

1. 本規格の概要と適用範囲

本規格 (ISO 18400-301:2023)<sup>1)</sup>は、揮発性有機化合物 (VOCs)を対象とした現地調査における土壌サンプリングと半定量測定について、既存のISO18400シリーズでは明確にカバーされていない具体的な要求と推奨事項を示すものである。さらに、準備段階に関する情報 (サンプリング方針の選択、サンプリング計画の決定)、サンプリング方法、また現場測定に関する記述とVOCsの保存、梱包・輸送および試験室への搬入に関する助言として提示されている。なお、本規格において対象とするVOCsには、揮発性の非有機化合物は含まれていない。

2. 背景およびISO18400シリーズにおける本規格の位置付け

地盤環境におけるサンプリングに関するISO規格について、2009年以降、それまでのISO 10381シリーズから新たな体系である3レベルアプローチ (アンブレアラプローチ) からのISO 18400シリーズへの移行が進められてきた<sup>2)3)</sup>。ISO 18400シリーズは、図1に示すように、レベル0 (包括的規格 (アンブレラ規格)) の下に、レベル1 (一般規格) として全てのサンプリングに共通な項目が、レベル2 (専用規格) として目的や対象ごとのサンプリングに関わる事項がそれぞれ規格化され、さらにレベル3として方法ごとの規格が設けられる構造となっている<sup>4)</sup>。ISO 18400-301はレベル3として初めて発行された規格である。一つのレベル1規格 (項目) とレベル2規格 (目的・対象) の組合せに対して、複数の方法をそれぞれレベル3規格として規格化することが可能とされており、現地調査における揮発性有機化合物のサンプリングと半定量について、ISO18400-301と異なる方法を新たにレベル3規格として発行することも可能である。表1に、各規格レベルにおけるISO 18400シリーズの規格発行状況を示す。

3. 現地調査における土壌サンプリング

現地調査における土壌サンプリング方法の選択においては、調査目的、分析データの品質目標と検出限界のほか、土壌の特徴やサイト概念モデル及び先行調査に基づいて想定されるVOCsの存在形態等が考慮すべき事項として挙げられている。土壌サンプリングは通常、図2に示す通り、以下の2つのステップからなる。

1) 掘削機械による目的深度までの土壌掘削

2) 原位置サンプリング、または掘削した土壌コアからの試料分取

VOCsに関しては、以下に示す土壌サンプリング方法を適用することが可能である。

●カッティングシリンダーを使って原位置で試料を充填し、試料中の土壌ガスが密封された状態ですぐに試験室に搬入する

●小型のコアリング装置 (金属製コアリングまたは使い捨てプラスチック製コアリング) を使って掘削した土壌から試料を分取し、迅速にガス密封して試験室へ搬入する

●メタノールがあらかじめ充填されたバイアル瓶に試料 (シリリングまたは適切なコアリング・ツールから現場で押し出された土壌) を分取して試験室へ搬入する

現場において保存処理を行わずにガラス瓶へ採取する方法は推奨されないが、土壌や調査仕様の特殊性からそのような方法で採取することが必要な場合は、試料からの揮発性物質の損失を最小限に抑えるよう、可能な限り事前対策を講じることが求められる。

4. 現地調査における揮発性有機化合物の半定量測定

(1) 目的

VOCsを対象とした現地測定を行う場合には、半定量測定機器 (例: 光イオン化検出器、水素炎イオン化検出器、検知管) が適用される。これらの装置を用いることで、VOCsの潜在的な存在を特定する迅速な現場スクリーニングが可能となり、以下の3つの主目的を達成することができる。

① 事前サンプリング計画に対する現場での適切な修正や変更

② 試験室へ搬入する分析試料の選定

③ 現地調査の従事者に対するリスク評価

掘削したボーリングコアに半定量測定を適用する際は、試料からのVOCsの損失を避けるため予め分析に供する土壌試料を迅速に採取しておき、原則として残ったボーリングコアの表面をスクリーニングして測定するようになる。

(2) 現地調査における室内分析用サンプルの保管と輸送

サンプリング後は、土壌試料を冷蔵庫やクールボックス等の冷暗所に保管する。これにより試験室までの搬入時間を延ばす事ができ、ISO 18400-105に準拠すれば、適切な保存温度は (4±2)℃である。但し、試料は出来るだけ早く、可能であればサンプリング後24時間以内に試験室へ搬入するのが望ましい。温度変化により、VOCsは異相間で分配を変化させる。冷却は凝縮を助長し、試料容器内での分離を引き起こす可能性があるため、温度変化は可能な限り削減させるようにする。なお、試料容器中にメタノールを充填することで、温度変化による採取試料への影響を最小限に抑えることができる。

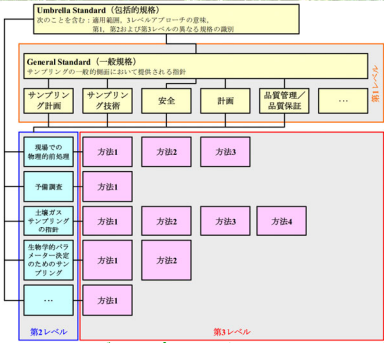


図1 アンブレアラプローチの概要 (ISO 18400-100) 4)

表1 ISO 18400シリーズの規格発行状況

| 規格のレベル                               | 規格番号               | 規格タイトル                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| レベル0<br>Umbrella standard<br>(包括的規格) | ISO 18400-100:2017 | Guidance on the selection of sampling standard<br>(サンプリング規格の選択の手引き 制定)                                                                                                                                                 |
| レベル1<br>General standard<br>(一般規格)   | ISO 18400-101:2017 | Framework for the preparation and application of a sampling plan (サンプリング計画の準備と実施の枠組み)                                                                                                                                  |
|                                      | ISO 18400-102:2017 | Selection and application of sampling techniques<br>(サンプリング技術の選択と実施)                                                                                                                                                   |
|                                      | ISO 18400-103:2017 | Safety (安全性)                                                                                                                                                                                                           |
|                                      | ISO 18400-104:2018 | Strategies (戦略)                                                                                                                                                                                                        |
|                                      | ISO 18400-105:2017 | Packaging, transport, storage and preservation of samples<br>(サンプリングの包装、輸送、保管及び保存)                                                                                                                                     |
|                                      | ISO 18400-106:2017 | Quality control and quality assurance<br>(品質管理及び品質保証)                                                                                                                                                                  |
|                                      | ISO 18400-107:2017 | Recording and reporting (記録及び報告)                                                                                                                                                                                       |
| レベル2<br>Dedicated standard<br>(専用規格) | ISO 18400-201:2017 | Physical pretreatment in the field (現場での物理的前処理)                                                                                                                                                                        |
|                                      | ISO 18400-202:2018 | Preliminary investigation (予備調査)                                                                                                                                                                                       |
|                                      | ISO 18400-203:2018 | Investigation of potentially contaminated sites<br>(潜在的汚染サイトの調査)                                                                                                                                                       |
|                                      | ISO 18400-204:2017 | Guidance on sampling of soil gas<br>(土壌ガスのサンプリングの手引)                                                                                                                                                                   |
|                                      | ISO 18400-205:2018 | Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites (自然の土地、ほぼ自然の土地及び耕作地の調査手続の手引)                                                                                                 |
|                                      | ISO 18400-206:2018 | Collection, handling and storage of soil under aerobic conditions for the assessment of microbiological processes, biomass and diversity in the laboratory (試験所における微生物学的プロセス、バイオマス及び多様性の評価のための好気状態下における土壌の採取、取り扱い及び保管) |
| レベル3                                 | ISO 18400-301:2023 | Sampling and on site semi-quantitative determinations of volatile organic compounds in field investigations (現地調査における揮発性有機化合物のサンプリングと現場での半定量測定)                                                                        |

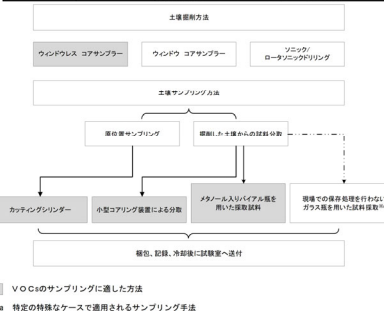


図2 土壌サンプリング方法の選択手順 1)を修正

表2 揮発性有機化合物を対象とした半定量測定におけるポータブル機器の利点と限界 1)

| 機器               | 分析ガス                    | 利点                                                                                                                                        | 限界                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 光イオン化検出器 (PID)   | 光イオン化可能なVOCsの濃度の測定      | ・迅速に結果が判明する (<1分、2秒毎に測定可能)<br>・比較的低コストである<br>・分析に伴って気体 (検体) を破壊しない<br>・VOC検出範囲: 0.001 µl/l (ppmV) ~ 25,000 µl/l (ppmV)                    | ・特定の化合物を対象とした検出はしない (付属ランプにより全化合物の濃度として検出)<br>・PIDによって実際に検出される化合物を調整する数種類のランプが存在する<br>・予備校正が必要となる<br>・メタンの検出は不可<br>・湿度や埃に敏感である                                                                   |
| 水素炎イオン化検出器 (FID) | 可燃性VOCsの総濃度測定           | ・迅速に結果が判明する (<1分)<br>・特定の化合物の同定が可能<br>・VOC検出範囲: 1 µl/l (ppmV) ~ 10,000 µl/l (ppmV)                                                        | ・ガス相への切り替え前に溶媒を使って汚染物質を抜き取るステップでは、ユーザー側に一定の技術的能力が要求される<br>・キャリブレーションの頻度が高い<br>・現場でも機器起動のための水素ガスの供給源が必要<br>・測定に伴う安全性が必ずしも確保されていない<br>・燃焼のための酸素を必要とする<br>・二酸化炭素濃度が高い場合、エラーとなる可能性がある<br>・湿度や埃に敏感である |
| 検知管              | 土壌中の特定の元素化合物または生成化合物の検出 | ・迅速に結果が判明する (5分 ~ 20分)<br>・使いやすい<br>・低コスト<br>・メンテナンスの頻度が少なくて済む<br>・豊富なガス種 (200種類以上の化合物)<br>・VOC検出範囲: 0.1 µl/l (ppmV) ~ 10,000 µl/l (ppmV) | ・分析に供したサンプルは破壊される<br>・測定可能な対象化合物の種類が限られている<br>・半定量法である<br>・化合物による干渉が発生する<br>・精度と再現性に限界がある<br>・温度と湿度に対する差感度が高い<br>・他の化合物と干渉する                                                                     |

(3) 品質保証および品質管理、データ品質評価

土壌サンプリング計画では、公正で的確に採取されたサンプルのみが調査結果やプロジェクトの意思決定に確実に反映されるよう、品質保証 (QA) と品質管理 (QC) を行う必要がある。品質管理のために確保するサンプル数は、現場で採取するサンプルの総数や、試験室からの助言も考慮した上で決定する。データ評価の際には、ブランクサンプルの結果を参照するなどして、サンプリング条件や試料採取に伴って損失した可能性のあるVOCsについて考慮する。ブランク値が異常に高い場合 (例として、最低値のデータの50%以上の場合等) は、その理由について精査しなければならない。また、サンプリング方法の選定理由は記録に残し、データの信頼性における潜在的な影響についても言及する。

5. 我が国における本規格の適用性について

揮発性有機化合物を対象とした本規格におけるサンプリングプロセス、および各項目に関係するレベル1のISO18400シリーズの番号を図3に示す。ISO 18400-301がVOCsの物理化学的特性を考慮した多様な掘削・サンプリング技術の選択肢を提供しつつ半定量的測定を含めた現場での迅速な判断に主眼を置いて定められているのに対し、日本における土壌汚染対策法では規制基準適合の判定を目的とした厳密なサンプリング・公定分析法により構成されている。

我が国では土壌汚染対策法に基づく調査方法が一般的となっているが、土壌汚染対策工事においては措置を的確に実施するため、基準不適合土壌が認められる範囲及び深さにおいて、より詳細な濃度分布の把握が必要な場合等にポータブルガスクロマトグラフ、検知管等の簡易分析の採用が可能となっている<sup>5)</sup>ほか、原位置浄化対策を実施する場合における進捗管理等にも用いられている。また、詳細調査における調査対象深度の決定や高濃度で汚染された土壌の抽出にも適用可能と考えられ、それらの機会に本規格で提示される事項を参照することは有用である。

参考文献

- ISO (2023) : ISO 18400-301:2023 Soil quality— Sampling — Part 301: Sampling and on site semi-quantitative determinations of volatile organic compounds in field investigations. S2p.
- 中島 誠・ISO/TC190 90部会 (2018): 地盤環境におけるサンプリングのための新たなISO規格 — ISO 18400シリーズの概要 —, 第24回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究資金会議議案, pp.488-491.
- 中島 誠・保貴徳生・平田 健・角田 真之・ISO/TC190 90部会 (2019): ISO/TC 190/SG 2 (サンプリング) における ISO 18400シリーズの管理状況と土壌ガスサンプリング企画草案における日本としての課題, 第21回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究資金会議議案, pp.428-434.
- ISO (2017): ISO 18400-100:2017 Soil quality— Sampling—Part.100: Guidance on the selection of sampling standard. 4p.
- 環境省水・大気環境局土壌環境課 (2020): 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン (改訂第3.1版), pp.486-487

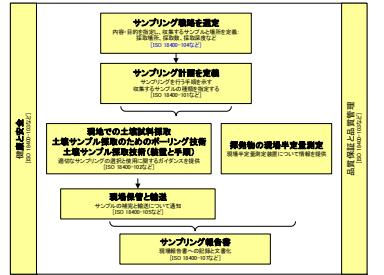


図3 VOCsを対象とした本規格における土壌サンプリングプロセス (ISO 18400-301:2023) 1)