず、土地利用方法に応じた対策方針を策定し、その後、それを具体化するための対策計画を作成する。また、それらの立案のために必要があれば、状況把握調査を補完する調査を行う。
5. 対策後には、対策効果の確認、記録の作成と保存、対策内容や土地利用方法に応じて必要となるモニタリング等を行う。

1. 対策方針の策定

(1) 対策目標の設定

調査地内の油含有土壌についてのみ対策すればよいのか、調査地のある敷地内の井戸水等についても対策が必要か、周辺の井戸水等を意識した対策が必要か、などの基本的な要件を踏まえて対策目標を設定する。

(2) 対策方法の選定

- ① 油含有土壌の対策が井戸水等に与える影響などを勘案しつつ、地形や地質などの自然的条件と、現在の又は予定されている土地利用情報などをもとにして、ア) 土地利用の方法に応じた対策方法は何か、イ) その方法の他に代替案があるか、ウ) 候補となった対策方法ごとの費用対効果はどうか、エ) 対策後の土地の状況が土地利用上の障害とならないか、オ) 地形・地質の関係から見て施工性に問題はないかなどについて検討し、油臭や油膜を適切に解消でき、かつ、効果的で、経済的に合理性が高い対策方法を選定する。
- ② 対策方法は、例えば、一般の工場・事業場の敷地などにおいては、舗装などによる地表の油臭の遮断や井戸水等に油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止が基本となる。

- ③ しかし、特に、戸建て住宅や公園など、土地を裸地のまま利用することが普通である土地利用については、油臭や油膜の原因となる油含有土壌の掘削除去や油含有土壌中の油分を分解あるいは抽出する浄化が必要となる。
- ④ 油含有土壌を浄化等する場合、公園などのように公的な管理が行われ、追加的な対策が必要となったときにそれを行うことが可能な土地利用の場合は、油臭や油膜による生活環境保全上の支障が解消される程度の広さと深さについて浄化等すれば良い。
- ⑤ 戸建て住宅などのように公的な管理が見込めない土地利用の場合は、特段の管理を行わなくても長期的に生活環境保全上の支障が生じないようにすることができるよう、例えば油含有土壌を通常の土地利用で露出しない程度まで掘削して除去することなどにより、必要な範囲の油含有土壌について浄化等することが望ましい。
- ⑥ なお、通常の土地利用であっても、地下階がある場合や、地下に油により劣化しやすい材料を用いた配管等が埋設されている場合は、それらに留意して対策方法を選定する。
- ⑦ 周辺に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されているときは、敷地外への鉱油類の拡散防止策、敷地境界付近の地下水のモニタリング等のような周辺の井戸水等を意識した対策が必要となる。

(3) 対策調査の実施

- ① より詳細な油含有土壌の分布状況を把握し、対策範囲の絞り込みの必要性の有無等について検討するため、必要に応じ、状況把握調査の対策検討範囲と同様の方法で、対策調査を実施する。
- ② なお、対策調査の結果、対策方法の見直しが必要となる場合がある。

2. 対策計画の作成

- ① 選定された対策方法を考慮して必要なデータ等を収集し、対策計画を作成する。
- ② 対策計画に盛り込む主な項目として、以下のものが挙げられる。

対策の目的、対策計画の前提条件、対策工法の実施設計計画、工程管理計画、品質管理計画、周辺環境保全計画、作業安全計画、環境等のモニタリング計画、緊急時対応計画、遵守すべき関連法令 等

3. 対策の実施と完了確認

- ① 対策は、対策計画に基づき、計画的に遂行する。対策工事の実施にあたって周辺への油臭の拡散防止などの環境保全上の措置を適切に講ずるとともに、工事に伴って生じた油含有土壌については適切に処理する。
- ② 油含有土壌を敷地外に搬出して処理する場合には、それが不適切に投棄等されて、新たな生活環境保全上の支障を生じさせないようにするために、搬出した土壌が運搬先まで確実に届けられたことを記録し把握することが可能な伝票等を用いて、物流を管理する。また、処理を委託する場合には、適正に処理することが確実にできる者であるかどうかを確認して行い、二次的な環境汚染の発生を未然に防止する。
- ③ 対策工事完了後は、当該土地を踏査して、油臭や油膜による不快感や違和感が感じられなくなっていることを確認する。対策完了後も対策内容や土地の利用方法に応じて必要となるモニタリング等を行う。

4. 対策の記録の作成・保存等

- ① 万一同じ敷地内で別の油汚染問題が見られた場合や、周辺で油汚染問題が見られた場合に備えるため、また、敷地内の油を除去しない場合で将来行われる土地の形質変更時の対応を容易にするため、調査内容、対策検討経緯、実施した対策の内容、対策完了の判断根拠などを記録として作成し保存する。
- ② 油汚染問題への対応にあたって、対策の検討から対策完了の間に適宜関係者への説明等を行うことが、円滑な問題解決に有効であり、その記録も保存する。
- ③ これらの説明等は、通常は調査地の所有者等とその周辺の土地の所有者等などの利害関係者間で行われることになるが、必要に応じて環境行政担当者等が参加した場合には、環境行政担当者等も記録を保存する。

第二編 技術的資料

第二編をお読みになる方に

油汚染問題が生じたときの対応の考え方などを第一編にまとめました。この第二編には、第一編の第三と第四でとりあげた調査と対策に関する技術的な資料を記述しました。

第二編は二部構成になっています。

第一部は、土壤汚染の調査や対策についての基礎知識や、油汚染問題に関する知識や経験があまりない土地の所有者等にもわかりやすい内容とすることを意識しました。いわば技術的資料の基礎編ですので、第一部の記載内容についてさらに詳細に知りたいというときは第二部の該当部分を参照して下さい。

第二部は、油汚染問題の調査事業や対策事業を行う事業者を念頭において作成しました。土壤汚染の調査や対策についての基礎知識や、油汚染問題に関する知識や経験を有する方に向けた内容で、いわば技術的資料の専門編です。

ところで、油汚染問題は、第一編に記載したように、それぞれの現場の実情に応じた対応をすることが必要であり、このガイドラインの記載内容は画一的規制的に用いるべきものではないし、何らかの基準数値を定めようとしたものでもありません。

第二編は技術的な資料ですから、特に第二部はある程度詳細で具体的な記載内容となっていますので、まず第一編をお読み頂いてこのガイドラインの性格や、油汚染問題への対応の基本的な考え方をご理解の上で、現場の状況に応じた的確な対応策を検討するうえでの参考として役立てて下さい。

また、第二部を活用される調査・対策事業者や専門家には、第一部のところどころに、土地の所有者等に対して調査・対策事業者や専門家に相談すること等を推奨している記述がありますから、参照して下さい。油汚染問題の調査・対策事業者や専門家には、土壤汚染の調査や対策についての基礎知識や油汚染問題に関する知識・経験があまりない土地所有者等に対して、円滑に油汚染問題の解決を図ることができるよう、このガイドラインの性格や技術的な内容（例えば各種対策技術の適用性や利害得失など）について説明し、理解を得た上で、その土地の所有者等の土地で生じている油汚染問題の調査・対策に取り組んで頂きたいと考えています。

本編の「専門家」については、例えば基礎編調査Ⅴの2-1（3）では、土壤汚染の調査に関する知識・経験や、油汚染問題が生じた土地で調査・対策等を行った経験がある人などの、土地の所有者等が調査地点の選び方を相談したときに適切な技術的な助言を行ってくれる人を想定しています。また、基礎編調査Ⅴの2-3（2）⑤では、地形、水文地質等の資料やデータを基にして地下水の流動を予測する知識や経験に優れた人を想定しています。このように、「専門家」はどの記述箇所においても一律の専門分野を想定しているのではなく、それぞれの記述箇所ごとの土地の所有者等が相談する内容・分野に応じた知識や経験を有する人で、科学的知識・技術的経験等に基づいて適切な助言を行ってくれる人ということになります。

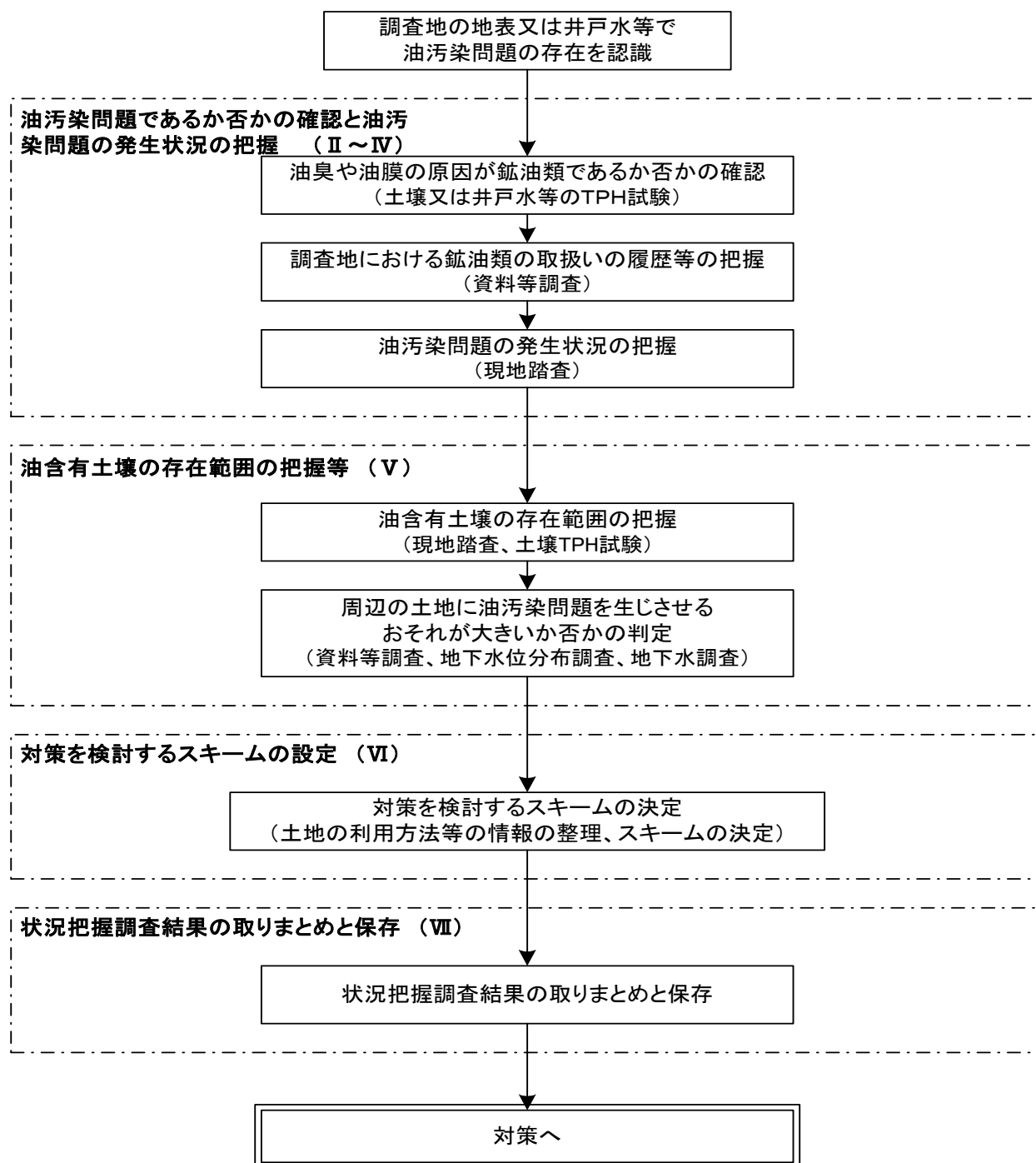
なお、調査・対策技術は日進月歩でありますから、ここで述べる技術以外の技術であっても、同等以上のものであればその使用を制限するものではありません。

第一部 基礎編

第1章 状況把握調査

I 総論

1. この章では、土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等に油臭や油膜が生じていることを発見したときに行う、状況把握調査について説明する。
2. 状況把握調査の調査メニューは次に示すとおりである。（図1－1）
 - 1) 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認
 - 2) 確認の結果、鉱油類に起因する油臭や油膜であることが確認された後に行う、
 - ① 調査地（油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所をいう。以下同じ。）における鉱油類の取り扱いの履歴等について把握するために行う資料等調査
 - ② 油汚染問題の発生状況の把握
 - ③ 油含有土壌の存在範囲の把握等
 - ④ 対策を検討するスキームの設定
 - ⑤ 状況把握調査結果の取りまとめと保存
3. 具体の油汚染問題があったときに、その現場における状況把握調査としてどのような項目及び内容の調査を行うかは、その現場の状況に応じて異なってくる。そこで、このガイドラインを利用する土地の所有者等が、必要となった調査項目の部分だけを読めばわかるようにするため、それぞれの調査項目毎に、「目的と必要性」、「方法」、「結果の評価」、「留意事項」を取りまとめて示すことにした。
4. 状況把握調査の調査メニューの中には、油汚染問題に関する知識や技術情報を有している土地所有者等が自ら行えるものもある。そのような土地所有者等には第二部も参照して頂きたい。第一部には、状況把握調査を部分的に又は一括して調査事業者に依頼する土地所有者等にも知っていて頂きたい基本的な骨格等を記述してある。
5. 実施する調査内容によっては、労働安全衛生法に基づく作業環境の衛生の確保や、消防法令で定める危険物や指定可燃物としての安全確保が必要となることに留意する。



(備考)

- 1 状況把握調査はこれら一連の流れで構成されるが、状況に応じて必要な調査を行えば良い。
- 2 「油汚染問題」とは「鉱油類を含む土壌（油含有土壌）に起因して、その土壌が存在する土地（その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む。）において、その土地又はその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること」である。

(注) 図中（Ⅱ～Ⅳ）等の表示は、本文の節番号を示すものである。

図 1－1 状況把握調査の流れ

Ⅱ 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認

1. 目的と必要性

土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等において発見した油臭や油膜の原因が、鉱油類であるか否かを確認することを目的とする。

油臭であると感知しても実際には油臭ではなかったり、春先の田圃でバクテリアの被膜が油膜と間違えられたりする事例もあることから、本ガイドラインを利用するうえでの出発点として、この確認が必要である。

2. 方法

油臭や油膜が生じている土壌又は井戸水等を採取し T P H 試験を行う。

(1) 試料の採取方法

1) 土壌試料の採取方法

地表の油臭や油膜に対しては、地表で最も臭いが強いと思われる土地や油膜が浮いている土地の土壌を採取し分析する。試料容器、採取方法、採取量は分析機関と協議して決定すると良い。また、試料の採取を分析機関に依頼しても良い。

2) 井戸水等試料の採取方法

井戸水等の油臭や油膜に対しては、その井戸水等を採取し分析する。試料容器、採取方法、採取量は分析機関と協議して決定すると良い。また、試料の採取を分析機関に依頼しても良い。

(2) 試料の分析方法

油臭や油膜の原因が鉱油類であるか否かの確認は、G C - F I D 法による T P H 試験で得られるクロマトグラムの形状、及び T P H 画分毎の濃度組成による推定で行うと良い。

参考のために、G C - F I D 法による鉱油類の確認方法を資料 A 「油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認方法の概要」に示す。

3. 結果の評価

(1) 油臭や油膜の原因が鉱油類であれば、状況把握調査を継続する。

(2) 油臭や油膜の原因が鉱油類でなければ、本ガイドラインの対象とする油汚染問題ではないと判断し、記録を作成して保存する。

4. 留意事項

(1) 試料の取扱い

- ① 試料を採取する時は、試料が直接手に触れないように注意する。
- ② 鉱油類の種類によっては揮発し易いため、採取した試料については密栓して保管・運搬すること、及び高温を避けることに注意する必要がある。

(2) 分析機関等

分析と判定を外部に依頼する場合には、GC-FID法によるTPH試験を実施でき、その結果をもとにして油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの判定を行える分析機関に依頼する必要がある。

また、油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの判定理由を含め、判定方法と結果を必ず保存する。

Ⅲ 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等について把握するために行う資料等調査

1. 目的と必要性

油汚染問題が生じていることを認識した後に、その原因となっている油含有土壌が敷地内にあることを確認すること、及び油汚染問題が同一敷地内の他の場所や井戸水等にも有りそうか無さそうかを推定することを目的とする。

油の取扱いの履歴がなかったり、油を漏洩した履歴がない場合には、油汚染問題の原因が敷地の外にある可能性がある。また、油汚染問題が敷地内の別の場所や井戸水等でも生じている可能性がある。そのため、資料等調査による確認と推定が必要である。

2. 方法

調査地のある敷地内における鉱油類の取扱いの履歴や取扱設備等の設置状況、地形・水文地質等に関する次のような既存資料を調査する。

これらの資料を用いた確認や推定は、その後の調査や対策の検討を容易にするうえで役立つので、例えば、敷地の地形図がなくても建物を建築したときの図面や資料等のような、土地の状況を知る上で役立つ資料がないかどうかを検討するほうがよい。

一方、例えば調査地の過去の履歴が記録として残っていない場合のように、簡単に得られない資料があるときは、その資料を徹底的に探すよりも、その他の資料だけを用いて確認と推定を行うほうが効率的な場合もある。

調査地以外の場所での油汚染問題の発生の有無を調べるためには、調査地に限らず敷地内全体についての資料を用いることになる。ただし、敷地が極めて広い場合や鉱油類の取扱場所が限られている場合もあるので、現場の状況に応じてどのような資料を用いることが合理的、効率的であるかを判断することが必要である。

- ① 油汚染問題が生じている土地の現在の及びこれまでの土地利用
- ② 敷地内における鉱油類の取扱いの履歴

(油種、取扱設備の設置状況、管理の記録等)

- ③ 敷地内における過去の油汚染問題発生の履歴、その際の調査や対策の記録
- ④ 敷地の地形、水文地質、地下水の存在状況や流向

3. 結果の評価

- (1) 上記2. の①、②及び③の情報から、油汚染問題の原因となっている油含有土壌が敷地内にある可能性があることを確認する。ここで、その油含有土壌が、状況把握調査の契機となった調査地以外の場所にある可能性が認められた場合には、その場所も調査する。
- (2) 上記2. の④の情報から敷地内の地下水の下流側を推定するとともに、土壌中に存在する鉱油類が地下水を介して拡散しやすいかどうか等を考察し、生じている油汚染問題の種類と発生位置、上記(1)で敷地内にあると推定された油含有土壌の推定存在場所、地下水の流れ等の情報に基づき、敷地内で調査地以外に油汚染問題が生じている可能性がある地表部や井戸水等を推定する。

4. 留意事項

- (1) 資料等調査は、既存資料によって可能な範囲で行う。
- (2) 油汚染問題の原因となっている油含有土壌の存在する場所が推定できた段階で資料等調査を終えることができる。

IV 油汚染問題の発生状況の把握

1. 目的と必要性

調査地のある敷地において、地表及び井戸水等に油汚染問題が生じている可能性のある場所における油汚染問題の発生状況を概括的に把握することを目的とする。

特に、敷地が広い場合には、油汚染問題が生じている場所や井戸水等が調査地に限られることを確認しておかないと、度々油汚染問題が生じる潜在的危険性が残る。

2. 方法

Ⅲの資料等調査で抽出された、地表及び井戸水等の油汚染問題が生じている可能性のある場所を対象に、調査実施者が現地踏査を行い、敷地全体における地表及び井戸水等の油汚染問題の発生状況を把握する。

(1) 地表の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地における地表の油汚染問題の発生状況については、調査実施者が現地踏査を行い、人の感覚(嗅覚、視覚)に基づいて、油臭や油膜の発生の有無を判定する。

地表に油臭があるかどうかの判断は、図4-1に示すように、児童公園等のように利用者が地表の土壌に触れることが想定される土地利用については地面のすぐ上で油臭があるかどうかという観点で、その他の土地利用では大人が立った状態で油臭を認識するかどうかという観点で行う。

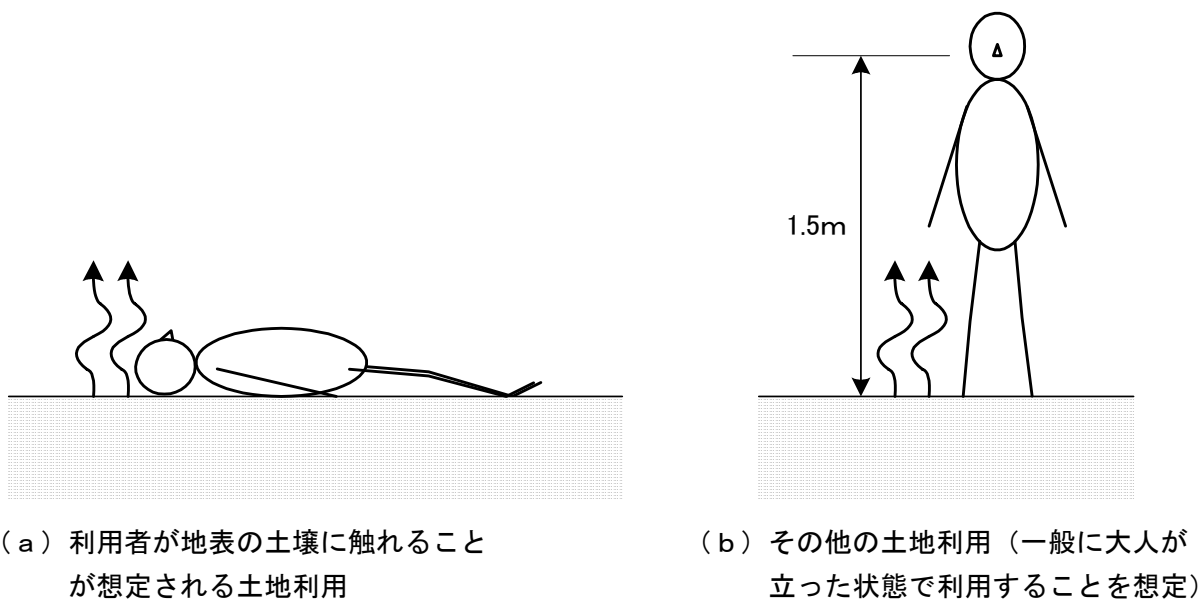


図4-1 地表面の油汚染問題発生状況を把握するための油臭の判断地点の考え方

(2) 井戸水等の油汚染問題の発生状況の調査方法

1) 井戸水の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地における井戸水の油汚染問題の発生状況については、井戸内から井戸水を採水し、井戸水の状況を目視で確認して油膜の有無を判定するとともに、水の臭いを嗅いで井戸水の油臭の有無を判定する。

2) 水域の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地内の水域に対しては、調査実施者が水域付近の現地踏査を行い、池・水路の脇又は直上で人の感覚(嗅覚、視覚)に基づいて油臭や油膜の発生の有無を判定する。

3. 結果の評価

- (1) この調査で新たに地表又は井戸水等の油汚染問題が確認された場合、新たに把握された地表及び井戸水等の油汚染問題に対しても以降の調査や対策を行う必要がある。
- (2) 調査地のある敷地内において、地表に油汚染問題が生じておらず、かつ資料等調査によって鉱油類の取扱いの履歴がないことが判明しているにもかかわらず、井戸水等には油汚染問題が生じている場合のように、油汚染問題の原因が調査地のある敷地の外にあると推定することが妥当な場合もある。

4. 留意事項

調査実施者が現地踏査を効率的に行えるよう既存資料の提供等に協力すると共に、安全の確保に努める。

V 油含有土壌の存在範囲の把握等

1. 目的と必要性

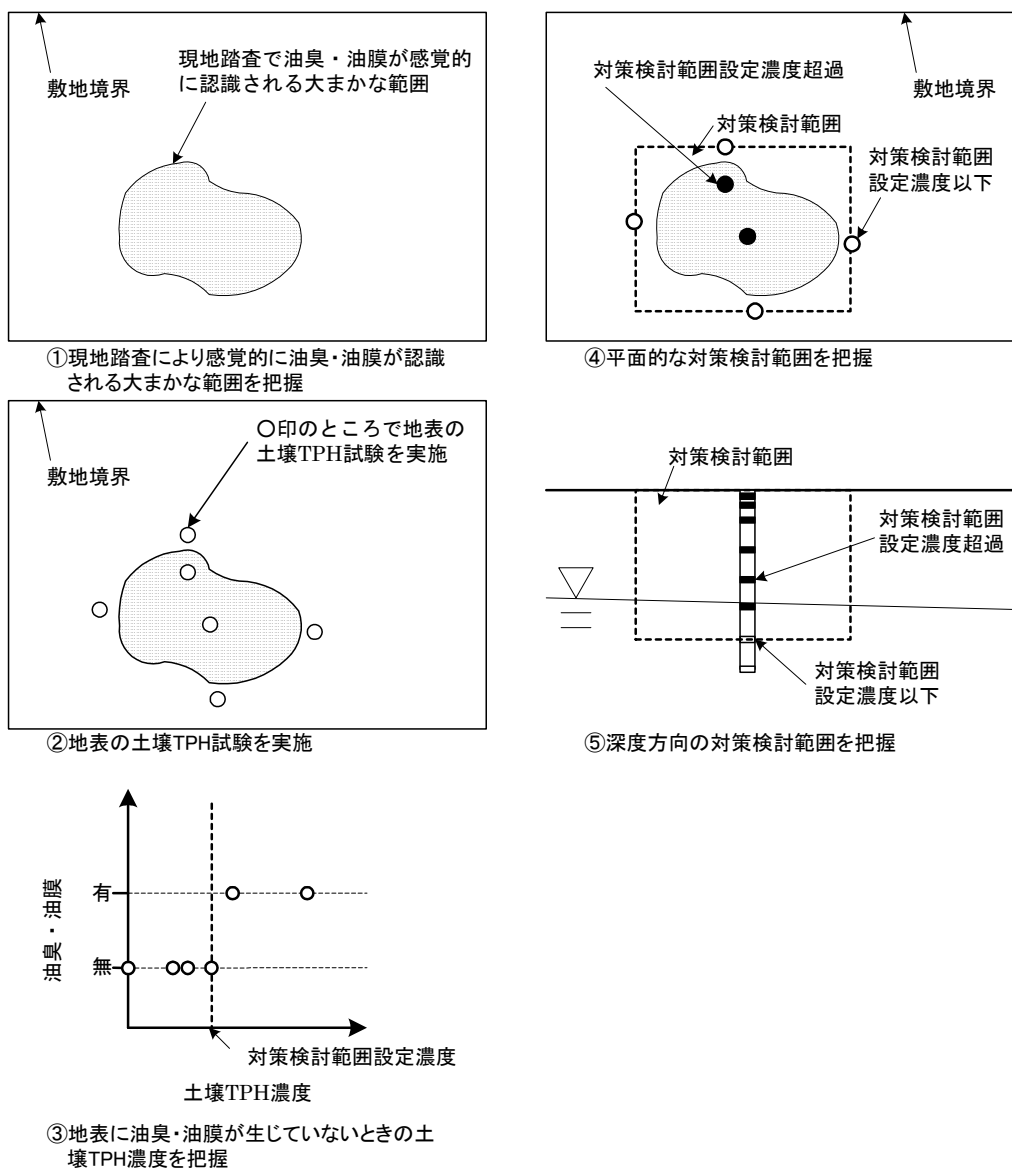
油汚染問題の原因となっている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況を把握するとともに、調査地がある敷地の周辺に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否かを含めて状況を把握し、対策を検討するスキームの設定に必要な情報を整理することを目的とする。

現に生じている油汚染問題の解決方策を検討するために、また、油汚染問題の拡大の可能性を推定して防止策を講ずる必要があるか否かを検討するために必要である。

2. 方法

2-1 地表に油汚染問題が生じた場合

- (1) Ⅲの資料等調査を通じて得られた鉱油類の取扱いの状況や過去の油汚染問題の履歴、及びⅣの調査を通じて得られた油汚染問題の発生状況の情報から、油含有土壌の平面的な位置及び深度を推定する。
- (2) 地表の油汚染問題については、油臭や油膜の原因となっている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況を、現地踏査における人の感覚と、それを補完する土壌TPH試験によって概括的に把握する。
- (3) 平面方向については、現地踏査において油汚染問題が感覚的に認められた場所及び認められなかった場所のそれぞれ数ヶ所ずつについて、表層部土壌の土壌TPH濃度を把握する。調査地点の配置については専門家に相談して決定すると良い。
(図5-1①～④)
- (4) 深度方向については、現地踏査において油臭が強かった又は油膜が多く見られた地点、平面方向の調査で土壌TPH濃度の最も高かった地点、又は下方への油の拡散が予想される地点等、1地点以上を設定する。調査地点の選定については専門家に相談して決定すると良い。(図5-1⑤)



(備考) 「対策検討範囲設定濃度」は、「地表の油臭や油膜が感覚的に認められなかった場所で測った土壌TPH濃度のうち最も高い濃度」である(上図③)。ただし、地表の油臭を感じるかどうかは気象条件によって異なりがちなので、油臭がないと思った場所で測った土壌TPH濃度(「無臭TPH」という。)の最大値が、油臭があると思った場所で測った土壌TPH濃度(「有臭TPH」という。)の最小値よりも大きいという結果となることもある。このような場合には、有臭TPHの最小値よりも小さい範囲で最も大きな無臭TPHを「対策検討範囲設定濃度」とし(下図③')、下図④'に示すような場所で追加の土壌TPH試験を行って、平面的な対策検討範囲を設定することとする。

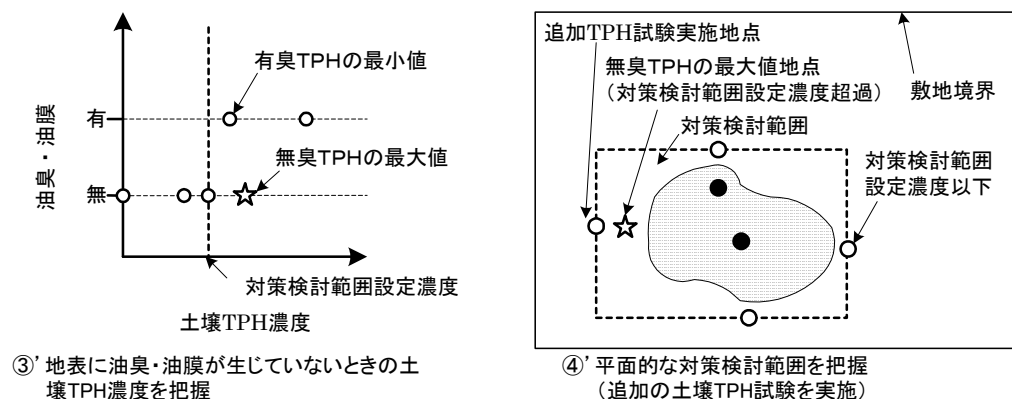


図5-1 地表の油汚染問題に対する対策検討範囲設定までの概念図

2-2 井戸水等に油汚染問題が生じた場合

- (1) 調査地の地表と井戸水等の両方で油汚染問題が生じている場合には、資料等調査で把握された鉱油類の取扱いの履歴等、2-1の調査の結果、及びさらに必要があれば追加の土壌 TPH 試験を行ってデータを補足し、油含有土壌の存在状況を把握する。
(図5-2)
- (2) この場合の調査地点は、資料等調査による地形・水文地質及び地下水流動の資料、2-1の調査結果に基づき、油含有土壌の三次元的な存在状況を効率的に把握できそうな配置で設定する。調査地点の数及び配置については、専門家に相談し、設定するとよい。
- (3) 地表では油汚染問題が生じておらず、調査地の井戸水等の油汚染問題のみが生じている場合には、資料等調査による鉱油類の取扱いの履歴等から推定された汚染原因の平面的な位置付近で、深度方向の土壌 TPH 試験を行い、油含有土壌の存在状況を把握する。
- (4) この場合の調査地点は、資料等調査により推定される油含有土壌の平面的な位置及び深さ、地形・水文地質及び地下水流動の資料に基づき、油含有土壌の三次元的な存在状況を効率的に把握できそうな配置で設定する。調査地点の数及び配置については、専門家に相談し、設定するとよい。

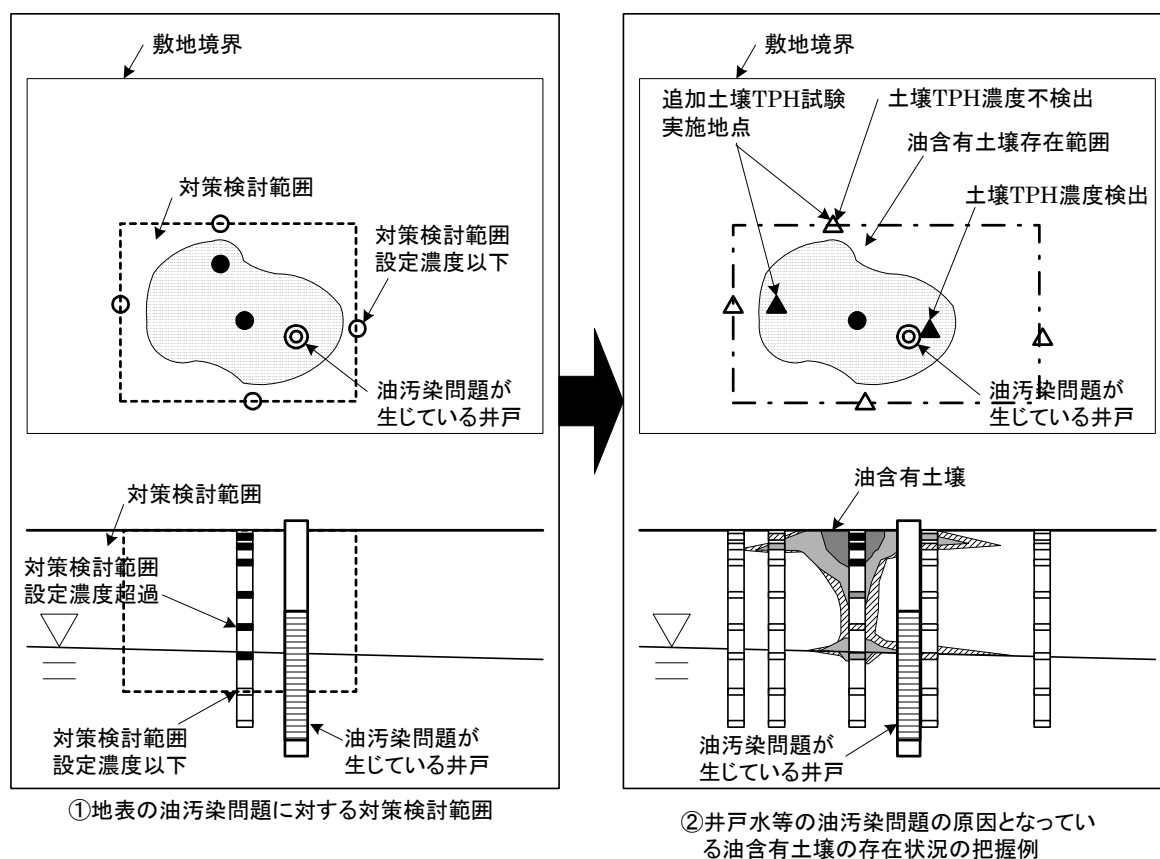
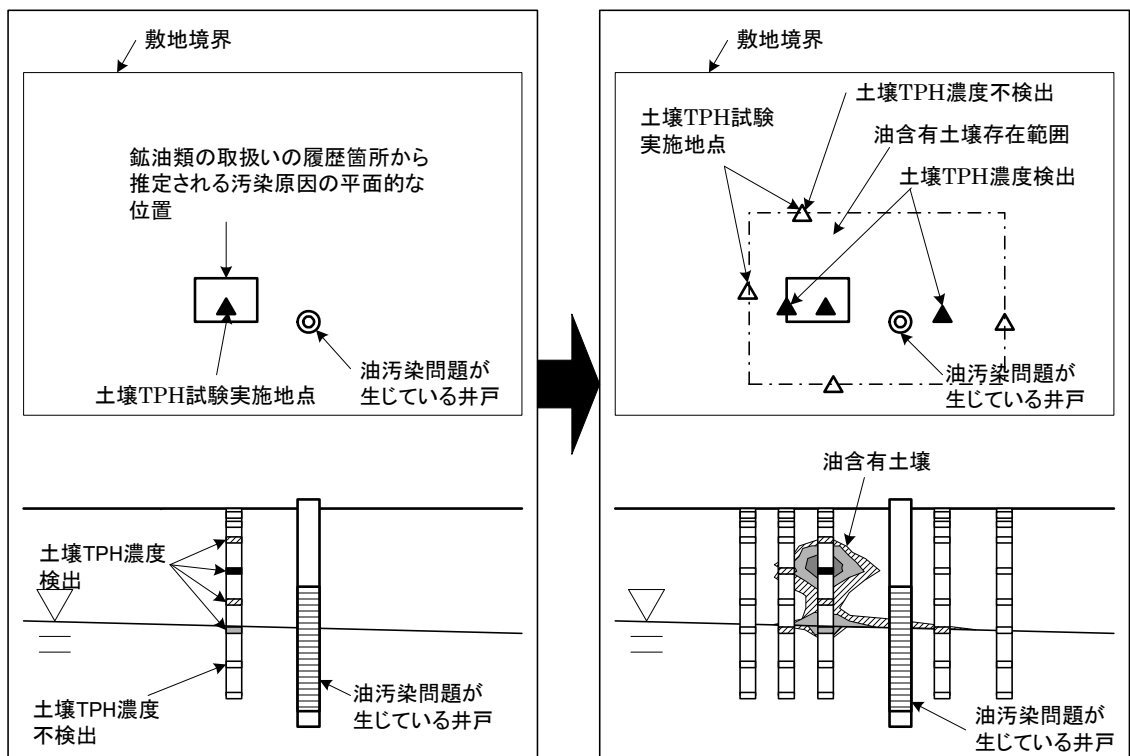


図5-2 地表と井戸水等の両方で油汚染問題が生じている場合の油含有土壌の存在状況把握の概念図



① 鉱油類の取扱いの履歴から推定される汚染原因の平面的な位置での鉛直方向の油含有土壌の存在状況の把握例

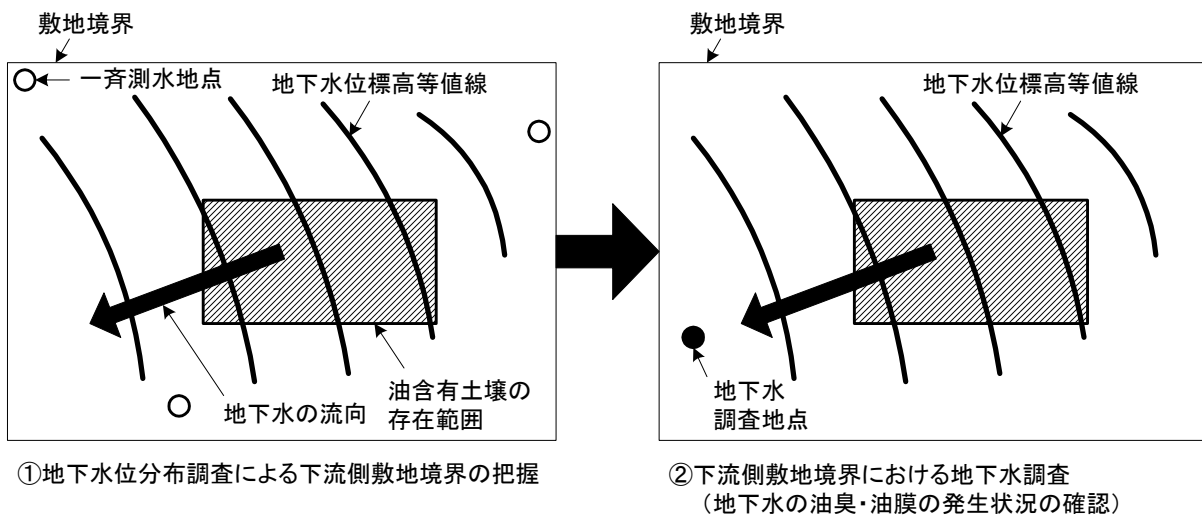
② 井戸水等の油汚染問題の原因となっている油含有土壌の三次元的な存在状況の把握例

図 5 - 3 井戸水等のみに油汚染問題が生じている場合の油含有土壌の存在状況把握の概念図

2-3 周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否か

- (1) 資料等調査で把握された鉱油類の取扱いの履歴と調査地の地形、水文地質、地下水流動等の状況、2-1又は2-2で把握された油含有土壌の存在状況（地下水の油臭や油膜の発生状況を調べた場合はその状況も含む）をもとに、調査地の油含有土壌が敷地周辺で油汚染問題を生じさせるおそれの程度を検討し、評価する。
- (2) 以下のいずれかに該当する場合は、下記(3)の調査を行うまでもなく、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断することができる。ただし、実際に油汚染問題が調査地のある敷地の周辺（以下「敷地周辺」という。）の井戸で生じていることが把握されている場合は、このような判断をすることはできない。
 - ① 敷地周辺、又は調査地の地下水の下流側で井戸水等が使用されていないことが明らかである。
 - ② 油含有土壌が地表付近にのみ存在し、油含有土壌と地下水の間に難透水層等が存在しているために土壌中の鉱油類が地下水に到達する可能性が小さい。
 - ③ 土壌中の鉱油類が存在している又は到達する可能性のある帯水層や宙水層の分布が敷地内に限定される。
 - ④ 地下構造物が土壌中の鉱油類が存在している又は到達する可能性のある帯水層や宙水層を遮断している。
 - ⑤ 敷地の大きさに対して、地下水の油臭や油膜が軽微であり、専門家が敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれが小さいと判断している。
- (3) 地下水の下流側の敷地境界で地下水の油膜と油臭の状況を調べ、調査地の油含有土壌が敷地周辺で油汚染問題を生じさせるおそれの程度を検討し、評価する。
 - 1) 地下水の下流側の敷地境界がどこかを把握するための地下水位分布調査の調査地点を、油含有土壌から敷地外への地下水の流れの方向がわかるように3ヶ所以上設定する。
 - 2) 各調査地点に観測井を設置又は調査孔を掘削し、全ての調査地点で一斉に地下水位を測って各地点における地下水位までの深さを把握するとともに、その深さの基準とした高さ（観測井の管頭、地表面等）の標高（絶対標高ではなく、相対的な標高でもよい）及び調査地点の位置を測量する。
 - 3) 各調査地点の位置及び地下水位の標高を求めてそれを作図（地下水位標高等値線図）し、油汚染問題の原因となっている（又はなっている可能性のある）油含有土壌に対する地下水の下流側敷地境界を把握する。（図5-4①）
 - 4) 下流側敷地境界に適切な数の調査地点を1地点以上設定し、観測井を設置又は調査孔を掘削して地下水を採水し、目視で油膜の有無を判定するとともに、水の油臭を確認する。（図5-4②）

- 5) 1) 及び4) の調査地点の数及び位置については専門家に相談し、設定するとよい。
また、地下水試料の採取容器や採取量は分析機関と協議し決定すると良い。また試料の採取を分析機関に依頼しても良い。



※「地下水位標高等値線」とは、地下水位の標高を求め、標高が等しい点を結んだ線を作図したものである。
※「一斉測水地点」とは、地下水位を一斉に測った地点である。

図5-4 地下水の下流側敷地境界における地下水の油臭・油膜発生状況確認の概念図

- (4) 以上の地下水の調査を、結果の評価を含めて一括して専門業者に委託する方法もある。

3. 調査結果の評価

3-1 地表に油汚染問題が生じた場合

- (1) 平面方向については、2-1(3)で油汚染問題が認められなかった場所について調べた土壌TPH濃度で囲まれる線の内側を、地表の油汚染問題に対する対策を検討する対象となる範囲(以下「対策検討範囲」という。)として設定する。
(図5-1④)

- (2) 平面方向の対策検討範囲を設定するために用いた土壌TPH濃度以下の濃度となる深度までを深度方向の対策検討範囲として設定する。(図5-1⑤)

3-2 井戸水等に油汚染問題が生じた場合

- (1) 土壌TPH試験の結果より、鉱油類を含むと思われる土壌TPH濃度を示した範囲を油含有土壌の存在範囲として把握する。(図5-2)
- (2) 地下水があっても井戸水等として利用されておらず、油臭や油膜が問題となっていないならば、油汚染問題としてとらえる必要はない。

3-3 周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否か

- (1) 下流側敷地境界における地下水の油臭や油膜の発生状況の確認で油臭や油膜の存在が確認された場合、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれの程度が大きいと判断する。
- (2) 下流側敷地境界における地下水に油臭や油膜の存在が確認されなかった場合、現状では敷地周辺の井戸水等の油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断する。
- (3) 周辺の土地に現に油汚染問題が生じているときは、その状況に即してより詳細な調査が必要かどうか専門家に相談する。

4. 留意事項

- (1) 試料の分析方法
土壌TPH試験の方法は、油汚染問題の原因であると推定される鉱油類の情報を参考にしつつ、資料B「TPH試験法の概要」に示されている各TPH試験法の特徴や適用限界を考慮の上、現場の状況に応じたTPH試験法を選択するとよい。
- (2) どの試験法を用いてどのような仕様（分析条件）でTPH濃度を得たかについては、その後の状況把握調査結果の整理、解析に不可欠であり、また対策段階で追加的な対策調査を行う場合にも必要な情報であるので、記録して保存する。
- (3) 既存資料による情報等から調査地及びその周辺の地下水の流れの方向がわかっている場合には、地下水位分布調査を省略することも可能である。
- (4) 敷地周辺の井戸水等に現に油汚染問題が存在する場合は、下流側敷地境界における地下水に油臭や油膜の存在が確認されなかった場合でも、それが一時的な現象である可能性もあるので、調査結果の評価を専門家に相談する等により慎重に行う。
- (5) 調査結果は、将来周辺の土地で油汚染問題が生じた場合に参照する。また、そのような場合には、必要に応じて状況把握調査を行う。

VI 対策を検討するスキームの設定

1. 目的及び必要性

油汚染問題に対する対策は、問題の状況のみならず、その土地の現在の及び予定されている利用の目的や方法によって異なるため、適切な対策方法を選択し実施できるようにする必要がある。そのため、現在の土地の利用方法と、対策実施後の土地利用の予定の有無及び内容についての情報を整理し、これらの情報とⅡからⅤまでの調査結果をもとに、対策を検討するスキームを決定することを目的とする。

2. 方法

- (1) 調査地の土地の利用方法が現状と変わらない場合は、現在の土地の利用方法（用途、地表面被覆状況）、対策方法を選択する上での制約事項（地表面の被覆方法の制限、地盤面の高さ、構造物の存在、施工条件（スペース、騒音、振動等））等の情報を把握し、整理する。
- (2) 予定されている土地利用が現状と異なる場合は、今後の土地の利用方法、対策方法を選択する上での制約事項、対策実施時の土地の利用方法を考えた場合の対策選択上の制約事項等の情報を把握し、整理しておく。
- (3) 油汚染問題の発生状況、油含有土壌の存在状況、及び土地の利用方法に関する情報をもとに、対策に移行する上で前提として固めておくべき以下の事項を整理し、それらをもとに対策の方向性を総合的に検討して取りまとめる。
 - ① 対策を検討する対象となる調査地の油汚染問題の種類
 - ② 調査地の油汚染問題に対して対策を検討する対象となる油含有土壌の存在範囲
 - ③ 敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策の必要性
 - ④ 現状及び今後の土地利用方法から想定される対策方法の制約条件等

3. 留意事項

工場・事業場の敷地のまま使い続けられる土地利用や、児童公園などのように利用者が地表の土に触れることが想定される土地利用や、戸建て住宅などのように土地を裸地のまま利用することが普通である土地利用等に応じた適切な対策を検討する。

Ⅶ 状況把握調査結果の取りまとめと保存

1. 目的及び必要性

状況把握調査を通じて得られたデータと資料を経時的に整理し、保存することを目的とする。一連のデータと資料は、対策の検討が必要となった際や、対策実施後に記録を保存する際等にも必要である。

2. 方法

- (1) 原因が鉱油類であることの判定の段階のものから経時的に整理し、保存する。
- (2) 必要に応じ以下の項目について、わかり易くまとめて保存する。
 - ① 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認方法と結果
 - ② 調査地のある敷地内における鉱油類の取り扱いの履歴等に関する資料等調査の結果

- ③ 油汚染問題の発生状況の把握方法と結果
- ④ 油含有土壌の存在範囲の把握方法と結果
- ⑤ 敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策の必要性の判断
- ⑥ 調査地のある敷地における土地の利用方法に関する情報と対策方法の制約条件
- ⑦ 上記の情報に基づき設定した対策の検討スキーム

3. 留意事項

- (1) 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの判定方法と理由、使用した TPH 試験法の種類と仕様（分析方法）等を必ず明示する。
- (2) 状況に応じて保存期間を設定する。

1. 確認方法の概要

油臭や油膜の原因が鉱油類であるか否かの確認は、GC-FID 法による TPH 試験で得られるチャート(クロマトグラム)の形状、及び TPH 画分毎の濃度組成による推定で行うとよい。

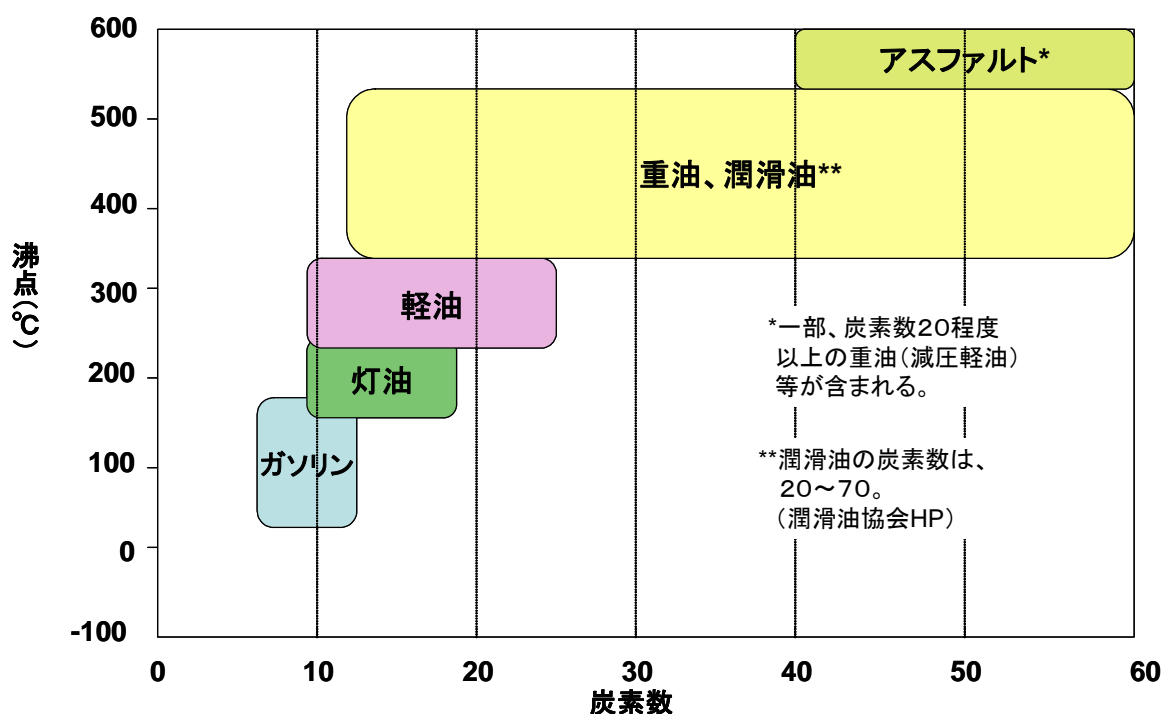
具体的には、GC-FID 法により分析結果として得られるクロマトグラムのパターンを標準とする鉱油類のクロマトグラムのパターンと比較し、ピークパターン(検出成分を示すピークの出現の仕方)や炭素数(C)の検出範囲の類似性を見て鉱油類か否かを判定する。

このとき、 $C_6 \sim C_{12}$ (ガソリンの炭素範囲)、 $C_{12} \sim C_{28}$ (軽油の炭素範囲)、 $C_{28} \sim C_{44}$ (残油の炭素範囲)の3つの炭素範囲(画分)に区分し、炭素範囲毎にクロマトグラムのピークパターンや濃度を比較すると油種の同定を行うことも可能である。

(備考)

- ・ ここでいう「残油の炭素範囲」とは、常圧残油(原油を常圧蒸留してガス、ガソリン留分、灯油留分及び軽油留分を留出させた残りの油)に相当する成分として、 $C_{28} \sim C_{44}$ の炭素範囲のことを指す。

参考として、図1-1に石油製品の沸点範囲と炭素数を、図1-2にTPHの炭素範囲の概念図を示す。



PEC-2002I-07「石油汚染土壌の浄化に関する技術開発報告書」の図3. 1-1をもとに作成

※ 図1-1にはアスファルトが表示されているが、アスファルトは本ガイドラインの対象となる鉱油類としては考えていない。

図1-1 石油製品の沸点範囲と炭素数

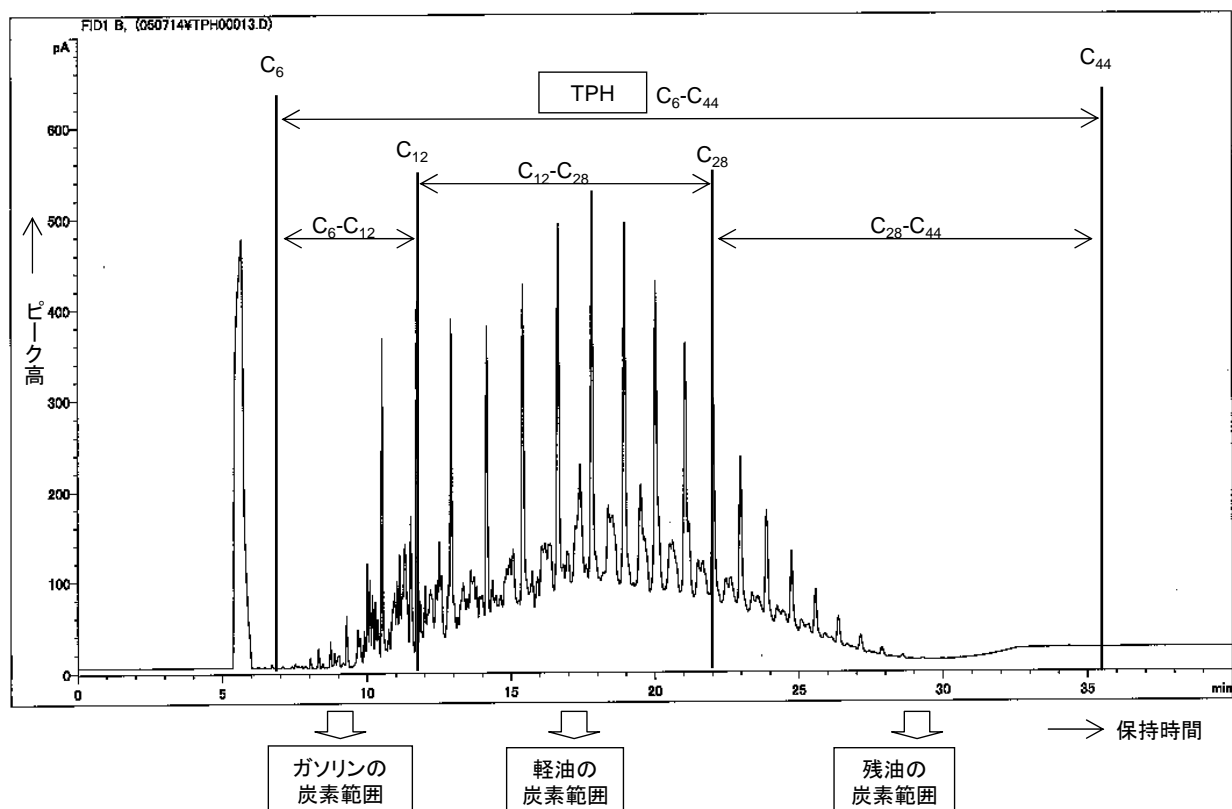


図 1-2 クロマトグラム上のTPHの炭素範囲の概念図

2. 鉱油類か否かの判定

鉱油類か否かは、得られたクロマトグラムを図2-1から図2-4に例を示すような石油製品のクロマトグラムと比較し、同じような保持時間(X 軸)のところにピークが出現しているかどうか、クロマトグラム全体の形状が類似しているかどうか等を見て判定する。

なお、実際の油含有土壌の場合、経時的な性状変化(酸化還元等)が発生していることが多く、低沸点の成分(炭素数の小さい成分)が揮発や分解によって消失していることも多い。

(参考) 油種の同定方法の例

GC-FID 法による TPH 試験で得られるクロマトグラムから油種を同定する方法について、以下に考え方の例を示す。

- 1) $C_6 \sim C_{12}$ の範囲(ガソリンの炭素範囲)にのみ成分が検出されている場合は、ガソリンである可能性がある。
- 2) $C_{12} \sim C_{28}$ の範囲(軽油の炭素範囲)を主体に成分が検出されている場合は、灯油や軽油(またはA重油)である可能性がある。
- 3) $C_{28} \sim C_{44}$ の範囲(残油の炭素範囲)でも成分が検出されている場合は、重油や潤滑油である可能性がある。
- 4) ガソリンの炭素範囲、軽油の炭素範囲、残油の炭素範囲の全ての炭素範囲で成分が検出された場合は、複数の油種が混合したものである可能性がある。

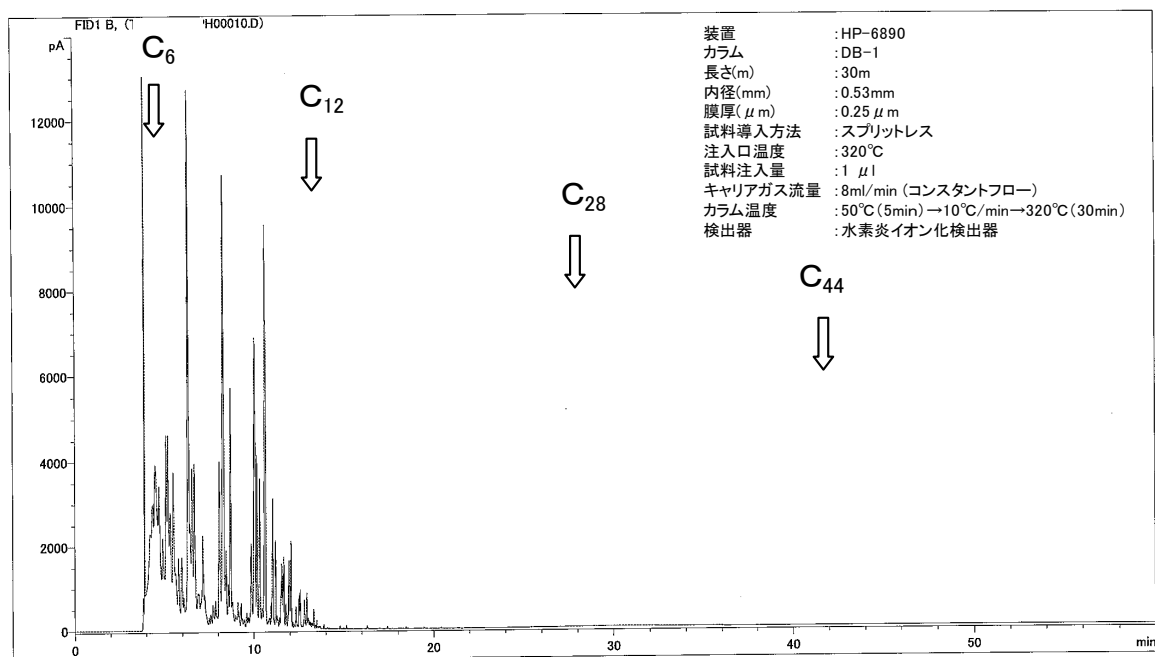


図 2-1 ガスクロマトグラムの例（ガソリン）

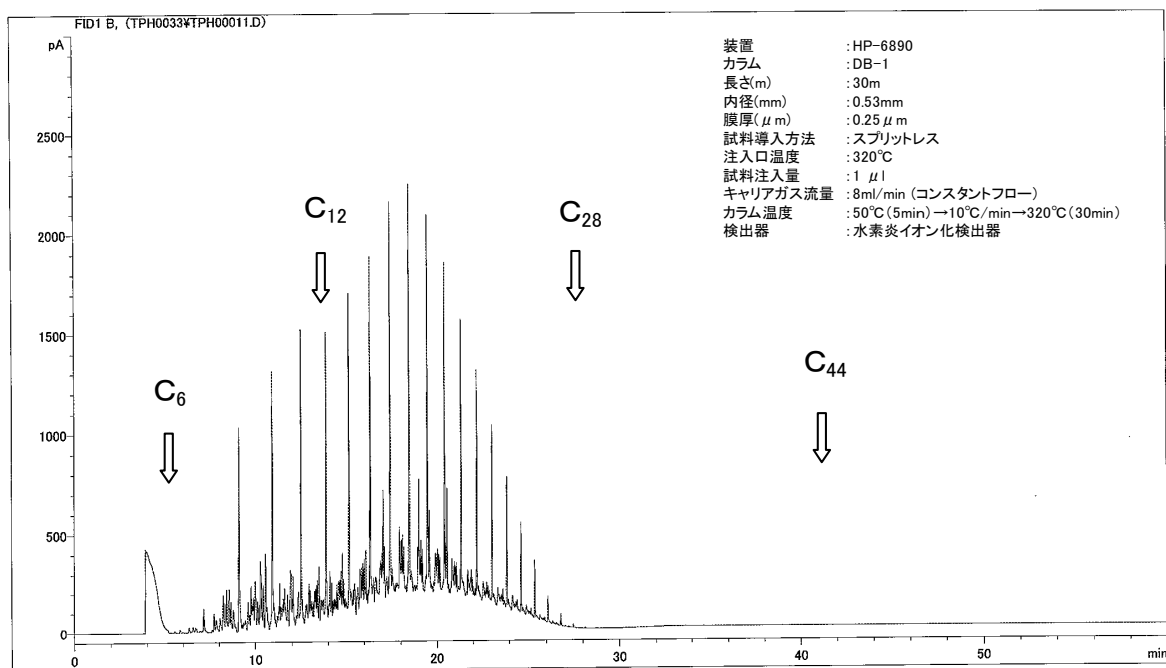


図 2-2 ガスクロマトグラムの例（軽油）

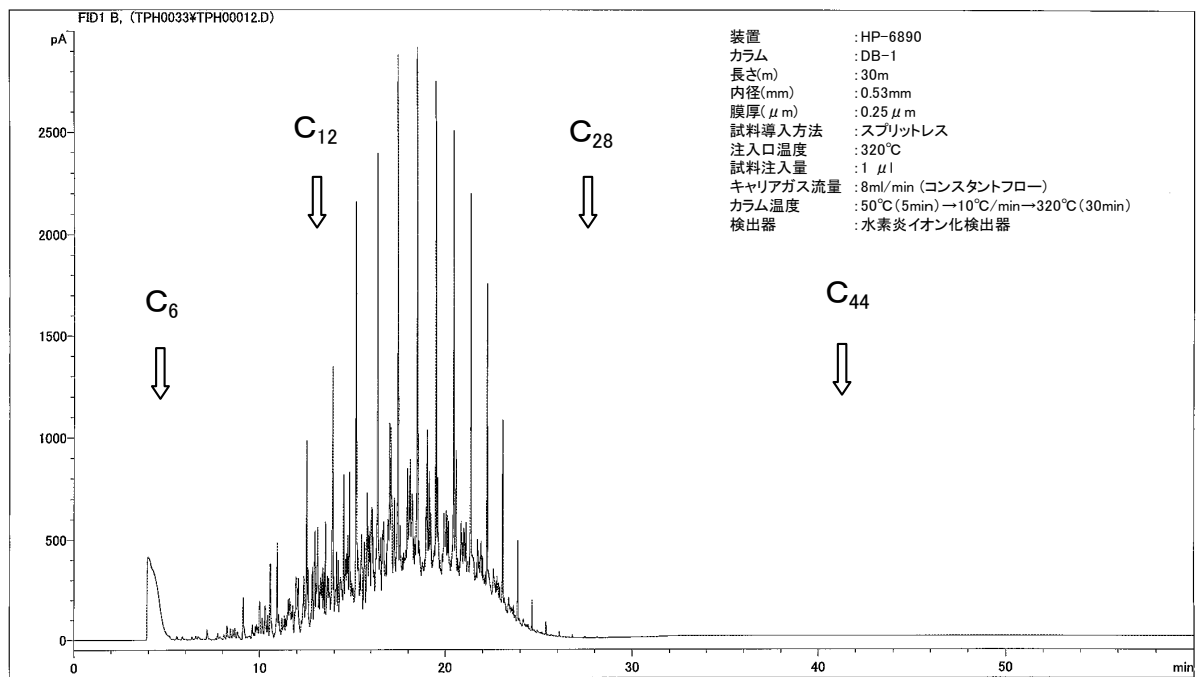


図 2 - 3 ガスクロマトグラムの例 (A重油)

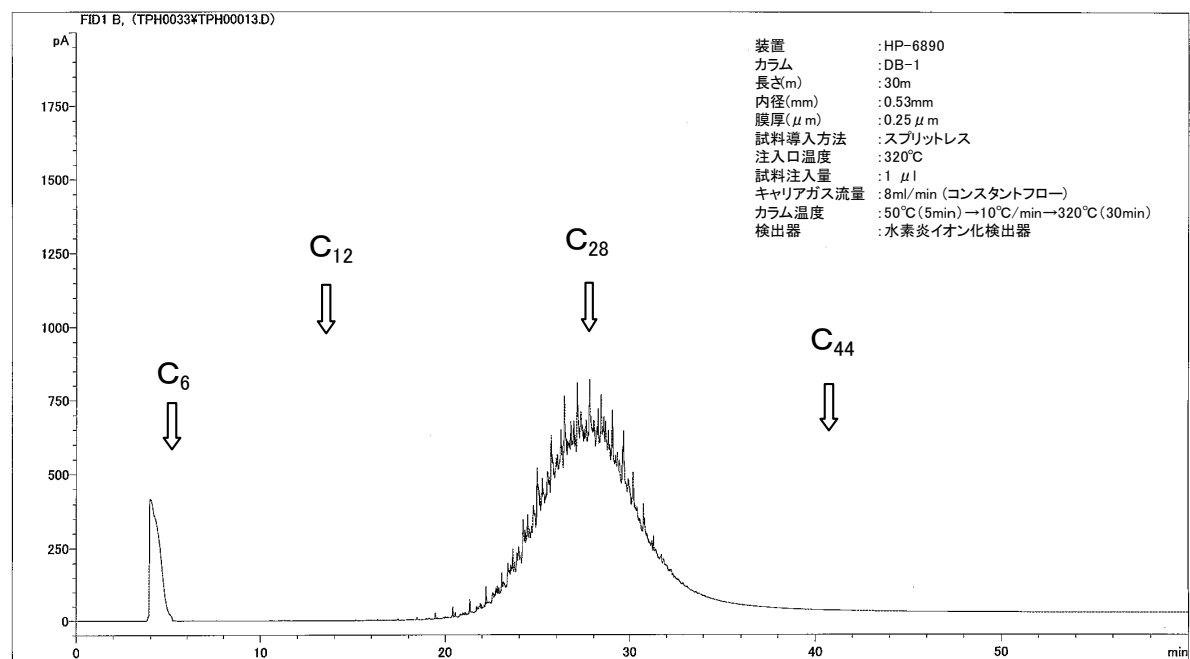


図 2 - 4 ガスクロマトグラムの例 (モーターオイル)

資料B

TPH 試験法の概要

本ガイドラインで TPH 試験を行う場面には以下の4場面があり、ここでは、油臭や油膜の発生に関係する鉱油類について試験することができる方法について取りまとめた。

なお、全ての方法が全炭素範囲をカバーしている訳ではない。

- ① 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認及び油種の同定
- ② 油含有土壌の平面及び深度方向の存在範囲の把握
- ③ 対策範囲の把握
- ④ 対策完了確認

主なTPHの試験法としては、水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID 法)、赤外分光分析法(IR 法)、重量法(ノルマルヘキサン抽出法)がある。

表1にこれらの試験法の比較を示す。

表1 主な TPH 試験法の比較

名称	水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID 法)	赤外分光分析法(IR 法)	重量法(ノルマルヘキサン抽出法)
原理	試料中の油分を溶媒で抽出した後、熱をかけて測定成分を気化させる。気化成分はカラム内で分離して各成分を定量する方法。水素炎イオン化検出器により水素炎中で油分が燃焼時にイオン化し、電極間に流れる電流の量が TPH 成分量に比例することを利用して TPH 濃度を求める。	試料中の油分を溶媒に抽出した後、油分の持つC-H伸縮振動を、 3000cm^{-1} 前後の赤外線吸収強度を測定することによってTPH濃度を求める。	有機溶媒(ノルマルヘキサン)に試料中の油分を抽出した後、ノルマルヘキサンを揮発させて残ったものの重量を測定し、TPH 濃度を求める。
概要	土壌試料を無水硫酸ナトリウムで脱水後、二硫化炭素等で振とう抽出し、これを GC-FID に導入して分析する。なお、妨害成分の影響がある場合はカラム処理で鉱油類を分離する。	土壌試料を測定域に吸収をもたない溶媒(S316 など)で振とうまたはソックスレー抽出し、カラム処理で鉱油類を分離し、一定量を定容する。これを IR に導入して分析する。	土壌試料をノルマルヘキサンで振とうまたはソックスレー抽出した後、フロリジルカラムで鉱油類を分離し、加熱して脱溶媒した上で残留成分を TPH として秤量する。
定量下限	100mg/kg (土壌)	10mg/kg (土壌)	100mg/kg (土壌)
特徴及び TPH 試験における留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 定性法では、標準と試料のクロマトグラムを比較することにより、鉱物油であるか否かの判定や油種の判別ができる。 定量法では、クロマトグラムとして得られた対象範囲の面積を合計して求める。 高沸点の TPH 成分は、高温側で分離性が悪化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 振とう法は簡便である。 混合油の場合は炭素範囲毎に分けて定量できない。 鉱油類の油種の判別はできない。 赤外線の吸収がある C-H 結合をもつ溶媒は抽出溶媒として使用できない。 測定対象物質の組成に沿った標準を用いる必要がある。 TPH 成分以外の影響は、カラム処理により軽減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 振とう法は簡便である。 混合油の場合は炭素範囲毎に分けて定量できない。 鉱油類の油種の判別はできない。 80℃で加熱して脱溶媒するため、この温度以下で揮発するガソリン等の低沸点成分は揮散し、測定できない。 ヘキサン可溶性の有機物や硫黄化合物は正の誤差となるが、このうち動植物油類はフロリジルカラム処理により軽減できる。

各試験法の特徴と適用に当たっての留意点は以下のとおり。

なお、各試験法においては、乾燥、抽出といった前処理により誤差が生じることがあり、前処理方法を分析結果に明示するなどの注意が必要である。

(1) GC-FID法

GC-FID法は、炭素数(C)により、 $C_6 \sim C_{12}$ (ガソリンの炭素範囲)、 $C_{12} \sim C_{28}$ (軽油の炭素範囲)、及び $C_{28} \sim C_{44}$ (残油の炭素範囲)の3つの炭素範囲(画分)で区分されるTPH画分毎の濃度を求めることにより、油種および経時的な性状変化の程度を大まかに把握することができる。複数の油種が土壤に含まれている場合には、それぞれの油種を区別することも可能である。また試験結果として得られるクロマトグラムのパターン等からも鉱油類であるかどうかの判定や油種を同定することが可能である。

本ガイドラインでは、鉱油類のうち、油臭や油膜の発生に関係するガソリン相当分から重油相当分までをほぼカバーできる範囲のTPHを対象としていることから、溶媒抽出GC-FID法では、 $C_6 \sim C_{44}$ までの範囲を測定の対象とする。なお、 $C_6 \sim C_{12}$ の低沸点の炭化水素類の分析にあつては、ページ&トラップガスクロマトグラフ法(U. S. EPA Method 5035A, 5030C等)を用いることもできる。

(備考) ここでいう「残油の炭素範囲」とは、常圧残油(原油を常圧蒸留してガス、ガソリン留分、灯油留分及び軽油留分を留出させた残りの油)に相当する成分として、 $C_{28} \sim C_{44}$ の炭素範囲のことを指す。

(2) IR法

IR法は、これまで昭和51年環境庁告示第3号(海洋投入処分を行うことができる産業廃棄物に含まれる油分の検定方法)として産業廃棄物等に含まれる油分を測定する際に使われてきた試験法である。なお、溶媒抽出-IR法では、従来から使用されてきた四塩化炭素や代替品のフロン-113も使用を止める方向にあることから、新たな抽出溶媒の選択が課題となっている。IR法においては、揮発性の低い C_{44} を超える炭素数の範囲の炭化水素類も含んだより広い範囲の鉱油類の濃度が測定されること、また、土壤中の鉱油類以外の有機化合物の影響もあることがあることに留意する必要がある。

(3) 重量法

重量法は、これまで昭和46年環境庁告示第59号付表10(n-ヘキサン抽出物質(油分等)の測定方法)として海域等で油分を測定する際に使われてきた試験法である。低沸点成分の油が揮散するため、油汚染問題の原因となっている油にガソリンが含まれている場合には、誤差が生じることがある。また、土壤や石油製品に含まれている硫黄化合物や土壤中に含まれるヘキサン可溶性有機物の影響で測定値に正の誤差が生じることがあるため、試験結果の評価においてはそれらの影響に留意する必要がある。

上記以外のTPH濃度を測定する方法として各種簡易測定法がある。これらのうち、主なものを表2に示す。簡易測定法は、測定原理や適用範囲、測定精度等が方法や機器により様々であることから、その適用を検討する場合は、それらの特徴をよく考慮した上で、適用可能な場面において適切なかたちで使用すべく、専門家に相談することが望ましい。

表2 主な簡易測定法

測定対象	測定法名称	検出器等	特 徴
ガス成分	検知管法	ガソリン用、 炭化水素用、 ベンゼン用等	目的成分と反応して発色する単体を封入したガラス管。検知管用ガス採取器に取り付けて一定量の試料ガスを通過させ、担体の発色量の目盛りを読み取って濃度を把握する。干渉物質が存在するため、物質の同定は不可能。
	ガスモニター法	光イオン化検出器(PID)	バッテリー駆動で携帯式であり、測定時間も数秒と短い。常温でガス化した成分を検出対象物質の総量として検知するものであり、測定値は校正対象物質の濃度に換算した相対的な濃度である。
		水素炎イオン化検出器(FID)	
		赤外分光検出器(IR)	
		干渉増幅反射式検出器(IER)	
	ポータブルガスクロマトグラフ(GC)法	光イオン化検出器(PID)	携帯型又は可搬型の GC で、個別成分毎の濃度を定量する。ガス成分を直接測定する場合と、吸着剤に捕集したガス成分を熱脱着又は溶媒抽出して測定する場合がある。
		水素炎イオン化検出器(FID)	
		質量分析計(MS)	
抽出油分	抽出比濁法	濁度計	土壌中の鉱油類を専用の試薬で水へ抽出し、ミセル(コロイド粒子)となった油成分の濁度を測定して油分濃度を把握する。成分抽出から測定まで 20~30 分程度を要し、測定器キットは使い捨てである。油種により測定感度が異なることに注意が必要である。
	イムノアッセイ法	特定成分毎に分析キットあり	土壌中又は水中の鉱油類を溶媒抽出し、抗原抗体反応の原理を応用して発色させて吸光光度分析する。
直接探査 (ダイレクトセンシング)	蛍光センサー法	ランプ式誘導蛍光センサー	センサープローブを土壌中に挿入することにより、芳香族炭化水素に誘導される紫外光の蛍光反応を測定し、土壌中の油分濃度の状況を連続的に把握する。
		レーザー式誘導蛍光(LIF)センサー	
	膜界面サンプリング分析法	各種ガス検出装置 ・光イオン化検出器(PID) ・水素炎イオン化検出器(FID) ・質量分析計(MS) ・電子捕獲型検出器(ECD) 等	センサープローブを土壌中に挿入することにより、土壌ガスや地下水中に含まれている揮発性物質をセンサープローブのポリマー・メムブレンを介してプローブ内に拡散させ、キャリアーガスに取り込んで地上の検出器まで運搬し、揮発性物質の成分や濃度を測定する。
	リボン NAPL サンプラー法(RNS 法)	なし(視覚による確認)	疎水性の染料を充填した反応性のライナー(リボン)を掘削孔の孔壁に接触させ、リボンの変色範囲を目視で確認することにより原液状の油分の存在の有無や分布範囲を把握する。油分以外に有機塩素化合物にも反応する。

第2章 対策

I 総論

1. この章では、土地の所有者等が自らの土地に油汚染問題が発生したときに、その土地の土壌又は井戸水等について行う、ア) 地表の油汚染問題の対策、イ) 井戸水等の油汚染問題の対策、ウ) 敷地の周辺の土地への油汚染問題拡散の防止対策について説明する。
2. 対策工事には、土壌汚染対策や油汚染問題に関する知識や技術情報を有している土地の所有者等が自ら行えるものもあるが、この章は土地の所有者等が発注者となることを想定して記述した。
3. 対策の進め方は一般的には次のような流れになる。
 - ① 対策方針の策定
 - ② 対策目標の設定
 - ③ 対策方法の選定
 - ④ 対策調査の実施
 - ⑤ 対策計画の作成
 - ⑥ 対策の実施と対策工事完了確認
 - ⑦ 対策の記録の作成・保存等
4. 具体の油汚染問題があったときに、その現場における対策についてどのような方針をたて目標を定めるか、どのような対策方法を選定するかについては、その現場の状況に応じて異なってくる。そこで、このガイドラインを利用する土地の所有者等が必要となった部分だけを読めばわかるようにするため、3. に示した進行段階毎に、「目的と必要性」、「方法と考え方」、「留意事項」を取りまとめて示すことにした。

II 対策方針の策定

1. 目的と必要性

状況把握調査の結果をもとに、発生している油汚染問題の状況に応じて、また、現状及び今後の土地利用方法を踏まえて、現場の状況に適した対策の方針を策定することを目的とする。

対策方針は、対策目標の設定や、土地利用の方法等を勘案した対策方法の選定の基となるものであり、対策の方向性を示すものであるから、土地の所有者等が、自らの土地において解消すべき油汚染問題を正しく理解した上で、対策後の土地の利用方法に適した対策が行われるようにするために、自らの意図を十分反映する必要がある。

2. 方法と考え方

(1) 地表の油汚染問題に対する対策方針の策定

対策後の土地利用が裸地の状態か、建物や舗装等で被覆した状態か、また、裸地の状態で使用する場合には地表面と土地利用者との距離はどうかに留意し、対策方針を策定する。

- 1) 土地を被覆した状態で利用する場合には、大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすることが基本となる。
- 2) 裸地の状態で利用する場合には、公園の遊び場や緑地等のように、地面に寝そべって利用することも想定して油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすることが必要となる場合がある。
- 3) 裸地の状態で利用される場合であっても、建物脇、道路、植栽帯等、一般的に立った状態で利用する土地については、大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすることが対策方針の基本となる。

(2) 井戸水等の油汚染問題に対する対策方針の策定

井戸水等の油汚染問題に対しては、対象とする水が今後も利用されるものかどうか、井戸水と水域（池・水路等）の水のいずれであるか、また、水域の水の場合にはその水域と土地の利用者との距離はどうかに留意し、対策方針を策定する。

- 1) 井戸水ならば、それを利用する際に、油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすることが対策方針の基本となる。ただし、人が触れる水である場合には、水面のすぐ上で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすることが対策方針として考えられる。

（備考）

- ・周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが小さい場合には、井戸から揚水した水を浄水器等で浄化して利用する方法や、井戸水の利用を停止して井戸を廃止する方法で対応することも選択肢となる。

- 2) 池や水路等の場合は、水域の付近に大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすることが対策方針の基本となる。

（備考）

- ・周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが小さい場合には、水域の水に含まれる油を回収又は浄化する方法や、池や水路を埋め戻して利用を廃止する方法で対応することも可能である。

(3) 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針の策定

状況把握調査により、敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策が必要であると判断された場合は、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針を策定するこ

とが必要となる。

敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されている場合は、敷地外への鉱油類の拡散を防止することが対策方針となる。それ以外の場合には、まず敷地境界付近の地下水のモニタリングを行って経過を観察し、その結果に応じて拡散防止対策を検討する方法もあるので、モニタリングの方法も含めて専門家に相談すると良い。

なお、敷地境界の地下水に油相（フリーフェーズ）がある場合等、鉱油類の拡散防止に早急に対応することが必要な現場の状況があれば、それに応じた対策が講じられるように留意する。

3. 留意事項

- (1) 油汚染問題の発生状況を正しく認識して、対策を講ずる対象となる油汚染問題を明確にする必要がある。
- (2) 対策工事の受注者に対して、状況把握調査の結果とともに対策後の土地の利用方針や利用計画を示す必要があるのは、土地利用方法の違いが対策方針の検討に次のように影響すると考えられるからである。
 - ① 土地が裸地の状態で使用されるのか、建物・舗装等で被覆した状態で使用されるのかにより、土地の利用者の油臭や油膜の感じやすさが異なる。
 - ② 土地が裸地の状態で使用される場合であっても、土地の利用方法によって、地表や水域の水の油臭や油膜を感じる距離として人が立った状態を想定することが適当か、寝そべった状態を想定することが適当かの差異がある。
 - ③ 将来追加的な対策が必要になった場合の対応が難しい住宅地等に土地利用する場合と、将来の追加的対応も可能な土地利用とでは、対策目標を検討する際の前提条件が異なる。
 - ④ 井戸水等に油汚染問題が発生しているときに、その井戸や池等を廃止できるか否かによって対策目標を検討する際の前提条件が異なる。
 - ⑤ 土地の利用方法によっては、地盤高を上げる盛土が土地利用の妨げになる、舗装材、遮水壁等を設置することが土地利用の妨げになる等の問題が生ずるおそれがあり、対策方法として採用できないことがある。
- (3) 対策の方法によって対策完了までの時間に差異があるので、例えば対策後の土地を売却する予定があるなどのために対策期間に制約がある場合には、それを対策工事の受注者に明確に示す必要がある。

図2-1、図2-2及び図2-3に、地表の油汚染問題、井戸水等の油汚染問題、及び敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針の例を示す。

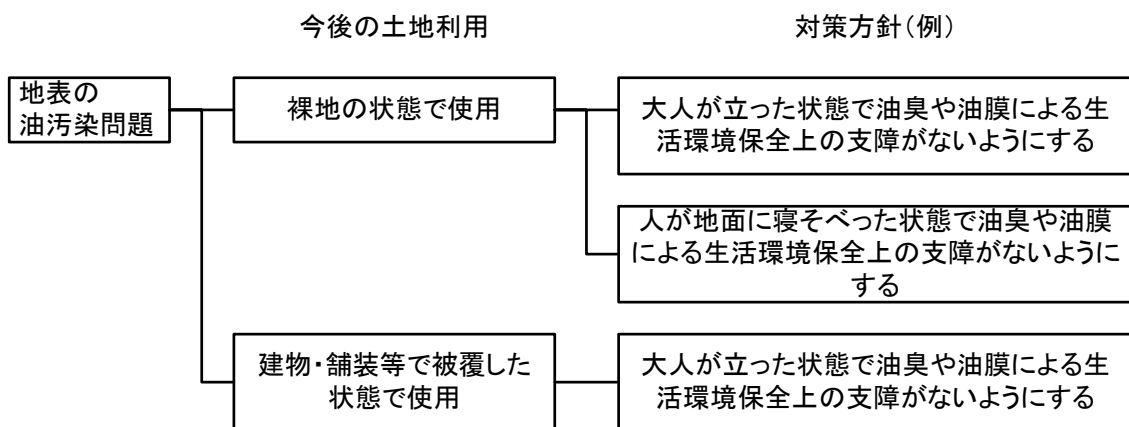


図 2 - 1 地表の油汚染問題に対する対策方針の例

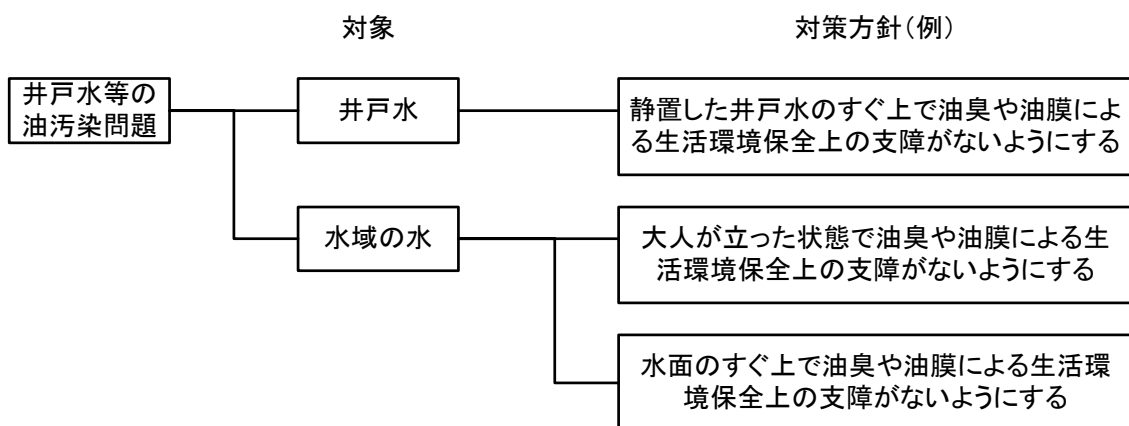


図 2 - 2 井戸水等の油汚染問題に対する対策方針の例

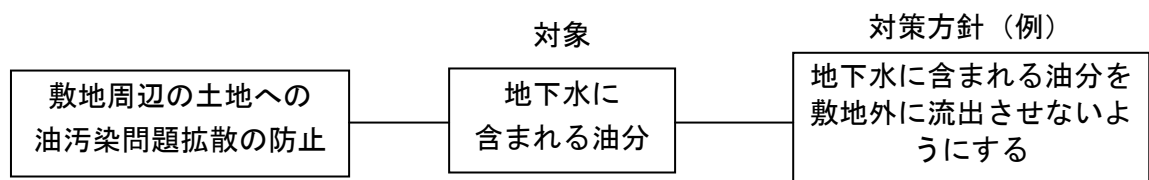


図 2 - 3 敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されている場合の対策方針の例(注)

(注) 敷地境界付近の地下水のモニタリングで経過を観察したところ、鉱油類を認めるようになった場合も同様である。

Ⅲ 対策目標の設定

1. 目的と必要性

対策目標は、対策後の土地に対策方針を満足する機能を持たせることを目的に定めるものである。例えば、「大人が立った状態で油臭を感じないようにする。」という対策方針を達成するために、「地表への油臭の遮断」を目ざして対策方法を選定するといった場合の「地

表への油臭の遮断」が対策目標である。

対策目標は対策方法選定の前提として定める必要がある。

2. 方法と考え方

(1) 地表の油汚染問題に対する対策目標の設定

1) 建物や舗装等で被覆した状態で使用する土地であって、大人が立った状態において油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにするという対策方針である場合は、計画通りの土地利用方法の実現による地表への油臭遮断・油膜遮蔽を対策目標に設定するのが基本となる。

2) 裸地の状態で使用する土地であって、大人が立った状態において油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにするという対策方針である場合

- ① 地表への油臭遮断・油膜遮蔽を対策目標に設定するのが基本となる。
- ② 地表面の高さを変更することができないために盛土が不可能である場合等、地表への油臭遮断・油膜遮蔽を対策目標とすることが難しい場合には、油含有土壌の浄化等を対策目標に設定することが妥当である。
- ③ 油含有土壌が広く浅く、かつ、低いTPH濃度で分布している場合等には、油含有土壌の浄化等を対策目標に設定する方が対策費用や対策期間の面で有利な場合もある。

3) 裸地の状態で使用する土地であって、人が寝そべった状態において油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにするという対策方針である場合

- ① 油含有土壌に人が触れたり油含有土壌を人が掘ったりする状況が想定される場合は、必要な範囲の油含有土壌の浄化等を対策目標に設定する。
- ② 対策後の土地の管理が、将来追加的な対策が必要となったときにそれを実施することが可能な方法で行われる場合には、地表の油臭や油膜による生活環境保全上の支障が解消される程度の広さと深さについて、油含有土壌の浄化等の対象とすればよい。
- ③ 対策後の土地利用が、戸建て住宅などのように将来追加的な対策が必要になったときに土地の所有者等がそれを実施できるかどうか分からないものであるときは、特段の管理を行わなくても長期的に生活環境保全上の支障が生じないようにすることができるよう、例えば通常の土地利用で露出しない程度まで掘削除去することなどにより、必要な範囲の油含有土壌を浄化等の対象とすることが望ましい。
- ④ 一方、建物・構造物等が存在していて、油含有土壌の浄化等が困難であったり現在の土地の利用方法がそのまま継続されるといった場合においては、「地表への油臭遮断・油膜遮蔽」を対策目標とすることが妥当となることもある。

(2) 井戸水等の油汚染問題に対する対策目標の設定

井戸水等の油汚染問題に対しては、対象とする井戸水等への油分の拡散防止を対策目標に設定するのが基本となる。

- ① 油含有土壌と井戸水等の距離が短い等、油分の拡散防止を図ることが難しい場合には、専門家と相談の上、対策目標を設定すると良い。
- ② 遮水壁やバリア井戸等、油分の拡散防止のための施設設置により今後の土地利用に制限が出てしまう場合にも、専門家と相談の上、対策目標を設定すると良い。

(3) 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策目標の設定

対策方針が「地下水に含まれる油分を敷地外に流出させないようにする」ことである場合は、地下水に含まれる油分の拡散を防止することが対策目標の基本であるが、油含有土壌の浄化等も考えられる。

3. 留意事項

- (1) 対策目標の基本は、地上の油汚染問題に対しては地表への油臭遮断・油膜遮蔽であり、井戸水等の油汚染問題に対しては井戸水等への油分の拡散防止である。又、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策目標は、地下水に含まれる油分の拡散防止である。しかし、土地の利用方法を勘案した場合には、対策目標が異なってくる場合があることに留意する。
- (2) 対策工事の受注者と対策目標の設定について意見交換するに際しては、現在の及び将来予定している土地の利用方法、対策工事後の地表面の高さの制約、対策後の土地の管理方法（追加的対策が必要となったときの対応可能性など）などの情報を示すことが、検討を円滑に進めるうえでも、また、対策目標を土地の所有者等の意図する土地利用に適したものとするうえでも重要である。
- (3) 対策目標を設定する際に考慮すべき制約条件は次のようなものである。

1) 地形・地質状況

地形的な傾斜、地盤の固さ等、地形・地質状況は、対策方法、対策費用、対策期間に大きく影響を及ぼす因子である。

2) 対策実施時の土地利用の状況

対策工事を実施する上で障害となる地上の建物・構造物や地中の基礎構造物等の存在状況、それらの存在が対策工事の規模を大きくする可能性、対策工事に伴う操業停止等の必要性等は、対策方法、対策費用、対策期間等に影響を及ぼす因子である。

図３－１、図３－２及び図３－３に、地表の油汚染問題、井戸水等の油汚染問題、及び敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策目標の例を示す。

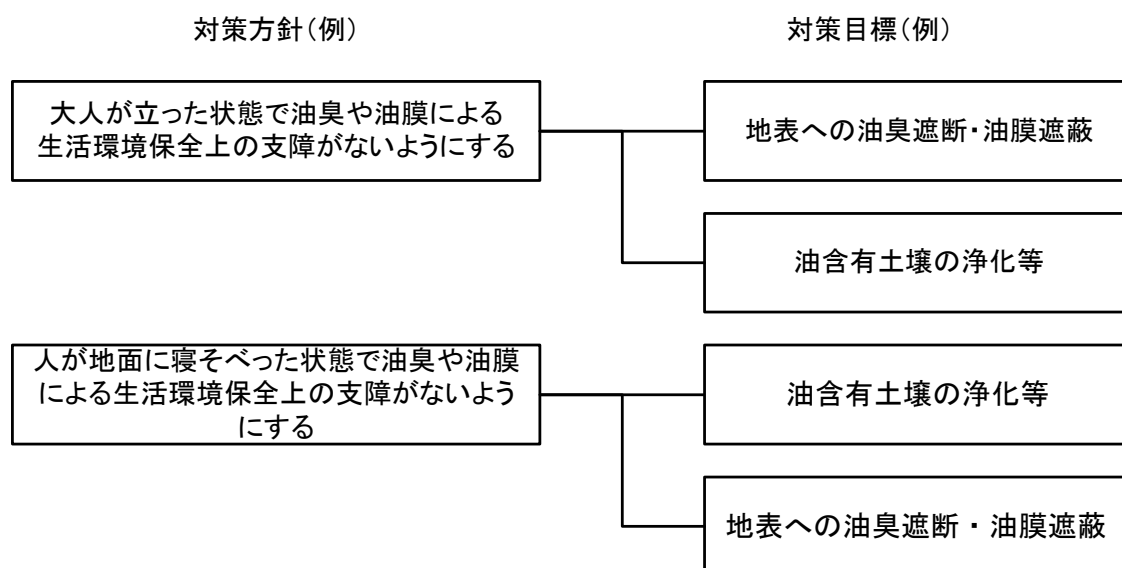


図３－１ 地表の油汚染問題に対する対策目標の例

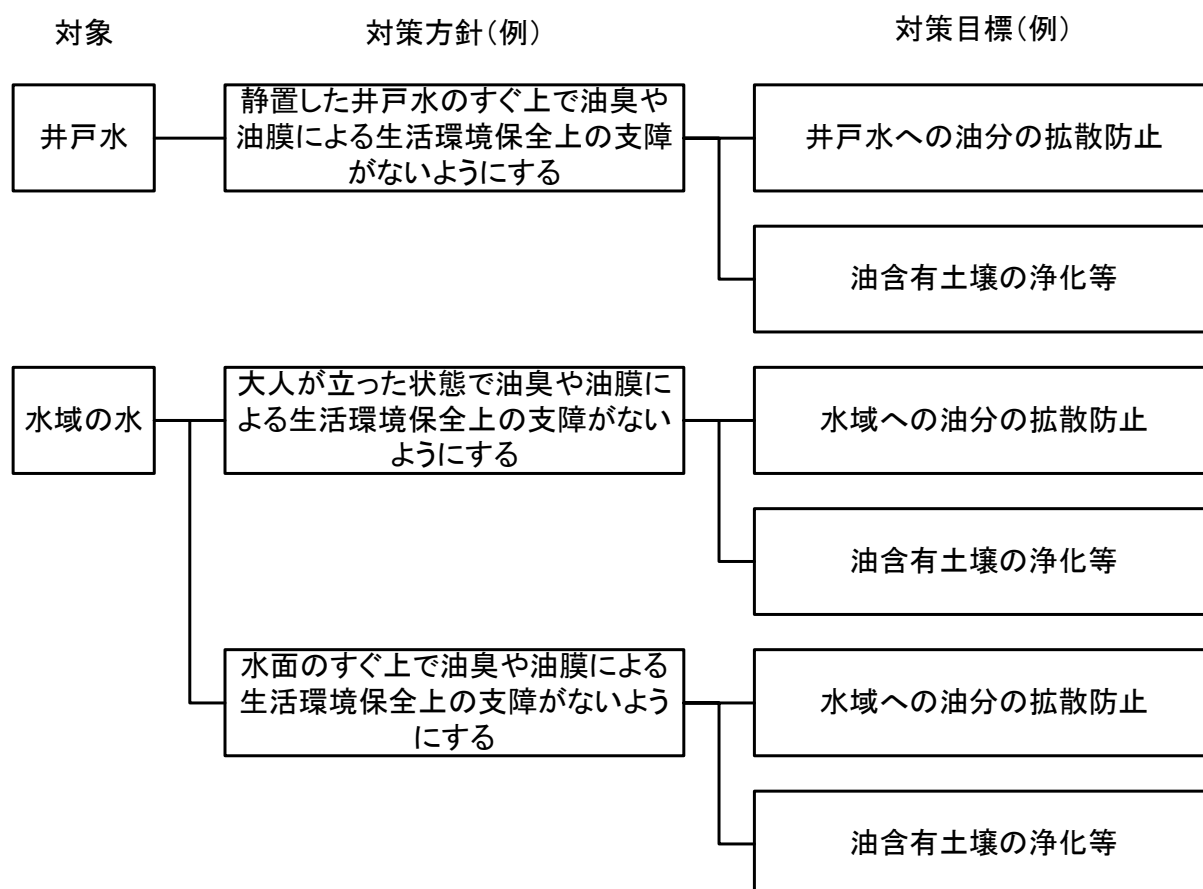


図３－２ 井戸水等の油汚染問題に対する対策目標の例

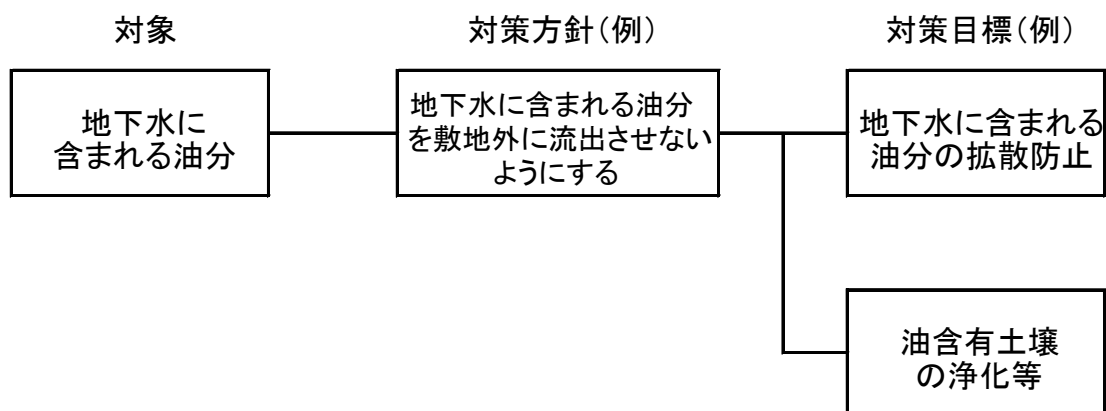


図 3－3 敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されている場合の対策目標の例(注)

(注) 敷地境界付近の地下水のモニタリングで経過を観察したところ、鉱油類を認めるようになった場合も同様である。

IV 対策方法の選定

1. 目的と必要性

設定した対策目標を達成するため、施工条件、対策期間、対策費用、対策工事発注先などを検討し、効果的で経済的に合理性が高い対策技術を選定することを目的とする。

なお、対策技術の選定にあたって、状況把握調査の結果などの既存の情報だけでは情報が不足していると考えるときには、この情報を補完するための追加調査（以下「対策調査」という。）を行う。

2. 方法と考え方

対策技術選定にあたっての検討事項には次のようなものがある。

- ① 土地利用の方法に応じた対策方法は何か
- ② その方法の他に代替案の可能性はないか
- ③ 候補となった対策方法ごとの費用対効果はどうか
- ④ 対策後の土地に利用上の障害は生じないか
- ⑤ 地形・地質の状況に照らし作業性及び施工性に問題はないか

3. 留意事項

- (1) 対策目標を達成するための対策技術には複数のものが存在し、それぞれに利害得失があるため、現場の実情に応じて選定することが必要となる。

- (2) このため、土地の所有者等は、受注しようとする対策技術の保有企業から技術の特徴を聴き取るとともに、希望する条件を明確に示すことなどにより、対策後の土地利用の方法に適しており、現場の施工条件、対策期間、対策費用に適う対策技術を採用できるようにするとよい。
- (3) 様々な対策技術についての工法の概要、原理、選定時の留意点などは、第二部を参照されたい。
- (4) 対策工事の受注者が次のような情報を必要とする場合には、それらを受注者に提供する。
- ① 使用する大型建設重機が進入し、作業を行うスペースを確保できるか
 - ② 近隣への振動・騒音等の対応ができるか
 - ③ 水、電力の供給が得られるか
 - ④ 掘削土壌を適切な処分場・処理施設等に搬出できるか
 - ⑤ 地下埋設物が施工の支障にならないか 等

V 対策調査の実施

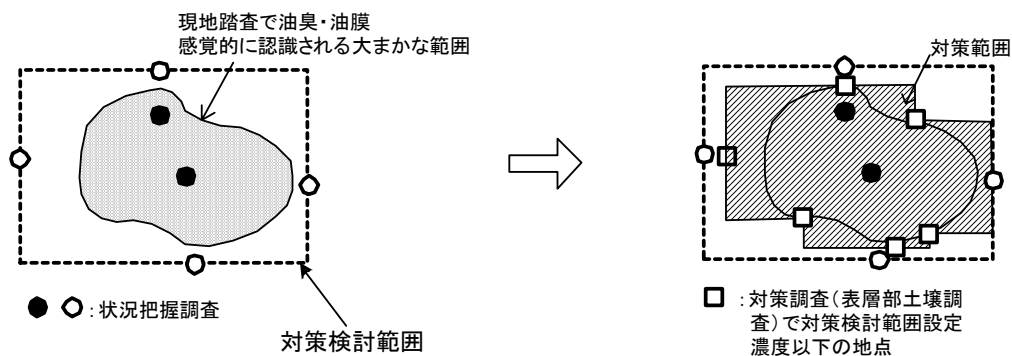
1. 目的と必要性

対策調査によって得た、対策範囲の絞り込みの可能性や、選択した対策方法の適切さの検討に必要な資料を用いて対策の合理性、経済性を向上させることを目的とする。

特に油含有土壌の掘削除去や浄化の合理性、経済性を向上させるためには、状況把握調査において行った油含有土壌の把握調査より密に表層部および深層部における油含有土壌の存在状況を把握し、対策範囲を確定することなどが必要となる。

2. 方法と考え方

- (1) 対策調査は、選定された対策方法に応じて必要最小限の内容で行うことになる。
- (2) 対策調査の内容、方法等については第二部を参照されたい。



状況把握調査による対策検討範囲

対策調査によって絞りこまれた対策範囲

図 5 - 1 状況把握調査及びそれに基づく対策調査における調査地点配置の例

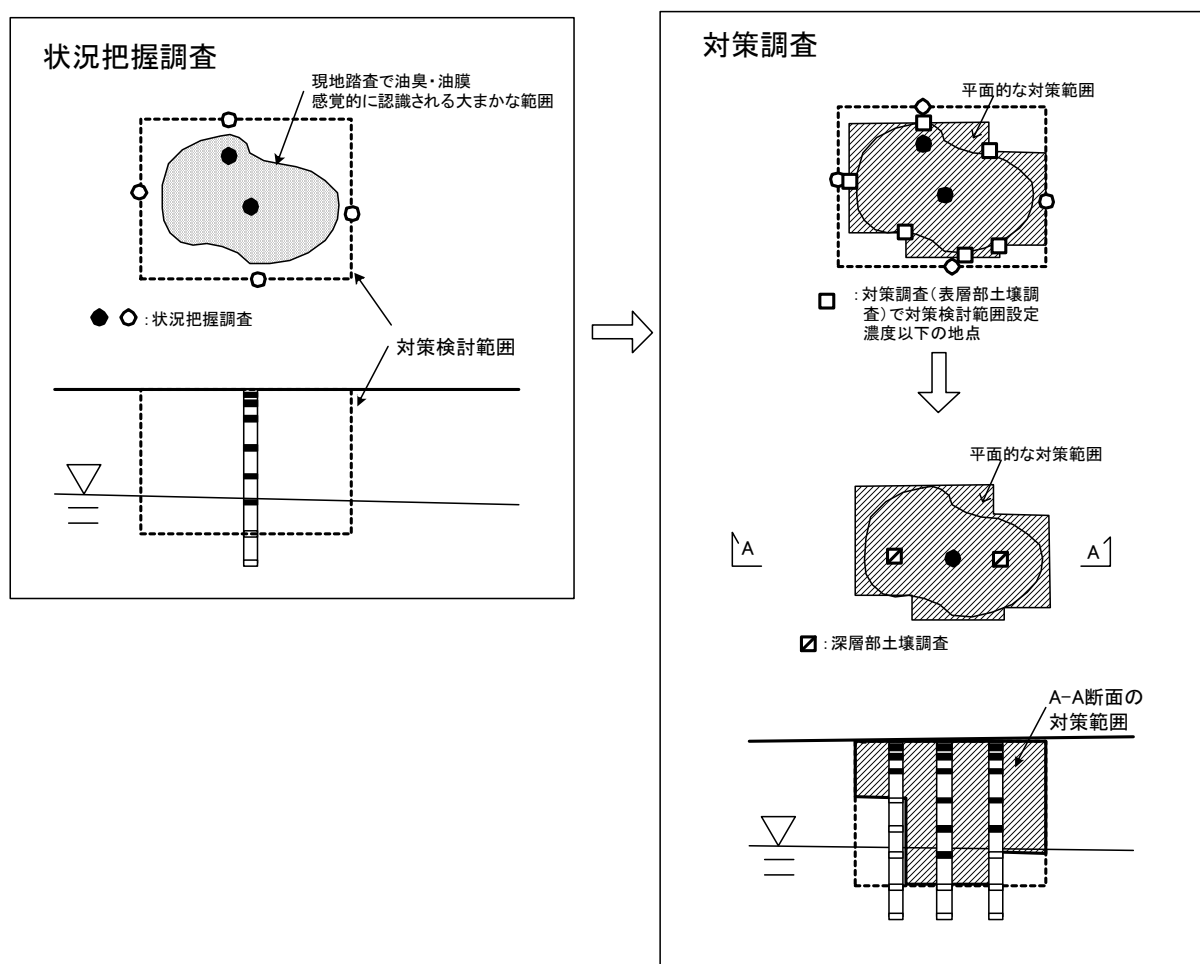


図 5 - 2 掘削除去措置や浄化等を行う場合の対策範囲の絞込みフローの例

3. 留意事項

対策調査の内容や調査測定地点の設定などについては、専門家の助言を得て検討すると

よい。状況把握調査を外注した場合は、当該調査実施者の助言を得ることも効果的・合理的な調査内容の検討に有効である。

VI 対策計画の作成

1. 目的と必要性

対策工事の受注者に、対策方針、対策目標、対策方法、対策範囲、対策期間等の基本的要件を踏まえた「対策計画」を策定させ、計画的に対策工事を行わせることを目的とする。

2. 方法と考え方

対策計画には、以下の項目を記載させ、提出させると良い。なお、小規模な工事については項目を省略するなど、受注者との協議によって、現場の状況に即した内容とすることが望ましい。

1) 対策の目的

2) 対策計画の前提条件

3) 対策工法の実施設計計画

選定された対策工法による工事を具体的にどのように設計・計画するのかを示すもので、作業可能日数、平均施工量、施工速度と必要な設備、機械、人員、資機材の調達等について記述する。

4) 工程管理計画

5) 品質管理計画

選定した対策方法により、発注仕様書等の契約図書に定められた品質をどのような管理手法に基づき確保するのかについて記述する。

6) 周辺環境保全計画

対策の実施期間中にどのようにして周辺の環境へ影響を及ぼさないようにするのかについて記述する。

7) 環境等のモニタリング計画

モニタリング内容は対策方法により異なるが、対策工事中に現場周辺を適宜巡回し、臭気や油膜を目視で監視することなどが基本となる。

8) 作業安全計画

対策工事における危険作業を予測し、安全確保に必要な対応や措置について記述する。

9) 緊急時対応計画

事故や不可抗力により対策の実施中に油膜や油臭を漏出する事態等に対し適切に対応できるようにするためのもので、発注者及び受注者の緊急連絡先等、緊急時対応体制を明確にする。

10) 遵守すべき関係法令等

関連法令等や関係する自治体条例などについて明らかにする。

3. 留意事項

対策計画は、対策の記録の一部として保存する。

Ⅶ 対策の実施と対策工事完了確認

1. 目的と必要性

発注した対策工事が対策計画に基づき行われ、生活環境保全上の支障が解消されたことを関係者間で確認することを目的とする。

2. 方法と考え方

- (1) 当該土地を踏査して、発注した対策工事が行われていること及び油臭や油膜による不快感や違和感がなくなっていることを（目や鼻で）確認し、対策工事を完了する。
- (2) 地表の油臭遮断・油膜遮蔽、井戸水等に油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止を行った場合は、それらの対策の品質が計画に基づき適正に確保されているかどうかを確認する。
- (3) 油含有土壌の掘削除去や浄化を行った場合は、浄化目標として設定された土壌の性状を満足していることを確認する。
- (4) 完了確認の内容やモニタリングの記録は、対策の記録の一部として保存する。

3. 留意事項

舗装等による地表の油臭の遮断や、井戸水等に油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止を行った場合、対策の方法によっては、対策効果の持続性が低下する場合があります。そのような場合においては、必要に応じて対策完了後もモニタリングを実施することが有効である。モニタリングの方法については専門家に相談すると良い。完了確認の内容やモニタリングの記録は、対策の記録の一部として保存する。

Ⅷ 対策の記録の作成・保存等

1. 目的と必要性

対策の記録を作成し保存する目的は、以下のような場合の対応を容易にするためである。

- 1) 万一同じ敷地内で別の油汚染問題が発見された場合に、迅速かつ経済的に対策計画を策定するのに役立つ。
- 2) 周辺で油汚染問題が見られた場合に、対策済の油汚染問題との関連性を判断するた

めの参考とする。

- 3) 油汚染問題の原因となった鉱油類を除去しない対策を実施した場合に、将来行われる土地の形質変更時に、油汚染問題の発生のおそれ等について検討するための参考とする。

2. 方法と考え方

状況把握調査報告書、対策方針の策定から対策範囲の確定等を行うまでの記録、対策計画書、対策工事の受注者が提出した報告書などの関連する一連の記録を対策報告書として保存する。

記録しておく事項には、次の事項を含む。

- ① 対策工事の受注者
- ② 対策実施期間
- ③ 対策の実施場所及び地図等
- ④ 対策調査結果
- ⑤ 対策範囲等の考え方
- ⑥ 対策を実施した対象である油含有土壌や井戸水等の範囲
- ⑦ 実施した対策方法と施工図面
- ⑧ 対策完了の確認方法とその事項
- ⑨ 各種分析データなど

3. 留意事項

- (1) 油汚染問題への対応にあたって、対策の検討から対策完了の間に対策方針の策定、対策計画の作成、対策の実施方法などについて適宜、関係者への説明等を行うことが、円滑な問題解決に有効であり、その記録として、説明会資料、説明会議事録等を保存する。
- (2) 状況に応じて保存期間を設定する。

第二部 専門編

第1章 状況把握調査

1. 総論

1. 1 状況把握調査の目的

状況把握調査は、土地の所有者等が、自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等に油臭や油膜が生じていることを発見したときに行うもので、その油臭や油膜が鉱油類によるものであるか否かを確認し、その油汚染問題に対する対策の要否やその内容等の検討に必要な情報を取得し、整理することを目的として行う。

1. 2 状況把握調査の調査対象範囲

状況把握調査の調査対象範囲は、油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所（以下「調査地」という。）及びその調査地がある敷地内であり、その敷地の外の土地は本ガイドラインにおける調査対象範囲には含まない。

1. 3 状況把握調査の進め方

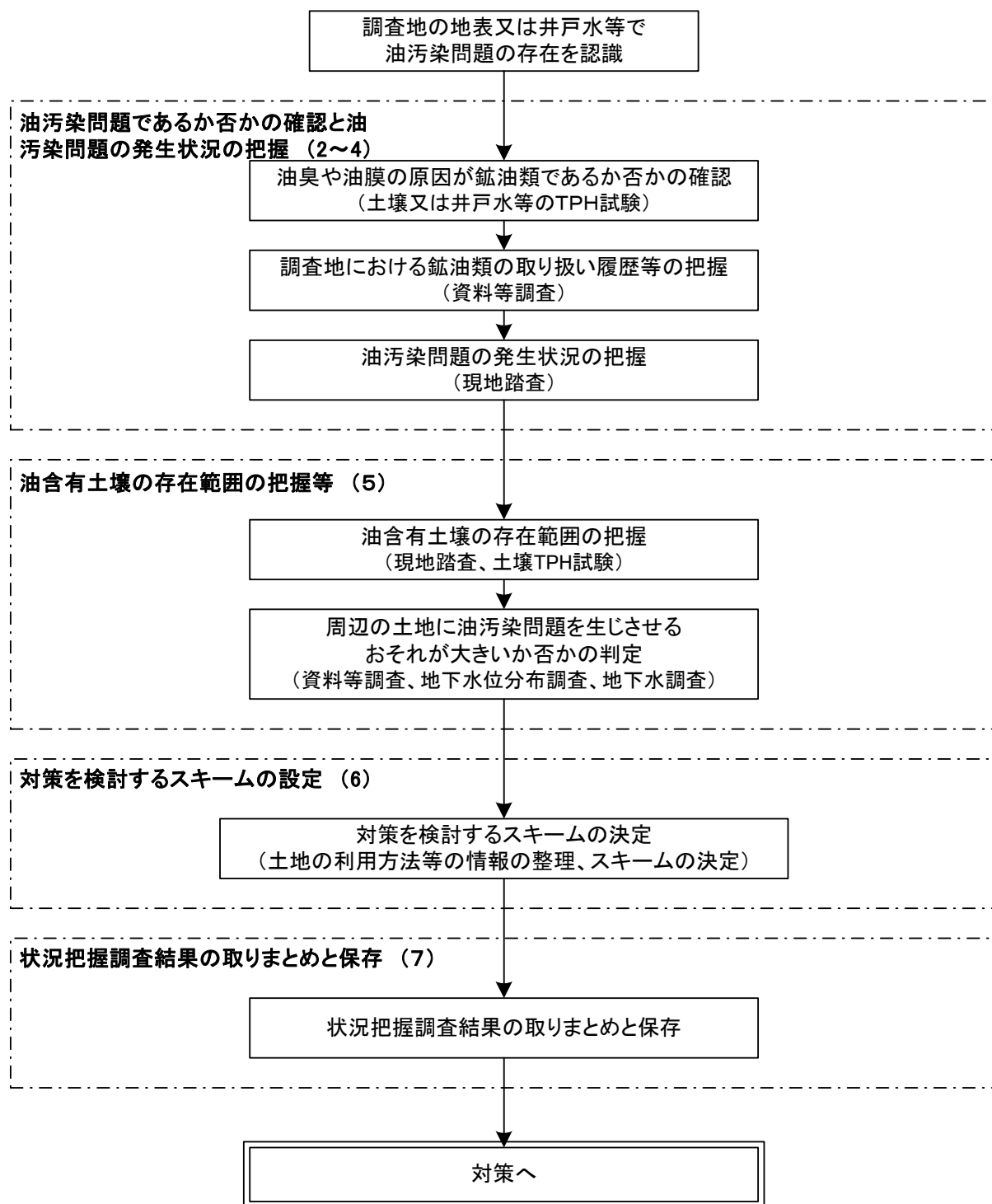
状況把握調査の調査メニューは次に示すとおりである（図1－1）。

- 1) 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認
- 2) 確認の結果、鉱油類に起因する油臭や油膜であることが把握された後に行う、
 - ① 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等について把握するために行う資料等調査
 - ② 油汚染問題の発生状況の把握
 - ③ 油含有土壌の存在範囲の把握等
 - ④ 対策を検討するスキームの設定
 - ⑤ 状況把握調査結果の取りまとめと保存

具体の油汚染問題があったときに、その現場における状況把握調査としてどのような項目及び内容の調査を行うかは、油汚染問題の程度、土地利用の状況と方針及び調査地に関する既存資料の入手の容易さ等によって異なってくるため、現場の状況に応じて判断することが必要である。

1. 4 状況把握調査の実施者

状況把握調査の調査メニューの中には、油汚染問題に関する知識や技術情報を有している土地所有者等が自ら行えるものもある。土地所有者等によっては、状況把握調査を部分的に又は一括して調査事業者に依頼することもある。



(備考)

- 1 状況把握調査はこれら一連の流れで構成されるが、状況に応じて必要な調査を行えば良い。
- 2 「油汚染問題」とは「鉱油類を含む土壌（油含有土壌）に起因して、その土壌が存在する土地（その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む。）において、その土地又はその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること」である。

(注) 図中（２～４）等の表示は、本文の節番号を示すものである。

図１－１ 状況把握調査の流れ

1. 5 状況把握調査の実施にあたっての安全に係わる留意事項

- 1) 調査を行うに際しては、労働安全衛生法に基づく作業環境の衛生の確保に留意することが必要である。
- 2) 消防法令で定める危険物や指定可燃物を貯蔵し、又は取り扱う施設において調査を行う場合は、引火・爆発・施設破壊による油の流出等を生じないように十分に注意する。火気使用（コアカッター、ドリル、発電機等の使用を含む）や掘削については、所轄する消防署の指導に従って、事前に必要な届出等が行われていることを確認した上で、適切な安全対策を講じながら行う必要がある。
- 3) 現地踏査で地表の油臭を嗅覚により感覚的に判定する場合、空気中に揮発性油が高濃度に含まれていると頭痛、めまいを引き起こすことがある他、目、鼻、のどに刺激／炎症を起こすこともあるので、十分に注意が必要である。

2. 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認

2. 1 目的と必要性

土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等において発見した油臭や油膜の原因が、鉱油類であるか否かを確認することを目的とする。

油臭であると感知しても実際には油臭でなかったり、春先の田圃でバクテリアの被膜が油膜と間違えられたりする事例もあることから、本ガイドラインを利用する上での出発点として、この確認が必要である。

2. 2 方法

状況把握調査を行う契機となった油臭や油膜が生じている土壌又は井戸水等、又は油臭や油膜が生じている井戸水等への油の供給源となっていると思われる土壌を採取し、土壌又は井戸水等のTPH試験を行う。

(1) 試料採取方法

1) 土壌試料の採取方法

地表の油臭や油膜に対しては、地表で最も臭いが強いと思われる土地や油膜が浮いている土地の土壌を採取し、速やかに分析室に運搬する。土壌試料の採取方法及び採取した試料の取扱いを資料1「表層部土壌試料採取方法」に示す。

2) 井戸水等試料の採取方法

井戸水等の油臭や油膜に対しては、その井戸水等、又はその井戸水等に含まれる油の供給源になっていると思われる土壌を採取し、速やかに分析室に運搬する。このとき、油相（フリーフェーズ）が存在している場合は、その油相を含むように採水すると鉱油類か否かの確認が容易である。井戸水等試料の採取方法及び採取した試料の取扱いを、資料2「井戸水等の試料採取方法」に示す。

(2) 試料の分析方法

油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認は、GC-FID法によるTPH試験により行う。GC-FID法による鉱油類の確認方法を資料3「GC-FID法によるTPH試験法」に示す。

鉱油類か否かの確認は、GC-FID法によるTPH試験で得られるクロマトグラムの形状、及びTPH画分毎の濃度組成からの推定により行うことを基本とする。

2. 3 結果の評価

- 1) 油臭や油膜が鉱油類に起因するものであると判定された場合、本ガイドラインの対象とする油汚染問題であると判断し、状況把握調査を継続する。
- 2) 油臭や油膜が鉱油類に起因するものではないと判定された場合、本ガイドラインの対象とする油汚染問題ではないと判断し、記録を作成して保存する。

3. 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等について把握するために行う資料等調査

3. 1 目的と必要性

油汚染問題が生じていることを認識した後に、その原因となっている油含有土壌が調査地のある敷地内にあることを確認すること、及び油汚染問題が同一敷地内の他の場所や井戸水等にも有りそうか無さそうかを推定することを目的とする。

油の取扱いの履歴がなかったり、油を漏洩した履歴がない場合には、油汚染問題の原因が敷地の外にある可能性がある。また、油汚染問題が敷地内の別の場所や井戸水等でも生じている可能性がある。そのため、資料等調査による確認と推定が必要である。

3. 2 方法

- 1) 既存資料の収集、過去の土地所有者等へのヒアリングにより、調査地のある敷地内における、ア) 現在及び過去の土地利用、イ) 鉱油類の取扱いの履歴（油種、取扱設備の設置状況、管理の記録等）、ウ) 過去の油汚染問題発生の履歴、エ) 地形、水文地質、地下水の存在状況や流向を、可能な範囲で必要に応じて把握する。
- 2) 敷地内の現在及び過去の土地利用については、地形図、旧版地形図、現在及び過去の空中写真等を活用し、敷地内における鉱油類が取り扱われた可能性のある場所（取扱設備、保管場所など）を、可能な範囲で必要に応じて把握する。

（備考）

- ・地形図は国土地理院刊行地図を取り扱う書店及び財団法人日本地図センターにて、旧版地形図は国土地理院にて、空中写真は財団法人日本地図センターにてそれぞれ購入可能である。

- 3) 敷地内における鉱油類の取扱いの履歴としては、鉱油類の使用履歴の有無及び油種、

使用履歴がある場合の取扱設備の設置状況（平面的な位置、深さ、構造）や、管理の記録等に示されている使用状況（使用の方法・場所・量・頻度・漏油等の有無）等を、可能な範囲で必要に応じて把握する。

（備考）

- ・過去における鉱油類の取扱設備の設置状況については、消防法等の届出書類、空中写真、住宅地図等が参考になる。

4) 敷地内の地形・水文地質状況に関する資料には地形図、地質図、地盤図、水理地質図、地質柱状図、空中写真等があり、地下水流動の状況に関しては水理地質図、地下水位測定記録、地下水位標高等値線図等がある。また、学術文献等の資料にもこれらの情報が記載されている場合があり、敷地内の建物を建築したときの図面や資料からこれらの情報が得られる場合もある。地形・水文地質、地下水流動については、これらの資料を活用して、土壤中に存在する油が地下水を介して拡散しやすいかどうか等を考察する。

（備考）

- ・地下水を介して油が拡散した事例として、地下水谷や盛土造成前の旧開水路等、透水性の良い経路に沿って流出したケースもあり、古地形図や土地利用図等が参考となるケースもある。
- ・地形図は国土地理院刊行地図を取り扱う書店及び財団法人日本地図センターにて、地質図及び水理地質図は社団法人東京地学協会及び財団法人日本産業技術振興協会（技振協）地学情報サービスにて、空中写真は財団法人日本地図センターにてそれぞれ購入可能である。

5) 敷地全体についての油汚染問題の発生の有無を調べるためには、敷地内全体についての資料を用いることになる。ただし、敷地が極めて広い場合や鉱油類の取扱場所が限られている場合もあるので、現場の状況に応じてどのような資料を用いることが合理的、効率的であるか判断することが必要である。

3. 3 結果の評価

1) 上記3. 2の1)のア)、イ)及びウ)の情報から、油汚染問題の原因となっている油含有土壌が敷地内にある可能性があることを確認し、考えられうる油含有土壌の平面的な位置及び深さを推定するとともに、エ)の情報から敷地内における地下水の下流側の推定、及び土壤中に存在する鉱油類が地下水を介して拡散しやすいかどうか等の検討を行うことが可能である。

（備考）

- ・油汚染問題の原因となっている油含有土壌が状況把握調査の契機となった調査地以外の場所にある可能性が認められた場合には、その場所も調査する。

2) 状況把握調査を行う契機となった油汚染問題の種類と発生位置、上記1)で推定された油含有土壌の平面的な位置や深度及び地下水の流れ等の情報に基づき、敷地内において地表及び井戸水等に油汚染問題が生じている可能性がある地表部や井戸水等を推定する。

（備考）

- ・資料等調査によって油汚染問題の原因となっている油含有土壌の存在する場所が推定することが困難な場合には、資料等調査を終え、4. 以降の調査に移行することができる。

4. 油汚染問題の発生状況の把握

4. 1 目的と必要性

上記3. 3の2)で推定された地表及び井戸水等に油汚染問題が生じている可能性のある場所における油汚染問題の発生状況を把握することにより、調査地のある敷地における地表及び井戸水等の油汚染問題の発生状況を概括的に把握することを目的とする。

特に、敷地が広い場合には、油汚染問題が生じている場所や井戸水等が調査地に限られることを確認しておかないと、度々油汚染問題が生じる潜在的危険性が残る。

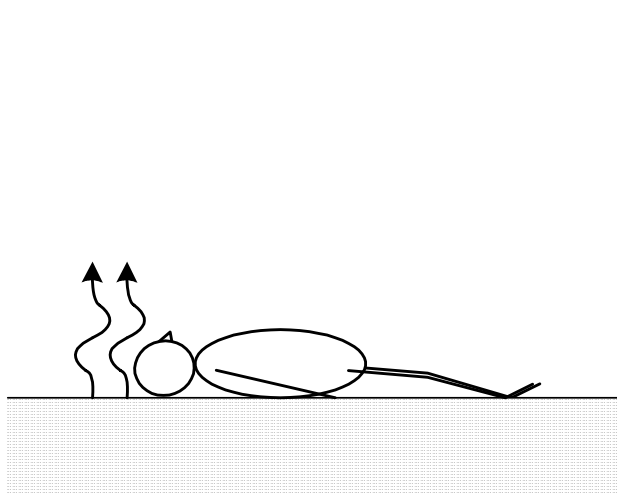
4. 2 方法

上記3. 3の2)で推定された地表及び井戸水等の油汚染問題が生じている可能性のある場所を対象に、調査実施者が現地踏査を行い、敷地全体における地表及び井戸水等の油汚染問題の発生状況を把握する。

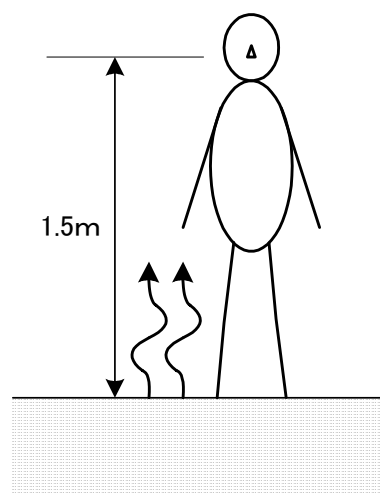
(1) 地表の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地内における地表の油汚染問題の発生状況については、現地踏査を行い、人の感覚（嗅覚、視覚）に基づいて、油臭や油膜の発生の有無を判定する。

- ① 地表に油臭があるかどうかの判断は、図4-1に示すように、児童公園等のように利用者が地表の土壌に触れることが想定される土地利用については地面のすぐ上で油臭があるかどうかという観点で、その他の土地利用では大人が立った状態で油臭を認識するかどうかという観点で行う。



(a) 利用者が地表の土壌に触れることが想定される土地利用



(b) その他の土地利用（一般に大人が立った状態で利用することを想定）

図4-1 地表面の油汚染問題発生状況を把握するための油臭の判断地点の考え方

(備考)

- ・地面のすぐ上で油臭があるかどうかについては、地表の土壌から油臭が発生するか否かにより判定する。
- ・大人が立った状態で油臭を認識するかどうかについては、大人の鼻の高さを地上 1.5m と想定し、地上 1.5m の高さで油臭が生じているか否かにより判定する。

- ② 地表に油膜があるかどうかの判断は、調査実施者により目視で油膜が確認されるか否かにより行う。

(2) 井戸水等の油汚染問題の発生状況の調査方法

1) 井戸水の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地内における井戸水の油汚染問題の発生状況について、井戸水に対しては蛇口又は井戸内から井戸水を採水し、井戸水の状況を目視で確認して油膜の有無を判定するとともに、井戸水の臭いを嗅いで井戸水からの油臭の有無を判定する。井戸水の試料採取方法を資料 2 「井戸水等の試料採取方法」に示す。

2) 水域の油汚染問題の発生状況の調査方法

調査地のある敷地内の水域に対しては、調査実施者が水域付近の現地踏査を行い、池・水路の脇又は直上で人の感覚(嗅覚、視覚)に基づいて油臭や油膜の発生の有無を判定する。

水域に油臭があるかどうかの判断は、児童公園等のように利用者が水域に触れることが想定される土地利用については水面のすぐ上で油臭があるかどうかという観点で、その他の土地利用では大人が立った状態で油臭を認識するかどうかという観点で行う。

水域の水の試料採取方法を資料 2 「井戸水等の試料採取方法」に示す。

(備考)

- ・水域のすぐ上で油臭があるかどうかについては、水域の水から油臭が発生するか否かにより判定する。
- ・大人が立った状態で油臭を認識するかどうかについては、大人の鼻の高さを地上 1.5m と想定し、地上 1.5m の高さで油臭が生じているか否かにより判定する。

4. 3 結果の評価

- 1) この調査で新たに地表又は井戸水等の油汚染問題が確認された場合、新たに把握された地表及び井戸水等の油汚染問題に対しても調査地を設定し、以降の調査や対策を行う必要がある。
- 2) 調査地のある敷地内において、地表に油汚染問題が生じておらず、かつ資料等調査によって鉱油類の取扱いの履歴がないことが判明しているにもかかわらず、井戸水等には油汚染問題が生じている場合のように、油汚染問題の原因が調査地のある敷地の外にあると推定することが妥当な場合もある。

5. 油含有土壌の存在範囲の把握等

5. 1 目的と必要性

油汚染問題の原因となっている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況を把握するとともに、調査地のある敷地の周辺（以下「敷地周辺」という。）に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否かを含めて状況を調査し、対策を検討するスキームの設定に必要な情報を整理することを目的とする。

油含有土壌の分布状況及び敷地周辺に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否かを把握することは、現に生じている油汚染問題の解決方策を検討するために、また、油汚染問題の拡大の可能性を推定して防止策を講ずる必要があるか否かを検討するために必要である。

5. 2 地表に油汚染問題が生じた場合

5. 2. 1 方法

地表の油汚染問題については、油臭や油膜の原因となっている油含有土壌の平面方向と深度方向の分布状況を、現地踏査における人の感覚と、それを補完する土壌 TPH 試験によって概括的に把握する。

図5－1に、地表の油汚染問題に対する対策を検討する対象となる範囲（以下「対策検討範囲」という。）の設定までの概念図を示す。

（1）既存資料から得られる情報による油含有土壌の分布状況の推定

3. の資料等調査で得られた鉱油類の取扱いの状況や過去の油汚染問題の履歴、及び
4. の調査を通じて得られた油汚染問題の発生状況等の情報から、可能な範囲で油含有土壌の平面的な位置及び深度を推定する。

（2）現地踏査

調査実施者が油汚染問題の発生している範囲を現場で踏査し、油汚染問題の存在が感覚的に認識される大まかな範囲を嗅覚及び視覚により把握する。（図5－1①）

- ① 油臭については、調査実施者の嗅覚により、油臭の存在が感覚的に認識される大まかな範囲を把握する。

（備考）

- ・ 地面のすぐ上で油臭があるかどうかについては、地表の土壌から油臭が発生するか否かにより判定する。
- ・ 大人が立った状態で油臭を認識するかどうかについては、大人の鼻の高さを地上 1.5m と想定し、地上 1.5m の高さで油臭が生じているか否かにより判定する。
- ・ 調査対象とする範囲が広い場合や、バックグラウンドとして油臭以外の臭気がある場合等、調査実施者が嗅覚による油臭の有無の判定が困難と判断した場合や、より定量的な判定が必要とされる場合は、資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す方法で土壌からの油臭を測定

し、その結果をもとに判断する方法もある。

- ・地表における油臭の発生状況を評価するにあたっては、気圧、気温、風向・風速などの気象条件が油臭の発生状況に影響を及ぼしていることがあることに留意する必要がある。

- ② 油膜については、調査実施者の視覚により明らかな油膜が確認される場合を油膜ありと判定する。

(備考)

- ・地表における油膜が油含有土壌に起因するものであることを確認することが必要とされる場合は、地表の土壌を採取して資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す方法で油含有土壌に起因する油膜であることを判断するとよい。

(3) 土壌 TPH 試験

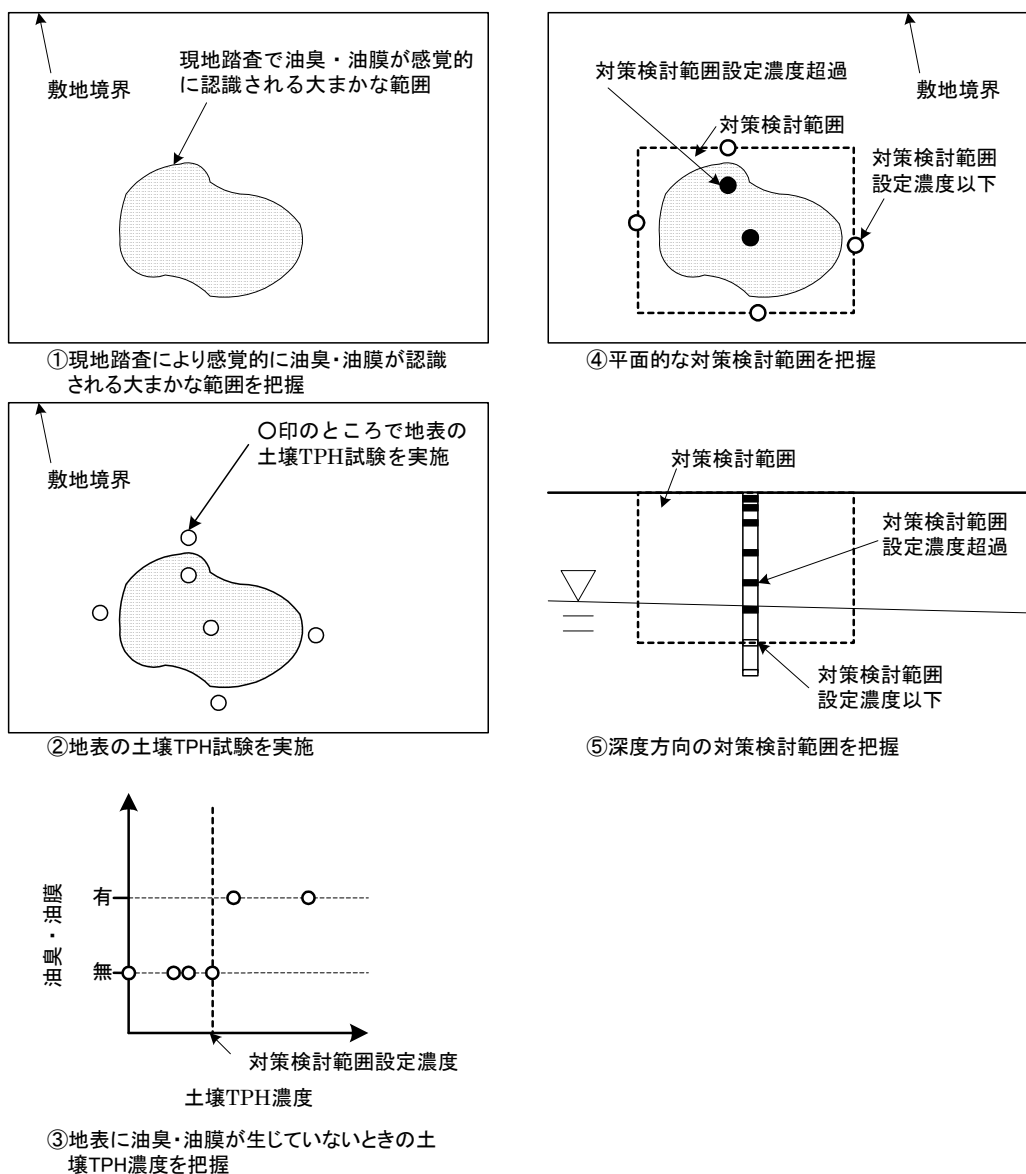
現地踏査において油汚染問題の存在が感覚的に認められた範囲及び認められなかった範囲のそれぞれ数ヶ所ずつについて表層部土壌の土壌 TPH 濃度を把握し、地表の油汚染問題が感覚的に認められなかったところの土壌 TPH 濃度で囲まれる範囲を地表の油汚染問題に対する対策検討範囲として設定する。

1) 調査地点の配置

- ① 平面方向の対策検討範囲を設定するための調査地点は、現地踏査で油汚染問題の存在が感覚的に認められた範囲及び認められなかった範囲に少なくとも数ヶ所ずつ設定することとし、油汚染問題の存在が確認された範囲の外側四方には最低でもそれぞれ調査地点を設定することとする。(図5-1②)
- ② 深度方向の対策検討範囲を設定するための調査地点は、上記(2)の現地踏査で油臭が強かった地点又は油膜が多く見られた地点、上記①の調査地点に対して行う土壌 TPH 試験で土壌 TPH 濃度の最も高かった地点、又は下方への油の拡散が予想される地点等、1地点以上を設定する。

(備考)

- ・同じ試料採取孔から地下水を採水することが可能な場合には、地下水を試料採取して油臭や油膜の発生状況を確認し、油含有土壌に起因する油が地下水まで拡散しているかどうか把握することも可能である。ただし、この調査で地下水に油膜や油臭が認められても、下記5.3の「井戸水等に油汚染問題が生じた場合」には該当しない。
- ・地下水試料を採取して油臭や油膜の発生状況を確認する場合、地下水の試料採取方法及び採取した試料の取扱いを資料2「井戸水等の試料採取方法」に示し、水の油臭試験の方法を資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す。



(備考) 「対策検討範囲設定濃度」は、「地表の油臭・油膜が感覚的に認められなかった場所で測った土壌TPH濃度のうち最も高い濃度」である(上図③)。ただし、地表の油臭を感じるかどうかは気象条件によって異なりがちなので、油臭がないと思った場所で測った土壌TPH濃度(「無臭TPH」という。)の最大値が、油臭があると思った場所の土壌TPH濃度(「有臭TPH」という。)の最小値よりも大きいという結果となることもある。このような場合には、有臭TPHの最小値よりも小さい範囲で最も大きな無臭TPHを「対策検討範囲設定濃度」とし(下図③')、下図④'に示すような場所で追加の土壌TPH試験を行って、平面的な対策検討範囲を設定することとする。

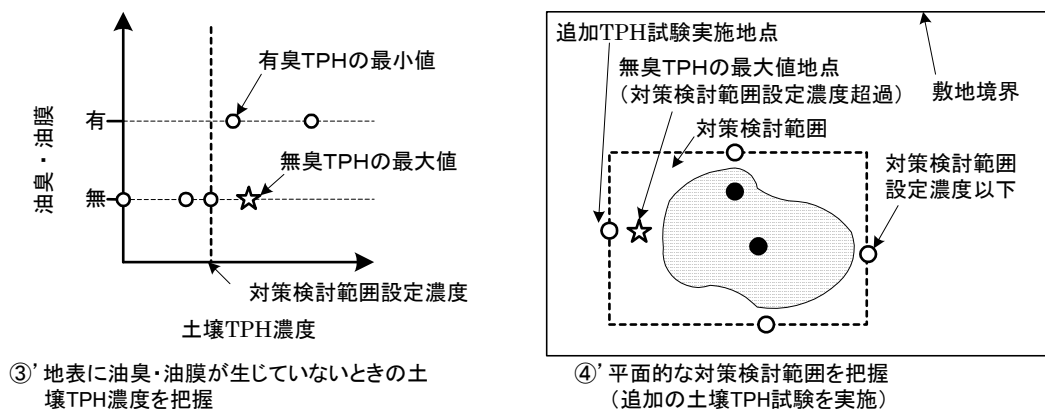


図5-1 地表の油汚染問題に対する対策検討範囲設定までの概念図

2) 土壌試料の採取

各調査地点において、試料採取深度毎に土壌試料を採取し、試料容器に空間（気相）ができないように速やかに充填し、密栓する。

- ① 平面方向の対策検討範囲を設定するための土壌試料は、地表面から深さ 50cm までの範囲より採取するものとし、試料採取深度は深さ 15cm、50cm の 2 深度を標準とする。（図 5－2）

（備考）

- ・ 試料採取深度は、地層の状況や変色、油臭や油膜の明らかな存在等の感覚上把握される事項を考慮して決定しても良い。

- ② 深度方向の対策検討範囲を設定するための土壌試料は、地表面から地下水位より少なくとも 2m 深いところまでの範囲より採取することを基本とし、地下水位付近より深いところで調査地における対策検討範囲設定濃度（5. 2. 2、3）参照）を上回る土壌 TPH 濃度が検出された場合には、土壌 TPH 濃度が 1m 毎に 2 深度以上連続して調査地における対策検討範囲設定濃度以下となるまでさらに深いところまで調査を継続する。

（備考）

- ・ 地下水位が深く地下水位以深まで掘削を行うことが難しい場合で、水文地質状況や深度方向の土壌 TPH 濃度の分布状況から考えて地下水にまで油が到達している可能性が小さいと判断される場合、地下水位に到達しない深度までの土壌 TPH 試験結果をもって深度方向の対策検討範囲を設定できる場合もある。

- ③ 深度方向の対策検討範囲を検討するための土壌試料は、上記②の範囲の内、図 5－3 に示すように、地表面から深度 1m までが 3 深度（深度 15cm、50cm、1m を標準とする）、深度 1m 以深は概ね 1m につき 1 深度の密度となるように設定し、さらに地下水面の直上付近を加えることとする。ただし、試料採取深度は必ずしも 1m 毎である必要はなく、地層の状況や変色、油臭や油膜等の明らかな存在等の感覚上把握される事項を考慮して決定すると良い。

（備考）

- ・ 明らかに油臭や油膜の発生する油含有土壌が連続している場合には、その存在が確認される範囲の土壌 TPH 試験を省略することも可能である。

- ④ 土壌試料の採取及び採取した土壌の取扱いは、資料 1「表層部土壌試料採取方法」又は資料 5「深層部土壌試料採取方法」に示す方法により行う。

3) 試料の分析方法

土壌 TPH 試験の方法は、上記 2. 及び 3. の調査で得られた鉱油類の情報を参考にしつつ、資料 6「TPH 試験法の概要」に示されている各 TPH 試験法の特徴や適用限界を考慮の上、現場の状況に応じた TPH 試験法を選択するとよい。

（備考）

- ・ TPH 試験法として GC－FID 法を用いる場合の測定方法を資料 3「GC－FID 法による TPH 試験法」に示す。

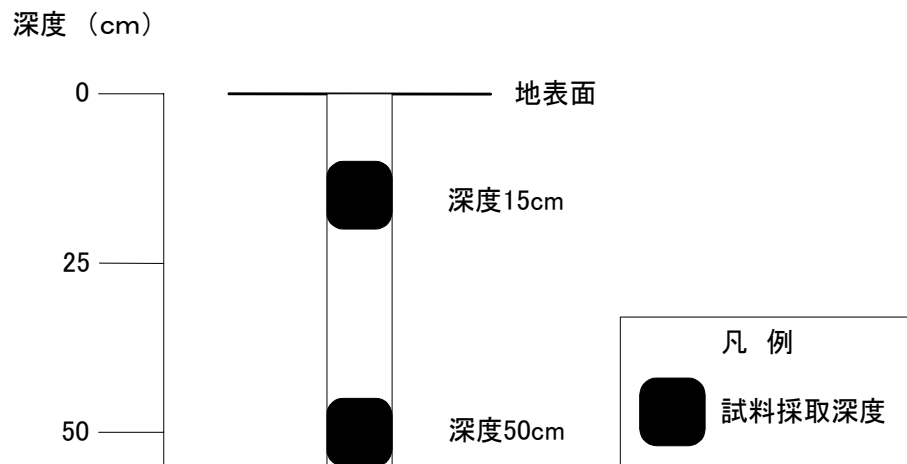


図 5 - 2 表層部土壌を対象とする土壌 T P H 試験の試料採取深度設定概念図

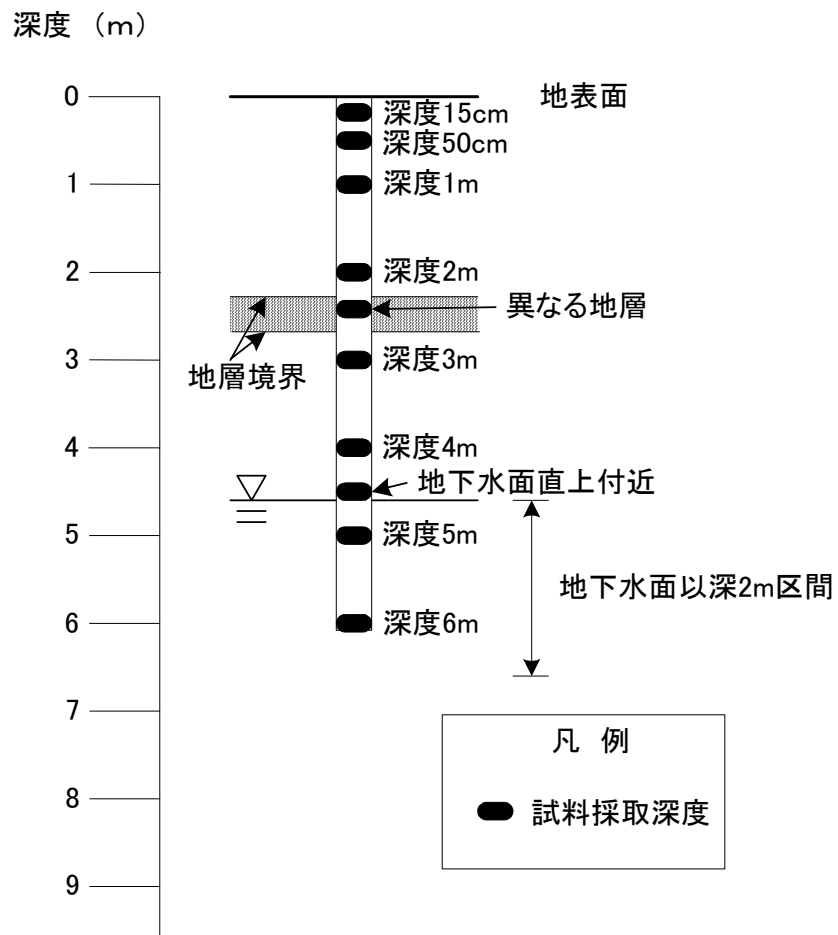


図 5 - 3 深層部土壌を対象とする土壌 T P H 試験の試料採取深度設定概念図

5. 2. 2 結果の評価

以下に示す要領で、地表の油汚染問題に対する対策検討範囲を設定する。

- 1) 現地踏査の結果に基づき、地表で油臭や油膜が認識される大まかな範囲を感覚的に把握する。(図5-1①)
- 2) 平面方向の対策検討範囲を設定するための土壌TPH試験の実施(図5-1②)により、各調査地点の土壌TPH濃度として、その地点の各試料採取深度の内の土壌TPH濃度の最高値を設定する。
- 3) 上記2)の各地点の土壌TPH濃度をもとに、現地踏査において地表で油臭や油膜が認められなかった地点の土壌TPH濃度の内、濃度の最高値を調査地における対策検討範囲設定濃度として設定する。(図5-1③)
- 4) 上記3)の土壌TPH濃度による対策検討範囲の設定濃度で囲まれる範囲を平面的な対策検討範囲として設定する。(図5-1④)
(備考)
 - ・ここで、対策検討範囲を設定することができなかった場合、追加の土壌TPH試験を行って、平面的な対策検討範囲を確定する。
- 5) 深度方向の対策検討範囲を設定するための土壌TPH試験の実施により、土壌TPH濃度による対策検討範囲の設定濃度で囲まれる範囲を深度方向の対策検討範囲として設定する。(図5-1⑤)

5. 3 井戸水等に油汚染問題が生じた場合

5. 3. 1 方法

(1) 地表と井戸水等の両方で油汚染問題が生じている場合の調査方法

調査地の地表と井戸水等の両方で油汚染問題が生じている場合には、上記3. で把握された鉱油類の取扱いの履歴等や上記4. の現地踏査及び土壌TPH試験のデータにより、さらに必要があれば追加の土壌TPH試験を行ってデータを補足し、その原因となっている油含有土壌の存在状況を把握する。

1) 調査地点の配置

調査地点は、3. で資料等調査により把握された調査地のある敷地内の地形・水文地質及び地下水流動、上記4. の現地踏査及び土壌TPH試験の結果に基づき、油含有土壌の三次元的な存在状況を効率的に把握できそうな配置で設定する。

(備考)

- ・同じ試料採取孔から地下水を採水することが可能な場合には、地下水を試料採取して油臭や油膜の発生状況を確認し、油含有土壌に起因する油が地下水まで拡散しているかどうか把握することも可能である。

- ・地下水試料を採取して油臭や油膜の発生状況を確認する場合、地下水の試料採取方法及び採取した試料の取扱いを資料2「井戸水等の試料採取方法」に示し、水の油臭試験の方法を資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す。

2) 土壌試料の採取

各調査地点において、試料採取深度毎に土壌試料を採取し、試料容器に空間（気相）ができないように速やかに充填し、密栓する。

- ① 土壌試料を採取する対象とする深度範囲及び試料採取深度は、5. 2. 1（3）、2）の②及び③と同様の考え方で設定する。
- ② 土壌試料の採取方法及び採取した試料の取扱いは、資料5「深層部土壌試料採取方法」に示す方法により行う。

3) 試料の分析方法

土壌TPH試験の方法は、5. 2. 1（3）、3）で用いたのと同じTPH試験法を用いることとする。

(2) 地表の油汚染問題が生じておらず、井戸水等の油汚染問題のみが生じている場合の調査方法

調査地の地表では油汚染問題が生じておらず、調査地の井戸水等の油汚染問題のみが生じている場合には、3. の資料等調査で把握された鉱油類の取扱いの履歴等から推定された油含有土壌の平面的な位置付近で深度方向の土壌TPH試験を行い、井戸水等の油汚染問題の原因となっている油含有土壌の存在状況を把握する。

1) 調査地点の配置

調査地点は、3. の資料等調査により把握された、考えられうる油含有土壌の平面的な位置及び深さ、調査地の地形・水文地質及び地下水流動に基づき、油含有土壌の三次元的な存在状況を効率的に把握できそうな配置で設定する。

（備考）

- ・ 同じ試料採取孔から地下水を採水することが可能な場合には、地下水を試料採取して油臭や油膜の発生状況を確認し、油含有土壌に起因する油が地下水まで拡散しているかどうか把握することも可能である。
- ・ 地下水試料を採取して油臭や油膜の発生状況を確認する場合の地下水の試料採取方法及び採取した試料の取扱いを資料2「井戸水等の試料採取方法」に示し、水の油臭試験の方法を資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す。

2) 土壌試料の採取

各調査地点において、試料採取深度毎に土壌試料を採取し、試料容器に空間（気相）ができないように速やかに充填し、密栓する。

- ① 土壌試料を採取する対象とする深度範囲及び試料採取深度は、5. 2. 1（3）、2）の②及び③と同様の考え方で設定する。
- ② 土壌試料の採取方法及び採取した試料の取扱いを資料5「深層部土壌試料採取方

法」に示す。

3) 試料の分析方法

土壌TPH試験の方法は、2. 及び3. の調査で得られた鉱油類の情報を参考にしつつ、資料6「TPH試験法の概要」に示されている各TPH試験法の特徴や適用限界を考慮の上、現場の状況に応じたTPH試験法を選択するとよい。

(備考)

- ・TPH試験法としてGC-FID法を用いる場合の測定方法を資料3「GC-FID法によるTPH試験法」に示す。

5. 3. 2 結果の評価

土壌TPH試験の結果より、鉱油類を含むと思われる土壌TPH濃度を示した範囲を油含有土壌の存在範囲として把握する。

- ① 図5-4に、地表と井戸水等の両方に油汚染問題が生じている場合の油含有土壌の存在状況把握の概念図を示す。
- ② 地表の油汚染問題が生じておらず、井戸水等の油汚染問題のみが生じている場合には、推定される油含有土壌の平面的な位置付近において、図5-4②と同様に油含有土壌の存在状況を把握する。

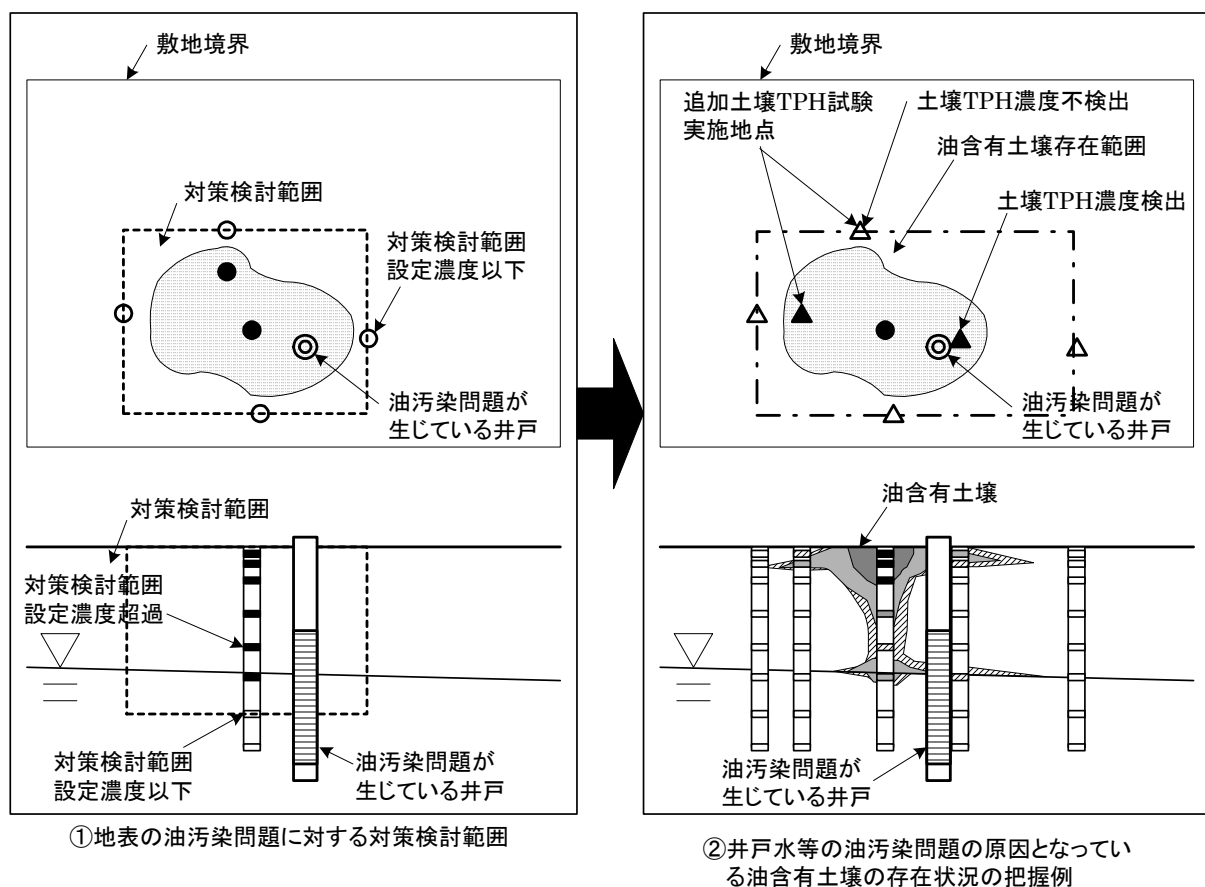


図5-4 油含有土壌の存在状況把握の概念図
(地表と井戸水等の両方に油汚染問題が生じている場合)

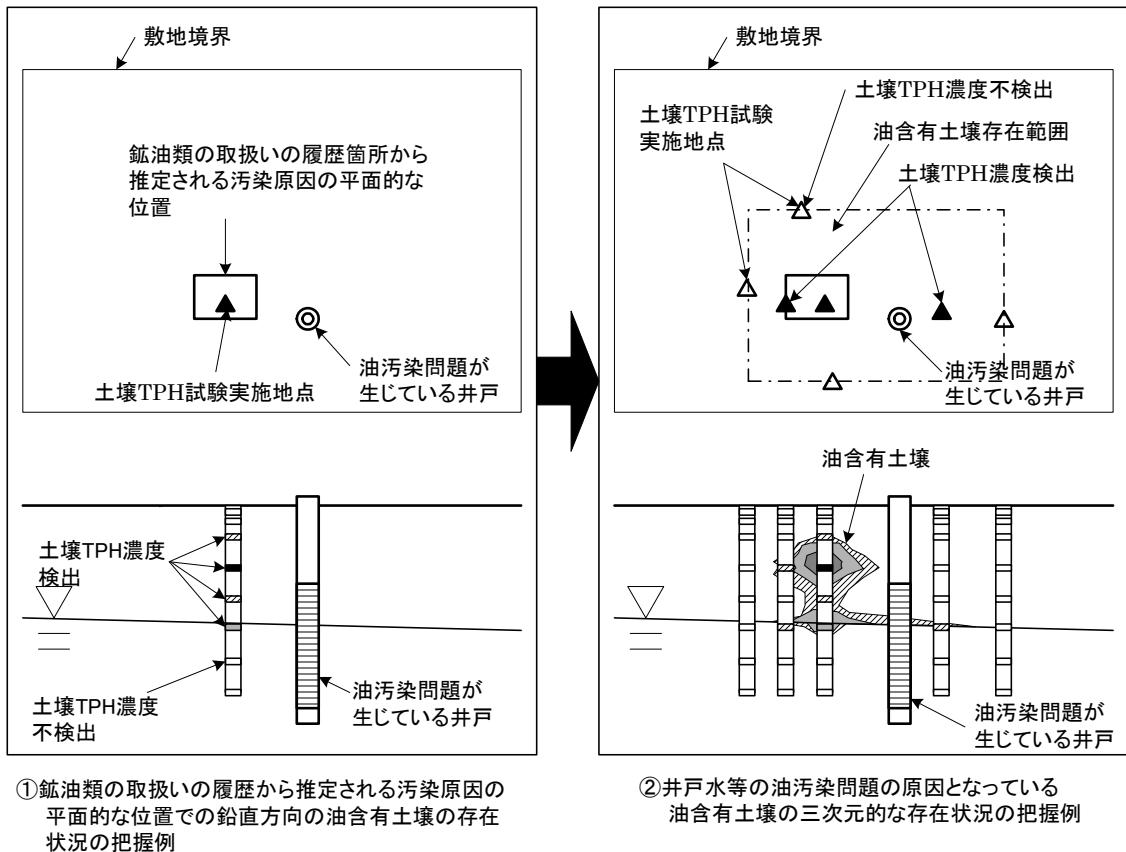


図5-5 井戸水等のみに油汚染問題が生じている場合の油含有土壌の存在状況把握の概念図

5. 4 周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいか否か

5. 4. 1 方法

調査地の地表や井戸水等の油汚染問題の原因となっている油含有土壌が敷地周辺の土地で油汚染問題を生じさせるおそれの程度が大きいか否かを評価する。

(1) 地形、水文地質、地下水流動の状況及び油含有土壌の存在状況に基づく検討の方法

3. で把握された鉍油類の取扱いの履歴と調査地の地形、水文地質、地下水流動等の状況、5. 2及び5. 3で把握された油含有土壌の存在状況（地下水の油臭や油膜の発生状況を調べた場合はその状況も含む）をもとに、調査地の油含有土壌が敷地周辺で油汚染問題を生じさせるおそれの程度を検討し、評価する。

ここで、以下のいずれかに該当する場合、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断してもよい。

- ① 敷地周辺、又は調査地の地下水の下流側で井戸水等が使用されていないことが明らかである。
- ② 油含有土壌が地表付近にのみ存在し、油含有土壌と地下水の間に難透水層等が存在しているために土壌中の鉍油類が地下水に到達する可能性が小さい。

- ③ 土壌中の鉱油類が存在している又は到達する可能性のある帯水層や宙水層の分布が敷地内に限定される。
- ④ 地下構造物が土壌中の鉱油類が存在している又は到達する可能性のある帯水層や宙水層を遮断している。
- ⑤ 敷地の大きさに対して、地下水の油臭や油膜が軽微であり、専門家が敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれが小さいと判断している。

なお、実際に油汚染問題が敷地周辺の井戸で生じていることが把握されている場合は、このような判断をすることはできない。

(2) 地下水の下流側敷地境界を把握するための地下水位分布調査の方法

1) 調査地点の配置

地下水位分布調査の調査地点は、5. 2. 2又は5. 3. 2で把握された油含有土壌の範囲から敷地外への地下水の流れの方向が地下水位標高の等値線分布（平面図に地下水位標高の等高線を描いたもの）としてわかるよう、調査地内の3ヶ所以上に設定する。

（備考）

- ・ 既存資料による情報等から調査地及びその周辺の地下水の流れの方向がわかっている場合は、地下水分布を調査することを省略することも可能である。
- ・ 地下水の流動方向を調べることなく、遮水壁やバリア井戸等で油含有土壌の周囲又は敷地境界を取り囲み、油臭や油膜を生じさせる油分の拡散を防止する対策を講じることも選択肢の一つとなる。
- ・ 調査地の面積が広く調査地内に地下水位の高まりがある場合等、調査地点の数及び配置によっては地下水の流れの方向を誤って把握してしまう可能性があることに注意する必要がある。

2) 地下水の流れの下流側の調査方法

- ① 各調査地点に観測井を設置又は調査孔を掘削し、地下水の一斉測水を行って各地点における地下水位までの深さを把握するとともに、その深さの基準とした高さ（観測井の管頭、地表面等）の標高（絶対標高ではなく、相対的な標高でもよい）及び調査地点の位置を測量する。

（備考）

- ・ 地下水の一斉測水は、観測井の設置後に行う井戸洗浄又は調査孔の掘削後に行う孔内洗浄が完了してから24時間以上が経過していて、かつ、孔内水位が安定した状態であることを確認した上で行うこととする。なお、観測井の設置方法及び調査孔の掘削方法については資料2を参考とされたい。
- ② 各調査地点の位置及び地下水位標高を求め、地下水位標高等値線図（地下水位標高の等高線を描いた平面図）を作成する。（図5-6①）
- ③ 地下水位等値線図をもとに、5. 2. 2又は5. 3. 2で把握された油含有土壌に対する地下水の下流側敷地境界を把握する。

(3) 下流側敷地境界における地下水の油臭や油膜の発生状況の確認による評価の方法

1) 調査地点の配置

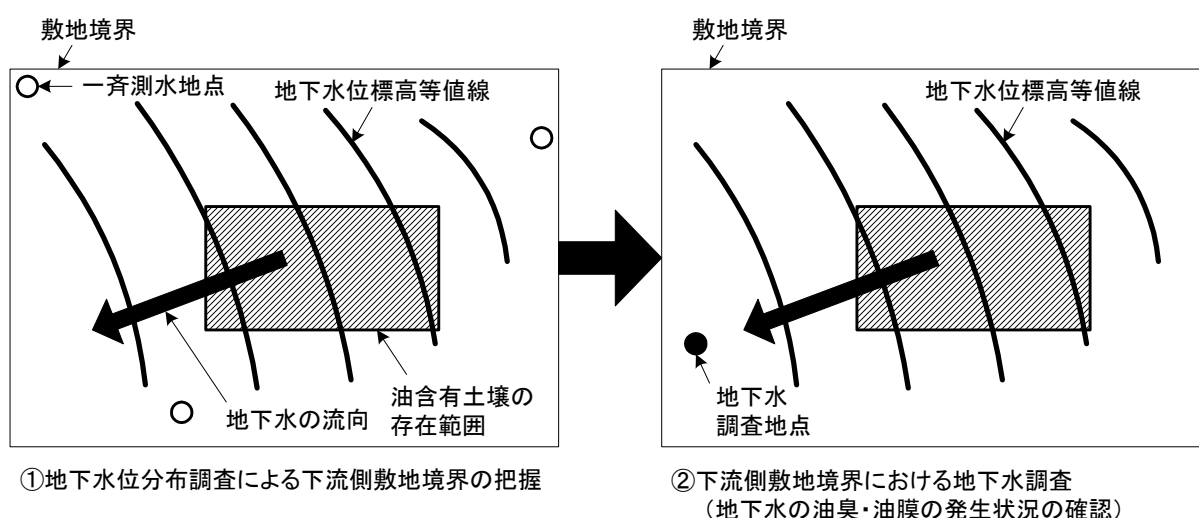
上記(2)の地下水位分布調査又は既存資料による情報で把握した地下水の下流側敷地境界に適切な数の調査地点を設定する。(図5-6②)

調査地点の数は1地点以上とし、油含有土壌の存在状況や油含有土壌と敷地境界の位置関係、地下水の流動状況等を考慮して、適切な位置に設定する。

2) 敷地境界における地下水の油臭や油膜の測定方法

敷地境界に設定した調査地点に観測井を設置又は調査孔を掘削して、井戸内または調査孔内から地下水を採水し、地下水の状況を目視で確認して油膜の有無を判定するとともに、水の油臭試験を行って地下水からの油臭の有無を判定する。

地下水の試料採取方法及び採取した試料の取扱いを資料2「井戸水等の試料採取方法」に示し、水の油臭試験の方法を資料4「油臭及び油膜の測定方法」に示す。



※「地下水位標高等値線」とは、地下水位の標高を求め、標高が等しい点を結んだ線を作図したものである。
※「一斉測水地点」とは、地下水位を一斉に測った地点である。

図5-6 地下水の下流側敷地境界における地下水の油臭・油膜発生状況確認の概念図

5. 4. 2 結果の評価

- 1) 上記5. 4. 1 (1)の地形、水文地質、地下水流動の状況及び油含有土壌の存在状況に基づく評価で、実際に油汚染問題が敷地周辺の井戸水等で生じていることが把握されている場合を除き、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断することができる条件の1つ以上に該当していた場合、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断する。ただし、実際に油汚染問題が敷地周辺の井戸で生じていることが把握されている場合は、このような判断をすることはできない。
- 2) 上記5. 4. 1 (3)の下流側敷地境界における地下水の油臭や油膜の発生状況の確認で油臭や油膜の存在が確認された場合、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそのれが大きいと判断する。

- 3) 上記2)とは逆に、下流側敷地境界における地下水の油臭や油膜の発生状況の確認で油臭や油膜の存在が確認されなかった場合、現状では敷地周辺の井戸水等に油汚染問題を生じさせるおそれは小さいと判断する。

(備考)

- ・ 周辺の土地で現に油汚染問題が生じている場合には、より慎重に調査及び調査結果の評価を行うことが必要となる。下流側敷地境界の地下水に油臭や油膜が確認されなかった場合であっても、一時的に下流側敷地境界の地下水が油臭や油膜の生じていない状態になっていることも考えられるためである。このような場合は、油汚染問題が生じている周辺土地の方向に地下水が流下する可能性をより詳細に検討するための水文地質及び地下水流動の調査や調査地における鉱油類の漏出の程度の推定などのための調査を補足的に行うことが望ましい。

6. 対策を検討するスキームの設定

6. 1 目的と必要性

油汚染問題に対する対策は、問題の状況のみならず、その土地の現在の及び今後予定されている利用の目的や方法によって異なるため、適切な対策方法を選択し実施できるようにする必要がある。そのため、現在の土地の利用方法と、対策実施後の土地利用の予定の有無及び内容についての情報を整理し、これらの情報と2. ～5. の調査結果をもとに、対策を検討するスキームを決定することを目的とする。

6. 2 方法

6. 2. 1 土地の利用方法等の情報の整理

同じ油含有土壌の存在状況であっても、土地の利用方法によって生活環境保全上の支障の生じやすさが異なる他、土地の利用方法によっては油汚染問題に対する対策方法を選択する上での制約となる要因が生じることもある。

そのため、調査地における対策を検討するためのスキームの設定に用いるため、現在の土地の利用方法と、油汚染問題に対する対策を実施した後の土地利用の予定の有無及び内容についての情報を整理する。

(1) 調査地の土地の利用方法が現状と変わらない場合

現在の土地の利用方法（用途、地表面被覆状況）、対策方法を選択する上での制約事項（地表面の被覆方法の制限、地盤面の高さ、構造物の存在、施工条件（スペース、騒音、振動等））等の情報を把握し、整理する。

(2) 油汚染問題に対する対策後の土地利用が現状と異なる場合

今後の土地の利用方法（用途、地表面被覆状況）、対策方法を選択する上での制約事

項（地表面の被覆方法の制限、地盤面の高さ、構造物の存在）、対策実施時の土地の利用方法を考えた場合の対策を選択する上での制約事項（構造物の存在、施工条件（スペース、騒音、振動等））等の情報を把握し、整理しておく。

6. 2. 2 スキームの決定

対策を検討するスキームの設定は、上記2. ～5. で得られた調査結果及び土地の利用方法に関する情報をもとに、対策に移行する上で前提として固めておくべき事項を取りまとめる。

1) 上記2. ～5. で得られた調査結果及び6. 2. 1で得られた土地の利用方法に関する情報をもとに、以下の事項を検討して整理する。

- ① 対策を検討する対象となる調査地の油汚染問題の種類
- ② 調査地の油汚染問題に対して対策を検討する対象となる油含有土壌の存在範囲
- ③ 敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策の必要性
- ④ 現状及び今後の土地利用方法から想定される対策方法の制約条件等

2) 上記1) で整理した事項に基づき、対策の方向性を総合的に検討して取りまとめ、対策を検討するスキームとして以下のことを決定する。

- ① 地表の油汚染問題に対する対策を行うか否か
- ② 調査地の井戸水等の油汚染問題に対する対策を行うか否か
- ③ 敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策を行うか否か

（備考）

- ・ 工場・事業場のまま使い続けられる土地利用や、児童公園等のように利用者が地表の土に触れることが想定される土地利用、戸建て住宅等のように土地を裸地のまま利用することが普通である土地利用等に応じた適切な対策を検討する。

7. 状況把握調査結果の取りまとめと保存

7. 1 目的及び必要性

状況把握調査を通じて得られたデータと資料を経時的に整理し、保存することを目的とする。一連のデータと資料（調査の受注者が提出した報告書を含む。）は、対策の検討が必要となった際や、対策実施後に記録を取りまとめる際に必要となる。

7. 2 方法

7. 2. 1 状況把握調査結果の取りまとめ

状況把握調査を通じて得られたデータと資料については、対策の検討が必要となった際に参照できるように、また、対策実施後に保存する記録の作成に用いることができるように、原因が鉱油類であることの判定の段階のものから経時的に整理する。

整理する項目は以下のとおりであり、必要に応じてわかりやすく取りまとめる。

- ① 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認方法と結果
- ② 調査地における鉱油類の取扱いの履歴等に関する資料等調査の結果
- ③ 油汚染問題の発生状況の把握方法と結果
- ④ 油含有土壌の存在範囲の把握方法と結果
- ⑤ 敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策の必要性の判断
- ⑥ 調査地における土地の利用方法に関する情報と対策方法の制約条件
- ⑦ 上記の情報に基づき設定した対策の検討スキーム

なお、取りまとめにあたっては、状況把握調査において用いたＴＰＨ試験法の種類と仕様(分析条件)、地表や井戸水等の油汚染問題に対する対策検討範囲の設定において判断基準とした土壌ＴＰＨ濃度の値とその設定根拠、調査地のある敷地の周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが大きいかな否かを判断した根拠等、状況把握調査結果を記録として保存する上で必要と判断される情報を明記する必要がある。

7. 2. 2 状況把握調査結果の保存

状況把握調査を依頼した調査事業者がいる場合は、その者が提供した報告書を含めて7. 2. 1に示すようにとりまとめて保存する。また状況に応じて保存期間を設定する。

1. 試料採取方法の概要

この方法は、油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの判定、地表面の油汚染問題の原因となっている(又は原因となっている可能性のある)油含有土壤の存在範囲の把握等に場面において、土壤 TPH 試験に供するための土壤試料を表層部(地表面から深さ 50cm までの範囲)の全体または一部より採取する場合の一般的な方法を示すものである。

2. 試料採取方法

(1) 表層部土壤試料の採取

表層部土壤試料の採取は、採土器、ボーリングマシン(ロータリー式、打撃貫入式、振動式及びこれらを組み合わせた方法等)、機械式簡易ボーリング(ロータリー式、打撃貫入式、振動式等)で表層部の土壤を柱状の土壤コア試料の状態で採取し、柱状の土壤コア試料から所定深度の土壤試料を必要量ずつ採取する方法により行うことを基本とし、ボーリングマシンを使用する場合は無水掘りを原則とする。

なお、地表面がコンクリートやアスファルト等の舗装されている場合や、アスファルト下に碎石や砂利がある場合、落葉落枝及びその腐朽物等がある場合は、それらを除いた土壤表面を基準に試料採取深さを考えるとよい。

舗装部分の下に土壤試料を採取する場合は、舗装部分の下に土壤をかく乱しないように、カッター、コアカッター、エアーピック等で舗装部分を掘削する。舗装の下に碎石や砂利が敷設されている場合はこれも除去する。

(備考)

- ・ スコップ、ダブルスコップ等を使用する場合には、土壤のかく乱による揮発成分の揮散を最小限にするため、土壤試料を採取する分より大きめに塊状のまま土壤を採取し、中心部分のかく乱されていない部分から土壤試料を採取する必要がある。
- ・ ハンドオーガーは、土壤をかくはんしながら掘削する方法であり、土壤のかく乱による揮発成分の揮散を防ぐことができないため、油含有土壤の試料採取には不適である。

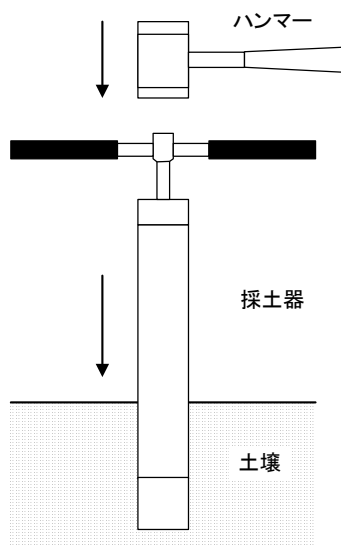


図1 採土器による土壤コア試料の採取

(2) 採取した土壌試料の取扱い

採取した土壌試料は、試料容器に空間(気相)ができないように、速やかに充填し、密栓する。

土壌試料充填後の試料容器は、原則として 0～4℃の冷暗所で保管することとし、保冷箱や保冷剤等を用いて運搬や保管を行う。

- ① 試料容器は、容器壁面への鉱油類の吸着、揮発成分の拡散及び光による化学的・生物的反応を防止するため、遮光性のあるガラス製容器(褐色ガラス瓶)を使用する。
- ② 試料容器の密栓には、テフロンキャップを使用する。
- ③ 土壌試料の採取量は、100g 以上でかつ試料容器に空間ができないだけの量であることを基本に、分析機関と協議して決定するといふ。
- ④ 試料容器には、地点名、採取深度、採取日時等を記入する。
- ⑤ 採取した土壌試料は、できるだけ速やかに分析に供する。

3. 試料採取時の留意点

- 1) 土壌コア試料の採取による地下埋設物の破損を防ぐため、あらかじめ油送管、水道管、ガス管、電話線等の有無を調査する等配慮する。
- 2) 鉱油類には揮発性の高い成分が含まれていることが多く、油汚染問題となる油臭の主な原因が揮発性の高い成分であることから、油含有土壌に含まれている揮発性の高い成分が試料採取の際の人為的なかく乱により揮発して消失するのを防止するとともに、掘削の際の熱が土壌コア試料に加わり揮発が促進されないように注意する。
- 3) 試料採取に用いた用具は、使用する度によく洗浄し、他の深度、地点で使用する際に土壌に汚染を生じさせないように注意する。
- 4) 土壌コア試料を採取したあとの残孔は、崩壊を起こす前に迅速に埋め戻しする。

1. 試料採取方法の概要

この方法は、井戸水等（井戸の水、池・水路等の水）の油臭や油膜が鉱油類か否かの判定、地下水の流れの下流側敷地境界における観測井又は調査孔の地下水の油臭や油膜の測定等の場面において、井戸水等又は地下水の TPH 試験、及び油臭や油膜の測定に供するための井戸水等又は地下水の試料を採取する一般的な方法を示すものである。

2. 井戸水の試料採取方法

2.1 試料採取方法

井戸水については、蛇口から採取するか、あるいは井戸内から直接採取する。

1) 蛇口から試料採取する方法

蛇口から、揚水配管容積と井戸内停滞水量の合計以上の量の地下水を流出させて、井戸内及び揚水配管内の水を本来の地下水に置き換えた後、吐出する地下水を直接試料容器に採取する。

（備考）

- ・ 本来の地下水に置き換わったことを確認する方法として、水中ポンプ等で十分に井戸内の水を揚水し、目視または透視度測定で濁りがなくなり、さらに水素イオン濃度指数(pH)、電気伝導度及び水温等を測定して水質が安定していることを確認する方法がある。

2) 井戸内から直接試料採取する方法

井戸内の地下水面付近から、採水器又は水中ポンプのいずれかをを用いて直接井戸水を採取する。

- ① 常時揚水していない井戸から採水する場合は、採水前のパージ作業として、孔内の停滞水を採水することがないように、十分に井戸内の水を揚水し、本来の地下水に置き換えてから採水する。そのための揚水量は、井戸内の滞水量の3～5倍量を目安とするとよい。

（備考）

- ・ 本来の地下水に置き換わったことを確認する方法として、水中ポンプ等で十分に井戸内の水を揚水し、目視または透視度測定で濁りがなくなり、さらに水素イオン濃度指数(pH)、電気伝導度及び水温等を測定して水質が安定していることを確認する方法がある。

- ② 井戸内の地下水面付近から採水するのは、地下水面の上の油膜や油相（フリーフェーズ）も含めて採水するためである。

2.2 採取した水試料の取り扱い

採取した井戸水試料は、試料容器に空間（気相）が容積の約 20%となるように、速やかに充填し、密栓する。

井戸水試料充填後の試料容器は、運搬や保管を伴う場合、原則として0～4℃の冷暗所で保管することとし、保冷箱や保冷剤等を用いて運搬や保管を行う。

- ① 試料容器は、容器壁面への鉱油類の吸着、揮発成分の拡散及び光による化学的・生物的反応を防止するため、遮光性のあるガラス製容器(褐色ガラス瓶)を使用する。
- ② 試料容器の密栓には、テフロンキャップを使用する。
- ③ 井戸水試料の採取量は、1～2リットルを基本に、分析機関と協議して決定するとよい。
- ④ 採取した井戸水試料は、できるだけ速やかに分析に供する。特に、油膜の状況を測定する場合、時間の経過に伴い油膜が消失していくことを避けるため、試料採取後速やかに現地で測定する必要がある。

2. 3 試料採取時の留意点

- 1) 試料採取に用いた用具は、使用する度によく洗浄し、他の井戸の井戸水等を汚染させないようにする。
- 2) 採水前のパージ作業及び採水作業によって生じた井戸水の余剰水について、油臭や油膜等が認められる場合は適切に処理を行う。

3. 池・水路等の水の試料採取方法

3. 1 試料採取方法

池・水路等の水(地表水)は、各種の採水器等を使用し、水面付近より採水する。

3. 2 採取した水試料の取り扱い

採取した水試料の取扱いは、上記2. 2における井戸水等試料の取り扱いと同じである。

3. 3 試料採取時の留意点

- 1) 試料採取に用いた用具は、使用する度によく洗浄し、他の試料採取地点の水等を汚染させないようにする。
- 2) 採水作業によって生じた井戸水の余剰水について、油臭や油膜等が認められる場合は適切に処理を行う。

4. 観測井設置又は調査孔掘削を伴う地下水試料の採取方法

4. 1 観測井の設置方法及び調査孔の掘削方法

(1) 観測井の設置

- 1) 地下水を調査する地点の最初の帯水層(恒常的に地下水が存在する宙水層又は第一帯水層)の地下水及びその上の油相(フリーフェーズ)を測定対象とすることを原則とし、地下水面付近の地下水及び油相に相当する深度区間にスクリーンを設置する。図1に不圧帯水層、被圧帯水層それぞれの場合における標準的な観測井の構造を示す。

(備考)

- ・ 観測井のスクリーン(有孔管)及び無孔管の構造や材質、スクリーン周囲のグラベル・パッキング(砂利充填)、無孔管周囲のシール(遮水)等については、「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」(平成15年9月、環境省監修、土壤環境センター編)等を参考にするとよい。
- ・ 地下水面付近の地下水及び油相(フリーフェーズ)に相当する区間にスクリーンを設置しなかった場合、周辺の地層中に油相(フリーフェーズ)が生じていても、井戸水には油膜が生じていないという事態が起きてしまう。

- 2) 観測井の設置後、掘りかす(スライム)や掘削に泥水を用いた場合の泥水、それらに含まれる鉱油類を除去するため、井戸洗浄を行う。

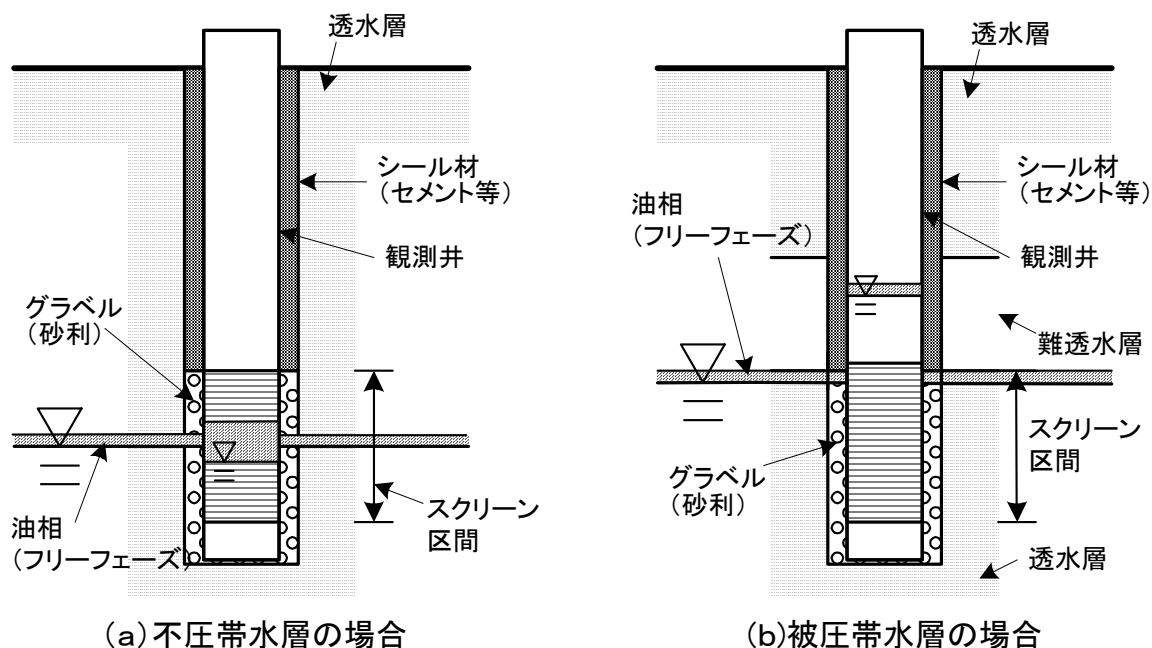


図 1 観測井の標準的な仕様

(2) 調査孔の掘削

- 1) 観測井を設置せずに調査孔を掘削して地下水試料を採取する場合、地下水を調査する地点の最初の帯水層(恒常的に地下水が存在する宙水層又は第一帯水層)の地下水及びその上の油相(フリーフェーズ)を測定対象とすることを原則とし、ケーシング管やサンプラー管を挿入して地下水面付近の地下水及び油相に相当する深度区間に裸孔部又はスクリーン(有孔)部として設定する。図2に調査孔の構造の例を示す。

- 2) 調査孔設置後、掘りかす(スライム)や掘削に泥水を用いた場合の泥水が孔内に浸入している可能性が高い場合は、それらを除去するために孔内洗浄を行う。

(備考)

- ・ 孔内洗浄の方法については、「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」(平成 15 年 9 月、環境省監修、土壤環境センター編)に示されている井戸洗浄の方法等を参考にするとよい。

(備考)

- ・ 井戸洗浄の方法については、「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」(平成 15 年 9 月、環境省監修、土壤環境センター編)等を参考にするとよい。

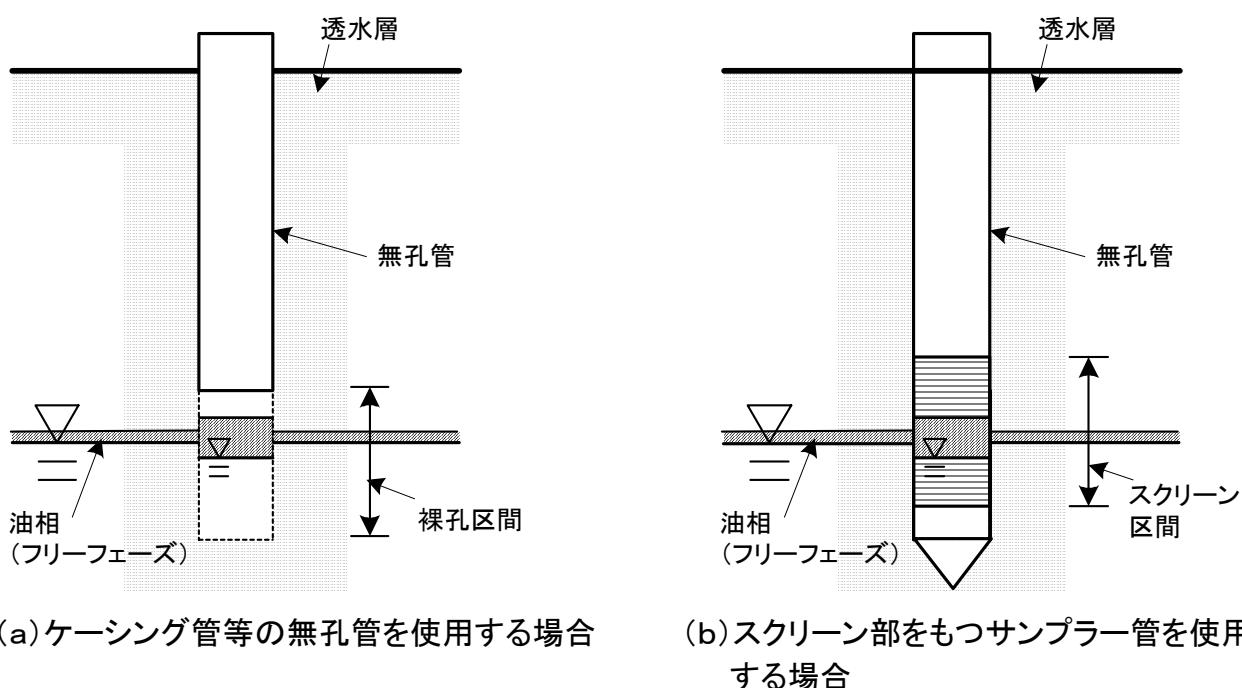


図2 調査孔の構造の例

4.2 試料採取方法

上記4.1で設置した観測井又は調査孔の地下水面付近から、採水器又は水中ポンプのいずれかを用いて地下水を採水する。

- ① 観測井から採水する場合、採水前のパージ作業として、井戸内の滞水量の3～5倍量を目安に揚水し、井戸内の水を本来の地下水に置き換えた上で採水する。

(備考)

- ・ 本来の地下水に置き換わったことを確認する方法として、水中ポンプ等で十分に井戸内の水を揚水し、目視または透視度測定で濁りがなくなり、さらに水素イオン濃度指数(pH)、電気伝導度及び水温等を測定して水質が安定していることを確認する方法がある。

- ② 調査孔から採水する場合、採水前のパージ作業として、調査孔内の滞水量の2倍量を目安に揚水し、調査孔内の水を本来の地下水に置き換えた上で採水する。

(備考)

- ・ 本来の地下水に置き換わったことを確認する方法として、水中ポンプ等で十分に井戸内の水を揚水し、目視または透視度測定で濁りがなくなり、さらに水素イオン濃度指数(pH)、電気伝導度及び水温等を測定して水質が安定していることを確認する方法がある。ただし、測定対象とする深度区間を裸孔部とした場合等、調査孔の構造によっては揚水により孔壁が崩壊する等の可能性があることに留意する必要がある。

- ③ 観測井内又は調査孔内の地下水面付近から採水するのは、地下水面の上の油膜や油相(フリーフェーズ)も含めて採水するためである。

4.3 採取した地下水試料の取り扱い

採取した地下水試料の取り扱いは、上記2.2の井戸水試料の取り扱いと同じである。

4. 4 試料採取時の留意点

- 1) 掘削による地下埋設物の破損を防ぐため、あらかじめ油送管、水道管、ガス管、電話線等の有無を調査するとともに、ある程度までは手掘りで試掘を行う等配慮する。
- 2) 舗装部分の下の土壌試料を採取する場合は、舗装部分の下の土壌をかく乱しないように、カッター、コアカッター、エアープック等で舗装部分を掘削する。舗装の下に碎石や砂利が敷設されている場合はこれも除去する。
- 3) 観測井設置孔や調査孔の掘削及び試料採取に用いた用具は、使用する度によく洗浄し、他の深度、他の深度、他の深度、地点で使用する際に油分を拡散させないように注意する。
- 4) 清水掘削や泥水掘削を行う場合、清水や泥水による地質コア試料内への油の浸入にも十分注意する。
- 5) 観測井設置孔や調査孔の掘削の際、地質コア試料をオールコアで採取し、地質状況を観察しておく、地層の状況や地層及び帯水層の状況の把握に資することができる。
(備考)
 - ・地層状況の観察は、資料3.「深層部土壌試料採取方法」に示した土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」(平成 15 年 9 月、環境省監修、土壌環境センター編)に示した方法により行う。
- 6) 掘削で発生する油を含む泥水やスライム(掘りかす)等は専門の処理業者に処分を委託する等、適切に処理を行う。
- 7) 採水前のパージ作業及び採水作業によって生じた地下水の余剰水について、油臭や油膜等が認められる場合は適切に処理を行う。

本資料では、GC-FID法によるTPH試験法として、以下の方法について説明する。

1. GC-FID法による鉱油類及び油種の確認方法
2. 溶媒抽出GC-FID法による土壌中のTPHの定量方法
(参考) 試料水中のTPHの定量方法

なお、これらの方法はU.S. EPA Method^{1)~4)}及び石油汚染土壌の浄化に関する技術開発報告書⁵⁾を参考に検討したものである。

1. GC-FID 法による鉱油類及び油種の確認方法

油臭や油膜が生じている土壌又は井戸水等について GC-FID 法による TPH 試験を行い、油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認及びその油種の確認を行う。

1.1 確認方法の概要

土壌又は井戸水等に含まれる油分を二硫化炭素で抽出し、水素炎イオン化検出器を備えたガスクロマトグラフ(GC-FID)を用い、油分抽出試料の全成分を無極性のカラムにより、ほぼ沸点別に分離し、記録されたクロマトグラムの $C_6 \sim C_{12}$ (ガソリンの炭素範囲)、 $C_{12} \sim C_{28}$ (軽油の炭素範囲)及び $C_{28} \sim C_{44}$ (残油の炭素範囲)の沸点範囲のクロマトグラムのパターンと各油種のクロマトグラムのパターンを比較し、鉱油類か否かの確認及び油種の同定を行う。

(注1) ここでは溶媒として二硫化炭素を用いる方法について説明しているが、同等の抽出効果をもつ他の溶媒を用いることも可能である。

(注2) ここでいう「残油の炭素範囲」とは、常圧残油(原油を常圧蒸留してガス、ガソリン留分、灯油留分及び軽油留分を留出させた残りの油)に相当する成分として、 $C_{28} \sim C_{44}$ の炭素範囲のことを指す。

1.2 試薬類

- (1) 二硫化炭素 JIS K 8732 に規定するもの。
- (2) 無水硫酸ナトリウム 残留農薬試験用。
- (3) ノルマルパラフィン標準試料 $C_6 \sim C_{44}$ までの数種のノルマルパラフィンを含むもの。
(必ず C_6 、 C_{12} 、 C_{28} 、 C_{44} を含むこと)
- (4) 石油系炭化水素標準試料 可能であれば現場の漏出の疑いがある油を入手して使用することが望ましい。その油の入手が困難な場合は、市販される高濃度試薬または保証された市販の標準溶液を用いる。ここでは市販のASTM標準軽油(ASTM D 2887)を用いて測定する方法を記述する。
- (5) ヘリウム 純度 99.99vol%以上のもの。
- (6) 水素 JIS K 9703 に規定するもの。
- (7) 空気 乾燥空気を用いる。

1.3 器具

- (1) バイアル瓶 オートサンプラーバイアル瓶。
- (2) 共栓付三角フラスコ 容量 100ml で予め良く洗浄し、乾燥したもの。
- (3) 分液ロート 容量 200ml で予め良く洗浄し、乾燥したもの。
- (4) ボルテックスミキサー又は振とう機
- (5) メンブランフィルター テフロン製 内径 25mm ϕ 、ポアサイズ 0.45 μ m 以下のもの。
- (6) ガラス製注射筒 容量 2ml のもの。(ルアロック式)
- (7) パスツールピペット又はシリンジ 容量 2～5ml で予め良く洗浄し、乾燥したもの。
- (8) マイクロシリンジ(手動注入の場合に使用)正確 1 μ l の試料の注入が可能であるもの。
- (9) メスシリンダー 容量 100ml のもの。
- (10) メスフラスコ 容量 10ml、20ml 及び 100ml のもの。
- (11) シリンジ 容量 500 μ l のもの。(標準液調製用)
- (12) ホールピペット 容量 1ml、5ml のもの。(標準液調製用)

1.4 装置

ガスクロマトグラフの分析条件の例を表 1-1 に示す。なお、下記の(a)は表 1-1 の条件①及び②、(b)は表 1-1 の条件③の場合である。これを参考に適宜に設定する。

(1) 試料導入部

流量プログラムが可能であり、以下のいずれかの導入が可能であること。オートサンプラーを有していることが望ましい。

- (a) 温度可変試料導入部を保有しており、試料導入部の温度が 100～400℃まで昇温できるもの。
- (b) スプリットレス方式が可能であり、300～350℃に保つことができるもの。

(2) カラム槽

カラム槽は以下のいずれかであること。

- (a) 試料導入部が温度可変試料導入の場合、400℃まで $\pm 0.5^\circ\text{C}$ の精度で制御できるもの。
- (b) 試料導入部がスプリットレス方式の場合、330℃まで $\pm 0.5^\circ\text{C}$ の精度で制御できるもの。

(3) カラム

- (a) 石英又はステンレス製の毛細管内に固定相液体としてメチルシリコンを化学結合させたもの。
- (b) 石英またはステンレス製の毛細管内に固定相液体として 5%フェニルメチルシリコンを化学結合させたもの。例えば、HP-1、DB-1、DB-5 などの名称で市販されているもの。

(4) 検出器及び検出器槽

検出器は水素炎イオン化検出器を用い、検出器槽はカラム温度またはそれ以上の温度まで制御できるもの。

(5) データ処理装置

クロマトグラムを記録するとともにベースラインの差し引き、ピーク面積積分値を記録できるもの。

(6) オートサンプラー

1 μ l が注入できるもの。

表1-1 ガスクロマトグラフ分析条件(例)

	条件①	条件②	条件③
カラム	メチルシリコン	メチルシリコン	5%フェニルメチルシリコン
長さ	8m	8m	30m
内径	0.53mm	0.53mm	0.32mm
膜厚	0.88 μ m	0.88 μ m	0.25 μ m
試料注入方法	温度可変試料導入 オートサンプラー使用	温度可変試料導入 オートサンプラー使用	スプリットレス オートサンプラー使用
注入口温度	100°C→(10°C/min)→375°C	100°C→(10°C/min)→375°C	320°C
試料注入量	1 μ l	1 μ l	1 μ l
カラムモード	Ramp 流量モード	Ramp 流量モード	Ramp 流量モード
キャリアガス流量	ヘリウム 5ml(2min)→(2ml/min)→19ml	ヘリウム 5ml(2min)→(2ml/min)→19ml	ヘリウム 2ml(10min)→(1ml/min)→4ml
カラム温度	-30°C(2min)→(10°C/min)→ 375°C	35°C(2min)→(10°C/min)→ 375°C	35°C(5min)→(10°C/min)→ 320°C
検出器	水素炎イオン化検出器	水素炎イオン化検出器	水素炎イオン化検出器
検出器温度	375°C	375°C	320°C

(注3) 試料注入はオートサンプラーによる注入を基本とするが、オートサンプラーを使用しない場合は手で注入する。

(注4) Ramp 流量モードとはキャリアガスの流量を変化させる事が出来るモード。

(注5) 1000 μ g/ml の ASTM 標準軽油を測定した場合、図1-1とほぼ同様なクロマトグラフになるように装置の感度を調整する

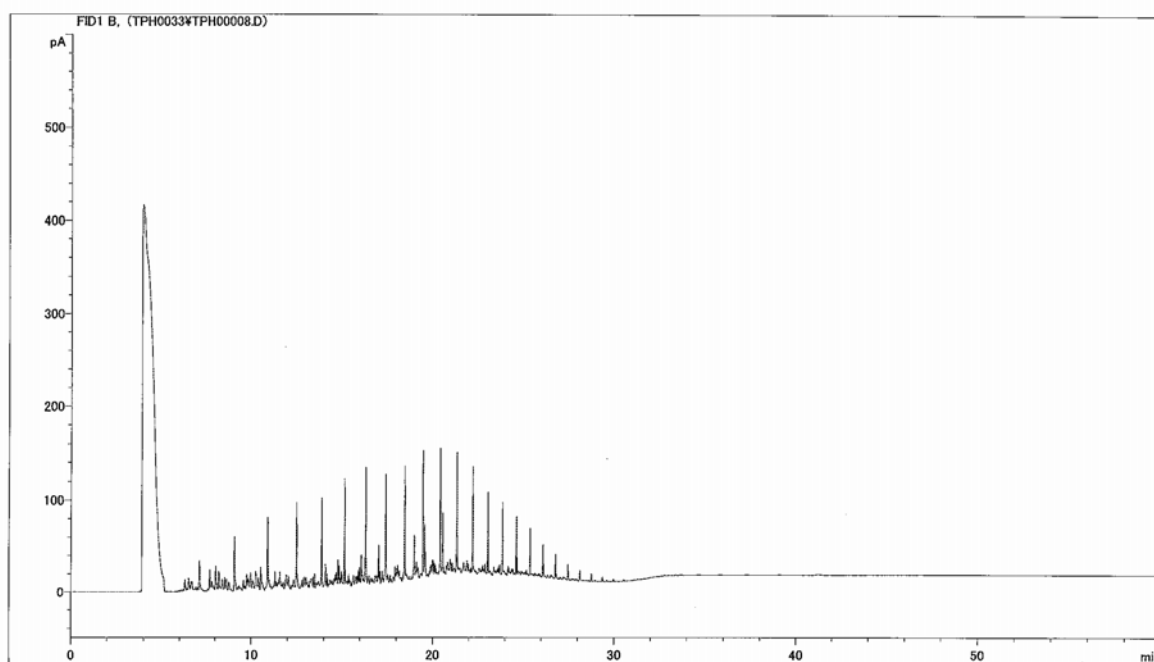


図1-1 ASTM 標準軽油 1000 μ g/ml のクロマトグラム

1.5 操作

1.5.1 前処理

1.5.1.1 土壌からの抽出操作

- (1) 土壌試料 10g程度を共栓付 100ml 三角フラスコに分取する。
- (2) 無水硫酸ナトリウムを 30g 量り取り、土壌試料を入れた共栓付三角フラスコに加えて蓋をし、土のかたまりを砕くために手で振り混ぜる。
- (3) 試料を入れた共栓付三角フラスコにメスシリンダーで二硫化炭素 30ml を加え、ボルトックスミキサーで 3 分間または振とう機で 30 分間かくはん又は振とう後、2 時間静置する。
- (4) 静置後、パスツールピペットまたはシリンジで抽出溶媒相を 100ml のメスフラスコに移し、二硫化炭素を加え正確に 100ml にする。
- (5) メンブランフィルターをガラス製注射筒に固定し、受け器として 10ml のバイアル瓶を置き、約2ml 抽出溶液をろ過する。そしてバイアル瓶は密閉する。

1.5.1.2 井戸水等からの抽出操作

- (1) 試料水 100ml 程度を分液ロート 200ml に分取する。
- (2) メスシリンダーで 30ml の二硫化炭素をとり、試料を入れた分液ロートに移し、振とう機で 30 分間振とうかくはん後、2時間静置する。
- (3) 静置後、抽出溶媒相を無水硫酸ナトリウムで脱水し、100ml のメスフラスコに移す。二硫化炭素を加え正確に 100ml にする。
- (4) メンブランフィルターをガラス製注射筒に固定し、受け器として 10ml のバイアル瓶を置き、約2ml 抽出溶液をろ過する。そしてバイアル瓶は密閉する。

1. 5. 2 ガスクロマトグラフ測定

(1) ガスクロマトグラフの設定

- (a) 1. 4の表1-1に準じて、ガスクロマトグラフ分析条件①～③のいずれかの試験条件に設定する。
- (b) 試料を注入せずに、所定の分析条件で測定を行い、ベースラインを記録する。2回以上記録し、ベースラインが十分安定していることを確認する。

(2) 標準試料の測定

市販品のガソリン、軽油、重油、潤滑油をそれぞれ二硫化炭素で希釈し、1000 $\mu\text{g/ml}$ の標準液を作成する。この標準液をガスクロマトグラフに1 μl 注入し、各油種の標準液のクロマトグラムパターンを求める。

模擬油含有土壌中の各油種のクロマトグラムの例を図1-2～1-6に示す。

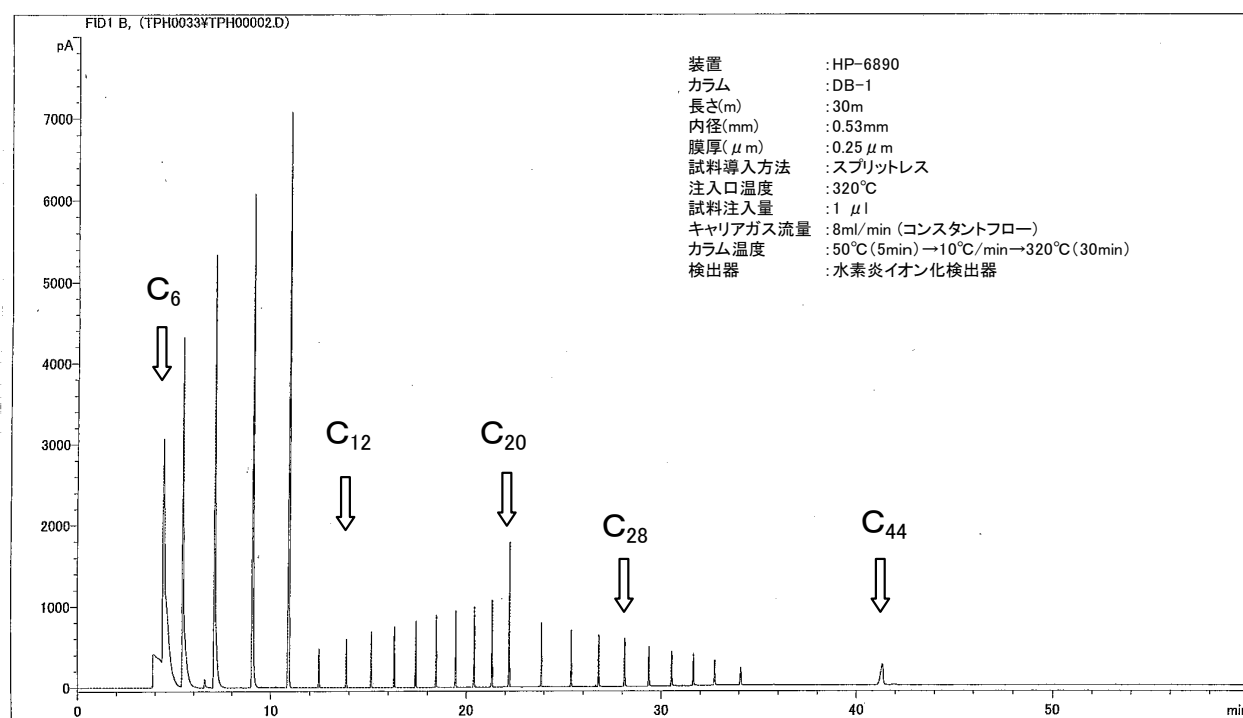


図 1 - 2 ガスクロマトグラムの例(ノルマルパラフィンC₆～C₄₄)

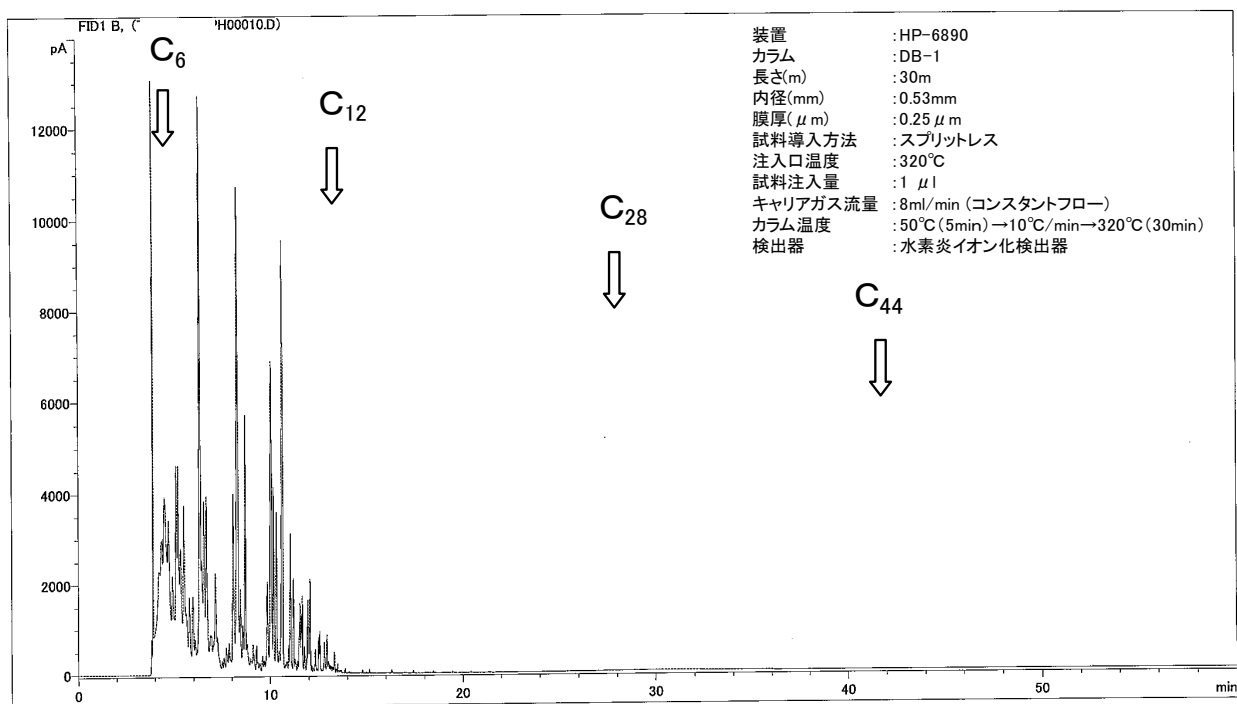


図1-3 ガスクロマトグラムの例(ガソリン)

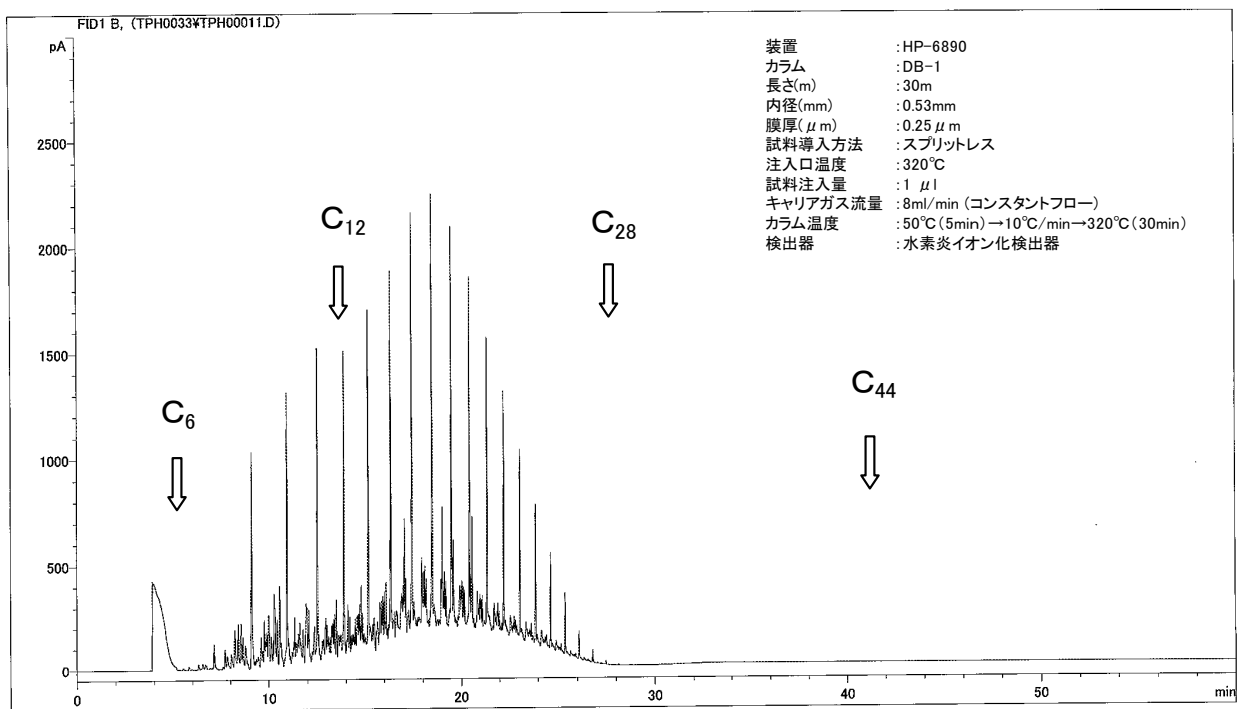


図1-4 ガスクロマトグラムの例(軽油)

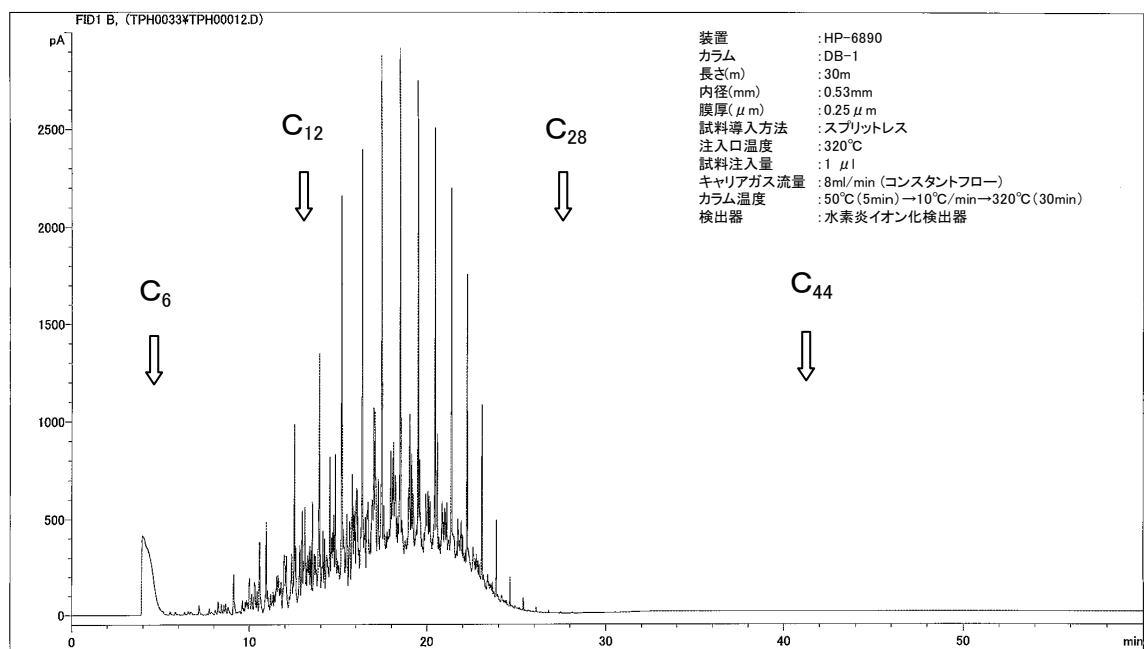


図 1-5 ガスクロマトグラムの例 (A 重油)

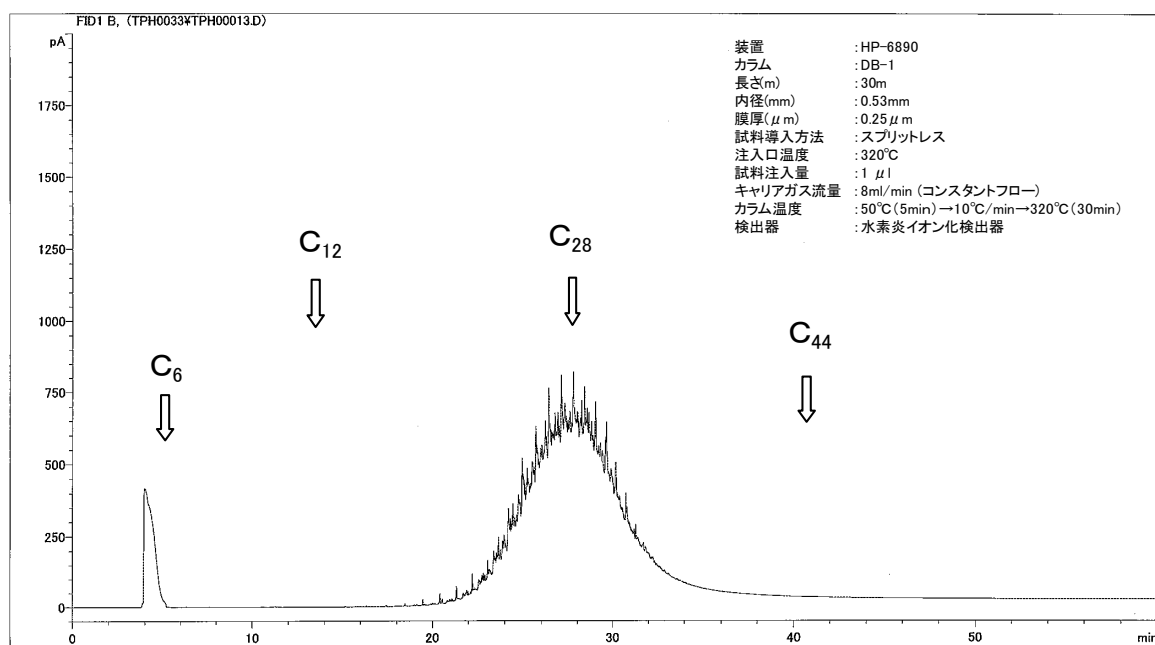


図 1-6 ガスクロマトグラムの例 (モーターオイル)

1. 5. 3 実試料の測定

- (a) 1. 5. 1. 1または1. 5. 1. 2でバイアル瓶に回収した抽出試料1 μ lをガスクロマトグラフに注入し、クロマトグラムを記録する。
- (b) データ処理装置にて、試料のクロマトグラムから、溶媒(二硫化炭素)のみを測定したクロマトグラムを差し引く。
- (c) $C_6 \sim C_{12}$ (ガソリンの炭素範囲)の沸点範囲、 $C_{12} \sim C_{28}$ (軽油の炭素範囲)の沸点範囲及び $C_{28} \sim C_{44}$ (残油の炭素範囲)の沸点範囲のクロマトグラムのパターンと1. 5. 2(2)で作成した標準試料のクロマトグラムのパターン(図1-5~8参照)を比較し、油種の同定(注5)をする。

(注6) 図1-3~1-6で示したような標準試料のクロマトグラムのパターンと比較しても油種の同定が難しい場合は、現場の漏出の疑いがある油を入手して標準試料のクロマトグラムのパターンを作成し、油種の同定をする。

(注7) 妨害成分の影響

油の濃度が低い場合はガスクロマトグラフ上でピークの重なる成分が影響を及ぼすことがある。この場合はフロリジルまたはシリカゲルカートリッジカラムを用いて、鉱油類を干渉成分から分離して測定にかける。

なお、フロリジルカラムは市販のフロリジルまたはシリカゲルカートリッジカラム(充填剤量/シリンジサイズ 1g / 6ml のもの)で固相抽出管は注射筒タイプのもを使用する。チューブの材質にはポリプロピレン(PP)製とガラス製があるが、チューブの使用時に妨害物質の溶出の可能性があるため、事前に、当該カラムで二硫化炭素によるブランク試験を実施し、影響のないことを確認する必要がある。

2. 溶媒抽出GC-FID法による土壤中のTPHの定量方法

土壤中の油分を二硫化炭素で抽出し、水素炎イオン化検出器を備えたガスクロマトグラフ(GC-FID)でTPHを定量する方法の一例を以下に示す。

なお、炭素数(C)が $C_6 \sim C_{12}$ の低沸点の炭化水素類の分析にあっては、パージ&トラップガスクロマトグラフ法^{5)~7)}を用いることもできる。

2. 1 測定方法の概要

土壤中の油分を低沸点の有機溶剤(注1)として二硫化炭素を用いて抽出後、GC-FIDを用い、油分抽出試料の全成分を無極性のカラムにより、ほぼ沸点別に分離し、記録されたクロマトグラムのノルマルパラフィンの $C_6 \sim C_{44}$ の沸点範囲に存在する全成分のピーク面積を同一条件下で得られたASTM標準軽油のピーク面積と比較してTPH濃度を算出する。

(注1) ここでは溶媒として二硫化炭素を用いる方法について説明しているが、同等の抽出効果をもつ他の溶媒を用いることも可能である。

2.2 試薬類 (1.2 参照)

2.3 器具 (1.3 参照)

2.4 装置 (1.4 参照)

2.5 操作

2.5.1 前処理

- (1) 土壌試料 10g 程度を共栓付 100ml 三角フラスコに 0.01g の単位まで秤量して分取する。
- (2) 無水硫酸ナトリウムを 30g 量り取り、土壌試料を入れた共栓付三角フラスコに加えて蓋をし、土のかたまりを砕くために手で振り混ぜる。
- (3) 試料を入れた共栓付三角フラスコにメスシリンダーで二硫化炭素 30ml を加え、ボルトックスミキサーで 3 分間または振とう機で 30 分間かくはん又は振とう後、2 時間静置する。
- (4) 静置後、パスツールピペットまたはシリンジで抽出溶媒相を 100ml のメスフラスコに移す。
- (5) 試料を入れた共栓付三角フラスコにメスシリンダーで二硫化炭素 30ml を加え、同様に(3)の抽出操作を行い、30 分間静置する（二回目の抽出）。その抽出溶媒相をパスツールピペット又はシリンジで、上記(4)のメスフラスコに移す。
- (6) さらに、上記(5)の共栓付三角フラスコにメスシリンダーで二硫化炭素 30ml 加え、同様に(3)の抽出操作を行い、30 分間静置する（三回目の抽出）。その抽出溶媒相をパスツールピペット又はシリンジで、上記(4)のメスフラスコに移す。
- (7) 上記メスフラスコに二硫化炭素を加え正確に 100ml にする。
- (8) メンブランフィルターをガラス製注射筒に固定し、受け器として 10ml のバイアル瓶を置き、約 2ml 抽出溶液をろ過する。そしてバイアル瓶は密閉する。

2.5.2 ガスクロマトグラフ測定

(1) ガスクロマトグラフの設定

- (a) 1.4の表1-1に準じてガスクロマトグラフ条件①～③のいずれかの試験条件に設定する。
- (b) 試料を注入せずに、所定の分析条件で測定を行い、ベースラインを記録する。2回以上記録し、ベースラインが十分安定していることを確認する。

(2) リテンションタイムウィンドウの設定

リテンションタイムウィンドウ(RT)の設定は、以下の要領で試料測定前後に必ず行う。

- (a) 溶媒(二硫化炭素)のみを所定量(1 μ l)注入し、クロマトグラムを記録する。
- (b) ノルマルパラフィン混合試料を 1 μ l 注入し、クロマトグラムを記録する。
- (c) データ処理装置でノルマルパラフィンの測定クロマトグラムから、溶媒のみのクロマトグラムを差し引く。
- (d) 対象とする保持時間は以下のように設定する。

① 開始保持時間

$n\text{-C}_6\text{H}_{14}$ のピーク立ち上がりの 0.1 分前の開始する時間を設定する。(RT- C_6)

クロマトグラムの強度を図2-1 に示すクロマトグラムの 1/10 に設定し、目視で確認出来るピーク立ち上がりの時間をクロマトグラム上で読みとりピーク開始時間とする。

② 終了保持時間

$n\text{-C}_{44}\text{H}_{90}$ ピークの溶出が終了(ピークが下がり終わる)後 0.1 分(RT- C_{44})を設定する。クロマトグラムの強度を図2-1 に示すクロマトグラムの 1/10 に設定し、目視で確認出来るピークの溶出が終わる時間をクロマトグラム上で読みとりピーク終了時間とする。

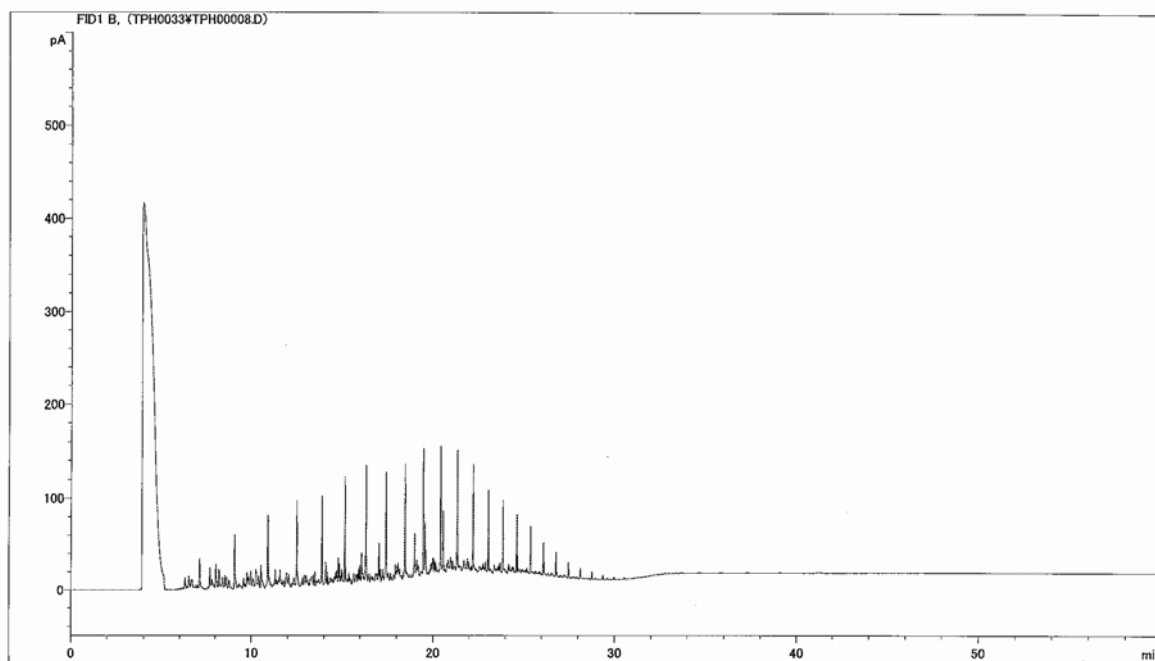


図2-1 ASTM 標準軽油 1000 $\mu\text{g/ml}$ のクロマトグラム

- (e) 試料測定前後の開始保持時間を比較し、差が 0.1 分以内であれば、試料測定前の開始保持時間を採用する。差が 0.1 分以上であれば、試料測定前後の平均値を用いる。
- (f) 試料測定前後の終了保持時間を比較し、差が 0.1 分以内であれば、試料測定前の終了保持時間を採用する。差が 0.1 分以上であれば、試料測定前後の平均値を用いる。

(3) 検量線の作成

土壌試料中の油分濃度を求めるため、5種類の ASTM 標準軽油を用いて検量線を作成する。検量線は試料濃度に応じて2種類(高濃度及び低濃度)作成する。高濃度の検量線を用いて測定し、試料濃度が検量線の範囲より低濃度である時は低濃度用の検量線を用いて測定を行う。なお、高濃度領域の検量線の適用範囲は 250~10000 $\mu\text{g/ml}$ 、低濃度領域の検量線の適用範囲は 50~1000 $\mu\text{g/ml}$ である。検量線の作成は測定前に行い測定終了後、検量線がずれていないことを確認する。

I 高濃度領域の検量線

- (a) 標準試料液は ASTM 標準軽油を用い、溶媒としては二硫化炭素を用いて希釈して調整

する。標準試料濃度は 250,500,1000,5000,10000 $\mu\text{g/ml}$ の5種類とする。標準試料の調製は希釈法で作成する。

① 10000 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

ASTM 標準軽油を 500 μl のシリンジを用い 10ml メスフラスコに 0.1g を 0.001g の単位まで秤量し、二硫化炭素を標線まで加える。

② 5000 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(10000 $\mu\text{g/ml}$) 5ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

③ 1000 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(10000 $\mu\text{g/ml}$) 1ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

④ 500 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(10000 $\mu\text{g/ml}$) 1ml をホールピペットを用いて 20ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

⑤ 250 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(5000 $\mu\text{g/ml}$) 1ml をホールピペットを用いて 20ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

- (b) 上記で調製した5種類の標準溶液を順次ガスクロマトグラフに 1 μl 導入する。
- (c) データ処理装置を使用し、5種類の標準溶液のクロマトグラフから、2. 5. 2(2)(a)で測定した溶媒(二硫化炭素)のみを測定したクロマトグラムを差し引く。
- (d) 上記③で求めた5種類のクロマトグラムでRT-C₆からRT-C₄₄までの保持時間の総面積を求める。
- (e) グラフの横軸に標準液濃度、縦軸の総面積をプロットし、検量線を作成する。検量線は最小自乗法による直線回帰から求める。

II 低濃度領域の検量線

- (a) 標準試料液は ASTM 標準軽油を用い、溶媒としては二硫化炭素を用いて希釈して調整する。標準試料濃度は 50,100,250,500,1000 $\mu\text{g/ml}$ の5種類とする。

標準試料の調製は希釈法で作成する。

① 1000 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

ASTM 標準軽油を 500 μl のシリンジを用い 100ml メスフラスコに 0.1g を 0.001g の単位まで秤量し、二硫化炭素を標線まで加える。

② 500 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(1000 $\mu\text{g/ml}$) 5ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

③ 250 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

②で調製した標準試料(500 $\mu\text{g/ml}$) 5ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

④ 100 $\mu\text{g/ml}$ の試料の調整

①で調製した標準試料(1000 $\mu\text{g/ml}$) 1ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭

素を標線まで加える。

⑤ 50 μ g/ml の試料の調整

②で調製した標準試料(500 μ g/ml) 1ml をホールピペットを用いて 10ml メスフラスコにとり二硫化炭素を標線まで加える。

- (b) 調製した5種類の標準溶液を順次ガスクロマトグラフに 1 μ l 注入する。
- (c) データ処理装置を使用し、5種類の標準溶液のクロマトグラフから、2. 5. 2(2)(a)で測定した溶媒(二硫化炭素)のみを測定したクロマトグラムを差し引く。
- (d) 上記(c)で求めたクロマトグラムでRT-C₆からRT-C₄₄までの保持時間の総面積を求める。
- (e) グラフの横軸に標準液濃度、縦軸の総面積をプロットし、検量線を作成する。検量線は最小自乗法による直線回帰から求める。

2. 5. 3 実試料の測定

- (a) 2. 5. 1でバイアル瓶に回収した抽出試料 1 μ l をガスクロマトグラフに注入し、クロマトグラムを記録する。
- (b) データ処理装置にて、試料のクロマトグラムから、2. 5. 2(2)(a)で測定した溶媒(二硫化炭素)のみを測定したクロマトグラムを差し引く。
- (c) リテンションタイムウィンドウ設定のために測定したノルマルパラフィンのクロマトグラムと比較し、終点の保持時間としてRT-C₄₄を選定してピーク総面積を求める。
- (d) RT-C₄₄でのベースラインが初期の位置に戻らない場合、総面積は保持時間 0.3 分(溶剤ピークの溶出前)のベースラインをRT-C₄₄まで水平に延長し、保持時間RT-C₄₄までの総面積を求める。

(注2) 妨害成分の影響(1. 5 (注7)参照)

2. 6 TPH 濃度の計算

2. 5. 3で求めた試料面積を、2. 5. 2(3)で作成した検量線に当てはめ、試料抽出溶液中のTPH濃度を求め、次の式により土壌中の油分を求める。計算は有効桁数3桁で行った後、2桁に丸めて報告する。なお、分析値は炭素範囲n-C₆H₁₄～n-C₄₄H₉₀の結果であることを明記する。

$$C_s = \frac{A_s \times V_t}{W_s} \times \frac{100}{(100 - S_w)}$$

C_s : 土壌中 TPH 濃度[μ g/g]

A_s : 抽出溶液中の TPH 濃度[μ g/ml]

V_t : 抽出溶媒量[ml]

W_s : 抽出した試料の重量[g]

S_w : 含水率[%]

(注3) ガソリンの炭素範囲($C_6 \sim C_{12}$)、軽油の炭素範囲($C_{12} \sim C_{28}$)及び残油の炭素範囲($C_{28} \sim C_{44}$)の濃度の計算方法を以下に示す。炭素範囲は図2-2参照。

なお、炭素範囲は USA EPA method 8015 に基づきマサチューセッツ州環境保護省で検討された値を参考にしたものであり、特に、ガソリンの炭素範囲は臭気揮発性成分に依存することを考慮し、ガソリン成分の季節変動または供給石油の違いがあったとしても、その全量を捉えてガソリン濃度として評価できるようにしている。

① ガソリンの炭素範囲($C_6 \sim C_{12}$)の計算

開始時間は $n-C_6H_{14}$ のピーク立ち上がりの 0.1 分前に設定する($RT-C_6$)し、終了時間は $n-C_{12}H_{26}$ の保持時間とする。この開始から終了時間までの範囲内のピーク面積の合計を求める。

② 軽油の炭素範囲($C_{12} \sim C_{28}$)の計算

開始時間は $n-C_{12}H_{26}$ の保持時間とし、終了時間は $n-C_{28}H_{58}$ の保持時間とする。この開始から終了時間までの範囲内のピーク面積の合計を求める。

③ 残油の炭素範囲($C_{28} \sim C_{44}$)の計算

開始時間は $n-C_{28}H_{58}$ の保持時間とし、終了時間は $n-C_{44}H_{90}$ ピークの溶出が終了(ピークが下がり終わる)後 0.1 分($RT-C_{44}$)を設定する。

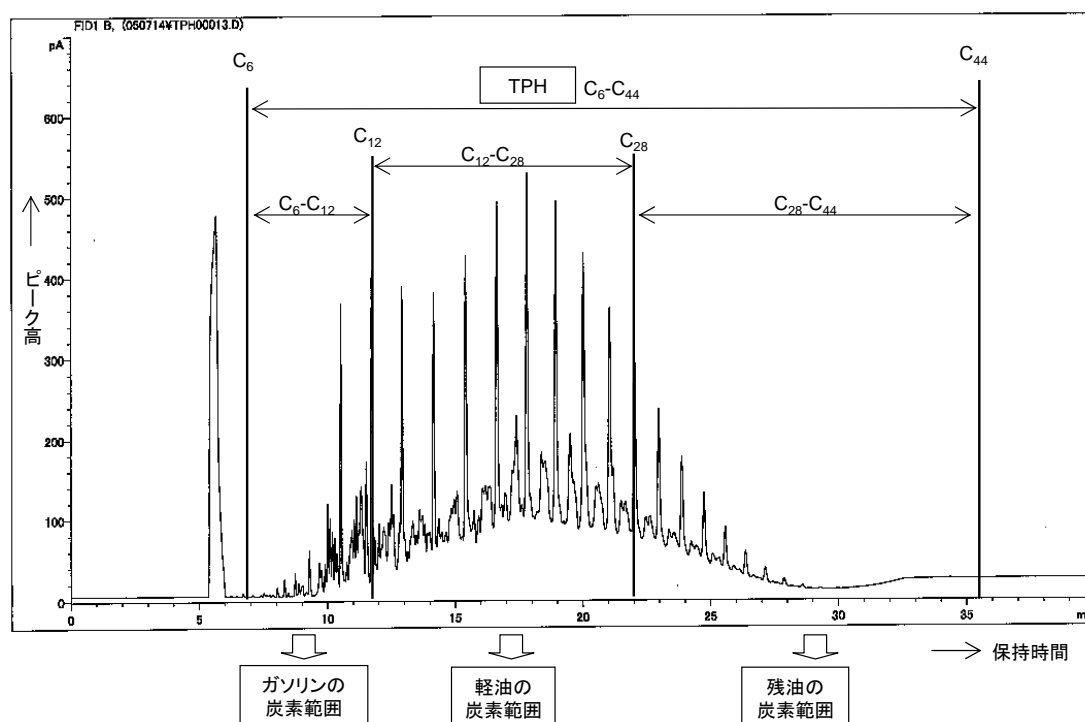
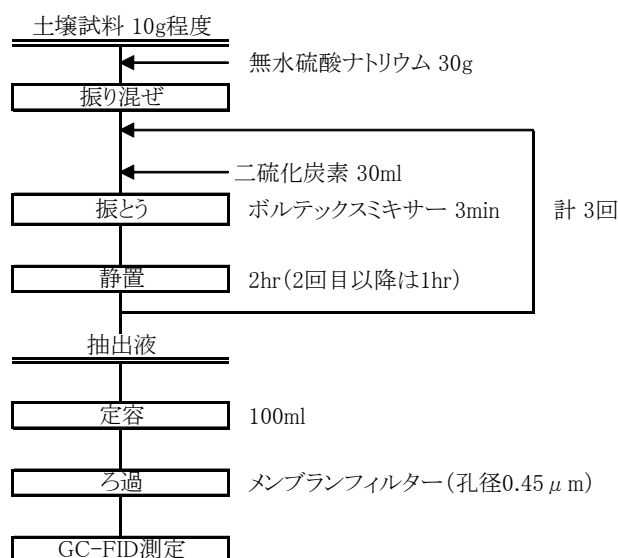


図2-2 ガスクロマトグラム上の TPH レンジの概念図

【土壌の TPH 試験法フロー】

土壌試料 10g 程度を共栓付き三角フラスコに分取し、無水硫酸ナトリウム 30g を混合して脱水する。二硫化炭素 30ml を加えボルテックスミキサーで3分間または振とう機で3分間振とう抽出後、2時間静置する。この操作を3回繰り返した後(2回目以降の静置時間は1時間)、抽出液を正確に 100ml に定容する。最後に抽出液を孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過した溶液を、GC-FID に導入する。



(参考) 試料水中の TPH の定量方法

試料水中の TPH の定量は、対策時の効果を検証する際のモニタリング時などに行う場合があるので、定量方法を参考までに示す。定量は、「2. 溶媒抽出 GC-FID 法による土壌中の TPH の定量方法」に準拠して行うが、操作及び TPH 濃度の計算については以下のとおりとする。

A. 操作

- (1) 試料水 500ml 程度を分液ロート 1000ml に分取した後、二硫化炭素 30ml を加え、15 分間程度振とう抽出後、試料水と二硫化炭素が分離するまで静置する。
- (2) この操作を2回繰り返した後、抽出液を無水硫酸ナトリウム 30gで脱水する。
- (3) 抽出液は 100ml のメスフラスコに移し、二硫化炭素を加え正確に 100ml にする。
- (4) メンブランフィルターをガラス製注射筒に固定し、受け器として 10ml のバイアル瓶を置き、約2ml 抽出溶液をろ過する。そしてバイアル瓶は密閉する。

B. TPH 濃度の計算

A. の操作で求めた試料面積を、2. 5. 2(3)と同様に作成した検量線に当てはめ、試料抽出溶液中のTPH濃度を求め、次の式により試料水中の油分を求める。計算は有効桁数3桁で行った後、2桁に丸めて報告する。なお、分析値は炭素範囲 $n\text{-C}_6\text{H}_{14} \sim n\text{-C}_{44}\text{H}_{90}$ の結果であることを明記する。

$$C_w = \frac{A_s \times V_t}{W}$$

C_w : 水中 TPH 濃度[μg/ml]

A_s : 抽出溶液中の TPH 濃度[μg/ml]

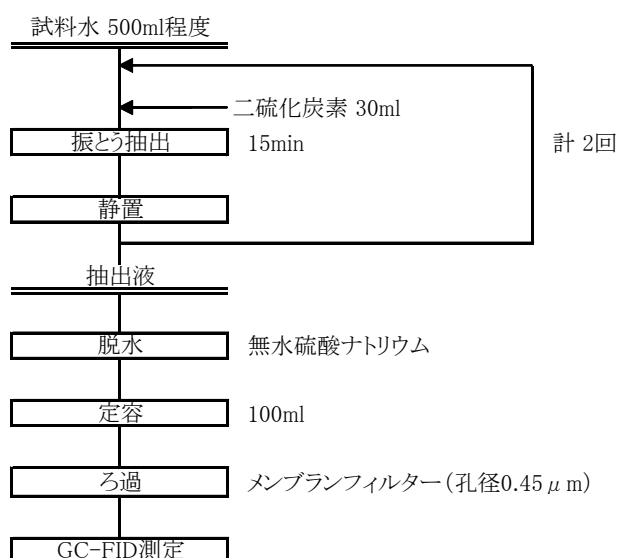
V_t : 抽出溶媒量[ml]

W : 供試した試料量[ml]

(注) ガソリンの炭素範囲(C₆~C₁₂)、軽油の炭素範囲(C₁₂~C₂₈)、残油の炭素範囲(C₂₈~C₄₄)の濃度は、
2. 6 TPH濃度の計算の(注3)を参考にして計算する。

【試料水中の TPH 試験フロー】

試料水 500ml 程度 を分液ロート 1000ml に分取した後、15 分間振とう抽出し、水と二硫化炭素が分離するまで静置する。この操作を2回繰り返した後、抽出液を無水硫酸ナトリウム 30gで脱水し、正確に 100ml に定容する。最後に抽出液を孔径 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過した溶液を、水素イオン化検出器を備えたガスクロマトグラフ(GC-FID)に導入する。



参考文献

- 1) “Separatory funnel liquid-liquid extraction” U.S.Environmental Protection Agency Method 3510C,December,1996,3
- 2) “Continuous liquid-liquid extraction” U.S.Environmental Protection Agency Method 3520C,December,1996,3
- 3) “Soxhlet extraction” U.S.Environmental Protection Agency Method 3540C, December, 1996,3
- 4) “Nonhalogenated organics using GC/FID” U.S.Environmental Protection Agency Method 8015, June,2003,4
- 5) “石油汚染土壌の浄化に関する技術開発報告書”(財)石油産業活性化センター,平成 15 年 3 月
- 6) “Closed-system purge-and-trap and extraction for volatile organics in soil and waste sample” U.S.Environmental Protection Agency Method 5035A, July,2002,1
- 7) “Purge-and-trap for Aqueous samples” U.S.Environmental Protection Agency Method 5030C, May,2002,3

1. 油臭及び油膜の測定方法の概要

この方法は、調査実施者が嗅覚による油臭の有無の判定や目視による油膜の有無の判定が困難と判断した場合、又は、より定量的な判定が必要とされる場合に限って、土壌から発生する油臭や油膜によって判定を行う際の参考となる方法、並びに地下水試料を採取して油臭や油膜の発生状況を確認する場合において、水の油臭や油膜を確認するために参考となる方法を示すものである。

2. 油臭の測定方法

2.1 土壌

土壌 50g を 500ml 容ガラス瓶に入れ、蓋をして約 25℃で 30 分間放置した後、蓋を外して直ちに土壌から発生する臭いを嗅ぎ、臭気の有無及び油種とその程度を試験する。(表 1 参照)

なお、土壌の質量及びガラス瓶の容積については、調査地として統一するのであれば変更してもよい。ただし、その場合には、土壌の質量及びガラス瓶の容量をどう選択するかによって測定結果として得られる油臭の程度が変わってくることに留意して測定結果を評価することが必要である。

また、この測定方法で得られた結果は、評価対象とする現地での油臭の有無を試験する場合に比べ、密閉された空間に臭気成分が閉じ込められた状態になるため、油臭の程度は高い傾向を示すことに留意する必要がある。

表1 油臭の程度の表示例

段階	内容
0	無臭
1	やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)
2	何のにおいであるかがわかる弱いにおい(認知閾値濃度)
3	らくに感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

(注) この表は、調査を行う作業者が調査レポートを取りまとめたりする際の作業上の目安の例であって、何らかの基準値や標準を示すものではない。油臭の感じ方は臭いに敏感にならざるを得ない土地の使い方がどうか、原因となっている鉱油類の種類や性状等によって様々であり、表1中のどの程度をもって油臭ありと判断するかはケースバイケースである。

2.2 水

試料水 100ml を共栓三角フラスコ 300ml に入れ、蓋をして約 25℃で 30 分間放置した後、フラスコを揺すり動かしながら栓をとり、直ちに臭気の有無及び油種とその程度を試験する。

(表 1 参照)

なお、試料水の体積及び共栓三角フラスコの容積については、調査地として統一するのであれば変更してもよい。ただし、その場合には、試料水の体積及び共栓三角フラスコの容積をどう選択するかによって測定結果として得られる油臭の程度が変わってくることに留意して測定結果を評価することが必要である。

3. 油膜の測定法

3. 1 土壌

3. 1. 1 ビーカー法¹⁾

(1) 操作

試料土壌は、有姿のまま採取し、小石等の異物を除去したものとする。ビーカーに純水 1000ml を量り取り、かくはんする。次に渦流が一定の状態になったら、渦の中心付近に試料土壌 10g-wet を静かに投入し、15 分間連続して緩やかにかくはんし、5分間静置した後、明るい場所で液面観察する。この際、浮上物質が生じて油膜の判定が困難な場合は、金属製の網を用いて浮上物質をかき寄せ、液面観察する。

(2) 油膜の判定

試験操作の結果、液面に油膜が視認された場合は、油膜が生じたものと判定する。また、同操作の結果、液面に、黒色又は白色の油膜が浮遊している場合や、光の干渉による干渉縞の形成又は鈍い銀白色の輝きが視認された場合は、油膜が生じたものと判定する。

なお、試料土壌の表面に油膜が視認された場合は、(1)の試験操作を要せず油膜が生じたものと判定する。

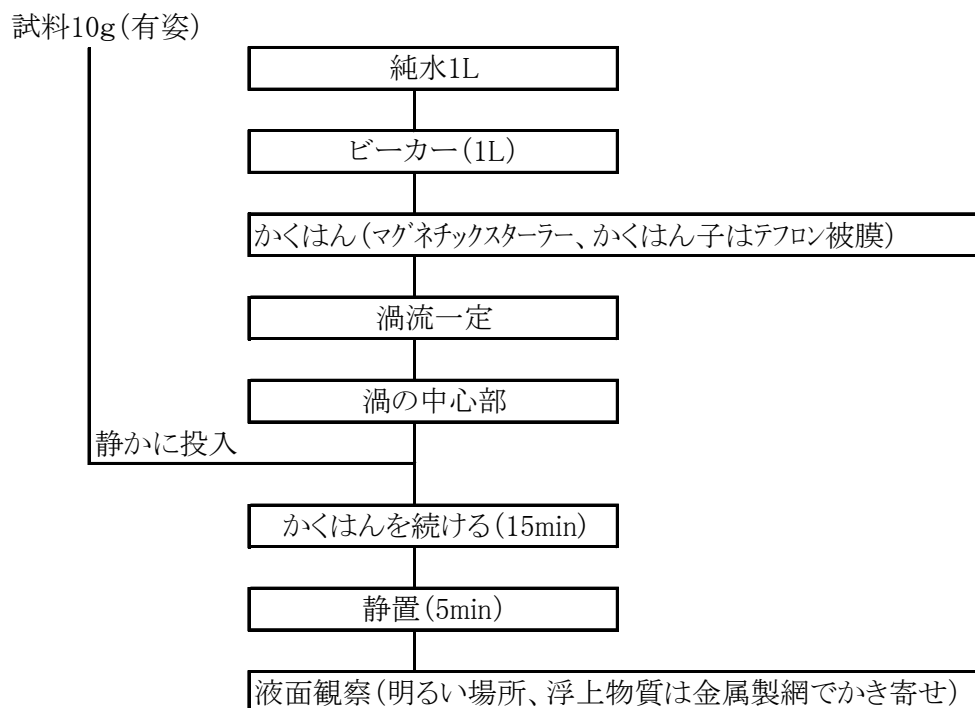


図 1 油膜の分析フロー(ビーカー法)

3. 1. 2 シャーレ法

シャーレ(直径 94mm、高さ 20mm)に蒸留水を 50ml 入れ、シャーレの下に黒い紙を敷く。蒸留水の中に葉さじ 1 杯分(約 5g-wet)の土壌を静かに入れ、直後の液面を目視で観察する。

油膜の判定は、3. 1. 1(2)と同様に行う。

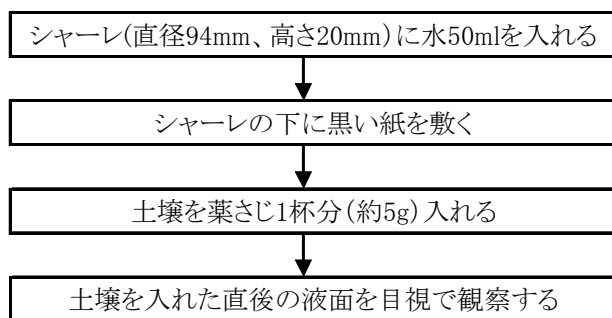


図2 油膜の分析フロー(シャーレ法)

写真1 油膜の発生状況

○ 参考 土壌の油膜測定法の比較

	廃掃法・海防法(ビーカー法)	シャーレ法
法令等	参考文献1)	-
方法	10g→1000ml、 ビーカー内でかくはん後観察	5g→50ml シャーレ内で観察
特徴	手間がかかる	簡易、現場でも可能

3. 2 水

3. 2. 1 シャーレ法

シャーレ(直径 94mm、高さ 20mm)に水を静かに 50ml 量り入れ、シャーレの下に黒い紙を敷く。明るい場所で液面を目視で観察する。

参考文献

- 1) 昭和 51 年 3 月 17 日 環水企 38 号 環整 18 号「廃棄物の処理および清掃に関する法律施行令および海洋汚染防止法施行令の一部を改正する政令の施行等について
別紙: 産業廃棄物から遊離した油分により生ずる油膜の判定方法」

1. 試料採取方法の概要

この方法は、地表面及び井戸水等の油汚染問題の原因となっている（又は原因となっている可能性のある）油含有土壌の存在範囲の把握、対策範囲の確定等の場面において、土壌 TPH 試験に供するための土壌試料を採取する一般的な方法を示すものである。

2. 試料採取方法

（1）掘削方法の選択

掘削方法の代表的なものとしてボーリングマシンによるボーリング（ロータリー式、打撃貫入式、振動式及びこれらを組み合わせた方法等）、機械式簡易ボーリング（ロータリー式、打撃貫入式、振動式等）があり、他にも様々な方法がある。深層部の土壌試料採取においては、試料採取を行う目的、試料採取地点の状況（地質状況、作業スペースの広さ等）、掘削深度等を勘案の上、掘削方法を適宜選択する。

（備考）

- ・掘削方法の詳細は、「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」（平成 15 年 9 月、環境省監修・土壌環境センター編）等を参考にするとよい。

（2）深層部土壌試料の採取

上記（1）で選択したボーリング方法により掘削し、サンプラーを用いて地質コア試料を採取して、地質コア試料より所定の試料採取深度の土壌試料を採取する。

なお、地表面がコンクリートやアスファルト等の舗装されている場合や、アスファルト下に碎石や砂利がある場合、落葉落枝及びその腐朽物等がある場合は、それらを除いた土壌表面を基準に試料採取深さを考えるとよい。

舗装部分の下土壌試料を採取する場合は、舗装部分の下土壌をかく乱しないように、カッター、コアカッター、エアーピック等で舗装部分を掘削する。舗装の下に碎石や砂利が敷設されている場合はこれも除去する。

（備考）

- ・ボーリングによる試料採取のためのサンプラーには、ロータリー式スリーブ内蔵二十管式サンプラー、標準貫入試験用サンプラー、オープンチューブサンプラー、クローズドピストンサンプラー等、様々な種類があるので、目的や試料採取地点の地質状況等に応じて適宜選択する。
- ・サンプラーの詳細は、「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」（平成 15 年 9 月、環境省監修・土壌環境センター編）、「地盤調査の方法と解説」（平成 16 年 6 月、地盤工学会地盤調査法改訂編集委員会編）等を参考にするとよい。

（3）地質状況の観察

地層の状況を的確に把握し、地層及び帯水層の状況把握に資するため、必要に応じて採取した地質コア試料についての地質状況の観察を行う。

地質状況の観察では、深度毎の地層の色調、混入物（大きさ、形状、分布状況）、軽石等の鍵層（キーベッド）、土性、堆積状況、湿潤状況、臭気を観察し、地質柱状図等としてまとめる。

（備考）

- ・採取した地質コア試料は保存しておくか、保存しておかない場合にはそれぞれの試料について写真記録を保存しておく。
- ・地質状況を把握する上では、油臭に限らず一般的な臭気を確認しておくことが重要である。

- ・ ここで、深度毎の油臭の有無を確認しておく、油含有土壌の分布状況を把握する上での参考になる。

(4) 採取した土壌試料の取扱い

採取した土壌試料は、試料容器に空間(気相)ができないように、速やかに充填し、密栓する。

土壌試料充填後の試料容器は、原則として0～4℃の冷暗所で保管することとし、保冷箱や保冷剤等を用いて運搬や保管を行う。

- ① 試料容器は、容器壁面への鉱油類の吸着、揮発成分の拡散及び光による化学的・生物的反応を防止するため、遮光性のあるガラス製容器(褐色ガラス瓶)を使用する。
- ② 試料容器の密栓には、テフロンキャップを使用する。
- ③ 土壌試料の採取量は、100g 以上でかつ試料容器に空間ができないだけの量であることを基本に、分析機関と協議して決定するとよい。
- ④ 試料容器には、地点名、採取深度、採取日時等を記入する。
- ⑤ 採取した土壌試料は、できるだけ速やかに分析に供する。

3. 試料採取時の留意点

- 1) 掘削による地下埋設物の破損を防ぐため、あらかじめ油送管、水道管、ガスパ、電話線等の有無を調査するとともに、ある程度までは手掘りで試掘を行う等配慮する。
- 2) 鉱油類には揮発性の高い成分が含まれている場合が多く、油汚染問題となる油臭の主な原因が揮発性の高い成分であることから、油含有土壌に含まれている揮発性の高い成分が試料採取の際の人為的なかく乱により揮発して消失するのを防止するとともに、特に、無水掘削を行う場合には、掘削の際の熱が地質コア試料に加わり揮発が促進されないように注意する。
- 3) 掘削及び試料採取に用いた用具は、使用する度によく洗浄し、他の深度、地点で使用する際に油分を拡散しないように注意する。
- 4) 地下水面上に油相(フリーフェーズがある)場合にそれ以深から土壌試料を採取する場合等、上部や下部に鉱油類が拡散したり、土壌試料中に鉱油類が混入したりする可能性がある場合には、ケーシング管を設置して掘削孔内に鉱油類が浸入してこないよう対策を講じる。
- 5) 清水掘削や泥水掘削を行う場合は、適宜清水や泥水に含まれる鉱油類の濃度を測定し、油の拡散のおそれが高い場合は、鉱油類を含まない清水や泥水と交換する等、油の拡散の要因とならないようにする。
- 6) 清水掘削や泥水掘削を行う場合、清水や泥水による地質コア試料内への油の浸入にも十分注意する。
- 7) 地層状況がある程度把握された現場においては、必ずしもオールコアによる地質コア試料の採取を行う必要はない。
- 8) 地質コア試料を採取したあとの残孔は、井戸として利用する以外は、崩壊を起こす前に、雨水や油の浸透経路とならないようにセメント、ベントナイト等の遮水性材料で埋め戻す。
- 9) 掘削及び試料採取で発生する油を含む泥水やスライム(掘りかす)等は、専門の処理業者に処分を委託する等、適切に処理を行う。

本ガイドラインで TPH 試験を行う場面には以下の4場面があり、ここでは、油臭や油膜の発生に関係する鉱油類について試験することができる方法について取りまとめた。

なお、全ての方法が全炭素範囲をカバーしている訳ではない。

- ① 油臭や油膜の原因が鉱油類か否かの確認及び油種の同定
- ② 油含有土壌の平面及び深度方向の存在範囲の把握
- ③ 対策範囲の把握
- ④ 対策完了確認

主なTPHの試験法としては、水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID 法)、赤外分光分析法(IR 法)、重量法(ノルマルヘキサン抽出法)がある。

表1にこれらの試験法の比較を示す。

表1 主な TPH 試験法の比較

名称	水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID 法)	赤外分光分析法(IR 法)	重量法(ノルマルヘキサン抽出法)
原理	試料中の油分を溶媒で抽出した後、熱をかけて測定成分を気化させる。気化成分はカラム内で分離して各成分を定量する方法。水素炎イオン化検出器により水素炎中で油分が燃焼時にイオン化し、電極間に流れる電流の量が TPH 成分量に比例することを利用して TPH 濃度を求める。	試料中の油分を溶媒に抽出した後、油分の持つC-H伸縮振動を、 3000cm^{-1} 前後の赤外線吸収強度を測定することによってTPH濃度を求める。	有機溶媒(ノルマルヘキサン)に試料中の油分を抽出した後、ノルマルヘキサンを揮発させて残ったものの重量を測定し、TPH 濃度を求める。
概要	土壌試料を無水硫酸ナトリウムで脱水後、二硫化炭素等で振とう抽出し、これを GC-FID に導入して分析する。なお、妨害成分の影響がある場合はカラム処理で鉱油類を分離する。	土壌試料を測定域に吸収をもたない溶媒(S316 など)で振とうまたはソックスレー抽出し、カラム処理で鉱油類を分離し、一定量を定容する。これを IR に導入して分析する。	土壌試料をノルマルヘキサンで振とうまたはソックスレー抽出した後、フロリジルカラムで鉱油類を分離し、加熱して脱溶媒した上で残留成分を TPH として秤量する。
定量下限	100mg/kg (土壌)	10mg/kg (土壌)	100mg/kg (土壌)
特徴及び TPH 試験における留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 定性法では、標準と試料のクロマトグラムを比較することにより、鉱物油であるか否かの判定や油種の判別ができる。 定量法では、クロマトグラムとして得られた対象範囲の面積を合計して求める。 高沸点の TPH 成分は、高温側で分離性が悪化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 振とう法は簡便である。 混合油の場合は炭素範囲毎に分けて定量できない。 鉱油類の油種の判別はできない。 赤外線の吸収がある C-H 結合をもつ溶媒は抽出溶媒として使用できない。 測定対象物質の組成に沿った標準を用いる必要がある。 TPH 成分以外の影響は、カラム処理により軽減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 振とう法は簡便である。 混合油の場合は炭素範囲毎に分けて定量できない。 鉱油類の油種の判別はできない。 80℃で加熱して脱溶媒するため、この温度以下で揮発するガソリン等の低沸点成分は揮散し、測定できない。 ヘキサン可溶性の有機物や硫黄化合物は正の誤差となるが、このうち動植物油類はフロリジルカラム処理により軽減できる。

各試験法の特徴と適用に当たっての留意点は以下のとおり。

なお、各試験法においては、乾燥、抽出といった前処理により誤差が生じることがあり、前処理方法を分析結果に明示するなどの注意が必要である。

(1) GC-FID法

GC-FID法は、炭素数(C)により、 $C_6 \sim C_{12}$ (ガソリンの炭素範囲)、 $C_{12} \sim C_{28}$ (軽油の炭素範囲)、及び $C_{28} \sim C_{44}$ (残油の炭素範囲)の3つの炭素範囲(画分)で区分されるTPH画分毎の濃度を求めることにより、油種および経時的な性状変化の程度を大まかに把握することができる。複数の油種が土壤に含まれている場合には、それぞれの油種を区別することも可能である。また試験結果として得られるクロマトグラムのパターン等からも鉱油類であるかどうかの判定や油種を同定することが可能である。

本ガイドラインでは、鉱油類のうち、油臭や油膜の発生に関係するガソリン相当分から重油相当分までをほぼカバーできる範囲のTPHを対象としていることから、溶媒抽出GC-FID法では、 $C_6 \sim C_{44}$ までの範囲を測定の対象とする。なお、 $C_6 \sim C_{12}$ の低沸点の炭化水素類の分析にあっては、ページ&トラップガスクロマトグラフ法(U. S. EPA Method 5035A, 5030C等)を用いることもできる。

(備考) ここでいう「残油の炭素範囲」とは、常圧残油(原油を常圧蒸留してガス、ガソリン留分、灯油留分及び軽油留分を留出させた残りの油)に相当する成分として、 $C_{28} \sim C_{44}$ の炭素範囲のことを指す。

(2) IR法

IR法は、これまで昭和51年環境庁告示第3号(海洋投入処分を行うことができる産業廃棄物に含まれる油分の検定方法)として産業廃棄物等に含まれる油分を測定する際に使われてきた試験法である。なお、溶媒抽出-IR法では、従来から使用されてきた四塩化炭素や代替品のフロン-113も使用を止める方向にあることから、新たな抽出溶媒の選択が課題となっている。IR法においては、揮発性の低い C_{44} を超える炭素数の範囲の炭化水素類も含んだより広い範囲の鉱油類の濃度が測定されること、また、土壤中の鉱油類以外の有機化合物の影響もあることがあることに留意する必要がある。

(3) 重量法

重量法は、これまで昭和46年環境庁告示第59号付表10(n-ヘキサン抽出物質(油分等)の測定方法)として海域等で油分を測定する際に使われてきた試験法である。低沸点成分の油が揮散するため、油汚染問題の原因となっている油にガソリンが含まれている場合には、誤差が生じることがある。また、土壤や石油製品に含まれている硫黄化合物や土壤中に含まれるヘキサン可溶性有機物の影響で測定値に正の誤差が生じることがあるため、試験結果の評価においてはそれらの影響に留意する必要がある。

上記以外のTPH濃度を測定する方法として各種簡易測定法がある。これらのうち、主なものを表2に示す。簡易測定法は、測定原理や適用範囲、測定精度等が方法や機器により様々であることから、その適用を検討する場合は、それらの特徴をよく考慮した上で、適用可能な場面において適切なかたちで使用すべく、専門家に相談することが望ましい。

表2 主な簡易測定法

測定対象	測定法名称	検出器等	特 徴
ガス成分	検知管法	ガソリン用、 炭化水素用、 ベンゼン用等	目的成分と反応して発色する単体を封入したガラス管。検知管用ガス採取器に取り付けて一定量の試料ガスを通過させ、担体の発色量の目盛りを読み取って濃度を把握する。干渉物質が存在するため、物質の同定は不可能。
	ガスモニター法	光イオン化検出器(PID)	バッテリー駆動で携帯式であり、測定時間も数秒と短い。常温でガス化した成分を検出対象物質の総量として検知するものであり、測定値は校正対象物質の濃度に換算した相対的な濃度である。
		水素炎イオン化検出器(FID)	
		赤外分光検出器(IR)	
		干渉増幅反射式検出器(IER)	
	ポータブルガスクロマトグラフ(GC)法	光イオン化検出器(PID)	携帯型又は可搬型の GC で、個別成分毎の濃度を定量する。ガス成分を直接測定する場合と、吸着剤に捕集したガス成分を熱脱着又は溶媒抽出して測定する場合がある。
		水素炎イオン化検出器(FID)	
		質量分析計(MS)	
抽出油分	抽出比濁法	濁度計	土壌中の鉱油類を専用の試薬で水へ抽出し、ミセル(コロイド粒子)となった油成分の濁度を測定して油分濃度を把握する。成分抽出から測定まで 20~30 分程度を要し、測定器キットは使い捨てである。油種により測定感度が異なることに注意が必要である。
	イムノアッセイ法	特定成分毎に分析キットあり	土壌中又は水中の鉱油類を溶媒抽出し、抗原抗体反応の原理を応用して発色させて吸光光度分析する。
直接探査 (ダイレクトセンシング)	蛍光センサー法	ランプ式誘導蛍光センサー	センサープローブを土壌中に挿入することにより、芳香族炭化水素に誘導される紫外光の蛍光反応を測定し、土壌中の油分濃度の状況を連続的に把握する。
		レーザー式誘導蛍光(LIF)センサー	
	膜界面サンプリング分析法	各種ガス検出装置 ・光イオン化検出器(PID) ・水素炎イオン化検出器(FID) ・質量分析計(MS) ・電子捕獲型検出器(ECD) 等	センサープローブを土壌中に挿入することにより、土壌ガスや地下水中に含まれている揮発性物質をセンサープローブのポリマー・メムブレンを介してプローブ内に拡散させ、キャリアーガスに取り込んで地上の検出器まで運搬し、揮発性物質の成分や濃度を測定する。
	リボン NAPL サンプラー法(RNS 法)	なし(視覚による確認)	疎水性の染料を充填した反応性のライナー(リボン)を掘削孔の孔壁に接触させ、リボンの変色範囲を目視で確認することにより原液状の油分の存在の有無や分布範囲を把握する。油分以外に有機塩素化合物にも反応する。

第2章 対策

1. 総論

1. 1 対策の目的

対策は、調査地（油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所をいう。以下同じ。）のある敷地内において、その現在の及び今後の土地利用方法等に応じて、油汚染問題を解消することを目的として行う。

1. 2 対策の進め方

対策では、図1-1に示すように、以下の1)～7)の項目を順に行うのが一般的である。

- 1) 対策方針の策定
- 2) 対策目標の設定
- 3) 対策方法の選定
- 4) 対策調査の実施
- 5) 対策計画の作成
- 6) 対策の実施と対策工事完了確認
- 7) 対策の記録の作成・保存等

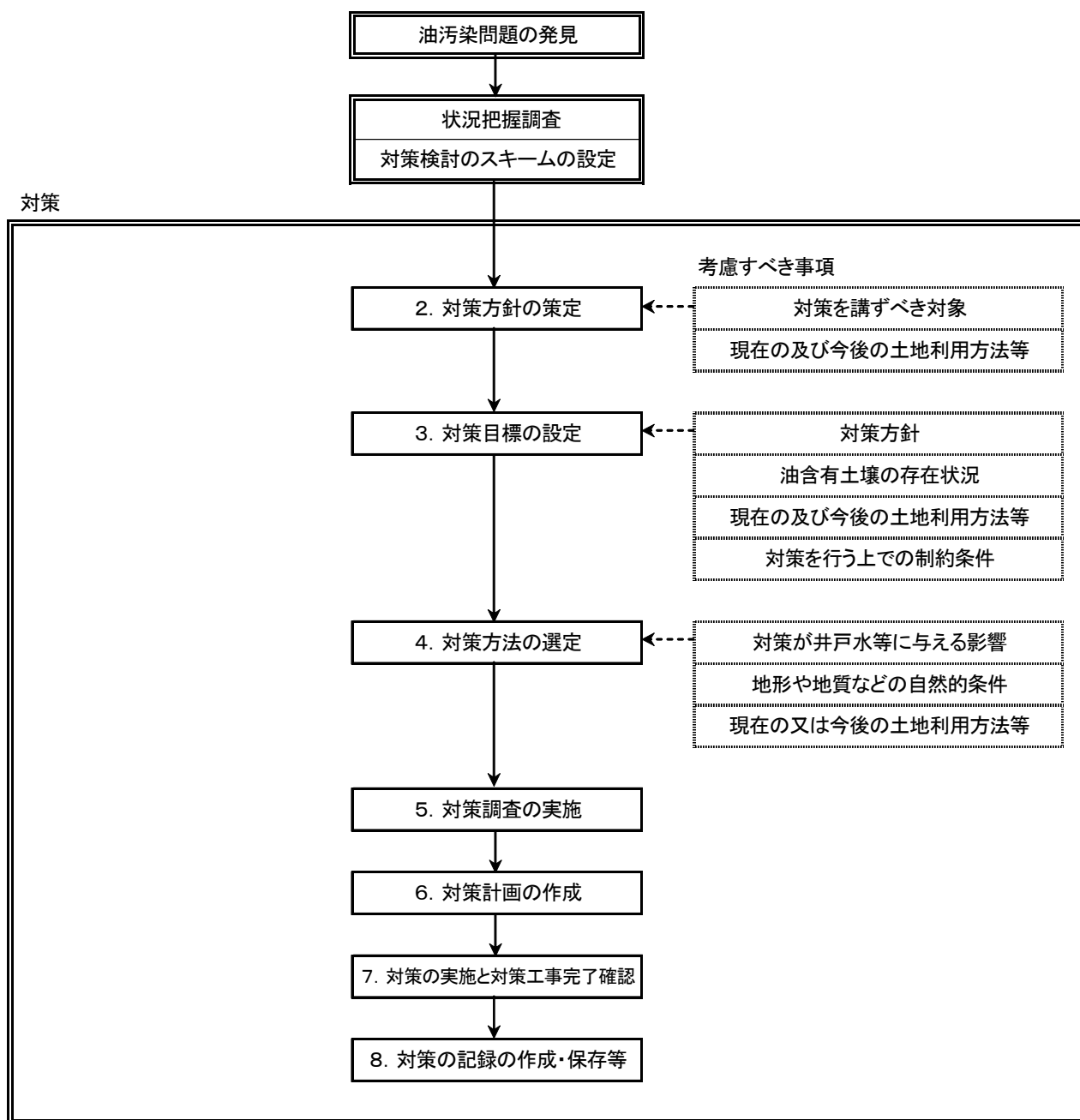
1. 3 対策実施にあたっての安全に関わる留意事項

消防法令で定める危険物や指定可燃物を貯蔵し、又は取り扱う施設において対策を行う場合は、引火、爆発、施設破損による油の流出等を生じないように十分に注意する。火気使用（コアカッター、ドリル、切断機、溶接機、発電機等の使用を含む）や掘削については、所轄する消防署の指導に従って、事前に必要な届出等が行われていることを確認した上で、適切な安全対策を講じながら行う必要がある。

1. 4 本ガイドラインを適用する上での留意事項

本章に記述している内容は、油汚染問題を解消するための対策に参考となる手順やその考え方であり、関係者間で協議して定める独自の手順に従って対策を実施することを制約しようとするものではない。

また、本章に取り上げていない新たな対策技術手法であって、油汚染問題を解消できるものの適用を制約しようとするものではない。



(注) 図の口中の数字は、本文の節番号を示すものである。

図 1 - 1 対策の進め方

2. 対策方針の策定

対策を講ずるにあたっては、まず、解消すべき油汚染問題は何かを正しく理解した上で、現状の及び対策後の土地の利用方法を踏まえて、現場の状況に適した対策が行われるようにするため、「対策方針」を策定する。

2. 1 対策方針策定の意義

対策方針とは、状況把握調査により得られた調査地における油汚染問題の発生状況に対応して、かつ、現在の及び対策後の土地利用方法を踏まえて、油臭と油膜による生活環境保全上の支障を除去するための対策を完了した後に、調査地のある敷地の状態をどのようにするのかという方針である。

対策方針は、それを基に対策目標を立てて、対策後の土地利用の方法等を勘案した対策方法の選定を行い、対策を実施していく際の方向性を示すものとなる。

2. 2 対策方針策定の際に考慮すべき事項

(1) 対策を講ずべき対象

状況把握調査で設定した対策を検討するスキームに基づき、油汚染問題の発生状況を正しく認識して、対策を講ずる対象となる油汚染問題を明確にする必要がある。

対策を講ずべき対象には、ア) 地表の油汚染問題の対策、イ) 井戸水等の油汚染問題の対策、ウ) 敷地の周辺の土地への油汚染問題拡散の防止対策の三通りのケースがある。

(2) 現在及び今後の土地利用方法等

対策方針を策定するにあたり、対策後の土地利用方法の予定の有無及び内容について、以下のように情報を整理しておく。

調査地のある敷地の土地利用方法により、利用者が特定されるか又は不特定多数か、想定される利用者の属性(主として事業場の従業員か、一般住民か、子供が多いかなど)、将来の土地の管理状況が想定される。また、調査地の土地利用方法により、土地利用時の地表面の被覆状態、利用者と土壌や井戸水等との位置関係(平面的位置、高さ)等が想定される。

これらは、油臭や油膜による生活環境保全上の支障の有無、それらを判断する場所(平面的位置、高さ)、追加的な対策が必要になった場合の対応の難しさ等に影響を及ぼす要素であり、対策方針を策定する上で重要である。

- ① 土地が裸地の状態で使用されるのか、建物・舗装等で被覆した状態で使用されるのかにより、土地の利用者の油臭や油膜の感じやすさが異なる。
- ② 土地が裸地の状態で使用される場合であっても、土地の利用方法によって、地表や水域の水の油臭や油膜を感じる距離として人が立った状態を想定することが適当か、寝そべった状態を想定することが適当かの差異がある。
- ③ 将来追加的な対策が必要になった場合の対応が難しい住宅地等に土地利用する場合と、将来の追加的対応も可能な土地利用とでは、対策方針を検討する際の前提条件が異なる。
- ④ 井戸水等に油汚染問題が発生しているときに、その井戸や池等を廃止できるか否かによって対策方針を検討する際の前提条件が異なる。
- ⑤ 土地の利用方法によっては、地盤高を上げる盛土が土地利用の妨げになる、舗装材、遮水壁等を設置することが土地利用の妨げになる等の問題を生ずるおそれが

ある。

- ⑥ 地下階がある場合は、用途（居住用、機械設置用等）によって対策方針を検討する際の前提条件が異なる。

（３）その他の考慮すべき事項

対策工事によって舗装材、遮水壁等を設置する場合に生じる土地利用上の制限の有無と内容、将来の土地利用の方針や計画を変更できるか否かについても対策方針策定の際に考慮すべき事項である。

２．３ 対策方針の策定方法

対策方針は、上記の「２．２ 対策方針策定の際に考慮すべき事項」を踏まえつつ、土地所有者等の意向に従い、また、対策期間、費用等に関する制約等も勘案して策定する。

（１）地表の油汚染問題に対する対策方針の策定

地表の油汚染問題に対しては、対策後の土地利用が裸地の状態か又は建物や舗装等で被覆した状態か、また、裸地の状態で使用する場合には地表と土地の利用者との空間距離はどうであるかによって対策方針を定める。

- １）対策後の土地利用が裸地の状態で行われるか、あるいは建物や舗装等で被覆した状態で行われるかについて、土地の所有者等の意向を確認し、調査地付近の土地利用の計画を把握して判断する。

２）裸地の状態で利用する場合

- ① 建物脇、道路、植栽帯等については、一般的に大人が立った状態で利用することになるので、「大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。
- ② 公園の遊び場や緑地等については、人（子供、大人）が地面に寝そべて利用することが考えられる。そのような利用が考えられるところでは、「人が地面に寝そべった状態で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。

- ３）建物や舗装等で被覆した状態では、一般的に大人が立った状態で利用することから、「大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。

図２－１に地表の油汚染問題に対する対策方針の例を示す。

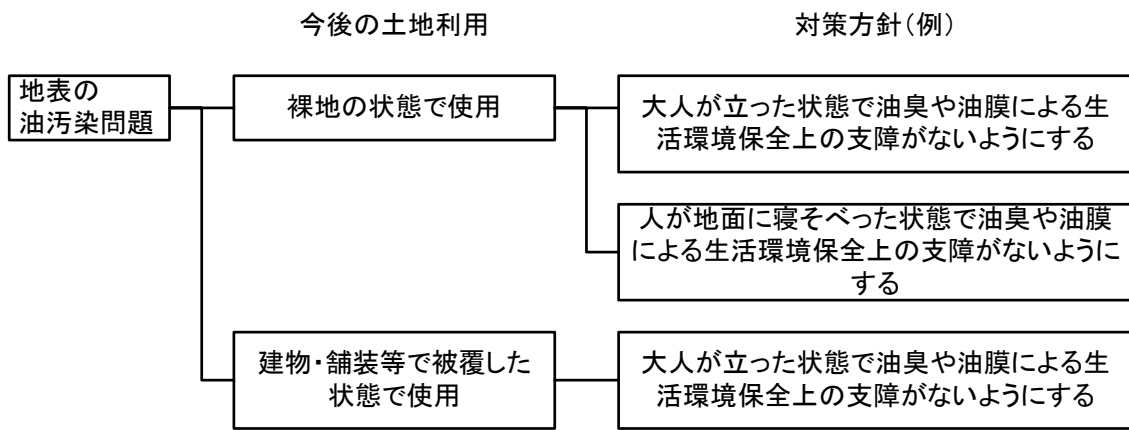


図 2 - 1 地表の油汚染問題に対する対策方針の例

(2) 井戸水等の油汚染問題に対する対策方針の策定

井戸水等の油汚染問題に対しては、今後も利用される井戸水等であれば、対象とする水が井戸水と水域（池・水路等）の水のいずれであるか、また、水域の水の場合には土地の利用者との空間距離はどうであるかによって対策方針を定める。

- 1) 対象とする水が井戸水である場合、井戸水を利用する状態において、「油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。なお、周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが小さい場合には、井戸から揚水した水を浄水器等で浄化して利用する方法や、井戸水の利用を停止して井戸を廃止する方法で対応することも選択肢となる。

2) 対象とする水が水域の水である場合

- ① 水域の付近を人が立った状態で利用する場所であれば、「大人が立った状態で油膜や油臭による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。なお、周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれが小さい場合には、水域の水に含まれる油を回収又は浄化する方法や、池や水路を埋め戻して利用を廃止する方法で対応することも可能である。
- ② 人が入って水に触れることが想定される水域であれば、「水面のすぐ上で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにすること」が対策方針として考えられる。

図 2 - 2 に、井戸水等の油汚染問題に対する対策方針の例を示す。

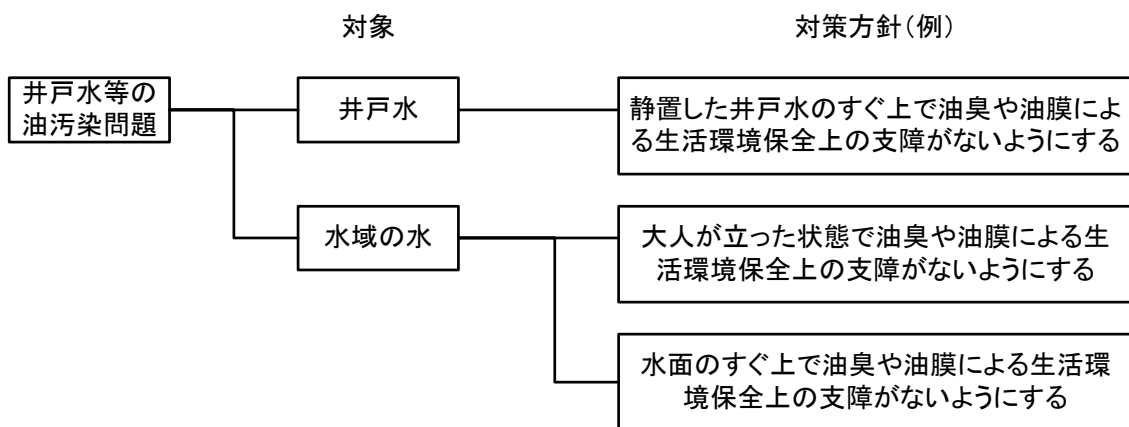


図 2 - 2 井戸水等の油汚染問題に対する対策方針の例

(3) 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針の策定

状況把握調査により、敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策が必要であると判断された場合は、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針を策定することが必要となる。

敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されている場合は、敷地外への鉱油類の拡散を防止することが対策方針となる。なお、敷地境界の地下水に油相（フリーフェーズ）がある場合等、鉱油類の拡散防止に早急に対応することが必要な現場の状況があれば、それに応じた対策が講じられるように留意する。

敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策が必要であると判断されるが、油汚染問題を生じさせるおそれがそれほど大きくはない場合は、まず敷地境界付近の地下水のモニタリングを行って経過を観察することが考えられる。この場合、敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれのある鉱油類を認めた場合は、敷地外への鉱油類の拡散を防止することを対策方針として策定する。

図 2 - 3 に、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方針の例を示す。

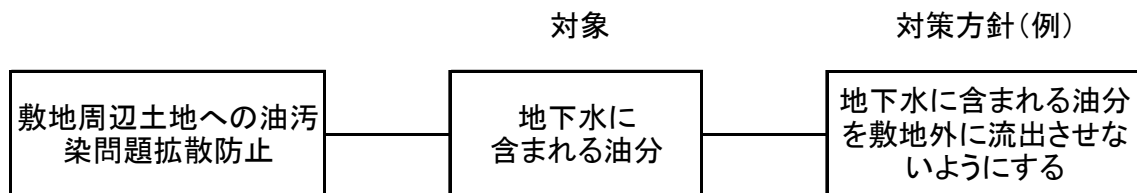


図 2 - 3 敷地周辺の土地に油汚染問題を生じさせるおそれ大きいことが把握されている場合の対策方針の例（注）

（注）敷地境界付近の地下水のモニタリングで経過を観察したところ、鉱油類を認めるようになった場合も同様である。

3. 対策目標の設定

油汚染問題を解決したい対象や、現在の及び対策後の土地利用方法を考慮して策定した「対策の方針」に基づき、対策完了後の土地に対策方針を満足する機能を持たせることを目的とした「対策目標」を設定する。

3. 1 対策目標の設定の意義

対策目標とは、対策方針を達成するために対策完了後の土地の状態が満足している機能である。

対策目標の基本は、地表の油汚染問題に対しては地表への油臭遮断・油膜遮蔽であり、井戸水等の油汚染問題に対しては井戸水等への油分の拡散防止である。また、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策目標は、地下水に含まれる油分の拡散防止である。

ただし、土地の利用方法等を勘案した場合には、それらの原因となっている油含有土壌の浄化等（掘削除去を含む。以下同じ）を対策目標とした方がより合理的と考えられる場合もある。

対策目標は、それを実現するための対策方法を選定する際の前提となり、対策を実施していく際の目標である。

3. 2 対策目標を設定する際に考慮すべき事項

対策目標は、策定された対策方針に基づき、油含有土壌の存在状況、現在の及び対策後の土地利用に関するより詳細な情報に加え、対策を実施する上での制約条件を考慮して設定する。

以下に、対策目標を設定する際に考慮すべき事項を示す。

（１）油含有土壌の存在状況（存在範囲および油含有状況）

油含有土壌が広く浅く、かつ、低い TPH 濃度で分布している場合等、油含有土壌の分布状況によっては、油含有土壌を浄化等（除去、浄化）する方が地表への油臭や油膜を遮断・遮蔽するよりも対策に要する費用や対策期間の面で有利な場合もある。

（２）現在の及び対策後の土地利用に関するより詳細な情報

対策方針には、既に対策後の土地利用における地表面の被覆状態、土地の利用者と土壌や井戸水等との位置関係が考慮されている。

対策目標の設定においては、対策方針の作成の際に考慮したこれらの事項の他、地表への油臭遮断・油膜遮蔽や井戸水等への油分の拡散防止を行う対策工事の条件等となりうる以下のような情報について整理しておく。

1) 対策後の土地利用における地表面の被覆状態

- ① 一般の工場・事業場等の敷地については、地表面が裸地の状態で利用される場合であっても地表への油臭遮断・油膜遮蔽が基本となる。一方、戸建て住宅や公園等のように子供の遊び場、庭、グラウンド等、人が直接土壌に触れたり土壌を掘ったりすることを想定する必要がある土地利用方法の場合に、地表の油臭や油膜の原因となる油含有土壌の浄化等が必要となる。
- ② 市街地にある事務所や駐車場のよう、建物を建てたり、コンクリートで覆ったりする土地利用方法の場合には、計画通りの土地利用方法が実現すれば、地表への油臭遮断・油膜遮蔽ができていくことになる。

2) 対策後の土地の利用における地表面の高さの制限

対策工事によって地表面の高さを現状から変えずに裸地状態で使用する必要がある場合のように、盛土や舗装により地表への油臭遮断・油膜遮蔽を行うことが合理的ではないケースも考えられる。

3) 対策後の土地の管理状況

- ① 対策後の土地の管理が、公園等のように将来追加的な対策が必要となったときにそれを実施することが可能な方法で行われる場合には、地表の油臭や油膜による生活環境保全上の支障が解消される程度の広さと深さについて、油含有土壌の浄化等の対象とすればよい。
- ② 対策後の土地利用が、戸建て住宅などのように将来追加的な対策が必要になったときに土地の所有者等がそれを実施できるかどうか分からないものであるときは、特段の管理を行わなくても長期的に生活環境保全上の支障が生じないようにすることができるよう、例えば通常の土地利用で露出しない程度まで掘削除去することなどにより、必要な範囲の油含有土壌を浄化等の対象とすることが望ましい。
- ③ 今後の土地利用方法が未定である場合には、現在の土地利用に対して必要な対策を講じる。

(3) 対策を実施する上での制約条件

その他、対策を実施しようとする場合に制約となるおそれがある事項（制約条件）の例を以下に示す。

1) 地形・地質状況

地形的な傾斜、地盤の固さ等のような、地形・地質状況は、対策方法や対策費用、対策期間に大きく影響を及ぼす因子となる。

2) 対策実施時の土地利用の状況

対策工事を実施する上で支障となる地上の建物・構造物や地中の基礎構造物等がどの程度存在するかにより、対策規模、操業への制約、対策方法、対策費用、対策期間等に影響を及ぼす因子となる。

3. 3 対策目標の設定方法

対策目標は、対策方針に基づき、上記3. 2の考慮すべき事項を踏まえ、土地所有者等の意向に従って、対策工期や対策費用等に関する制約を勘案して設定する。

(1) 地表の油汚染問題に対する対策目標の設定

1) 裸地の状態で使用する土地であって、対策方針が「大人が立った状態で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにする」である場合は、油含有土壌に人が触れる状況を想定する必要がないため、「地表への油臭遮断・油膜遮蔽」を対策目標に設定することが基本となる。一方、対策後に現状の地表面の高さを変更することができないために盛土が不可能である等の場合には、地表の油臭や油膜の原因となる油含有土壌について、「油含有土壌の浄化等」を対策目標に設定することが妥当となることもある。また、油含有土壌が広く浅く、かつ、低い土壌 TPH 濃度で分布している等、油含有土壌の分布状況によっては、油含有土壌の浄化等を対策目標に設定する方が対策費用や対策期間の面で合理的となる場合もある。

2) 裸地の状態で使用する土地であって、対策方針が「人が寝そべった状態で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにする」である場合は、油含有土壌に人が触れたり油含有土壌を人が掘ったりする状況が想定されるため、「油含有土壌の浄化等」を対策目標に設定するのが基本となる。一方、建物・構造物等が存在し、油含有土壌の浄化等が困難である場合や、現在の土地の利用方法がそのまま継続される場合においては、「地表への油臭遮断・油膜遮蔽」を対策目標とすることが妥当となることもある。

また、対策後の土地の管理方法が、将来追加的な対策が必要となったときにそれを実施することが可能なものである場合は、地表の油臭や油膜の原因となる油含有土壌を浄化等の対象とすればよい。さらに、対策後の土地利用が追加的な対策が必要になっても、それを実施できるかどうかわからない方法である場合には、特段の管理を行わなくても長期的に生活環境保全上の支障が生じないように、例えば、通常の土地利用で露出する可能性のある深さの範囲にある油含有土壌を浄化等の対象とすることになる。

3) 建物や舗装等で被覆した状態で使用する土地であって、対策方針が「大人が立った状態で油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにする」である場合は、計画通りの土地利用方法によって実現可能な「地表への油臭遮断・油膜遮蔽」を対策目標に設定するのが基本となる。

図3-1に、地表の油汚染問題に対する対策目標の例を示す。

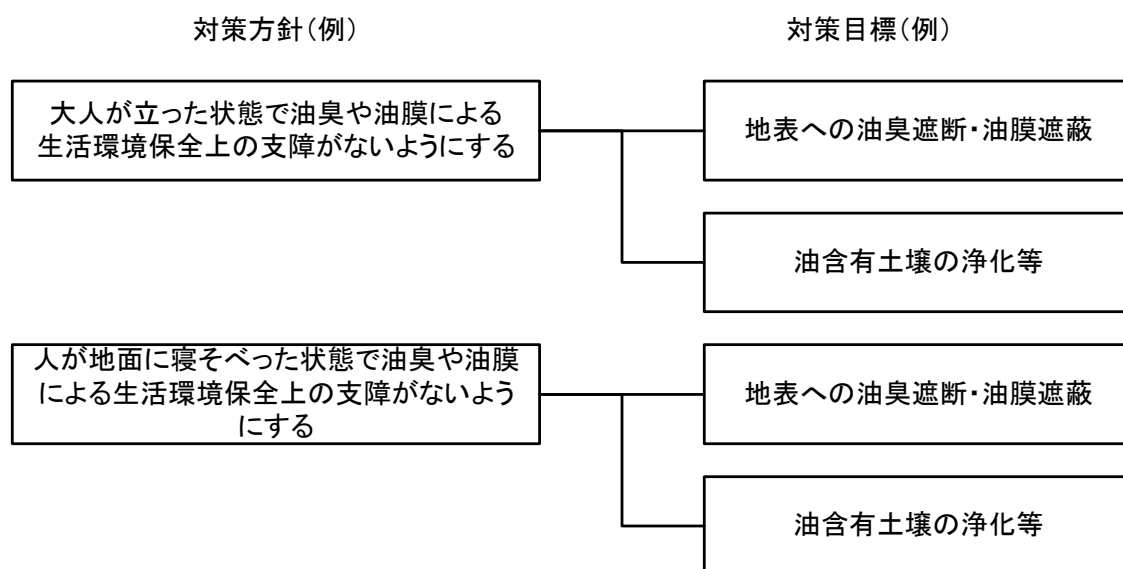


図 3 - 1 地表の油汚染問題に対する対策目標の例

(2) 井戸水等の油汚染問題に対する対策目標の設定

対策方針として策定した「油臭や油膜による生活環境保全上の支障がないようにする」対象が、ア) 静置した井戸水のすぐ上で、イ) 水域の付近における大人が立った状態で、又は、ウ) 水域の水面のすぐ上で、のいずれの場合でも、対象とする井戸水等への油分の拡散防止を対策目標に設定することが基本となる。

しかし、油含有土壌と井戸水等との間が、又は油含有土壌と敷地境界との間が狭い等、油分の拡散防止を図ることが難しい場合には、井戸水等の油汚染問題の原因となっている「油含有土壌の浄化等」を対策目標に設定する方が妥当なこともある。

また、遮水壁やバリア井戸等、油分の拡散防止のための施設設置により今後の土地利用に制限が出てしまうことを回避したい場合には、井戸水等の油汚染問題の原因となっている「油含有土壌の浄化等」を対策目標とするとよい。

図 3 - 2 に、井戸水の油汚染問題に対する対策目標の例を示す。

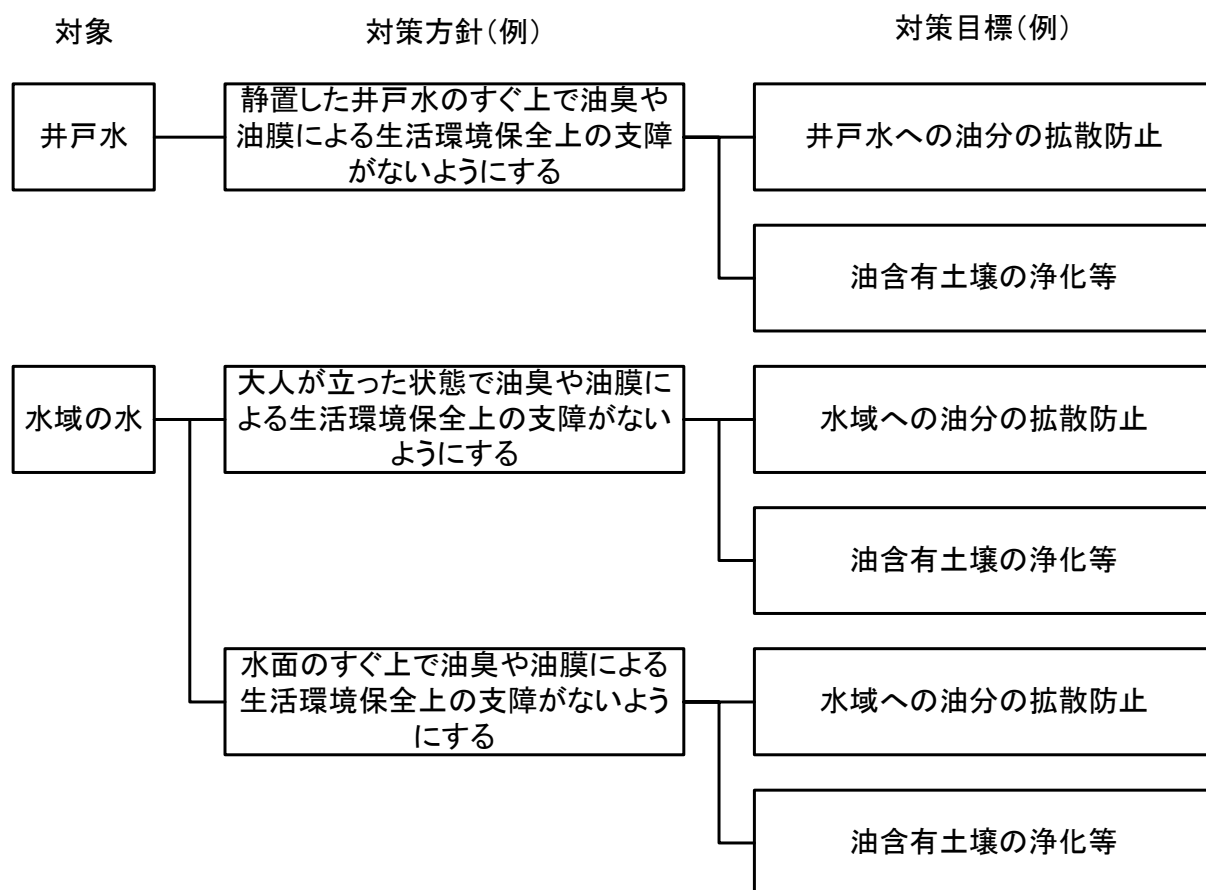


図 3 - 2 井戸水等の油汚染問題に対する対策目標の例

(3) 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策目標の設定

対策方針が「地下水に含まれる油分を敷地外に流出させないようにする」ことである場合は、地下水に含まれる油分の拡散を防止することが対策目標の基本であるが、油含有土壌の浄化等も考えられる。

図 3 - 3 に、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散防止に係る対策目標の例を示す。

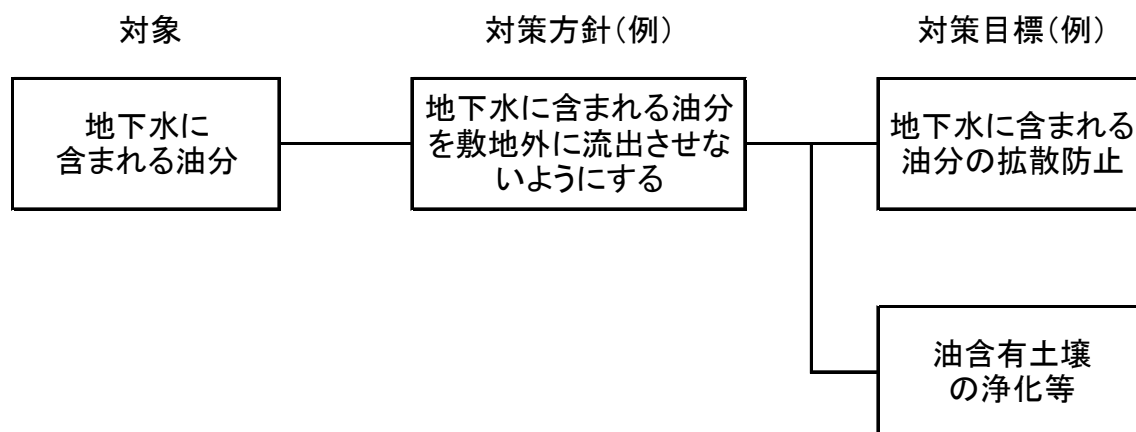


図 3 - 3 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散防止に係る対策目標の例

4. 対策方法の選定

設定された「対策の目標」を基に、現場の施工条件や地形・地質等の土地による制約条件、対策期間や対策費用などの検討を行い、油汚染問題を適切に解消でき、かつ、効果的で経済的に合理性の高い対策方法を選定する。

対策方法の選定にあたって、状況把握調査結果だけでは、より合理性や経済性が高い対策の方法とするための詳細な検討のための情報が不足している場合など、必要に応じて情報を補完するための追加調査（以下「対策調査」という。）を行う。

なお、対策調査を実施した結果得られた情報やデータ等が状況把握調査と異なったり新たな事実が判明したりしたときは、新たに得られた情報を加えて対策方法を選定し直すことが望ましい場合がある。

4. 1 対策目標に応じた対策方法の選定

効果的で経済的に合理性の高い対策方法を適切に選定するためには、資料7「対策技術」に示される各対策方法の特徴と適用性等を参考にしつつ、「4. 2 選定に必要な情報等」を基に、「4. 3 選定する際の検討事項」を踏まえて、決定する必要がある。

その際、以下に示すように対策方法は設定された対策目標に応じて、地表又は井戸水等の油汚染問題及び敷地の周辺の土地への油汚染問題拡散防止のそれぞれの対象に分けて選定する。

（1）地表の油汚染問題への対応

1）対策目標が「地表への油臭遮断・油膜遮蔽」の場合

① 盛土

この方法は、対策範囲の上面を盛土材で被うことにより、地表の油膜の遮蔽や油臭の発生を遮断するものである。

遮断や遮蔽効果を考慮して盛土材の選定や厚さの設定を行う。

飛散や流出等によって盛土が損傷しないように対策を講じるとともに、陥没しないように十分締め固めておく必要がある。

盛土の上部に構造物を設置する等の土地利用計画がある場合は、盛土上に載る荷重強度を考慮する等、土地利用目的に応じた工事品質の確保が必要になる。

盛土措置を行うことにより、措置した範囲の地盤高が変化するため、そのことによって土地の利用に支障が生じないかどうかを確認する。

② 舗装

この方法は、対策範囲の上面をアスファルトコンクリートやセメントコンクリートを用いて舗装することで、地表の油膜の遮蔽や油臭の発生を遮断するものである。従って、気密性に劣り遮断・遮断効果が期待し難い透水性舗装等を使用しない。

舗装は、表面を被覆したアスファルトコンクリートやセメントコンクリートと、それを支える路盤の複合構造で、この上を通行する人や車両等の重量を支えている。この下には原地盤である路床があり舗装構造全体を支持している。

採用にあたっては、路床の耐力と舗装の使用材料とその厚さが想定される上載重

に対して安全であることを設計等で確認して施工する必要がある。

2) 対策目標が「油含有土壌の浄化等」の場合

① 掘削除去

掘削除去は、油含有土壌を掘削除去して清浄土（「清浄土」とは、油汚染問題を生じさせることがなく、かつ、土壌汚染対策法に規定する汚染土壌ではない土壌をいう。以下同じ）で埋戻すことにより油汚染問題を解消する方法である。なお、掘削除去には以下のようなケースがある。

- ア) 掘削－敷地外処分－清浄土で埋戻し
- イ) 掘削－敷地内処理－清浄土で埋戻し
- ウ) 掘削－敷地外処理－清浄土で埋戻し

イ) とウ) の代表的な工法として、熱処理、土壌洗浄、バイオレメディエーションなどがある。油含有土壌に係る鉱油類の種類や土質等の条件により適用性や処理費用等が異なる点に留意して、適切な工法を選定する。

② 原位置浄化

原位置浄化は、油含有土壌を掘削せずに原位置で浄化するもので、代表的な方法に土壌ガス吸引、原位置バイオレメディエーション、化学的酸化分解がある。

ア) 土壌ガス吸引

油の揮発性を利用したものであり、不飽和帯に存在する油分を強制的に吸引除去して土壌の浄化を行うものである。礫や砂質土のような通気性のよい地盤であれば、ガソリンなど揮発性の高い鉱油類に適用できる。飽和帯にある地盤に適用する場合は、地下水揚水や地中曝気（エアスパージング）と併用する手法がある。

イ) 原位置バイオレメディエーション

油含有土壌を掘り返さずに直接地中に空気や栄養塩などを供給し、油分の分解促進を図る方法である。原位置バイオレメディエーションは、掘削後バイオレメディエーションに比較し、浄化効率は落ちるが以下の長所がある。

- ・ 広範囲で大規模・大深度な油含有土壌に適用できる。
- ・ 操業中の建屋下の油含有土浄化などへの適用が可能である。

原位置バイオレメディエーションには、不飽和土層に存在する油含有土壌の浄化を対象としたバイオベンティング工法と、地下水以下の油含有土壌浄化を対象とした酸素供給工法がある。

ウ) 化学的酸化分解

化学的酸化分解は、酸化剤を地下水に注入することにより油分を分解する方法である。過酸化水素などの酸化剤は、非選択的に多くの有機化合物を無害な水や二酸化炭素などに分解することができる。過酸化水素は鉄を触媒として強力な酸化分解能力をもつ。この方法は重質油についても比較的適用が可能である。酸化剤を注入

し揚水井で移動させることにより、浄化領域を広げることができるが、反応が比較的速いため、酸化剤の到達範囲の広がりには限界がある。

3) 対策方針との関係

対策方針（例）及び対策目標（例）に対し選定される対策方法（例）を図4-1に示す。

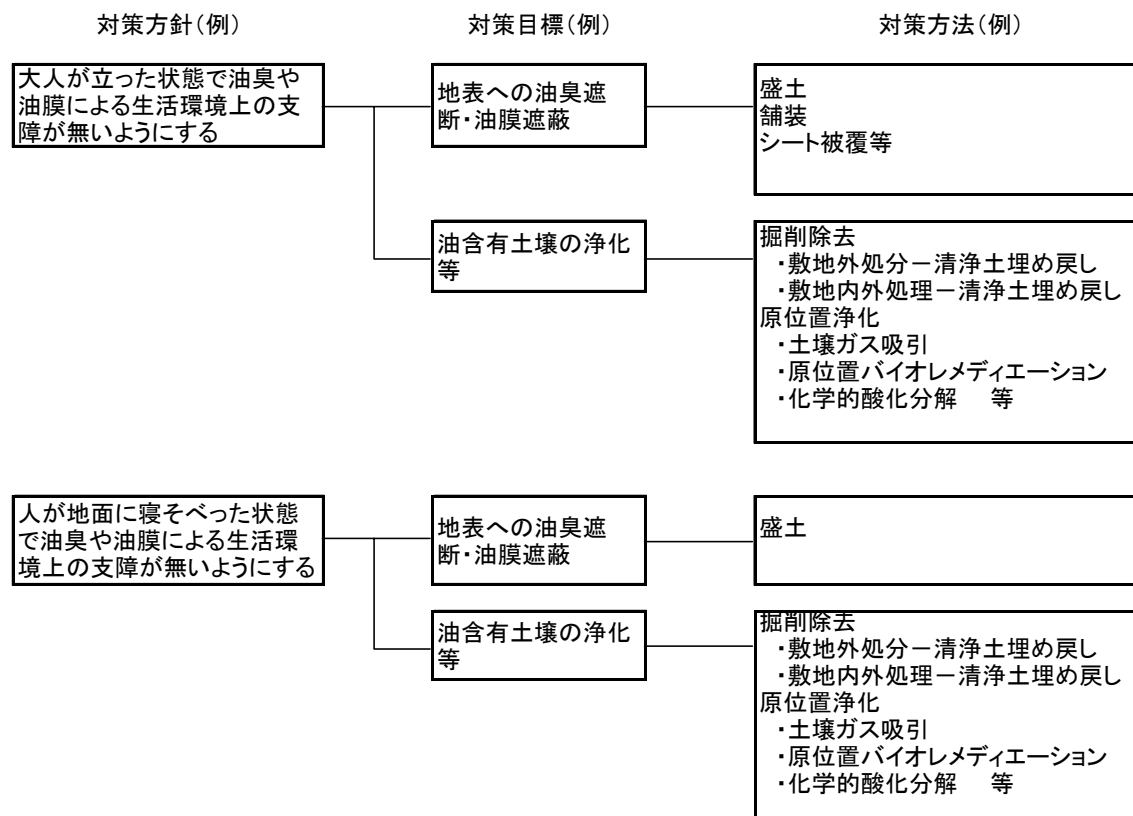


図4-1 地表の油汚染問題に対する対策方法の例

(2) 井戸水等への油汚染問題への対応

1) 対策目標が「井戸水等への油分の拡散防止」の場合

① 遮水壁

遮水壁は、油含有土壌の周囲又は地下水下流側に鋼製矢板等による連続性のある壁を設置し、地下水を介した周辺への油分の拡散を防止する方法である。

対策範囲の規模が大きい場合や、地盤の透水性が低いために揚水によるバリア井戸では対応ができない場合にも有効である。

遮水壁の設置後に地下水の水位や流れが変化する場合があり、必要に応じ揚水井戸を設ける。

② バリア井戸

バリア井戸は、油含有土壌が存在する場所からみて地下水流の下流側に揚水井戸を配置して地下水を汲み上げ、地下水を介した油の拡散を防止する方法である。汲み上げた油分を含んだ水は地上のプラントで排水先の条件に応じた水質になるように浄化等の処理を行ってから排水する。

揚水井戸の上流側で油分の移動や拡散が起きる場合があることに留意する。

③ 地下水揚水

井戸などから地下水を揚水することによって、地下水中に存在している油分や地下水面上に存在する油層を回収する。通気帯を拡大させることなどを意図して、また、油層の移動を促進させることなどを目的として、土壌ガス吸引と併用する場合もある。しかし、原理上、高粘性油には移動促進の効果は余り期待できない。

油分等の回収効率には土の透水性に影響され、礫や砂質土層では高いがシルト層では低下する。

2) 対策目標が「油含有土壌の浄化等」の場合

4. 1 (1) 地表の油汚染問題への対応 2) 対策目標が「油含有土壌の浄化等」の場合 の項を参照のこと。

3) 対策方針との関係

対策方針（例）及び対策目標（例）に対し選定される対策方法（例）を図4-2に示す。

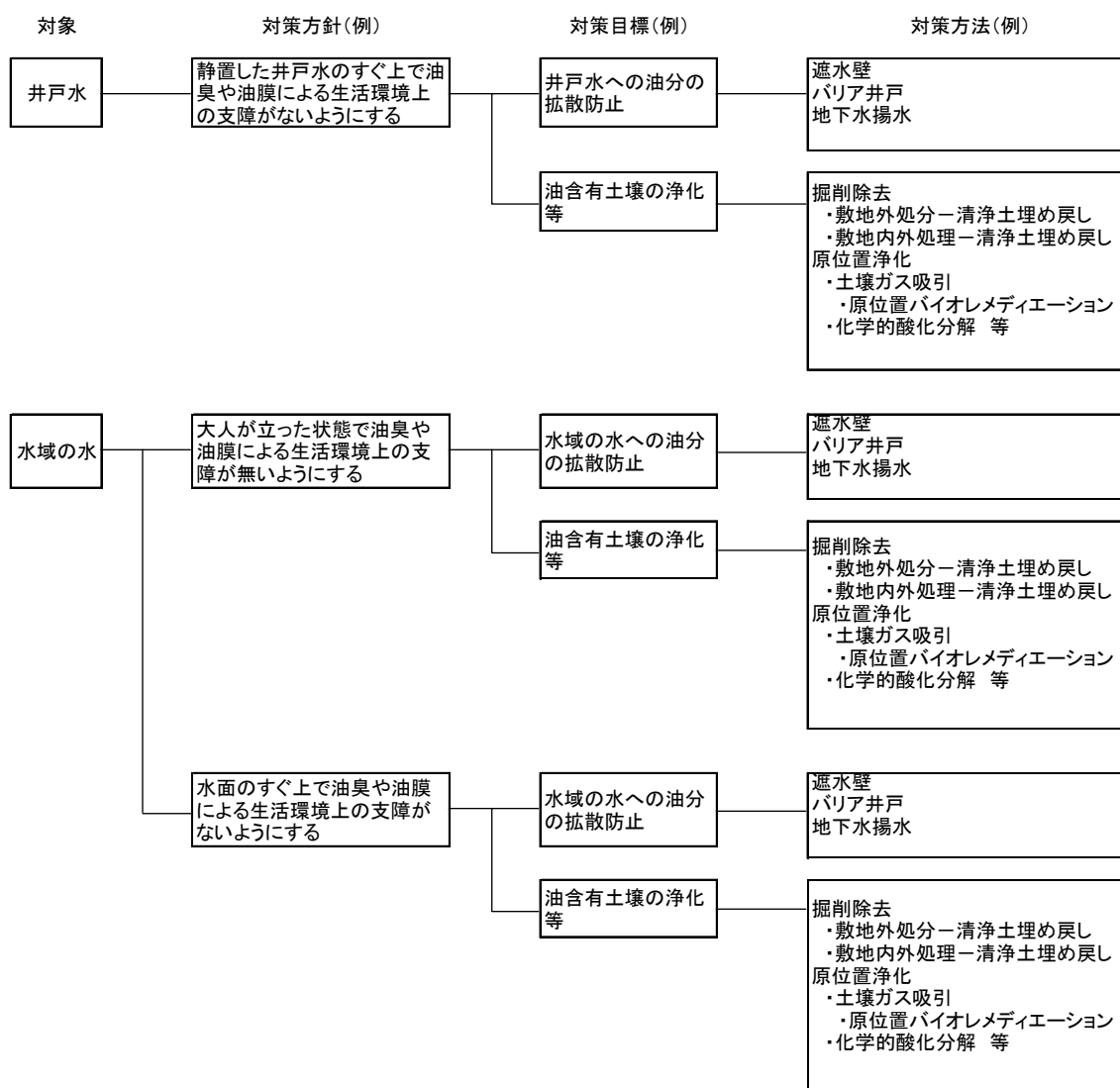


図 4 - 2 井戸水等の油汚染問題に対する対策方法の例

(3) 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散防止の対応

1) 対策目標が地下水に含まれる油分の拡散防止の場合

遮水壁等で地下水に含まれる油分の拡散を防止する方法がある。

対策方法の種類等は、4. 1、(2)、1) 対策目標が「井戸水等への油分の拡散防止」の場合の項を参照のこと。

2) 対策目標が、油汚染問題の原因となっている油含有土壌の浄化等の場合

対策方法の種類は、4. 1、(1)、2) 対策目標が「油含有土壌の浄化等」の場合の項を参照のこと。

図４－３に、敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止に係る対策方法の例を示す。

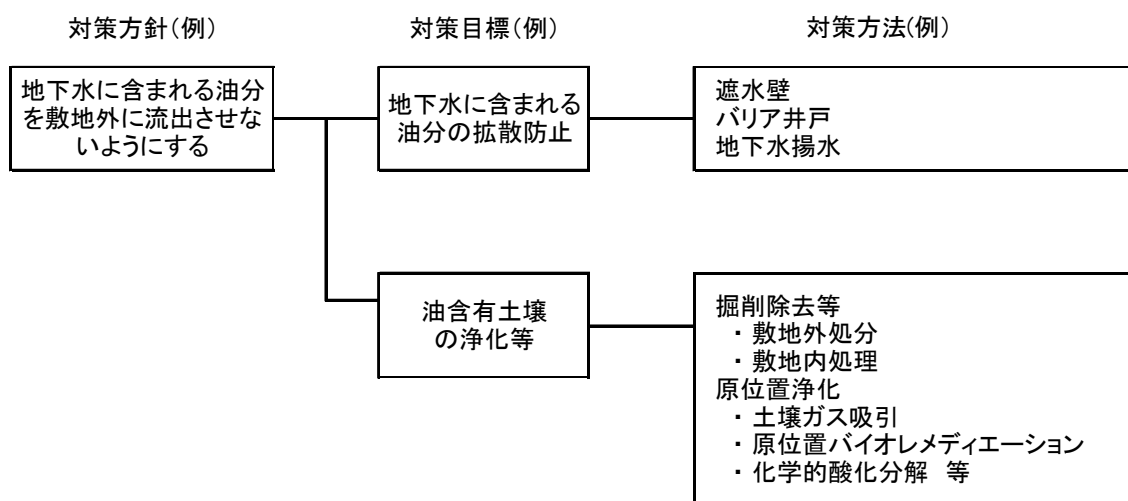


図４－３ 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散防止に係る対策方法の例

（備考）選定した対策方法によっては対策効果の持続性が低下することがあるので、必要に応じて対策完了後もモニタリングを実施する。モニタリングの方法は７．３参照。

４．２ 選定に必要な情報等

設定された対策目標に応じた対策方法を選定する際に必要となる情報等として次のようなものがある。

（１）地形や地質などの自然的条件について

地形・地質の状況や気象等の自然的条件は、対策工事を計画し実施していく上で考慮すべき大きな制約条件であり、対策方法や対策費用、対策期間に大きく影響を及ぼす因子となる。

１）地形について

- ① 河川低地、丘陵地、扇状地、海浜埋立地、内陸造成地などのどれにあたるのか
- ② 敷地及びその周辺は平坦地か傾斜地か、周辺との段差はないか

２）地質について

- ① 地表面やその下の地盤は砂礫、砂、シルト、粘土など、どんな土質で構成されているのか
- ② 地盤の固さは硬いのか、軟らかいのか
- ③ 地下水位は高いのか、低いのかなど、どのぐらいのところにあるのか

3) 気象等について

- ① 晴天が多い地方か、雨の多い地方か、
- ② 夏に雨が多いとか、冬に晴天が多いとか、季節による天候の変動は大きいのか
- ③ 降雪や積雪の可能性はあるか
- ④ 台風が度々来襲するようなところか
- ⑤ 風水害が起こりやすい地域か

(2) 現在の又は予定されている土地利用情報等

調査地のある敷地の土地利用に関する情報や、道路状況を含めたその周辺の生活環境等に関する情報は、対策工事を計画する上で、また、実施していく上でも大きな制約条件である。このため、対策規模、操業への制約、対策方法、対策費用、対策期間等に影響を及ぼす因子となる。

1) 調査地のある敷地の情報

- ① 敷地の大きさや形状
 - ・面積はどのくらい大きいのか
 - ・円形状、楕円形、正方形、長方形、台形などどのような形状か
- ② 周辺環境と地形等の関係
 - ・市街地に立地しているのか、海岸の埋立地か、内陸工業団地か
 - ・平坦地か傾斜地か、周辺地との間に崖とかのような段差はないか
 - ・周辺地よりも高い土地か低い土地か
 - ・最も近接する建物等の構造物や施設との距離はどのくらいか
- ③ 構造物や施設等の存在の有無と程度
 - ・更地かどうか、基礎構造物はあるのか
 - ・敷地内に既存の構造物や施設等を残すのかどうか
 - ・地下埋設物や地下室があるのかどうか
- ④ 供給施設等の整備状況
 - ・電気・ガス・水道・下水道・電話・通信等へのアクセスは容易か

2) 周辺・近隣敷地の情報

- ① 周辺環境の規制
 - ・用途地域は、住居・商業・工業地域などのどれか
 - ・近くに学校や病院のような公共施設はないか
 - ・騒音や振動等に関する規制値はどの程度か
 - ・早朝・夜間や休日作業への作業規制はあるのかどうか
- ② 道路情報
 - ・周辺の道路幅はどのくらいか
 - ・一方通行や速度制限、車両制限等の交通規制の状況はどうか
 - ・重量制限を設けている橋梁はないか

4. 3 選定する際の検討事項

以下の事項を検討して、効果的で経済的に合理性の高い対策方法を選定する。

(1) 土地利用の方法に応じた対策方法は何か

土地の利用方法に応じた対策方法を選定する際の主な留意事項を以下に簡単に示す。

ア) 調査地のある敷地

- ・作業スペースの確保が可能な対策方法を選定する。
- ・既存の構造物及び施設（建造物及びその基礎構造物、地下配管等）が施工の支障とならない方法を選定する。
- ・施工に際し、電力・水道・下水道等が利用できるか確認する。

イ) 周辺および近隣地

- ・例えば、資機材の搬入・搬出時の大型車両の通行の可否等、周辺の道路状況にあった方法を選定する。
- ・施工中の作業及び車両の通行に伴う振動・騒音・粉塵の影響が想定される場合は、その防止対策を考慮して対策方法を選定する。

設定された対策目標に応じた工法及び構造を選定する方法を以下に示す。

① 地表の油汚染問題に対し油臭の遮断や油膜の遮蔽を行う場合

盛土、舗装等を行う場合、以下のような事項に留意して、設置される遮断構造物の上部の利用状況（上部に構造物を設けるか否か、交通量、管理状況等）に合った工法及びその構造を選定する必要がある。

- ・舗装を採用し道路等としても利用する場合は、通行する車両等の荷重やその後の補修等の管理状況を勘案してその構造を決定する。
- ・盛土を行う場合には、その上部に構造物や施設等を設置するなどの使用が決まっていれば、その上載荷重等を支えられる強度等を有していることなど利用目的に応じた品質を確保する。

② 地表の油汚染問題に対し油含有土壌の浄化等を行う場合

油含有土壌の掘削除去や原位置浄化を行う場合、工事期間、工事費用、管理方法等を勘案し、以下のような事項に留意して対策工法を選定し対策を実施する範囲を設定する必要がある。

- ・対策後の土地の管理方法からみて、追加的な対策が必要になったときに土地の所有者等がそれを行うことが可能な土地利用の場合は、油臭や油膜による生活環境保全上の支障が改善される程度の深さを浄化等の対象とする。
- ・戸建て住宅などのように将来の追加的対策の実施が難しい土地利用の場合は、特

段の管理を行わなくても長期的に生活環境上の支障が生じないようにすることができるよう、通常の土地利用で露出しない深さまでを浄化等の対象とする。

- ・対策中や対策後に、地盤の支持力などの物理特性が変化することがある。
- ・地下階がある場合や地下に油により劣化しやすい材料を用いた配管等が埋設されている場合は、それらに留意して対策方法を選定する。
- ・対策後に植栽を行う場合は、植栽の内容に照らして浄化等を行う深さ、使用する埋戻し材、浄化等に用いる薬剤等による影響などについて検討したうえで対策方法を選定する。
- ・掘削除去を行う場合であって、掘削深度が大きいときや隣接地と近接して掘削するときは土留工を設置して掘削することが必要になることがある。地盤の強度が十分あるかどうかを合わせて確認する。
- ・原位置浄化を行う場合は、対策範囲にある土の性状（砂質土のような透気性の土質に有効なことが多い）や地下水位等を勘案して適用性等を判断する。

③ 井戸水等の油汚染問題に対し油分の拡散防止を行う場合

遮水壁やバリア井戸を設置する場合は、対策範囲及びその周辺の地形や地質、地下水の存在状況を勘案して対策工法を選定する。

また、油含有土壌の周囲を取り囲むのか、地下水流動の下流側に設置するのか等は、調査地のある敷地における油含有土壌が存在する場所の規模と位置（隣接する土地に近いのか、それとも敷地の中央部か等）を考慮し選定する。

- ・遮水壁を設置する場合で、油含有土壌が存在する場所の規模が小さい場合は、その周囲を取り囲むよう設置する。規模が大きい場合は、地下水流の下流側のみに遮水壁を設置することも考えられる。その場合は、地下水の流動に応じた揚水井戸を設ける必要がある。
- ・揚水井戸より汲み上げられた油分を含んだ水は排水先の条件に応じた水質を満足するように適正に処理されていることを確認して排水する。処理方法と水質の管理方法も合わせて検討する必要がある。

④ 井戸水等の油汚染問題に対し油含有土壌の浄化等を行う場合

油含有土壌の掘削除去や原位置浄化を行う場合、油含有土壌が存在する場所の規模、含まれている鉱油類の種類と濃度、調査地のある敷地の土質や地下水の存在状況を踏まえて対策方法を選定する。対策方法により対策期間と対策費用が大きく異なるため、複数の方法を検討する必要がある。

（２）その方法の他に代替案の可能性はないか

設定された対策目標に応じた対策方法が複数想定できる場合も多い。そのため、対策方法をはじめから一つに絞ってその適用性を検討するのではなく、調査地のある敷地の土地利用方法、地形や地質などの自然条件による制約条件等に適う可能性のある対策方法を幅広く比較検討した上で、最適で合理的な対策方法を選定する必要がある。

（３）候補となった対策方法ごとの費用対効果はどうか

複数の対策方法を検討する場合は、対策に直接必要となる費用の他に、対策後のモニタリング等の管理費用等も含めたトータルな費用を考慮する必要がある。

一般的に、原位置浄化等を行う場合には、費用は安くなるが施工期間が長くなることが多い。一方、掘削除去を行う場合は、費用が高くても短期間で施工が行える利点がある。従って、複数の対策方法について想定される対策期間と対策費用を整理し、比較する。

(4) 対策後の土地に利用上の障害は生じないか

対策後の土地利用方法によっては、対策に土地の状況が変化し、それに伴って土地利用上の支障が発生することがないように、適切な対策方法を選定する必要がある。

- ・ 盛土を行った場合には敷地の地盤高が変化するが、利用時に支障がないか。
- ・ 地盤が軟弱な敷地に盛土を行った場合には、盛土荷重による地盤沈下や側方流動のおそれがないか。
- ・ 遮水壁等の地盤面下に構造物を設置する対策方法を取る場合には、その敷地の今後の地下利用（配管等）に支障がないかどうか。
- ・ 遮水壁等を設けたり揚水したりすると周辺の地下水の水位・流動が変化する可能性があるが、周辺の井戸等にその影響が生ずるおそれがないかどうか。

(5) 地形・地質の状況に照らし作業性及び施工性に問題はないか

- ・ 地盤が砂礫等で構成されていると、地盤が固すぎるために予定した遮水壁に使用する鋼矢板が打設できない場合がある。
- ・ 掘削除去を行う際に土留工を用いる場合は、その構造の詳細な内容や作業重機の設置の可否は、土質柱状図等の資料等を用いて検討するが、現場の状況を調査して確認する必要があることもある。
- ・ 調査地のある敷地及びその周辺が平坦地の場合と傾斜地の場合や周辺との間に段差がある場合とでは対策に用いる設備等が変わってくる。
- ・ 掘削除去を行う場合に、深い掘削を行うために掘削底面よりも地下水位が高いときには、湧水排水処理設備や止水性のある土留工を用いなければ掘削ができないことがある。その場合には、工事期間が長くなり費用も増えるとともに施工性も低下するため、掘削除去以外の対策方法を合わせて検討する必要がある。

5. 対策調査の実施

状況把握調査により得られた、油含有土壌の存在範囲の情報、土地利用方法の情報、及び対策を実施する上での制限条件等の情報に関して、追加的により詳細な調査で情報を補足することで、対策を実施しようとする土壌の範囲の絞り込みの可能性の検討や、選定した対策方法と調査地の状況との施工面等に関する適合性の検討に必要な資料や情報等を入手できる。この追加的情報をもとにして対策範囲の絞り込みや対策内容の再確認をし、選択した対策方法の経済性をさらに向上させることが期待できるときなど、対策調査の効果が期待できるときは、必要に応じて、調査地のある敷地及び選定しようとする対策方法の特徴を踏まえ、状況把握調査と同じ方法で対策調査を行う。

また、状況把握調査の結果だけでは想定される対策方法を詳細に検討するための情報が不足していると考えられるときにも対策調査を行う。

5. 1 油含有土壌の存在範囲に関する対策調査

状況把握調査で設定した対策検討範囲の中には、対策調査の結果、対策対象範囲から外すことができる場所が含まれている可能性がある。このため、状況把握調査で設定された対策検討範囲の規模が大きいほど、対策範囲を絞り込むことによる経済的な効果が大きい可能性がある。

対策調査を行う必要があるかどうかやその内容は、その対策検討範囲の規模とそれが調査地のある敷地のどの部分にあるか、状況把握調査結果の程度（選定しようとするあるいは選定した対策方法によって必要とする情報が異なるため、状況把握調査結果だけで十分な場合もあればそれだけでは不十分な場合もある）、油汚染問題の対象が地表か井戸水等か、設定した対策目標や選定した対策方法がどのようなものかなどを勘案して決めなければならない。

対策調査は、状況把握調査を補完するものであるため、調査方法は基本的に同調査と同様である。調査測定地点は、選定された対策方法に対して必要最小限となるように設定するのが適当である。以下に設定に際して考慮すべき基本的な要点を記述するが、対策方法や敷地の制約条件等によりその詳細が異なることに留意する。

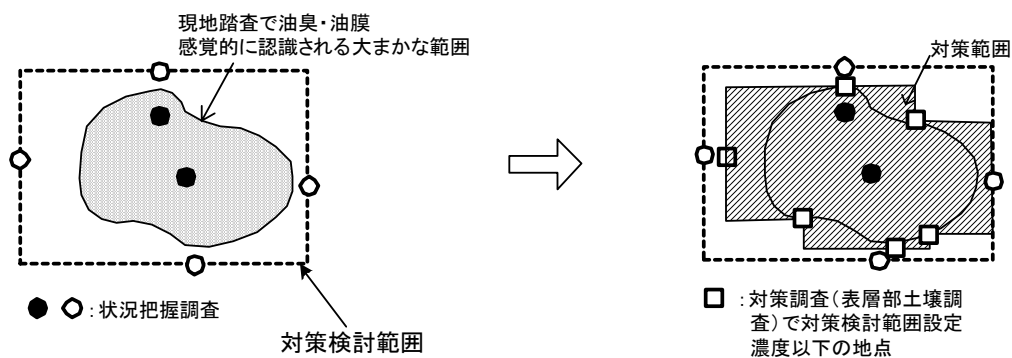
5. 1. 1 地表の油汚染問題への対応

（１）地表への油臭遮断・油膜遮蔽

盛土や舗装等により地表への油臭遮断・油膜遮蔽を行う場合、調査地の面積が広くなければ、あるいはその形状が不定形でいびつな形をしていなければ、対策調査を行わないで対策検討範囲をそのまま対策範囲とした方が経済的な場合もある。

対策範囲を絞り込むために行う表層部土壌の調査地点数と配置は、調査にかかる費用と調査により削減できる対策範囲の対策費用の費用対効果を勘案し、現地踏査で油臭や油膜が認識された大まかな範囲の外周付近となるように計画する。

状況把握調査の結果得られた対策検討範囲が対策調査により絞り込まれ対策範囲として最終的に確定された場合の、調査地点およびその配置の例を図5-1にイメージとして示す。



状況把握調査による対策検討範囲

対策調査によって絞りこまれた対策範囲

図5-1 状況把握調査およびそれに基づく対策調査における調査地点配置の例

(2) 油含有土壌の浄化等

掘削除去や原位置浄化により対策を行う場合は、対策範囲の絞り込みの必要性の有無と選定しようとしている対策が適切なものかどうかを判断するために対策調査を行う。

対策範囲の絞り込みは上記5. 1. 1 (1)と同様な方法で行う。必要に応じて、表層部土壌調査により平面範囲を絞り込み、深層部土壌調査により油含有土壌の深さ方向の詳細な分布を把握する。深層部調査の調査深度は対策が必要な範囲の深さに応じて設定する。状況把握調査による対策検討範囲を基にして、対策調査によって対策範囲を確定するまでのフローの例を図5-2に示す。

対策として浄化を行う場合は、選定しようとしている対策方法の施工性や適用性に問題がないことを確認する必要がある工法がある。このような工法を採用する場合は、土壌試料や地下水等を採取してトリータビリティ試験等による適合性に関する検証が欠かせない。

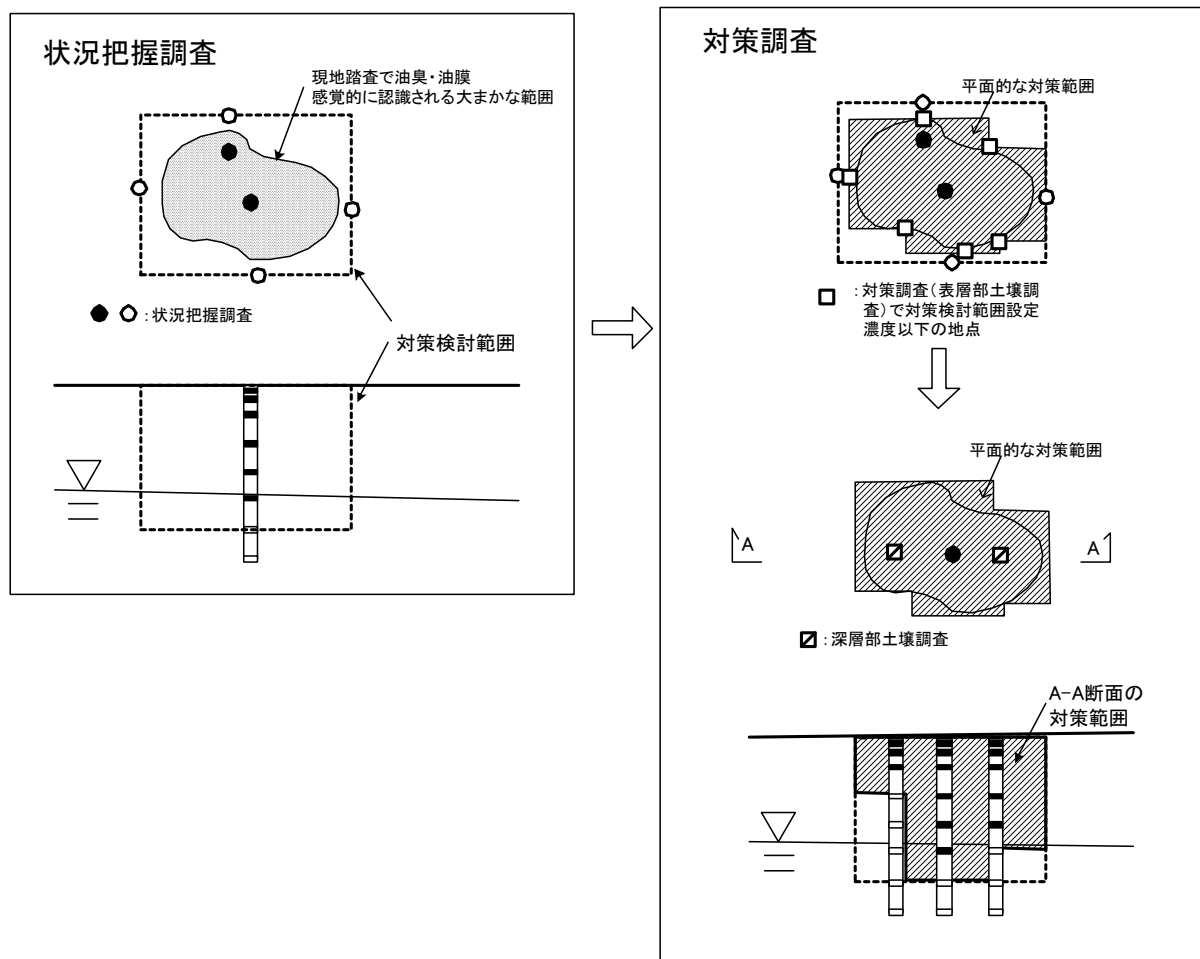


図5-2 掘削除去や浄化等を行う場合の対策範囲の絞り込みフローの例

5. 1. 2 井戸水等への油汚染問題への対応

(1) 井戸水等への油分の拡散防止

遮水壁やバリア井戸などによる対策方法を用いる場合は、以下の情報を踏まえて対策調査を行うかどうかを検討し、必要であれば深層部土壌調査、地下水の状況調査を行う。

- ① 状況把握調査結果による油含有土壌の存在状況及び地下水の油臭や油膜の発生状況
- ② 状況把握調査結果による調査地の地形・水文地質及び地下水流動に係わる情報
- ③ 遮水壁やバリア井戸などの平面的および深さ方向の配置計画
遮水壁等を井戸水等の周囲を完全に取り囲んで設置するか否か、あるいは設置深度と井戸水等の取水深さの関係などにより、地下水の調査の必要性は異なる。また、遮水壁等を設置することにより設置後の地下水の流動が変化する場合があることに留意する。
- ④ 油含有土壌の存在範囲と井戸水等の位置関係

(2) 油含有土壌の浄化等

油含有土壌の掘削除去や浄化などによる対策方法を選定する場合は、状況把握調査により既に把握されている油含有土壌の三次元的な存在状況を基に対策計画を立案する。しかし、油含有土壌の存在規模が大きい場合は、より密に表層部及び深層部土壌調査を行い、存在状況を詳細に把握することで対策範囲を絞り込めれば、より合理的な対策が行える。

また、調査地の地形・水文地質及び地下水流動に係わる情報が十分でない場合は、新たに観測井を設け地下水の状況を調査する。特に、油含有土壌の存在範囲の下流側地下水の油臭や油膜の発生状況を把握しておくことは、対策の効果を確認するうえで重要である。

5. 1. 3 敷地周辺の土地への油汚染問題拡散の防止の対応

(1) 敷地周辺への鉱油類の拡散防止

遮水壁等で地下水に含まれる油分の拡散防止を行う場合は5. 1. 2 (1)を参照。

(2) 油含有土壌の浄化等

油含有土壌の浄化等を選択する場合は5. 1. 2 (2)を参照。

5. 2 土地利用の目的や方法に関する詳細調査

選定した対策方法によっては、土地利用の目的や方法について更に詳細な調査を実施して情報を収集して対策方法の細部を決めたり、対策計画を立案したりすることが必要になる場合がある。

5. 3 対策における施工性の制限に係わる調査

状況把握調査の結果だけでは選定した対策方法の施工性を検討するための情報等が不十分だったり不正確だったりする場合は、調査地のある敷地について、及び必要があればその周辺や近隣地に関して、地形や地質などの自然的条件や生活環境等に関する資料や情報を入手する。その際には「4. 2 選定に必要な情報等」に記述されている事項に加え、以下のような点に留意して調査するとよい。

- ・使用する建設機械の搬入路・作業用スペース・搬出路等確保できるか
- ・施工中の機械・設備等による近隣への振動・騒音等は規制値を満足できるか
- ・給水、電力等の供給が得られるか
- ・例えば、掘削した油含有土壌を適切な処分場・処理施設等に搬出できるか
- ・地下埋設物が施工の支障にならないか、等

5. 4 対策調査結果により対策方法の見直しが必要となる場合について

対策調査結果が状況把握調査の内容と大きく異なる場合や、新たに得られた調査結果に

より、当初想定した対策方法が不適当であったり、よりよい代替案が考えられたりする場合もある。そのような場合には対策調査結果を踏まえて対策方法の見直しを行う。

6. 対策計画の作成

対策計画は、策定された対策方針に従い選定された、調査地における油臭や油膜を適切に解消でき、かつ、効果的で経済的に合理性が高い対策方法を計画的に確実かつ安全に実施するために作成されるものである。

6. 1 対策計画の立案にあたり必要となる情報

対策計画は、前節までに記述した基本事項（対策方針と目標、対策方法、対策範囲、対策期間等）に基づき作成する。作成にあたっては、以下の項目について情報を収集し、より具体的な計画を立案することが望ましい。なお、対策計画の立案に先立ち対策調査を実施するときは、あわせて必要な資料や情報の収集を行う。

- ① 自然条件（地盤特性、地形・水文地質状況、気象等）
- ② 社会環境条件（近隣、交通、騒音・振動、作業時間の制限等）
- ③ 関連法規等
- ④ 対策工法で必要となる事前試験（トリータビリティ試験等）
- ⑤ その他

6. 2 計画書に記載する項目

計画書を作成するにあたり、盛り込むべき主な項目として以下のものがある。

各項目に記述する具体的な内容については、調査地及び調査地のある敷地に特有な諸条件、対策範囲の平面的・深度的な規模、選定した対策方法の特徴、対策期間や施工時期などを考慮して決めるとよい。

1) 対策の目的

対策の目的では、「選定された対策方法を用いて、策定された対策方針及び設定された対策目標を達成することである。」旨を記述する。

2) 対策計画の前提条件

状況把握調査や対策調査によって得られた情報や資料等をもとに対策計画が前提としている条件を整理して記述する。

3) 対策工事の実施設計計画

- ・ 対策工事の実施設計計画では、選定された対策工法による工事を具体的にどのように設計・計画するのかについて記述する。
- ・ 作業可能日数、平均施工量、施工速度並びに施工に必要な設備、機械、人員及び資機材の調達等について合理的な計画となるよう努める。

4) 工程管理計画

- ・工程管理計画には、「土地の所有者等から提示された仕様書等の契約図書に基づき対策工事を所定の工事期間内に完成させるためのものである。」旨を記述する。
- ・工程を管理する手法として、予定作業工種毎に予定作業期間を表示した工事工程表を一般に用いる。
- ・工程は、バーチャートやネットワークの形式で表示するのが一般的である。後者の形式を使えば各工種間の作業順序等の時間的な関係を理解しやすい。

5) 品質管理計画

- ・品質管理計画では、対策の目的である油汚染問題を解消するために選定した対策方法により、土地の所有者等から提示された仕様書、設計図に定められた品質をどのような管理手法に基づき確保するのかについて記述する。
- ・品質管理を行うことにより、異常の早期発見と迅速な対応が可能である。

6) 周辺環境保全計画

- ・周辺環境保全計画では、対策の実施期間中にどのようにして周辺の環境へ影響を及ぼさないようにするのかを記述する。
- ・周辺環境に問題が生じてからでの対応では、周辺住民の信頼を無くし対策の円滑な実施を妨げられるおそれがあるため、工事を開始する前に周辺環境保全計画を立て、慎重に対応する必要がある。
- ・考慮すべき項目には、油汚染問題に共通なものもあれば選定した対策方法に特有なものもある。例えば、油汚染問題に特有な油臭の拡散、油含有水流出や排水、運搬車両による油含有土壌の飛散と積荷からの油臭発散、地下水低下による地盤沈下などへの対応方法等を記述する。また、通常の建設工事と同様に、車両通行量、振動・騒音、粉じんなどの飛散への対応方法についても記述する。

7) 環境等のモニタリング計画

- ・環境等のモニタリング計画は、周辺環境保全計画に従って記述する。
- ・モニタリングの内容は対策方法により異なるが、対策工事中に現場周辺を適宜巡回し、油臭や油膜を目視で監視することなどが基本となる。
- ・大規模な対策工事におけるモニタリング計画を策定する場合は、油臭や油膜などのモニタリング対象のほかに、場所、頻度、確認の方法、実施者および管理基準とその運用方法等を定めておくといよい。
- ・モニタリングは、対策を実施する前から開始し、対策終了までの対策期間全般において状況が把握できるように計画する。

8) 作業安全計画

- ・作業安全計画では、対策工事における危険作業を予測し、安全確保に必要な対応や措置について記述する。
- ・特に、揮発性の可燃性ガスの発生が予想される油種の場合には、可燃性ガスモニターなどで安全なガス濃度であることを確認の上、作業を実施する等を計画に盛り込むことが必要である。

- ・ 消防法令で定める危険物や指定可燃物を貯蔵し又は取り扱う事業場において対策工事を行う場合は、低所に滞り爆発性ガスを作りやすいことに注意が必要である。

9) 緊急時対応計画

- ・ 緊急時対応計画では、事故や不可抗力により対策の実施中に油膜や油臭を漏出する事態等に対し適切に対応できるように記述する。
- ・ 緊急連絡先等の緊急時対応体制を明示する。

10) 遵守すべき関係法令等

- ・ 対策計画の作成に当たり、関連法令等や関係する自治体条例などについて盛り込んでおく。
- ・ 特に留意する点を以下に示す。
 - ア) 対策場所から下水道や河川等の公共用水域に排水する場合は、排水先に応じて定められた規制等を遵守する。水質汚濁防止法、下水道法、河川法等の法令や、関係自治体の条例がある。
 - イ) 現場内から油混じり汚泥などが排出される場合は廃棄物の処理及び清掃に関する法律を遵守しなければならない。
 - ウ) 事業場によっては悪臭防止法や消防法の適用を受ける場合がある。
 - エ) 作業上の安全性を確保するため、労働安全衛生法を遵守する。
 - オ) その他、対策場所の立地や対策方法などにより関係する法律や条例等がある場合は、事前に十分に調査を行って対策計画に盛り込む。

7. 対策の実施と対策工事完了確認

7. 1 対策の実施

対策は、対策計画に基づき計画的に遂行する。対策工事の実施にあたって周辺への油臭の拡散防止などの環境保全上の措置を適切に講ずるとともに、工事に伴って生じた油含有土壌については適切に処理する。

- 1) 対策の実施は、対策計画に基づき品質・工程・周辺環境保全・安全等が確保されていることを確認しながら進める。
- 2) 油含有土壌を調査地のある敷地の外に搬出して処理する場合には、以下の点に留意する。
 - ① 油含有土壌が不適切に投棄されて、新たな生活環境保全上の支障を生じさせないようにするために、搬出した土壌が搬出先まで確実に届けられたことを記録し把握することが可能な伝票等を用いて、物流を管理する。
 - ② 処理を委託する場合には、適正に処理することが確実にできる者であるかどうかを確認して行い、二次的な環境汚染の発生を未然に防止する。
- 3) 対策実施中においては、一過性の油臭や油膜の発生などについては避けられない場

合があるほか、一般的な作業に伴う騒音・振動・地盤沈下・通行車両の出入りの影響もある。このため、周辺住民などへの理解を得るように作業計画の内容等を事前に説明しておくことが望ましい。

- 4) 油含有土壌を不適切に取り扱うことにより発生する事故や災害を防止するため、作業に関わる者が知識と経験を持ち作業内容を理解していることを作業の開始前に確認しておく。
- 5) 大雨や台風などで油含有土壌から油の流出事故や設備の損壊などによる対策工事への影響が予想される場合には、影響を防止するまたは最小限に抑えるための対策等を事前に講じておく。
- 6) 不慮の事故や災害が発生した場合には、直ちにその状況を関係者に報告するとともに、関係機関等と連携して応急的な処置・緊急措置等が行えるような体制を常に整えておく。

7. 2 対策工事完了の確認

当該土地を踏査して、あらかじめ関係者間で合意した対策が講じられていること、及び油臭や油膜による不快感や違和感がなくなっていることを（目や鼻で）確認し、対策工事を完了する。

地表の油膜の遮蔽や油臭の遮断や井戸水等に油臭や油分を発生させている油分の拡散防止措置を行った場合は、措置によって講じられた構造物や施設の品質が計画に基づき適正に設置されていることを確認する。また、油含有土壌の掘削除去や浄化を行った場合は、浄化目標として設定された土壌の性状を満足していることを確認する。

7. 3 モニタリング等の実施

対策完了後も対策内容や土地利用の方法に応じて必要となるモニタリング等を行う。

(1) モニタリングを必要とする対策方法

舗装等による地表の油臭の遮断や井戸水等に油臭や油膜を発生させている油分の拡散防止対策を行った場合に、選定した対策方法によっては対策効果の持続性が低下することがあるので、必要に応じて対策完了後もモニタリングを実施する。

(2) モニタリングの方法

モニタリングの方法は、土地の利用方法における生活環境保全上の支障、例えば、利用者が土に触れる可能性や井戸水等の利用があるかどうかなどを考えて決定する。

モニタリングの方法を以下に例示する。

- ① 当該土地を踏査して、油臭や油膜による不快感や違和感がないことを（目や鼻で）確認する。
- ② 井戸水等に油臭や油膜が発生していないことを確認する。
- ③ 油分の拡散防止として、油含有土壌の存在範囲を遮水壁等で完全に囲い込まない

対策方法を行った場合は、遮水壁等からの油分の流出を的確に判断できる位置に観測井を設けて地下水の油臭や油膜を観測する。

7. 4 その他の留意事項

対策実施中に土地利用の用途変更やその他により、設計や施工方法等に変更が生じることがあり、対策工事完了確認の方法などを変える場合がある。

8. 対策の記録の作成・保存等

8. 1 目的と必要性

対策の記録を作成し保存する目的は、以下のような場合の対応を容易にするためである。

- 1) 万一同じ敷地内で別の油汚染問題が発見された場合に、迅速かつ経済的に対策計画を策定するのに役立てる。
- 2) 周辺で油汚染問題が見られた場合に、対策済の油汚染問題との関連性を判断するための参考とする。
- 3) 油汚染問題の原因となった鉱油類を除去しない対策を実施した場合に、将来行われる土地の形質変更時に、油汚染問題の発生のおそれ等について検討するための参考とする。

8. 2 方法と考え方

状況把握調査報告書、対策方針の策定から対策範囲の確定等を行うまでの記録、対策計画書、対策工事の受注者が提出した報告書などの関連する一連の記録を対策報告書として保存する。

記録しておく事項には、次の事項を含む。

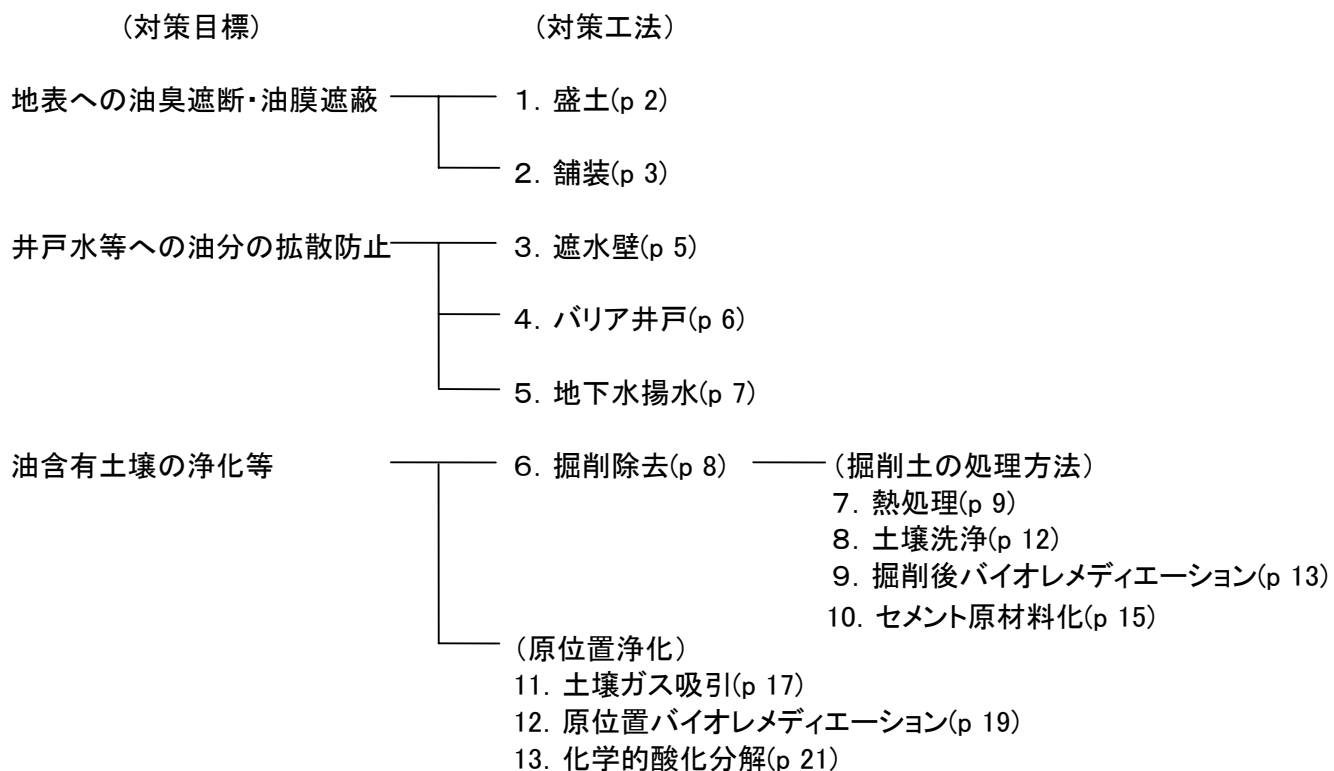
- ① 対策工事の受注者
- ② 対策実施期間
- ③ 対策の実施場所及び地図等
- ④ 対策調査結果
- ⑤ 対策範囲等の考え方
- ⑥ 対策を実施した対象である油含有土壌や井戸水等の範囲
- ⑦ 実施した対策方法と施工図面
- ⑧ 対策完了の確認方法とその事項
- ⑨ 各種分析データなど

8. 3 留意事項

油汚染問題への対応にあたって、対策の検討から対策完了の間に対策方針の策定、対策計画の作成、対策の実施方法などについて適宜、関係者への説明等を行うことが、円滑な問題解決に有効であり、その記録として、説明会資料、説明会議事録等を保存する。

油汚染問題への対策技術について、対策目標と対策工法（対策方法をより具体化したもの）との関係を整理して示すと以下のようになる。

次項以降に、各対策工法の概要、特徴、適用性及び選定にあたっての留意事項を記載するが、記載がない技術であって、対策目標を達成できるものに対しては、その適用を制限するものではない。



※凡例 (p 1) : 記載頁を示す。

1. 盛土

1.1 概要と特徴

油含有土壌上面を盛土材で覆うことにより、油臭遮断や油膜遮蔽をする方法である。

盛土自体に油臭や油膜の覆いとしての機能を期待するので、この盛土が飛散や流出等によって損壊しない策を講じることが必要である。そのため、盛土の厚さが一定以上であること、使用される材料は清浄土であることが施工要件となる。また、盛土材料は、流出・陥没しないような品質を有している必要があり、上部に構造物を構築する場合やその他の土地利用目的がある場合には、想定される上載荷重を考慮した強度等、利用目的に応じた品質の確保が必要となる。

盛土材料としては、砂質土又は粘性土でコーン指数 4 程度以上に締固められるもの、あるいはその混合物が適しているが、透水性の大きな砂質土は通気性も大きく油臭の漏洩のおそれもあるので注意が必要である。

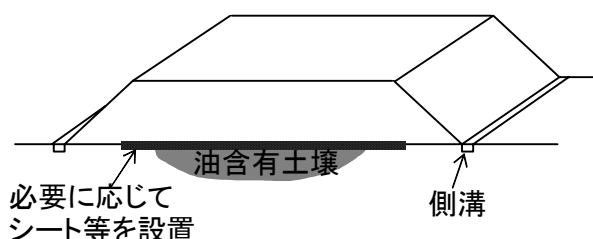


図 1-1 盛土措置の概念図

1.2 適用性及び留意事項

- ・ 盛土は、油含有土壌を覆い、容易に飛散・流出されないという要件を満たす必要があり、含水率の高い材料や粒子が細かすぎる材料は適していない。
- ・ 盛土の締固め度は、上部に構造物がない状態であれば、一般的には宅地造成程度の品質を確保できれば十分であると考えられる、一般に砂質土を用いる場合には粘性土に比べて厚さを増してやる必要がある。
- ・ 盛土材料は降雨で徐々に浸食を受けるため、あらかじめ植栽や舗装等により浸食防止を行うことが必要である。法面上部の損壊あるいは後退のおそれがある場合には、盛土の損壊を防止するために必要な措置を講ずる必要がある。対策として、モルタル、コンクリート、ジオテキスタイル等により表面を保護することが有効である。
- ・ 表面水の速やかな排水は、盛土自体の安定確保に有効であるばかりでなく、土壌中の油分の拡散を抑えるのに有効であり、図1-1に示すように盛土周囲には側溝等を設けるとよい。

2. 舗装

2.1 概要と特徴

舗装は、対策範囲の上面をコンクリートやアスファルトで舗装することで、油含有土壌の油臭や油膜による生活環境保全上の支障を除去する方法である。

油含有土壌からの油臭や油膜を覆いにより物理的に遮断又は遮蔽するため、舗装の損壊を伴わない限り上面の利用は可能となる。具体的な利用としては、全面舗装の可能な駐車場や商業地域等が挙げられる。また、各種の舗装形式のうち、油含有土壌の被覆としては、気密性に劣る透水性舗装や、油分によって性状変化を生ずるような材料を利用する特殊舗装は好ましくない。

図2-1に駐車場における舗装の概念図を、写真2-1に舗装の施工状況をそれぞれ示す。また表2-1に代表的なコンクリートとアスファルト舗装について、遮断及び遮蔽の観点からの長所と短所を示す。

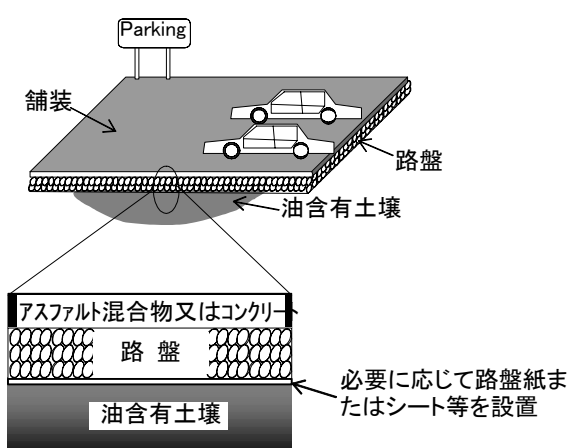


図2-1 舗装の概念図(例:駐車場)



写真2-1 舗装の施工状況

表2－1 舗装の種類と遮断及び遮蔽の観点からの長所と短所

	コンクリート舗装	アスファルト舗装
概要	密実で油含有土壌の飛散等の防止及び雨水浸入の抑制の効力を有するコンクリートで覆うことにより油含有土壌に起因する油臭や油膜を遮断又は遮蔽する。	密実で油含有土壌の飛散等の防止及び雨水浸入の抑制の効力を有するアスファルトで覆うことにより油含有土壌に起因する油臭や油膜を遮断又は遮蔽する。
長所	①表面が波打ったり、変形したりしない ②盤として耐力が期待できるため、接地圧が大きい集中荷重に強い ③耐用年数が長い(参考:20年以上) ④表面の耐摩耗性が大きく、ひっかきに強い	①可塑性があり、不等沈下にある程度順応できる ②措置の実施後の養生期間が短く、すぐ使用ができる ③補修が容易である
短所	①気温の影響による伸縮膨張影響を受けやすいため、目地を設ける必要がある ②コンクリートの設計強度の発現までに28日程度の養生期間が必要 ③補修に手間がかかる ④不等沈下に追随性がない	①利用の方法や維持管理の程度により異なるが寿命が比較的短い(参考:10年程度) ②接地圧の大きい静止荷重や同一地点の繰返し荷重で、くぼみやわだち掘れができやすい ③油分に弱く、気温の影響も受ける ④下地の抜根が不十分な場合は根の成長で破壊する

2.2 適用性及び留意事項

- ・ 対策方法の選定にあたっては、長期的な安定確保のため、地盤条件、湧水・集水の状況、降雨量が多いか、寒冷地かどうかといった気象・気候条件や地表面の起伏等を考慮する。
- ・ 舗装は地上面の利用方法によっては覆いの損壊の度合いが異なることがあり、計画段階にその利用形態を明確にし、当該土地利用に合致した仕様を設計・採用する。
- ・ 上載荷重によっては、それに耐えられるだけの路盤を形成する必要がある。

3. 遮水壁

3.1 概要と特徴

遮水壁は、対策範囲を囲い込み、地下水を介した周辺への油分の拡散を防止する方法である。遮水壁には鋼矢板、地中連続壁、注入固化等がある。遮水壁措置の概念図を図3-1に、鋼矢板の打設状況を写真3-1にそれぞれ示す。

対策検討範囲内における油含有土壌の深さをボーリング調査により確認し、対策範囲を囲むようにして、対策深度まで遮水壁を設置し、油分が広がるのを防ぐ。対策後、降雨等の浸透による地下水位上昇に伴う油分の上昇により、地表面に油臭や油膜が発生する恐れのある場合には、盛土や舗装を行う必要がある。なお、上面を利用する際には覆いの損壊を防ぐために利用方法に応じて必要となる耐久性のある構造が確保されることが必要である。

遮水壁からの油分の漏出の有無を確認するために、対策を行った場所の周縁及び地下水の下流側に観測井を設け、地下水中の油分濃度を測定する。

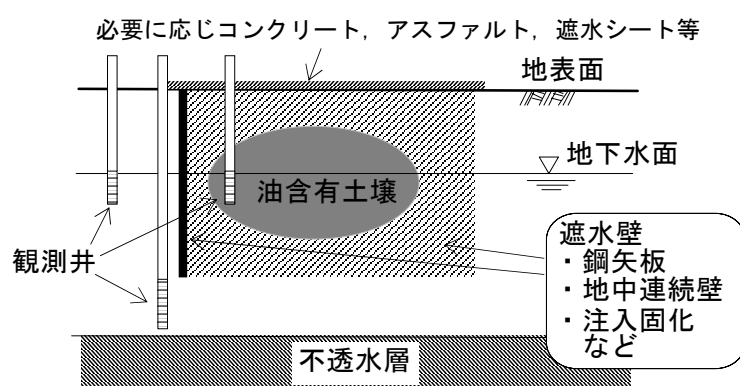


図3-1 遮水壁措置の概念図



写真3-1 遮水壁(鋼矢板)の打設状況

3.2 適用性及び留意事項

- ・ 対策範囲の規模が大きい場合や、地下水の透水性が低く、揚水によるバリア井戸対応ができない場合でも有効である。
- ・ 地中連続壁やソイルセメント壁は長期的な信頼性や確実性に優れているが、掘削汚泥の処理が必要で、大型の重機械を使用できる作業場を確保できる用地が必要となる。
- ・ 薬液等による注入固化工法は、ボーリング機械等の比較的小型の設備を用いることで対策工事ができる。

4. バリア井戸

4.1 概要と特徴

バリア井戸は、油含有土壌の存在範囲の地下水下流側に揚水井戸を配置し、地下水を介した周辺への油分の拡散を防止する方法である。図4-1にバリア井戸措置の概念図を示す。

ボーリング調査により対策検討範囲内における油含有土壌の深さを確認し、対策範囲を囲むようにして、地下水を揚水井戸で揚水し、油分が広がるのを防ぐ。油含有地下水は揚水後、地上のプラントで適正に浄化してから排水する。

バリア井戸で回収されずに流下する油分の有無を確認するために、対策を行った場所の周縁及び地下水の下流側に観測井を設け、地下水中の油分濃度を定期的に測定し、遮断効果を確認する必要がある。

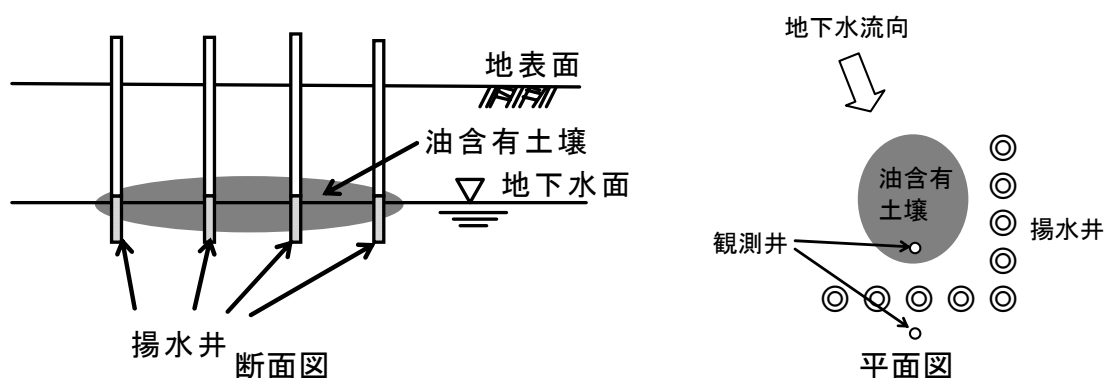


図4-1 バリア井戸措置の概念図

4.2 適用性及び留意事項

- ・ 油含有土壌の範囲が小規模で、地盤の透水性がよい場合に対策効率が高い。
- ・ 設置・作業場所が狭くても施工できる。
- ・ ボーリング作業で井戸の設置が可能なため、建物等の構造物が存在していても施工が可能である。
- ・ 揚水井戸の地下水流の上流側で油分の移動や拡散が起きる場合があるので、井戸の配置には慎重な配慮が必要となる。

5. 地下水揚水

5.1 概要と特徴

井戸などから地下水を揚水することで、地下水中に存在している油分や地下水面上に存在する油相を回収し、あるいはそれらの移動を抑制する方法である。

地下水面上に存在する油相の回収のために行われる場合、揚水に伴う地下水勾配の変化を利用し揚水井戸内への油相の集積を促すことを目的とする。揚水井戸内に集められた油分は、地下水とは別に回収されることが多い。

地下水面上の油相及び地下水中に存在している油分を同時に回収する場合の概念図を図5-1に示す。

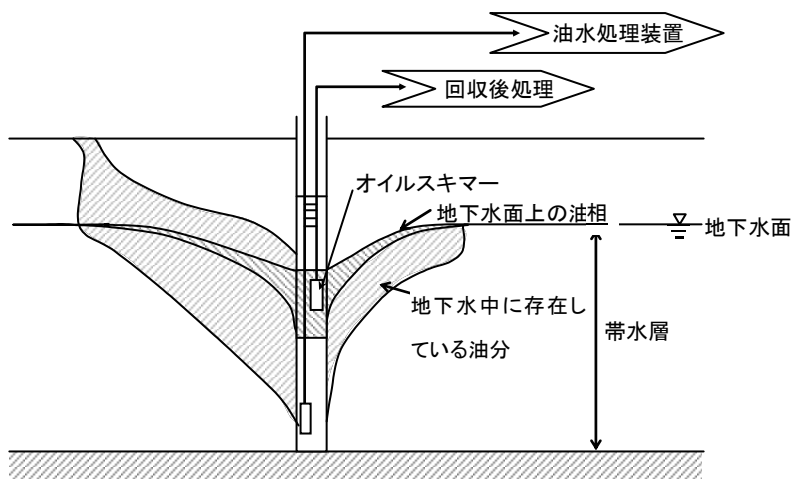


図5-1 地下水揚水の概念図

5.2 適用性

地下水揚水の適用性について一般的に整理したものを表5-1に示す。

表5-1 地下水揚水の適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリンなど	○
	灯油、軽油、A重油等	○
	C重油、機械油、原油等	△
対象媒体	地下水	○
適用場所(原位置／敷地内／敷地外)		原位置
前後処理の必要性		有り

5.3 留意事項

- ・ 通気帯の拡大などを意図して、また油相の移動促進などを目的として、土壌ガス吸引と併用する場合もある。
- ・ 移動の促進に関しては、原理上、粘性の高い油分には効果が余り期待できない。
- ・ 回収効率は土質の透水性に影響される。礫・砂質土層の回収効率は高いが、シルト質土層の回収効率は低くなる。
- ・ 引火性、爆発性のあるガスを回収する場合は防爆型の設備を用いる等の安全対策を講じる。

6. 掘削除去

6.1 概要と特徴

油含有土壌を掘削除去し、掘削除去した後を清浄土で埋め戻すことにより、油臭や油膜による生活環境保全上の支障を除去する方法である。図6-1に掘削除去措置の概念図を示す。

土壌入替では地表面の高さは自由に選定でき、現状の高さへの復旧も可能である。

掘削した油含有土壌は、調査地のある敷地の外で処分するか、又は、敷地の内外で浄化処理し、再度油汚染問題を生じさせることがないようにしなければならない。

敷地の外へ搬出する油含有土壌は、受け入れ基準を満足する廃棄物の最終処分場やセメントを製造するための施設等に搬入し、適切に処分する。

敷地の内外で浄化処理を行う技術には、熱処理、土壌洗浄処理及びバイオレメディエーションがある。各技術の説明は後述するが、その適用性についてトリタビリティ試験による適用性の確認が必要である。

敷地内で浄化処理する場合、一般に熱処理や土壌洗浄処理はプラントを設置するための費用が大となり、大量の処理対象土がある場合に費用対効果が大きくなる。敷地外で浄化処理する施設として、熱処理、洗浄処理を専門とする土壌処理施設や廃棄物の中間処理施設がある。

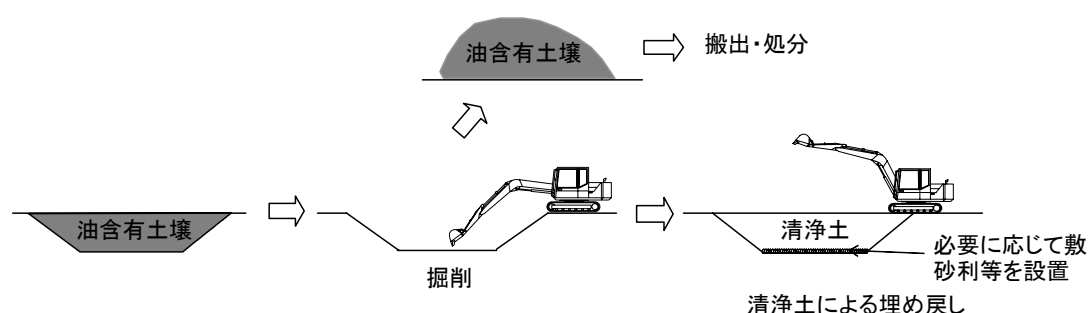


図6-1 掘削除去措置の概念図

6.2 適用性及び留意事項

- ・ 一般に、建物等の構造物のある場所は掘削が困難であり、構造物がない場所や既存構造物の解体撤去後に適用が可能である。
- ・ 油含有土壌の存在範囲の規模が大きい又は含まれる油分の濃度が高い場合には、処分費が高額になることがある。
- ・ 深度によっては掘削工事を行うために土留工を設置する必要がある。また、掘削底面に比べて地下水位が高い場合には、廃水処理対策を講じる。
- ・ 敷地外施設に浄化処理や処分を委託する場合は、廃棄物処理法など関係する法律があり関係法令等を遵守するとともに、委託業者が適正に処理できる者であることを確認し、二次的な環境汚染の発生を未然に防止する。また、敷地外搬出した油含有土壌が不法に投棄されたり不適切に処理されて新たな生活環境保全上の支障を生じさせないように、搬出した土壌が最終運搬先まで確実に届けられたことを記録し把握することが可能な伝票等を用いて物流を管理する。

7. 熱処理

7.1 概要と特徴

熱処理とは、掘削除去した油含有土壌を加熱することで、油分を分解し又は分離する土壌浄化対策である。熱処理には、焼却炉などで 800～1000℃以上に加熱して油分を分解する熱分解と、400～600℃程度で加熱して油分を脱着する熱脱着及び比較的沸点の低い油分を含む土壌を 200～300℃程度の低温で加熱して油分を揮発分離する加熱乾燥処理などがある。図7-1に焼却炉(熱分解)の概念図の例を示す。

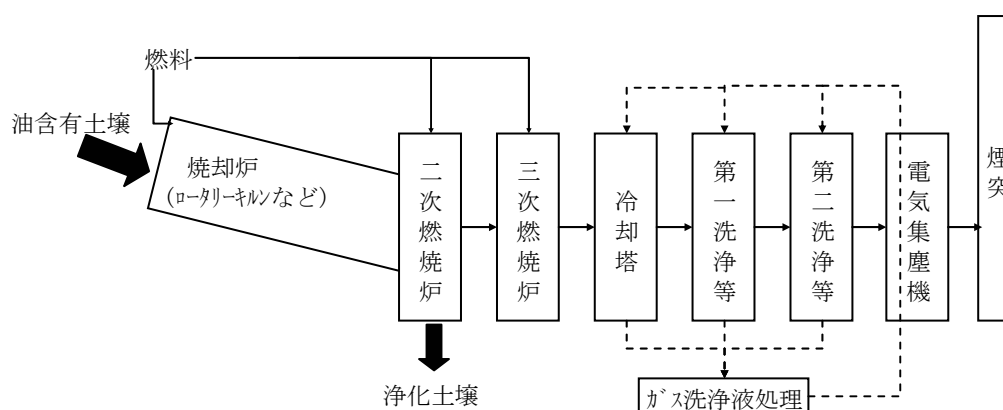


図7-1 焼却炉(熱分解)の概念図(例)

熱分解には、焼却、焼成及び溶融がある。設備面や効率面からある程度以上の規模で連続運転する必要がある、設備の充実した外部の処理施設で実施するのが一般的である。分解生成物を捕捉するために、排ガス処理が必要になる。熱脱着には、炉内を炎で加熱する直接加熱式と、炉の外壁を加熱して電熱により土壌を加熱する間接加熱式があり、重質油に適用される場合が多い。脱着して分離した油分を含む排ガスは、排ガス処理装置で油分を凝縮・回収するなどして処理する必要がある。加熱乾燥処理は、沸点の低い軽質油含有土壌に適用される場合が多い。熱脱着と同様、油分を含む排ガスは、排ガス処理装置で処理する必要がある、排ガス処理の方法には、凝縮処理、燃焼処理、吸着処理などがある。熱脱着及び加熱乾燥処理は、設備の小型化が可能で、オンサイト処理に適している。

図7-2に熱脱着処理の概念図の例を、図7-3に加熱乾燥処理の概念図の例をそれぞれ示す。

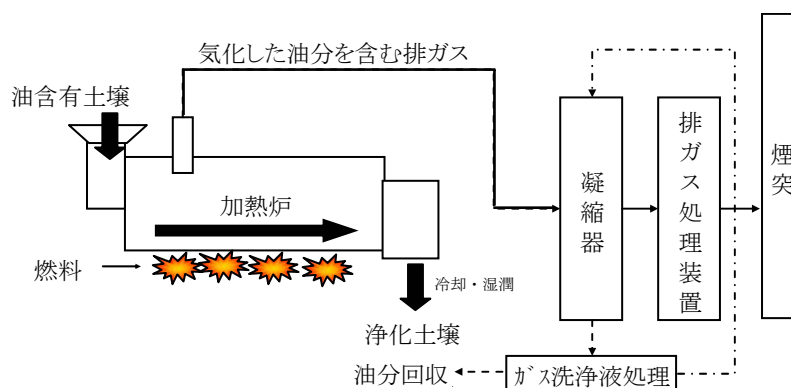


図7-2 熱脱着処理の概念図(例)

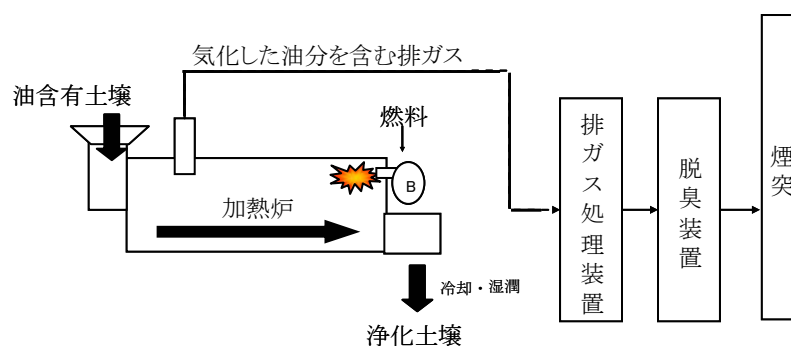


図7-3 加熱乾燥処理の概念図(例)

7.2 適用性

熱分解、熱脱着及び加熱乾燥の適用性について一般的に整理したものを表7-1に示す。

表7-1 熱処理の適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)		
		熱分解	熱脱着	加熱乾燥
油の種類	ガソリン	○	○	○
	灯油、軽油、A重油等	○	○	○
	C重油、機械油、原油等	○	○	△
対象媒体	礫	○	○	○
	砂	○	○	○
	シルト	○	○	○
	粘土	○	○	○
適用場所(原位置／敷地内／敷地外)		敷地内又は敷地外		
前後処理の必要性		有(粒度、排ガス処理)		

7.3 留意事項

- ・ 熱分解(焼却、焼成、熔融)では、非意図的な物質の生成に留意する必要がある。
- ・ 熱分解では、浄化後の土壌の性質が大きく変化して、埋戻材などの建設材料としては適さない場合があるので、品質を確認するなどして再利用を図ることが望ましい。
- ・ 幅広い土質に対応可能であるが、設備の仕様面から粒度調整や解砕などの前処理が必要となる場合がある。
- ・ 確実性の高い処理が可能である一方、比較的成本が高いため低濃度では経済性に劣る。

8. 土壌洗浄

8. 1 概要と特徴

土壌洗浄とは、現場で油含有土壌を掘削し、専用の洗浄プラントで油分を分級等により土から分離することにより、土壌に含まれる油分濃度レベルを下げて浄化するものである。土壌洗浄は他の技術に比して、油分を分離した土を再利用する可能性が広がること、比較的重質系の油分や高濃度の油分への適用性が比較的高いこと、バイオレメディエーションなど他の技術との組み合わせによるさらなる高度処理が可能なことなどの特徴がある。(図8－1参照)

土壌洗浄には、溶剤を用いて洗浄する方法、界面活性剤により洗浄する方法、微細気泡によって分離する方法なども開発されている。

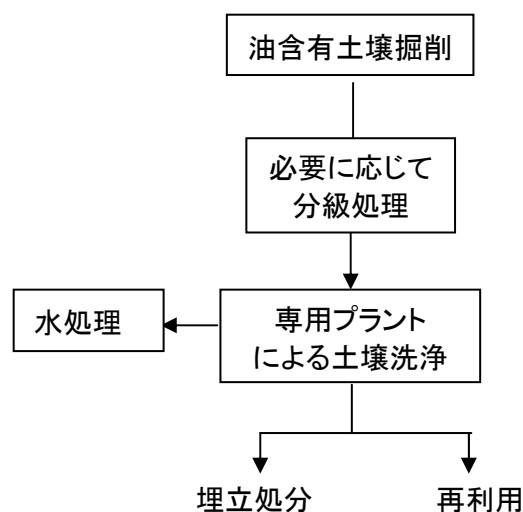


図8－1 土壌洗浄フロー

8. 2 適用性

土壌洗浄の適用性について一般的に整理したものを表8－1に示す。

表8－1 土壌洗浄の適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリン	×
	灯油、軽油、A重油等	○
	C重油、機械油、原油等	○
対象媒体	礫	○
	砂	○
	シルト	△
	粘土	×
適用場所(原位置／敷地内／敷地外)		敷地内又は敷地外
前後処理の必要性		有り(水処理)

8. 3 留意事項

- ・ プラントを用いる技術であることから、揮発性、爆発性の高い物質に対する適用性に劣る。
- ・ 水処理の必要が生じる。

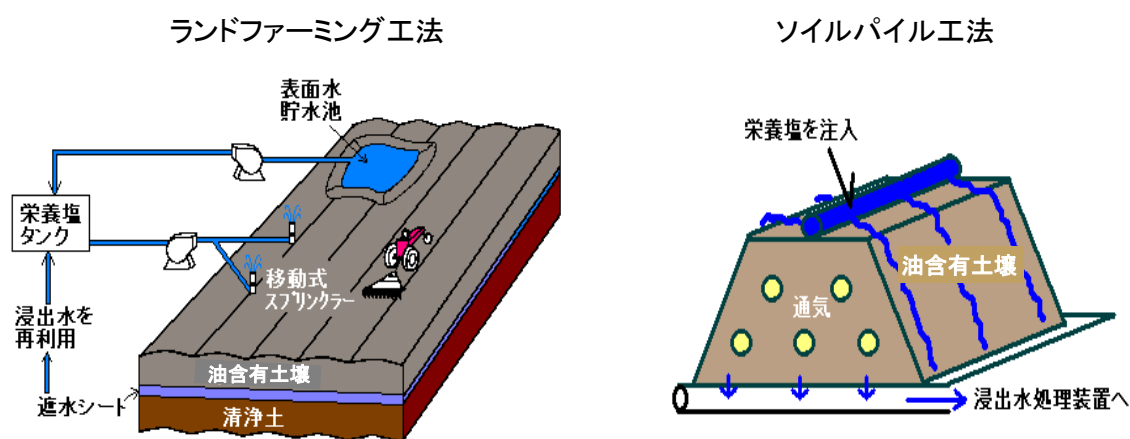
9. 掘削後バイオレメディエーション

9.1 概要と特徴

バイオレメディエーションとは、微生物の持つ鉱油類分解能力を利用して油含有土壌を浄化・安定化させる手法である。油含有土壌に元来棲息する微生物に栄養塩などを投与して油分の分解促進を図る「バイオスティミュレーション」と、分解能力の優れた微生物を探索し、それを微生物製剤として油含有土壌に投与して浄化促進を図る「バイオオーグメンテーション」がある。バイオレメディエーションの長所を以下に示す。

- ・ 特殊なプラントなどの建造費が不要で、浄化に要する費用が他の物理化学的手法と比較して一般に安価である。
- ・ 特殊な装置や機械を使用せずに油分を水や二酸化炭素などの無害な物質に分解するため、後処理の必要が無く、二次公害の心配も少ない。

掘削後バイオレメディエーションには、油含有土壌へ空気などを供給する方法の違いによって、ランドファーム工法とソイルパイル工法がある。それぞれの代表的な工法のイメージを図9-1に示す。



- ・油含有土壌を広げ耕して処理を行うか、畝を作りその畝をかくはん切り返しながら処理を行う方法がある。
- ・使用する機械によるが、盛土厚は 50cm～150cm程度の実績がある。
- ・気候に左右され、冬季は分解が進行しにくい
- ・耕す際に、臭気の発生や揮発物質の大気拡散の影響を検討する必要がある。
- ・粘性土の処理も可能である。
- ・広い作業用地が必要になる。

- ・油含有土壌を盛り立てて盛土内に吸引管を設置し、大気から酸素を供給し、栄養分等を散布して処理を行う。
- ・環境条件を制御しやすい。
- ・排ガスや浸出水を管理できる。
- ・耕す必要がないため、盛土高さを高くでき、ランドファームに比べ、狭い作業用地で施工できる。

図9-1 掘削後バイオレメディエーションのイメージ図

9. 2 適用性

掘削後バイオレメディエーションの適用性について一般的に整理したものを表9－1に示す。

表9－1 掘削後バイオレメディエーションの適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリン	○
	灯油、軽油、A重油等	○
	C重油、機械油、原油等	△
対象媒体	礫	○
	砂	○
	シルト	△(土壌改良要)
	粘土	△(土壌改良要)
	地下水	○
サイト(敷地内／敷地外)		いずれも○
前後処理の必要性		なし

9. 3 留意事項

- ・ 一般的には、適用にあたり、事前に室内やフィールドでのトリータビリティ試験が必要である。
- ・ 揮発性油から重質油までの適用が可能であり、油臭と油膜の発生を大幅に改善できる。ただし、重油等に含まれる高沸点の炭化水素は微生物で分解されにくく残留するため、浄化可能なレベルは油含有土壌に含まれるそれらの含有量に支配される。
- ・ 浄化期間は微生物の増殖速度に依存するため数ヶ月は必要であり、また外気温が低い冬季には適用が難しい。
- ・ バイオオーグメンテーションを適用する場合には、「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」(平成17年3月 経済産業省及び環境省告示)に沿って事前に安全性を検討する必要がある。

10. セメント原材料化

10.1 概要と特徴

「セメント原材料として利用」とは、掘削した油含有土壌をセメント製造施設に搬入し、セメントの原材料として利用することである。

セメントの製造には、カルシウム、シリカ、アルミナ、鉄の主要成分を含んだ原材料が必要である。油含有土壌についても、その成分によっては原材料となりうる。セメント製造施設においては、搬入される土壌に含まれる物質がセメント製品の品質確保の観点からも、セメント製造工程に係る環境保全の観点からも問題を生じさせないことが確認された上で原材料として用いられることになる。

搬入された油含有土壌は、セメント製造工程のキルンにおいて高温で焼成され、土壌中の油分等の有機物質が分解されることになる。

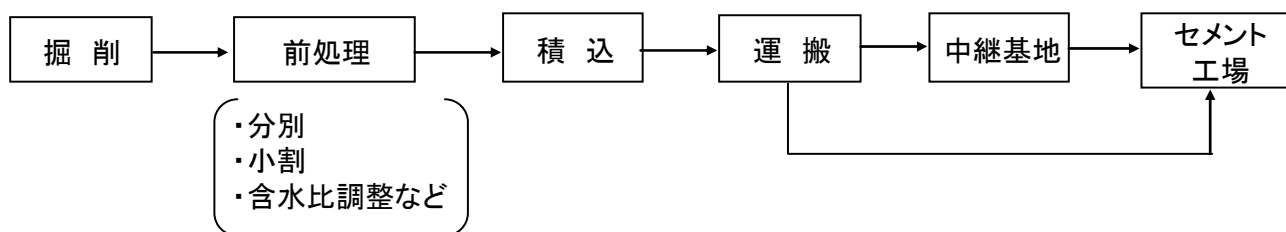


図10-1 全体処理フロー

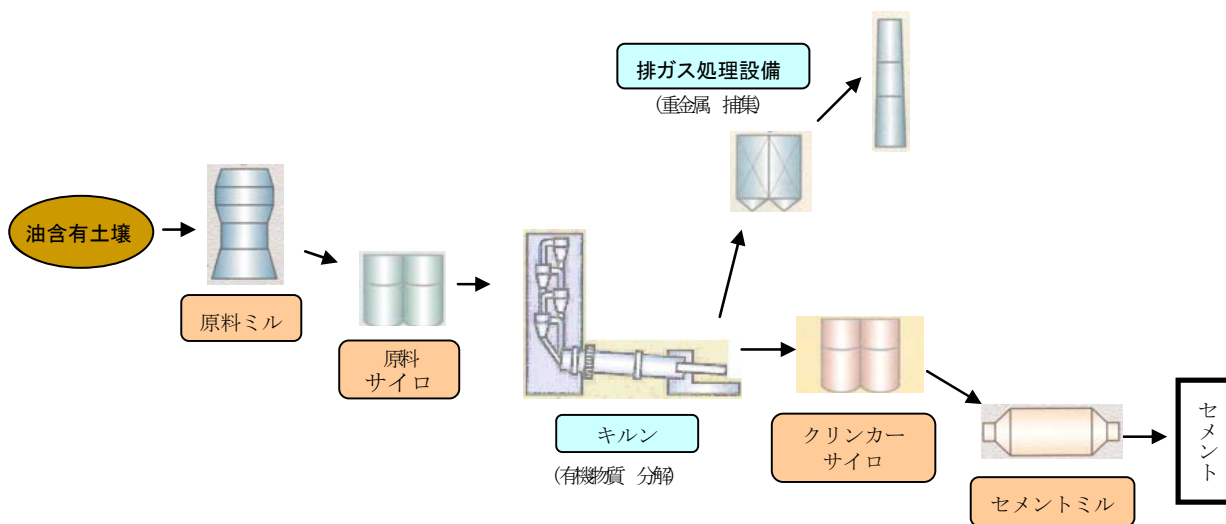


図10-2 セメント製造工程の概念図

10.2 セメント工場受入における留意事項

(1) セメント工場における受入基準等

セメント会社ごとに設けられた受入基準を満たす必要がある。

表10-1 受入基準例

形状	・サイズ<100mm
性 状	・汚泥状でないこと
油含有量	下記の①及び②の条件を満たす濃度に限る
その他	① 異臭がないこと ② 水分・油分の垂れや蒸発により作業環境、 周辺環境に影響のないこと ③ 金物等の異物を含まないこと ④ 実サンプルによる事前検討を行えること

非意図的な物質の生成に留意する必要がある。

- (2) 重金属等の有害物質を含む油含有土壌である場合は、セメント会社に含有する物質の種類と濃度を示して、製品であるセメントの品質確保、施設運転時の環境保全等の観点から受入が可能であるかどうかを確認することになる。

11. 土壌ガス吸引

11.1 概要と特徴

土壌ガス吸引は、地下に存在する油分の揮発成分を、井戸などを減圧して土壌ガスを吸引する事により地中からガス態として抽出除去する方法である。最も一般的なフローを図11-1に示す。

地下水揚水や地中曝気(エアスパージング:図11-2)などとの併用で適用範囲の拡大も行われ、また好気的な微生物分解を促進する目的で行われる事もある。この場合は油分中の揮発性を有しない成分もその対象となる。原位置で実施されるもの以外に、掘削した土壌を敷地内に積み上げ、土壌ガス吸引を実施する場合もある。

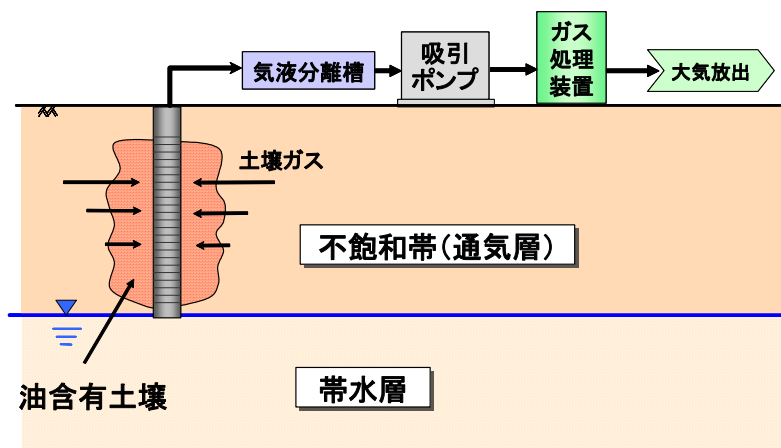


図11-1 土壌ガス吸引の概念図

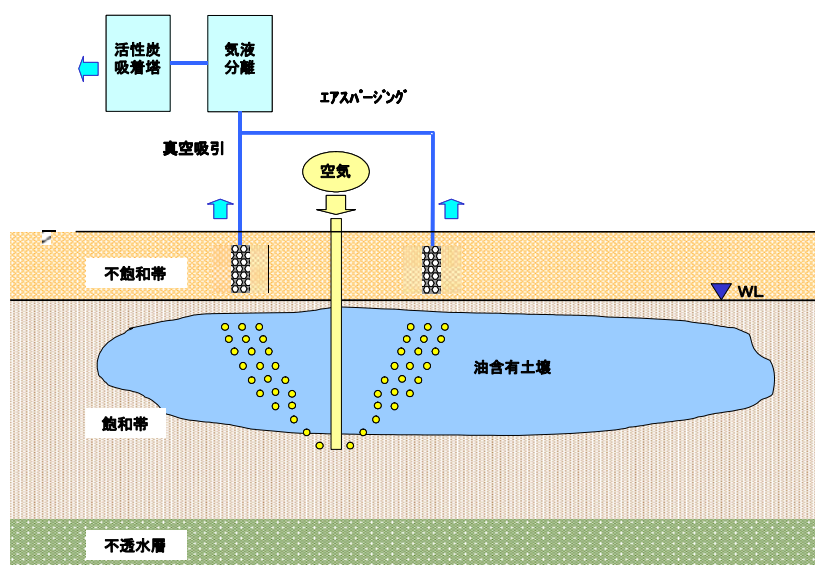


図11-2 エアスパージングの概念図

11.2 適用性

土壌ガス吸引の適用性について一般的に整理したものを表11-1に示す。

表11-1 土壌ガス吸引の適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリンなど	○
	灯油、軽油、A重油等	△
	C重油、機械油、原油等	×
対象媒体	礫	○
	砂	○
	シルト	△
	粘土	×
適用場所(原位置／敷地内／敷地外)		原位置
前後処理の必要性		有り

11.3 留意事項

- ・ 通気帯(不飽和帯)が適用対象であり、地下水位より深い場所にある油含有土壌に適用する場合は揚水との併用が必要である。
- ・ ガス吸引できるのは、揮発性を有する成分に限定される。
- ・ 回収効率は土質の通気性に影響される。礫・砂質土層の回収効率は高いが、シルト質土層の回収効率は低くなる。
- ・ 引火性、爆発性のあるガスを回収する場合には、防爆型の設備を用いる等の安全対策を請じる。

12. 原位置バイオレメディエーション

12.1 概要と特徴

原位置バイオレメディエーションとは、油含有土壌を掘り返さずに直接地中に空気や栄養塩などを供給し、油分の分解促進を図る方法である。掘削後バイオレメディエーションと同様に、「バイオスティミュレーション」と「バイオオーグメンテーション」がある。原位置バイオレメディエーションは、掘削後バイオレメディエーションに比較し、浄化効率は低下するが以下の長所がある。

- ・ 広範囲で大規模・大深度な油含有土壌に適用できる。
- ・ 作業中の建屋下の油含有土浄化などへの適用が可能である。

原位置バイオレメディエーションには、不飽和土層に存在する油含有土壌の浄化を対象としたバイオペンティング工法と、地下水以下の油含有土壌浄化を対象とした酸素供給工法がある。それぞれの代表的な工法のイメージを図12-1に示す。

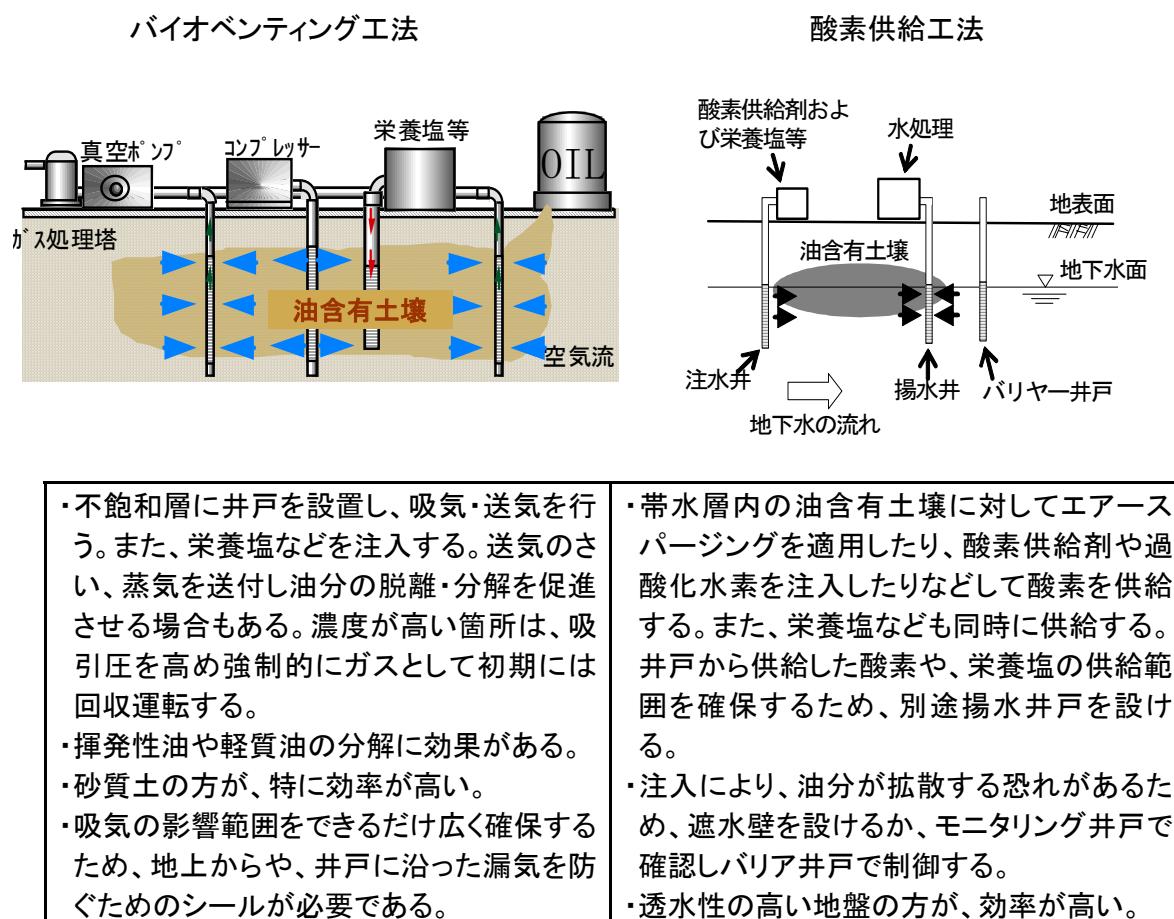


図12-1 原位置バイオレメディエーションのイメージ図

12.2 適用性

原位置バイオレメディエーションの適用性について一般的に整理したものを表12-1に示す。

表12-1 原位置バイオレメディエーションの適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリン	○
	灯油、軽油、A重油等	○
	C重油、機械油、原油等	△
対象媒体	礫	○
	砂	○
	シルト	△(土壌改良要)
	粘土	△(土壌改良要)
	地下水	○
前後処理の必要性		なし

12.3 留意事項

- ・ 一般的には、適用にあたり、事前に室内やフィールドでのトリータビリティテストが必要である。
- ・ バイオスティミュレーションを適用する場合には浄化対象地に油分を分解する土着菌の存在が必要である。また、地下水質によっては菌の活性を阻害し、不適性となる。
- ・ バイオオーグメンテーションを適用する場合には、「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」(平成17年3月 経済産業省及び環境省告示)沿って事前に安全性などを検討する必要がある。
- ・ 年間の地下水の変動を考慮し、水位変動に応じ、不飽和帯に存在する油分と飽和帯に存在する油分の浄化が可能な方法を選択する。
- ・ 揮発性油から重質油までの浄化に適用が可能であり、油臭と油膜の発生を大幅に改善できる。ただし、重油等に含まれる高沸点の炭化水素は微生物で分解され難く残留するため、浄化レベルは油含有土壌に含まれるそれらの含有量に依存する。
- ・ 浄化期間は微生物の増殖速度に依存するため数ヶ月～数年は必要である。
- ・ 薬剤を注入する際には、注入薬剤の拡散影響を制御する対応が必要である。

13. 化学的酸化分解

13. 1 概要と特徴

過酸化水素などの酸化剤は、非選択的に多くの有機化合物を無害な水や二酸化炭素などに分解することができる。過酸化水素は鉄を触媒として強力な酸化分解能力をもつ。このような酸化剤を地下水に注入することにより油分を分解させる反応を化学的酸化分解という。重質油についても比較的適用が可能である。図13－1に示すように酸化剤を注入し揚水井で移動させることにより、浄化領域を広げることができるが、反応が比較的速いため、酸化剤の到達範囲の広がりには限界がある。

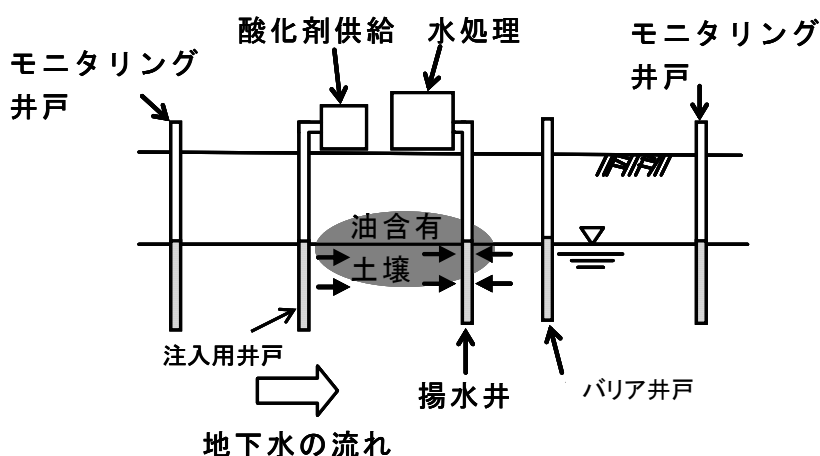


図13－1 化学的酸化分解の概念図

13. 2 適用性

化学的酸化分解の適用性について一般的に整理したものを表13－1に示す。

表13－1 化学的酸化分解の適用性

適用条件		適用度 (○:可、△:一部可、×:不可)
油の種類	ガソリン	○
	灯油、軽油、A重油等	○
	C重油、機械油、原油等	△
対象媒体	礫	○
	砂	○
	シルト	△(土壌改良要)
	粘土	△(土壌改良要)
	地下水	○
前後処理の必要性		なし

13.3 留意事項

- ・ 対象とする油分以外の有機物などが多量に含まれていると、浄化効率が悪い場合がある。
- ・ 酸化剤によって地中埋設物に劣化などの影響が生じる場合もあり、事前に専門家と十分に検討することが重要である。
- ・ 酸化剤の濃度や添加量を設定するために、事前にトリータビリティ試験が必要である。
- ・ 酸化剤の種類によっては未反応の酸化剤の毒性が懸念されるので、バリア井戸等の設置を含めた管理が必要である。
- ・ 酸化剤を高濃度で作業場に持ち込み希釈して利用する場合もあるが、急性毒性があるものもあり、使用にあたっては関係法令等を遵守して安全な取り扱いを行う。

卷 末 資 料

1. 中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会委員名簿
2. 審議経過
3. 油汚染対策ガイドラインの用語集
4. 「油汚染」サイトにおける土壌汚染調査・対策事例について
(平成17年10月5日開催 土壌汚染技術基準等専門委員会 資料3)

中央環境審議会土壌農薬部会 土壌汚染技術基準等専門委員会 委員名簿

(平成18年3月8日現在)

委員長	森田昌敏	独立行政法人国立環境研究所客員研究官
委員	大塚直	早稲田大学法学部教授
〃	佐藤洋	国立大学法人東北大学大学院医学系研究科教授
臨時委員	浅野直人	福岡大学法学部教授
〃	櫻井治彦	中央労働災害防止協会労働衛生調査分析センター所長
〃	中杉修身	上智大学大学院地球環境学研究科教授
〃	細見正明	国立大学法人東京農工大学工学部化学システム工学科教授
〃	眞柄泰基	国立大学法人北海道大学創成科学共同研究機構特任教授
専門委員	鈴木規之	独立行政法人国立環境研究所内分泌かく乱物質及びダイオキシン類のリスク評価と管理プロジェクトグループ 総合化研究チーム総合研究官
〃	富永衛	独立行政法人産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センター副センター長
〃	平田健正	国立大学法人和歌山大学システム工学部環境システム工学科教授
〃	三木博史	独立行政法人土木研究所技術推進本部総括研究官

(敬称略)

審 議 經 過

平成 17 年 6 月 24 日	中央環境審議会土壌農薬部会（第 19 回） ・油汚染対策ガイドラインを土壌汚染技術基準等専門委員会で検討することを決定
平成 17 年 10 月 5 日	中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会（第 6 回） ・油汚染対策ガイドラインのイメージ
平成 17 年 11 月 22 日	中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会（第 7 回） ・油汚染対策ガイドライン（案）について
平成 18 年 1 月 18 日	中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会（第 8 回） ・油汚染対策ガイドライン（案）について
平成 18 年 1 月 19 日 ～ 平成 18 年 2 月 17 日	パブリックコメント手続（国民からの意見募集）
平成 18 年 3 月 8 日	中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会（第 9 回） ・専門委員会報告書（油汚染対策ガイドライン）の取りまとめ
平成 18 年 3 月 31 日	中央環境審議会土壌農薬部会（第 20 回） ・専門委員会報告書（油汚染対策ガイドライン）の部会への報告

油汚染対策ガイドラインにおける用語集

(50音順)

【油汚染問題】

鉱油類を含む土壌（油含有土壌）に起因して、その土壌が存在する土地（その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む。）において、その土地またはその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること

【油含有土壌】

鉱油類を含む土壌

【油含有土壌存在範囲】

土壌TPH試験の結果より、鉱油類を含むと思われる土壌TPH濃度を示した範囲

【井戸水等】

飲用井戸、散水等の雑用に用いる井戸等の井戸の水、修景用の池の水、敷地内の水路を流れる水など。工場・事業場の敷地内にある排水処理施設の油水分離層の中の水のように、油臭や油膜があることが当然である水は想定していない。

なお、本ガイドラインが想定している油汚染問題発見の契機として、敷地周辺の井戸水等に油汚染問題があるとの指摘が妥当であると判断して自らの土地の油汚染問題を認識した場合がある。本ガイドラインの「周辺の土地」については公共用水域を排除しているものではないが、公共用水域において油が浮いている場合は、河川管理者等の公共主体が原因究明を行い、各法に基づく対応が行われるので、本ガイドラインにはそのような法に基づく対応は記述していない。仮に河川管理者等の指摘を契機として自らの土地の油汚染問題を認識した場合にも、本ガイドラインにより土地の所有者等が対応できるように、本ガイドラインは作成してある。

【鉱油類】

ガソリン、灯油、軽油、重油等の燃料油と、機械油、切削油等の潤滑油。アスファルトは、本ガイドラインでは対象としていない。

【敷地周辺】

調査地のある敷地の周辺

【浄化等】

油臭や油膜の原因となる油含有土壌の掘削除去と、油含有土壌中の油分を、分解したり土壌から分離等して取り除いたりする浄化とを、浄化等と表現している。

【状況把握調査】

土地の所有者等が自らの土地の地表又は敷地内の井戸水等に油臭や油膜が生じているこ

とを発見したときに行う調査で、その油臭や油膜が鉱油類によるものであるか否かを確認し、その油汚染問題に対する対策の要否やその内容等の検討に必要な情報を取得し、整理することを目的として行うもの。

【清浄土】

油汚染問題を生じさせることがなく、かつ、土壤汚染対策法に規定する汚染土壤ではない土壤。

【専門家】

第二編のところどころに、土地の所有者等に向けて専門家に相談するとよい等の記述がある。この「専門家」はどの記述箇所についても一律の専門分野を想定しているのではなく、それぞれの記述箇所ごとの土地の所有者等が相談する内容・分野に応じた知識や経験を有する人で、科学的知識・技術的経験等に基づいて適切な助言を行ってくれる人をいう。

【専門業者】

本ガイドラインでは、調査事業や対策事業を行う事業者全般を調査・対策事業者と表現しているが、調査事業の一部の専門的な分野の業務を行う事業者を専門業者と表現している部分がある。特にその記述部分で想定されている専門的な知識と経験を有する事業者を指している表現であるので、調査・対策事業全般を営業範囲とする事業者を排除しているものではなく、それらの事業者でも、求められる専門的な能力に秀でていれば専門業者として業務を発注できないものではない。

【全石油系炭化水素】

石油由来の炭化水素の総称。T P H参照

【対策検討範囲】

地表の油汚染問題に対する対策を検討する対象となる範囲。平面方向については、現地踏査にて油臭や油膜が認められなかった場所について調べた土壤 T P H 濃度をもとにその現場の対策検討範囲設定濃度として定めた濃度で囲まれる線の内側となる。深度方向については、平面方向の対策検討範囲を設定するために用いた対策検討範囲設定濃度以下の濃度となる深度までの範囲

【対策検討範囲設定濃度】

地表の油臭・油膜が感覚的に認められなかった場所で測った土壤 T P H 濃度のうち最も高い濃度。詳細は第二編第一部の図 5－1 を参照されたい。

【対策調査】

対策段階で、対策技術の選定にあたって、状況把握調査の結果などの既存の情報だけでは情報が不足していると考えるときに、それらの既存の情報を補完するために行う追加的な調査。第二編第二部の図 5－1 に示すような対策範囲の絞り込みや、選択した対策方法の適切さの検討に必要な資料を用いて対策の合理性、経済性を向上させるために行う。

【対策を検討するスキーム】

対策の方向性を検討する際の基本的な枠組み。状況把握調査の結果や、土地の利用方法に関する情報をもとに、対策の方向性を総合的に検討して、対策に移行する上で前提とし

て固めておくべき次の①から③の事項を取りまとめたもの。①地表の油汚染問題に対する対策を行うか否か、②調査地の井戸水等の油汚染問題に対する対策を行うか否か、③敷地周辺の井戸水等への影響を意識した対策を行うか否か。

【調査・対策事業者】

油汚染問題が認識されている土地で、土地の所有者等から状況把握調査等の調査事業を受託する事業者や、対策事業を受託する事業者のこと。調査事業や対策事業の全般を行う事業者も、調査や対策の一部を行う事業者も含んでいる。発注者たる土地の所有者等の立場に立って調査や対策のコンサルティングやエンジニアリングを行う事業者も含まれる。

【調査地】

油含有土壌が存在し、かつ油汚染問題が生じている場所

【TPH】

Total Petroleum Hydrocarbon のこと。本ガイドラインでは、油含有土壌に起因する油臭や油膜の把握は、嗅覚や視覚といった人の感覚によることを基本とし、それらを補完するものとして、関係者の共通の理解を得るための手段としてTPH濃度を用いることにしている。考え方は第一編第二の3などを参照。TPHの試験法については第二編第一部資料A、Bを参照

【土地の所有者等】

土地の所有者、管理者又は占有者。本ガイドラインを活用する土地の所有者等は、土地の掘削等を行うために必要な権原を有し調査の主体として最も適切な一者に特定されると想定しており、本ガイドラインでは、基本的に土地の所有者を念頭に置いて記述している。ただし、土地の管理及び使用収益に関する契約関係、管理の実態等から見て、土地の掘削等を行うために必要な権原を有する者が所有者ではなく管理者又は占有者である場合もあるので、土地の所有者等としている。

【トリータビリティ試験】

浄化技術の適用性を確認するために事前に行う試験。

【無臭 TPH】

油臭がないと思った場所で測った土壌TPH濃度

【有臭 TPH】

油臭があると思った場所で測った土壌TPH濃度

「油汚染」サイトにおける土壌汚染調査・対策事例について

- 環境省では、平成13年度に(社)土壌環境センターに委託して、同センター会員企業138社を対象として、「油汚染サイトの調査・対策」に関するアンケート調査を行ったところ、「油汚染」のある土地について調査を行った実績があると回答した会員企業は49社、実績数は779件であった。

- このアンケート調査は土壌汚染対策法制定前に行ったものであるため、回答者の「土壌汚染」に対する認識は、土壌汚染対策法でベンゼン、PCB が特定有害物質として規制されたあとのものとは異なり、また、「油汚染」の認識も調査・対策の発注者や回答者によってばらつきがある。

- 例えば、回答された事例の中には、ベンゼンによる汚染を意識したものや、油臭や油膜の存在を意識したものもあるが、土壌に油が含まれた状態にあるかどうかだけを意識したものもある。

- 一方、本アンケート調査によって、土壌汚染対策法の制定以前の、「油汚染」の発見の契機などの状況や、調査・対策事業を受注した土壌汚染調査・対策事業者の意識などを知ることができる。

- 表1に調査・対策の契機を示す。土地の売買に際して土壌中に油が存在するか否かを調査することなどの「状況把握」のために行ったものが多いが、掘削工事中の油まじりの土の発見や、油臭や油膜の発見などを契機とするものも多い。

- 図1と図2に、調査・対策事業者が、調査・対策に際して認識した問題事項を示す。土壌汚染対策法制定前のアンケート調査なので、その後の同法の制定によって特定有害物質による汚染についての判断基準などが示されて解決済みの問題認識も含まれる。しかしながら、油臭・油膜を発見したときの「汚染の判断が難しい」、「処理目標の設定が難しい」、などの問題は解決されていないと考える。

- 図3に調査・対策を行った事業場の業種分類を示す。回答された事例の中には土地の売買に際しての当該土地の状況調査が多いこともあって、油を製造、販売する事業場の割合が高いものの、種々の業種や場所にわたっていることがわかる。

表1 調査・対策の契機 (対策を実施した事例779件(うち不明39件))

契 機 分 類		件 数	
状況把握 (事業者)	A.土地の売買のための調査	289件	563件 (76.1%)
	B.事業者の自主的調査 (ISO取得などのため)	268件	
	C.条例、要綱等による調査	6件	
汚染発見 (事業者又は工事施工者)	D.掘削工事中の発見 (掘削を伴うもの)	24件	132件 (17.8%)
	E.工場跡地等の再開発のための掘削工事中の発見	48件	
	F.事業者による敷地内での異常(油臭、変色等)の発見 (掘削を伴わないもの)	37件	
	G.事業者による利用井戸の油膜の発見	23件	
汚染発見 (自治体)	H.自治体の周辺地下水調査による油膜等の発見	4件	4件 (0.5%)
汚染発見 (周辺住民からの苦情等)	J.悪臭(油臭)発生による周辺住民からの苦情	4件	16件 (2.2%)
	K.利用井戸の油膜発生による周辺住民からの苦情	3件	
	L.利用井戸の油臭発生による周辺住民からの苦情	0件	
	M.表流水の流出による周辺水域(海域を含む)の油膜発生による周辺住民や漁民者等からの苦情	6件	
	N. 表流水の流出による周辺水域(海域を含む)の油臭発生による周辺住民や漁民者等からの苦情	3件	
事 故	O.油流出事故による汚染	14件	14件 (1.9%)
その他	P. その他	11件	11件 (1.5%)
合 計		740件(不明を除く)	

図1 油汚染土壌の処理における問題 (各課題の百分率の母数:49社)

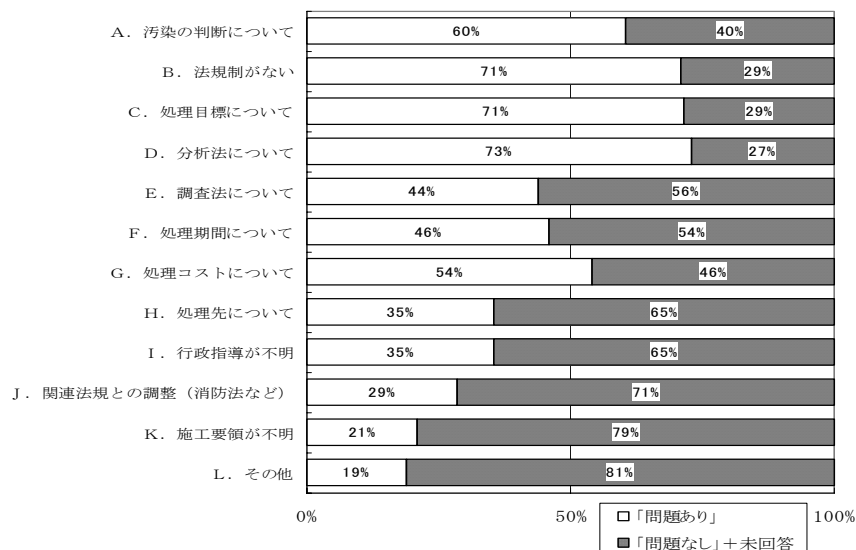


図2 油汚染土壌の処理における問題（重要度）（総数 124 件／45 社）

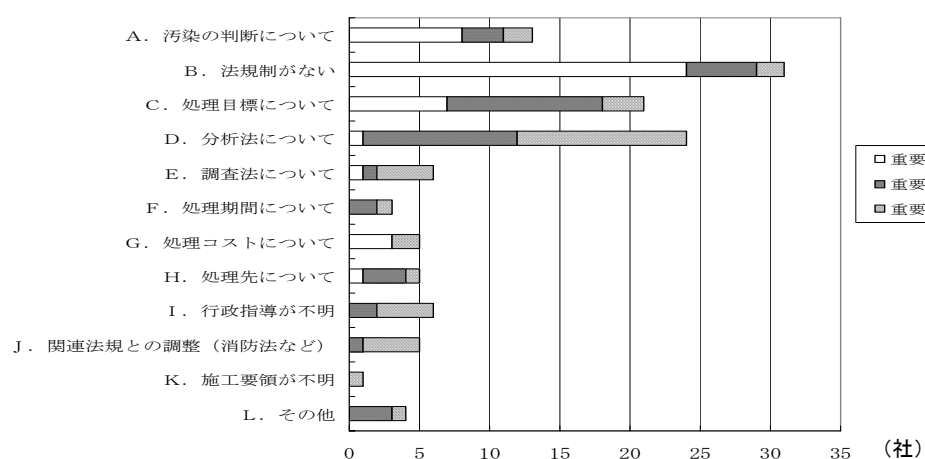


図3 油汚染サイトの業種（調査・対策を実施した事例779件）

