

# S2-10 土壌および土壌材料の生態毒性学的特性評価 (ISO 15799)に関する検討

○神谷貴文<sup>1,2</sup>・古川靖英<sup>1</sup>・瀬口真理子<sup>1</sup>・ISO/TC190検討部会<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>土壌環境センター・<sup>2</sup>静岡県環境衛生科学研究所

## 1. はじめに

国際的に認められている生態毒性試験法(生物試験)の多くは、土壌・土壌材料に試験物質を添加した条件における生態毒性ポテンシャルを評価するために開発されたものであり、複雑な土壌マトリックスとの間で考えられる相互作用など、従来の化学分析法のみでは得ることができない情報を補完するものとして有効である。

- ・ISO15799:2019「地盤環境－土壌および土壌材料の生態毒性学的特性に関するガイダンス」<sup>\*1</sup>は、水生生物と土壌生物への影響に関連する、土壌と土壌材料(例えば、掘削・浄化された土壌、埋め戻し土壌、盛土など)の生態毒性ポテンシャルを評価するための試験方法の選択に関する国際規格である。
- ・本規格に示された“土壌のハビタット(生息環境)機能と保持機能”を維持するための考え方をまとめ、我が国における本規格の適用性について考察する。

**ハビタット機能:** 土壌/土壌材料が微生物、植物、土壌生物およびそれらの相互作用のための生息場所として機能する働き  
**保持機能:** 土壌/土壌材料が汚染物質の水を介した移動により食物連鎖に移行しないよう物質を吸着する働き

## 2. 生態毒性試験を検討すべき土壌/土壌利用分野

### 検討を推奨

- 生物相互作用または農業を維持するための土壌の機能の評価
- 複合的生態毒性の評価
- 地下水や地表水に影響を与える可能性がある場合、潜在的に有害な物質の生態毒性の評価
- 深さ1m以内の汚染度の低い土壌/土壌材料の特定
- 化学分析で確認できなかった潜在的な生態毒性の確認
- 土壌処理の成否のモニタリングと管理(オフサイト、オンサイト)
- 除染後地表に適用される土壌/土壌材料のモニタリングと管理

### 検討不要 (地下水汚染がない場合)

- 有害廃棄物として分類される汚染土壌(廃棄物混じり土など)、または化学的/分析パラメーターで明確に特徴付けることができる汚染土壌
- 商業的/工業的に利用され、園芸的/農業的利用の見込みがない地域
- 建築物やコンクリート、タールマカダム、アスファルトなどの低透水性の覆いで効果的に密閉される予定区域の土壌材料または埋め戻し材

## 3. 生態毒性試験の選択

### ①試験で使用する種または機能

- 得られた結果に安全係数を適用することで、より実用的なものにすることは可能であるが、単独種または機能のみで試験を行う場合、高い不確実性を持つ場合がある。
- 少なくとも微生物プロセス、植物界から各1種、動物界から1種(通常は腐植食性)を試験することが推奨される。
- 複数の生物種を試験する場合、捕食性種を含めるべきである。

### ②試験の選択に関する一般的基準

- 本規格で推奨する試験法(表1に掲載)は、もともと化学物質の有害性評価のために設計されており、国際的に認められている。
- 土壌/土壌材料の利用/再利用の意図と保全すべき土壌機能、特に保持機能とハビタット機能を十分考慮すべきである。

表2 生態毒性試験と土壌の再利用目的との関連性の一例

土壌の再利用	土壌の機能		
	保持機能	ハビタット機能	
	水生生物	植物生育	生物間相互作用
密閉された地域	低 <sup>a</sup>	低	低
商業的・工業的に利用されている非密閉区域	高	低	低
埋立地の被覆	高	高	低
緑地、公園、レクリエーションエリア	高	高	高
園芸または農業に使用される地域	高	高	高

a: 不飽和帯の土壌にのみ適用

### ③土壌機能試験における留意点

#### 【保持機能】

- 土壌中の液相に含まれる混入物質やその代謝物が、微生物、植物、土壌動物に深刻な影響を与える可能性がある。溶出液は水を介して曝露される生物に対する生態毒性試験に有用である。

#### 【ハビタット機能】

- 試験に供する土壌材料は対照材料と比較することが前提となる(試験サンプルと同等の土壌学的特性を持つもの、珪砂等不活性物質、認証された自然土壌、標準土壌等)。
- 土壌微生物叢は、土壌に生息する生物量の約80%を占めている。微生物叢の主な機能は、複雑な有機物を分解し、利用しやすい栄養素に変え、炭素、窒素、リン、硫黄の物質循環を維持することである。
- 土壌動物は物理的活動(排水、通気、混合、力学的粉碎等)、化学的変化(排泄物による粘土-腐植複合体の形成等)、生物学的変化(微生物の分布、微生物活性と有機物分解の相乗効果)、食物連鎖という4つの機能を有している。機能試験については垂致死試験による特性評価が特に推奨される。
- 多様な無脊椎動物の評価には試験を組み合わせる必要がある。

表1 推奨試験システム(本規格附属書Aより抜粋)

1. 陸上試験方法	
1.1 土壌動物相	
内容	規格
トピムシ-繁殖影響	ISO 11267
ミミズ-急性毒性	ISO 11268-1
ミミズ-繁殖影響	ISO 11268-2
ヒメミミズ-繁殖影響	ISO 16387
センチウ-成長、生殖能力、繁殖への影響	ISO 10872
カタツムリ-成長への影響	ISO 15952
ペイトラミナ-急性影響	ISO 18311
1.2 土壌植物相	
内容	規格
根の生育の阻害	ISO 11269-1
出芽と生長への影響	ISO 11269-2
出芽と生長への影響	ISO 22030
ソラマメ小核試験	ISO 29200
高等植物の発芽と初期生長	ISO 18763
1.3 土壌微生物	
内容	規格
無機化・硝化作用	ISO 14238
アンモニウム酸化-迅速試験	ISO 15685
土壌呼吸量	ISO 17155
マイクロプレート法による酵素活性測定	ISO/TS 22939
デヒドロゲナーゼ活性の測定	ISO 23753-1
	ISO 23753-2
デヒドロゲナーゼ活性を利用した固形物接触試験	ISO 18187
バイオマス-SIR法	ISO 14240-1
バイオマス-FE法	ISO 14240-2
PLFAおよびPLEL分析	ISO/TS 29843-1, ISO/TS 29843-2
定量PCRによる土壌中の微生物群の存在比の決定	ISO 11063, ISO 17601
2. 水域試験方法	
内容	規格
ミジンコ-遊泳阻害	ISO 6341
淡水藻類生育阻害試験	ISO 8692
淡水魚急性毒性試験	ISO 7346
魚卵試験	ISO 15088
海洋藻類生育阻害試験	ISO 10253
ミジンコ繁殖試験	ISO 10706
ミジンコ慢性毒性試験	ISO 20665
ワムシ慢性毒性試験	ISO 20666
海洋性発光細菌-発光性細菌試験	ISO 11348
海洋性カイアシ類-急性毒性試験	ISO 14669
コウキグサ-生長阻害試験	ISO 20079
umu試験	ISO 13829
サルモネラ菌/マイクロソーム試験	ISO 11350

- 栄養段階:例えば腐植食性種と捕食性種
- 分類群/生理学的グループ:環形動物と節足動物の代表種
- サイズ/曝露経路:小型、中型、大型土壌生物(間隙水からの皮膚曝露と食物摂取の違い)
- 生態学的役割:土壌に生息する種とリターに生息する種

## 4. おわりに

- ・近年欧州を中心に展開されているTRIADアプローチ(ISO 19204)は、汚染土壌のリスク評価において3つのエビデンス(化学、生態毒性学、生態学)を提示することで、効率的かつ生態学的な裏付けを強化する実用的な手法であり、今回紹介した本規格はそのうち生態毒性学的な評価手法の技術面を支援する内容となっている。
- ・一方、我が国の土壌汚染対策法は人の健康被害の防止が主目的となっており、土壌生態系を含む生物影響には言及されていない。また、汚染物質の化学的な濃度が重視されており、土壌生物を対象とした毒性試験はほとんど適用されていない。
- ・我が国において土壌生態系への影響が未だ考慮されていない要因の一つとして、在来の土壌動物への毒性影響に関する基礎的な知見が不足していることが挙げられる。
- ・本規格のように土壌動物を含む土壌生態系全体がもつ機能に注目するのであれば、我が国でも受け入れられやすいのかもしれない。将来の法制度化を見据えたデータの収集とともに、欧州を中心としたTRIADアプローチにみられるsite specificな評価手法の進展には今後も注視していく必要がある。