

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）分担研究報告書
フェノール類の食品汚染実態及び摂取量に関する調査研究
——— 各種食品のビスフェノール A 汚染実態調査 ———

分担研究者 今中雅章 岡山県環境保健センター衛生化学科長

研究要旨

食品中のビスフェノール A (BPA) の GC/MS を用いた高感度分析法を作成し、缶詰・野菜・果物等を含む各種食品中の BPA 汚染実態調査を実施した。

試料にサロゲートとして BPA- d_{16} を添加後、アセトンまたはメタノール (MeOH) で抽出した。アセトン抽出の場合は、アセトン留去後抽出液を塩基性下でヘキサン洗浄、酸性下で 50 % エーテル/ヘキサン抽出した。MeOH 抽出の場合には、抽出液を MeOH 量が約 50ml になるまで濃縮・ヘキサン洗浄後、50 % エーテル/ヘキサンで抽出した。

両者とも抽出液を PSA カラム及び/または C_{18} カラムでクリーンアップし、ヘプタフルオロ酪酸誘導体化後、GC/MS (SIM) 法で定量した。

本法の確立により、各種の食品に対し 1 ng/g 以下の BPA の検出が可能となった。

ツナ缶詰、野菜果実缶詰、コンビーフ缶詰、レトルトパック食品、肉類、乳製品、水産物、精白米、野菜、果実等の計 222 検体について BPA を調査した。

缶詰ではツナ 6 検体から 9 ~ 192ng/g、野菜・果実 15 検体から痕跡量 ~ 75ng/g、コンビーフ 6 検体から 17 ~ 602ng/g、鶏肉 212ng/g、豆類 12 ~ 26ng/g の BPA が検出された。また調査数は少ないが、近年消費量が増加しているフリーズドライスープ (豚汁) とレトルトパック (トマトペースト) から、各々 11ng/g、86ng/g の BPA が検出された。

乳製品ではバター 2 検体から 9 ~ 11ng/g 検出されたが、チーズ、牛乳からは検出されなかった。

生鮮食品では魚類 12 検体から痕跡量 ~ 31ng/g、牡蛎 2 検体から痕跡量 ~ 1 ng/g、肉類ではレバー 4 検体から痕跡量 ~ 3 ng/g、豚肉 2 検体から痕跡量 ~ 25ng/g の BPA が検出された。野菜・果実・チョコレートは一部の検体から痕跡量検出されたにすぎなかった。

コンビニ弁当では、6 検体中 3 検体から痕跡量 ~ 2ng/g 検出された。

協力研究者

佐々木久美子	国立医薬品食品衛生研究所 食品部
根本 了	国立医薬品食品衛生研究所 食品部
植田英一	北九州市環境科学研究所
村上恵美子	北九州市環境科学研究所

A．研究目的

内分泌かく乱作用が疑われるフェノール系化合物のうちノニルフェノール等のアルキルフェノール類及び2,4-ジクロロフェノールについては、平成10年度厚生科学研究「内分泌かく乱物質の食品、食器等からの暴露に関する調査研究」においてGC/MSによる一斉分析法を確立し、各種の食品を分析して、食品中濃度を明らかにした¹⁾。しかしビスフェノールA (BPA) は、他のアルキルフェノール類等の同時分析が困難であったため、調査対象としなかった。

BPAはエポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、殺菌剤等の製造時に中間原料として多用されており²⁾、我が国における生産量は約27万トン(平成9年度)に達している³⁾。BPAがエストロゲン作用を有することは、既に1938年の段階でDodds等⁴⁾により明らかにされている。しかし衆目を集

める様になったのは比較的新しく、1993年、Krishnan等による「ポリカーボネート製実験器具から溶出した微量のBPAにはヒト乳ガン細胞MCF-7を増殖させる作用がある」との報告⁵⁾が公にされて以来である。1997年にはNagel⁶⁾等により「極微量(20 µg/kg/day)のBPAを妊娠マウスへ投与することによっても、生まれた雄マウスに前立腺重量が増加する」との報告もなされている。

以上のことから、BPAによる各種食品の汚染実態を明らかにし、その食品経路摂取量を知ることは食品衛生上意義あることと考えられる。缶詰及び缶飲料中のBPAレベルについてはいくつかの報告^{7)・10)}がみられるが、それ以外の食品に対しては、ほとんど調査がなされていない。そこでGC/MSを用いた汎用性のある高感度分析法の開発を行うとともに、各種缶詰類、魚介類、肉類、野菜、果物等計222検体についてBPAの実態調査を行い、汚染状況を明らかにした。特に今回はサロゲート化合物BPA-d₁₆を用いることで測定値の回収率補正を可能とし、異なる研究者間で得られたデータの相互比較を容易にするよう努めた。

B．研究方法

調査研究は、国立医薬品食品衛生研究所食品部、北九州市環境科学研究所、

岡山県環境保健センターの3機関で実施した。分析方法は機関によって一部異なる。研究方法及び結果等の実施機関により相違する部分については、それぞれ機関名A、B、Cと区別して記載した。

1. 試料

表1に示す各種食品計222検体を分析した。各試料の包装形態等の試料明細については表2（機関A）、表3（機関B）、表4（機関C）に記した。

表1 調査対象食品

缶 詰	ツナ	6 検体	フリーストライスフ	1 検体
	コーン	9 検体	レトルト(トマトペースト)	1 検体
	アスパラガス	1 検体	レトルト(カレー)	1 検体
	コンビーフ	6 検体	精白米	6 検体
	キノコ	1 検体	肉類	レバー 9 検体
	豆	3 検体		豚肉 7 検体
	果物	3 検体		牛肉 7 検体
	ソーセージ	1 検体		鶏肉 7 検体
	デザート	1 検体	野菜	ホレンソウ 8 検体
	チキン	1 検体		ブロッコリー 8 検体
	カツオ	1 検体		モヤシ 9 検体
	バター	1 1 検体		オオバ 7 検体
	チーズ	5 検体		ハレショ 9 検体
乳製品	牛乳	6 検体	果物	リンゴ 9 検体
	近海魚	1 4 検体		ブドウ 9 検体
	養殖魚	1 4 検体		イチゴ 6 検体
水産物	遠洋魚	1 4 検体	菓子	チョコレート 5 検体
	養殖カキ	1 0 検体	コンビニ弁当	6 検体
			合計	2 2 2 検体

2. 試薬

アセトン、ジエチルエーテル（エーテル）、アセトニトリル、トルエン、*n*-ヘキサン（ヘキサン）、シクロヘキサン：和光純薬または関東化学製の残留農薬試験用試薬。特にエチルエーテルは1000倍濃縮検定品を購入後3ヶ月以内に使用した。

水酸化ナトリウム：和光純薬または片山化学製の特級試薬。

塩化ナトリウム：関東化学（機関A）または和光純薬製（機関C）の残留農薬試験用試薬。機関Bは和光純薬製特級試薬を700℃、6時間加熱処理して使用。

塩酸、リン酸：和光純薬製の特級試薬。

無水硫酸ナトリウム：片山化学製（機関A）または和光純薬製（機関C）の残留農薬試験用試薬。機関Bは林純薬製特級試薬を700℃、6時間加熱処理して使用。

純水：二段蒸留した蒸留水（機関A）、ミリQ水（機関B）またはミリポア製環境ホルモン用水（機関C）。

食塩水：純水1.5Lに塩化ナトリウム150gを溶解、ヘキサン/エーテル混液(50/50)で50ml×3回洗浄後、残存溶媒を減圧留去して使用（機関C）。

ヘプタフルオロ酪酸無水物：ジーエルサイエンス製（機関A）または和光純薬製ガスクロ用（機関B、C）。

カートリッジカラム：PSAカラムとしてはバリアン製Bond-Elut PSA (3cc/500mg)（機関A、B）またはBond-Elut PSA Jr. (500mg)（機関C）を使用。

C₁₈カラムとしてはバリアン製Bond-Elut C₁₈（機関A）またはウォーターズ製Sep-Pak-Plus C₁₈ Environmental（機関C）を使用。

機関Bは、脱水にウォーターズ製Sep-Pak-Dry (3g)を使用。

0.5mol/Lリン酸緩衝液(pH6.0)：リン酸二ナトリウム12水和物53.72gを純水300mLに溶解したものと、リン酸二水素ナトリウム46.80gを純水600mLに溶解したものを混合してpH6.0に調製した。機関Cでは更に、食塩水の場合と同様にヘキサン/エーテル混液洗浄後、溶媒を留去して使用に供した。

標準品：BPAは片山化学製、関東化学製または和光純薬製標準品を使用した。BPA-d₁₆は関東化学製またはCIL製標準品を使用した。フタル酸ジエチル-d₄は和光純薬製標準品を使用した。

試薬類のマイクロリットルオーダーでの採取に際しては、ガラス製マイクロシリンジを用い、プラスチック製チップは使用しなかった。

3. 装置及び測定条件

定性・定量はキャピラリーカラムを

装着したGC/MS（磁場型および四重極型）を用い、SIM法で行った。
機関ごとの詳細な測定条件は、下記に記載した。

機関 A

ガスクロマトグラフ：HP5890 Series II
（Hewlett® Packard 社製）
検出器：5972 Series Mass Selective
Detector (Hewlett® Packard 社製)
インジェクター：7673 GC/SFC Injector
及び 7673 Controller (Hewlett® Packard 社
製)
カラム：DB-5MS（内径 0.25 mm，長さ
30 m，膜厚 0.25 µm）（J&W Scientific 社
製）
ガードカラム：不活性化キャピラリー
カラム（内径 0.25 mm，長さ 1 m）
オープン温度：80°C（1 min）→ 25°C/min
→ 150°C → 10°C/min → 300°C（6.2 min）
注入口温度：250 °C
トランスファーライン温度：310°C
キャリアーガス：ヘリウム
注入時圧力プログラム：7.7 psi → 99
psi/min → 40 psi（0.1 min）→ 99 psi/min →
7.7 psi（以後定流量モード，1
mL/min）
イオン化電圧：70 eV（EI モード）
測定モード：SCAN（スキャン範囲：
50-650 amu，スキャンスピード：1.2
scans/sec），
注入量：2 µL（スプリットレス）
測定法 SIM 法

モニターイオン:

m/z =605.1,315.0,331.0,169.0 (BPA)
=616.2,321.0 (BPA-d₁₆, ¹³C₉-¹⁸O₂)

機関 B

使用機器 HP5890 - JEOL
Automass120（System）
カラム HP-5MS 膜厚 0.5 µm φ
0.25mm × 30m
測定法 SIM 法
（m/z=169,303,315,331,407）
注入口温度 280
キャリアーガス：He
オープン温度：60（1min）→ 30
/min → 130 → 5 /min → 240 → 30
/min → 300（8min）
イオン源温度：210
インターフェース温度：250
注入量：HP6890 インジェクター
1 µl（スプリットレス）

機関 C

測定条件

（試薬ブランク測定時使用）
使用機器：HP5890-JEOL DX303（高感
度検出器）
カラム：DB-5MS 膜厚 0.25 µm、
0.25mm φ × 30m
オープン温度：100（2min）→ 25
/min → 200 → 5 /min → 280
（10min）
注入口温度：250

キャリアーガス：He, 50kpa (100 , 定
圧モード)

注入方式：インジェクター (HP7673)

1 µl (スプリットレス)

イオン化電圧：70eV

測定法 SIM 法

モニターイオン:

m/z =169, 315, 331 (BPA)

=169, 321 (BPA-d₁₆, サロゲート)

=153 (フタル酸ジエチル-d₄, シリコンスパイク)

イオン源温度：250

インターフェース温度 295

測定条件

(試料測定時使用)

使用機器：HP 製 G C D

(G C : HP5890 Series)

カラム : DB-5MS 膜厚 0.25 µ m、
0.25mm φ × 30m

オープン温度： 105 (2min) → 25
/min → 200 → 5 /min → 280
(10min)

注入口温度：250

キャリアーガス：He, 0.5ml/min (定流
量モード)

注入方式： マニュアル注入, 1 µl
(スプリットレス)

イオン化電圧：70eV

イオン源温度：160

トランスファーライン温度 290

測定法: SIM 法

モニターイオン:

m/z =169, 315, 331 (BPA)

=169, 321 (BPA-d₁₆, サロゲート)

=153 (フタル酸ジエチル-d₄, シリコンスパイク)

4 . 分析方法

抽出操作の開始直前にサロゲート化合物 (回収率のチェックと補正の目的で加える) として B P A - d₁₆, 0.2 µ g または 1 µ g 添加後、図 1 (機関 A)、図 2 (機関 B) または図 3 - 1 , 3 - 2 (機関 C) に示すフローシートに従ってクリーンアップ及び誘導体化を行った。試料はバターとチーズで 5g、チョコレート 10g、それ以外の食品では 20g を採取した。

なおブドウ、ハレショ等ではリン酸 1 ml を添加後抽出操作 (ホモジナイズ等) を開始した。その場合アセトンまたは Me O H 抽出液のヘキサン洗浄操作を省略し、50 % エーテル / ヘキサン抽出を行った。以降の操作は、他試料の場合と同様に行った。

C . 研究結果及び考察

1 . B P A の H F B A 誘導体化反応

B P A の H F B A 誘導体化は、既報¹⁾で使用していた反応触媒をテトラエチルアミンからピリジンへ変更することにより、反応再現性が向上した。

また、得られた HFBA 誘導体は冷蔵庫内保存で 3 日間は安定であったが、

4日目から徐々に減少が見られ、30日で約70%に、50日で約50%に減少した。

2. BPA-HFBA誘導体のGC/MS上での感度について

BPA-HFBA誘導体の検出限界($S/N=3$)は測定装置及び測定条件に依存しており、0.2~8ngの範囲にあった。試料20g採取時には検出限界値=0.4ng/g以下となり、いずれの測定条件でも高感度分析が可能であった。

3. 試験溶液の調製

抽出時(細砕過程)でのリン酸添加

機関Cにおいて、各種試料を図3のフローシートに従って分析し、サロゲートとして添加したBPA- d_{16} の回収率を求めたところ、大半の食品についてはほぼ良好な回収率を示した。しかし、ブドウ(品種:ネオマスカット)では5%以下の値であった。微量(0.2 μ g)のBPA- d_{16} が、ブドウ中の成分の働きでほぼ完全に分解されたと考えられる。

機関Aにおいても、ばれいしょ、りんご、ぶどう等の分析時に、サロゲートとして添加したBPA- d_{16} の回収率が低かった。そこで、各種の野菜・果実にリン酸を添加してホモジナイズしBPA- d_{16} の回収率を検討したところ、リン酸無添加に比べて回収率が著しく改善された(表5)。このこと

からBPAは作物成分によって分解すると考えられる。そこで、以降に調査した精白米、弁当及びスイートコーン以外の缶詰はリン酸を添加して抽出又はホモジナイズを行った。

エチルエーテル中の過酸化物による微量BPAの分解

BPAは、残留農薬試験用エチルエーテル中に微量存在する過酸化物(量は、ロットまたは保存期間等により変動する)によって容易に分解・消失する(図4)。この分解は、エチルエーテル中の過酸化物を前もって除去する¹⁾¹⁾ことによって防止できた。また新たに購入した1000倍濃縮検定品は、大抵の場合過酸化物含量が少なく、そのまま使用可能であった。いずれの場合も、試料溶液の乾固時間は最少にとどめる必要があった。

n-ヘキサン洗浄及びC₁₈カラムによる精製操作の省略

ヘキサンによる洗浄操作は、主として脂肪分の除去のために行う。従って、果実等の場合には本操作は省略可能であった。

C₁₈カラムは、主に高級脂肪酸の除去目的で使用しているため、果実等では同様に省略できる。しかしハウレンソウのようにPSAカラムのみでは色素除去が不十分な試料では、C₁₈による追加精製は脱色に効果的である。またジャガイモでは、C₁₈カラムを追加

することで、B P A - H F B A ピーク以降に（P S A のみによるクリーンアップの場合）長時間溶出する妨害ピーク群を除去することができた。

4．ブランク値の低減化と再現性及び検出限界値

B P A は、プラスチック製実験器具（P S A ・ C ₁₈ の容器など）、蒸留水、駒込ピペットのゴムキャップ等にも含まれているため、高感度分析を達成するには、実験器具を効率的かつ再現性良く洗浄する必要がある。主たる留意点は下記の通りである。

．10 % 食塩水は、50 % エーテル / ヘキサンで洗浄し、水層に残る有機溶媒は減圧留去後使用に供した。

．カートリッジカラムは、プラスチック製のシリンジ部がない J r タイプまたは plus タイプの使用を優先し、シリンジタイプを使用する場合にも、コンティニュウーイングを再現性良く、かつ充分に行うよう留意した。

．試薬類の微量採取時には、プラスチック製チップは使用せず、ガラス製マイクロシリンジ及びピペットを採用した。

全操作を通してのブランク値（n = 3 ~ 12）は、試料 20g 中濃度に換算して 3 機関で 0.08 ~ 0.34ng/g の範囲にあった。

検出限界値は 3 機関それぞれのブランク値及びその標準偏差を考慮して、

0.4 ~ 1.0ng/g（試料 20g）の幅を持たせて設定し、分析結果を表示することとした（表 7）。

5．添加回収実験結果

バレイシヨ 20g に対し B P A と B P A - d ₁₆ を各々 0.2 μ g 添加し、回収実験を行ったところ、両者間で差異は見いだされなかった。そこで各種食品の実態調査に際してはサロゲート化合物として B P A - d ₁₆ を添加し、回収率を調べた。表 6 - 1 , 6 - 2 , 6 - 3 に機関 A、B 及び C の添加回収実験結果を示したが、概ね良好な値が得られた。なおチーズでは、試料量を 2 g 程度に減らす必要があると考えられる。

6．実態調査結果

B P A は、缶詰内面（フタ内面も含む）の代表的コーティング剤である塩化ビニル樹脂には安定剤としてまたエポキシ樹脂には原材料として使用されている。缶詰は、高温・高圧による殺菌過程を経由することから、B P A が充填された食品に移行することが指摘されており、Broton ら⁷⁾ は野菜水煮缶から 1 缶あたり N D ~ 22.9 μ g、Biles ら⁸⁾ は缶入り乳児用調製濃縮液から 0.1 ~ 13.2ppb、河村ら⁹⁾ は缶入りコーヒー・紅茶・茶飲料から 3.3 ~ 213 ng/ml の検出を報告している。また瀧野¹⁰⁾ は魚肉・畜肉缶詰 7 種類各 1 個について調査を行い、N D ~ 319ng/g の B P A を検出している。一方、その他

の食品についてはほとんど報告が見あたらない。

本研究においては加工食品から生鮮食品にわたる各種食品、計 222 検体について B P A 含有量を調査し、その結果を表 7 に一括して示した。

缶詰については、その内容を問わず調査したすべての検体から痕跡量 ~ 602ng/g の B P A を検出した。その内訳は、ツナ 6 検体 9 ~ 192ng/g、コーン 9 検体 4 ~ 75ng/g、コンビ - フ 6 検体 17 ~ 602ng/g、果物 4 検体 痕跡量 ~ 7ng/g、豆類 3 検体 5 ~ 26ng/g、鶏肉 1 検体 212ng/g 等であった。

その他の加工食品では、レトルトパック（トマトペースト）1 検体から 86 ng/g、フリ - ズドライスープ（豚汁）1 検体から 11 ng/g の B P A が検出された。

我々は調理済み食品を含めて多種類の加工食品を利用していることから、今後更に対象食品を増やして B P A の実態調査をする必要がある。

なお缶詰及びレトルト食品では、B P A 以外にもエポキシ樹脂モノマーであるビスフェノール A ジグリシジルエーテル（B A D G E）及びその関連化合物が、かなり高い濃度かつ検出率での溶出が報告されている^{1,2-13)}。B P A と B A D G E の缶詰食品内での相互作用等の解明も今後の課題であろう。

生鮮魚介類及び肉類では 25 検体中

8 検体から痕跡量 ~ 31 ng/g の B P A が検出された。キングサーモン 1 の分析時に得られた S I M クロマトグラムの一例を図 5 に示した。今回調べた魚介類は 1 例を除き海産であるが、環境庁が 1998 年夏期に実施した海水調査においても B P A による汚染が報告されていることから、今後とも実態調査を継続する必要がある。

乳製品ではバター 10 検体中 2 検体（国産）から 9 ~ 11 ng/g の B P A が検出されている。野菜、果実、精白米からは検出されなかった。

本調査から考察すると、一般的には生鮮食品の B P A 汚染濃度は低いと推定される。また、市販弁当からはほとんど検出されなかったことから、フタル酸エステル類に見られるような調理過程での汚染の程度は低いものと考えられる。

今回検出された B P A 濃度について、どの程度の健康影響があり得るかについて述べる。我が国においては、B P A の許容摂取量は設定されていない。一方、米国環境保護庁(EPA)¹⁴⁾は経口摂取時の B P A の Reference Dose (RfD) を 0.05mg/kg body weight/ day としている。この値は B P A のラットに対する発癌性から National Toxicology Program (NTP) により 1982 年に設定された。RfD は ADI と同等のものと考えられる。今回 602ng/g の検出量最高値を示したコン

ビーフ缶詰（内容量 100g）一缶中の B P A 量は 60.2 μ g、体重 50kg のヒトの RfD に対する比は約 2.4%であり、摂取によってただちに健康影響があるとは考えられない。なお、B P A の内分泌かく乱作用に基づいた許容摂取量は国際的に未だ設定されていない。

今後は種々の食品による B P A 汚染を総合的に評価する目的で、デザート等を含めた 1 日摂取量を早期に測定する予定である。

D . 結論

1 . 食品中の B P A はサロゲートとして B P A -d₁₆ 添加後アセトンまたは M e O H で抽出，ヘキサン洗浄後 50% エーテル / ヘキサン抽出し、P S A カラム及び / または C₁₈ カラムでクリーンアップし、ヘプタフルオロ酪酸で誘導体化ののち、G C / M S (S I M) で定量する汎用性のある高感度分析法を確立した。本法により、従来ほとんど報告例の見られない 1 ng/g 以下のレベルの B P A 検出が可能となった。

2 . 加工食品・生鮮食品等 222 検体を分析したところ、65 検体から B P A が検出された。

缶詰では調査した 33 検体すべてから痕跡量 ~ 602 ng/g の B P A が検出された。生鮮魚介類では 52 検体中 14 検体から B P A が検出され、2 検体では 10 ng/g を越えるレベル（最高値：31

ng/g）であったが、検出濃度・頻度ともに缶詰より低かった。肉類では 30 検体中 8 検体から痕跡量 ~ 25 ng/g、乳製品では国産バター 2 検体から 9 ~ 11 ng/g の B P A が検出された。野菜・果実・精白米からは検出されなかった（0 / 71 検体）。

3 . コンビニ弁当からの検出濃度は、痕跡量 ~ 2 ng/g（3 / 6 検体）であった。

4 . 最高検出量 (602ng/g) を示したコンビーフ缶詰一缶中の B P A 量は、米国 EPA が設定している RfD（体重 50kg のヒト）に対して約 2.4%であり、摂取によってただちに健康影響があるとは考えられない。

E . 参考文献

- 1) 佐々木久美子,高附 巧,根本 了,今中雅章,衛藤修一,村上恵美子,豊田正武 :食衛誌,40(6),460-472,1999.
- 2) Keith,L.H., "ENVIRONMENTAL ENDOCRINE DISRUPTORS", New York,Wiley Inter-science,1997,p.261-270. (ISBN 0-471-19126-4)
- 3) 堀江正一,ホリカーホネット製容器等からのビスフェノール A の溶出について,平成 11 年度食品化学講習会,厚生省食品化学課, 1999,p.11-21
- 4) Dodds,E.C.,Lawson,W.: Proc. Roy. Soc. B 125, 222-232,1938.
- 5) Krishnan,A.V., Stathis,P., Permuth,S.F.,

- Tokens,L., Feldman,D.: Endocrinology, **132**, 2279-2286,1993.
- 6) Nagel,S.C., vom Saal,F.S., Thayer,K.A., Dhar,M.G.,Boechler,M.,Welshons,W.V. : Environ.Health Perspect, **105**, 70-76,1997.
- 7) Brotons,J.A., Olea-Serrano,M.F., Vi-llalobos, M., Pedraza, V.,Olea,N.: Environ. Health Perspect.**103**, 608-612,1995.
- 8) Biles,J.E.,McNeal,T.P.,Begley,T.H.,: J.Agric.Food Chem. **45**, 4697-4700,1997.
- 9) 河村葉子,佐野比呂美,山田隆 : 食衛誌,**40**(2), 158-165,1999.
- 10) 瀧野昭彦,津田泰三,小嶋美穂子,原田浩之,村木一枝,和田稔 : 食衛誌,**40**(4), 325-333,1999.
- 11) 日本薬学会, " 衛生試験法・注解 2000 ",東京,金原出版,2000,p.198.(ISBN 4-307-47033-8)
- 12) 植松洋子 : 食衛誌, **40**(4), J309 - J314, 1999.
- 13) 植松洋子,平田恵子,飯田憲司,齋藤和夫 : 食衛誌, **41**(1), 23-29,2000.
- 14) U.S.EPA, "IRIS Substance file-Bisphenol A" (1998)