ノート

ポリ塩化ビニル製手袋中の可塑剤及びノニルフェノールの溶出

(平成 12 年 7 月 6 日受理)

河村 葉子* 前原 玉枝* 和久井千世子* 山田 隆*

Migration of Plasticizers and Nonylphenol from Polyvinyl Chloride Gloves

Yoko KAWAMURA, Tamae MAEHARA, Chiseko WAKUI and Takashi YAMADA

(National Institute of Health Sciences: 1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan)

The migration of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), di-isononyl phthalate (DINP), di(2-ethylhexyl) adipate (DEHA) and 4-nonylphenol (NP) contained in polyvinyl chloride (PVC) gloves was investigated. PVC gloves released 0.005–0.416 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ of DEHP, DINP, DEHA and NP into water, 20% ethanol or 4% acetic acid. In *n*-heptane at 25°C for 60 min, PVC gloves released 1,410–2,500 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ of DEHP, 720 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ of DINP, 137–841 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ of DEHA and 2.72–36.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ of NP. Migration levels into rapeseed oil (60°C, 30 min) were 1/2–1/4 from disposable gloves and 1/4–1/10 from thicker gloves compared with that into *n*-heptane (25°C, 60 min). The migration amount into rapeseed oil increased as the test time and temperature increased, though the levels were high even at low temperature or for only a short time. If PVC gloves come in contact with fatty food, large amounts of DEHP, DINP, DEHA and NP might migrate into the food.

(Received July 6, 2000)

Key words: ポリ塩化ビニル製手袋 polyvinyl chloride glove; 溶出試験 migration test; 食品擬似溶媒 food simulant; ナタネ油 rapeseed oil; 可塑剤 plasticizer; フタル酸ジ(2-エチルヘキシル) di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP); フタル酸ジイソノニル di-isononyl phthalate (DINP); アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル) di(2-ethylhexyl) adipate (DEHA); 4-ノニルフェノール 4-nonylphenol (NP); 内標準物質 internal standard

緒 言

著者らは、ポリ塩化ビニル製手袋に、可塑剤のフタル酸ジ(2-エチルヘキシル) (DEHP)、フタル酸ジイソノニル (DINP)、アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル) (DEHA)、酸化防止剤分解物の 4-ノニルフェノール (NP) などが高濃度に残存することを報告した^{1), 2)}。

これらの化合物のうち、DEHP はラット及びマウスの輸精管萎縮やセルトリ細胞の空洞化³⁾、精巣の病理的損傷⁴⁾、胚致死、胎仔の形質異常⁵⁾ などの生殖発生毒性、DINP はラットの肝臓及び腎臓の肥大、病理変化などの慢性毒性⁶⁾ が報告されている。また、DEHP, DINP, DEHA, NP はいずれも内分泌かく乱作用が疑われている^{7), 8)}。

これらの化合物は、ポリ塩化ビニル製手袋中の残存量が極めて高いため、食品と接触して使用した場合には食品への高濃度の移行が懸念された。更に、前報²⁾ において、ポリ塩化ビニル製手袋中の NP が *n*-ヘプタンに極めて容易に溶出することが示されている。

そこで、ポリ塩化ビニル製手袋中の DEHP, DINP, DEHA, NP について、食品衛生法に準じた食品擬似溶媒

による溶出試験とともに、食用油であるナタネ油を用いて実際の使用状況を考慮したさまざまな溶出温度及び時間による溶出試験を実施し、脂肪性食品への溶出傾向を明らかにしたので報告する。

実験方法

1. 試 料

ポリ塩化ビニル製手袋 3 検体 (No. 1 及び 2 は薄手の使い捨て、No. 3 はやや厚手)

2. 試 薬

DEHP, DEHA: 特級 (98.0% 以上及び 99.0% 以上)、東京化成工業(株)製

DINP: 異性体の混合物 (99% 以上)、Aldrich 社製

NP: 異性体の混合物、東京化成工業(株)製

フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)-*d*₄ (DEHP-*d*₄): 環境分析用、和光純薬工業(株)製

アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル)-*d*₈ (DEHA-*d*₈)、4-*n*-ノニルフェノール-2,3,5,6-*d*₄ (NP-*d*₄): 環境分析用、関東化学(株)製

内標準溶液: DEHP-*d*₄, DEHA-*d*₈ 及び NP-*d*₄ 各 10 mg を *n*-ヘキサンに溶解して 10 mL とした。これを *n*-ヘキサ

* 国立医薬品食品衛生研究所: 〒158-8501 東京都世田谷区上用賀 1-18-1

ンで 50 倍に希釈し内標準溶液とした (20 $\mu\text{g}/\text{mL}$).

酢酸: 精密分析用, 和光純薬工業(株)製

食用ナタネ油: 日清キャノーラ油, 日清製油(株)製

n-ヘキサン, アセトニトリル, 無水硫酸ナトリウム: 残留農薬用, 和光純薬工業(株)又は片山化学工業(株)製

水: MILLI-Q SP (Millipore 社製) により精製した超純水. ナタネ油溶出試験には *n*-ヘキサンで洗浄後使用した.

ポリスチレン固相カートリッジ: GL-Pak PLS-2, 270 mg/6 mL, ジェルサイエンス(株)製

6% 含水フロリジル: Florisil PR, Wako Chemicals USA 社製を, 200°C で一晩加熱後デシケーター中で放冷し, 6% になるように水を加えた後, よく振り混ぜて調製した.

フィルター: サンプルアップ LCR13-LH (孔径 0.5 μm , 直径 13 mm) Millipore 社製

塩化ナトリウム, 無水硫酸ナトリウム, ガラスウールは 200°C で一晩加熱後使用した.

3. 装置及び器具

ガスクロマトグラフ/質量分析計: ガスクロマトグラフ HP-6890, 質量分析計 HP-5973, コンピューター Kayak XA 以上 Hewlett Packard 社製

減圧遠心濃縮器: CVE-100 東京理化工業(株)製

ガラス器具: 200°C で一晩加熱後使用した.

4. GC/MS 測定条件

カラム: キャピラリーカラム DB-1 (内径 0.25 mm, 長さ 5 m, 膜厚 0.1 μm), J&W Scientific 社製の長さ 30 m のカラムを 5 m に切断したもの.

カラム温度: 50°C–20°C/min–300°C

注入口温度: 250°C

トランスファーライン温度: 280°C

キャリアーガス: He, 3.0 mL/min (1 psi 定圧)

注入量: 1 μL

イオン化電圧: 70 eV, イオン加速電圧: 2.0 kV

測定モード: SIM (m/z 107, 121, 129, 135, 137, 149, 153)

5. 材質試験法

既報¹⁾に従った.

6. 食品擬似溶媒による溶出試験法

試料から 3×8.3 cm の試験片 (両面で 50 cm²) を作成し, 試験温度に保った溶出溶媒 50 mL に浸漬した後, 恒温チャンパーに静置して溶出試験を行った. 試験条件は, 水 60°C 及び 95°C 30 分間, 20% エタノール及び 4% 酢酸 60°C 30 分間, *n*-ヘプタン 25°C 60 分間及びナタネ油 60°C 30 分間とした.

水及び 4% 酢酸を用いた溶出液は, ポリスチレン固相カートリッジに全量を負荷して 5 分間通気し, アセトニトリル 5 mL で溶離した後, 減圧下 1 mL に濃縮して試験溶液とした. 20% エタノールを用いた溶出液は, 同量の水で希釈した後, 水溶出液と同様に試験溶液を調製し

Table 1. Residue of DEHP, DINP, DEHA and NP in Polyvinyl Chloride Gloves

Sample	Residue level ($\mu\text{g}/\text{g}$)			
	DEHP	DINP	DEHA	NP
Glove 1	371,000	nd ^{a)}	21,100	934
Glove 2	261,000	101,000	75,500	356
Glove 3	336,000	nd	41,500	2,390

^{a)} nd < 100 $\mu\text{g}/\text{g}$

た. また, *n*-ヘプタンを用いた溶出液は 1 mL まで減圧濃縮して試験溶液とした. ナタネ油を用いた溶出液は次項により調製した.

7. ナタネ油溶出液からの試験溶液の調製法

ナタネ油溶出液を 2.0 g とり, 内標準溶液 0.5 mL を添加してよく混和した. *n*-ヘキサン 20 mL を用いて分液漏斗に移し, *n*-ヘキサン飽和アセトニトリル 30 mL で 3 回抽出した. 10% 塩化ナトリウム溶液 250 mL を入れた分液漏斗に, アセトニトリル層を加えて混和した後, *n*-ヘキサン 100 mL で 2 回抽出した. 無水硫酸ナトリウムで脱水後, 減圧下約 5 mL に濃縮した. 直径 1 cm のガラスカラムに 6% 含水フロリジルを *n*-ヘキサンを用いて湿式充てんし, その上に無水硫酸ナトリウムを層積した. このカラムに濃縮液を負荷し *n*-ヘキサン 50 mL で洗浄後, 1% アセトニトリル/*n*-ヘキサン 50 mL で溶離した. 溶離液は減圧下 1 mL に濃縮し, GC/MS/SIM で定量した.

8. 食用ナタネ油による簡易溶出試験法

試料から 3×3 cm の試験片 (両面で 18 cm²) を作成し, 溶出温度に保ったナタネ油 3.0 g (3.3 mL) に浸漬した後, 恒温チャンパー又は冷蔵庫に静置して溶出試験を行った. 溶出条件は 5, 25, 40, 60, 95°C で 5 分間, 及び 60°C で 0.5, 5, 10, 30 分間とした.

実験結果及び考察

1. 定量法

化合物の定量は GC/MS/SIM で行い, DEHP は m/z 149, DEHA は m/z 129 を定量用フラグメントイオンとした. また, DINP は多数の異性体の混合物であるが, これらのピークが近接しているため 1 本のピークとみなし, m/z 149 のピーク面積の合計で定量した. 一方, NP も多数の異性体の混合物であるが, ピークがやや分離していることから, 前報⁸⁾に従い 6 本のピークを用いて定量した.

2. ポリ塩化ビニル製手袋中の残存量

今回使用した 3 種類の手袋中の DEHP, DINP, DEHA, NP の残存量を Table 1 に示した. すべての試料から DEHP が 261,000~371,000 $\mu\text{g}/\text{g}$, DEHA が 21,100~75,500 $\mu\text{g}/\text{g}$, NP が 356~2,390 $\mu\text{g}/\text{g}$ 検出され, 手袋 2 からは, そのほか DINP が 101,000 $\mu\text{g}/\text{g}$ 検出された. なお, 試料の単位面積当たりの重さは, 各々 7.50, 6.82, 23.89 mg/cm² であった.

Table 2. Migration of DEHP, DINP, DEHA and NP from Polyvinyl Chloride Gloves into Various Food Simulants

Sample	Solvent	Condition (°C, min)	Migration level ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
			DEHP	DINP	DEHA	NP
Glove 1	Water	60, 30	0.097	— ^{a)}	0.009	0.018
	Water	95, 30	0.333	—	0.028	0.031
	20% EtOH	60, 30	0.110	—	0.010	0.046
	4% Acetic acid	60, 30	0.416	—	0.027	0.021
	<i>n</i> -Heptane	25, 60	2,500	—	137	7.73
	Rapeseed oil	60, 30	680	—	63.0	4.31
Glove 2	Water	60, 30	0.086	0.054	0.028	0.005
	Water	95, 30	0.094	0.060	0.030	0.015
	20% EtOH	60, 30	0.102	0.064	0.030	0.007
	4% Acetic acid	60, 30	0.190	0.066	0.044	0.013
	<i>n</i> -Heptane	25, 60	1,410	720	431	2.72
	Rapeseed oil	60, 30	539	279	123	1.56
Glove 3	Water	60, 30	0.034	—	0.009	0.027
	Water	95, 30	0.036	—	0.010	0.047
	20% EtOH	60, 30	0.063	—	0.020	0.122
	4% Acetic acid	60, 30	0.395	—	0.069	0.038
	<i>n</i> -Heptane	25, 60	2,340	—	841	36.4
	Rapeseed oil	60, 30	377	—	83.0	8.53

^{a)} —: DINP was not contained in the sample.

3. 食品擬似溶媒による溶出試験

食品衛生法に準じ、水、20% エタノール、4% 酢酸、*n*-ヘプタンによる溶出試験を行った (Table 2)。いずれの条件においても、手袋中に残存する全化合物の溶出が認められた。水系溶媒を用いた水 60°C 及び 95°C、20% エタノール及び 4% 酢酸における溶出量は、4% 酢酸でやや高く、また温度が高く、極性が高い方がやや多い傾向はみられたもののほぼ近似した値を示し、DEHP が 0.034~0.416 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、DINP が 0.054~0.066 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、DEHA が 0.009~0.069 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、NP が 0.005~0.122 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。DEHP と NP では材質中濃度が 140~730 倍異なることから、水系溶媒では NP の方が溶出しやすいと考えられた。

一方、油脂及び脂肪性食品の擬似溶媒である *n*-ヘプタンでは、DEHP が 1,410~2,500 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、DINP が 720 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、DEHA が 137~841 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、NP が 2.72~36.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と極めて高い溶出がみられた。薄手の手袋 1 及び 2 では、いずれの化合物も残存量の 80% 以上とほぼ全量が溶出していたが、やや厚手の手袋 3 では DEHP は残存量の 30% 程度であった。これは、薄手の試料では溶媒が試料の中心部まで浸透し、ほぼすべての残存物質を溶出させるのに対し、厚手の試料では浸透可能な表面に近い残存物質のみを溶出させるためと推定された。

n-ヘプタンにおける DEHP、DINP、DEHA の溶出量は、水 60°C 30 分間の数万倍、NP でも数百倍に達し、手袋 1 cm^2 当たりの総溶出量はおよそ 3 mg であった。これらの結果は油脂及び脂肪性食品への高濃度の移行を予測させた。そこで、実際の食用油脂への移行量、及び接触温度や接触時間との関連を明らかにするために、油脂を用いた溶出試験を行うこととした。

4. ナタネ油溶出試験法の検討

当初、油脂としてヨーロッパで総移行試験の食品擬似溶媒に用いられているオリーブ油を検討した。しかし、試薬として販売されていた 2 社のオリーブ油はいずれも微量の DEHP を含有しており、本試験に使用することは不適当であった。そこで、市販の食用ナタネ油を検討したところ、DEHP の混入がほとんど認められず、溶出溶媒として使用可能であった。

ナタネ油溶出液からの試験溶液の調製は、アセトニトリル/*n*-ヘキサン分配で脂肪を除去し、6% 含水フロリジルカラムで更に精製した。

本法を用いて添加回収試験を行ったところ、Table 3 に示すように、回収率は 5 $\mu\text{g}/\text{g}$ 添加で 46.1~74.6%、500 $\mu\text{g}/\text{g}$ 添加で 59.1~86.8% と可塑剤ではやや低かった。そこで、各化合物の重水素置換体 (サロゲート) を内標準物質として各 5 $\mu\text{g}/\text{g}$ 添加し、回収率の補正を行ったところ、94.8~103.5% 及び 88.5~106.4% といずれも良好な結果が得られた。なお、DINP はサロゲートが入手できなかったことから、DEHP-*d*₄ により補正を行った。

以上の結果から、内標準物質を添加して試験溶液の調製を行い、測定値は内標準物質で補正することとした。また、内標準物質の添加量は、測定対象物とほぼ同程度が望ましいが、溶出液中の存在量には大きな開きがあり、必ずしも予測できない。また、対象化合物を 500 $\mu\text{g}/\text{g}$ 添加しても良好な結果が得られたことから、ナタネ油 2.0 g に対して 10.0 μg の割合で添加することとした。

5. ナタネ油による溶出試験

食用ナタネ油を用い、他の食品擬似溶媒と同様の方法で 60°C 30 分間の溶出試験を行った。Table 2 に示すように、ナタネ油 60°C 30 分間の溶出量は、DEHP が 377~

Table 3. Recovery of DEHP, DINP, DEHA and NP from Spiked Rapeseed Oil

Chemical	Recovery (%)		Corrected recovery ^{a)} (%)	
	Add 5 $\mu\text{g/g}$	Add 500 $\mu\text{g/g}$	Add 5 $\mu\text{g/g}$	Add 500 $\mu\text{g/g}$
DEHP	57.3 $\pm$ 5.0	73.3 $\pm$ 6.1	103.5 $\pm$ 2.1	92.3 $\pm$ 3.5
DINP	59.4 $\pm$ 6.9	68.7 $\pm$ 1.1	94.8 $\pm$ 3.1	88.7 $\pm$ 1.1
DEHA	46.1 $\pm$ 5.9	59.1 $\pm$ 3.8	99.0 $\pm$ 3.4	88.5 $\pm$ 6.1
NP	74.6 $\pm$ 5.3	86.8 $\pm$ 2.3	101.8 $\pm$ 3.4	106.4 $\pm$ 1.3

Each value is the mean $\pm$ SD of 3 to 6 trials.

^{a)} The recovery was corrected by that of each internal standard, however DINP value was corrected by DEHP- d_4 value.

Table 4. Migration of DEHP, DINP, DEHA and NP from Polyvinyl Chloride Gloves into Rapeseed Oil

Sample	Temperature (°C)	Time (min)	Migration level ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
			DEHP	DINP	DEHA	NP
Glove 2	5	5	55.3	26.5	15.1	0.17
	25	5	98.5	46.5	27.0	0.30
	40	5	204	112	62.5	0.80
	60	0.5	113	68.5	36.7	0.41
	60	5	287	160	79.2	0.87
	60	10	448	222	122	1.31
	60	30	527	275	179	1.96
	95	5	309	167	101	1.28
	95	5	278	— ^{a)}	53.6	5.85
Glove 3	5	5	17.7	— ^{a)}	4.59	0.38
	25	5	66.2	—	14.4	1.33
	40	5	87.2	—	16.3	1.50
	60	0.5	56.5	—	10.9	1.14
	60	5	140	—	26.1	2.78
	60	10	220	—	46.4	4.59
	60	30	303	—	63.7	6.77
	95	5	278	—	53.6	5.85
	95	5	278	—	53.6	5.85

^{a)} —: DINP was not contained in this sample.

680 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DINP が 279 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DEHA が 63.0~123 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, NP が 1.56~8.53 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。これらの溶出量は、薄手の手袋 1 及び 2 では *n*-ヘプタン 25°C 60 分間の溶出量の 1/2~1/4, やや厚手の手袋 3 では 1/4~1/10 に相当した。

6. ナタネ油簡易試験法による試験温度及び時間の検討

ナタネ油溶出試験において、検出感度を高め、かつ試験後の廃棄油量を減らすため、試験片の大きさを 1/3, 油量を 1/17 にした簡易試験法を設定した。この試験法を用い、手袋 2 及び 3 を対象として、手袋の使用実態を考慮した 5~95°C で 5 分間、及び 60°C で 0.5~30 分間の溶出試験を行った (Table 4)。なお、本試験の 60°C 30 分間の溶出量とこれまでの方法の溶出量を比較すると、近似した値が得られ、溶出試験としてほぼ同等であることが示された。

本試験法の 5, 25, 40, 60 及び 95°C で 5 分間の溶出試験結果を比較すると、試験温度が高いほど溶出量は多くなり、95°C では DEHP 309 及び 278 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DINP 167 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DEHA 101 及び 53.6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, NP 1.28 及び 5.85 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ に達した。しかし、5°C でも DEHP 55.3 及び 17.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DINP 26.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DEHA 15.1 及び 4.59 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, NP 0.17 及び 0.38 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と少なからぬ移

行が見られた。

また、60°C で 0.5, 5, 10 及び 30 分間の溶出試験結果を比較すると、試験時間が長いほど溶出量は多かったが、溶出速度は短時間の方が大きかった。0.5 分間でも DEHP 113 及び 56.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DINP 68.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DEHA 36.7 及び 10.9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, NP 0.41 及び 1.14 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と極めて短時間の接触で大量に移行することが示された。

更に、DEHP, DINP, DEHA 及び NP のナタネ油への溶出量を比較すると、試験条件にかかわらずほぼ一定の比率で溶出しており、材質中の残存量の比率ともほぼ一致していた。このように、*n*-ヘプタンやナタネ油で各化合物が同じ溶出傾向を示す原因として、大量の DEHP の溶出と同時に他の化合物も溶出するためと推定された。

結 論

ポリ塩化ビニル製手袋に大量に残存する可塑剤の DEHP, DINP, DEHA 及び添加剤分解物の NP の溶出について検討した。

これらの化合物は、水、20% エタノール及び 4% 酢酸の溶出試験において、すべての化合物が 0.005~0.416 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の範囲で溶出した。更に、*n*-ヘプタンによる溶出試験では、DEHP が 1,410~2,500 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DINP が 720

$\mu\text{g}/\text{cm}^2$, DEHA が $137\sim 841\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$, NP が $2.72\sim 36.4\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と極めて大量に溶出し、薄手の手袋ではほぼ全量が溶出していた。

一方、食用ナタネ油を用いて溶出試験を行ったところ、 60°C 30 分間の溶出量は、 n -ヘプタン 25°C 60 分間の溶出量と比較して、薄手の手袋では $1/2\sim 1/4$ 、やや厚手の手袋では $1/4\sim 1/10$ に相当した。ナタネ油への溶出量は接触温度が高く、また接触時間が長いほど多かったが、 5°C 5 分間や 60°C 30 秒間といった低温又は短時間でも、総溶出量は数十 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以上とかなり多かった。

このようにポリ塩化ビニル製手袋は食品と直接接触して使用すると、残存物質、特に DEHP が油脂及び脂肪性食品に大量に移行することが懸念された。津村ら⁹⁾、*1 は、コンビニ弁当や病院食で DEHP による高濃度の汚染がみられることを報告し、それらがポリ塩化ビニル製手袋に由来することを明らかにした*2。そのため、厚生省は DEHP を含有するポリ塩化ビニル製手袋を食品に使用しないよう通知した¹⁰⁾。

器具・容器包装から、大量の化学物質、しかもその安全性に疑義がある物質が食品に移行することは食品衛生上望ましくないことである。ポリ塩化ビニル製手袋の食品用途への使用の回避が徹底されることを期待する。

一方、 n -ヘプタンによる溶出試験は、溶出力が強過ぎて、実際の油脂による溶出量とかけ離れているのではないかという疑念が出されることがある。今回の結果において、 n -ヘプタンの溶出量はナタネ油に比して数倍程度高かったが、溶出試験は実際の使用条件よりやや厳しいことが望まれる。また n -ヘプタンによる試験は、操作がはるかに簡便である。そのため、ポリ塩化ビニル製手袋の一般的な溶出試験における油脂及び脂肪性食品の食品擬似溶媒としては、 n -ヘプタンが適当であると言える。

なお、本研究の一部は日本食品衛生学会第 79 回学術講演会（2000 年、東京）において発表した。

*1 津村ゆかり、石光 進、開原亜樹子、外海泰秀、酒井 洋、小林ゆかり、斎藤 勲：日本食品衛生学会第 79 回学術講演会講演要旨集、p. 43 (2000)。

*2 国立医薬品食品衛生研究所大阪支所食品試験部、平成 11 年度食品等試験検査費研究報告書 市販弁当（いわゆるコンビニ弁当）におけるフタル酸ジ（2-エチルヘキシル）の移行 (2000)。

文 献

- 1) Kawamura, Y., Tagai, C., Maehara, T., Yamada, T., Additives in polyvinyl chloride and polyvinylidene chloride products. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* (J. Food Hyg. Soc. Japan), **40**, 274-284 (1999).
- 2) Kawamura, Y., Maehara, T., Iijima, H., Yamada, T., Nonylphenol in food contact plastics and toys. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* (J. Food Hyg. Soc. Japan), **41**, 212-218 (2000).
- 3) Poon, R., Lecavalier, P., Mueller, R., Valli, V. E., Procter, B. G., Chu, I., Subchronic oral toxicity of di- n -octyl phthalate and di(2-ethylhexyl) phthalate in the rat. *Food Chem. Toxicol.*, **35**, 225-239 (1997).
- 4) Arcadi, F. A., Costa, C., Imperatore, C., Marchese, A., Rapisarda, A., Salemi, M., Trimarchi, G. R., Costa, G., Oral toxicity of bis(2-ethylhexyl) phthalate during pregnancy and suckling in the Long-Evans rat. *Food Chem. Toxicol.*, **36**, 963-970 (1998).
- 5) Morrissey, R. E., Harris, M. W., Schwetz, B. A., Developmental toxicity screen: Results of rat studies with di-ethylhexyl phthalate and ethylene glycol monomethyl ether. *Teratogenesis Carcinog. Mutagen.*, **9**, 119-129 (1989).
- 6) Lington, A. W., Bird, M. G., Pluntnick, R. T., Stubblefield, W. A., Scala, R. A., Chronic toxicity and carcinogenic evaluation of diisononyl phthalate in rats. *Fundam. Appl. Toxicol.*, **36**, 79-89 (1997).
- 7) 環境庁環境保健部環境安全課 “環境ホルモン戦略計画 SPEED '98”, 1998, p. 23.
- 8) Harries, C. A., Henttu, C. A., Parker, M. G., Sumpter, J. P., The estrogenic activity of phthalate esters *in vitro*. *Environ. Health Perspect.*, **105**, 802-811 (1997).
- 9) Tsumura, Y., Ishimitu, S., Nakamura, Y., Yoshii, K., Okada, M., Tonogai, Y., Simultaneous determination of 11 phthalates esters and di(2-ethylhexyl) adipate in food by GC/MS (SIM). *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* (J. Food Hyg. Soc. Japan), **41**, 254-260 (2000).
- 10) 厚生省生活衛生局食品化学課長通知 “塩化ビニル製手袋の食品への使用について” 平成 12 年 6 月 14 日、衛化第 31 号。