

# EU規制の環境負荷物質の分析

(株)住化分析センター

愛媛事業所

小笠原 弘  
田 中 桂  
真 鍋 秀一朗

## Determination of Substances of Concern Regulated in EU

Sumika Chemical Analysis Service, Ltd.  
Ehime Laboratory

Hiromu OGASAWARA  
Kei TANAKA  
Shuichiro MANABE

In recent years, advanced regulations concerning restrictions on the use of hazardous substances have been enforced in the EU, as environmental pollution control acts. Subsequent to the ELV for automobiles, restrictions on the use of hazardous substances are being examined for the field of electric and electronic equipment, where both WEEE and RoHS directives have been enacted. In the ELV, the use of four heavy metals (Cadmium, Lead, Mercury, Chromium) has been restricted. The use of the same heavy metals as in the ELV, as well as two additional flame retardants (Polybrominated biphenyl, Polybrominated diphenyl ether) has been restricted in RoHS. Under these circumstances, the control of certain hazardous substances in products takes on great importance.

This paper describes the use of various analytical equipment in screening analysis by XRF and precision analysis for Cd, Pb, Hg, Cr, Br.

## はじめに

欧州共同体EUは、現在25カ国より構成され、人口は約4.5億人で米国の2.8億人を越えている。GDPも約10兆US\$と米国と肩を並べるまでの経済力を保有するに至った。この結果、EUで決定された各種の政策は、国際的に大きな影響力を持つようになってきた。

EUは、環境に関する基本理念を欧州共同体設立条約174条（環境政策の目的）で明確にしている。その中では、環境の質の保全及び保護と向上、人の健康の保護、環境破壊の根源を優先的に是正、汚染者負担の原則などが謳われおり、この理念に基づき先進的な環境汚染防止の取り組みがなされている。

EUの動きに触発され、世界的に特定有害物質の使用制限に関する法制化が進みつつある。Table 1にEUおよびその他地域での有害物質の規制を示す。

有害規制物質の種類と規制値をTable 2に示す。

ELVでは2003年に、重金属4種類について規制値を設定している。鉛(Pb)、水銀(Hg)、六価クロム(Cr<sup>6+</sup>)は1,000ppm、カドミウム(Cd)は100ppmの最大許容濃度を規定している。RoHSでは、2006年7月よりELVと同一の重金属4種に加えて、臭素系の

難燃剤2種類、ポリ臭素化ビフェニル(PBB)とポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDE)が最大許容濃度1,000ppmで使用が規制される。

WEEE、RoHSなどの規制が日本国内でも注目されることとなったのは、2001年10月の事件が発端であ

Table 1 Restrictions on substances of concern

country/area	
EU	Waste electrical and electronic equipment (WEEE) Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS) End of life vehicles (ELV)
Japan	The marking for presence of the specific chemical substances for electrical and electronic equipment (J-Moss)
USA (California)	Electronic Waste Recycling Act (S.B.20) Electronic Waste, Advanced Disposal Fees (S.B.50)
USA (CONEG)	The Model Toxics in Packaging Legislation <sup>1)</sup>
Korea	The Act for Resource Recycling of Electrical/Electronic Products and Automobiles (Korean WEEE, RoHS)
China	Management Method on the Prevention and Control of Pollution Caused by Electronic Information Products (Chinese RoHS)

**Table 2** Maximum concentration values of substances of concern

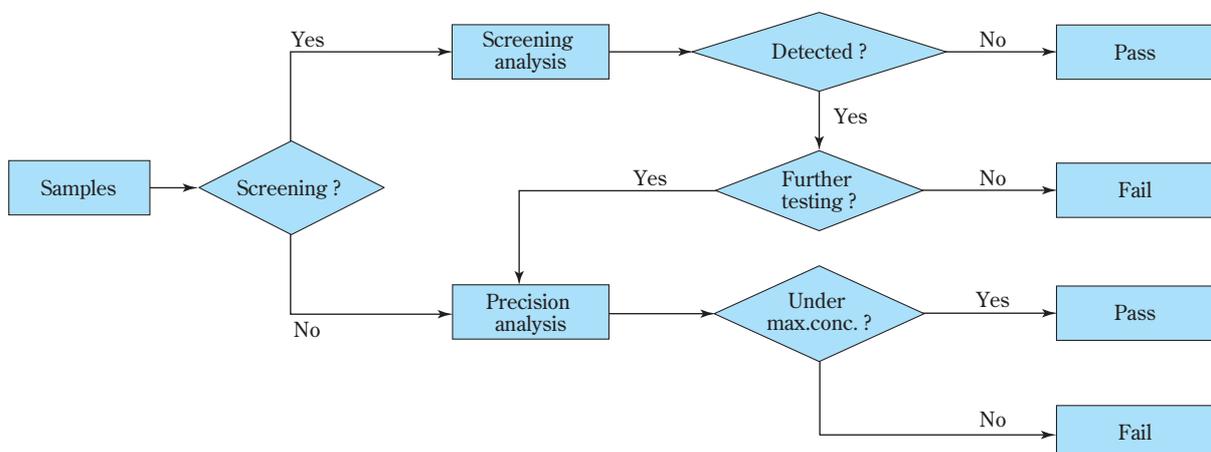
Substance	ELV	RoHS	unit : mg/kg	
			Procurement guideline	Procurement guideline
Heavy metal	Pb	1000	100	250
	Hg	1000	—	1000
	Cd	100	5	50
	Cr <sup>6+</sup>	1000	—	1000
Flame retardant	PBB	1000	—	1000
	PBDE	1000	—	1000

る。その事件とは、オランダ税関で日本製ゲーム機から、オランダ化学物質規制法（1996年6月）の規制値以上のCdが検出されて当該製品の通関が差し止めされ流通できなくなったことである。この事件に、日本の電気、電子機器メーカーは大きな衝撃を受けると同時に、対応を迫られる事になった。機器メーカーの中には、資材調達基準としてEU規制値より厳しい基準を設定するメーカーも現れ、日本国内の取引先に大きな混乱が生じた。電気・電子機器業界では、ゲーム機メーカー以外にも、独自の基準を設定するところも現れた。

これらのEU規制に対応するため、電気電子産業、自動車産業などに材料、部品を供給しているメーカーは自社製品中の有害物質について非含有、規制値以下であることを証明する必要に迫られている。これらの取り組みは、グリーン調達、グリーン購買、グリーンパートナーなどと呼ばれているが、ますます活発になってきている。このような気運の中、国内においてもこれら規制物質の分析に関するニーズが高まっている。

### 環境負荷物質の分析体系

ELV、RoHSなどの環境負荷物質の検査、含有量分析のシステム例をFig. 1に示す。

**Fig. 1** Analytical system

通常の検査システムは、第1段階のスクリーニング分析、第2段階の個別定量分析から成る。第1段階でスクリーニング分析を、エネルギー分散型蛍光X線分析計（EDXRF）により実施して、試料中の有害物質の含有濃度を調査する。EDXRFでの検査は、迅速且つ簡便な測定が可能であるが、分析値に大きな測定誤差を有している。それゆえ、規制元素が検出下限を超えて検出された時、すべてを第2段階の個別定量に委ねれば確実であるが、限界値で判断することも検討されている。限界値で判定する際の限界値の規定式をTable 3に示す。この規定式では、限界値はRoHS指令の閾値に対する安全係数（%）と測定再現性（ $\sigma$ ）を考慮して決められる。この下限数値以下であれば合格で、上限数値以上であれば不合格となる。合格と不合格の間の領域（グレーゾーン）は、詳細な判定を第2段階の個別定量に委ねることになる。ただしCr、Brは価数や化合物種により規制されているので、この限りではない。

第2段階の分析では、Cd、Pb、Hg、Cr<sup>6+</sup>などの金属成分に対しては、誘導結合プラズマ発光分析計（ICP-AES）、誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）や吸光光度計などが用いられる。Brや臭素化合物に対してはイオンクロマト分析計（IC）やガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）が使用され、規制有害物質に対する高精度な分析値が確定される。

**Table 3** Screening limits for regulated elements

Element	Lower limit	Upper limit
Cd, Pb, Hg	$C \times (1 - S) - n\sigma$	$C \times (1 + S) + n\sigma$
Br, Cr	$C \times (1 - S) - n\sigma$	—

C: Maximum concentration value

S: Safety coefficient

$\sigma$ : Reproducibility

n: Constant

Table 2に示した特定の調達規制に適合させるためには、最初から第2段階の高精度な分析が必要なケースもある。

以下、具体的な分析方法について述べる。

### 1. スクリーニング分析

まず、精密分析に入る前に、EDXRFによるスクリーニング分析を行う。精密分析の結果を得る為には数日を要するのに対し、EDXRFは即日に含有の有無を知ることができる。そのために全ての試料を精密分析するのではなく、スクリーニングによる試料の選別は、分析時間及びコストの面から重要である。

現在実験室等で主として使用されているEDXRFは、卓上型タイプで50WのX線管球を備え、Si半導体検出器を用いている。そのため、携帯型のEDXRFより不純物の検出精度に優れ、数十ppmレベルの定量下限を有していることから、ELV等の規制値の判定には十分な性能を有している。しかし、特定会社が独自に定めているCdの閾値判定には性能的に不十分で、最初から精密分析する必要があるので注意が必要である。

卓上型EDXRFは、環境負荷物質の対象元素(Cd、Pb、Hg、Cr、Br)の場合、大気中での測定が可能である。固体試料はもちろんのこと、粉体や大きな試料もステージ構成によってはそのまま測定にかけることができる。また液体も測定カップを用いれば、固体と同様に測定できるなど汎用性も高まっている。

測定時間は、条件によって異なるが、およそ数分から十数分である。結果はFig. 2に示したようなチャートで得られる。存在の有無は、測定対象元素のエネルギー位置にピークがあるか無いかで判定する。

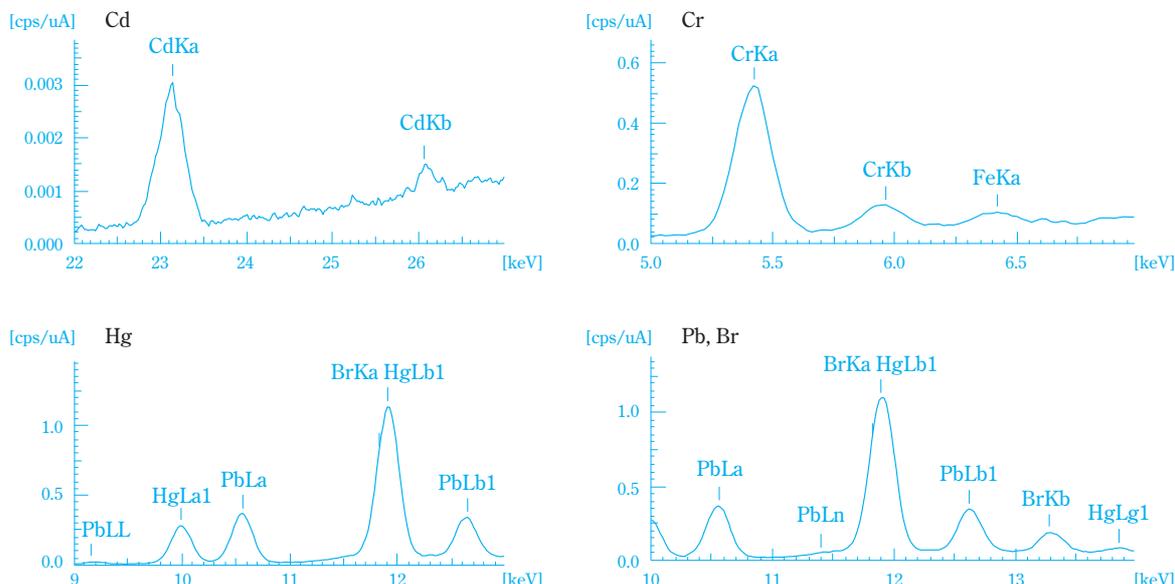


Fig. 2 Analytical results of EDXRF

EDXRFでは、ピーク強度と含有量の間に関連が見られるので、その強度から含有量を推測することが可能である。PVC樹脂に対象元素を練りこみ、検量線を作成した例をFig. 3に示す。これより元素により若干異なるが、数十ppm程度まで定量できることが分かる。

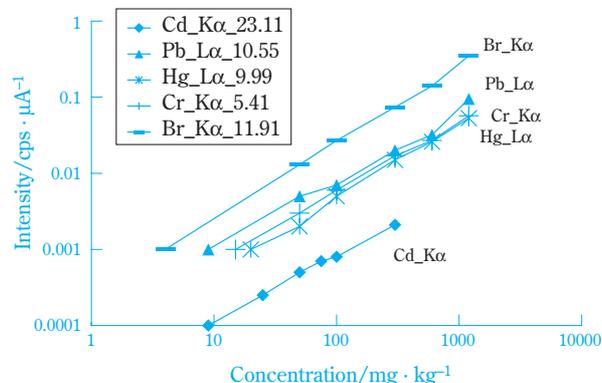


Fig. 3 Calibration of elements in standard sample of PVC

EDXRFの強度は、試料のマトリクス等の元素による励起及び吸収効果に大きく影響される。それゆえ、試料のマトリクス元素が異なれば、測定対象元素が同濃度存在しても、EDXRF強度は同じとは限らない。Fig. 4にPVCとLDPE樹脂にてCrの検量線を作成した例を示す。検量線の傾きは大幅に異なる。このことは、同濃度のCrを添加しても、PEとPVCのように添加する樹脂の違いにより、強度が大きく変わることを意味している。このようにEDXRFから含有量を推定

する場合は、試料のマトリクスが何であるかに留意し、安全サイドの判断ができるよう検量線を選択する必要がある。またEDXRFの強度は、試料の状態（試料の厚みや、表面状態、粉体等の形状）でも影響を大きく受ける。それ故、前項でも述べたEDXRFにおけるグレーゾーンの正確な判定には、精密分析法にて定量を行うことが大切である。

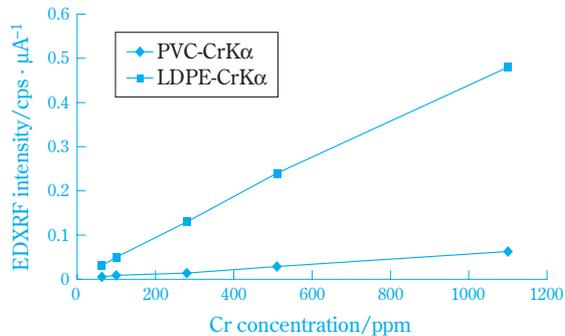


Fig. 4 Comparison of X-ray strength in different matrix

なお、EDXRFでは三価、六価の判定ができない為、全Cr (T-Cr)として分析値が得られる。それ故、Crがグレーゾーン以上検出された場合はCr<sup>6+</sup>の個別分析が必要になる。同様に、Brもグレーゾーン以上検出されたときには、GC-MSなどによりPBB、PBDEの分析が必要となる。

## 2. 有害規制物質の精密分析法

### (1) Cd、Pb、Hg、Cr、Brの精密分析法

有機物中の金属類を定量する場合には、硝酸/硫酸系の混合薬液による湿式酸化分解が一般前処理法である<sup>2)</sup>。しかし、ELVやRoHSに関連する分析試料（自動車や電気・電子機器部品）はプラスチック類だけでなく金属、セラミックス類など様々な組成で構成されている。そのため上記の薬液では試料の分解が不十分となる場合がしばしば見られる。

不溶解残渣を生じると分析精度に悪影響を及ぼす。場合によっては有害規制物質の共沈も懸念されるため、有害規制物質の損失を防止し、完全に溶解することが重要である。特殊な試料にも対応可能な種々分解手法を有する必要がある。

ここでは、Cd、Pb、Hg、Cr<sup>6+</sup>、T-Cr、Brの精密化学分析を紹介する。なお、T-CrとBrの精密化学分析は、スクリーニング分析を実施しない場合に、Cr<sup>6+</sup>とPBB、PBDEの精密分析に先立って実施される場合がある。

#### (i) Cd、Pb、T-Cr

試料の溶解には、硝酸、塩酸、ふっ化水素酸、過

酸化水素などを組み合わせた混合薬液による湿式酸化分解が用いられる。この際、マイクロ波の照射による加熱分解や、密閉系での加圧分解等により分解反応を促進させる場合もある。有機系試料の場合は燃焼分解を行う灰化法も用いることができる。難分解性試料や不溶解残渣については、過塩素酸のような強酸化剤で溶解したり、融解剤を用いることもある。

このようにして調製した試料溶液には、分解に用いた酸や融解剤、試料中の主成分が溶解しているため、試料溶液導入時に分析装置への負荷が大となり、測定時の感度変化や干渉を引き起こす場合がある。妨害が認められる場合、主成分を添加した標準溶液で検量線を作成するマトリクスマッチング法や内部標準法、標準添加法等で測定する必要がある。試料溶液中の各金属の測定には、ICP-AES、ICP-MS、電気加熱方式原子吸光光度計 (ET-AAS) が用いられる。

Fig. 5にマイクロ波試料分解と融解/酸溶解法を組み合わせた分析操作の流れ図を示す。これは、マイクロ波試料分解で不溶解残渣が生じた場合に有効な分析操作で、試料によっては多段階の操作が必要であることが判る。Table 4に、実試料の分析例を示す。この結果から、不溶解残渣の分解を行わないと、目的元素の含有量が過少評価される危険があることが

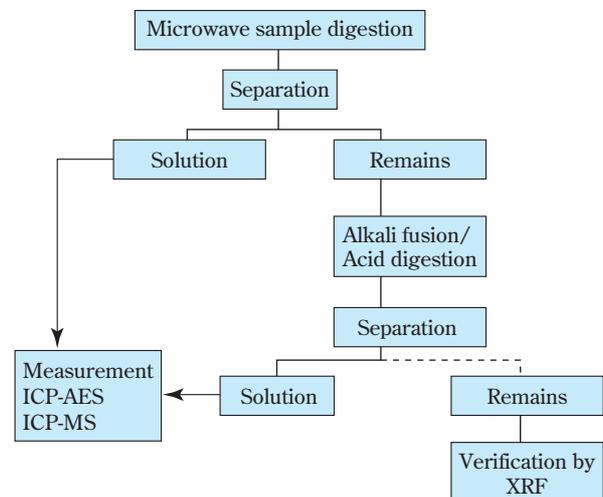


Fig. 5 Flow diagram of pretreatment and analysis

Table 4 Analytical results of Cr in polymer

	unit : mg/kg	
	Cr (n = 1)	Cr (n = 2)
Microwave sample digestion (The sample was dissolved incompletely)	1,200	660
Microwave sample digestion and alkali fusion/acid digestion (The sample was dissolved completely)	5,500	5,500

良く理解できる。

(ii) Hg

前述したように、湿式酸化分解では、硝酸、過塩素酸のような強酸化剤を使用するため、有機物分解が進行するに伴い多量の水素イオンを生じる。このような雰囲気においてHgは低温であっても揮発性を有し、処理中に系外へ揮散する恐れがあるため、密閉系や還流冷却方式の処理を実施する必要がある。試料溶液中のHgの測定には、ICP-AES、ICP-MS、冷蒸気方式原子吸光光度計 (CV-AAS) が用いられる。

(iii) Cr<sup>6+</sup>

Crは六価と三価の形態の差異によりその毒性が異なり、六価は三価に比べ毒性が高く体内に吸収されやすいため<sup>3)</sup>、分別評価を求められる。しかし、試料を湿式酸化分解する際、Crは酸化されてしまうので酸化剤を使用した前処理は採用できない。

六価の形態を保持したまま試料を分解することは困難なので、Cr<sup>6+</sup>は水に溶解しやすいという性質を利用して水等で抽出して分析される。

抽出に際しては、対象試料によって抽出液を使い分ける必要がある。金属試料には熱水による抽出、プラスチックなど金属以外の試料にはアルカリ溶液による抽出が用いられることが多い。

抽出液中のCr<sup>6+</sup>は、発色指示薬であるジフェニルカルバジドと反応し、赤紫色のクロム - ジフェニルカルバゾン錯体を形成する。この溶液中のCr<sup>6+</sup>の測定には吸光光度計が用いられる。

試料によっては着色成分が抽出液に移動したり、発色指示薬を添加しても有機物等の存在により、発色阻害が起きることがある。その場合は抽出液の着色の確認や、標準添加による発色後の回収率を確認することが必須である。

(iv) Br

燃焼管で試料を酸素気流中燃焼分解し、燃焼ガスを弱アルカリ水溶液でバブリング捕集をする燃焼管捕集法や、酸素を充満した密閉容器で試料を燃焼分解し、燃焼ガスを弱アルカリ水溶液に吸収捕集する酸素ポンベ燃焼法により捕集する。捕集液中のBrの測定にはICが用いられる。

本法は、PBB、PBDE由来のBrに加え、その他の臭素系化合物由来のBrも同時に測定するので、スクリーニング分析を実施しない場合などに、PBB、PBDEの精密化学分析に先立って実施する場合がある。

(2) 分析例

当社における分析例として、各種の前処理法と組み合わせた、ポリエチレン標準試料の分析結果をTable 5に示す。標準試料の認証基準値に良く一致した分析値を得ている。

**Table 5** Analytical results of Cd,Cr,Hg,Pb and Br in polyethylene (BCR-680)

Element	Certified value	unit : mg/kg				
		ICP-MS	ICP-AES	CV-AAS	ET-AAS	IC
Cd	141	145	143	—	—	—
Cr	115	122	110	—	—	—
Hg	25	26	—	25	—	—
Pb	108	109	—	—	113	—
Br	808	—	—	—	—	792

Analysis : Pretreatment

ICP-MS : Mountable acid digestion

ICP-AES : Demountable acid digestion

CV-AAS : Acid digestion attached reflux condenser

ET-AAS : Mountable acid digestion

IC : Combustion in the atmosphere of oxygen

3. 臭素系難燃剤の分析

快適な生活には欠かすことのできない家電製品、自動車、OA機器には、プラスチックやゴムなどの有機高分子材料を含む部品が数多く使われる。これは有機高分子材料が加工性や絶縁性が優れていることに加え、材料の軽量化、低価格化に寄与することによる。この基本特性に加え、耐熱性や難燃性の向上により使用量がさらに増大している。

有機高分子材料に難燃性を与える難燃剤として、無機系、臭素系、塩素系、リン系等が用いられる。これらのうち国内で最も使用量が多いのは無機系、続いて臭素系、リン系の順であり塩素系は最も少ない<sup>4)</sup>。

難燃剤の主な種類および化合物をTable 6に示す。

**Table 6** The classification of flame retardant

Type of compound	Compound
Inorganic	Antimony (III) Oxide, Magnesium hydroxide, Zinc borate
Bromide	Deca brominated biphenyl ether, Tetrabromobis phenol-A, Hexabromo benzene
Chloride	Chlorinated paraffine, Chlorinated polyethylene
Phosphate	Triphenyl phosphate, Tricresyl phosphate
Others	Triazine compounds, Guanidine compounds, Silicone oil

これら難燃剤それぞれに難燃効果があることは言うまでもないが、これらを併用することで相乗的な難燃効果が得られることが知られている。相乗効果を発揮する組み合わせとしてよく用いられるのは、ハロゲン系難燃剤と三酸化アンチモンであるが、リン化合物と窒素化合物との併用、金属水酸化物と硝酸金属塩の組み合わせもよく用いられる<sup>5)</sup>。このような難燃剤は有機高分子材料の難燃化に無くてはならないものとなっている。

しかし、塩素系および臭素系難燃剤の多くは生体への有害性が懸念されていることに加え、さまざまな材料に使われていることから、地球規模で拡散し重大な環境汚染を引き起こす恐れのある物質として注目を集めている。またこれら難燃剤は、燃焼時にダイオキシン類が発生することから、国際的に使用を規制する動きが強まっている。RoHS指令では、PBB、PBDEが特定臭素系難燃剤として指定され規制値以下であることを求めている。

Fig. 6にPBBとPBDEの構造式を、Table 7に異性体の数を示す。PBBとPBDEはいずれも2つのフェニル基の水素が臭素に1~10個置換された物質で、209に及ぶ異性体が存在する。このうちPBB、PBDEも、Deca体を主体とするものが難燃剤としてよく使われているようである。

RoHS対応分析において対象となる試料は無機物、有機物を問わず、原材料から成型品、複合材料まで多種多様であるが、試料によってその性状や測定妨害成分が異なるために、いつも同じ前処理方法が適用できるとは限らない。ここではRoHS対応分析においてニーズの多い有機高分子材料の前処理方法について紹介する。

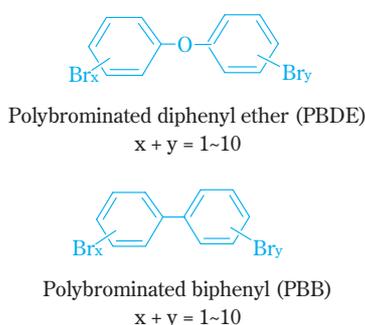


Fig. 6 The chemical formula of PBDE and PBB

Table 7 Name of homologue and number of isomer of PBBs and PBDEs

Number of bromine	Name of homologue	Number of isomer
1	Mono brominated	3
2	Di brominated	12
3	Tri brominated	24
4	Tetra brominated	36
5	Penta brominated	42
6	Hexa brominated	36
7	Hepta brominated	24
8	Octa brominated	12
9	Nona brominated	3
10	Deca brominated	1
	Total	209

### (1) 有機高分子材料の前処理方法

有機高分子材料に含まれる特定臭素系難燃剤は一般的には材料に混練されている。そのため有機高分子材料の前処理にあたっては特定臭素系難燃剤を有機高分子材料の内部から抽出することが重要となる。さらに特定臭素系難燃剤とともに抽出されてきた測定妨害成分を除去するための精製や、微量の含有量でも検出できるように濃縮なども不可欠である。尚、以下に紹介する前処理方法は有機高分子材料に含まれる添加剤等の前処理法として従来からよく用いられている方法である。

#### (i) 抽出

有機高分子材料（以下 材料と称す）を溶媒に溶解して特定臭素系難燃剤（以下 難燃剤と称す）を材料から遊離させ、この溶液をメタノールなどの材料が溶解しにくい溶媒にゆっくり滴下していくと材料が析出する。これをろ過などで溶媒から分離することで難燃剤を溶媒に分別して抽出することができる。この方法では適正な溶媒を選択すること、溶媒の量や滴下速度等を適正な条件に制御することが、難燃剤を良好に回収するため重要である。

材料が溶媒に不溶な場合には、アセトンやn-ヘキサンなどの難燃剤が溶けやすい溶媒に材料を浸漬して、超音波振動を与えたり、ソックスレー抽出装置で溶媒を循環して難燃剤を溶媒相に溶出させる。このとき、数種類の溶媒を混合して材料への浸透性を高めたり、材料を微粉末化して抽出溶媒との接触表面積を大きくするなど工夫を施して、難燃剤を十分に抽出することが重要である。

#### (ii) 精製

精製は難燃剤の測定妨害成分を除去する工程で、難燃剤の同定精度や定量感度に影響を与える重要な工程である。よく用いられるのは濃硫酸分解処理で、測定妨害成分を濃硫酸で分解し生成した分解物を溶媒分別で除去するものである。この処理では測定妨害成分や抽出溶媒が濃硫酸と激しく反応することもあるため、安全を確保して実施する必要がある。そのほか活性化したシリカゲルなどで測定妨害成分を吸着分離するカラムクロマト処理を用いることもある。この方法ではあらかじめ難燃剤の挙動を把握しておき溶出の条件を最適化する必要がある。またカラムクロマト処理前に抽出液を脱水して難燃剤の溶出挙動に、再現性を確保することも重要である。

#### (iii) 濃縮

濃縮は減圧下で抽出溶媒を揮発するエバポレーター濃縮が一般的である。エバポレーター濃縮においては、抽出溶媒よりも難燃剤の溶解性がさらに高いトルエンを揮発防止剤として少量添加し、減圧による難燃剤の揮発ロスを防止することもある。

## (2) 同定および定量

難燃剤の同定条件の1つは、ガスクロマトグラフによる溶出位置が標準物質と一致していることである。ただし、PBBsおよびPBDEsは、すべての異性体の標準品が入手できないため、入手できた同族体と溶出位置が近接しているピークで同定することもある。同定条件のもう1つは、臭素の天然同位体比が標準物質と一致していることである。具体的には各同族体ごとに、 $M^+$ 、 $(M+2)^+$ 、 $(M+4)^+$ などを選択イオンモニタリング法で検出し、 $M^+$ に対する $(M+2)^+$ 、 $(M+4)^+$ などのピーク面積比が標準物質の $\pm 20\%$ 以内のものをPBBsおよびPBDEsとしている。

定量は $M^+$ などのクロマトグラムの面積から、検量線を用いて異性体毎に行う。検量線の作成は同族体毎に1種類以上の異性体を用いる。

臭素数の多い同族体ではその沸点が高いことから、分離カラムは一般的に用いられるものよりも高温耐性のカラムを用いる必要がある。

## (3) 光および熱による分解

PBDEsは光分解性があるため前処理においては可能な限り褐色器具を使い、透明器具を使う場合は太陽光への曝露を極力避けることが重要である。Fig. 7に、透明容器に入れたDecaBDEが太陽光によって分解する経過と、褐色容器での太陽光曝露の経過を示す。透明容器では曝露開始から徐々に分解が見られ10時間後には20%以上が分解したのに対し、褐色容器では分解が全く認められなかった。

透明容器で室内蛍光灯に暴露した時経過もFig. 7に示したが、DecaBDEの分解は認められず室内蛍光灯の下で前処理しても問題ないことが分る。

またPBDEsには熱分解性もあるため、ガスクロマトグラフでの適正な試料気化温度の選択は重要である。Fig. 8にガスクロマトグラフ試料気化部の温度の

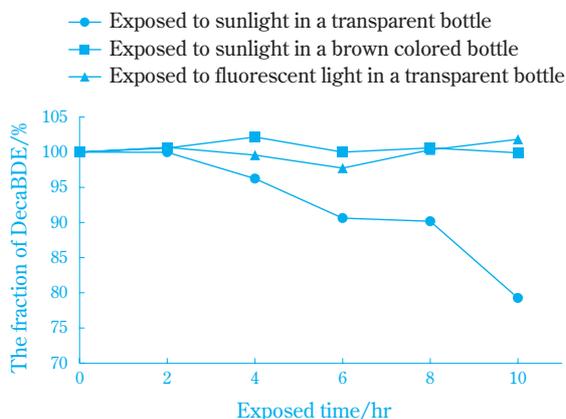


Fig. 7 The decomposition of DecaBDE by exposure to sunlight

違いによってDecaBDEが熱分解して生成するNonaBDEs量の変化を示す。また各温度におけるDecaBDEの気化の挙動もそのピーク面積で示す。

200 °Cでは熱分解によるNonaBDEsの生成は見られないがそれ以上の温度では徐々に分解量が増え、300 °CではDecaBDEの15%がNonaBDEsに分解していることが判る。一方300 °CではDecaBDEの気化量は十分であるが、280 °C以下では著しく減少し微量測定には適していない。これらのことから熱分解を少量に抑制しかつDecaBDEを十分に気化させるには、試料気化部の最適温度は280 °Cであることが分かる。

このようにPBB、PBDEなど異性体数が多く幅広い物性をもつ物質を定量するには、前処理および分析条件などを最適化する技術が必須である。

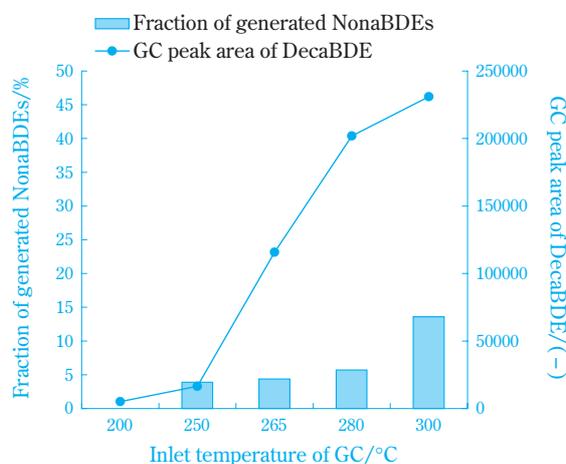


Fig. 8 Thermal decomposition of DecaBDE in GC<sup>6)</sup>

## (4) 実試料の分析例

電線被膜材から難燃剤が検出された例のGC-MSのクロマトグラムをFig. 9に示す。これらのピークのうち107成分がTriBDEs ~ DecaBDEであると同定された。しかしながらその総量は0.1%程度であり、難燃

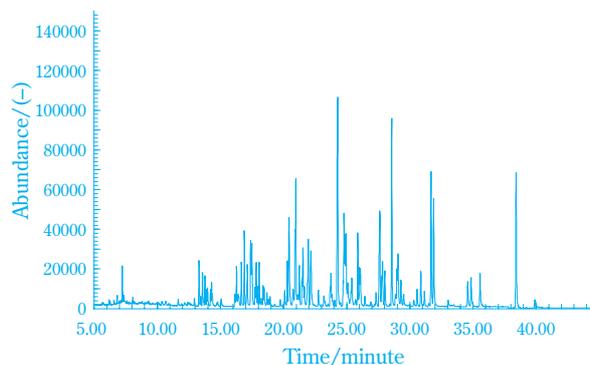


Fig. 9 Analysis of coverig material on electric wire

剤の意図的な添加量としては少ないと考えられることから、この電線被覆材は難燃剤を含んだ再生材料を混入させたものと推定された。

## おわりに

家庭用の電気電子機器や一般自動車など、生産量が多く耐用期間の短い製品が、使用後に廃棄、回収、リサイクルされる時にそれらに含まれる有害物質が環境に与える影響は、人類の生活基盤にかかわる問題であり、今後とも重要な課題である。

今回取り上げた有害物質は6成分だが、規制は今後増大する方向にある。法令順守には、詳細な内容を記述した測定法が必須であり、早急な標準化が望まれる。これら動向を見守りながら正確に、迅速に、低コストで対応できるように体制を整えていきたい。

## 引用文献

- 1) Coalition of Northeastern Governors (CONEG) ホームページ (<http://www.coneg.org/>).
- 2) EN1122-2001 : Technical Committee CEN/TC 249 Plastics.
- 3) 社団法人 日本化学物質安全・情報センター (JETOC) ホームページ (<http://www.jetoc.or.jp/>).
- 4) 日本難燃剤協会 (FRCJ) ホームページ (<http://www.frcj.jp/whats/index.html>).
- 5) 西沢 仁, “【法規制と環境科学からみる】電子・電気機器材料の難燃化への科学的アプローチ”, 第1版, (株)技術情報協会 (2004), p.201.
- 6) 能美 政男, 真鍋 秀一郎, 野網 靖雄, SCAS NEWS, 2005-I (Vol.21), 7 (2005).

## PROFILE



小笠原 弘  
*Hiromu OGASAWARA*

株式会社住化分析センター  
愛媛事業所 無機化学グループ  
サブリーダー



真鍋 秀一郎  
*Shuichiro MANABE*

株式会社住化分析センター  
愛媛事業所 工業化学グループ



田中 桂  
*Kei TANAKA*

株式会社住化分析センター  
愛媛事業所 構造物性グループ