

地質試料等の多元素同時非破壊分析

利用者 今瀬肇¹、辻正道²、川村光生³、秋元武³、新関隆⁴
 所属 ¹茨城県企画部、²E&Eソリューションズ(株)、³巽工業(株)、⁴東京家政大学

1. はじめに

開発途上国では、休止金鉱山跡地などに含まれる金を、家族単位程度の小規模集団による水銀アマルガム法を用いて採取することが広く行われており、その産出量は総金地金の40%に達するとの推計もある。このような金採掘作業で排出された水銀が河川水、底質、周辺樹木などに環境基準を大きく超えて蓄積することが昨今問題となってきた。世界銀行もこのような状況に関心を払っているが、実態はあまり知られていない。

即発線分析法は固体試料のまま、Cd、Hg等の有害元素や金など貴金属元素の高精度の非破壊同時多元素定量が可能であるため、環境汚染の実態の把握のみならず、蛍光X線分析など汎用定量法の正確さの確認、精度管理などに有効に利用できる可能性がある。

2. 実験方法

試料：世界各地の産金地帯、金鉱山、金鉱精錬所などから収集した試料のうち、本実験ではモンゴル・ボロー川流域、コピアポ(チリ北部の小都市)郊外の金精錬所、日本の金鉱山周辺で採取した試料を選定した。これをメノウ乳鉢で粉碎し、約150mgを直径1cmのペレットに成型し、フッ素樹脂フィルムで作成した袋に入れて封入し、測定した。

3. 実験結果

PGAにより元素分析した結果、水銀が試料で71ppm、試料で約900ppm検出されたが、日本の試料では検出されなかった(下表)。水銀は金採取目的で使用されるものであるが、一方でヒトの曝露原因物質となっている可能性がある。

これら試料はいずれも一般の地質試料と比べて高濃度のホウ素を含有していることが判明した。特に試料は、400-500ppmのホウ素を含有しており、鉱床の成因との関りに興味を持たれる。いずれの試料のカリウム含有量が高い。これは、風化が進んだ結果、生成した粘土成分に多く含まれているものと推定される。また、これら試料のチタン含量は、鉄含量に比べ、非常に多い特徴が観察された。

以上の成果は、ホウ素を含む多元素同時分析可能なPGA法による所が大である。

金鉱山試料の即発線分析結果 (2006/7/29)

Element	Energy (keV)	Unit	Analytical Results		
			Borrow Sediment	Copiapo Gold Mine	Japan
H	2223	%	0.138 ±0.01	0.0421 ±0.002	0.59 ±0.04
B	478	ppm	32.9 ±0.2	421 ±2	486 ±1
Al ^{*1}	1779	%	6.5 ±0.5	11.0 ±0.8	8.6 ±0.6
Si	3534	%	50 ±4	29 ±2	40 ±3
S	842	%	N.D.	3.1 ±0.3	N.D.
K	770	%	1.4 ±0.1	2.6 ±0.2	1.9 ±0.1
Ti	1381	%	0.21 ±0.03	0.32 ±0.04	0.26 ±0.02
Fe	352	%	7.2 ±0.8	8.6 ±0.7	6.3 ±0.5
Sm ^{*2}	333	ppm	3.5 ±0.6	4.4 ±0.9	2.8 ±0.4
Hg	368	ppm	71 ±11	893 ±61	N.D.

*1: 半減期及びバックグランド補正なし

*2: 非1 ν 元素

N.D. 検出されず

4. まとめ

地下資源、特に鉱物資源の開発には随伴する有害副成分や化学物質の取り扱いに、近年特に環境側面が重視されるようになったため注意が払われるようになってきた。しかし、途上国では教育訓練や技術知識の欠如などから、必ずしも十分環境配慮活動が効果を挙げていない面もある。本実験で使用した多元素同時分析法により、環境への排出規制項目であるホウ素含有量が高いことが判明した。

小規模金採掘に伴う水銀汚染土壌の 非破壊分析法の開発

利用者 辻 正道¹、川村 光生²、秋元 武²、新関 隆³、今瀬肇⁴
所属 ¹E&Eソリューションズ(株)、²異工業(株)、³東京家政大、⁴茨城県

1. はじめに

開発途上国では、休止金鉱山跡地などに含まれる金を、家族単位程度の小規模集団による水銀アマルガム法を用いて採取することが広く行われており、その産出量は総金地金の40%に達するとの推計もある。このような金採掘作業で排出された水銀が河川水、底質、周辺樹木などに環境基準を大きく超えて蓄積することが昨今問題となってきた。世界銀行もこのような状況に関心を払っているが、実態はあまり知られていない。

世界各地の小規模産金地帯、金鉱山、金鉱精錬所などから収集した環境試料を分析することにより、特にアマルガム材料として使用される水銀に着目してPGA分析を実施した。平成18年度後期の実験で、モンゴル・ボロー川流域、コピアボ(チリ北部の小都市)郊外の金精錬所、日本の金鉱山周辺、で収集した地質・底質試料から水銀濃度の高いものが見出された。引き続き、平成19年度前期では、フィリピン・ルソン島北部、カンボジアで採取した河川底質試料等の環境試料を即発線測定した。

2. 実験方法

試料：採取した試料は、加熱や粉碎等の前処理はせず、その一部約150mgをフッ素樹脂フィルム袋に封入し、室温で測定した。の試料は、-1 精錬所の天井のすす、-2 河川底質、-3 廃液貯留池の底質である。すすは、モーター燃料から生成したもので天井や小屋の壁に付着していたものである。

3. 実験結果

試料 から極めて高濃度の水銀のほか、ホウ素とカドミウムを、試料 から高濃度の水銀とホウ素を検出した。特に、-1は2%を超える水銀を含んでいることが判明した。発ガン性物質とされているスズや水銀等の重金属と共に複合曝露される劣悪な環境で金精錬が行われている。

いずれの底質試料もカリウム含有量が高い。これは、風化が進んだ結果、生成した粘土成分に多く含まれているものと推定される。また、これら試料のチタン含量は、鉄含量に比べ、非常に多いという特徴が見られた。

汎用的な化学分析法では通常液体試料を分析対象としているため、加熱溶解等の前処理が行われる。時間のかかるこのような前処理をせずに、水銀・カドミウムの重金属類を分析対象として多元素同時高感度分析ができた。水銀は揮発性の高い元素であり、代表的な非破壊分析法であるPIXEでは、試料表面が高温になるため、水銀の化学形によっては真空下で一層揮散しやすい。そのため、化学形が不明の試料では正確なデータが得られたか、確認できない欠点がある。PGAでは室温での非破壊分析であるため、これらの不都合な点はすべて除去されるという長所がある。

本実験で使用したPGAにより、重金属のほか、環境への排出規制項目であるホウ素含有量も高いことが判明した。

4. まとめ

地下資源、特に鉱物資源の開発には、原石に随伴する有害副成分や化学物質の取り扱いに、近年特に環境側面が重視されるようになったため注意が払われるようになってきた。しかしながら、途上国では教育訓練や技術知識の欠如などから、必ずしも十分環境配慮活動が効果を挙げている面もある。

即発線分析法は固体試料のまま、Cd、Hg等の有害元素などの高精度非破壊同時多元素定量が室温で可能であるため、環境汚染の実態の把握などに有効に利用できると期待される。