

廃棄物等に含まれる金属資源の分析方法に関する考察

飯野成憲・茂木 敏*・宮脇健太郎**

(*東京都環境局環境改善部、**明星大学)

【要約】 土壌中の金属含有量分析を行う「環告 19 号」、廃電子機器中の金属含有量分析を行う「製品中のレアメタル等暫定分析方法 B 法（以下、「暫定 B 法」という）」、及び、非鉄金属製錬分野で利用されている「マット融解法」による分析値を比較した。マット融解法は特殊設備が必要なため、一般の分析機関では実施が困難であるが、環告 19 号はスクリーニング試験として活用できることが示唆された。暫定 B 法は、やや分析の再現性は低いものの、自治体の環境研究所等で実施可能であるため、今後資源循環分野での活用が期待される。

【目的】

廃電子機器や溶融メタル等、循環利用が可能な金属資源の分析法は環境省告示により規定されておらず、適切な資源性の評価方法が求められている。そこで、土壌中の金属含有量分析を行う「環告 19 号」、廃電子機器中の金属含有量分析を行う「製品中のレアメタル等暫定分析方法 B 法」、非鉄金属製錬分野で利用されているものの、特殊設備が必要なため一般の分析機関では実施が困難である「マット融解法」による分析値を比較した。

【方法】

溶融メタル 2 検体、不燃物、携帯電話、PC 基盤、リモコンを粉砕したものをマット融解法用試料とし、さらに粉砕機により粉砕した試料を環告 19 号及び暫定 B 法用試料とした。Au、Ag、Pt、Pd、Cu、Fe、Al、Zn、Ni、Cr、Pb（マット融解法は Fe の測定が不可能なため分析対象外）を ICP 発光分光分析装置により分析した。Hg については、マット融解法は融解試料を、環告 19 号はろ液試料を、暫定 B 法はろ液試料及び残渣試料を、それぞれ底質調査方法に準拠して前処理し、還元気化原子吸光装置により分析した。分析方法の比較を表 1 に示す。

【結果の概要】

（1）環告 19 号と暫定 B 法の比較 暫定 B 法による分析値を基準とした場合、環告 19 号では Au、Pt、Pd 等のイオン化傾向の小さい金属では、ほとんど溶出しなかった。Al や Zn 等、塩酸への溶解性が大きい金属では、概ね溶出していることがわかった。その他の金属とイオン化傾向の大小については明確な関連性は見られなかったが、これは金属表面における複雑な化学反応等の影響によるものと推察された。暫定 B 法で検出される場合には、ほとんど環告 19 号においても高い含有量が検出されたことから、環告 19 号は一部の金属を除き、資源性評価のためのスクリーニング試験として一定程度活用できる可能性が示された。

（2）暫定 B 法とマット融解法の比較 Ag、Pd の一部、Pt、Hg を除き、どの元素においても概ね同値であった（図 1）。Ag については暫定 B 法に比べ、マット融解法の方が全体的に高い値となった。これは、暫定 B 法において、ろ過後に残渣分を廃棄することとしているが、実際には残渣中に Ag が含まれていたためと推察された。Pd は低濃度のため測定精度が低かったこと、また、Pt は暫定 B 法において白金るつばから溶出したことが原因で数値に差が出たものと考えられた。Hg はマット融解において揮発したものと考えられた。また、リモコンの Zn、Pb、携帯電話、不燃物の Pb では暫定 B 法に比べ、マット融解法の値が大幅に小さくなった。この原因は金属が塩素と反応して沸点が下がる現象である塩化揮発によるものと考えられた。Pb と Zn は Cl と反応して塩化揮発を起こすことが知られているため、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置で粉砕試料の Cl 濃度を測定した。リモコン及び不燃物は約 0.3%、携帯電話は 0.1%であったことから、これらの試料は、マット融解法の融解時に Pb や Zn と Cl による塩化揮発により、濃度が低くなったと考えられた。

（3）再現性の比較 各分析法による再現性を評価するため、2 回の測定結果を比較した。全体として、環告 19 号、暫定 B 法では、測定結果が大きく異なる試料もあったが、マット融解法では、いずれの金属においても 2 回の測定結果がほぼ同程度であった。暫定 B 法による測定結果ではいずれの試料、金属においてもオーダー単位で異なることはなかったため、資源性の評価には十分利用できる可能性があると考えられた。

【参考文献】

飯野成憲・茂木敏・宮脇健太郎：環境・製錬分野における金属資源の分析方法に関する考察-環告 19 号試験、レアメタル等暫定分析法， マット融解法-， 廃棄物資源循環学会論文誌， in press

表1 分析方法の比較

分析方法	環告19号	製品中のレアメタル 暫定分析方法（暫定B法）	マット融解法 （JIS M8082）
用途	土壌含有量	電子部品等に含まれる 金属含有量	値付け、製錬工程管理
採取試料量	6g以上	正確に1g	500g~3,000g
試料サイズ	2mm以下	0.25mm以下 (0.10mm以下が○)	5mm以下 (0.15mm以下が○)
酸処理	1N塩酸	王水、ふっ化水素酸、 塩酸、硝酸、硫酸	規定なし
定量	ICP発光分析法 ICP質量分析法 原子吸光法 吸光光度法	ICP発光分析法 ICP質量分析法	規定なし (Au, Agは重量法、その他白 金族元素はICP発光法、ICP 質量分析法が一般的)
定量対象金属	Cd, Hg, Se, Pb, As, B, Cr ⁶⁺	Ni, Cr, W, Co, Mo, Mn, V, Pd, Pt, Nb, Sb, Zr, Sr, Ta, Ga, In, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ag, Au, Al, Fe, Cu, Cd, Pb	規定なし

・環告19号は、弱酸である1N塩酸で溶出するため、実状は含有試験ではなく、溶出試験。

・暫定B法は、強酸による全含有試験。採取資料量が1gと少ないため、ばらつきが大きくなる可能性がある。

・マット融解法は特殊設備が必要なため、製錬業以外での分析は困難。試料採取量が多いため、ばらつきを抑えることが可能。

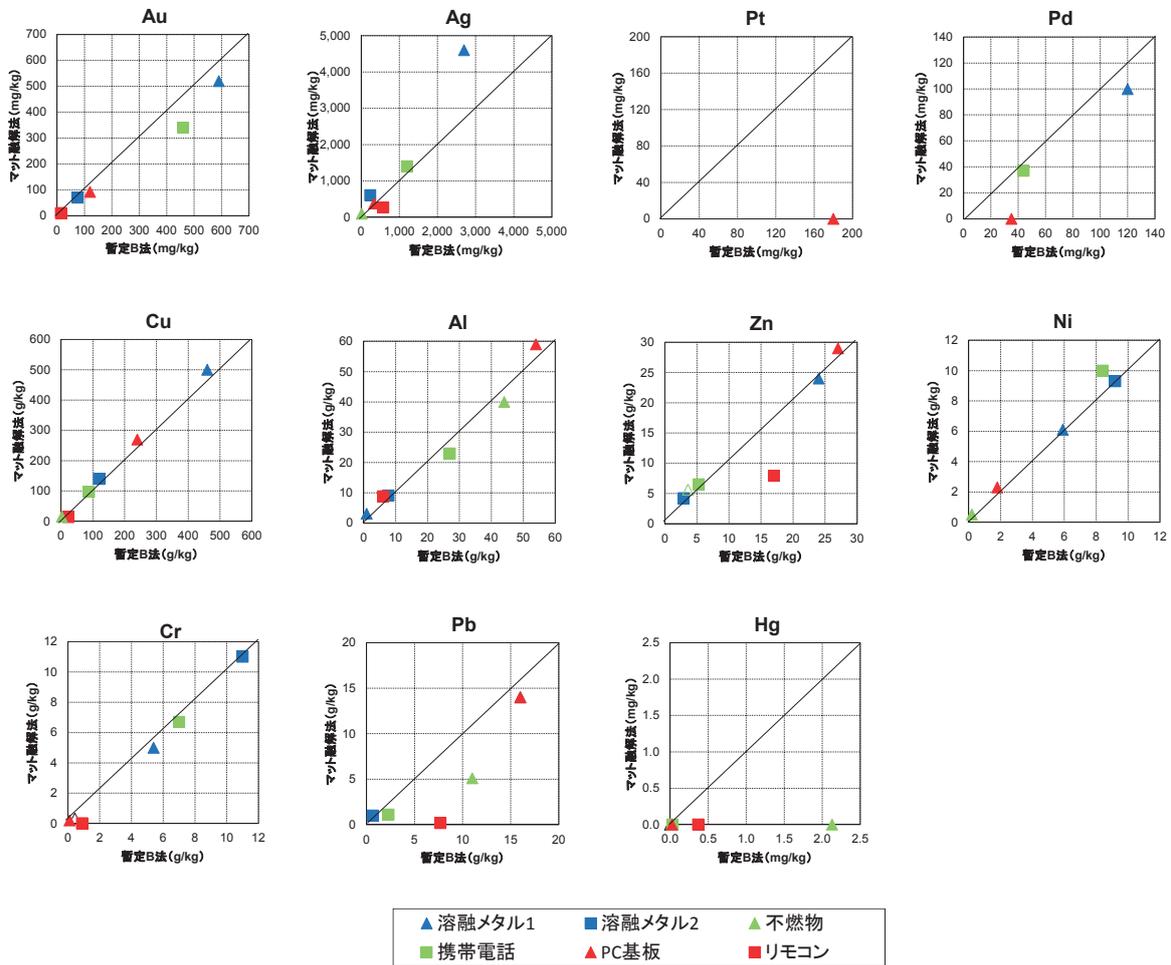


図1 マット融解法と暫定B法の比較

- ・ Ag, Pdの一部、Pt, Hgを除き、どの元素においても概ね同値。
- ・ Pdは低濃度のため測定精度が低かったこと、Ptは暫定B法において白金のつぼからの溶出が原因で数値に差が出たものと推察。Hgはマット融解法において揮発したものと推察。
- ・ Agは暫定B法に比べ、マット融解法の方が全体的に高濃度。暫定B法において、ろ過後に残渣分を廃棄することとしているが、実際には残渣中にAgが含まれていたためと推察。
- ・ リモコンのZn, Pb、携帯電話、不燃物のPbでは暫定B法に比べ、マット融解法が低濃度。金属が塩素と反応して沸点が下がる現象である塩化揮発によるものと推察。