

## (110) ガソリンスタンドの土壤汚染スクリーニングにおける土壤ガス調査の有効性

安原雅子<sup>1</sup>・山内仁<sup>1</sup>・中間哲志<sup>1</sup>・草場周作<sup>1</sup>・吉田英智<sup>2</sup>・中村太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社アイ・エス・ソリューション・<sup>2</sup>株式会社エル・シー・エー

### 1. はじめに

環境維持活動、所有権の移転および廃止に伴うガソリンスタンドを対象とした土壤汚染調査を行う事例が増加している。ガソリンスタンドで土壤汚染調査を行う場合の評価物質はガソリン中に含まれているベンゼンの他に油分（油分の分析は四塩化炭素抽出 - 赤外吸光度法、n-ヘキサン - 重量法、二硫化炭素抽出-GC・FID法などで行っている）を対象とする場合が一般的である。また、調査の方法はボーリング調査の他に初期段階にいわゆるスクリーニング調査として土壤汚染対策法に示された土壤ガス調査を行う場合が多くなっている。本論では土壤ガス調査による油分による土壤汚染（ここで土壤汚染とはガソリンスタンドの事業活動に伴うガソリンや軽油などの土壤への漏洩を指す）評価の有効性について検討を行ったので報告する。

### 2. ガソリンスタンドを対象とした土壤ガス調査の方法

ガソリンスタンドの土壤汚染スクリーニングのための土壤ガス調査は、環境省告示第16号(平成15年3月6日)に準拠して実施している(表2-1参照)。調査地点の設定は、対象地を土壤汚染対策法に示された「汚染のおそれがある土地」と分類して単位区画内に1調査地点を標準とし、汚染の存在する可能性が高い地点：地下タンク、埋設配管、ガソリン計量機、油水分離槽などに近接する位置としている。

表2-1 調査の仕様

項目	仕様の説明
土壤ガス採取方法	真空箱 + ポンプによるテドラーバッグへの間接吸引採取
捕集部	1L容 テドラーバッグ
保孔管	SUS製 L=800mm OD=14mm ID=12mm
採取管 / 導管	テフロン製 L=1200mm OD=6mm ID=4mm
GC機種名	SRI GC310型 (PID/DELCD 検出器モデル)
分離カラム	UA502 L=30m, ID=0.53mm film=3 $\mu$ m (SUSキャピラリカラム)
温度プログラム	Init.50 - ramp 10 /min(9min.) - End 140
分析時間	標準 9分
PID検出器 ランプ種類	10.2 eV
P I D検出器温度	150
D E L C D検出器温度	150
ガス試料導用量	0.5ml
キャリアガス条件	純He (99.99995%) 9psi (inlet 圧)
メイクアップガス条件	純空気 3psi (inlet 圧)

### 3. 土壤ガス測定結果の検討

ガソリンスタンドで行った土壤ガス測定結果を用い、土壤ガス中のベンゼンとその他の成分（ガソリン・軽油・キシレン・トルエン）や土壤ガス測定結果と土壤中の油分含有量との関係の検討を行った。

#### Soil Gas Survey Effectiveness Verification Report:

#### Soil Contamination Screening Technology at Gas Station

Masako Yasuhara<sup>1</sup>, Hitoshi Yamauchi<sup>1</sup>, Tetsushi Nakama<sup>1</sup>, Shusaku Kusaba<sup>1</sup>, Hidetomo Yoshida<sup>2</sup>, Taro Nakamura<sup>2</sup> (<sup>1</sup>In Situ Solutions Co.,Ltd., <sup>2</sup>Life Cycle Assessment Co., Ltd.)

連絡先: 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 2-3-16 千代田パリオビル 6階 安原雅子

TEL 03-5297-7288 FAX 03-5297-0242 E-mail yasuhara@enbiotec.co.jp

なお、PID-GC のピークで分類した油分の種類とは、土壤ガス調査でベンゼンが検出された検体を対象として、PID-GC のピーク値によりベンゼン及びガソリン・軽油成分有り、ピーク無（ベンゼン、ガソリン・軽油の成分検出なし）に分類したものである。また、油分の分析は四塩化炭素抽出 - 赤外吸光光度法によって行った。

土壤ガス中のベンゼンとその他の成分（ガソリン・軽油・キシレン・トルエン）の関係を調べるにあたり、市販されているレギュラーガソリンと軽油を標準物質としてヘッドスペースガスで PID-GC による土壤ガス分析を行い、これを油分の種類を分類するための基礎資料とした。図 3 - 1 にレギュラーガソリンのヘッドスペースガス、図 3 - 2 に軽油のヘッドスペースガスの PID-GC 分析結果をそれぞれ示す。また、実サイトでの測定結果を図 3 - 3（ガソリン成分が多い測定結果として）及び図 3 - 4（軽油成分が多い測定結果として）に示した。

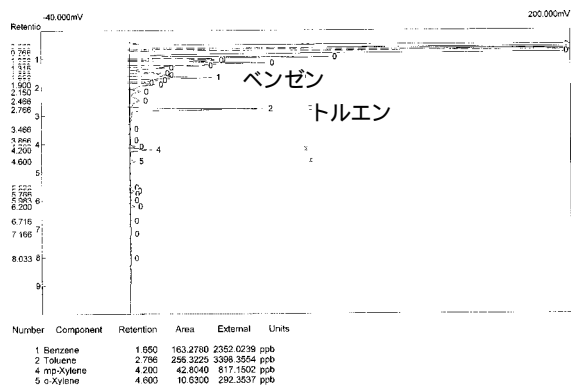


図 3 - 1 PID-GC によるガソリンの測定

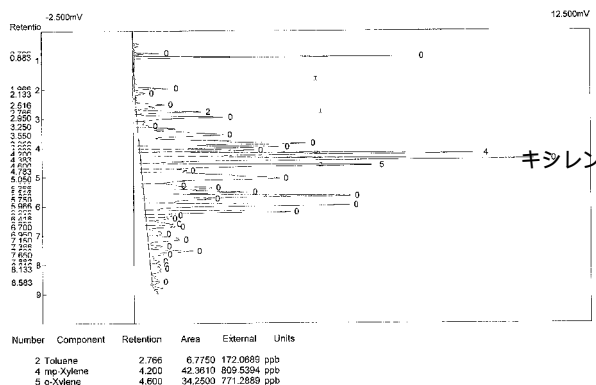


図 3 - 2 PID-GC による軽油の測定

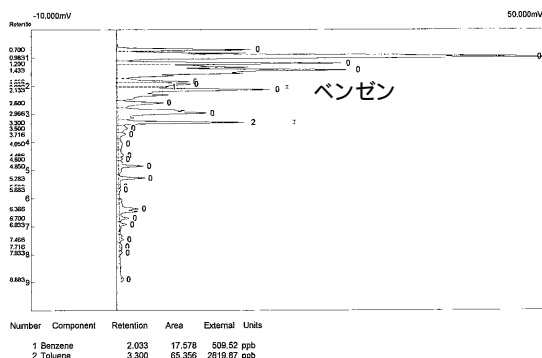


図 3 - 3 ガソリン成分を多く含む測定結果

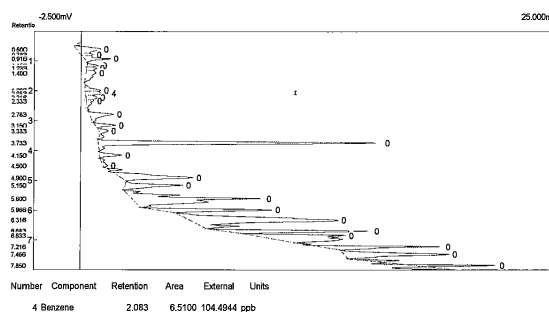


図 3 - 4 軽油成分を多く含む測定結果

(1) 標準物質と実サイト測定結果との相違点や特徴

ガソリンスタンドで取り扱われている燃料油中にはベンゼンの他、トルエンやキシレンが含有されている（表 3 - 1）。この組成を反映して、標準物質の測定結果では、レギュラーガソリンでは保持時間がベンゼンより短い炭化水素に由来するピークの他にトルエンのピークが明瞭に認められる（図 3 - 1 参照）。一方、軽油では保持時間がキシレン相当(3分～6分)の炭化水素に由来するピークが多いのが特徴といえる（図 3 - 2 参照）。

表 3 - 1 ガソリンスタンドで取り扱われている燃料油中(液中)の化学物質含有率（業界平均値)(単位：wt%)

化学物質	プレミアムガソリン	レギュラーガソリン	灯油	軽油
ベンゼン	0.54	0.65	0.01	0.00
トルエン	24	8.8	0.1	0.03
キシレン	7.7	5.6	1.0	0.22

(1)社団法人 化学工学会「平成 13 年度化学物質国際規制対策推進等 (PRTR 算出マニュアル) 調査報告書 化学物質排出量等算出マニュアル」参照

実サイトの土壌ガス測定結果もベンゼンが単独で認められることは少なく、ベンゼンを検出した検体の約97%はガソリン・軽油成分、トルエン及びキシレンも検出している（図3-3、3-5参照）。また、軽油成分を多く含む測定結果では標準物質より保持時間が長いピークが増加する特徴がある（図3-4参照）。

図3-6には全測定値に占めるベンゼンの検出検体数とガソリン・軽油成分・トルエン・キシレンの検出検体数を示している。ベンゼンを検出した検体は全体の約28%であったのに対して、ガソリン・軽油成分・トルエン・キシレンの検出検体は約52%であった。したがって、ガソリン・軽油成分・トルエン・キシレンを指標とした方が感度良くガソリンの漏洩を検知できるといえる。

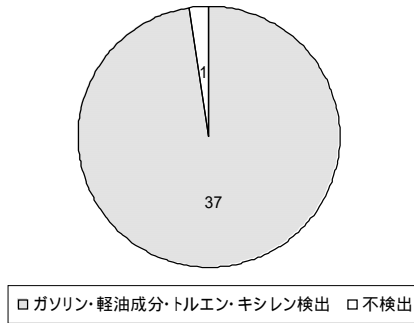


図3-5 ベンゼン検出検体（38検体）中のその他成分の検出

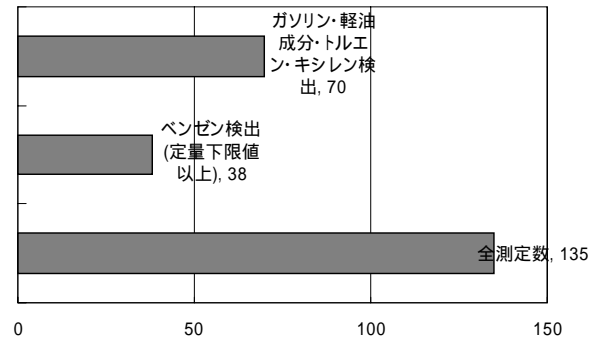


図3-6 ベンゼンやその他成分の検出数

(2) 土壌ガス調査結果と土壌中の油分含有量の関係

図3-7に土壌ガス分析結果から読み取れたガソリンや軽油成分の有無と土壌中の油分含有量との関係を示した。油分濃度が20mg/kg未満の地点ではガソリンや軽油成分の検出が認められた地点は全体の約20%であった。

一方、100mg/kg以上1000mg/kg未満や1000mg/kg以上10000mg/kg未満の地点では約50%の地点でガソリンや軽油成分の検出があった。したがって、土壌ガス中にガソリン成分や軽油成分の検出が合った場合には土壌中の油分濃度は相対的に高くなっている場合が多いといえる（図3-8）。

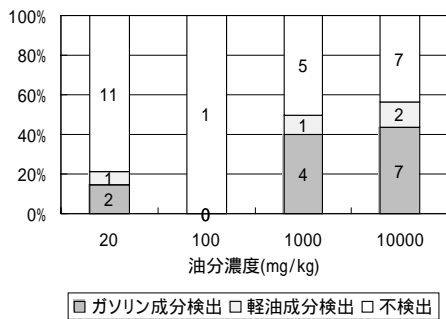


図3-7 ガソリンや軽油成分の有無と土壌中の油分含有量(その1)

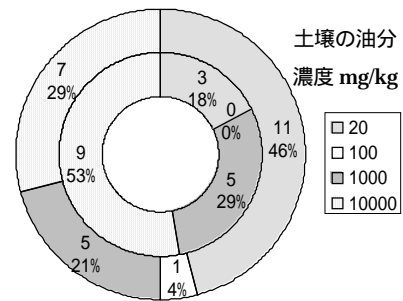


図3-8 ガソリンや軽油成分の有無と土壌中の油分含有量(その2) (内側：ガソリン・軽油成分検出地点、外側：不検出地点)

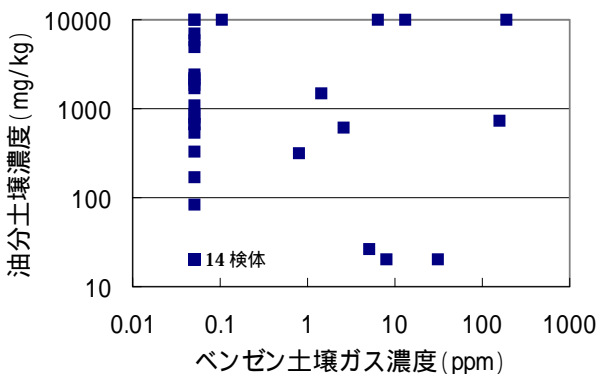


図3-9 ベンゼンの土壌ガス濃度と土壌中の油分含有量の関係

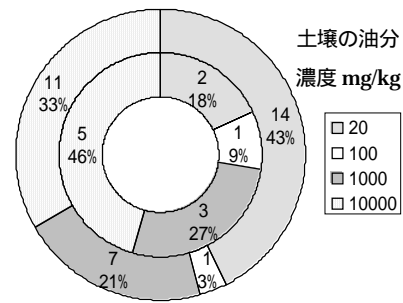


図3-10 土壌ガス中のベンゼンの有無と土壌中の油分含有量 (内側：ベンゼン検出地点、外側：不検出地点)

ベンゼンの土壌ガス濃度と土壌中の油分含有量の関係を図 3-9 及び図 3-10 に示した。ベンゼンの土壌ガスと土壌中の油分濃度の関係も、土壌ガスが検出された地点では土壌中の油分濃度も相対的に高くなっているといえる。

#### 4. 土壌ガス調査の有効性

ガソリン漏洩検知を目的として土壌汚染対策法に示された土壌ガス調査を実施する場合には、ベンゼンよりもトルエンや直鎖炭化水素類のピークの方が良い指標になっているといえる。今後はガソリンの低ベンゼン化が進むものと予想されることから、ガソリンスタンドでの土壌ガス調査実施にあたってはトルエンや直鎖炭化水素類の評価がより重要性を増すであろう。

ベンゼン、トルエンや直鎖炭化水素類を土壌ガス中に検出した地点では土壌の油分濃度は相対的に高くなっており、検出した地点の 50% で土壌の油分濃度が 1000mg/kg を超過していた。したがって、土壌ガス調査はガソリンスタンドでの油分による土壌汚染のスクリーニング調査として有効な手法と判断することができる。

しかしながら、これら指標物質を検出しなかった地点においても約 30% の地点で土壌の油分濃度が 1000mg/kg を超過していたことから、土壌ガス調査で総ての油分による土壌汚染を把握することは困難であることも判明した。ガソリンスタンドを対象としたより精度の高い土壌汚染スクリーニング調査を行うためには、対象地の履歴や施設構造を勘案してボーリング調査を併用して実施することが重要である。

#### 5. おわりに

ガソリンスタンドの登録件数は 2003 年度末には約 5 万箇所余りと 10 年前に比べて 1 万箇所減少している<sup>(2)</sup>。ガソリンスタンドを廃止する際には、東京都などでは条例によって調査結果の届出を義務付けているが、法律や条例の適用対象外の土地においても環境への意識の高まりや土地売買時の売買契約に土壌汚染の条項が記載されることが多くなっていることから、油分を含めた土壌汚染調査の需要は増加している。

ガソリンスタンドの事業活動による土壌汚染の調査の特徴としては、評価対象物質は油分の他にガソリンや軽油・灯油中に含まれている有害物質に限定されることから、他の製造業の工場と比較して評価対象物質の絞り込みは簡潔で妥当性が高いといえる。一方、ガソリンスタンドには比較的狭い敷地の中に様々な配管やタンクが埋設されていることから、埋設管や地下タンクの破損防止は調査実施に当たり重要な課題である。特に稼働中のガソリンスタンドでは汚染の存在する可能性が高い施設直下や近傍には試料採取孔の掘削ができない場合がある。

このような中、土壌ガス調査は比較的広い範囲を対象として油分の漏洩の有無の評価が出来、また、掘削する試料採取孔もボーリング調査に比べると小口径であることから埋設管の破損に対する危険性も小さく、ガソリンスタンド対象とした土壌汚染スクリーニング調査手法としては効果的といえる。今後は土壌ガス調査などの土壌汚染対策法や各地の条例に示された調査手法の他に、現地での簡易分析方法や原位置測定機器を組み合わせることにより、より安全で効果的なスクリーニング調査手法を開発してゆきたい。

#### 参考文献

- (1) 社団法人化学工学会．平成 13 年度化学物質国際規制対策推進等(PRTR 算出マニュアル)調査報告 化学物質排出量等算出マニュアル．2005 変更版．(オンライン)．入手先 独立行政法人製品評価技術基礎機構 <<http://www.prtr.nite.go.jp/prtr/pdf/koumanu/manu1z.pdf>>，(入手 2005-04-14)
- (2) 資源環境対策．石油販売業界における土壌汚染対策．(株)環境コミュニケーションズ．2005 年 4 月 (P66-70)