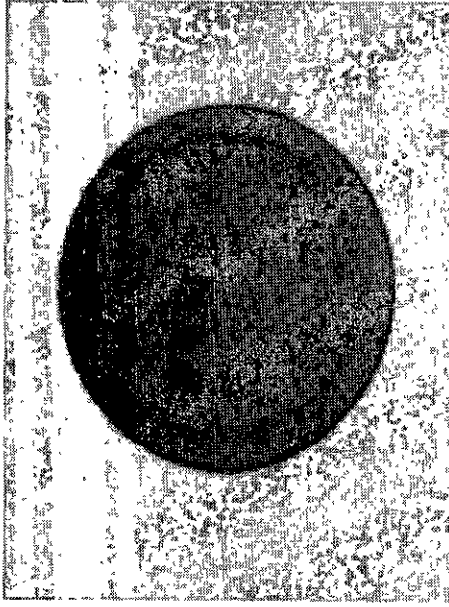
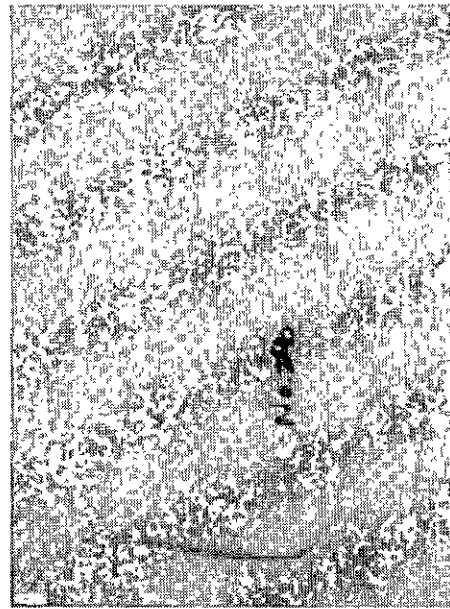


試料番号 25



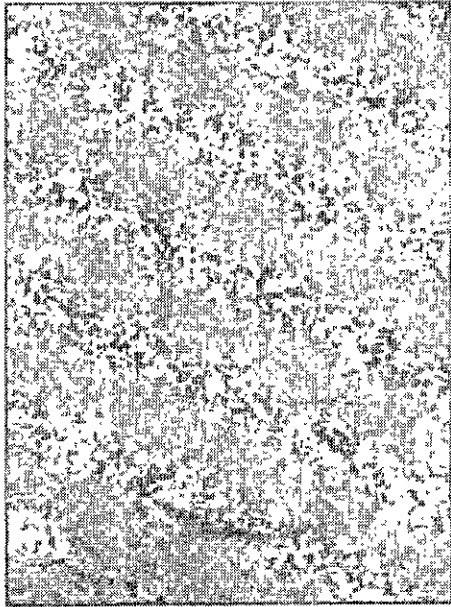
試料番号 26



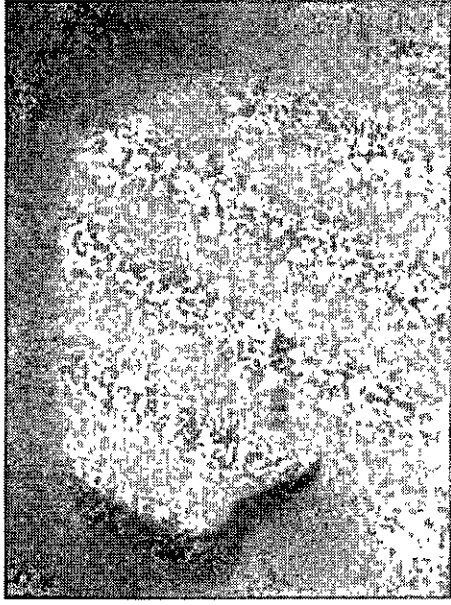
試料番号 27



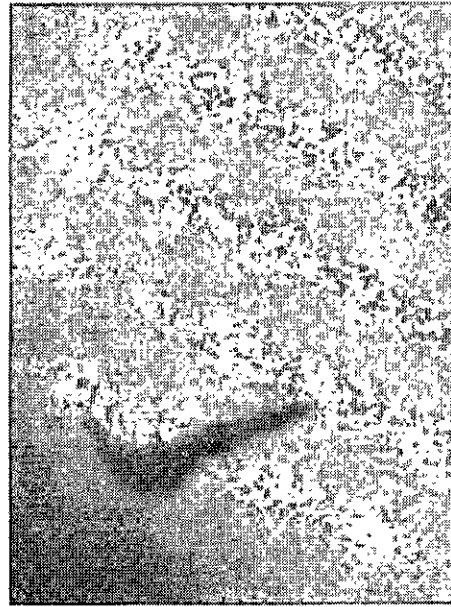
試料番号 28



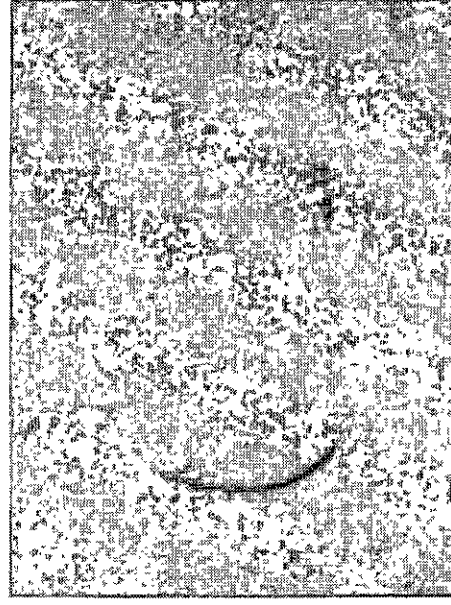
試料番号 29
(しきりのみ)



試料番号 30



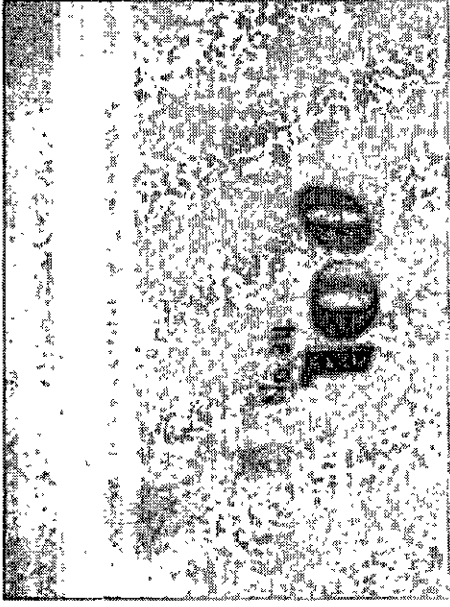
試料番号 31



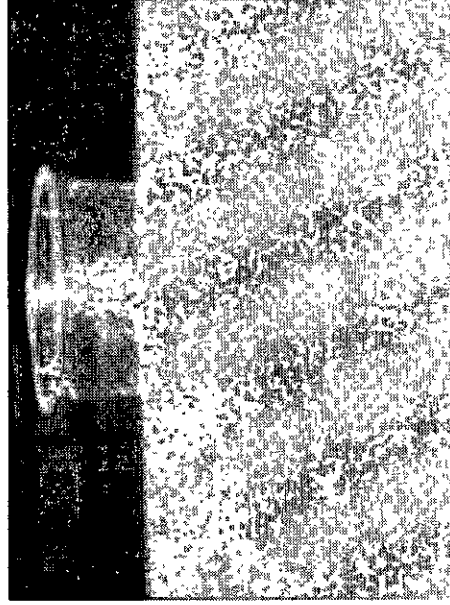
試料番号 32



試料番号 33



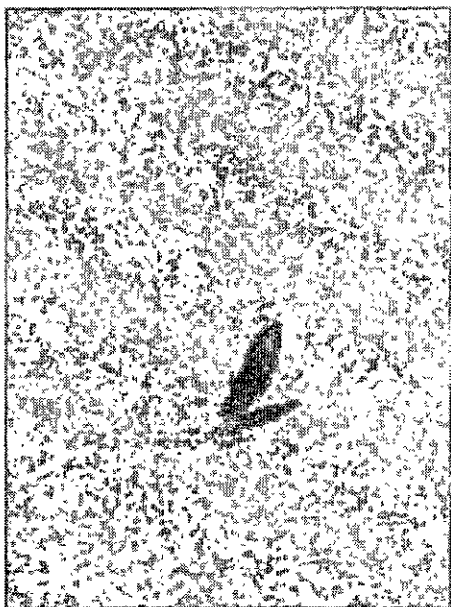
試料番号 34
(ふたのみ)



試料番号 35



試料番号 36



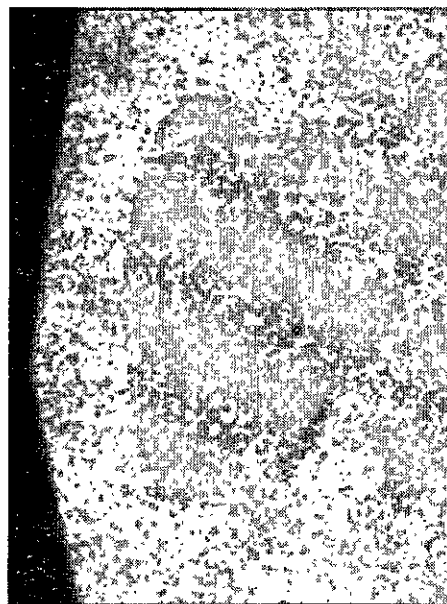
試料番号 37



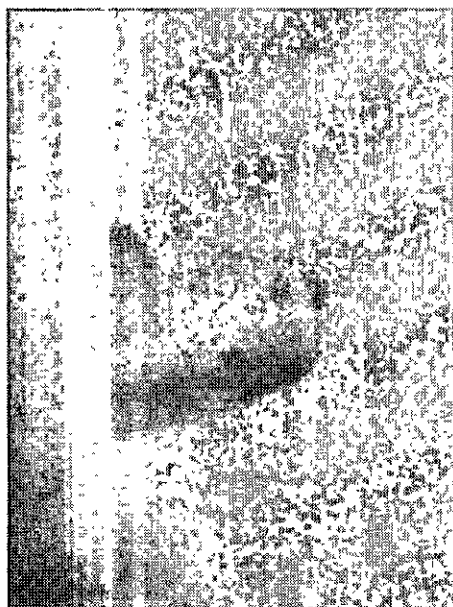
試料番号 38



試料番号 39



試料番号 40



試料番号 41



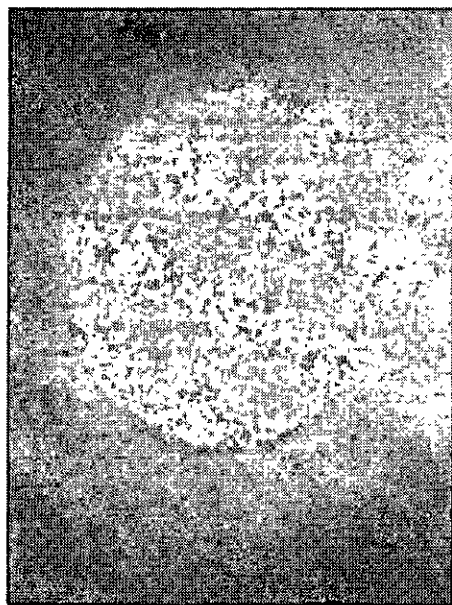
試料番号 42



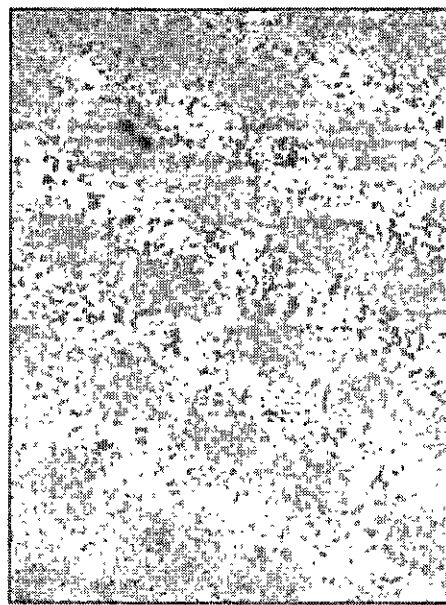
試料番号 43



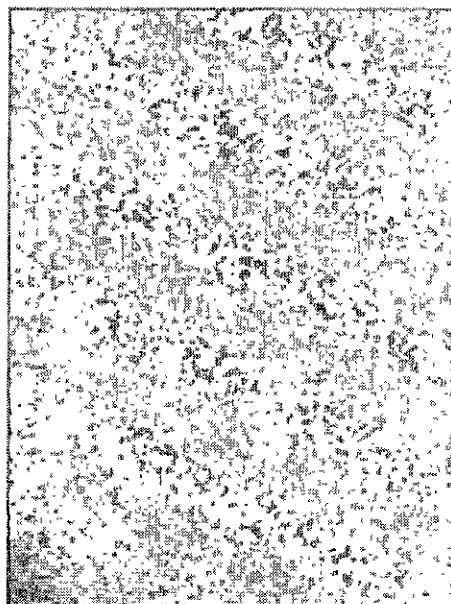
試料番号 44



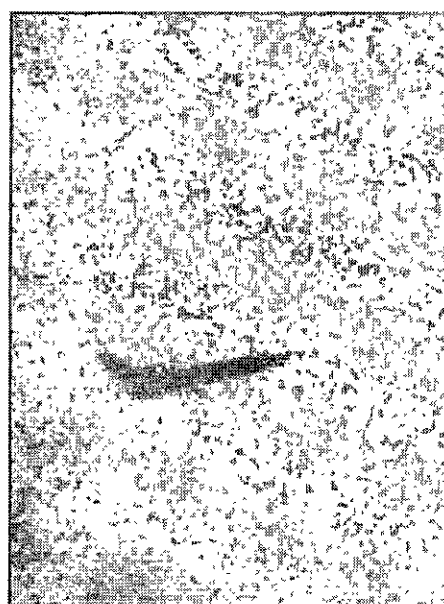
試料番号 46



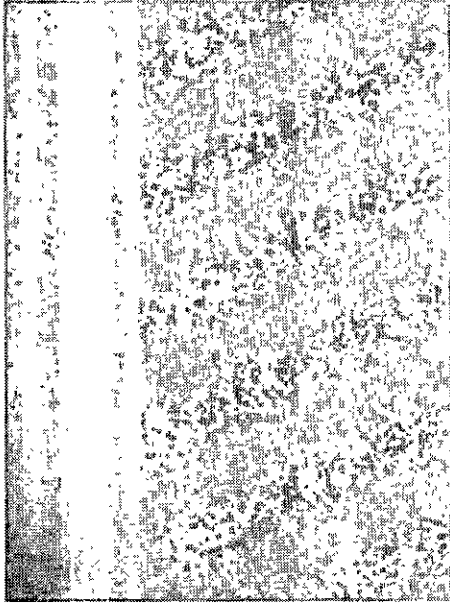
試料番号 48



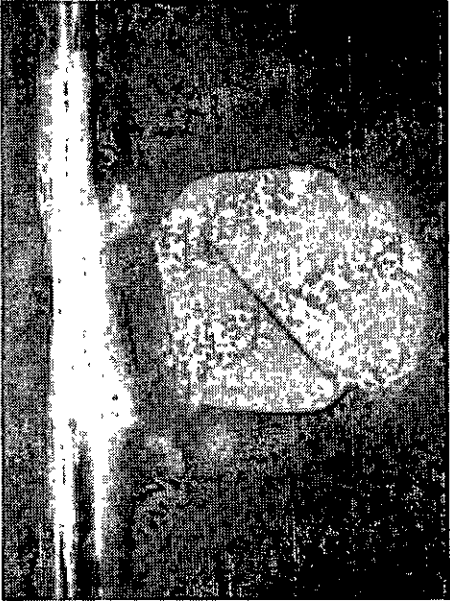
試料番号 45



試料番号 47



試料番号 49



試料番号 50
(しきりのみ)

食品缶詰等からのビスフェノールAの溶出に関する調査研究

研究協力者 西村正美 (財団法人 日本食品分析センター)

研究要旨

加工食品の大部分は通常容器に入れられて流通しているが、容器から食品に移行する化学物質の人への曝露が懸念されるため、それら化学物質のひとつであるビスフェノールAの加工食品における含有濃度を調査した。

缶詰食品、缶入り食品、瓶詰食品及びレトルト食品合計 30 食品について調査したところ、缶詰食品はすべての試料から 5～490 ppb の範囲で、レトルト食品は 7 試料のうち 1 試料から 8 ppb 検出された。また、缶入り食品及び瓶詰食品についてはすべて検出されなかった。

A. 研究目的

缶詰食品、缶入り食品、瓶詰食品及びレトルト食品の包装容器には、その内面（瓶詰食品は金属の蓋の部分、レトルト食品は接着部分）に環境庁が SPEED98 で示している外因性内分泌かく乱物質のひとつであるビスフェノールAを原料としたエポキシ樹脂を使用したものが多い。本研究では、これら容器から食品中に溶出され、食品中に含有するビスフェノールAの濃度を調査することを目的とする。

B. 研究方法

高速液体クロマトグラフー質量分析計を用いた微量測定法により、食品中のビスフェノールA含有量の実態調査を行った。

1. 試料

市販の缶詰食品 17 種類及び缶入り食品 4 種類（以上金属缶）、瓶詰食品 2 種類及びレトルト食品 7 種類について調査を行った。その詳細を表-1 に示した。

2. 分析方法

本調査の分析方法は以下のとおりである。

1) 試薬

- ・アセトニトリル、ジクロロメタン（残留農薬試験用）
- ・メタノール（電子工業用）
- ・塩酸、L-システイン塩酸塩、塩化ナトリウム（特級）
- ・セライト 545（特級）
- ・シリカゲル（Merck Art.7734）
- ・ビスフェノールA（東京化成工業）
- ・ビスフェノールA -d16（関東化学）

2) 器具及び装置

- ・ナス形フラスコ
- ・分液漏斗
- ・遠心管
- ・メスフラスコ
- ・ガラスフィルター
- ・高速液体クロマトグラフー質量分析計

3) 試料溶液の調製

3)-1 バター，食用油及びコンビーフを除く食品

試料約 2.5 g を遠心管に精密に量りとり，試料添加用内標準溶液 1 ml，セライト約 2 g 及び L-シスチン塩酸塩約 0.25 g を加えた後，さらにアセトニトリル 30 ml を加えてホモジナイズ抽出する。遠心分離後（2,500rpm，5 分間）後，上澄み液をセライト 545 約 2 g を敷いたガラスフィルターでろ過する。ろ液に水 200 ml，1mol/L 塩酸溶液約 3 ml（pH3 以下になるように加える。）及び塩化ナトリウム 15 g を加え，さらにジクロロメタン 50 ml を加えて 10 分間振とう抽出する。静置後ジクロロメタン層を分取し，水層にはさらにジクロロメタン 50 ml を加えて同様の操作を繰り返す。ジクロロメタン層を合わせ，無水硫酸ナトリウムを用いて脱水ろ過した後，減圧濃縮乾固する。残留物を少量のジクロロメタンに溶解し，あらかじめシリカゲル 5 g をジクロロメタンを用いて湿式充てんしたクロマト管（内径 1cm）に負荷する。ジクロロメタン 50 ml で洗浄した後，ジクロロメタン及びメタノールの混液（95:5）でビスフェノール A を溶出させる。溶出液を濃縮乾固し，残留物をアセトニトリル 1 ml に溶解して試料溶液とする。

3)-2 バター及び食用油

試料約 2.5 g をナス形フラスコに精密に量りとり，試料添加用内標準溶液 1 ml を加えた後，ヘキサン 30ml を加えて加温溶解させ，さらにヘキサン飽和アセトニトリル 30 ml を加えて振とうする。この混合液を分液漏斗に移し，静置後，アセトニトリル層を分取し，

これに水 200 ml，1mol/L 塩酸溶液約 3 ml（pH3 以下になるように加える。）及び塩化ナトリウム 15 g を加え，以下 3)-1 と同様な操作を行う。

3)-3 コンビーフ

試料約 2.5 g を遠心管に精密に量りとり，試料添加用内標準溶液 1 ml を加えた後，ヘキサン 30ml を及びヘキサン飽和アセトニトリル 30 ml を加えてホモジナイズする。この混合液を分液漏斗に移し，静置後，アセトニトリル層を分取し，これに水 200 ml，1mol/L 塩酸溶液約 3 ml（pH3 以下になるように加える。）及び塩化ナトリウム 15 g を加え，以下 3)-1 と同様な操作を行う。

4) 標準溶液の調製

4)-1 内標準溶液の調製

ビスフェノール A-d16 10 mg を量り，アセトニトリルに溶解して 100 ml とする。この液をエタノールを用いて希釈し，0.125 μ g/ml の溶液を調製し，これを試料添加用内標準溶液とする。

4)-2 標準溶液の調製

ビスフェノール A 約 10 mg を精密に量り，アセトニトリルに溶解して 100 ml とする。この液をアセトニトリルを用いて希釈し，内標準溶液の濃度が 0.125 μ g/ml となるように 0.125，0.05，0.25 及び 0.5 μ g/ml の溶液を調製し，これを標準溶液とする。

5) 高速液体クロマトグラフー質量分析計操作条件

機種：LC 部 PU-880（日本分光株式会社）

検出器：MS部 QUATTRO II
(MICROMASS Ltd.)

カラム：YMC-Pack ODS-A A-312,
φ 6mm × 15 cm (株式会社ワ
イエムシイ)

カラム温度：40 °C

移動相：水及びアセトニトリルの混液
(6:4)

流 量：1.0 ml/min

イオン温度：130 °C

コーン電圧：35 V

イオン化法：エレクトロスプレー (負
イオン検出モード)

設定イオン数：

ビスフェノールA 226.8

内標準物質 240.8

6) 検量線の作成

各標準溶液 5 μlを高速液体クロマトグラフィー質量分析計に注入し、標準溶液の濃度とビスフェノールAの内標準物質に対するピーク高さ比から検量線の作成を行った。

7) 測定

試料溶液 5 μlを高速液体クロマトグラフィー質量分析計に注入し、6)の検量線から試料溶液中のビスフェノールA濃度を求め、試料中のビスフェノールA濃度を算出する。

8) 検出限界

本法の検出限界は 5 ppb である。

C. 研究結果

市販の缶詰食品、缶入り食品、瓶詰

食品及びレトルト食品についてビスフェノールAの含有量を調べた。

1. 材質の確認

缶詰食品、缶入り食品及び瓶詰食品については、あらかじめ材質の確認を行った。缶は胴体部内側塗装面、瓶は金属製の蓋内側塗装面の赤外吸収スペクトルを測定した。この結果、これら塗装面にはいずれもエポキシ樹脂が使用されていることが確認された。

なお、レトルト食品については参考として、包装材の最内装部分について赤外吸収スペクトルを測定したところ、五目ごはんの具材を除いてすべてポリプロピレンであった。五目ごはんの具材においては、具の入っている袋の材質はポリプロピレン、だしの入っている袋の材質はポリエチレンであった。

2. 内容物のビスフェノールAの濃度の測定

容器から内容物を取り出し、均質化した後、濃度測定を行った。得られた結果を表-2に示した。試験は同一の品目について2個ずつ購入した試料について、それぞれ別々に均質化して実施した(表-2ではN=1及びN=2とした。)

なお、試験の実施に当たって、全試料について同時に添加回収試験(添加濃度：250 ppb)を実施した結果、回収率は56～167%であった。

D. 考察

容器に金属缶が使用されているもののうち、缶入り食品（バター、サラダ油、粉ワサビ及びココア）からはビスフェノールAが検出されなかったが、すべての缶詰食品からビスフェノールAが検出された。また、瓶詰食品及びレトルト食品の大部分についてはビスフェノールAは検出されなかった。以上のことから、内容物中のビスフェノールAの含有の有無は食品自身に由来するものではなく容器によるものと推測された。さらに容器に金属缶が使用されている食品で検出されなかったものは、いずれも加熱殺菌処理が施されていないと考えられるものであった。また、検出された缶詰食品のうち、魚の調理品の缶詰では含有濃度が高い傾向がみられた。缶詰個々の加熱殺菌条件の違いについては明らかでないが、高温で長時間の処理が施されたものほど含有濃度が高い傾向を示していると推測された。なお、脂質含量など内容物の成分組成による含有濃度の差はないと考えられた。また、2個体の調査だけではあったが、缶詰個体間に含有濃度の差があるものも見られ、個体間差がある可能性が示唆された。

E. 結論

内容物が容器の塗装面あるいはプラスチックと接触している種々の缶詰食品 17 種類、缶入り食品 4 種類（以上金属缶）、瓶詰食品 2 種類及びレトルト食品 7 種類について、内容物中のビスフェノールAの含有濃度を高速液体クロマトグラフー質量分析計を用いた分析法により試験した。

その結果、すべての缶詰食品から 5 ~ 480 ppb の範囲でビスフェノールAが検出された。特に魚肉缶詰では、シーチキンで 120 ppb 及び 27 ppb、サバ味噌煮で 350 ppb 及び 480 ppb、ずわいがにで 100 ppb 及び 130 ppb、サバ水煮で 190 ppb 及び 170 ppb、サンマの味付けでは 86 ppb 及び 93 ppb と他の素材より高い数値を示した。その他の食品では、ナメコが 92 ppb 及び 270 ppb と高濃度で含有されていた。また、缶入り食品及び蓋の内面に塗料としてエポキシ樹脂が使用されている瓶詰食品からは検出されなかった。レトルト食品については、微量ではあったが 7 試料のうち 1 試料（五目ごはんの具材）から検出（検出量：8 ppb 及び 7 ppb）された。検出された容器の種類や検出量から、容器内容物中にビスフェノールAが含有されている原因は、缶詰を製造する際の加熱殺菌工程にあると推測された。

表-1 検体の一覧

検体 No.	品名	内容量	備考
1	ミートソース	295 g	缶詰
2	ゆであずき	210 g	缶詰
3	デミグラスソース	290 g	缶詰
4	ミルク	170 g	缶詰
5	シーチキン	165 g	缶詰
6	サンマの味付け	150 g	缶詰
7	サバ味噌煮	200 g	缶詰
8	牛肉大和煮	160 g	缶詰
9	コンビーフ	100 g	缶詰
10	シチュー	300 g	缶詰
11	カレー	300 g	缶詰
12	ずわいがに	93 g	缶詰
13	サバ水煮	190 g	缶詰
14	アサリ水煮	90 g	缶詰
15	ナメコ	85 g	缶詰
16	赤貝うま煮	80 g	缶詰
17	イワシ味付け	200 g	缶詰
18	バター	200 g	缶入り
19	サラダ油	600 g	缶入り
20	粉ワサビ	35 g	缶入り
21	ココア(粉末)	100 g	缶入り
22	ベビーフード(りんご)	71 g	瓶詰
23	イチゴジャム	170 g	瓶詰
24	中華風玉子がゆ	320 g	レトルト
25	牛丼	180 g	レトルト
26	麻婆豆腐	140 g	レトルト
27	五目ごはんの具材 (具及びたれ)	235 g	レトルト
28	カレー	210 g	レトルト
29	クリームシチュー	210 g	レトルト
30	ホワイトソース	285 g	レトルト

表-2 ビスフェノールAの測定結果

検体 No.	品 名	測 定 結 果 (ppb)	
		N=1	N=2
1	ミートソース	63	42
2	ゆであずき	24	9
3	デミグラスソース	42	20
4	ミルク	6	5
5	シーチキン	120	27
6	サンマの味付け	86	93
7	サバ味噌煮	350	480
8	牛肉大和煮	68	46
9	コンビーフ	23	14
10	シチュー	36	58
11	カレー	51	75
12	ずわいがに	100	130
13	サバ水煮	190	170
14	アサリ水煮	56	53
15	ナメコ	92	270
16	赤貝うま煮	39	36
17	イワシ味付け	34	38
18	バター	< 5	< 5
19	サラダ油	< 5	< 5
20	粉ワサビ	< 5	< 5
21	ココア (粉末)	< 5	< 5
22	ベビーフード (りんご)	< 5	< 5
23	イチゴジャム	< 5	< 5
24	中華風玉子がゆ	< 5	< 5
25	牛丼	< 5	< 5
26	麻婆豆腐	< 5	< 5
27	五目ごはんの具材*	8	7
28	カレー	< 5	< 5
29	クリームシチュー	< 5	< 5
30	ホワイトソース	< 5	< 5

* 具及びたれを混合して試験した。

内分泌攪乱化学物質の食品、食器等からの暴露に関する調査研究
(ポリカーボネート食器、食品缶詰等からの溶出に関する調査研究)

協力研究者 埼玉県衛生研究所

堀江正一、石井 里枝、吉田栄充、小林 進

研究要旨

ビスフェノールA (BPA)には、内分泌攪乱作用の疑いが指摘されており、ポリカーボネート製品などからの微量溶出が問題となっている。そこで、本研究では市販品及び実際に学校給食で使用されているポリカーボネート製食器やエポキシ塗装箸からの BPA の溶出について溶出実態調査を行った。結果の概要は下記の通りである。

1. 使用中のポリカーボネート製給食用食器からの BPA の溶出濃度は ND ～ 66.7ppb であり、約 3 割の容器から 1 ppb 以上の溶出が見られた。しかし、市販の新調品からの溶出量は殆どが検出限界以下であった。一方、エポキシ塗装箸は検出量、検出頻度ともポリカーボネート製容器に比べかなり高い傾向が見られた。
2. 浸出溶液の影響をみると、n-ヘプタンによる溶出量が最も少ない傾向が見られた。これは、n-ヘプタンの BPA に対する溶解性の低さと、溶出温度が 25℃と低いこと等が考えられる。
3. 繰り返し溶出試験を行った結果、ポリカーボネート製食器からの 2 回目以降の溶出量は初回溶出量に比べ顕著な減少を示した。一方、エポキシ塗装箸は 5 回目の再溶出でも 50ppb 以上溶出されたものも見られた。
4. ポリカーボネート製容器を電子レンジで加熱使用することにより、BPA の溶出は促進されることから、電子レンジで加熱使用することは避けるべきと考えられる。

【研究目的】

ビスフェノールA (BPA) は、内分泌攪乱作用の疑いのある化学物質として環境庁よりリストアップされた 67 物質の一つで、ポリカーボネート樹脂やエポキシ樹脂の原料として多用されている。その国内生産量は平成 8 年度

で約 25 万トンであり、リストアップされた 67 物質の中で第 3 位を占めている。しかし、最近ポリカーボネート製品などからの BPA の微量溶出が問題となっている。そこで、本研究では市販品及び実際に学校給食で使用されているポリカーボネート製食器やエポ

キシ塗装箸からの BPA の溶出について調査を実施した。

【研究方法】

1. 試料及び試薬

ポリカーボネート製食品用容器：市販品 15 種，60 検体，学校給食で使用のもの 25 種，100 検体。

エポキシ塗装箸：市販品 10 種，40 検体。

標準品：ビスフェノール A (BPA) は関東化学株製の環境分析用試薬を用いた。標準溶液：標準品 100mg を精秤し，メタノール 100ml に溶解して標準原液を調製し，適宜 HPLC 移動相で希釈して標準溶液とした。

OASIS HLB カートリッジ (60 mg)：Waters 社製，カートリッジは予めメタノール 5 ml 及び水 5 ml の順でコンディショニングした後使用した。

その他の試薬はすべて特級品あるいは HPLC 用を用いた。

2. 装置及び測定条件

HPLC 測定条件は杉田ら¹⁾及び河村ら²⁾の報告を参考にして次のとおりとした。

HPLC 測定条件：装置；Hewlett Packard 製 HP1100 series，カラム；Wakosil 2-5C18-RS (15cm x 4.6mm)，移動相；水-アセトニトリル (60:40)，流速；0.6 ml/min，測定にはフォトダイオードアレイ検出器を採用した。

LC/MS 測定条件：装置；Hewlett Packard 製 HP1100 series LC/MSD を使用した。測定条件は表 1 に示した。

3. 試験溶液の調製

溶出試験（浸出溶液：95℃熱水，20%エタノール，4%酢酸及び n-ヘプタ

ン）及び容器の材質試験とも「食品衛生法」に定められている方法に準拠して調製した。但し，浸出溶液が n-ヘプタンの場合，最終試験溶液は 50% アセトニトリルとした。なお，浸出溶液の濃縮に OASIS HLB カートリッジを用いた。濃縮操作の概要は浸出溶液 25ml を採り，OASIS HLB カートリッジに負荷した後，メタノール 5ml で溶出し，減圧乾固した後に移動相 1ml に溶解して試験溶液とした。

【研究結果及び考察】

1. 学校給食用食器及び市販容器からの BPA の溶出

今回用いた HPLC の測定条件により得られた標準溶液及び食器からの溶出溶液のクロマトグラムを図 1 に示す。Peak 2 が BPA で，peak 1 と 3 が重合調節剤である phenol と 4-t-butylphenol である。

1つの学校から同一ロットの食器を 4 枚以上取去し，浸出溶液として 95℃の熱湯，4%酢酸，20% EtOH 及び n-ヘプタンを用いた。100 枚の食器からの BPA の溶出量は ND ~ 66.7ppb の範囲であり（表 2），全体の 70% が検出限界 (1ppb) 以下であった。平均溶出量であるが，N.D. を検出下限値の 50%，0.5ppb 溶出として計算すると 100 枚の食器からの BPA の平均溶出量は 2.5ppb となる。

次に，BPA の溶出に及ぼす浸出溶液の影響を見てみると，95℃の熱湯，4%酢酸，20% EtOH では 4 割から 3 割の食器から 1ppb 以上の溶出が見られ，平均溶出量はそれぞれ 2.4，3.0，4.2 ppb であったが，n-ヘプタンでは 1 割弱の検出率で，平均溶出量も 0.6ppb と最も少ない傾向が見られた。

なお、蒸留水と n-ヘプタンをそれぞれ 100ml 入れた分液ロートに BPA 10 μ g を加え、10 分間振とう後、BPA の分配率を調べた。その結果、95% 以上の BPA が水相に含まれており、水の方が n-ヘプタンより BPA の溶解性に優れていることが判った。浸出溶液の温度の相違も BPA の溶出量に影響していると思われるが、浸出溶液の溶解性も BPA の溶出量に影響していると思量される。

次に市販されているポリカーボネート製容器（カップ、哺乳瓶等）、15 種、60 検体についても同様の溶出試験を行ったが、BPA の溶出量は表 3 に示すとおり殆どが検出限界以下であった。

2. エポキシ塗装箸からの BPA の溶出

埼玉県内で市販されていたエポキシ塗装の箸 40 膳からの BPA の溶出量は ND ~ 369 ppb の範囲であり、全体の 5 割強から 1 ppb 以上検出された。平均溶出量であるが、ポリカーボネート製食器と同様に N.D. を検出下限値の 50%、0.5ppb 溶出として計算すると 40 膳の箸からの BPA の平均溶出量は 22.2ppb となり、ポリカーボネート製食器に比べ 10 倍程度高い溶出量であった。

3. 繰り返し溶出試験

最も高く BPA が溶出されたポリカーボネート製食器 (No.F-4) を用い、浸出溶液に 4% 酢酸及び 20% EtOH を使用して繰り返し溶出試験を行った。その結果、図 2 に示すとおり、両条件とも 2 回目以降の溶出量は初回溶出量に比べて顕著な減少を示した。一方、エポキシ塗装の箸に関しては、表 4 に示したとおり、5 回以上繰り返し溶出後も 50ppb 以上溶出されているものも見ら

れた。

4. 電子レンジによる影響

電子レンジ使用によるポリカーボネート容器からの BPA の溶出が知られている。そこで、先ず初めに 20% EtOH で溶出を行い、次に同一食器に水を入れ、電子レンジで 2 分間加熱処理を行い、BPA の溶出量を調べた。その結果、図 3 に示すとおり、電子レンジ使用により、より多くの BPA が溶出された。溶出量の大小はあるものの、いずれにしてもポリカーボネート容器を電子レンジで加熱使用すると BPA がより多く溶出するものと考えられる。

5. Bisphenol A 溶出試験と材質試験結果の比較

図 4 に食器からの溶出試験溶液と材質試験溶液のクロマトグラムを示す。No.F-4 の材質試験溶液からは、BPA と重合調節剤である 4-t-butylphenol が、No.T-1 の材質試験溶液からは、BPA と重合調節剤である phenol が検出されている。一方、それぞれの溶出試験溶液からは BPA のみで、重合調節剤は検出されていない。溶出温度が高いことから phenol の一部は揮散していると思われるが、材質中に共存する重合調節剤が、溶出試験では殆ど検出されていないことから、BPA は材質中から溶け出てくる以上に、食器表面のポリマー分子が劣化され、エステル結合が切断されて溶出してくるものと考えられる。

一般的に、食器からの BPA の溶出量は、材質中の BPA 濃度が高い程、多くなるものと考えられる。しかし今回の調査では表 5 に示したとおり BPA の溶出量と材質中濃度との間には相関は

認められなかった。

6. LC/MS による溶出 BPA の確認

UV 検出法は汎用性が高いものの定性能力に欠ける面がある。そこで今回、検出器に定性能力に優れたフォトダイオードアレイ検出器を採用した。更に、より確かな結果を得るため、容器等から溶出した BPA を LC/MS で確認を行った。なお、溶出量が微量な検体については、OASIS HLB カートリッジを用いた濃縮操作を加えた。

当研究所にはイオン交換水と超純水製造装置があり、当初カートリッジのコンディショニング及び洗浄にイオン交換水を用いた。しかし、イオン交換水を用いたブランク試験において BPA とされるピークが観測された。そこで、ジクロロメタンを用いてイオン交換水中の疎水性成分を液-液抽出し、LC/MS に供した結果、イオン交換水中に BPA が微量(0.5～1 ng/ml)含まれていることが判った。BPA はエポキシ樹脂やポリカーボネートの原料が主な用途であるが、この他にポリマー製品の酸化防止剤や安定剤としても使用されている。従って、ポリマー製品を使用しているイオン交換水製造装置や前処理用器材の使用に当たっては、当該ポリマー製品からの BPA の溶出に特に注意を要すると考える。

【結 論】

1. 使用中のポリカーボネート製給食用食器からのビスフェノール A の溶出濃度は ND～66.7 ppb であり、約 3 割の容器から 1ppb 以上の溶出が見られた。しかし、市販の新調品からの溶出量は殆どが検出限界以下であった。一方、エポキシ塗装箸は検出量、検出頻度ともポリカーボネート製食器に比べかなり高い傾向が見られた。

2. 浸出溶液の影響を見ると、n-ヘプタンによる溶出が最も少ない傾向が見られた。これは、ビスフェノール A に対する溶解性の低さと、溶出温度が 25℃と低いこと等が考えられる。

3. 繰り返し溶出試験を行った結果、ポリカーボネート製食器からの 2 回目以降の溶出量は初回溶出量に比べ顕著な減少を示した。一方、エポキシ塗装箸は 5 回目の再溶出でも 50ppb 以上溶出されたものも見られた。

4. ポリカーボネート製容器を電子レンジで加熱使用することにより、ビスフェノール A の溶出は促進されることから、電子レンジで加熱使用することは避けるべきと考えられる。

【文 献】

- 1) 杉田たき子 他, 食衛誌, 35, 510 (1994)
- 2) 河村葉子 他, 食衛誌, 39, 206 (1998)

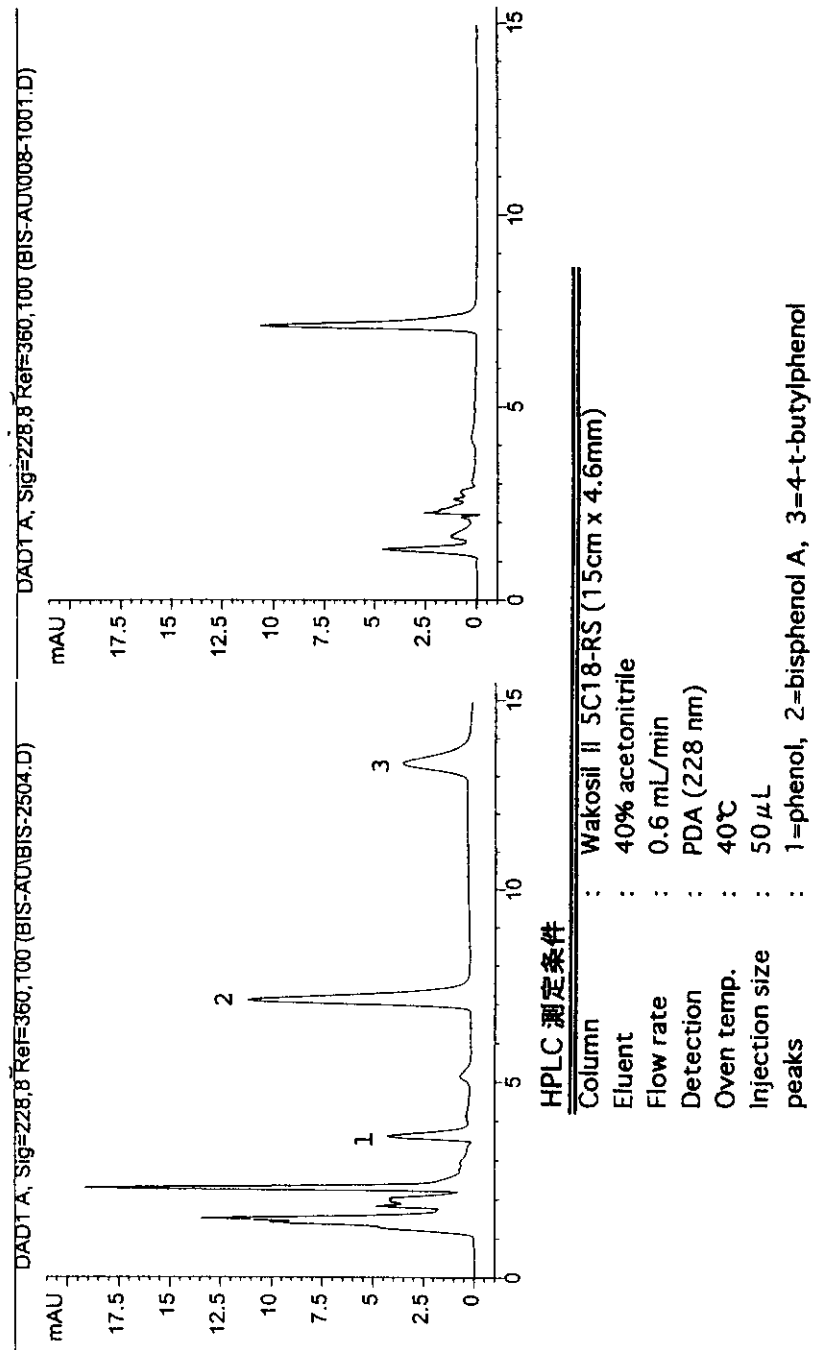


図1 Bisphenol A標準溶液及び食器からの溶出溶液のHPLCクロマトグラム

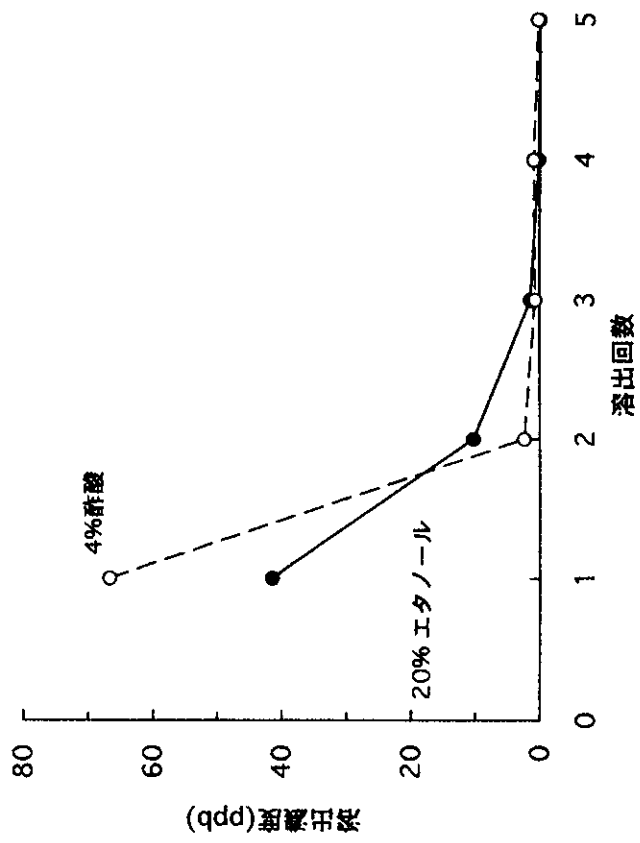


図2 繰り返し溶出試験

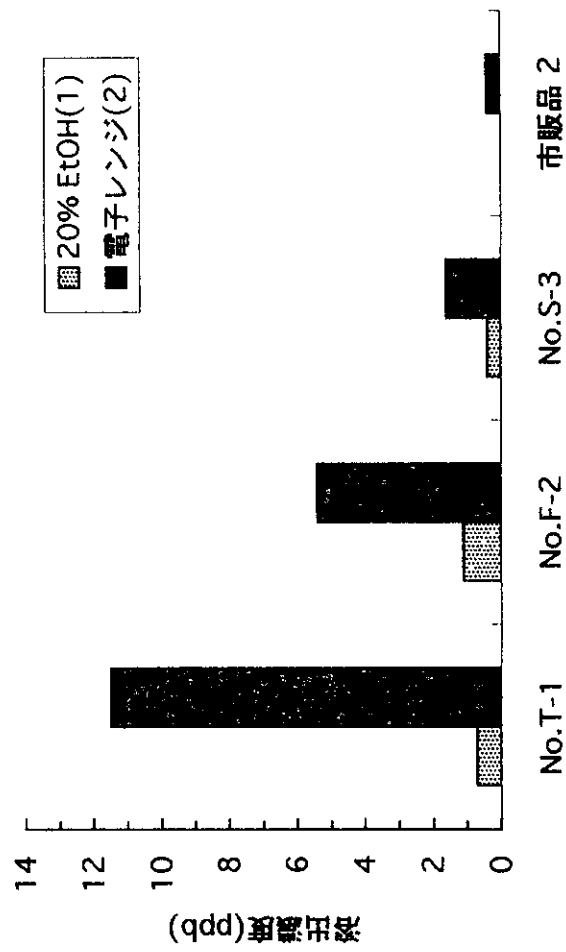


図3 食器からのBPAの溶出(電子レンジの影響)