

最新測定機器デモンストレーションで明らかにされた、ハンドヘルド型蛍光X線分析計の有効性

自然由来重金属類評価研究会会長 丸茂克美

はじめに

リニア中央新幹線建設工事は、改正土壤汚染対策法により自然由来の重金属類等が法の対象になって以来、恐らく最大規模の鉄道建設工事であろう。リニア中央新幹線をはじめとした山間部の大規模公共事業において留意すべき点は、トンネル工事などで発生する大量の掘削土（発生土）の管理方法である。

トンネル工事に伴い、掘削土をトンネル工事現場の周辺の上り下りの発生土置き場に運ぶ場合には、地滑りで発生土置き場が崩壊しないよう地盤を考慮しなくてはならない。万一、発生土置き場が崩壊した場合には、掘削土に含まれる自然由来の重金属類が河川水に移行してしまう。特に発生土中の硫化鉄鉱物などが酸化して硫酸イオンを発生してしまう場合には、河川水が酸性化し、イワナなどの淡水魚の生息を脅かし、生態系に深刻な影響が出てしまう。

大規模公共事業で発生するトンネル掘削土の量は膨大であるため、鉱床起源のヒ素や鉛鉱物にせよ、亜炭層に含まれる硫化鉄鉱物にせよ、現場において肉眼でその存在を把握することは容易ではない。こうした場合、スクリーニング分析を有効に活用して有効に現場調査をする必要がある。

自然由来重金属類評価研究会では、車に搭載可能な卓上型の蛍光X線分析装置の有効性を現場検証し、発生土に含まれるヒ素や鉛含有量や、硫黄含有量を把握することができることを明らかにするとともに、研究会活動の一環として卓上型の蛍光X線分析装置の現場研修会を行ってきた。

ハンドヘルド型蛍光X線分析計の性能評価

最近では、所謂ピストル型の超小型蛍光X線分析装置（ハンドヘルド型蛍光X線分析計）の普及が目覚ましいが、硫黄の特性X線は空気中を通過する過程で減衰してしまうため、出力の小さな超小型の蛍光X線分析装置を用いて発生土中の硫黄含有量を評価することは厳しいのが実情である。

図1は2mmの長さの空気層を通過するX線の減衰率を示したものである。エネルギー値が5keV以上ある鉄やヒ素のX α 線の減衰率は1%以下であるものの、硫黄のX α 線の減衰率は8%近くに達してしまう。しかし、装置の使い方や分析法の改良により、硫黄の分析もまったく困難とは断定できない。例えばX線検出器にSDD検出器を用いることにより、ハンドヘルド型蛍光X線分析計でも硫黄の分析を行うことができる可能性は否定できない。

自然由来重金属類評価研究会では、SDD検出器を装備したオリンパス製の最新型ハンドヘルド型蛍光X線分析計 DELTA Premium を用いて、土壌の現場分析を行い、土壌に含まれる重金属（銅、亜鉛、ヒ素、鉛）及び硫黄含有量がどの程度正確に測定できるかを調べた。

また、従来研究会が活用してきた車に搭載可能な卓上型の蛍光X線分析装置（X線技術研究所製のED-05）を用いて、土壌中に含まれる重金属（銅、亜鉛、ヒ素、鉛）及び硫黄含有量を測定し、たオリンパス製の最新型ハンドヘルド型蛍光X線分析計 DELTA Premium を用いて得られた測定結果と比較した。

その結果、オリンパス製の最新型ハンドヘルド型蛍光X線分析計 DELTA Premium を用いることにより、重金属（銅、亜鉛、ヒ素、鉛）及び硫黄含有量が高い鉱山由来の土壌と、重金属（銅、亜鉛、ヒ素、鉛）及び硫黄含有量が通常レベルの土壌とを簡単に識別できることが判明した。従ってハンドヘルド型蛍光X線分析計 DELTA Premium を用いることにより、現場調査でスクリーニング分析を行うことができる可能性が高い。

また、ハンドヘルド型蛍光X線分析計 DELTA Premium とX線技術研究所製のED-05を用いて得られた土壌の分析結果を比較したところ、銅、亜鉛、ヒ素、鉛に関しては、両者の分析結果に良好な相関性があることが判明した（図2）。両者の分析値には相違があるものの、この相違は両者が使用しているデータ解析プログラムの相違、すなわち使用されている標準試料の違いやデータの計算方法の違いに起因するもので、蛍光X線分析法では頻繁に起こる課題である。むしろ我々は両者のデータの相関性の良さに注目すべきである。

硫黄の分析値に関しては、両者の相関性は重金属ほど良好でないものの、こちら、我々が期待していた以上の結果となった（図3）。我々にはハンドヘルド型蛍光X線分析計では硫黄の分析は難しいという先入観があったが、この先入観は消え去った。

今後の課題

トンネル工区毎に蛍光X線分析装置が配備され、各切羽で地質が変化した時点で、地質そのものや、発生土中の硫黄含有量やヒ素や鉛の含有量を蛍光X線分析法で把握できれば、掘削土に含まれるヒ素や鉛の含有量が環境基準値を超える可能性があるか、掘削土が酸性化する可能性があるかを把握することができるはずである。膨大な量の発生土の管理には現場でのスクリーニング分析は必須である。

自然由来重金属類評価研究会では今後ともハンドヘルド型蛍光X線分析計の有効性を検証する計画である。

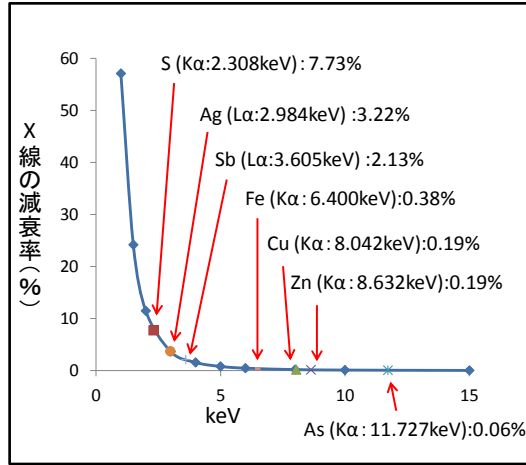


図1 2mmの長さの空気層をX線が通過する過程におけるX線の減衰率

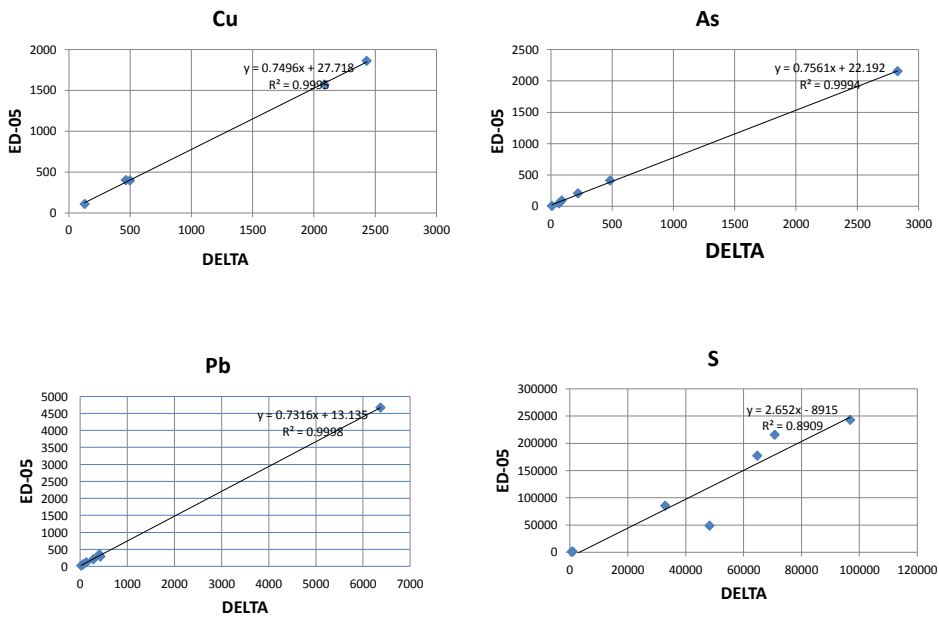


図2 ハンドヘルド型蛍光X線分析計DELTA PremiumとX線技術研究所製のED-05を用いて得られた土壌の分析結果の比較(単位はmg/kg)