

## 容器包装・おもちゃの安全性

金子 令子\*

Reiko Kaneko

### はじめに

食器、調理器具及び包装材は食品と直接接触するため、含まれている化学物質等が溶け出すおそれがあり、それにより食品が汚染されないよう配慮する必要がある。我が国では食品衛生法第16条により有害な物質が含まれ人の健康を損なうおそれがある器具・容器包装を製造販売してはならないとされ、18条により器具及び容器包装の規格基準が定められている。また、おもちゃは乳幼児がなめたり飲み込むことを想定し、含まれている有害物質を摂取して健康をそこなうことのないよう規格基準が定められている<sup>1)</sup>。

### 1. 溶出試験と材質試験

規格には安全性を確認するための試験として溶出試験と材質試験がある。溶出試験は試料から溶け出す化学物質、材質試験は試料中に含まれている化学物質を測定するものである。食品用器具・容器包装は食品に接触する全てのもの、おもちゃは6才未満の乳幼児が使用するものが規格の対象である。容器やおもちゃの材質、種類によりその原料や添加剤など溶出する化学物質が異なるため、それぞれの規格が定められている。

器具・容器包装の溶出試験では食品の代わりとなる溶媒が使用される。食品は種類が多く様々な成分から成っており実際に食品を用いると分析法が複雑になり定量限界も高くなるなどの困難があるためである。そこで食品の性質を大きく分けて、それを代表する溶媒（食品疑似溶媒）を用い、試験操作を簡便化するとともに検出値を比較できるものとしている。pH5以上の食品は水、pH5以下の酸性食品は4%酢酸（食酢の酸濃度）、酒類は20%エタノール、油脂及び脂肪性食品（脂肪分20%以上）は油脂と似た溶出傾向を示すヘプタンを用いる。試料にこれらの食品疑似溶媒を満たし、化学物質が溶け出した試験溶液を得る。溶出条件は使用実態や溶媒の溶出強度を考慮している。

材質試験では材質中に含まれている化学物質を測定する。試料を灰化、溶解、抽出などの前処理操作を行い目的物質を含む試験溶液を得る。

得られた試験溶液中の化学物質を誘導結合プラズマ発光分光光度計（ICP）、原子吸光光度計（原子吸光）、ガスク

ロマトグラフ（GC）、ガスクロマトグラフ・質量分析計（GC/MS）、高速液体クロマトグラフ（HPLC）等の機器を用い、あるいは比色、滴定などの方法により測定する

### 2. 器具・容器包装の規制

#### 1) ガラス、陶磁器、ホウロウ製品

陶磁器及びホウロウ製品には釉薬<sup>うわぐすり</sup>や着色するための顔料などが使用される。顔料として、安価で鮮やかな色のクロム酸鉛（黄色）、硫化カドミウム（黄色）、セレン化カドミウム（赤色）などが使用される場合があり、これらには有害金属である鉛（Pb）やカドミウム（Cd）が含まれている。製造の際の焼成温度が低い製品では、Pb、Cdが溶出する可能性がある。ガラス製品ではPbを添加すると輝きのよいガラスができるため、高級クリスタルガラスにPbが添加されている。

規格は溶出試験であり、規制されているのはPb及びCdである。金属類が溶出しやすい酸性の食品疑似溶媒である4%酢酸を試料に満たし、暗所に常温（15~25℃）で24時間放置して、得られた試験溶液中のPb及びCdを測定する。レンゲなどのように満たすことのできない試料は全体を浸し、検出値は面積あたりの量で示される。

規格値は製品の形状及び容量、材質及び加熱用調理器具であるかにより異なっている。材質（ガラス、陶磁器、ホウロウ）により化学物質の溶出しやすさが異なったり、加熱用調理器具は高温になるため溶出しやすいなどの理由による。また容量の大きい器では小さい器に比較して表面積に対する体積（入る溶液量）が大きく、溶出したPb及びCdが薄められて濃度が下がるため、規格値は低く設定されている。

#### 2) プラスチック製品

##### i) プラスチックからの溶出物

プラスチックは軽く壊れにくく安価であり、数種の材質を組み合わせた貼り合わせる（ラミネートフィルム：2種以上のフィルムを貼り合わせ多層化することによりそれぞれの特質が付与された多機能フィルム）ことにより保存や輸送に適した利便性のよい包装材を作ることができるため、現在の生活に欠かすことができないものとなっている。プラスチック製品は、石油を原料とする最小単位の化合物（モノマー）を数万~数十万個重合した高分子（ポリマー）に様々な添加剤を加え、目的に合うように成形されたものである。添加剤には、熱や光によって劣化して脆く

\* 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科  
(Tokyo Metropolitan Institute of Public Health Department of Food Safety Division of Food Additives)

なることを防ぐ安定剤、柔軟性や耐熱性などの性質をもたせる改質剤など様々なものがあり、プラスチックの性能を向上させるために必要不可欠である。ポリマーは摂取しても、分子量が大きいと吸収されずに排泄される。しかしプラスチック製品には添加剤、未反応の原料モノマー、触媒、反応副生成物、不純物、分解物が存在する。これらは分子量が小さいため、食品に溶出し摂取される可能性がある。そのため規格試験により溶出される有害物質の種類や量が規制されている。また溶出物はできる限り少ないことが望ましいことから溶出物の総量の規制がある。試験は目的の化学物質が溶出しやすい食品疑似溶媒を接触面積  $1\text{ cm}^2$  当たり  $2\text{ ml}$  の割合で容器に満たし、 $60^\circ\text{C}$  に保ちながら30分間（ヘプタンのみ  $25^\circ\text{C}$  に保ちながら1時間）、 $100^\circ\text{C}$  を超えて使用されるものは  $95^\circ\text{C}$  30分間放置したものを用いて行う。

材質試験は材質中の化学物質量を規制することにより、食品への溶出量を抑制するものである。プラスチックには一般規格と個別規格があり、以下に示す。

### ii) 一般規格

全ての食品用プラスチックに適用され、表1のように材質試験1項目と溶出試験2項目がある。

表1. プラスチックの一般規格

試験項目	規格値	規制の目的
カドミウム 鉛	材質中 $100\ \mu\text{g/g}$ 以下	カドミウム及び鉛の使用 禁止
重金属	溶出液中 $1\ \mu\text{g/ml}$ 以下	重金属溶出の抑制
過マンガン酸 カリウム消費量	溶出液中 $10\ \mu\text{g/ml}$ 以下	有機物溶出の抑制

材質試験では有害金属のPb及びCd含有量を規制しており、Pb及びCdを使用した非食品用のものが食品用に誤用されることを防止することを目的としている。

溶出試験では重金属と過マンガン酸カリウム消費量が規制されている。

重金属の試験には食品疑似溶媒のうち金属が溶出しやすい4%酢酸を用いる。銅、スズ、ヒ素などもPbとみなし、 $1\ \mu\text{g/ml}$  以下という規格になっている。

過マンガン酸カリウム消費量の試験は、水を用いて行う。過マンガン酸カリウムは有機化合物を酸化する性質を持ち、溶出した有機化合物の量に比例して消費量が増加する。従って過マンガン酸カリウム消費量の値は、有機化合物の溶出総量の指標とされる。溶出の可能性のある添加剤には多くの種類があり、それぞれを同定し測定することは難しいことから、総量として  $10\ \mu\text{g/ml}$  以下という規格になっている。

### iii) 個別規格

材質によりそれぞれ特有な化学物質が溶出する可能性があるため、プラスチックの種類別に定められている規格である。現在、食品に使用されることの多い16種に個別規格がある。蒸発残留物量（主に  $30\ \mu\text{g/ml}$  以下）は16種すべてに定められており、溶出される不揮発性溶出物（無機物質が多い）の総量の指標とされる。この溶出に用いる食品疑似溶媒は使用実態に即したものを使用する。その他表2のように、16種それぞれに有害な原料モノマー及び添加剤が規制されている。

ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリメチルペンテン (PMP)、ポリビニルアルコール (PVA) の個別規格は蒸発残留物量のみである。

表2. プラスチックの個別規格

材質 (略号)	モノマー	添加剤	不揮発性溶出物
ポリ乳酸	総乳酸		蒸発残留物
フェノール樹脂 (PF) メラミン樹脂 (MF) ユリア樹脂 (UF)	フェノール ホルムアルデヒド		蒸発残留物
ポリ塩化ビニル (PVC)	塩化ビニル	ジブチルスズ化合物 クレゾールリン酸エステル	蒸発残留物
ポリスチレン (PS)	揮発性物質 (スチレンなど)		蒸発残留物
ポリ塩化ビニリデン (PVDC)	塩化ビニリデン	バリウム	蒸発残留物
ポリエチレンテレフタレート (PET)		アンチモン ゲルマニウム	蒸発残留物
ポリメタクリル酸メチル (PMMA)	メタクリル酸メチル		蒸発残留物
ナイロン (PA)	カプロラクタム		蒸発残留物
ポリカーボネート (PC)	ビスフェノール A ジフェニルカーボネート	アミン類	蒸発残留物
ポリエチレン (PE) ポリプロピレン (PP) ポリメチルペンテン (PMP) ポリビニルアルコール (PVA)			蒸発残留物

フェノール樹脂, メラミン樹脂, ユリア樹脂は, 原料モノマーのフェノール (5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) とホルムアルデヒド (陰性: 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下に相当) が溶出試験 (水) として規制されている。

ポリ塩化ビニル (PVC) は, 材質試験として原料モノマーの塩化ビニル (1  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下), 安定剤ジブチルスズ化合物 (50  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下), 可塑剤クレゾールリン酸エステル (1  $\text{mg}/\text{g}$  以下) が規制されている。PVCは密着性がよいためスーパーなど業務用ラップフィルムに使われており, 柔らかくするための可塑剤を多量 (5~25%) に使用している。原材料一般の規格により油脂性食品に接触するPVCから可塑剤のフタル酸ビス (2-エチルヘキシル) が溶出してはならないと定められている。

ポリ塩化ビニリデン (PVDC) は家庭用のラップフィルムに使われている。材質試験として, 原料モノマーの塩化ビニリデン (6  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下) 及び安定剤のバリウム (100  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下) が規制されている。

ポリスチレン (PS) は使い捨て容器 (惣菜, 弁当), カップめん容器, コップ等の日用品などに広く使われている。原料モノマーのスチレンを含む揮発性物質 (トルエン, エチルベンゼン, *i*-プロピルベンゼン, *n*-プロピルベンゼンとの総量 5  $\text{mg}/\text{g}$  以下) が材質試験として規制されており, これらが多量に含まれていると異臭がする場合がある。カップめんのように熱湯を入れて使用される発泡PSの揮発性物質は, 規格値がさらに低く抑えられている (総量 2  $\text{mg}/\text{g}$  以下)。

ポリカーボネート (PC) は, 耐熱耐寒性が高い樹脂である。原料モノマーのビスフェノール A (フェノール及び *p*-*tert*-ブチルフェノールとの総量 材質試験 500  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下, 溶出試験 2.5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 材質試験としてジフェニルカーボネート (500  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下), アミン類 (トリエチルアミン及びトリブチルアミン, 合計 1  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下) が規制されている。

ポリエチレンテレフタレート (PET) は, 軽量で衝撃に強い樹脂であり, 飲料用ボトルや惣菜用容器など広く使用されている。透明度の高い製品を製造するための触媒として使用されるアンチモン (0.05  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) とゲルマニウム (0.1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が溶出試験 (4%酢酸) として規制されている。輸入品はアンチモン, 国産品はゲルマニウムを使用していることが多い<sup>2)</sup>。

ポリメタクリル酸メチルは, 原料モノマーのメタクリル酸メチル (15  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が溶出試験 (20%エタノール) として規制されている。透明性が高くガラスに近い質感があり, しょうゆ差しなどの食卓用品に使用される。

ナイロンは, 機械的強度が優れているためレトルト食品などのラミネートフィルムの外側, 及び耐熱性が高いためおたま, フライ返しなどの調理器具に使用される。ポリアミドともよばれアミド結合 (-CONH-) の繰り返しにより

構成されている高分子の総称である。ナイロン6は環状のカプロラクタムが開環し重合することにより作られるため, 原料のカプロラクタム (15  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が溶出試験 (20%エタノール) として規制されている。

ポリ乳酸は, 総乳酸 (30  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が溶出試験 (水) として, 規制されている。総乳酸は乳酸と, ラクトド及びオリゴマーをアルカリ分解により乳酸としたものの総量である<sup>3)</sup>。生分解性プラスチックであるため, 使い捨て容器に今後使用が増える可能性がある。市販のポリ乳酸製食品容器7試料を試験した結果, すべてが規格に適合し, 変異原性試験も陰性であったという報告がある<sup>4)</sup>。

### 3) ゴム製品

ゴム製品にはプラスチックと同様に酸化防止剤などの添加剤の他, 生ゴムに弾性と強度を付加するために加えられる加硫剤, その反応を加速する加硫促進剤も加えられている。これらの溶出を低く抑えるため, 溶出試験として蒸発残留物 (60  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 重金属 (4%酢酸溶出, 1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 加硫促進剤由来のホルムアルデヒド (水溶出, 陰性), 酸化防止剤の分解物であるフェノール (水溶出, 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 加硫剤由来の亜鉛 (4%酢酸溶出, 15  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 材質試験として添加剤不純物の Cd, Pb (各 100  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下) が規制されている。また塩素を含むゴムには, 材質試験として加硫促進剤 2-メルカプトイミダゾリン (陰性: 20  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下に相当) が発ガン物質として規制されている。ほ乳器具は, 蒸発残留物 (40  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 亜鉛 (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), Cd 及び Pb (材質中各 10  $\mu\text{g}/\text{g}$  以下) と規格値が厳しくなっている。

### 4) 金属缶

金属缶の材料はブリキ (スズめっき鉄), TFS (スズを含有しないクロムを用いた鉄), アルミニウム等が用いられ, これらから溶出する可能性のあるヒ素 (0.2  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), Pb (0.4  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) 及び Cd (0.1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が溶出試験 (水または 0.5%クエン酸) として規制されている。pH5 以下の酸性食品の擬似溶媒は 4%酢酸であるが, 缶では素地の金属からの溶出の可能性があるため 0.5%クエン酸を用いている。缶の内面は金属の腐食防止や内容物の品質保護のため塗装されている場合が多くエポキシ樹脂系, フェノール樹脂系, ポリ塩化ビニル系などの塗料が用いられている。これら樹脂塗料からの溶出物を低く抑えるため, 蒸発残留物 (30  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), 原料のフェノール (水溶出, 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), ホルムアルデヒド (水溶出, 陰性), 塩化ビニル (エタノール溶出, 0.05  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下), エピクロロヒドリン (ペンタン溶出, 0.5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  以下) が規制されている。

### 5) 割りばし

割りばしは防かび剤 (オルトフェニルフェノール, チアベンダゾール, ジフェニル, イマザリル) と漂白剤 (二酸化硫黄または亜硫酸塩) が規制されている。規格は割りばし

し1膳あたり防かび剤4種は不検出(20%エタノール溶出)、二酸化硫黄は4 mg以下(水溶出)である。

#### 6) 金属製品

金属製の器具には、鍋、包丁、スプーン、フォーク、おたま、ケーキ型などがある。これらは原材料一般の規格により、材質中Pb 0.1%以下、アンチモン5%未満と定められている。

#### 7) 着色料

原材料一般の規格により、食品衛生法で許可されていない着色料が食品用器具・容器包装から溶出してはならないと定められている。蛍光染料の溶出条件はpH7.5~9のアンモニア微アルカリ性水溶液を用い室温10分間である。他の着色料は、各食品擬似溶媒を用い、なるべく使用実態に近い温度や時間で溶出し、許可色素であるかどうかを確認している。ピーフン包装紙から蛍光染料、ポリプロピレン製さしみ用わさび皿から許可されていない着色料ロダミンBが検出されたことがある。

### 3. プラスチック製品の材質の判別

ほとんどの食品用プラスチック製品の材質は、ラベル、包装されている袋に、または製品への直接印刷や刻印などで表示されている。食器や台所製品などの器具の材質は、家庭用品品質表示法により、用途や特徴、取り扱い上の注意事項などとともに示されている。使い捨て製品などの容器包装の材質は、容器包装リサイクル法により略号で示されている。複合材質の場合、主要な材質の記号に下線をつけて表示してあるが、必ずしもそれが食品接触面の材質とはいえない。

原料樹脂	ポリプロピレン	原料樹脂	スチロール樹脂
耐熱温度	120℃	耐熱温度	80℃
耐冷温度	-20℃	耐冷温度	-20℃
容量	300	容量	300
取り扱い上の注意	○火のそばに置かないでください。 ○-----	取り扱い上の注意	○火のそばに置かないでください。 ○レモン等柑橘類の皮に含まれるテルペン又は油脂によって変質することがあります。
ABC樹脂係		ABC樹脂係	
TEL 03-3501-1511		TEL 03-3501-1511	

家庭用品品質表示法による表示



容器包装リサイクル法による表示

### 4. 検出事例、調査結果及び注意事項等

#### 1) 陶磁器

陶磁器は、なるべく食品と接触する部分に彩色のないものを購入する。内側に絵付けのあるラーメンどんぶり、和風皿、中華食器などから鉛の検出事例があるため、これらで新品の場合、使用前に食酢などで酸性にした水にしばらく浸してから洗うと焼成不十分な製品の鉛やカドミウムは溶出し取り除かれる。焼成温度の低い楽焼き、観賞用の絵皿などに食品を入れて使用する場合は特に注意が必要である。2006年に中国製土鍋から1日約4時間、2日間にわたって水を入れ沸騰させたところ、鉛が検出されたが、規格の溶出条件と異なるため、違反ではなく自主回収した例がある。ホウロウ製品は表面のガラス質が破損して下地の金属(主に鉄)が露出すると錆びが発生し腐食が進みやすくなるため、衝撃を与えたり、空炊きをしないようにする。

#### 2) ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)

輸入品のストロー、ピック、菓子容器及びはちみつ容器のキャップなどから規格値以上のPb及びCdが検出されることがあるが、溶出はしないことが多い。

PEは柔軟な性質を利用し弁当用小分け調味料容器、保存容器のふたなどに使用されているが、耐熱温度が70~90℃と低いため、電子レンジ加熱により変形する。PPは耐熱温度が120~150℃と比較的高く、スーパーなどで弁当や惣菜の電子レンジ可能な容器に使われている。炭酸カルシウムやタルクなどの充填剤を添加してさらに耐熱性を高めたものもある。電子レンジ用やオープン用として使用されているが、4%酢酸により炭酸カルシウムが多量に溶出され蒸発残留物量が規格値を超えた例がある。

#### 3) ポリメチルペンテン (PMP)、ポリビニルアルコール (PVA)

PMPは耐熱性が高く(融点240℃)、電子レンジ用容器、コーヒーメーカーなどに使用される。PVAはエチレンとの共重合体であるエチレンビニルアルコールポリマーフィルムとして使用されることが多い。酸素バリア性があるためレトルト食品用包装材などのラミネートフィルムの中間部分に使用され食品接触部分ではないことが多い<sup>5)</sup>。

#### 4) フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂

メラミン樹脂はちゃわん、皿などの食器、フェノール樹脂は汁椀の素地(表面ウレタン樹脂塗装が多い)に使用され、ユリア樹脂は食品用途に使用されることは少ない。メラミン樹脂製品は電子レンジで加熱すると樹脂が劣化して分解し、ホルムアルデヒドの溶出量が増加する。そのため電子レンジで加熱をしないよう注意書きがある場合が多い。また食器からメラミンが5.4~150 ng/cm<sup>2</sup>溶出したが食品移行量に換算した結果、厚生労働省通知法による食品中メラミン定量限界値以下であったという報告がある<sup>6)</sup>。

## 5) ポリ塩化ビニル (PVC)

PVCは密着性がよいためスーパーなど業務用ラップフィルムに使われている。PVCのラップフィルムは焼却時にダイオキシンが発生する可能性があることから、最近では業務用にエチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)がよく使用されている<sup>7)</sup>。また可塑剤の入っていないPE、耐熱性の高いPMP、PE/ナイロン、PE/PPのように耐熱性の材質をラミネートしたラップフィルムなども市販されている。ラミネートフィルムからの溶出については、実際の製品と同じ仕様で作成されたフィルムの接着剤成分であるイソシアネートモノマー及び分解物のアミン類の溶出量を測定した結果、欧州の限度値の1/30以下と微量であったという報告がある<sup>7)</sup>。

1999年市販されていた国産PVCのラップフィルムから330~1550  $\mu\text{g/g}$ のノニルフェノールを検出した<sup>8)</sup>。ノニルフェノールは規格にはないが、内分泌かく乱作用の可能性があると思われる物質である。酸化防止剤のトリス(ノニフェニル)フォスファイトが添加されて分解しノニルフェノールを生成したことが原因であり、東京都は業界に、含有の原因となった安定剤の使用を自粛し在庫品が流通しないよう製造管理の徹底を要望した。その後の調査で検出されていないという報告がある<sup>9)</sup>。

## 6) ポリ塩化ビニリデン (PVDC)

PVDCは酸素と水蒸気に優れたバリア性を持ち酸化による食品の変質、湿気、移り香等を防ぐため、家庭用のラップフィルムに使われているが、密着性はPVCに劣る。PVDCにも油脂に溶けやすい可塑剤がPVC同様添加されており、脂肪分の多い食品に直接接触させて電子レンジで加熱すると食品に移行する可能性があるため、注意書きがある。

## 7) ポリスチレン (PS)

PS製品は製造時の加熱によりポリマーが分解し、スチレンの2量体(ダイマー)、3量体(トリマー)が残存する場合がある。1999年市販の即席めん30試料容器全てからダイマー、トリマーが検出され、平均でカップ含有量はダイマー180  $\mu\text{g/g}$ 、トリマー3,200  $\mu\text{g/g}$ 、めん及びスープへの移行量はダイマー0.9  $\text{ng/g}$ (22/30試料)、トリマー22  $\text{ng/g}$ (全30試料)であった。カップ含有量は低温重合法で製造されたPS容器に少なく、移行量は脂質の多いめんが多い傾向が認められた<sup>10)</sup>。ダイマー、トリマーは、かつて内分泌かく乱作用の可能性があると思われる物質である。現在これらに内分泌かく乱作用はないとされているが、当時東京都は業界に対し消費者の不安解消のため含有量を低減するよう要望した。最近の即席めんの容器には、従来の発泡PSに代わり紙などの材質が使用されることがある。しかし臭いの強いものの近くに置くと移り香が生じやすく、2008年に防虫剤の近くに保存したカップめんからパラジクロロベンゼンが検出されたことがある。またPS

は70~90°Cと耐熱温度が低いいため、惣菜容器に使われることが多く、スーパーやコンビニエンスストアで電子レンジで容器ごと温める場合は変形するので注意を要する。最近ではPPと組み合わせ耐熱性を向上させた材質が弁当、惣菜容器などに多く使用されている。2002~2005年市販のPS製容器包装から0.4~940  $\mu\text{g/g}$ のノニルフェノールを検出した。原因はPVCラップフィルム同様トリス(ノニフェニル)フォスファイトが添加されているとであると推定された<sup>11)</sup>。

## 8) ポリカーボネート (PC)

子供用ちゃわんから規格値以上のビスフェノールAが検出されたことがある。着色のため添加されている酸化チタンがPCを劣化させ、分解してビスフェノールAを生成したものと考えられた。製造者は酸化チタンのような金属化合物を配合する場合は劣化を防ぐ安定剤を添加する必要がある<sup>12)</sup>。PCはかつて哺乳瓶、保存容器、給食用食器などに多用されていたが、ビスフェノールAに内分泌かく乱作用の可能性があるとして、現在はわずかな輸入品を除き市販品はほとんど流通していない。1999年、ほ乳瓶を360回繰り返し煮沸試験した時のビスフェノールAの溶出量は、0.3~1.0  $\text{ng/ml}$ であった。使用済み給食用食器では0.4~120  $\text{ng/ml}$ であり、高い溶出量を示した試料は金属化合物が配合されていた<sup>13)</sup>。2000年の報告で都立病院の使用済みほ乳瓶では0.3~132  $\text{ng/ml}$ であり、高い溶出量を示した試料は、洗浄に用いた食器洗浄機用アルカリ性洗浄剤が残留付着した状態で乾燥された可能性があった<sup>14)</sup>。このように、加熱やアルカリ性物質により分解が促進され、ビスフェノールAが生成し溶出する可能性がある。従ってアルカリ性洗浄剤を使用する場合はすすぎを十分に行い残留しないよう注意する必要がある。東京都は業界に低減化をはかるよう要望し、業界は低減のための製造及び使用方法に関するガイドラインを作成した。

## 9) ポリエチレンテレフタレート (PET)

現在、PETボトルは広くリサイクルされている。ほとんどの用途は衣料用だが、試験的にリサイクルされたPETボトルを化学分解で原料樹脂モノマーにして再重合した飲料ボトルが、市場に少量流通している。これらは規格試験、食品安全委員会による食品健康影響評価、ポリオレフィン等衛生協議会の自主規格及びPETボトルリサイクル推進協議会推奨プロトコールによる毒性試験確認に適合している。また海外ではプラスチック原料の石油が尽きることを危惧し、トウモロコシやサトウキビなど植物由来の飲料ボトルの研究開発が進められている<sup>15)</sup>。

## 10) ナイロン

ナイロン6とともにナイロン66もよく使用される樹脂である。原料モノマーはヘキサメチレンジアミンとアジピン酸であるが、微量のカプロラクタムも含有しており、2006年市販の21試料から20%エタノールにカプロラクタム4.8~

38  $\mu\text{g/ml}$ が溶出したと報告している<sup>16)</sup>。ナイロンは他のプラスチックに比較して有機物が溶出しやすく、有機物総量や蒸発残留物量が多いという報告がある<sup>17,18)</sup>。2011年ナイロン製の輸入調理器具から規格値以上の蒸発残留物量が検出され自主回収されている。

#### 11) ゴム製品

ラムネ口ゴム (スチレンブタジエンゴム) から規格値以上の亜鉛、焼き菓子型 (クロロプレングム) から2-メルカプトイミダゾリンが検出されたことがある。

#### 12) 金属缶

缶の内面塗装のエポキシ系塗料から規制されていないビスフェノール A (原料) やビスフェノール A ジグリシジルエーテル (モノマー) などが溶出する可能性がある<sup>19)</sup>。業界ではこれらを低減したり、樹脂塗料を使用せず缶内面にポリエチレンテレフタレートフィルムを貼り合わせた缶を作るなどの対策をとった。また果物缶に多く用いられているブリキ缶内面の塗装は、ふたと底部のみで缶胴部は未塗装のものがほとんどである。これはめっきされたスズが果物の酸と作用して、果物の色や香りを保つためであるが、開缶するとスズの溶出が進むため、他の容器に入れることが望ましい。

#### 13) 割りばし

1994年中国製割りばしからオルトフェニルフェノールが検出されたことがきっかけとなり規制が行われた。東京都ではその後防かび剤を検出したことはないが、二酸化硫黄は規制値以下でしばしば検出されている。これは割りばしの製造過程に漂白や防かびのため、二酸化硫黄によるくん蒸や煮沸するためである。2009年、割りばし以外の串、菜ばし、ざる、ようじ等の竹、木製品の調査結果では単位面積当たり溶出量 (換算規格値  $0.05 \text{ mg/cm}^2$ ) を超えたものはなかった。

#### 14) 金属製品

金属製の器具は、酢や柑橘類などの酸性のものに接触すると腐食や錆びなどが発生しやすい。酢を多く含む汁を金属製の鍋に入れて長時間煮込んだり、保存すると金属が溶出しやすい。また柑橘類を切った鉄製の包丁を洗わず放置したままにすると錆びが生じる。

### 5. おもちゃ

おもちゃは食品衛生法施行規則第78条に規定されたものが対象である。乳幼児がなめたり飲み込んだ場合に健康をそこなうおそれがあることを想定しているため、6才以下が使用するものとしている。おもちゃの溶出試験では唾液の擬似溶媒として水が使用され、浸出温度は体温に近い  $40^\circ\text{C}$ 、浸出時間は30分間である。検査項目は重金属 ( $1 \mu\text{g/ml}$  以下)、ヒ素 ( $0.1 \mu\text{g/ml}$  以下)、過マンガン酸カリウム消費量 ( $50 \mu\text{g/ml}$  以下)、蒸発残留物量 ( $50 \mu\text{g/ml}$  以下) である。おもちゃ塗膜及び金属製アクセサリ玩具の抽出

条件では飲み込んだ場合を想定しており、溶媒は胃酸 pH と同程度の  $\text{pH}0.07 \text{ mol/l}$  塩酸、温度は体温と同程度の  $37^\circ\text{C}$ 、消化時間を考慮して2時間抽出である。規格は、おもちゃ塗膜では Cd ( $75 \mu\text{g/g}$  以下)、Pb ( $90 \mu\text{g/g}$  以下)、ヒ素 ( $25 \mu\text{g/g}$  以下) であり、金属製アクセサリ玩具では Pb ( $90 \mu\text{g/g}$  以下) である。金属に Pb や Cd を加えると柔らかく加工しやすくなるため加えられることがある。また内分泌かく乱作用のおそれがある可塑剤5種 (フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ビス (2-エチルヘキシル)、フタル酸ベンジルブチル、フタル酸ジイソデシル、フタル酸ジ-n-オクチル) は各  $0.1\%$  以下、フタル酸ジイソノニルは使用してはならないとされている。おもちゃも食品衛生法で許可されていない着色料が溶出してはならないと定められており、溶出条件は水、 $40^\circ\text{C}$ 、10分間である。

### 最後に

以上のように食品用器具・容器包装、おもちゃは、健康を損なうことがないよう溶出物を低く抑えるために、様々な規格が食品衛生法により定められている。厚生労働省検疫所、各地方衛生研究所、一部の保健所、食品衛生登録検査機関などで、この規格基準に基づく試験検査を実施し、食品用器具・容器包装の安全性の確保に努めている。東京都では内分泌かく乱化学物質など規格に定められていない化学物質の調査研究も行っているが、試験検査ではこの6年間に約900検体を検査し違反は8検体であった。

しかし食品用ではない製品は規格値以上の化学物質が含まれ溶出する可能性もあるため、食品用に使用しないよう注意する。また食品用であっても使用法によっては化学物質が溶出しやすくなる可能性がある。注意書きがある場合はそれに従い、正しい取り扱いをすることが必要である。

### 文献

- 1) 食品衛生研究会編 (2010), 平成23年版食品衛生小六法, 新日本法規出版, 東京, pp. 1689-1735
- 2) 日本薬学会編 (2010), 衛生試験法・注解2010, 金原出版, 東京, p. 626
- 3) 前掲2), p. 632
- 4) 尾崎麻子, 大嶋智子, 大垣寿美子, 河村葉子 (2010), ポリ乳酸製器具・容器包装の含有物質の検討および溶出液の変異原性, 食衛誌, **51**, 220-227
- 5) 河村葉子 (2006), 器具・容器包装の規格基準とその試験法, 中央法規出版, 東京, p. 85
- 6) 羽石奈穂子, 金子令子, 小林真理, 中里光男, 植松洋子 (2010), メラミン樹脂製品のメラミン及びホルムアルデヒド溶出量調査, 健安研七報, **61**, 199-204
- 7) 六鹿元雄, 阿部裕 (2011), ラミネートフィルム中のイソシアネート類およびアミン類の分析, 前掲7), pp. 83-97
- 8) 船山恵一, 金子令子, 渡辺悠二, 鎌田国広 (2001), 食品用ポリ塩化ビニル製ラップフィルム中のノニルフェノール含有量及び食品への移行, 東京衛研年報, **52**, 180-184
- 9) 井之上浩一, 山田恵里奈 (2010), 食品用ラップフィルム中のノニルフェノールなど残存化学物質の調査, 厚生労働科

## 容器包装・おもちゃの安全性

- 学研究費補助金, 食品の安心・安全確保推進研究事業「食品用器具・容器包装及び乳幼児用玩具の安全性向上に関する研究」総括・分担研究報告書, pp. 85-98
- 10) 金子令子, 船山恵一, 羽石奈穂子, 渡辺悠二, 荻野周三 (2003), ポリスチレン製カップ入り即席めんのスチレンダイマー及びトリマー調査, 健安研七年報, **54**, 235-241
  - 11) 金子令子, 船山恵一, 羽石奈穂子, 安野哲子, 中嶋陽一, 上原智子, 林研介, 伊藤弘一 (2006), 食品用プラスチック製容器包装のノニルフェノール溶出量調査, 健安研七年報, **57**, 273-277
  - 12) 馬場二夫, 渡辺悠二, 河村葉子, 山田耕平, 藤井正美 (2001), ポリカーボネート製食器から高濃度のビスフェノール A が検出された原因の解明に関する研究, 日本食品化学学会誌, **8**, 121-127
  - 13) 船山恵一, 渡辺悠二, 金子令子, 樺島順一郎, 齊藤和夫 (1999), ポリカーボネート製ほ乳びん及び給食器からのビスフェノール A の溶出, 東京衛研年報, **50**, 202-207
  - 14) 船山恵一, 渡辺悠二, 金子令子, 齊藤和夫 (2000), ポリカーボネート製ほ乳びんからのビスフェノール A の溶出に及ぼすアルカリ性洗浄剤の影響, 東京衛研年報, **51**, 203-208
  - 15) 海外技術情報 (2011), 飲料ペットボトルのバイオプラスチック採用競争, 食品と容器, **52**, 692-693
  - 16) 六鹿元雄, 山口未来, 大野浩之, 河村葉子 (2010), ナイロン製品からのモノマーおよび芳香族第一級アミン類の溶出, 食衛誌, **51**, 228-236
  - 17) 大野浩之, 鈴木昌子, 河村葉子 (2011), 4 種擬似溶媒による合成樹脂製食品用器具の蒸発残留物量の検討, 食衛誌, **52**, 66-70
  - 18) 大野浩之, 鈴木昌子, 六鹿元雄, 河村葉子 (2009), 合成樹脂製器具・容器包装および玩具における過マンガン酸カリウム消費量および全有機炭素の検討, 食衛誌, **50**, 230-242
  - 19) 植松洋子, 平田恵子, 飯田憲司, 齊藤和夫 (2000), 缶詰食品及びレトルト食品 (水産加工食品) 中のビスフェノール A ジグリシジルエーテル (BADGE) 及び関連化合物の分析, 食衛誌, **41**, 23-29