

S5-05 地盤環境に係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—

○中島 誠・ISO/TC 190部会

↑土壌環境センター

1. はじめに

地盤環境 (Soil Quality) の調査および評価に関する土壌等のサンプリングの方法等について、1987年より、国際標準化機構第190専門委員会 (ISO/TC 190 (Soil Quality: 地盤環境)) の第2分科会 (SC2 (Sampling)) でISO規格化が進められてきた。わが国は、ISO/TC 190の国内審議団体である地盤工学会のISO/TC 190国内委員会が中心となり、土壌環境センターのISO/TC 190部会が協力する中でISO/TC 190/SC 2におけるISO規格草案の審議に積極的に参加してきている。

SC2で審議され、発行されたISO規格としては、2001年～2009年に発行されたISO 10381シリーズ (ISO 10381-1～10381-8) およびISO 18512がある。これらのISO規格 (草案段階のものを含む) は、わが国においても土壌汚染対策法における土壌汚染調査の方法を定める際や環境化学分析のための試料採取に関わる地盤工学会基準を定める際に参考にされてきている。

その後、2007年のISO/TC 190総会 (シドニー) において、ISO 10381シリーズを残すべきか、あるいは新たな体系のもとで作成しなおすべきかという議論がなされ、2008年のISO/TC 190総会 (デルフト) において新たな体系として3レベルアプローチが議論された。その後、SC 2/WG 10 (Elaborating general aspects of sampling) が新設され、2009年より3レベルアプローチの構造やそれを構成する各ISO規格草案の審議が行われてきた。わが国としては、このような動きに対し、毎年のISO/TC 190総会への出席および各段階の規格草案に対する投票・コメント提出を行い対応してきた。

ISO 18400シリーズについて、2017年1月に9つのISO規格が発行され、残りの5つの規格案についても発行に向けての最終段階の投票とその結果を受けての修正作業を残すのみとなっている。SC2は、一連のISO 18400シリーズの改訂作業がほぼ完了したことを受けて解散することとなり、発行されたISO規格の確認・更新等のために必要となった段階でSC2内への新たなWGの設置が検討される予定となっている。

以下では、ISO 18400シリーズの体系とそれを構成する主な規格の概要を整理し、わが国の土壌汚染調査に係るサンプリングとの関係について述べる。

2. ISO 18400シリーズの体系

図-1は、ISO 18400-100に示される3レベルアプローチのイメージである。レベル0と位置付けられる一つのUmbrella standard (包括的規格 (アンブレラ規格)) の下に、レベル1として幾つかのGeneral standard (一般規格) が設けられ、レベル2としてDedicated standard (専用規格) が設けられている。さらに、個々の専用規格について、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。

レベル1では全てのサンプリングに共通な事項が項目ごとに規格化されており、レベル2では目的や対象等の項目ごとのサンプリングに関わる事項が規格化されている。レベル3ではレベル2の各規格に対応する個々のサンプリング方法について規格化されることとなっているが、現在までに新規作業項目の提案が出てきていない状況にある。レベル3規格については、異なる状況や目的に即したサンプリング手順が容認されることとなり、並行したサンプリングが隣同士でそれぞれ規格化されて存在することも許容されている。それゆえ、自国の基準をそのままレベル3のISO規格にすることも可能であるとされている。このレベル3規格の考え方は、レベル2規格の内容を満たすのであれば自国の基準や方法をそのままISO規格化し、国外でのプロジェクト等で国際的な方法として用いることを可能にするものである。レベル3規格について、今後発行していくという話がSC2会議の中で何度か出ていたが、現在までに新規作業項目の提案は出ていない状況にある。

表-1 ISO 18400シリーズの規格・規格草案と審議・発行状況

規格のレベル	提案された規格番号	作業タイトル	審議・発行状況
レベル0 Umbrella standard (包括的規格)	ISO 18400-100:2017	Guidance on the selection of sampling standard (サンプリング規格の選定のガイダンス)	2017/1 ISO発行
レベル1 General standard (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ためのフレームワーク)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-102:2017	Selection and application of sampling techniques (サンプリング技術の選択と実施)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-103:2017	Safety (安全)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-104	Strategies (計画)	2018/8 FDIS投票終了
	ISO 18400-105:2017	Packaging, transport, storage and preservation of samples (サンプリング試料の包装、輸送、保管、保存)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-106:2017	Quality control and quality assurance (品質管理と品質保証)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-107:2017	Recording and reporting (記録と報告)	2017/1 ISO発行
レベル2 Dedicated standard (専用規格)	ISO 18400-201:2017	Physical pretreatment in the field (現場での前処理)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-202	Preliminary investigation (予備調査)	2018/8 FDIS投票終了
	ISO 18400-203	Investigation of potentially contaminated sites (潜在的汚染サイトの調査)	2018/8 FDIS投票終了
	ISO 18400-204:2017	Guidance on sampling of soil gas (土壌ガスのサンプリングに関する指針)	2017/1 ISO発行
	ISO 18400-205	Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites (自然、自然に近いおよび耕作地サイトの調査のための手順に関する指針)	2018/8 FDIS投票終了
ISO 18400-206	Guidance on the collection, handling and storage of soil for the assessment of biological functional and structural endpoints in the laboratory (実験室における生物学的機能および構造的エンドポイントの評価のための土壌の収集、取扱い及び保管に関するガイダンス)	FDIS発行済 (SC4)	

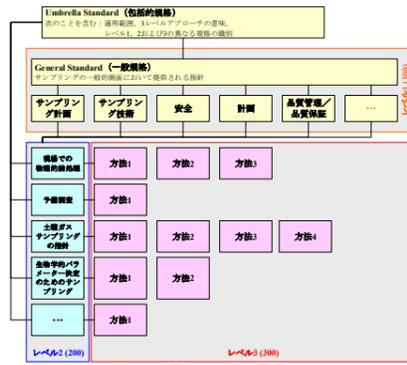


図-1 3レベルアプローチの概要 (ISO 18400-100より)

表-2 ISO 18400シリーズとISO 10381シリーズの関係

規格番号	ISO 10381	タイトル	ISO 18400規格番号
ISO 10381-1	Part 1: Guidance on the design of sampling program	ISO 18400-101	
ISO 10381-2	Part 2: Guidance on sampling techniques	ISO 18400-102	
ISO 10381-3	Part 3: Guidance on safety	ISO 18400-103	
ISO 10381-4	Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites	ISO 18400-201	
ISO 10381-5	Part 5: guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination	ISO 18400-202	
ISO 10381-6	Part 6: Guidance on the collection, handling and storage of soil under aerobic conditions for the assessment of microbiological processes, biomass and diversity in the laboratory	ISO 18400-203	
ISO 10381-7	Part 7: Guidance on sampling of soil gas	ISO 18400-204	
ISO 10381-8	Part 8: Guidance on sampling of stockpiles	ISO 18400-104	

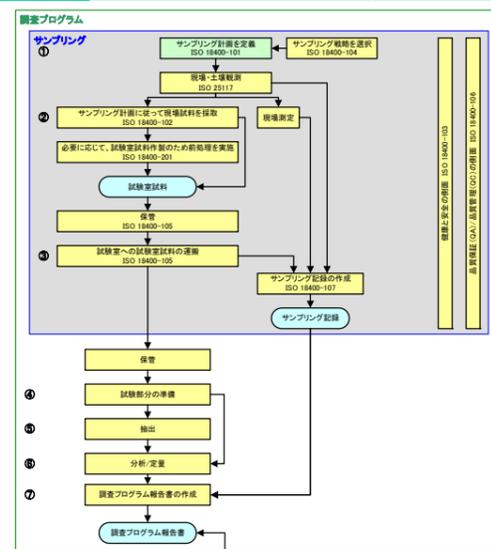


図-2 調査プログラムの主要要素間の連携 (ISO 18400-101等より)

3. ISO 18400シリーズの規格化の状況

- 表-1 現在のISO 18400シリーズの規格化の状況
 - ・規格発行済、4規格FDIS投票終了、1規格はSCで審議中 (FDIS段階)
- 表-2 ISO 18400シリーズとISO 10381シリーズの各規格の関係
 - ・18400シリーズで規定する内容は10381シリーズの規定内容から変更しないという基本ルールが設定されたようであるが、審議過程で新たな技術や知見の追加や規定内容の見直しも行われた。
 - ・わが国からは、国内で一般的に用いられている技術の追加や環境省告示等で定められている内容との整合性の確保を目的として、修正意見を提出。一部を反映させることができた。
- 図-2 地盤環境に関する調査プログラムの中でのサンプリングにおける主要な要素間の連携
 - ・図中の①～⑦: 調査プログラムにおける重要な要素を示している。

4. ISO 18400シリーズによる主な規定内容とわが国の土壌汚染調査に係るサンプリングとの関係

4.1 ISO 18400-101 (サンプリング計画の準備と実施のフレームワーク)

- ◆調査プログラムにおける主要な要素間の連携および重要な要素が示されている (図-2)。
- ① (サンプリング計画の準備) 品質保証/品質管理 (QA/QC) に関する考慮、関係者 (例えばサンプリング実施者や、分析者、客先、所有者、規制当局を含む) の相談、目標の特定と技術目標の定義、調査段階の特定、試験する構成要素と適用する試験方法の特定、バックグラウンド情報 (予備調査結果、土壌や存在するおそれのある汚染物質についての既知の物理的・化学的および生物学的特性、既知の特徴的なハザード等) の特定、サンプリング実施者の健康・安全対策の特定、サンプリングアプローチの選択、サンプリング技術の選択を順に行う。
- ② (サンプリング) サンプリング計画に従って試料を採取し、必要があれば前処理を行って室内分析試料を用意する。
- ③ (梱包、輸送および配達) 試料を分析室へ輸送し、サンプリング記録を作成する。
- ④ ここまでのサンプリングプロセスを行った後、分析手順のキーステップ⑤～⑦を行う。
- ◆サンプリング計画は、採取試料がサンプリング目的を達成するのに適したものであることを保証するため、いつ、どこで、誰により、どのようにして試料が採取され収集されるべきかを特定しなければならず、その正当性が示されている必要がある。

4.2 ISO 18400-102 (サンプリング技術の選択と実施)

- ◆サンプリング技術の選択と適用についてのガイドライン
 - ・一般的な事項である予備調査、試料タイプ、サイズ、利用可能な技術について説明
 - ・サンプリング技術の適用に関する考え方、適用にあたっての留意事項、表土や地表近くの材料およびそれより深部の土壌についての試料採取方法 (例えば、試料採取のための材料 (スポット試料、クラスター試料、空間的 (集合) 試料) の採取方法・手順を示している。
 - ・試料採取の主な方法と各種サンプリング方法・サンプリングが挙げられ、長所と短所、適用性がそれぞれ整理されている。
- ◆わが国からは、地盤工学会基準 (JGS 1912: 打撃貫入法による環境化学分析のための試料の採取方法) があり、土壌汚染調査でよく使用されている打撃貫入 (ダイレクトプッシュ) 法および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を表の中で取り上げるよう要望し、JGS 1912:2012を参考文献として掲載することができた。

4.3 ISO 18400-104 (計画) 【未発行】

- ◆調査戦略を開発する上での一般的なガイダンスと、土壌の平均的な特性、土壌特性のばらつきおよび土壌特性の空間分布に関する情報を得る際のサンプリング戦略を開発する上での詳細なガイダンス
- ・典型的な調査は、調査のタイプとして、予備調査 (常に必要)、探索的調査 (必ずしも必要ではない)、詳細調査 (探索的調査で別途指示がない限りは必要)、追加調査 (時々必要) を含むべきとされている。
- ・予備調査では、出力として、初期サイト概念モデルおよび利用可能な情報に基づく予備リスク評価が含まれていなければならない。
- ・探索的調査は、限定された調査で、汚染等に関する仮説の妥当性等の判断に際して不確実性を減らし、初期サイト概念モデルを洗練させて、詳細な調査の設計に役立つ情報を提供するために設計されるべきである。
- ・詳細調査は、現実的な範囲で、調査全体の目的を達成するために必要なすべての情報を提供すべきである。
- ・サンプリング戦略は、調査の目的、それまでに作成されたサイト概念モデル、サイト固有の要因 (例えば、サイズ、地形、物理的障害物)、埋設設備の位置、ガスや地下水の移動経路の作成を避ける必要性、健康・安全および環境の保護、等々を考慮して作成する必要があるとされている。
- ・主なサンプリング状況としては、地中サンプリングと地上サンプリング、土壌特性の空間分布と平均的特性の組み合わせによる4つの状況が存在するとされている。空間分布を測定するための主なサンプリングアプローチとしては、判断型サンプリング (Judgement sampling) と規則的サンプリング (Systematic sampling) の二つがあり、他に便宜的サンプリング (Convenience sampling) があること、規則的サンプリングとして単純ランダム、層別ランダム、定期的、非定期的、非定期的の各サンプリングタイプがあることが示されている。
- ・サンプリングの適用については、広範な汚染が検出される可能性がある場合には、混合過程でホットスポットの濃度が検出され限界濃度を超過している場合、汚染された位置に関する情報の見直しにつながる可能性もあるため、混合による希釈効果を考慮して汚染の存在を判断する濃度よりも高い濃度であるというべきである。汚染された位置の調査に空間複合試料を使用すべきかどうかについては国により見解が異なっており、幾つかの国では通常はスポット試料またはクラスター試料で調査されていること、他の国では複合サンプリングの一形態が規制やガイドラインで定められていることも注釈で示されている。

4.4 ISO 18400-105 (サンプルの包装、輸送、保管、保存)

- ・試料の化学分析を求められたときの要件を重視し、土壌および関連する材料の試料の梱包、保存、輸送、配達のための一般原則を示しており、内容的にはISO 18512 (Guidance on long and short term storage of soil sample) と併せて読むことを意図して作成されている。

4.5 ISO 18400-203 (潜在的汚染サイトの調査) 【未発行】

- ◆土壌汚染が顕在化または潜在化しているサイトの調査、土壌汚染は想定されていないサイトでの地盤環境の確認 (例えば、汚染が存在しないことの確認) のための調査、汚染されている可能性のある掘削土の再利用または処分を管理する必要性を予測するための調査、リスクアセスメントや浄化措置計画作成のための必要な情報の収集におけるガイダンス
- ・土壌汚染調査については、予備調査、探索的調査、詳細調査の設計と実施、調査結果の報告、リスクアセスメントについて手順や方法が示されている。
- ・土壌汚染調査におけるサンプリングに関するガイダンスは、通常のサンプリングよりも高い濃度の汚染が検出される可能性がある場合、予備調査の場合に10mまたは15mが一般的であり、非常に不均一な汚染が仮定される場合はより高濃度にする必要がある可能性があること、リスク評価結果に必要とされる濃度の汚染が高濃度であることが必要になる可能性があることが示されている。
- ・サンプリング/バターンについては、判断型サンプリング (Judgement sampling) と規則的サンプリング (Systematic sampling) が挙げられている。
- ・分析項目については、カドミウム、クロム、銅、水銀、ニッケル、鉛、亜鉛、砒素、石油系炭化水素、揮発性有機化合物 (VOCs) および多環芳香族炭化水素 (PAHs) が都市・工業サイトで最も頻りに遭遇する汚染物質として挙げられている。
- ・複合試料の使用については、感覚的に明らかに性状が異なる試料や、標高の異なるまたは土壌プロファイルの異なる深度から採取した試料は混合してはならないこと、等が示されている。混合による汚染物質濃度の希釈効果を考慮する必要があることも示されている。
- ・わが国の土壌汚染対策法における土壌汚染状況調査では、単位区画 (10 m × 10 m) と30 m 格子 (30 m × 30 m) が規定され、重金属等および農薬等については30 m 格子内の土壌汚染のおそれの少ない区画 (一部対象区画) から採取される土壌試料を混合する5地点混合法が定められている。これらの区画の大きさはISO 18400-203で定められているサンプリング間隔と調和的である。
- ・空間複合試料の取扱いについては、わが国の場合は、汚染された位置の調査に空間複合試料を用いていることになり、明らかに異なる試料であっても機械的に混合し、試料の混合による希釈効果は考慮せずに評価する規定になっている。

4.6 ISO 18400-204 (土壌ガスのサンプリングに関する指針)

- ◆土壌ガスサンプリングに関するガイダンス
- ・直接法 (直接測定法)、間接法 (サンプリング) および間接法 (サンプリング) について、土壌中または建物下 (サブスラブ) に設置した永続的または一時的なポーリング孔 (試料採取孔) で適用するサンプリング計画、観測井の設置、土壌ガス試料の梱包・輸送・保管についての指針を含んでいる。
- ・対象とする物質としては、土壌中のVOCs、無機揮発性化合物 (例えば、水銀、シアン化水素 (HCN) および永久ガス (二酸化炭素、窒素、酸素、メタン) がカバーされている。
- ・土壌ガスサンプリングを行うときの環境条件については、試料採取前の大気条件の記録では約1時間間の条件を記録すれば十分だろうとされているが、放電間隔の降雨が影響を及ぼす可能性があることも示されている。
- ・最も重要なパラメータとして、大気圧、風速、湿度、室内温度、風向・風速、近隣の地下水面の高さおよび水文地質学的な変動 (例えば、地下水漏れ、掘削、潮の影響によるガスの圧力や濃度の変動等)、地上の状態 (例えば、乾燥、濡潤、凍結) と風質性が挙げられている。
- ・土壌ガスのモニタリング深度は、次の点を考慮して決定する必要があるとされている。
 - ① 浅い深度での屋外空気の影響の制御のため、地表下1 m未満にすべきでない。
 - ② スクリーン部が常に地下水より上にあり、毛管水の侵入が抑制されるように、地下水より1 m以上浅いところにすべきである。
 - ③ 観測井のスクリン部分は0.5 m以下とすることが推奨される。ここで、①については、VOCsに対して、サンプリング深度が地表より1 m未満である場合には、コンクリートやアスファルト等で地表面がしっかりと密封されていない場合は、サンプリング地点の周囲直徑約5 mの範囲の地表面に適切な無機性メンブレン (不活性材料) を敷き、空気の侵入がないように遮断すべきであるとされている。
- ・②について、永続的な非井戸の場合は既知の地下水位の最高レベルより1 m以上に観測井の井戸底を設定すべきであるとされている。
- ・また、打ち込みプローブにより設置するプローブ (金属製の中空管) は直徑0.05 m未満、無孔管部1 m以上、スクリーン部0.05 m以上となっており、最低1 mの深さまで打ち込み、管頭をガス栓とベントナイトで密封することとされている。
- ・以上が単一深度からのサンプリングに関する事項の他に、複数深度でのサンプリングについても幾つかのデザインが示されている。
- ・採取した試料の取扱いについては、試料バッグを直前で直達により特定の容器に保管すべきこと、採取後2時間以内に試料が分析室へ届けられ、試料受領後24時間以内に分析が完了すべきことが示されている。
- ◆わが国では、土壌ガスサンプリングについて、平成15年環境省告示第16号および3つの地盤工学会基準 (JGS 1941、JGS-1942、JGS-1943) が存在しているが、試料採取孔の掘削径および深さ、上部無孔管部分の長さ、許容される環境条件において、両者に差異が生じている状況にある。わが国としては、わが国の告示や基準の仕様もISO 18400-204で認められるようにすることを要する修正意見を出してきたが、いずれも受け入れられず、両者に差異が生じている状況となっている。