

(0020) バックグラウンド値の決定に関する新しい国際的指針について

○張 銘¹・中島誠²・田本修一³・肴倉宏史⁴・ISO/TC190 検討部会²

¹産業技術総合研究所・²土壌環境センター・³土木研究所・⁴国立環境研究所

1. はじめに

ベースラインとも呼ばれるバックグラウンド値を決定することは、現状の地盤環境を適切に把握し、今後の環境規制や政策決定及びリスクコミュニケーション等において非常に重要である。特に汚染に対する的確な評価や環境リスク評価を行う上で必要不可欠な基盤情報となる^{1,2,3}。国際標準化機構 ISO では、TC 190/SC 7 によって 2005 年に ISO 規格として公開された「バックグラウンド値の測定に関する指針」が改訂され、2018 年に新たに発行された(ISO 19258:2018)⁴。今後、汚染土壌の再利用を含め、より合理的かつ効率的な浄化対策を実施するためには、対象地域のバックグラウンド値を決定し、対策措置または環境管理の一つの重要な指標として利用することも考えられる。

本稿では、このバックグラウンド値の決定に関する新しい国際的指針の目的や調査対象物質、バックグラウンド値の決定方法と特徴、データの提示と報告等のエッセンスを抜粋し、紹介するとともに、一般的な考え方の違いや留意点等についても議論を試みる。

2. バックグラウンド値決定の目的

ISO 19258:2018 は、国あるいは地域規模の調査に適用するものであり、サイト規模の調査に適用されるものではない。また、土壌中のバックグラウンド値の決定だけに適用するものであり、地下水及び堆積物中のバックグラウンド値の決定に適用されるものではない。

新しい指針では、バックグラウンド値を決定するための目的として、以下の例が挙げられている。

- ・現時点における土壌中の物質濃度を特定するため。例えば、土壌関連の規制の観点から。
- ・土壌保護のための参考値を得るため。
- ・土壌材料と廃棄物の再利用のための土壌中物質濃度を規定するため。
- ・限界レベルと許容の附加限界 (critical levels and tolerable additional critical loads) を計算するため。
- ・地質的要因または人為的影響等による化学物質含有量の異例に上昇する地域/サイトを特定するため。

我が国では、自然的な要因で鉛や砒素、ふっ素及びほう素等が環境基準値を超過する地域が多数存在する⁵。もしもこれらの地域のバックグラウンド値が客観的に決定されていれば、「論理的には」、これらの地域内にある汚染サイトの管理や浄化対策措置の目標として極めて重要な尺度になると考えられる。現状の規制では、土壌汚染の判断において環境基準値を厳守する必要があるが、今後汚染そのものの定義や、土壌を再利用する際の規制のあり方及びリスク管理に基づく土壌汚染対策措置の評価等について検討する余地があると考えられる。

3. バックグラウンド値の調査対象物質

調査対象物質は、土壌中の無機及び有機物質を対象としている。具体的には、残留性物質として存在する無機物質と有機物質、そして非残留性化合物に区分されているが、バックグラウンド値の決定は基本的に前者の残留性化合物の調査を対象とする。

ISO 19258:2018 で提示した無機物質の分析例と有機物質の分析例をそれぞれ表-1 と表-2 に示す。これら表には関連分析において従うべき国際規格も示されている。

実際に、土壌バックグラウンド値の調査結果は土壌自身の性質の影響を受けるため、ISO 19258:2018 では同時に調査を勧める基本土壌パラメーターも提示されている(表-3)。また、同様に、関連パラメーターの評価において従うべき国際規格も示されている。

New ISO Guidance on the Determination of Background Values for Soil Quality

Ming Zhang¹, Makoto Nakashima², Shuichi Tamoto³, Hirofumi Sakanakura⁴ and Study group on ISO/TC 190²

(¹AIST, ²GEPC, ³PWRI, ⁴NIES)

連絡先：〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 産業技術総合研究所 つくば中央第七 張 銘

TEL : 029-861-3943 FAX : 029-861-8773 E-mail : m.zhang@aist.go.jp

表-1 無機物質分析の例

物質	化学種/ 形態	抽出/ 分解方法	国際規格	
			抽出/処理	定量
半金属： 例えば、 アンチモン、砒素、 セレン	全量	Alkaline fusion + X-ray fluorescence HF + HClO ₄	ISO 14869-1	ISO 14869-1 ISO 11047
金属： バリウム、ビスマ ス、カドミウム、ク ロム、コバルト、 銅、鉄、鉛、マンガ ン、水銀、モリブデ ン、ニッケル、タリ ウム、バナジウム、 亜鉛	準全量	aqua regia	ISO 11466	ISO 11047
	錯体	EDTA DTPA	ISO 14870	ISO 11047
	交換体	NaNO ₃ NH ₄ NO ₃ CaCl ₂ KCl		
シアン化物	水溶体	H ₂ O, leaching tests	注) を参照	See NOTE. ISO 11262, ISO 17380

注) 水質関連国際規格シリーズの中で水・土壌からの抽出と分析方法が多数存在し、利用できる可能性がある。但し、特定の土壌材料から抽出したものに使えるか確認することが重要。

表-2 有機物質分析の例

物質/物質の種類	方法	国際規格
多環芳香族炭化水素	Soxhlet/HPLC/UV Thin-layer chromatography RP C-18/HPLC GC-MS	ISO 7981-1 ISO 7981-2 ISO 18287
ダイオキシン類/フラン	(GC-MS)	
PCBs	GC-ECD	ISO 10382, ISO 13876
重炭化水素	(HPLC, GC-MS)	
殺虫剤 (例えばクロロナフタレン)	(GC-MS, HPLC)	
塩素化パラフィン	(LC-MS)	
プロモジフェニルエーテル	(GC-MS, LC-MS)	

注: 水質関連国際規格シリーズの中で水からの抽出と分析方法が多数存在し、利用できる可能性がある。但し、特定の土壌材料から抽出したものに使えるか確認することが重要。() 中の方法は同指針に指定されたものではなく、利用可能な方法として追記したものである。

表-3 基本土壌パラメーター

パラメーター	方法	国際規格
土性	ふるい、沈降分析	ISO 11277
粗粒画分	ふるい	ISO 11277
非土壌材料量	ふるい/目視分別	ISO 25177, ISO 11277
かさ密度	不攪乱土壌試料で直接測定、 土の水分保持曲線より推定	ISO 11272
pH	pH電極	ISO 10390
有機炭素含有量	元素分析、燃焼	ISO 10694
陽イオン交換容量、 交換可能イオン	BASECOMP	ISO 11260
	BaCl ₂	ISO 13536
炭酸塩含有量	CO ₂ -evolution	ISO 10693

公定法による汚染物質濃度の分析では、土質自身に関する評価がなく、所定の処理手順で試料を作製し、分析を行う。一般的に、バックグラウンド値と言えば、自然由来の重金属類だけだと思われがちであるが、有機物質も調査対象に含まれることに留意されたい。また、例示された無機及び有機物質の種類は我が国の「土壌

汚染対策法」に指定されたものと異なる物質が多く、欧米で関心のある調査対象物質と日本で規制される物質に差異のあることが伺える。これは、汚染の種類は自然環境や地域の産業構造に関連するためと考えられる。

4. バックグラウンド値

4.1 バックグラウンド値とは

土壌中に存在する元素あるいは物質の濃度は、自然及び人為的要因に起因する。バックグラウンド濃度は濃度そのものを指している。これに対して、バックグラウンド値は、土壌におけるある物質の総含有量の統計学的特性を表すものであり、通常は、平均値や典型値、最頻値及び変動幅等で表される。バックグラウンド値は、バックグラウンド濃度と関連があるものの、異なる性質のものを指していることに留意する必要がある。

土壌中バックグラウンド濃度を解釈するためには、調査エリアに関する一般的な情報も必要である。表-4に、土壌の記載において最も重要なパラメーターを示す。ここで、心に留めておくべき重要なことは、データ解釈の信頼度は調査エリアに対する熟知さに依存するという点である。このため、これらのパラメーターの情報収集もできるだけ包括的に行う必要がある。

表-4 サイト及び土壌記載のためのパラメーター

パラメーター		国際規格
地形、地勢	地形、地勢、土地の要素、地点の座標、斜面の微地形	ISO 25177
土地利用と植生	土地利用、人類影響、植生	ISO 25177
地質と岩質	母材の種類、有効土壌深度	ISO 25177
地表特性	岩石露頭、フラグメント、浸食現象、表面シーリング、表面クラック、その他特性	ISO 25177
土壌と水の関係	地表水のバランス、降雨、蒸発、地下水涵養、水位、排水、湿度条件	ISO 25177
土壌種類/土層断面記載	分類系統に対応した土壌単元	ISO 25177
	層準の順序と深度、境界の種類	
	土壌色 (マトリックス、斑紋)	
	有機物質	
	テクスチャー、粗い成分、非土壌材料	
	炭酸塩、現場-pH、電気伝導度	
	構造、空隙、亀裂、非均質性	
	きめ細かさと堅さ	
	想定総空隙率	
	植物の根、虫のチャンネル、生物活性 ^a	
^a 文献 ⁶⁾ を参照。		

バックグラウンド値には、地球化学的起源によるものと人為的要因によるものの両方が含まれる。但し、人為的要因によるものについては、局所的汚染が対象から除外されている。実際には、二つのシチュエーションが一般的に考えられる。農村地域では地上散布と大気からの沈着が、都会地域では交通と工業活動に起因する拡散源によるインプットが、それぞれ典型的である。

4.2 バックグラウンド値の決定方法と特徴

土壌中物質濃度の検出確率は正規分布を示すことは稀である。正に歪んでいることが多く、必ずしも対数正規ではない。このため、外れ値の検定には、データ集合の正規性を仮定しない方法の選択が望ましい。探索的データ解析は、データの内在構造にしか依存しない技術であり、例えばパーセンタイルの利用を一例として挙げられる。パーセンタイルとは、データ集合中のあるサンプルの濃度が X パーセンタイルより低くなる確率は X%であることを指している。複数のパーセンタイル値、例えば 10、25、50、75、90 パーセンタイルを利用することによって分布に対する統合的な評価が可能である。なお、歪んだ確率分布の変化を評価するために必要な試料の数は、代表的ヒストグラムあるいは代表的パーセンタイルを計算するために必要な数と同じであり、最低 30 試料以上必要と推奨されている。ここで留意すべきなのは、バックグラウンド値は最低 30 以上の試料分析濃度の統計学的結果であり、数少ない試料の分析濃度の平均値や代表値ではないことである。

5. データの提示と報告

調査の全てのステップを記録することが重要である。フィールドワークの終了に当たっては、ISO 18400-107に従って、サンプリング報告を作成する必要がある。調査の終了に当たっては、分析結果と調査から得られた結論を含む詳細報告の作成も必要である。データ分析及びバックグラウンド値の編集結果を提示する報告はよく規制当局及びその他一般市民を含む関心のある団体に精査される。分析方法の変化による値のドリフトを特定できるようにすることも重要である。このような報告はレベルの高い技術的スタンダードではあるが、色々な方、場合によっては専門家ではない読者に読まれる可能性のあることも考慮する必要がある。表による取りまとめ、図及びその他の方法でデータを提示し、データと結論を現実的にできるだけ容易に精査と評価できるようにすることも重要である。即ち、調査に係る全ての記録と結果は公開情報であるだけでなく、非専門家にも理解されやすいように作成する工夫が必要であると強調されている。

6. あとがき

実際のバックグラウンド値の決定は、既存データの評価、或いは新しいデータの収集、場合によっては一部の既存データの評価を利用し、追加データを収集することによって実施される。既存データの評価については、測定の不確実性を考慮し、データの質と量、データセット間の統一性をどのように確保するか、並びに外れ値の検討方法等も規定されている。新しいデータの収集については、サンプリングの戦略を始め、具体的なサンプリング手法やサンプリング深度、サンプリング時期、サンプリング技術、土壌の前処理を含む分析方法、試料の保管及びデータ処理等に関する詳細な規定が定められている。

バックグラウンド値の決定は、自然由来汚染の判断や合理的な浄化対策の目標値の設定等に非常に有用であると考えられる。今後、同指針に対してより詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) Baize D., Sterckeman T. (2004): On the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by traces elements. *Sci. Total Environ.* 264, 127–139.
- 2) Matschullat J., Ottenstein R., Reimann C. (2000): Geochemical background - Can we calculate it? *Environ. Geol.* 39, 990–1000.
- 3) Salminen R., Gregorauskiene V. (2000): Considerations regarding the definition of a geochemical baseline of elements in the surficial materials in areas differing in basic geology. *Appl. Geochem.* 15, 647–653.
- 4) ISO (2018): ISO 19258:2018 Soil quality - Guidance on the determination of background values, 32p.
- 5) 土木研究所ほか(2015)：建設工事で発生する自然由来重金属類等含有土対応ハンドブック，大成出版社，101p.
- 6) FAO (1998): World reference base for soil resources. *World Soil Resources Reports.* 84. FAO, ISRIC and ISSS. Available from: <http://www.fao.org/docrep/w8594e/w8594e00.HTM>