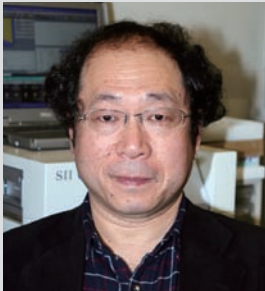


蛍光X線分析法による土壤環境評価

土壤環境施策で求められる簡易調査法の最初のJIS規格



丸茂 克美

まるも かつみ

k.marumo@aist.go.jp

地質情報研究部門
物質循環研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

鉱物資源探査の一環として、陸上や海底の重金属の挙動に関する研究に従事してきました。現在は企業や大学との共同研究で土壌や河川水中の重金属の環境問題や、現場分析手法・浄化対策技術開発に関する研究を実施しています。また国際標準化機構 (ISO) の TC/190 国内委員として土壌の簡易分析手法の国際規格化に取り組むとともに、統合国際深海掘削計画 (IODP) のサイエンスプランニングコミティーの日本代表の一員として、地球規模の物質循環の解明のための国際共同研究をサポートしています。

関連情報：

● 参考文献

丸茂 克美 他: X線分析の進歩, 38, 235-247 (2007).

丸茂 克美 他: X線分析の進歩, 36, 17-36 (2005).

独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター: 土壌・地質汚染評価基本図「5万分の1姉崎」, (2003).

独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター: 土壌・地質汚染評価基本図「5万分の1仙台地域」, (2006).

中井 泉編集: 日本分析化学会X線分析研究懇談会監修: 蛍光X線分析の実際, 朝倉書店, (2005).

JIS K 0470制定の背景

環境省が平成19年度に実施した「土壤環境施策に関するあり方懇談会」の報告において、工場・事業所の土壤汚染未然防止のための操業中からの対応や、簡易調査方法を導入した汚染の実態把握の重要性が指摘されました。

土や砂に含まれているひ素や鉛は目で見ることができず、臭いなどもないため、工場敷地内に漏れることを未然に防止するためには、工場敷地内の土や砂を日常的に採取し、汚染が発生していないか調べる必要があります。こうした背景のもとに、平成20年3月20日に“土砂類中の全ひ素及び全鉛の定量-エネルギー分散方式蛍光X線分析法” (JIS規格番号JIS K 0470) が、制定・公示されました。このJIS規格は前述の懇談会の報告で提言された簡易調査方法に関する最初のJIS規格です。なお、この規格の作成にあたっては、産総研の平成15～18年度の標準基盤研究予算を用いて実施された「土壌中の有害金属の簡易分析」の成果の一部が活用されています。

蛍光X線分析法の原理と優位性

X線 (1次X線) を試料に照射すると、X線は試料に含まれる原子中の電子を基底状態から励起します。励起された原子の電子状態が基底状態に戻る際には、励起状態と基底状態との電子状態のエネルギー差に相当する蛍光X線 (特性X線と呼ぶ) が発生します (図)。こうした蛍光X線のエネルギーは原子に特有な値をもつため、そのエネルギー値をX線検出器で測定することにより元素を同定できます。また蛍光X線の強度をX線検出器で測定することにより、試料中の元素の存在量を定量分析することが可能です。この蛍光X線分析法は土砂のような固体試料を非破壊分析でき、原子吸光分析法やICP質量分析法などに不可欠な、固体試料を溶解して検液を作成する前処理が不要です。

有害物質使用特定施設をもつ製造業者の多くは、欧州連合 (EU) における廃電気電子機器リサイクルに関する指令 (WEEE) および特定有害物質の使用制限 (RoHS) 指令や使用済み自動

車に関する指令 (ELV) に対応するため、蛍光X線分析法による製品の非破壊分析の優位性に着目し、すでに市販の卓上型エネルギー分散型蛍光X線分析装置を導入しています。したがって、こうした製造業者はJIS K 0470を用いることにより、既存の蛍光X線分析装置を土壤汚染調査に有効利用して、土壤汚染の未然防止に努めることが可能となるはずで

今後の展開

エネルギー分散型蛍光X線分析装置は多元素同時分析ができるため、土壤汚染対策法で指定された第二種特定有害物質 (重金属等) のうち、ひ素、セレン、カドミウム、水銀、鉛の定性分析が容易に行えます。また、市販されているエネルギー分散型蛍光X線分析装置の中には、標準試料を用いなくても分析値を計算してくれるプログラムを装備したものがあり、このプログラムを使えば、汚染した土砂中のひ素、セレン、カドミウム、水銀、鉛の濃度計算値が得られます。しかし、土や砂の化学組成は複雑なため、こうした計算値は正確な値とはなりません。そのため、JIS K 0470では分析項目をひ素と鉛に限定し、この2元素の分析に最適化した分析条件を提案していますが、今後はセレン、カドミウム、水銀の蛍光X線分析のためのJIS規格を作成する予定です。

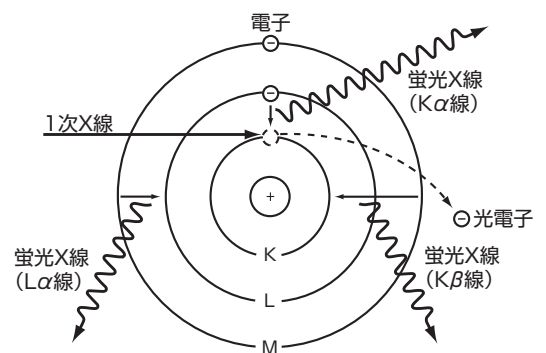


図 蛍光X線の発生原理

1次X線はひ素や鉛原子中の電子を励起するが、励起された原子の電子状態が基底状態に戻る際に蛍光X線が発生する。ひ素はK線、鉛はL線を使って分析。