



1. 背景及び目的

ISO 15800:2019は、ISO/TC 190/SC7 Impact assessment(影響評価)によって2003年に作成され、2019年8月に発行された改訂国際規格である。本規格では、有害物質の人体への曝露影響を評価するために必要な土壌特性評価の種類と範囲に関し、基礎的な解説を提供することを目的としており、汚染土壌への曝露による人の健康への影響と、様々な曝露経路に関する背景情報が提供されている。なお、本規格は第2版であり、第1版(ISO 15800:2003)からは、曝露経路、サンプリング、分析方法等について、より詳細な解説が加えられた内容となっている。本報では規格の概要を示すとともに、我が国の土壌・地下水汚染対策における有効性について論じる。

2. 本規格の概要

潜在的に有害な物質(Potentially Harmful Substances: PHS)の人への曝露を定量化する際には、土壌、地下水、その他の媒体(食品、大気)への物質の蓄積が考慮されるべきであり、そのリスク評価は①危険の特定、②用量反応の評価、③曝露評価、④これらに基づきリスク特性評価から構成される。このうち曝露評価は、人が物質に曝露される強度、頻度、および期間を推定するプロセスであり、⑤発生源の特定と特性評価、⑥曝露経路の特定、⑦関連する曝露シナリオを持つ関連受容体グループの同定、⑧これらに基づく曝露評価が含まれる。

2-1. 曝露経路

- 表1に人への曝露を引き起こす媒体、経路および関連する用途を示す。
- ・直接的な曝露経路
 - 土壌摂取、皮膚接触、粉じん吸入、有毒ガスおよび蒸気の吸入
 - ・食物連鎖を通じた間接的な曝露
 - 植物の消費や動物および動物製品(卵、牛乳、肉)の消費

表1 人に曝露しやすい特定の媒体内での使用例

媒体	曝露経路	活動・使用例
土	表層土	土壌摂取、屋内外の粉じん吸入、屋内外の粉じん/土壌摂取、経皮接触、野菜摂取、動物性食品の摂取
	地下土壌	粉じん/土壌の摂取、粉じん/エアロゾル吸入、経皮接触、野菜摂取、蒸気吸入
	深層土壌	粉じん/土壌の摂取、粉じん/エアロゾル吸入、蒸気吸入、経皮接触
水	地表水	摂取、エアロゾル吸入、蒸気吸入、経皮接触
	地下水	摂取、エアロゾル吸入、蒸気吸入、経皮接触
空気	屋内	蒸気吸入、粉じん吸入、粉じん/エアロゾル吸入
	屋外	蒸気吸入、粉じん/エアロゾル吸入、粉じん/土壌の摂取、経皮接触
堆積物	浮遊粒子	摂取、粉じん/エアロゾル吸入、経皮接触
	沈殿粒子	摂取、粉じん/エアロゾル吸入、経皮接触

2-2. 土地特性評価のためのサンプリング

現地調査の目的は、汚染の範囲とレベルを明確にし、サイト概念モデル(Conceptual Site Model: CSM)で特定されたハザードと受容体に関連する曝露を評価することである。曝露パターンを評価するには、表2のような多くの一般的なサイト特性が必要となる。

表2 土地の種類説明に役立つパラメータ

パラメータ	種類	ISO規格
地形	地形、土壌要素、位置、傾斜、微地形	ISO 25177
土地利用と植生	土地利用、人間の影響、植生、建物など	ISO 19144-2
地質	母材の起源、有効土壌深さ	ISO 25177 ISO 14688-1 ISO 14689
表面特性	岩の露頭、粗い表面の破片、風と水の侵食、表面封止、表面の亀裂、その他の特性	ISO 25177
水文	表層水収支、降雨量、蒸発散量、地表流出量、地下水涵養、地下水面の有無と深さ、水分条件	—
気象条件	風速、主風向、湿度	—
土壌の種類/地層	使用される分類体系に関する土壌の種類、診断範囲の順序と深さ、土壌の色(母岩、斑紋)、有機物、構造、粗要素、ペドフィーチャー、炭酸塩、フィールドpH、構造、破碎、不均一性、非土壌材料の存在、緊密さ、総推定空隙率、地球化学、根、ワームチャンネル、生物活性	ISO 25177 ISO 14688-1
水理地質	帯水層数、深さ、流向、流量変動	—

表3は、サンプリングのためのサイトの用途、曝露経路、サンプリング深度の関連性をまとめたものである。汚染源や曝露地点を特定する場合、サンプリング深度はISO 18400-104、ISO 18400-203およびISO 18400-205のガイダンスに従って決定する必要がある。また、調査対象地は、過去に汚染された場所が再開された土地である可能性を認識しておく必要がある。そのため、容易にアクセスできる表層土壌が汚染土壌の上に重なっている可能性があり、水分の移動、植物の生長と腐敗、ミミズを含む土壌穿孔動物の活動により、汚染物質が上方へ移動する可能性があることに留意が必要となる。ISO 18400-202に準拠した予備調査と、それに続くISO 21365に準拠したサイト概念モデルの作成は、このような問題を考慮する必要がある場合の識別につながる。

表3 土地用途、曝露経路、サンプリング深度の関係

用途	曝露経路	サンプリング深度の例
個人庭園(観賞用)	粉じんの吸入(屋外)	表土(1 cm)
	土壌やほこりの摂取	表土(1 cm)
	皮膚接触	表土(1 cm)
個人庭園(家庭菜園)、農業用地	汚染された野菜の摂取	植物の根域(根の深さ)は野菜の種類によって異なる
	土壌やほこりの摂取	土壌の耕された深さ
	粉じん吸入	土壌の耕された深さ
遊び場、公園、スポーツ施設	皮膚接触	土壌の耕された深さ
	粉じんの吸入	表土(1 cm)
	蒸気の吸入	発生源の深さ
地表	土壌やほこりの摂取	表土(1 cm)
	皮膚接触	表土(1 cm)
	蒸気の吸入	発生源の深さ
産業(運輸・非運輸地域、公園状地域、建物を含む)	粉じんの吸入	表土(1 cm)
	蒸気の吸入	発生源の深さ
	土壌の摂取	表土(1 cm)(土壌の利用可能性による)
農業	食品消費	野菜の種類によって異なる植物の根域(根の深さ)
	食物消費量(卵)	表土(1 cm)

注) 耕作深さは通常約30 cmだが、栽培されている作物によって異なる。

2-3. 発生源としての土壌の特性評価

物質が土壌中を移動する際には、減衰、濃縮、固定化、放出、分解等、多くの物理的、化学的および生物学的プロセスの影響を受ける。これらは物質濃度と曝露経路の両方に影響を与えるため、これらのプロセスを支配するパラメータに関する情報は曝露評価にとって重要となる。土壌中の物質の動態と輸送に関する潜在的なプロセスは、土壌の種類と物質の種類によって異なり、その主要なものを表4および表5に示す。

表4 様々な曝露経路に関する土壌の物理パラメータ

土壌パラメータ	土壌摂取	経皮接触	粉じんの吸入(屋外)	蒸気の吸入(屋外)	蒸気の吸入(屋内)	植物經由の摂取	動物經由の摂取
粒子密度	○	○	○	○	○	○	○
粒径分布	○	○	○	○	○	○	○
砂含有量	○	○	○	○	○	○	○
粘土含有量	○	○	○	○	○	○	○
シルト含有量	○	○	○	○	○	○	○
透気性	○	○	○	○	○	○	○
かさ密度	○	○	○	○	○	○	○
不飽和帯の深さ	○	○	○	○	○	○	○
乾物含量	○	○	○	○	○	○	○
有機物含有量	○	○	○	○	○	○	○
間隙率	○	○	○	○	○	○	○
温度	○	○	○	○	○	○	○
含水比	○	○	○	○	○	○	○

表5 様々な曝露経路に関する土壌の化学パラメータ

土壌パラメータ	土壌摂取	経皮接触	粉じんの吸入(屋外)	蒸気の吸入(屋内)	植物經由の摂取	動物經由の摂取
炭酸塩含有量	○					○
陽イオン交換容量						○
交換可能陰性度						○
有機炭素面分		○		○	○	○
pH				○	○	○
酸化還元電位				○	○	○
分配係数				○	○	○
土壌中の酸素				○	○	○

2-4. 分析手法

ISO 18400で規定されている手順は、様々なマトリックス(土壌、ガス、水)中の物質の特性評価方法を定義するために開発されたものである。実験室での分析に先立ち、試料は採用する分析手法に適合した前処理(サブサンプリング、物質の種類に応じた適切な乾燥など)を行うべきである。これらは通常、ISO 11464およびISO 14507に記載されている試験室での試料の前処理に関するガイダンスに従うべきである。抽出または分析法によっては、試料の前処理に関する独自の要求事項が含まれている場合もある。

3. 我が国における本規格の適用性について

わが国の土壌汚染対策法では、曝露経路として地下水摂取と土壌の直接摂取の2つに着目していることに対し、本規格ではより広範囲の曝露経路に対する包括的な考え方が示されている。したがって、土壌・地下水汚染に対してある程度の知見を有する方にとっても、日本の法律や公定法、あるいは土壌環境センターのGEPC技術標準3「土壌・地下水汚染のサイトリスク評価手法 指針」で示された考え方との相違を知り、それらが設定された背景を比較することで知識を深化させるといった利用が期待できる。このように、本規格は我が国の地盤環境分野、特に土壌・地下水汚染対策に携わる研究者や技術者にとって有益な情報をもたらすと言える。