

油汚染調査方法 - 油種により異なる調査方法 -

地盤環境エンジニアリング（株） ○笹田 直己
遠藤 康仁

1. はじめに

2006年3月に、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を示した、油汚染対策ガイドラインが公表された。ガイドラインでは、人が違和感や不快感を示す油臭・油膜の発生を油汚染発見の契機とし、油の状況を把握する方法などが定められているが、油そのものの基準等は定められていない。一方、ガソリン等の燃料油には、特定有害物質であるベンゼンが含まれており、自治体によっては、給油所の廃止・除却時にベンゼンや有鉛ガソリンに含まれていた鉛を対象とした調査の実施が定められている場合がある。その他にも、油には発がん性などの有害性が指摘されるPAHs（多環芳香族炭化水素）が含まれており、油を使用していた事業所の土地売買においては油臭・油膜のみでなく、土壌・地下水中の油による汚染の有無を確認することが多く求められるようになった。

油汚染が懸念される土地では、油による汚染を明確にするための調査や分析を実施する必要があるが、油はガソリン・軽油・灯油・重油等の燃料油、オイル・機会油等の潤滑油、また固形状のワックス・アスファルト等多様な種類があり、その性状も油種により異なる。したがって、異なる油種の汚染が複合的に起こっていた場合、単一の調査方法では、油による汚染を見落としてしまう可能性がある。本発表では、油種によって異なる、有効な調査方法の事例を紹介する。

2. 油種による性状および成分

油は多種・多様な炭化水素の混合物であり、油種により揮発性や成分が異なる（図-1、表-1）。また油に含まれている成分のうち、ベンゼンは日本で規制されており、エチルベンゼン、PAHs 等は海外で規制されている（表-2）。

表-1 油中の BTEX 含有率（％）

	ベンゼン	トルエン	キシレン	Eベンゼン	合計
レギュラー	0.64	9.1	6.1	1.4	17
プレミアム	0.51	21	8.5	1.7	31
灯油	0.01	0.1	1.1	0.3	1.5
軽油	0	0.03	0.22	0.04	0.29

（石油連盟：PRTR 制度と給油所より）

表-2 油に含まれる有害物質の基準の例

	土壌 mg/L	地下水 mg/L	備考
ベンゼン	0.01	0.01	特定有害物質・環境基準
*鉛	0.01	0.01	特定有害物質・環境基準
トルエン	－	0.6	水質汚濁に関わる要監視項目
キシレン	－	0.4	水質汚濁に関わる要監視項目
E ベンゼン	－	0.7	アラバマ・ワシントン州の地下水基準
PAHs	1～ 10mg/kg	0.2～ 1mg/L	オランダのベンゾ(a)ピレンの土壌・地下水基準

*鉛は、1975年までレギュラーガソリンに、
1986年までプレミアムガソリンに添加されていた。

以上のように、油の揮発性や成分は油種により異なるため、調査方法や調査対象物質も異なる。よって、現地調査に入る前に資料等調査（履歴調査）を実施して油の使用履歴を調べ、油種を明確にする必要がある。

給油所では、施設配置図、配管図、消防申請書類から、使用した油種や使用箇所を特定することができる。また聞き取り調査やタンクの法定検査記録から、油の漏洩事故の有無を確認するとともに、現地踏査にて施設内の油の痕跡を確認する。また油槽所や製油所のように規模の大きい施設では、ガソリン等の燃料油以外に、重油、潤滑油、ワックスや多くの化学物質を取り扱っている。施設内には油を含む埋設排水管が通っており、廃棄物の処理及び清掃に関する法律が制定された1970以前に、ワックスやスラッジを埋め立てた事例もあるため、聞き取り調査等で油配管や排水の漏洩事故や、油の不適切な取り扱いを調べる。

3. 油種ごとの調査方法

資料等調査にて、油種や油の使用場所を特定したのち、概況調査および詳細調査を実施する。概況調査は、主に土壌ガス調査や表層土壌調査を行い、油類の平面的な分布を把握し、汚染が生じている可能性があるポイントを絞り込む。詳細調査は、概況調査で土壌・地下水中に油類による汚染の可能性がある場合、ボーリング調査にて

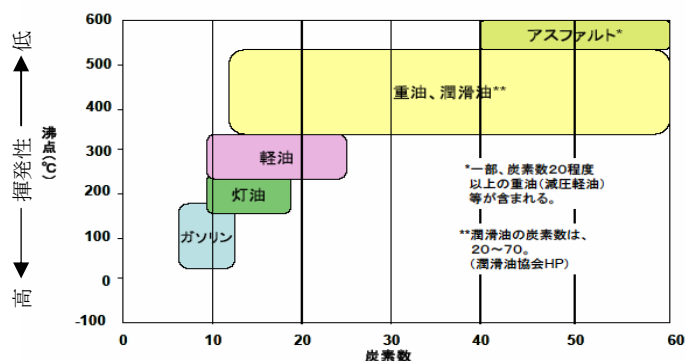


図-1 石油製品の沸点範囲と炭素数
（環境省：油汚染対策ガイドラインより）

土壌・地下水中の油による汚染の程度を把握する調査である。詳細調査では、全ての油種において土壌・地下水を採取するが、概況調査では、揮発性が高いガソリン等は土壌ガス調査、揮発性が低い重油は表層土壌調査やボーリング調査などで土壌を採取し分析するなど、油種により調査手法が異なる。油種ごとの有効な調査方法（表-3）および調査対象物質（表-4）を示す。

表-3 油種ごとの有効な概況調査方法

	土壌ガス調査	表層土壌調査	土壌掘削調査
ガソリン	○	△	△
灯油・軽油	○(△)	△	△
重油	× (不揮発性である)	○	△
ワックス等	× (不揮発性である)	△	○

表-4 油調査時の適用可能な調査対象物質

BTEX	ベンゼン(B),トルエン(T),エチルベンゼン(E),キシレン(X)の総称。ベンゼンは土壌・地下水ともに環境基準が定められている。揮発性があり、BTEX が含まれているガソリン、灯油、軽油を対象とした調査に有効。重油やワックスには含まれていない。
鉛	1975年頃まではベンゼンに、1986年まではPbに添加されており、環境基準が定められている。表層土壌調査やボーリング調査で、土壌を採取して分析する。
全VOC	揮発性有機化合物の総量濃度を表し、FID モニタで測定する。揮発性があるガソリン、灯油、軽油を対象とした調査に適応できる。BTEX 以外の油も感知するが、成分の同定はできない。
TP	ガス中の石油系炭化水素濃度を表し、IR メータで測定する。揮発性があるガソリン、BTEX 以外の油も感知し、油に由来する成分だけ測定できる。
TPHs	炭素数 C ₆ ～C ₄₄ までの全石油系炭化水素濃度をラボにて測定する。C ₆ ～C ₁₂ がガソリン相当、C ₁₂ ～C ₂₈ が灯油軽油相当、C ₂₈ ～C ₄₄ が重油・潤滑油相当とされる。
PAHs	多環芳香族炭化水素の総称。ラボにて測定する。一部は発がん性が疑われている。
n-ヘキサン抽出物質	溶媒である n-ヘキサンにより抽出される、油分の濃度。ラボにて測定する。80℃で加熱して溶媒を揮散させた残渣量を測定するため、揮発性が高い油には向かない。
油臭・油膜	土壌・地下水の油臭や油膜を確認する。重油までの燃料油調査で適用可能。特別な装置を用いるものではなく、人の感覚である視覚と嗅覚で把握する。測定者によって、誤差が生じる。

3.1 揮発性の油

① ガソリン

ガソリンは揮発性が高く、環境基準が定められているベンゼンや TEX が多く含まれているため、現地で即時に成分分析が可能である GC-PID による土壌ガス調査が有効である。BTEX 以外の油分は、VOC 濃度や TP 濃度で把握する。有鉛ガソリンの使用履歴がある場合、土壌・

地下水中の鉛の調査も実施する。

② 灯油、軽油

灯油・軽油はガソリンに比べ揮発性が低い、BTEX は含まれており、ガソリン同様 GC-PID による土壌ガス調査が可能である。また、BTEX 成分が少ない場合でも、土壌ガス中の全 VOC 濃度や TP 濃度を把握することで、灯油、軽油の有無を判断することが可能である。

3.2 不揮発性の油

③ 重油、潤滑油

重油・潤滑油は揮発性が非常に低く、土壌ガス調査による油の測定は困難である。よって、表層土壌調査やボーリング調査により、土壌を採取する必要がある。土壌中の油分は、現地では油臭・油膜を確認し、ラボ分析にて TPHs 濃度や n-ヘキサン抽出物質濃度を測定するが、基準は定められていない。

④ ワックス等固形物

ワックス等固形物は揮発しないため、土壌ガス調査による測定は不可能である。ワックス等の固形物は、過去に廃棄物として埋められたものが多く、移動性が低いことから掘削範囲の特定が可能である。よって聞き取り調査等により、大まかな範囲を特定したのち、設定した間隔（ピッチ）ごとにトレンチ掘りやボーリング調査を実施し、目視によりワックス等の有無を確認する。



写真-1 土壌掘削状況(左)ボーリング調査状況(右)

4. まとめ

油類の調査は油が揮発性である場合と、不揮発性である場合との2つに大別される。揮発性の油はコストが安く、油中の成分が現場で特定できる土壌ガス調査の実施が可能であるが、不揮発性である場合はコストが高く、掘削やボーリング等でラボでの分析に必要な土壌を採取する必要がある。今後とも、油種に応じたスクリーニングによって、油による汚染を見落とさないことが大切である。

《引用・参考文献》

- 1) 環境省：油汚染対策ガイドライン, 2006.3.
- 2) 石油連盟・全国石油商業組合連合会：PRTR 制度と給油所(排出量の算出と届出などのマニュアル)