

1. はじめに

ISO/TC 190 (Soil quality: 地盤環境)において、土壤汚染のリスク評価にあたって、化合物の人への暴露量の定量評価方法がガイドラインとして既にまとめられている。SC 7 (Soil and site assessment: サイトアセスメントのサブ委員会)では、2003年12月15日にISO15800 (Soil quality — Characterization of soil with respect to human exposure: 汚染物質の人への暴露評価のために必要な土壤特性に関するガイドライン)を発行した。リスク評価・暴露評価において必要となる調査・分析事項について概論的に学ぶことのできるようになっている。

本発表では、SCで発行されたそのISO 15800の概要を紹介する。

- ・ Characterization of soil and sites with respect to human exposure (暴露に係わる土壤・サイト特性評価)
- ・ Characterization of soil and sites (土壤やサイトの特性評価)

2. ISO規格化の背景

ISO/TC190委員会 (Soil quality: 地盤環境)において、SC 7では、2003年12月15日にISO15800 (Soil quality — Characterization of soil with respect to human exposure: 汚染物質の人への暴露評価のために必要な土壤特性に関するガイドライン)を発行した。本規格は2010年1月7日段階でStage 90.93 (Review stage: International Standard confirmed)にあり、ほぼ確定した内容である。

本規格では、暴露評価に必要な土壤特性、汚染サイト特性、汚染物質特性に関する様々なパラメータに関して、暴露経路の特徴に応じて必要性、評価方法等についてまとめている。

3. 暴露に関わる土壤・サイト特性評価

表-2 土地利用に応じた暴露経路

土地利用 (受容体)	暴露経路				
	粉塵	蒸気	皮膚接触	土壌	作物
運動場などの遊び場 (主に児童)	○	○	○	○	○
家庭の菜園 (成人及び児童)	○	○	○	○	○
野営地 (成人及び児童)	○	○	○	○	○
庭園 (成人及び児童)	○	○	○	○	○
公園 (成人及び児童)	○	○	○	○	○
体育施設 (主に成人)	○	○	○	▲	
工業/商業地域 非開放的 (主に成人)	○	○	▲	▲	
工業/商業地域 開放的 (主に成人)	▲	○		▲	
建物、室内空気 (成人及び児童)	▲	○		▲	

▲はこの暴露経路の重要性が高い、又は特定のサイトの使用に對していつも関係するわけではないことを指す。
注釈1 室内の粉じん吸入及び摂取は、居室に入る時に靴に付いた土壌と靴についた土壌等を指す。
注釈2 学校の運動場、公園など場所において作物の摂取は教育のための育てている作物を指す。

●リスクアセスメントにおける暴露評価の位置づけ

- ・ Hazard identification (危害要因特定)
- ・ Dose-Response assessment (用量反応評価)
- ・ Exposure assessment (暴露評価)
- ・ Risk characterization (リスク判定)

●暴露評価の手順

- ・ Source identification and characterization (汚染源の特定と特性化)
- ・ Identification of exposure route (暴露経路の特定)
- ・ Identification of relevant receptors/target groups (想定暴露受容体、グループの特定)
- ・ And based on this: the actual exposure assessment (上記を元にした暴露評価)

●具体的な暴露経路

ISO15800で考慮されている具体的な暴露経路を表-1に示す。土地利用に応じた暴露経路は表-2でまとめる。

表-1 暴露評価と土地利用の一例

大分類	小分類	遊び場と庭	公園	建物
土壌の直接暴露	直接摂取	○	△	
	皮膚接触	○	△	△
吸引暴露	粉塵の吸引・吸入	○	△	△
	外気濃度の上昇	○	△	△
食物連鎖を通じた暴露	建物内へのガスの侵入			○
	動物などの作物の摂取	○		
	肉製品の摂取			

4. 土壤・サイトの特性評価

●汚染物質の移動プロセスと重要となるパラメータ

表-3および表-4に、汚染物質の移動プロセスと重要となるパラメータで示された、各暴露経路の暴露評価に関連する土壤の物理化学性、有害物質の分析方法のマトリックスの一例を示す。

●暴露経路の特性に応じた土壤のサンプリング方法

サンプリング及びその分析の詳細はISO10381-1に参照する。

●サイトの特性評価(サイト調査の進め方)

サイトの目的は汚染の範囲及び程度を確定し、特定危害要因と想定暴露受容体への暴露の評価する。その詳細はISO10381-5に従う。

●土壤の特性評価

汚染土壤の特性評価とは、その土壤の物理特性、化学特性及び生物特性をその関連のISO規格に従って提供する。

●汚染物質の特性評価(目的に応じた汚染物質毎の分析方法)

汚染サイトに存在する汚染物質はサイトの過去の使用に関連がある。異なる種類の工業に関連した汚染物質のリストは表-5にまとめる。

重金属類の土壤汚染の分析に関連するISO規格は表-6にまとめた。

表-6 重金属類の分析方法

Fraction	抽出方法	ISO Standard	Determination method	ISO Standard
全含有量	HF + HClO ₄	ISO 14869-1	XRF ^a	
	fusion	ISO 14869-2	AAS	ISO 11047 ^b
Pseudo total	aqua regia	ISO 11466	AAS	ISO 11047 ^b
	HNO ₃	-	AAS	ISO 11047 ^b
Complexing	EDTA	-	AAS	ISO 11047 ^b
	DTPA	ISO 14870	AAS	ISO 11047 ^b
	NaNO ₂	-	AAS	ISO 11047 ^b
Weak extractant	NH ₄ NO ₃	-	AAS	ISO 11047 ^b
	CaCl ₂	-	AAS	ISO 11047 ^b
	KCl	-	AAS	ISO 11047 ^b
水溶性	water extracts ^c leaching tests	-	AAS	ISO 11047 ^b

a X-ray fluorescence.
b For cadmium, chromium, cobalt, lead, manganese and zinc.
c Soluble at specified soil:water ratio using batch tests.

おわりに

本発表では、ISO15800(汚染物質の人への暴露評価のために必要な土壤特性に関するガイドライン)の内容を紹介した。紹介されたとおり、暴露評価を行う際、暴露経路に応じたサンプリング作成、サンプリング、分析方法が必須である土壤汚染のリスク評価に関する実務・研究に携わる方はISO15800を一読することをお勧めしたい。

表-3 暴露経路に関連する土壤の物理化学性のマトリックスの一例

	直接摂取	皮膚接触	粉じん吸入	蒸気吸入 (屋内)	蒸気吸入 (屋外)	植物経由	動物経由
pH		△		○	○		
含水率		△		○	○		
乾燥密度		△		○	○		
粒径分布	○	○	○	○	○	○	○
有機物含有量		△		○	○		
粘土含有量				○	○	▲	▲
CEC				○	○		
pE				○	○		
酸化還元電位				○	○		
湿度			○	○	○		

表-4 暴露経路に関連する汚染物質の存在形態毎の含有量のマトリックスの一例

	直接摂取	皮膚接触	粉じん吸入	蒸気吸入 (屋外)	蒸気吸入 (屋内)	植物経由	動物経由
全量	○	○	○	○	○	○	○
抽出	○	○	○	○	○	○	○
有機抽出率による抽出可能性	○	○	○	○	○	○	○
無機抽出率による抽出可能性	○	○	○	○	○	○	○
総抽出含有量	○	○	○	○	○	○	○
土壌固相中量	○	○	○	○	○	○	○

表-5 異なる種類の工業及びそれに関連する汚染物質

Type of industry	Typical contaminants
石油工業	Volatile aromatics: benzene, toluene, xylenes and ethylbenzene; alkanes C5 to C20, gasoline lubricants, methyl ethyl ketone, methyl tert-butyl ether, polyaromatic hydrocarbons, acid tars, Pb, As, B, Cr, Cu, Mo, Ni
ガソリンスタンド 又は石油、原油及びガスを貯蔵&処理場所 ガス製造所	Volatile aromatics: benzene, toluene, xylenes and ethylbenzene; alkanes C5 to C20, methyl ethyl ketone, methyl tert-butyl ether, lead Phenols and aliphatic phenols, polyaromatic hydrocarbons, volatile aromatics, cyanides, thiocyanates, ammonia, sulfur compounds
アスファルト及びタールの製造と製品	Volatile aromatics: benzene, toluene, xylenes; phenols, naphthalenes, polyaromatic hydrocarbons and other hydrocarbons
木材、木材繊維及びラミネート工業	Toluene, xylene, trichloroethene, methyl methacrylate, other solvents
木材防腐剤	Phenols, As, B, Cr, Cu, Hg, Sn, Zn, fluorides, polyaromatic hydrocarbons, cresosote, chlorophenols, pesticides, diminophenol, PCDD/F
紙とパルプ工業	Chlorophenols, organic solvents, metals
印刷工業	Chlorinated solvents, benzene, toluene, xylene, acetone, isopropanol, other solvents, Ag, As, Cr, Cu, Hg, Pb, Sb, Zn
鋳造業、金属鋳造工場など	Al, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn, phenols, formaldehyde, acids, cyanates, carbamides, amines, B, Ba, Hg, Se, Sn
金属工業	Al, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn, fluorides, PCBs, PCTs, hydrocarbons, chlorinated hydrocarbons, solvents, glycols, turpentine, paraffins, cyanides, phosphorus, acids, ethers, silicates, polyaromatic hydrocarbons, Sb, As, Co
溶融亜鉛めっき工業	Solvents, Ag, As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, cyanides, hydrocarbons
ペンキ、ラッカー及びエナメル製造業	Solvents: petrol, turpentine, volatile aromatics, alcohols, ketones, esters, glycol ethers and esters, chlorinated hydrocarbons, acrylamides, As, Cr, Cu, Cd, Pb, Zn, Sb, Ba, Co, Mn, Hg, Mo, Ni, Se
ゴム化学工業	Volatile aromatics: benzene, toluene, xylene and ethylbenzene; chlorinated solvents, other solvents, butadiene, Sb, B, Cd, Cr, Hg, Pb, Se, Te, Zn
繊維工場と製革工場	Sulfides and sulfates, chlorophenols, solvents, cyanides, acids, Al, As, B, Cd, Cu, Cr, Pb, alcohols, esters, ketones, xylenes
化学クレーニング店とドライクリーニング店	Trichloroethene, tetrachloroethene, turpentine, carbon tetrachloride
自動車修理	Aliphatic hydrocarbons, volatile aromatics, polyaromatic hydrocarbons, styrene, chlorinated hydrocarbons, other solvents, amines, isocyanates, methyl tert-butyl ether (MTBE), glycols, toluene di-isocyanate (TDI), Al, Cu, Pb

このリストは同様のものは注意して使用されるべく、この汚染物質のリストは完全ではない。あるサイトに存在する汚染物質は他のサイトの使用によるものである。ここにリストされたすべての汚染物質は必ず一つのサイトに存在しない。