

家庭電化製品・OA 機器から発生する フタル酸エステル類及びリン酸エステル類

齋藤育江^{*}, 大貫文^{*}, 上原真一^{*}, 瀬戸博^{**}, 上村尚^{***}

Phthalate and Phosphate Esters Emitted from Surfaces of Personal Computers and TV Sets

Ikue SAITO^{*}, Aya ONUKI^{*}, Shin-ichi UEHARA^{*},
Hiroshi SETO^{**} and Hisashi KAMIMURA^{***}

Migration rates of 6 phthalates and 7 phosphate esters from the surfaces of electric appliances such as TV sets, personal computers and computer monitors, to a solid extraction disk were measured. A solid extraction disk was placed on the surface of an electric appliance for 24 hours. The target compounds that had migrated to the disk were extracted and analyzed by GC/MS-SIM for phthalates, and by GC-FPD for phosphate esters. The compounds that had migrated to the disk from the surfaces of electric appliances were 6 phthalates and 6 phosphate esters. The phthalates predominantly detected were di-n-butyl phthalate (DnBP) and di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP). The median migration rates of these 2 compounds were higher in TV sets (n=8) than personal computers (n=4) and computer monitors (n=7). The highest migration rate of DEHP from electric appliances was 419 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ in a TV set. The phosphate esters predominantly detected were tris(2-chloroisopropyl)phosphate (TCIPP) and tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP) in TV sets, and was triphenylphosphate (TPHP) in personal computers and computer monitors. The highest migration rate of TPHP from computer monitor was 20.7 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$. Classifying the TV sets into two groups according to the year of manufacture in two groups, the median migration rates of detected compounds were higher in the old-product group than in the new-product group.

Keywords: 電化製品 electric appliance, テレビ television, コンピューター computer, 室内空気 indoor air, フタル酸エステル類 phthalates, リン酸エステル類 phosphate esters, 可塑剤 plasticizer, 難燃剤 flame retardant, ODS フィルター solid extraction disk

緒言

現在、テレビやビデオは家庭に普及し、コンピューターやコピー機は事業所等で広く使用される一般的な電化製品である。これらの製品は、プラスチックケースの中に各種部品が収納された構造であり、このプラスチックケースには可塑剤が含有されている。また、かつて発生したテレビの発火事件などを契機に、家庭電化製品や OA 機器に対して一層の高度な難燃化が求められており、テレビやコンピューターに使用されている回路基板、ケース等のプラスチック部品には難燃剤が使用されていると考えられる。コンピューターから発生する難燃剤については、ディスプレイ装置からリン系難燃剤のリン酸トリフェニルが放散していたとの報告¹⁾や、表面に付着していた埃から臭素系難燃剤が検出されたとの報告²⁾があるが、コンピューターの難燃剤以外については電化製品の難燃剤及び可塑剤に関する報

告は少ない。

樹脂に添加されているこれらの可塑剤、難燃剤は樹脂に結合しておらず、分子運動により樹脂内を移動している。樹脂表面に浸出した一部の物質は揮発あるいは樹脂に接触した粒子状物質に沈着して空气中に放散されると考えられ、その放散速度は添加剤の蒸気圧と相関する。一方、樹脂が固相吸着剤に接する場合、添加剤の固相吸着剤への移行速度は蒸気圧と相関する³⁾。その理由としては、接触する樹脂と固相吸着剤の界面には微小な空気層が存在することが挙げられる。したがって、添加剤の固相吸着剤への移行速度は空气中への放散速度と相関し、樹脂中の濃度が高く、蒸気圧の高い添加剤ほど移行速度が大きいと考えられる。そこで本研究では、テレビ、ビデオ、コンピューター、コピー機等の外部ケース表面に固相吸着材を密着させ、吸着材に移行するフタル酸系可塑剤及びリン酸系難燃剤 13 物

* 東京都健康安全研究センター環境保健部環境衛生研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

* Tokyo Metropolitan Institute of Public Health

3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

* 東京都健康安全研究センター環境保健部水質研究科

** 東京都健康安全研究センター環境保健部

質の移行速度を調査した結果について報告する。

実験材料及び方法

1. 試薬(略号)

フタル酸エステル類

フタル酸ジメチル(DMP), フタル酸ジエチル(DEP), フタル酸ジイソブチル(DiBP), フタル酸ジ-n-ブチル(DnBP), フタル酸ブチルベンジル(BBP), フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP), 以上 フタル酸エステル試験用 和光純薬製。

リン酸エステル類

リン酸トリブチル(TBP): 特級, リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)(TCIPP): 化学用, リン酸トリス(2-クロロエチル)(TCEP): 97%以上, リン酸トリス(ブトキシエチル)(TBEP): 化学用, リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)(TDCPP): 化学用, リン酸トリフェニル(TPHP): 1級, リン酸トリクレシル(TCP): 特級, 以上 和光純薬製。

内部標準物質

フタル酸ジ-n-ブチル-3,4,5,6-d₄: 99% C/D/N Isotopes 社製, リン酸トリス(1H,1H,5H-オクタフルオロペンチル) 99% PCR INCORPORATED 製

2. 測定方法

測定は既報³⁾に従った。試料採取部位として, 家庭電化製品(テレビ, ビデオ, チューナー)及びOA機器(コンピューター本体及びディスプレイ, コピー機)の外部ケース(画面以外)から水平な樹脂面を選び, 表面をエタノールを含ませた脱脂綿で拭いた。乾燥後, その表面に吸着剤としてODSフィルター(Empore Disk C18 Fast Flow, 直径47mm, 3M製, アセトンにより浸漬洗浄済み)を密着させ, 専用のステンレス製カバー(直径57mm)で覆って24時間静置した(Interfacial Passive Adsorption法: IPA法³⁾)。試料採取時の装置概要をFig.1に示す。試料採取後のフィルターはピンセットで筒状に丸めて遠心管に入れ, アセトン10mLを加えて10分間超音波抽出した。抽出液は遠心分離(2,500rpm, 10分)後, 上清5mLを濃縮管にとり, 内部標準物質0.1µgを添加して, 窒素気流下で10倍濃縮し, GC-MS(フタル酸エステル類)及びGC-FPD(リン酸エステル類)の分析用試料とした。GC-MS及びGC-FPDの分析条件は既報⁴⁾に従い, 内部標準法により定量分析を行った。なお, 試験に使用する器具はすべてアセトン中で超音波洗浄し, 更に清浄なアセトンですすいで自然乾燥した後に使用した。測定対象物質の吸着剤への移行速度は次式により求めた。

$$R_{\text{mov}} = M_{\text{ads}} / S / t$$

R_{mov} : 採取時間中の平均移行速度(µg/m²/h), M_{ads} : ODSフィルターに吸着した物質重量(µg), S : ODSフィルターの面積(1.73×10⁻³m²), t : 採取時間(h)。

なお, 以下では「移行速度」は測定対象物質の製品表面から吸着剤への移行速度を表す。

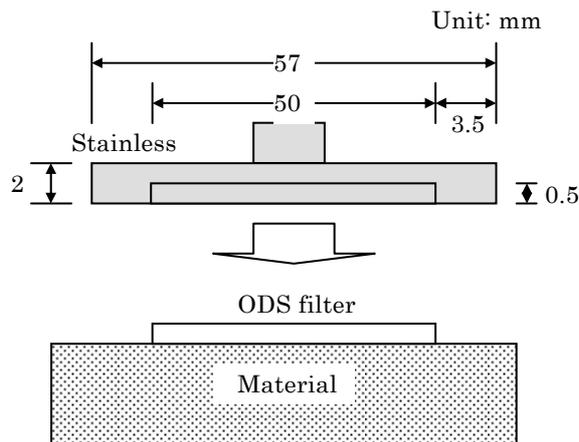


Fig.1 Scheme of Interfacial Passive Adsorption (IPA)

3. 調査対象製品

調査は, 2002年4月にはOA機器として, コンピューターディスプレイ装置(1996年製~2002年製)5社7台(CRT6台, 液晶1台), コンピューター本体(1999年製~2002年製)4社4台, コピー機(2001年製)1台を調査した。2003年6月には家庭電化製品として, テレビ(1989年製~2001年製)6社8台(液晶は含まない), ビデオ(2001年製)1台, チューナー(2003年製)1台を調査した。

結果

1. フタル酸エステル類調査結果

調査対象6物質中, 家庭電化製品(テレビ, ビデオ及びチューナー)からは6物質が検出され, OA機器(コンピューター及びコピー機)からは4物質が検出された。製品表面から吸着剤へのフタル酸エステル類の移行速度調査結果をTable 1に示す。テレビから高頻度(60%以上)に検出された物質は, DEP, DiBP, DnBP, BBP及びDEHPの5物質だった。テレビからの移行速度は中央値, 最大値ともにDEHPが最も大きかった(中央値: 31.0 µg/m²/h, 最大値: 419 µg/m²/h)。ビデオ及びチューナーは各1台の調査で, 両製品ともにフタル酸エステル類5物質が検出された。このうち移行速度が最も大きかったのは, ビデオ, チューナーともにDnBPで, ビデオ: 64.1 µg/m²/h, チューナー: 4.8 µg/m²/hであった。コンピューター本体から高頻度(60%以上)に検出された物質は, DnBP, BBP及びDEHPの3物質で, 移行速度は中央値, 最大値ともにDEHPが最も大きかった(中央値: 11.5 µg/m²/h, 最大値: 15.1 µg/m²/h)。コンピューターディスプレイから高頻度(60%以上)に検出された物質は, DnBP及びDEHPの2物質で, 移行速度は中央値ではDEHPが最も大きく(3.2 µg/m²/h), 最大値ではDEPが高値を示した(106 µg/m²/h)。コピー機は1台の調査で, フタル酸エステル類3物質が検出され, そのうちDEPの移行速度が最も大きかった(45.3 µg/m²/h)。

次に調査台数の多いテレビ及びコンピューター(本体及びディスプレイ)について比較を行った。移行速度の中央

Table 1. Migration Rates of Phthalates from Surface of Electric Appliance to Solid Extraction Disk.

Electric Appliances	Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$					
	DMP	DEP	DiBP	DnBP	BBP	DEHP
Television (n=8)						
Median	<0.10	0.18	0.34	13.0	0.46	31.0
Min.-Max	<0.10-0.30	<0.10-0.80	<0.10-2.8	9.7-86.7	0.11-6.2	1.1-419
Detection Frequency	25%	75%	88%	100%	100%	100%
Video Tape Recorder (n=1)	0.11	0.50	0.33	64.1	<0.10	0.91
Turner (n=1)	<0.10	0.16	0.11	4.8	0.17	2.1
Computer (n=4)						
Median	—	—	—	1.9	0.85	11.5
Min.-Max	—	—	—	1.3-4.7	<0.10-1.4	0.98-15.1
Detection Frequency	0%	0%	0%	100%	75%	100%
Computer Monitor (n=7)						
Median	—	<0.10	—	1.5	<0.10	3.2
Min.-Max	—	<0.10-106	—	<0.40-5.4	<0.10-0.32	0.45-9.3
Detection Frequency	0%	43%	0%	86%	43%	100%
Duplicator (n=1)	<0.10	45.3	<0.10	3.1	<0.10	1.6

—: not detected in all samples

値は両製品ともに DEHP が最も大きく、次いで DnBP の移行速度が大きいことが共通していた。しかし数値を比較すると DEHP, DnBP とともにテレビからの移行速度の方がコンピューターからの移行速度に比べて 3~10 倍大きかった。また、最高値を示した物質はテレビでは DEHP ($419 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) であったのに対し、コンピューターではディスプレイの DEP ($106 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) が最高値を示した。

コンピューターは、本体及びディスプレイについて調査を行ったため比較すると、DnBP は中央値、最大値ともに同程度であったが、DEHP は中央値、最大値ともにディスプレイよりも本体からの移行速度の方が大きかった。ディスプレイで最高値を示した DEP は、本体からは検出されなかった。また、ディスプレイの中には液晶タイプの製品 (2002 年製造) が 1 台含まれていた。この液晶ディスプレイからは DnBP 及び DEHP が検出され、それらの移行速度はコンピューターディスプレイの中央値よりも低かった。

2. リン酸エステル類調査結果

調査対象 7 物質中、家庭電化製品 (テレビ、ビデオ及びチューナー) からは 6 物質が検出され、OA 機器 (コンピューター及びコピー機) からは 5 物質が検出された。製品表面から吸着剤へのリン酸エステル類の移行速度調査結果を Table 2 に示す。テレビから高頻度 (60% 以上) に検出された物質は、TCIPP, TCEP 及び TPHP の 3 物質だった。テレビからの移行速度は中央値、最大値ともに TCEP が最も大きかった (中央値: $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$, 最大値: $13.0 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。ビデオからはリン酸エステル類 3 物質が検出され、このう

ち TCEP の移行速度が最も大きかった ($0.29 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。チューナーからは TCEP のみが検出された ($0.25 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。コンピューター本体から高頻度 (60% 以上) に検出された物質は TPHP で、移行速度は中央値、最大値ともに TPHP が最も大きかった (中央値: $0.54 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$, 最大値: $0.78 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。また、コンピューターディスプレイからも TPHP が高頻度 (60% 以上) に検出され、移行速度は中央値、最大値ともに TPHP が最も大きかった (中央値: $0.69 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$, 最大値: $20.7 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。コピー機からは TPHP のみが検出された ($3.2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)。

次に調査台数の多いテレビ及びコンピューター (本体及びディスプレイ) について比較を行った。リン酸エステル類では、テレビとコンピューターでは高頻度に検出される物質が異なり、テレビでは TCIPP (100%) 及び TCEP (88%) の検出率が高かったのに対し、コンピューターでは TPHP (本体: 75%, ディスプレイ: 71%) の検出率が高かった。中央値で比較すると、TCIPP 及び TCEP は、コンピューターからの移行速度よりもテレビからの移行速度の方が 8~28 倍大きかった。一方 TPHP はテレビからの移行速度よりもコンピューターからの移行速度の方が約 2 倍大きかった。

コンピューターは、本体及びディスプレイについて調査を行ったため比較すると、TPHP の中央値は同程度であったが、最大値は本体 ($0.78 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) よりもディスプレイ ($20.7 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) からの移行速度の方が約 27 倍大きかった。また、この TPHP の最大値は液晶ディスプレイから検出された。

Table 2. Migration Rates of Phosphate Esters from Surface of Electric Appliance to Solid Extraction Disk.

Electric Appliances	Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$						
	TBP	TCIPP	TCEP	TBEP	TDCPP	TPHP	TCP
Television (n=8)							
Median	<0.10	0.42	1.4	<0.10	<0.10	0.33	—
Min.-Max	<0.10-0.17	0.16-1.7	<0.10-13.0	<0.10-0.32	<0.10-0.11	<0.10-6.7	—
Detection Frequency	25%	100%	88%	38%	13%	63%	0%
Video Tape Recorder(n=1)	0.13	0.19	0.29	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Turner (n=1)	<0.10	<0.10	0.25	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Computer (n=4)							
Median	—	—	<0.10	—	0.22	0.54	<0.10
Min.-Max	—	—	<0.10-0.27	—	<0.10-0.39	<0.10-0.78	<0.10-1.0
Detection Frequency	0%	0%	25%	0%	50%	75%	25%
Computer Monitor (n=7)							
Median	<0.10	—	—	—	<0.10	0.69	<0.10
Min.-Max	<0.10-0.11	—	—	—	<0.10-0.28	<0.10-20.7	<0.10-5.9
Detection Frequency	14%	0%	0%	0%	29%	71%	14%
Duplicator (n=1)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	3.2	<0.10

—: not detected in all samples

3. 製造年による比較

調査したテレビ及びコンピューターを製造年の順に「古い製品」と「新しい製品」の2群に分け、検出率の高かった物質の移行速度を比較した。結果を Table 3 に示す。なお、コンピューターについては本体及びディスプレイで高

頻度に検出される物質がほぼ共通していたため、両者をまとめて解析した。テレビは1989年～1996年上半期製造の4台を「古い製品」(試料採取中平均使用時間: 3.9時間)、1996年下半期～2001年製造の4台を「新しい製品」(試料採取中の平均使用時間: 5.5時間)として比較した。その

Table 3. Migration Rates of Phthalates and Phosphate Esters from Surface of Electric Appliance Classified by Manufactured Year.

Electric Appliances	Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$							
	DEP	DiBP	DnBP	BBP	DEHP	TCIPP	TCEP	TPHP
Television								
Old-product group (1989-the first half of 1996, n=4)								
Mean	0.39	1.1	42.0	1.9	152	0.72	7.9	1.9
S.D.	0.34	1.2	32.3	2.8	179	0.70	5.0	3.2
New-product group (the latter half of 1996-2001, n=4)								
Mean	0.19	0.34	12.1	0.54	18.4	0.42	0.51	0.30
S.D.	0.12	0.26	1.2	0.46	12.5	0.34	0.78	0.33
Computer and Computer Monitor								
Old-product group (1996-1999, n=6*)								
Mean	—	—	2.4	0.38	6.7	—	—	4.0
S.D.	—	—	1.5	0.50	4.7	—	—	5.9
New-product group (2000-2001, n=5**)								
Mean	—	—	1.9	0.16	5.3	—	—	4.4
S.D.	—	—	2.0	0.15	6.7	—	—	9.1

*Computer n=2, Computer Monitor n=4. **Computer n=2, Computer Monitor n=3

Table 4. Migration Rates of Phthalates and Phosphate Esters from Surface of Electric Appliance Manufactured in a Same Company in a Same Year.

	Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$			
	Television		Computer Monitor	
	A*	B*	C	D
Manufactured Year	1996	1996	2000	2000
Company	H	H	I	I
Monitor Size	28 inch	28 inch	19 inch CRT	17 inch CRT
Phthalates				
DMP	0.12	<0.10	<0.01	<0.01
DEP	0.53	<0.10	0.33	<0.01
DiBP	0.91	0.39	<0.01	<0.01
DnBP	33.6	10.7	5.4	0.18
BBP	6.2	0.46	0.32	<0.01
DEHP	419	25.7	9.3	0.45
Phosphate Esters				
TBP	0.17	<0.01	0.11	<0.01
TCIPP	1.7	0.17	<0.01	<0.01
TCEP	13.0	0.13	<0.01	<0.01
TBEP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
TDCPP	<0.01	<0.01	0.19	<0.01
TPHP	6.7	<0.01	0.69	<0.01
TCP	<0.01	<0.01	5.9	<0.01

* A and B were TV sets of different model types

結果, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, TCIPP, TCEP 及び TPHP の 8 物質の移行速度平均値はいずれも「古い製品」の方が「新しい製品」よりも大きかった。最も差が大きかったのは TCEP で、「古い製品」は「新しい製品」よりも約 16 倍高値であった。次いで、DEHP の差が大きかった(8 倍)。コンピューターの本体およびディスプレイでは 1996 年~1999 年製造の 6 台(本体 2 台, ディスプレイ 4 台)を「古い製品」(試料採取中の平均使用時間: 21.3 時間), 2000 年~2002 年製造の 5 台(本体 2 台, ディスプレイ 3 台)を「新しい製品」(試料採取中の平均使用時間: 14.0 時間)として比較した。DnBP, BBP, DEHP 及び TPHP の 4 物質を比較したところ「古い製品」の方が「新しい製品」よりも移行速度が大きい傾向がみられたが、移行速度平均値の差は 2.4 倍以内であった。

4. 同一メーカー品での比較

調査したテレビ及びコンピューターディスプレイの中に、同一製造年の同一メーカー品で、型式の異なる製品がそれぞれ 1 組ずつ含まれていた。そこでフタル酸エステル類及びリン酸エステル類の移行速度が、同一メーカー製品で類似しているかどうかを調べるために比較を行った。結果を Table 4 に示す。テレビは 1996 年 H 社製 A (28 インチ) 及び B (28 インチ) で、いずれも家庭で通常で使用されていた。試料採取 24 時間中の使用時間は A が 6 時間、B が

7 時間であった。コンピューターディスプレイは 2000 年 I 社製 CRT モニターの C (19 インチ) 及び D (17 インチ) で、いずれも事業所で通常で使用されていた。試料採取 24 時間中の使用時間は C, D とともに 24 時間であった。テレビでは、A からは 10 物質、B からは 6 物質が検出されたが、いずれの物質も B に比べて A の方が移行速度が大きく、最高値を示した DEHP では A (419 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) は B (25.7 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) に比べて 16 倍の高値であった。コンピューターディスプレイでは、C からは 8 物質、D からは 2 物質が検出されたが、いずれの物質も D に比べて C の方が移行速度が大きく、最高値を示した DEHP では C (9.3 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) は D (0.45 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) に比べて 21 倍の高値であった。以上の結果から、同時期に製造された同一メーカー品でも、型式が異なっている場合、吸着材に移行するフタル酸エステル及びリン酸エステル類の種類や量は異なることが判明した。

考 察

製品を製造年により「古い製品」と「新しい製品」に分けて比較した結果、テレビではすべての物質で「古い製品」の方が移行速度が大きく、そのうち最も差が大きかった物質は TCEP であった。TCEP は発ガン性を有し⁵⁾、かつて壁紙由来の室内空気汚染が問題となったことから(1993 年)、近年は自主規制により使用が自粛されている。したが

って、規制の効果により「新しい製品」では含有量が少ないのに対し、規制開始以前に製造された「古い製品」の多くは TCEP を含有し、長期にわたって TCEP を放散し続けていると推察された。また、電化製品に含まれるこれらの可塑剤、難燃剤は徐々に製品から放出され、時間とともに減少していくと考えられるが、経時的な変化については今後の調査が必要と考えられた。

近年コンピューターディスプレイは CRT から液晶へと変化しつつあるが、今回の調査には液晶ディスプレイ（2002 年製造）が 1 台含まれていた。液晶ディスプレイは CRT と比較して消費電力や発熱量が少なく、CRT よりも難燃性に対する要求度が低いような印象があるが、本調査の結果より、含有する難燃剤が少ないとは言えないことが判明した。

本調査により、テレビ、ビデオ、チューナー及びコンピューターの表面にはフタル酸エステル類、リン酸エステル類が存在し、それらの物質は室内空气中へ放散されていることが推測された。樹脂中 TPHP 含有量の高い（10 %）新品のコンピューターを狭いオフィス室内（21.4 m²）で終日使用した場合、1 日目の室内空气中 TPHP 濃度は 94 ng/m³に上昇し、その後次第に低下したとの報告がある¹⁾。また、本センターが平成 12 年度に調査した結果では、コンピューター 20 台が設置されているオフィス室内（163 m²）の TPHP 濃度は 3.6 ng/m³であった。したがって、これら電化製品から放散する可塑剤・難燃剤による室内空気汚染の程度は、製品中の物質含有量及び製造後の経過日数により大きく影響を受けると考えられた。

ま と め

家庭電化製品（テレビ、ビデオ及びチューナー）及び OA 機器（コンピューター本体、コンピューターディスプレイ及びコピー機）から放散される可塑剤・難燃剤を把握するために製品表面に吸着材を密着させ、吸着材に移行す

るフタル酸系可塑剤及びリン酸系難燃剤 13 物質の移行速度を調査した。その結果、家庭電化製品からは 12 物質、OA 機器からは 9 物質が検出された。このうちフタル酸系可塑剤では家庭電化製品・OA 機器ともに DnBP 及び DEHP の移行速度が大きかった。中央値で比較すると DnBP 及び DEHP の移行速度は、コンピューターよりもテレビの方が 3～10 倍大きく、最高値はテレビの DEHP (419 μg/m²/h) であった。リン酸系難燃剤の移行速度は家庭電化製品では TCEP 及び TCIPP、OA 機器では TPHP が大きく、最高値を示したのはコンピューターディスプレイの TPHP (20.7 μg/m²/h) であった。調査対象製品を製造年により「古い製品」と「新しい製品」とに分けた場合、テレビではすべての物質で「古い製品」の方が移行速度が大きく、中央値で比較して両者の差が最も大きかったのは TCEP (16 倍) であった。

本研究の概要は、平成 15 年度地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部第 16 回理化学研究部会 平成 16 年 2 月で発表した。

文 献

- 1) Carlsson, H., Nilsson, U. and Östman, C.: *Environ. Sci. Technol.*, **34**, 3885-3889, 2000.
- 2) Silicon Valley Toxics Coalition, Computer Take Back Campaign and Clean Production Action: Brominated Flame Retardants in Dust on Computers, 2004.
- 3) 瀬戸 博, 斎藤育江, 大貫 文: エアロゾル研究, **16(4)**, 305-310, 2001.
- 4) 斎藤育江, 大貫 文, 瀬戸 博, 他: 東京衛研年報, **52**, 201-207, 2001.
- 5) Matthews, H.B., Eustis, S.L. and Haseman, J.: *Fundam. Appli. Toxicol.*, **20**, 477-485, 1993.