

○<sup>1</sup>石川洋二・<sup>1</sup>川端淳一・<sup>1</sup>中島誠・<sup>1</sup>ISO/TC190部会  
<sup>1</sup>一般社団法人土壌環境センター

ポイント

- (1) 土壌の生態学的機能は化学物質の存在に影響を受けやすい
- (2) 土壌の生態毒性の評価方法は難しく、方法は定まっていない
- (3) 日本には、土の生態毒性評価方法は存在しない
- (4) ISO規格 (ISO15779) は、土及び土質材料の生態毒性評価の指針を示す
- (5) ISO規格の動向も注視しつつ、日本独自の経験を積み上げる必要がある

土壌の生態毒性

- ・土壌の生態学的機能が非常に影響を受けやすく、化学物質の存在に弱いことが知られているものの、その一般的な評価方法が定まっていない(van Straalen, 2002)。
- ・「水や大気汚染と違って土壌汚染の実態は人の目に見えにくく、影響評価が難しいので、人の健康に重大な影響のある汚染以外ではこれまでほとんど研究されていない」(金子他、2007)。
- ・「化学物質が土壌生態系にもたらす現実的な影響を評価可能なリスク評価手法の開発は立ち遅れており、今後のさらなる研究が必要である」(林他、2010)。

ISO

- ・土質、水質に対して、試験の規格が定められてきた。
- ・手法は、化学物質の生態毒性を調べるためのOECDの試験と同様。
- ・次の規格はこれらの試験の規格の指針となる。

日本

- ・土及び土質材料の生態毒性評価の規格は存在していない。
- ・2003年から土壌汚染対策法が施行されたが、生態毒性の観点からの評価はなされていない。

ISO/TC190委員会 (Soil quality: 地盤環境)  
地盤環境に関する国際規格ISOを定める

生物分野  
微生物、動物、植物

参考: 化学物質の生態毒性  
生態毒性: 従来、水生生物が主対象  
化学物質の影響を調べるものである<sup>3)</sup>。

世界  
経済協力開発機構(OECD)のテストガイドライン  
化学物質の安全対策: 国際化学物質安全性計画(IPCS)、国連環境計画(UNEP)、残留性有機汚染物質(POPs)に関するストックホルム条約、化学物質の安全性に関する政府間フォーラム(IFCS)<sup>3)</sup>。

国内  
「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)」  
2003年改正: OECDのテストガイドライン及び化審法テストガイドライン<sup>4)</sup>による生態毒性に関する試験を実施する。

ISO15799 Soil quality – Guidance on the ecotoxicological characterization of soils and soil materials  
(ISO15799 地盤環境 – 土及び土質材料の生態毒性評価の指針)

要点(括弧内は、本規格の章を示す)

- ・目的は、土及び土質材料の生態毒性ポテンシャルを評価するための方法を選択する際の指針を提供することである。(1章)
- ・Bioaccumulation(生物濃縮)の試験は含まない。また、真核生物を用いた土の遺伝毒性試験は未だ利用されていない。(1章)
- ・生態毒性試験の適用を検討すべき場合の例(3章)
  - 自然な生物群集と農業を維持するという土の持つ能力の評価
  - 土等に含まれる種々の、bioavailableな汚染物質の複合生態毒性の評価
  - 化学分析で検知し得なかった生態毒性の検出
  - 土壌浄化終了の分析や管理
  - 非汚染土を表層に適用する場合の分析や管理
- ・生態毒性試験の適用が必要ない場合の例(3章)
  - 有害廃棄物であるか、化学分析等で明確に特徴づけられた汚染土。ただし、その場合であっても、バイオ処理の中途過程管理や浄化の最終確認のためには、生態毒性試験は有用である。
  - 商工業区域であり、園芸や農業に利用される見込みのない地域。
- ・毒性の影響は生物種の種類によって大きく異なる。従って、複数の生物種を用いた試験を組み合わせて評価する必要がある。動物種、植物種、微生物種のそれぞれの試験の実施を推奨する。(4章)
- ・生態毒性試験は次の二つの機能を対象とする。(4章)
  - 生育場所機能(habitat function)  
土等が、微生物、植物、動物、生物群集の生育場所として機能する能力
  - 残留機能(retention function)  
汚染物質が水の流れに乗って移動しないように、汚染物質を土等が吸収する能力
- ・採取試料質量は、試験に応じて、100mgから100kgにまで及ぶ。(6章)

推奨するISO規格等の試験法

- 地中動物群
    - ISO11267 土質 – トビシムス繁殖試験
    - ISO11268-1 土質 – ミミズ急性毒性試験(ASTM E1676-97、OECDテストガイドライン207)
    - ISO22368-2 土質 – ミミズ繁殖試験
    - 準備中 ヒメミミズ繁殖試験
    - ISO20963 土質 – ハナナグリ幼虫急性毒性試験
  - 植物
    - ISO11269-1 土質 – オオムギ根成長阻害試験
    - ISO11269-2 土質 – 単子葉及び双子葉植物出芽成長試験
  - 土壌微生物
    - ISO14238 土質 – 窒素無機化及び硝化試験
    - ISO14240-1 土質 – 呼吸速度による土壌微生物量定量試験
    - ISO14240-2 土質 – 呼吸速度による土壌微生物量定量試験
    - ISO15685 土質 – 硝化能定量迅速試験
    - ISO11545 土質 – 呼吸曲線を用いた土壌微生物量の定量・活性試験
  - 水生生物
    - ISO6341 水質 – ミジンコ移動阻害による急性毒性試験
    - ISO8692 水質 – 淡水藻類成長阻害毒性試験
    - ISO20079(予定) 水質 – ウキクサ成長阻害毒性試験
    - ISO7346 水質 – 淡水魚急性致死毒性試験
    - ISO10253 水質 – 海藻成長阻害試験
    - ISO10706 水質 – ミジンコ長期毒性試験
    - ISO11348 水質 – 発光細菌試験
    - ISO14669 水質 – 海産カイアシ急性毒性試験
  - 遺伝毒性
    - AFNOR NF190-325 イペリトアイトゲイモリ遺伝毒性試験
    - ISO13829 土質 – umu試験を用いた遺伝毒性試験
    - ISO/W/D 21427 土質 – 小動物群による遺伝毒性試験
- なお、上記の土質及び水質に関する試験は、化学物質を添加したものを対象とした試験であるため、実際の土壌(たとえば土壌溶出液が影響するもの)に対しては状況に合わせて変更する必要がある。

今後の展望

- ・土壌汚染の生態系リスクは、土壌生物の生態系機能の阻害、食物連鎖を通じた群集影響及び生物濃縮という二つの主要な内容を持つ<sup>7)</sup>。今後は、上記ISOの動向も注視しつつ、下記事例のように日本独自の経験を積み上げていく必要があると考える。

学術事例  
・古い重金属汚染地帯における微生物群集への重金属汚染の影響<sup>8)</sup>  
・泥炭地におけるミミズへの種特異的な重金属の蓄積<sup>9)</sup>  
・汚染土における重金属のbioavailabilityに及ぼすミミズの影響<sup>10)</sup>

プロジェクト事例  
・クウェートにおける油汚染土のバイオ処理  
「変異原性試験(突然変異誘起性):労働省告示第77号」及び「植栽試験」<sup>11)</sup>

参考文献

1) ISO (2003): ISO15799 Soil quality – Guidance on the ecotoxicological characterization of soils and soil materials.  
 2) 林啓彦、岩崎雄一、藤井芳一(2010): 化学物質の生態リスク評価: その来歴と現在の課題、日本生態学会誌、60、pp.327-336.  
 3) 若林明子(2003): 化学物質と生態毒性 改訂版、東京、丸善株式会社。  
 4) 五箇公一、浦島伸子(2004): [特集2] 化学物質の生態リスク評価に関する近年の動向 – 化学物質審査規制法の改正を迎えて – 科学技術動向、2004年2月号。  
 5) 厚生労働省、経済産業省、環境省(2011): 新編化学物質等に関する試験の方法について、平成23年3月31日。  
 6) van Straalen, N. M. (2002): Assessment of soil contamination – a functional perspective. Biodegradation, 13, pp.41 – 52.  
 7) 金子信博、大場宏樹(2007): 土壌系における生態系レベルでのリスク解析、文部科学省21世紀COEプログラム「生物・生態環境リスクマネジメント」成果報告書、2007年3月、pp.12-17.  
 8) Kamitani, T., Oba, H., and Kaneko, N. (2006): Microbial biomass and tolerance of microbial community on an aged heavy metal polluted floodplain in Japan. Water, Air, and Soil Pollution, 172, pp.185-200.  
 9) Kamitani, T. and Kaneko, N. (2007): Species-specific heavy metal accumulation patterns of earthworms on a floodplain in Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66, pp.82-91.  
 10) Fujii, Y. and Kaneko, N. (2009): The effect of earthworms on copper fractionation of freshly and long-term polluted soils. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72, pp.1754-1759.  
 11) 千野裕之、辻博和、石川洋二、四本理世、松原隆志(1998): 油汚染土のバイオレメディエーションに関する研究(3) – クウェートにおける浄化処理土の性状と緑地への適用性 –、大林組技術研究所報、No.57、pp.111-114.