

れた⁴⁹⁾。

国内における古紙使用紙製品中の含有量は表 10 に示すように、2001 年のデータでは ND~0.86ppm で平均 0.24ppm⁴⁸⁾、2003 年のデータでは 0.088~4.4ppm で平均 0.48ppm (添付資料 1)、2005 年のデータでは ND~0.37ppm で平均 0.083ppm (添付資料 2) であった。

食品擬似溶媒による溶出試験では、表 11 に示すように、20%エタノール及び 95%エタノールに溶出しやすく、その溶出量は ND~27.2ng/ml であった。検出限界以下が多く、検出されたサンプルも多くは数 ng/ml のレベルであった (添付資料 1)。

ベンゾフェノン⁵⁰⁾は、国内では低下傾向を

示しているがビスフェノール A ほど顕著ではない。印刷インキや染料などへの使用が一部では中止されているが、現在も使用されていると推定される。しかし、その含有量は 4ppm 以下、溶出量も最も高いもので 27.2ng/ml、大部分が数 ng/ml レベル以下と低い。

欧州委員会ではベンゾフェノンの耐容一日摂取量を 0.01mg/kg 体重/日としており、合成樹脂のポジティブリストにおいて溶出限度値を 0.6mg/kg としている。今回の最大溶出量は限度値の 1/20 であり、大部分が 1/100 以下であることから、紙製品中のベンゾフェノンは安全性に問題はないと考えられる。

表 10 古紙使用紙製品中のベンゾフェノン含有量

年度	2001 年 ⁴⁸⁾	2003 年 添付資料 1	2005 年 添付資料 2
サンプル数	12	15	12
ベンゾフェノン濃度 (平均値)	ND~0.86 (0.24)	0.088~4.4 (0.48)	ND~0.37 (0.083)

単位 : ppm、ND<0.02ppm

表 11 古紙使用紙製品からのベンゾフェノン溶出量 (添付資料 1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
BZ 溶出量 (平均値)	ND~12.1 (0.9)	ND~7.5 (0.5)	ND~27.2 (2.4)	ND~18.9 (2.5)	ND~3.6 (0.4)

サンプル数 : 15、ND<0.1ng/ml、

溶出条件 : 片面溶出、n-ヘプタンは 25°C60 分、それ以外は 60°C30 分

平均値は ND を定量下限の 1/2 として算出、JIS K 0312:2005

4.5 ミヒラーズケトン(MK)

ミヒラーズケトン (MK) は、光触媒として紫外線硬化インキに使用されている。しかし、米国の国家毒性計画 (NTP) において発ガン性評価で人発ガン性があると合理的に予想される物質 (R) に分類され、我が国の

印刷インキ工業連合会では食品包装材料の印刷には使用しないよう 1978 年に自主規制 (ネガティブリスト) に示している。しかし、食品用途以外の紙製品には使用されることから、古紙使用紙製品から検出されることが知られている。

1995年の英国における紙製食品容器の調査では102サンプル中30サンプルから0.1~1.6ppm検出されたが、食品への移行は無かったと報告されている^{50~52)}。

国内における古紙使用紙製品中の含有量は、表12に示すように2001年はND~12ppmで平均4.0ppm⁴⁸⁾、2003年は0.6~2.5ppmで平均0.99ppm(添付資料1)、2005年はND~0.43ppmで平均0.170ppmであった(添付資料2)。

紙製品中のミヒラーズケトンの含有量は、2001年以降大幅に減少しており、2005年では1/20以下になっている。印刷インキ業界が食品用途以外の紙についても、使用を抑制してきた成果と考えられる。

2003年に実施した食品擬似溶媒を用いた溶出試験では、表13に示すように、水や

4%酢酸、ヘプタンには溶出せず、20%エタノールと95%エタノールにのみ溶出した。その溶出量はND~9.0ng/mlであり、ほとんどのサンプルが数ng/ml以下であった(添付資料1)。

発ガン性物質であっても、遺伝毒性でないならば閾値があると考えられ、食品中の濃度が10ppb以下の場合、米国では閾値則により毒性の懸念がないとされ、欧州連合でもThreshold of Toxicological Concern (TTC)により同様に考えるようになってきた。また、我が国でも厚生労働省の農薬ポジティブリスト制において、10ppbを一律基準としている。以上のことから、紙製品中のミヒラーズケトンは溶出量が10ng/ml以下であり、安全性に問題はないと考えられる。

表12 我が国の古紙使用紙製品中のミヒラーズケトン含有量

年度	2001年 ⁴⁸⁾	2003年 添付資料1	2005年 添付資料2
サンプル数	12	15	12
MK材質濃度 (平均値)	ND~12 (4.0)	0.60~2.5 (0.99)	ND~0.43 (0.17)

単位：ppm、2001年、2003年：ND<0.4ppm、2005年：ND<0.02ppm

表13 古紙使用紙製品からのミヒラーズケトン溶出量(添付資料1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
MK溶出濃度 (平均値)	ND	ND	ND~6.8 (1.7)	ND~9.0 (4.0)	ND

サンプル数：15、ND<1.0ng/ml、

溶出条件：片面溶出、n-ヘプタンは25℃60分、それ以外は60℃30分
平均値はNDを定量下限の1/2として算出、JIS K 0312:2005

4.6 4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン (DEAB)

4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン(DEAB)は、発がん性があるミヒラズケトンと類似の構造を持つ化学物質であり、その発がん性が疑われている。その用途も同じで紫外線硬化インキに使用されることから、主に古紙使用紙製品から検出されることが知られている。

1995年の英国における紙製食品容器の調査では、102サンプル中5サンプルから0.2~0.7ppm 検出されたが、食品への移行は無かったと報告されている^{50~52)}。

国内における古紙使用紙製品の含有量は、表14に示すように、2001年にはND~10ppmで平均1.9ppm⁴⁸⁾、2003年にはND~0.82ppmで平均0.31ppm(添付資料1)、2005年にはND~2.7ppmで平均0.61ppmであった(添付資料2)。

DEABは英国よりも高頻度かつ高濃度に

汚染されていることが示された。また、その低下傾向もビスフェノールAやベンゾフェノンほど明確ではなかった。食品用途以外の紙製品に対して、使用量は減少しているもののまだ使用されていると考えられる。

2003年の食品擬似溶媒による溶出試験(表15)では、水、4%酢酸、20%エタノールには溶出せず、95%エタノール、ヘプタンに溶出した。ミヒラズケトンよりも脂溶性が高い。その溶出量はND~10.6ng/mlであり、ほとんどの試料は数ng/ml以下であった(添付資料1)。

DEABは国内での材質試験データによると2001年から検出レベルは低下傾向を示していた(表14)。また溶出試験でも検出されるが溶出濃度としては数ng/mlレベルと低いものであった。

以上のことから、紙製品中の4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノンは安全性に問題はないと考えられる。

表14 古紙使用紙製品中の4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン含有量

年度	2001年 ⁴⁸⁾	2003年 添付資料1	2005年 添付資料2
サンプル数	12	15	12
DEAB 材質濃度 (平均値)	ND~10 (1.9)	ND~0.82 (0.31)	ND~2.7 (0.61)

単位：ppmで2001年、2003年：ND<0.2ppm、2005年：ND<0.02ppm

表15 古紙使用紙製品からのDEAB溶出量(添付資料1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
DEAB 溶出濃度 (平均値)	ND	ND	ND~0.8 (0.2)	ND~10.6 (2.8)	ND~8.5 (2.7)

サンプル数：15、ND<0.1ng/ml、
溶出条件：片面溶出、n-ヘプタンは25℃60分、それ以外は60℃30分
平均値はNDを定量下限の1/2として算出、JIS K 0312:2005

4.7 4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン (DMAB)

4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン (DMAB)は、発がん性があるミヒラーズケトンと類似の構造を持つ化学物質であり、その発がん性が疑われている。その用途も同じで紫外線硬化インキに使用されることから、主に古紙使用紙製品から検出されることが知られている。

1992年の英国における紙製食品容器の調査では、50サンプル中5サンプルから0.1～0.6ppm検出されたが、食品への移行は無かったと報告されている^{51～52)}。

国内における古紙使用紙製品の含有量は、表16に示すように、2001年にはND～0.90ppmで平均0.29ppm⁴⁸⁾、2003年には0.36～0.50ppmで平均0.42ppm(添付資料1)、2005年には0.043～0.24ppmで平均0.11ppmであった(添付資料2)。

DMABは英国よりも高頻度に汚染されているが汚染レベルは同程度であった。また、その低下傾向もビスフェノールAやベンゾフェノンほど明確ではなかった。

2003年の食品擬似溶媒による溶出試験(表17)では、水、4%酢酸、n-ヘプタンには溶出せず、20%エタノール、95%エタノールに溶出した。その溶出量はND～3.7ng/mlであり、ほとんどの試料は数ng/ml以下であった(添付資料1)。

DEABは国内での材質試験データによると2001年から検出レベルは低下傾向を示していた(表16)。また溶出試験でも検出されるが溶出濃度としては数ng/mlレベルと低いものであった。

以上のことから、紙製品中の4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノンは安全性に問題はないと考えられる。

表16 古紙使用紙製品中の4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン含有量

年度	2001年 ⁴⁸⁾	2003年 添付資料1	2005年 添付資料2
サンプル数	12	15	12
DMAB材質濃度 (平均値)	ND～0.90 (0.32)	0.36～0.50 (0.42)	0.043～0.24 (0.11)

単位：ppmで2001年、2003年：ND<0.2ppm、2005年：ND<0.02ppm

表17 古紙使用紙製品からのDMAB溶出量(添付資料1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
DMAB溶出濃度 (平均値)	ND	ND～1.4 (ND)	ND～2.2 (1.0)	ND～3.7 (1.7)	ND

サンプル数：15、ND<0.5ng/ml、
溶出条件：片面溶出、n-ヘプタンは25℃60分、それ以外は60℃30分
平均値はNDを定量下限の1/2として算出、JIS K 0312:2005

4.8 ジイソプロピルナフタレン (DIPN)

ジイソプロピルナフタレン (DIPN) は、PCB の代替品として感圧紙の発色剤溶解オイルに使用されていた。しかし、難分解性及び蓄積性を有することから、2004年9月に化審法で第一種監視化学物質とされ、その代替が進んでいる。ジイソプロピルナフタレンを含有する感圧紙が古紙に混入することにより、食品用途では主に古紙使用紙製品から検出されることが知られている。

1999年に報告された英国における食品包装容器の汚染状況調査では多くのサンプルから検出された。その最大値は44ppmであったがほとんどのサンプルは数ppmレベルであり、11サンプル中7サンプルで移行

がみられ、食品から0.06~0.89ppm検出されている^{54,55)}。2000年代の欧州では再生チップボールから最高値の94.9ppm、板紙やライナー、キッチンタオルなどから0.9~22.3ppm検出されている^{47,53)}。

国内では、食品擬似溶媒による溶出試験を行ったが、水や4%酢酸には溶出せず、20%エタノール、95%エタノール、ヘプタンに溶出した。その検出量はND~84.3ng/mlにわたったが、検出したほとんどのサンプルは数ng/ml以下のレベルであった(表18)(添付資料1)。

以上のことから、紙製品中のジイソプロピルナフタレンは安全性に問題はないと考えられる。

表18 古紙使用紙製品からのDIPN溶出量(添付資料1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
DIPN 溶出濃度 (平均値)	ND	ND	ND~0.4 (0.1)	0.4~79.9 (11.8)	ND~84.3 (6.1)

サンプル数：15、ND<0.1ng/ml、

溶出条件：片面溶出、n-ヘプタンは25℃60分、それ以外は60℃30分

平均値はNDを定量下限の1/2として算出、JIS K 0312:2005

4.9 ペンタクロロフェノール(PCP)

ペンタクロロフェノール(PCP)は防腐剤、殺菌剤として広く用いられていたが、その毒性から1990年に農薬登録が失効となり、国内では生産されていない。主に古紙使用紙製品から微量検出されているが、その由来としてはかつて木材の防腐剤として使用されたものの可能性もあるが明確ではない。

1996~1997年にイギリスで紙製食品容器の調査がされており、403サンプル中36サンプルから0.008~0.712ppm⁵⁶⁾の範囲で検出されその内17サンプルが0.1ppm以上であった。高濃度のPCPを検出した5サンプルを用いて食品への移行量も測定したが

検出されなかった⁵⁶⁾。

国内における古紙使用紙製品の含有量は表19に示すように、2001年のデータではND~0.11ppm⁴⁸⁾、2005年のデータではND~0.026ppmであった(添付資料2)。2003年の食品への移行を想定した溶出試験では4%酢酸やヘプタンには溶出しないが、水や20%エタノール、95%エタノールに溶出した。その溶出量は表20に示すように、ND~0.9ng/mlであり、検出されたほとんどのサンプルは1ng/ml以下であった(添付資料1)。

我が国の紙製品中のペンタクロロフェノール含有量は、英国と比較して低く、また

2001年から2005年で明らかに減少を示している。また、欧州評議会の政策綱領ではペンタクロロフェノールの紙中の限度値を0.15mg/kg (0.15ppm) と設定している。これは水で抽出した値であるが、我が国の製

品からの水による溶出量は1/500以下であった。

以上のことから、紙製品中のペンタクロロフェノールは安全性に問題はないと考えられる。

表 19 古紙使用製品中のペンタクロロフェノール含有量

年度	2001年 ⁴⁸⁾	2005年 添付資料2
サンプル数	12	12
PCP 材質濃度 (平均値)	ND~0.11 (0.041)	ND~0.026 (ND)

単位：ppm で ND<0.02ppm

表 20 古紙使用紙製品からのペンタクロロフェノール溶出量 (添付資料1)

溶出液	水	4%酢酸	20%エタノール	95%エタノール	n-ヘプタン
PCP 溶出量 (平均値)	ND~0.3 (0.1)	ND	ND~0.9 (0.3)	ND~0.2 (ND)	ND

サンプル数：15、ND<0.1ng/ml、

溶出条件：片面溶出、n-ヘプタンは25°C60分、それ以外は60°C30分

平均値はNDを定量下限の1/2として算出、JIS K 0312:2005

4.10 まとめ

紙製品の汚染物質として知られているダイオキシン、PCB、ビスフェノールA、ベンゾフェノン、ミヒラーズケトン、4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン、4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン、ジイソプロピルナフタレン及びペンタクロロフェノールについて、含有量及び溶出量の調査を行った。その結果、これらの化合物の含有量及び溶出量は現在では極めて低く、安全性に特に問題がないことが示唆された。

水銀や鉛、カドミウムなどの有害金属類、アゾ染料やその分解物の芳香族第一級アミン類、フタル酸エステル類などの化学物質、一般生菌数や大腸菌群などの微生物、抗菌活性や変異原性について現在試験を行っており、それらについて検討する予定である。

D. 結論

紙製器具・容器包装については、食品衛生法の規格基準も業界団体の自主基準も設定されておらず、各企業の個別の努力によりその安全性が確保されてきた。しかし、その内容は必ずしも公開されておらず理解されにくい。そこで、製紙業界をはじめ、関連する各業界が協同して、食品と接触して使用される紙製品に関する一貫した自主基準を策定する必要があることが確認された。

原紙の安全性を確保するために、製造時に使用する膨大な化学物質について調査を行い、安全性が保証され使用可能な物質のリスト(ポジティブリスト)を作成することとし、その作成手順を検討した。また、その後の加工工程の印刷インキ、接着剤等についても検討を行うこととした。

一方、再生紙については、その原料となる古紙回収システム、再生工程等について調査したところ、我が国の現状はかなり整備されており、安全性上の問題はほとんどないと考えられた。ただし、再生紙の安全性を十分に確保するため、今後、再生紙や対象食品の分類とそれぞれに対する要件について検討を行う。

また、再生紙を含む紙中の残存化学物質について、本年は文献と既存の試験データを中心に調査を行った。ダイオキシン、PCB、ビスフェノールA、ベンゾフェノン類等の残存量や溶出量は定量限界以下または極めて微量であり、それぞれが問題とされた時点よりも大きく減少していることが確認された。

平成18年度は自主基準のあり方、ポジティブリストの検討、再生紙における要件、紙製品中の残存物質の調査等を行い、紙製器具・容器包装の安全性確保のための枠組みを構築する予定である。

文 献

1. 紙製器具・容器包装

1. 平成16年度厚生労働科学研究費補助金
食品の安全性高度化推進研究事業
食品用器具・容器包装及び乳幼児用玩具
の安全性確保に関する研究 総括・分担
研究報告書 平成17年4月

2. ポジティブリスト

1. 王子製紙における製品の安全性確保への取組みとPRTR制度への対応、紙パルプ技術タイムス、2002年6月、p.7-11.
2. 紙パルプハンドブック 1998年版、日本製紙連合会

3. 再生紙

1. JIS P0001 1998 4004 紙
2. 古紙ハンドブック 2004 24ページ「品種別紙・板紙生産推移」より試算

3. 古紙標準品質規格 財団法人古紙再生促進センター

4. 古紙ハンドブック 2004 73ページ～ 古紙処理技術の進歩

5. 第12回需要業界別投入量調査結果 日本製紙連合会

6. 米国古紙標準品質規格(PS-2003) 古紙ハンドブック 2004 7ページ

7. ヨーロッパ古紙標準品目分類表(EN643) 古紙ハンドブック 2004 11ページ

4. 紙製器具・容器包装中の化学物質

1. Wiberg, K., Lundstrom, K., Glas, B., Rappe, C., PCDDs and PCDFs in consumer's paper products, Chemosphere, 19(1-6), 735-740(1989)
2. Beck, H., Eckart, K., Mathar, W., Wittkowski, R., Occurrence of PCDD and PCDF in different kinds of paper, Chemosphere, 17(1), 51-57(1988)
3. Talka, E., Experiences on the analysis of PCDDs and PCDFs in pulp and paper industry matrices, Fresenius J. Anal. Chem., 348, 121-125(1994)
4. Beck, H., Droß, A., Mathar, W., PCDD and PCDF levels in paper with food contact, Chemosphere, 25(7-10), 1533-1538(1992)
5. Lebel, G. L., Williams, D. T., Benoit, F. M., Chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans in consumer paper products, Chemosphere, 25(11), 1683-1690(1992)
6. Sullivan, M. J., LaFleur, L. E., Gillespie, W. J., Risks associated with potential dioxin exposure through consumption of coffee brewed using bleached pulp-based filters, Chemosphere, 19, 873-876(1989)

7. Hashimoto, S., Ito, H., Morita, M., Elution of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans from coffee filter papers, *Chemosphere*, 25(3), 297-305(1992)
8. 紙パルプ技術便覧第5版, p.683 (1992)
9. 紙パルプハンドブック, p.421 (1998)
10. Johnson, D. C., Conkle, J., Hashimoto, S., Minday, M., Simpson Tacoma Kraft operates dioxin-free with high-percentage ClO₂ substitution, *Tappi Journal*, 76(3), 89-98(1993)
11. 「平成12年度 環境負荷物質対策調査 (ECFによるダイキシン発生メカニズム及び排出実態調査) 報告書」 社団法人産業環境管理協会 (2001年3月)
12. Rappe, C., Glas, B., Kjeller, L. -O., Kulp, S. E., Levels of PCDDs and PCDFs in products and e ffluent from the Swedish pulp and paper industry and chloralkali process, *Chemosphere*, 20(10-12), 1701-1706(1990)
13. Rappe, C., Wagman, N., Trace analysis of PCDDs and PCDFs in unbleached and bleached pulp samples, *Organohalogen compounds*, 23, 377-381(1995)
14. Kitunen, V. H., Salkinoja-Salonen, M. S., Occurrence of PCDDs and PCDFs in pulp and board products, *Chemosphere*, 19(1-6), 721-726(1989)
15. Nakamata, K., Ohi, H., Removal and circulation of dioxins in a hardwood kraft pulp bleaching mill, *Journal of pulp and paper science*, 30(6), 165-171(2004)
16. de Voogt, P., Klamer, J. C., Brinkman, U. A. Th., Identification and quantification of polychlorinated biphenyls in paper and board using fused silica capillary gas chromatography, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 32, 45-52 (1984)
17. Kuchen, A., Blaser, O., Quantification of PCB by dechlorination to biphenyl, *Fresenius Z Anal. Chem.*, 326, 747-750(1987)
18. Storr-Hansen, E., Rastogi, S. C., Polychlorinated biphenyls and heavy metal levels in recycled paper for household use, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 40, 451-456(1988)
19. Food surveillance information sheet Number 174, "Survey of retail paper and board food packaging materials for polychlorinated biphenyls(PCBs)", Food Standard Agency, MAFF UK(1999)
20. Binderup, M.L., Pedersen, G.A., Vinggaard, A. M., Rasmussen, E. S., Rosenquist, H., Cederberg, T., Toxicity testing and chemical analyses of recycled fibre-based paper for food contact, *Food Additives and Contaminants*, 19, 13-28(2002)
21. 原田裕文、観照雄、植田忠彦、竹内正博、江波戸拳秀、鎌田国広、戸谷哲也、東京都におけるPCBおよび紙製品中のPCB含有量、*東京衛研年報*、23, 111-122, (1971)
22. 山野辺秀夫、天川映子、鈴木助治、小泉清太郎、戸谷哲也、東京都におけるPCB汚染の実態について (第2報) 食品中のPCB含有量について、*東京衛研年報*、25, 119-126, (1974)
23. 山野辺秀夫、天川映子、鈴木助治、小泉清太郎、戸谷哲也、東京都におけるPCB汚染の実態について (第3報) 食品中のPCB含有量について、*東京衛研年報*、

- 26, 134-138, (1975)
24. 山野辺秀夫、天川映子、鈴木助治、小泉清太郎、戸谷哲也、松本茂、東京都における PCB 汚染の実態について (第 4 報) 食品中の PCB 含有量について、東京衛研年報、27, 132-135, (1976)
25. 山崎清子、山野辺秀夫、鈴木助治、小泉清太郎、原田裕文、東京都における PCB 汚染の実態について (第 5 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、28, 107-110, (1977)
26. 山崎清子、山野辺秀夫、鈴木助治、原田裕文、東京都における PCB 汚染の実態について (第 6 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、29-1, 234-237, (1978)
27. 山崎清子、山野辺秀夫、鈴木助治、原田裕文、東京都における PCB 汚染の実態について (第 7 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、30-1, 133-136, (1979)
28. 山崎清子、山野辺秀夫、鈴木助治、原田裕文、東京都における PCB 汚染の実態について (第 8 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、31-1, 149-152, (1980)
29. 山崎清子、雨宮敬、鈴木助治、風間成孔、吉原武俊、東京都における PCB 汚染の実態について (第 9 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、32-1, 151-154, (1981)
30. 山崎清子、水石和子、竹内正博、吉原武俊、東京都における PCB 汚染の実態について (第 10 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、33, 182-185, (1982)
31. 岸本清子、水石和子、竹内正博、吉原武俊、東京都における PCB 汚染の実態について (第 11 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、34, 142-145, (1983)
32. 岸本清子、竹内正博、吉原武俊、東京都における PCB 汚染の実態について (第 12 報) 食品中の PCB 含有量調査、東京衛研年報、35, 175-178, (1984)
33. 植田忠彦、竹内正博、水石和子、山野辺秀夫、渡辺四男也、東京都における PCB 汚染の実態について (第 14 報) 食品および器具、容器類中の PCB 含有量、東京衛研年報、37, 158-162, (1986)
34. 植田忠彦、竹内正博、水石和子、山野辺秀夫、渡辺四男也、東京都における PCB 汚染の実態について (第 15 報) 食品および器具、容器類中の PCB 含有量、東京衛研年報、38, 173-176, (1987)
35. 植田忠彦、竹内正博、水石和子、山野辺秀夫、渡辺四男也、東京都における PCB 汚染の実態について (第 16 報) 食品および器具、容器類中の PCB 含有量、東京衛研年報、39, 104-107, (1988)
36. 植田忠彦、渡辺四男也、東京都における PCB 汚染の実態について (第 17 報) 食品および器具、容器類中の PCB 汚染の推移、東京衛研年報、40, 115-120, (1989)
37. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 1994、p. 39(1994)
38. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 1997、p. 21(1997)
39. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 1998、p. 29(1998)
40. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 1999、p. 22(1999)
41. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 2000、p. 18(2000)
42. 東京都食品環境指導センター、くらしの衛生特集号食品衛生データブック 2001、p. 18(2001)

43. 東京都食品環境指導センター, 暮らしの衛生特集号食品衛生データブック 2002, p.17(2002)
44. 「平成 14 年度食品用容器包装等の PCB 検査結果」大阪府健康福祉部食の安全推進課 HP, <http://www.pref.osaka.jp/shokuhin/pcb/pcb.htm> (2002)
45. 尾崎麻子, 食品用の紙・板紙製容器包装, 生活衛生, 49(3), 135-143(2005)
46. 「ビスフェノール A のリスク管理の現状と今後のあり方」(2003 年 5 月中間報告書(4.2.2. 各用途別使用実態) p.4-6)、(独)製品評価技術基盤機構 ビスフェノール A リスク評価管理研究会 (2005)
47. Vinggaard, A. M., Korner, W., Lund, K. H., Bolz, U., Petersen, J. H., Identification and quantification of estrogenic compounds in recycled and virgin paper for household use as determined by an in vitro yeast estrogen screen and chemical analysis, *Chem. Res. Toxicol.*, 13, 1214-1222 (2000)
48. Ozaki, A., Yamaguchi, Y., Fujita, T., Kuroda, K., Endo, G., Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging, *Food Chem. Toxicol.*, 42, 1323-1337(2004)
49. Food surveillance information sheet Number 06/00, "Benzophenone from carton board", Food Standards Agency, UK(2000)
50. Food surveillance information sheet Number 72, "Curing agents in carton board food packaging", Food Standards Agency, MAFF UK (1995)
51. Castle, L., Damant, A. P., Honeybone, C. A., Johns, S. M., Jickells, S. M., Gilbert, J., Migration studies from paper and board food packaging materials. Part2. Survey for residues of dialkylaminobenzophenone UV-cure ink photoinitiators, *Food Additives and Contaminants*, 14(1), 45-52(1997)
52. Food Surveillance Paper No. 38, "Progress report of the working party on chemical contaminants from food contact materials:1988 to 1992", MAFF UK(1993)
53. Nerin, C., Asensio, E., Jimenez, C., Supercritical fluid extraction of potential migrants from paper and board intended for use as food packaging materials, *Anal. Chem.*, 74, 5831-5836 (2002)
54. Mariani, M. B., Chiacchierini, E., Gesumundo, C., Potential migration of diisopropyl naphthalenes from recycled paperboard packaging into dry foods, *Food Additives and Contaminants*, 16(5), 207-213(1999)
55. Food surveillance information sheet Number 169, "Diisopropylnaphthalenes in food packaging made from recycled paper and board", Food Standard Agency, MAFF UK(1999)
56. Food surveillance information sheet Number 139, "Survey of pentachlorophenol in paper and board packaging used for retail foods", Food Standards Agency MAFF UK (1997)

食品用紙製品からのビスフェノール A 及びベンゾフェノン類の溶出

河村 葉子 (国立医薬品食品衛生研究所)、尾崎 麻子 (大阪市環境科学研究所)

【 試験方法 】

1. 試料

No.1~11 : 食品が包装されていた紙箱, No.12~15 : 食品用の箱として販売されていたもの
No.16~21 : バージンパルプ紙製品

2. 試薬

Bisphenol A (BPA, 99%以上, 試薬 1 級), 4-(Dimethylamino)benzophenone (DMAB, 97%以上),
4,4'-Bis(dimethylamino)benzophenone (Michler's ketone, MK, 97%以上),
4,4'-Bis(diethylamino)benzophenone (DEAB, 98%以上, 試薬 1 級), Pentachlorophenol (PCP, 90%
以上), 2,6-Diisopropyl-naphthalene (DIPN, 99%以上, 試薬特級) 以上東京化成工業(株)製

Benzophenone (BZ, 99%以上): 和光特級, 和光純薬工業(株)製

エタノール, ジクロロメタン, ヘキサン, 無水硫酸ナトリウム, 塩化ナトリウム: 残留農薬試験用;
酢酸, ヘプタン: 試薬特級 以上和光純薬工業(株)製

N,O-ビス(トリメチルシリル)トリフルオロアセトアミド (BSTFA): 99%以上, シグマアルドリ
ッチジャパン製

3. GC/MS 測定条件

装置: ガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS): GC 6890, MS 5973N, 以上 Agilent 社製; コ
ンピューター Vectra VL, Hewlett Packard 社製

カラム: DB-1 (長さ 15 m, 内径 0.25 mm, 膜厚 0.1 μ m) Agilent 社製,

カラム温度: 50°C - 20°C/min - 300°C, 注入口温度: 250°C, インレット温度: 280°C,

キャリアーガス: He 3.0 mL/min (定流量), 注入量: 1 μ L,

イオン化電圧: 70 eV, イオン加速電圧: 1.6 kV, 測定モード: SCAN (m/z 40~700) 及び SIM

4. 試験溶液の調製

1) 材質試験

印刷面のインクの影響を除くために, 印刷面があるものはあらかじめ剥離除去した. 約 1 cm 角に
細切した試料 2~5 g にエタノール 100 mL を加え, 2 時間還流抽出した. 抽出液を分液ロートに移し
て 2% NaCl 500 mL を加え, ジクロロメタン 50 mL で 2 回抽出した. ジクロロメタン層を硫酸ナト
リウムで脱水して濃縮乾固し, ヘキサンを加えて 4~10 mL に定容した. この 1 mL に BSTFA 100 μ L
を加え, 密栓後よく振り混ぜて室温で 1 時間放置し, トリメチルシリル (TMS) 化した後, 窒素気流
下で 0.5 mL まで濃縮し, ヘキサンを加えて 1 mL に定容したものを試験溶液とした.

2) 溶出試験

溶出面積 50 cm² の片面溶出器に, 食品との接触面が溶媒と接するように試料を装着し, 試験温度に
加温した食品擬似溶媒 100 mL を注ぎ入れて恒温チャンパーに静置した. 溶出条件は各項目で指定す
る条件に従い, 食品擬似溶媒として水, 20%エタノール 95%エタノール及び 4%酢酸を用いた場合は
60°C で 30 分間, ヘプタンを用いた場合は 25°C で 60 分間とした.

上記の操作で得られた水及び 20%エタノール溶出液は, 分液ロートに移して 5% NaCl 300 mL を
加え, ジクロロメタン 50 mL で 2 回抽出を行った. 硫酸ナトリウムで脱水後, エバポレーターで減
圧乾固し, ジクロロメタン 1 mL に溶解させた. 4%酢酸溶出液は, 10 mol/L NaOH 約 6 mL を加え
て pH7 に調整した後, 水及び 20%エタノール溶出液と同様に操作した. ヘプタン及び 95%エタノ
ール溶出液は, エバポレーターでほぼ乾固し, ジクロロメタン 1 mL に溶解させた.

各ジクロロメタン溶液に BSTFA を 50 μ L 加え, 密栓後よく振り混ぜて室温で 1 時間放置し, TMS
化を行った. 減圧遠心濃縮器により濃縮後, ヘキサンで 1 mL に定容したものを試験溶液とした.

なお, 4%酢酸の溶出液については, 試験溶液と液性が同じになるよう調製した標準溶液を用いて
検量線を作成し定量した.

5. 添加回収試験

5 種類の溶出溶媒各 100 mL に BPA, BZ 及び DEAB を各 1 μ g, DMAB を 5 μ g 及び MK を 10
 μ g 添加し, 溶出試験の試験溶液の調製法に従って操作し, 添加回収率を求めた.

【 結 果 】

Table 1. 試料一覧

No.	Sample	Type of paper	Coating of inner layer ^{*)}
1-6	箱 (Cake)		
7	箱 (Bread)		
8	箱 (Fried chicken)		
9	箱 (Donuts)		
10-11	箱 (Pizza)		
12-13	箱 (Cake box)		
14	箱 (Lunch box)		
15	箱 (Lunch box)	Recycled pulp 70%	Oil and water resistance
16	使い捨て皿	Virgin pulp 100%	
17	使い捨てコップ	Virgin pulp 100%	Polyethylene
18	コーヒーフィルター	Virgin pulp 100%	
19	キッチンタオル	Pulp 100%	
20	ナプキン	Pulp 100%	
21	天ぷら敷き紙	Pulp 80%, kenaf 20%	

Table 2. 7化合物の添加回収試験 (溶出試験)

Solvent	回収率 (%)						
	BPA	PCP	BZ	DMAB	MK	DEAB	DIPN
Water	118.2±7.9	76.4±2.6	113.8±0.9	84.5±12.6	79.9±9.3	110.2±4.7	63.9±5.8
4% AA	95.1±3.0	100.3±1.2	94.9±0.5	97.1±0.2	82.3±1.2	92.4±1.7	77.7±0.4
20% EtOH	82.4±1.7	79.5±11.8	117.0±16.1	92.1±5.4	89.5±5.3	108.7±11.6	65.5±6.0
95% EtOH	114.0±8.5	85.5±8.3	71.7±8.0	100.1±2.5	99.0±4.2	100.7±8.6	64.0±2.3
Heptane	91.4±2.1	83.4±2.2	112.4±2.5	106.9±2.4	105.6±1.8	128.4±2.8	93.6±2.2

Results are mean±S.D. of 3-5 trials. AA:acetic acid

Spiked amount (ng/mL) : BPA, PCP, BZ, DEAB and DIPN;10, DMAB;50, MK;100

Table 3. 再生紙製品中の5化合物の含有量

Sample No.	Content (ng/g)				
	BPA	BZ	DMAB	MK	DEAB
1	450	110	380	680	240
2	490	130	420	800	260
3	580	130	420	800	260
4	1200	4400	380	680	220
5	1000	100	420	800	260
6	300	470	400	880	300
7	4200	94	420	840	820
8	770	88	440	800	220
9	1100	160	500	1000	380
10	840	380	440	2500	420
11	1000	390	420	1400	320
12	920	290	480	1400	320
13	520	120	380	800	260
14	650	90	440	920	240
15	220	220	360	600	nd
mean	950	480	420	990	320

Detection limit (ng/g): DEAB nd <200

Table 4. バージン紙製品中の7化合物の含有量

Sample No.	Content (ng/g)						
	BPA	BZ	DMAB	MK	DEAB	PCP	DIPN
16	110	26	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	130	nd	nd	nd	nd	48
18	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	940	nd	nd	nd	nd	nd
20	78	112	nd	nd	nd	nd	nd
21	30	36	nd	nd	nd	nd	nd

Detection limit (ng/g): BPA, PCP, BZ and DIPN ND<20, DEAB and DMAB ND<200, MK ND<400

Table 5. ビスフェノール A (BPA) の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)					
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane	
1	1.2	1.3	3.3	2.1	nd	
2	1.9	3.2	4.5	2.0	nd	
3	1.8	1.9	4.6	3.3	nd	
4	4.0	2.3	5.1	5.3	nd	
5	3.0	3.9	7.4	1.9	nd	
6	2.3	0.9	3.4	1.8	nd	
7	7.9	18.6	18.7	16.2	0.5	
8	1.4	1.6	4.9	2.9	nd	
9	1.5	3.9	3.5	5.8	nd	
10	nd	1.3	2.4	1.7	nd	
11	nd	1.5	1.9	3.2	nd	
12	0.6	nd	1.0	0.6	nd	
13	nd	0.8	4.0	2.0	nd	
14	1.7	0.8	4.8	2.5	nd	
15	0.6	0.6	1.6	2.0	nd	
16	nd	nd	nd	nd	nd	
17	nd	nd	nd	nd	nd	
18	nd	nd	nd	nd	nd	
19	nd	nd	nd	nd	nd	
20	nd	nd	nd	nd	nd	
21	nd	nd	nd	nd	nd	

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.5 ng/mL

Table 6. ベンゾフェノン (BZ) の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	nd	nd	0.6	0.9	nd
2	nd	nd	1.4	1.4	nd
3	nd	nd	nd	1.0	nd
4	12.1	7.5	27.2	18.9	2.4
5	nd	nd	nd	0.6	nd
6	nd	nd	3.0	5.5	3.6
7	nd	nd	nd	1.6	nd
8	nd	nd	nd	0.6	nd
9	nd	nd	nd	0.8	nd
10	nd	nd	nd	0.7	nd
11	nd	nd	1.5	0.2	nd
12	nd	nd	nd	0.2	nd
13	nd	nd	nd	1.4	nd
14	nd	nd	1.1	1.0	nd
15	nd	nd	nd	2.3	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.1 ng/mL

Table 7. 4-(dimethylamino)benzophenone (DMAB) の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	nd	nd	nd	1.3	nd
2	nd	nd	1.6	2.0	nd
3	nd	nd	1.4	2.3	nd
4	nd	nd	1.1	1.9	nd
5	nd	nd	1.3	1.2	nd
6	nd	nd	2.2	2.6	nd
7	nd	nd	1.8	3.7	nd
8	nd	nd	nd	1.5	nd
9	nd	1.4	nd	2.4	nd
10	nd	nd	nd	nd	nd
11	nd	nd	nd	nd	nd
12	nd	nd	nd	nd	nd
13	nd	nd	1.3	2.3	nd
14	nd	nd	2.2	2.3	nd
15	nd	nd	nd	1.5	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.5 ng/mL

Table 8. Michler's ketone (MK)の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	nd	nd	nd	2.9	nd
2	nd	nd	nd	2.7	nd
3	nd	nd	3.1	5.5	nd
4	nd	nd	1.8	4.9	nd
5	nd	nd	1.6	3.4	nd
6	nd	nd	6.8	7.5	nd
7	nd	nd	3.0	9.0	nd
8	nd	nd	nd	2.9	nd
9	nd	nd	nd	4.8	nd
10	nd	nd	nd	nd	nd
11	nd	nd	nd	nd	nd
12	nd	nd	nd	1.9	nd
13	nd	nd	1.3	5.0	nd
14	nd	nd	3.7	5.6	nd
15	nd	nd	nd	3.3	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 1.0 ng/mL

Table 9. 4,4'-Bis(diethylamino)benzophenone (DEAB)の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	nd	nd	nd	1.3	0.7
2	nd	nd	0.2	1.7	1.8
3	nd	nd	0.4	1.9	4.6
4	nd	nd	0.2	1.4	2.8
5	nd	nd	nd	1.2	0.9
6	nd	nd	0.8	3.7	5.1
7	nd	nd	0.7	10.6	8.5
8	nd	nd	nd	1.0	nd
9	nd	nd	nd	2.3	3.0
10	nd	nd	nd	nd	nd
11	nd	nd	nd	2.2	nd
12	nd	nd	nd	nd	nd
13	nd	nd	0.3	1.9	5.2
14	nd	nd	0.4	3.8	8.0
15	nd	nd	nd	8.7	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.1 ng/mL

Table 10. Pentachlorophenol (PCP) の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	0.2	nd	0.2	nd	nd
2	0.3	nd	0.9	nd	nd
3	0.1	nd	0.3	0.1	nd
4	0.3	nd	0.3	0.2	nd
5	0.2	nd	0.4	nd	nd
6	0.1	nd	0.2	nd	nd
7	0.2	nd	0.4	nd	nd
8	nd	nd	nd	nd	nd
9	nd	nd	nd	nd	nd
10	0.1	nd	0.1	nd	nd
11	nd	nd	nd	nd	nd
12	nd	nd	nd	nd	nd
13	0.1	nd	0.3	0.1	nd
14	nd	nd	0.7	0.1	nd
15	nd	nd	nd	nd	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.1 ng/mL

Table 11. Diisopropylnaphthalene (DIPN) の紙製品からの溶出

Sample No.	Migration level (ng/mL)				
	Water	4% Acetic acid	20% Ethanol	95% Ethanol	<i>n</i> -Heptane
1	nd	nd	nd	5.1	nd
2	nd	nd	nd	6.2	nd
3	nd	nd	nd	6.8	nd
4	nd	nd	nd	7.5	2.4
5	nd	nd	nd	4.3	nd
6	nd	nd	nd	3.6	3.6
7	nd	nd	nd	12.7	nd
8	nd	nd	0.2	5.8	nd
9	nd	nd	0.4	79.9	84.3
10	nd	nd	nd	0.4	nd
11	nd	nd	nd	1.0	nd
12	nd	nd	0.4	0.8	nd
13	nd	nd	nd	5.5	nd
14	nd	nd	nd	14.1	nd
15	nd	nd	nd	23.1	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	1.2	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd
19	nd	nd	nd	nd	nd
20	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd

Migration condition: *n*-heptane 25°C 60 min, other solvents 60°C 30 min, nd < 0.1 ng/mL

紙製食品容器包装中の化学物質の分析結果（材質）概要

<測定試料>

番号	箱分類	入手	入手地
1	ケーキ	2004.10	銀座
2		2005.01	横浜
3		2005.01	千代田区
4		2004.12	東京
5	ドーナツ	2005.01	川崎
6		2004.12	新宿
7	フライドチキン	2005.01	川崎
8		2004.12	川崎
9	ポテト	2004.12	東京
10	ピザ	2004.12	渋谷
11		2004.11	横浜
12		2004.12	南行徳
13	豚饅	2005.02	大阪市
14	シュークリーム	2005.02	大田区

<分析方法>

- ①1cm 角に切った試料約 2.5g に内部標準としてビスフェノールA-d16 とベンゾフェノン-d10 を添加
- ②エタノール 100ml を用いてソックスレー抽出を行う（3 時間）
- ③エバポレーターにて濃縮乾固、ジクロロメタンに溶解
- ④ジクロロメタンにて正確に 5ml とする
- ⑤芒硝を添加、脱水後に 1 ml とり BSTFA100 μ l 添加（TMS 化）
- ⑥GC/MS（日本電子 JMS700 SIM 法）による一斉分析を行った

<結果概要>

紙製食品容器包装中の化学物質の含有量

物 質	検出範囲 ppm (平均値)
ビスフェノールA	ND-0.86 (0.30)
ミヒラーズケトン	ND-0.43 (0.17)
ペンタクロロフェノール	ND-0.026 (ND)
ベンゾフェノン	ND-0.37 (0.083)
4,4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン	ND-2.7 (0.61)
4-(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン	0.043-0.24 (0.11)

定量下限はすべて 0.02ppm

平均値は ND を定量下限の 1/2 として算出、JIS K 0312:2005

ガラス、陶磁器及びホウロウ引き製品の規格基準に関する研究

主任研究者 河村 葉子 国立医薬品食品衛生研究所
分担研究者 六鹿 元雄 国立医薬品食品衛生研究所

研究要旨

食品衛生法の陶磁器、ガラス、ホウロウ引きの器具又は容器包装の材質別規格はカドミウム及び鉛の溶出制限からなる。これらの規格は国際標準化機構（ISO）の当時の規格をもとに1986年に制定されたものである。しかし、これらの器具・容器包装にかかわるISO規格は近年相次いで改正されたり新規に設定され、ISO 4531(1998) ホウロウ、ISO 6486(1999) 陶磁器製品、ガラスセラミック製品及びガラス製食器、及びISO 7086(2000) ガラス製中空容器となっている。昨年度はこれらのISO規格について全文を翻訳するとともにその内容の検討を行ったが、今年度は、現行の規格基準をISO規格と整合化させる場合の問題点等について検討を行い、改正素案を作成した。

現行の食品衛生法では、ガラス、陶磁器及びホウロウ引き製器具及び容器包装の規格基準は3種類の材質で共通の規格基準となっているが、新しいISO規格では材質毎に溶出限度値が異なる。これらの溶出限度値は安全性に配慮して、材質毎に特性をふまえて出来る限り低い限度値が設定されており、現行法よりもかなり厳しいものである。そこで、溶出限度値及び試料の区分については国際標準であるISO規格に整合化することが適当と判断した。ただし、陶磁器のカップ・マグの規格はそれらの定義が不十分であること、ホウロウ引きの飲み口の規格は食品と接触していない面の規格であることなどから、導入は適当ではないと考えられた。また、試験法については、ISO規格の試験法と現行法は基本的には同じであり現行法を大きく変更する必要はない。また、ISO規格で定める試料採取数、試験方法の詳細、判定法、バリデーション、試験報告書の記載法などについては、食品衛生法の他の規格基準との整合性などから、明記する必要はないと判断された。さらに我が国の伝統的な工芸品である鉛含有の釉薬や絵具を用いる陶磁器について、その伝統を尊重しながら消費者の安全性を確保するための方策を検討した。

これらをもとに、ガラス製、陶磁器製又はホウロウ引きの器具又は容器包装の材質別規格の改正素案を作成した。この改正素案は、ガラス、陶磁器、ホウロウ引きのいずれの材質においても、現行法よりも厳しいカドミウムおよび鉛の溶出限度値となっており、これらの器具及び容器包装の安全性向上に資するものとする。

研究協力者

小川晋永、鈴木蕃、加藤隆也
社)日本硝子製品工業会
山田守之 日本硝子食器工業会
荻野剛弘 日本陶業連盟
松島安男 日本陶磁器工業協同組合連合会
安井享二 日本陶磁器産業振興協会
佐藤軍司 日本陶磁器卸商業協同組合連合会
平井敏夫 岐阜県セラミックス技術研究所
近藤展眞 多治見市陶磁器意匠研究所
大野登美藏 社)日本瑛瑯工業会

A. 研究目的

食品衛生法の「ガラス製、陶磁器製又はホウロウ引きの器具又は容器包装」の材質別規格は1986年に制定された。この規格は当時の国際標準化機構 (ISO) の規格に準拠して制定された。しかし、ガラス、陶磁器及びホウロウ引きにかかわるISO規格が1998~2000年に相次いで改正されまたは新規に設定され、ISO 4531 (1998) ホウロウ、ISO 6486 (1999) 陶磁器製品、ガラスセラミック製品及びガラス製食器、及びISO 7086 (2000) ガラス製中空容器となった。そこで、昨年度はこれらのISO規格について全文を翻訳するとともにその内容の検討を行った。今年度は、現行の規格基準をISO規格と整合化させる場合の問題点等について検討を行い、これらをもとに、ガラス、陶磁器及びホウロウ引き製器具若しくは容器包装又はこれらの原材料の規格基準の改正素案を作成することとした。

B. 研究方法

現行の食品衛生法のガラス製、陶磁器製またはホウロウ引きの器具若しくは容器包装又はこれらの原材料の材質別規格と、ISO 4531

ホウロウ引き製品からの鉛及びカドミウムの溶出、ISO 6486 陶磁器製品及びガラス製食器からの鉛及びカドミウムの溶出、ISO 7086 ガラス製中空食器からの鉛及びカドミウムの溶出の3種類のISO規格について内容を比較検討し、整合化する場合の留意点、問題点等を明らかにするとともに、現行法の改正素案を作成した。

C. 研究結果及び考察

1. 現行法とISO規格の整合化とその問題点

1) 現行法とISO規格の整合化

① ISO規格

現行の「ガラス製、陶磁器製またはホウロウ引きの器具又は容器包装」の材質別規格は、「食品、添加物等の規格基準 (昭和37年厚生省告示370号)」の「第3 器具及び容器包装 D 器具若しくは容器包装又はこれらの原材料の材質別規格」に記載されている。この規格は当時のISO規格に準拠して制定されたものであることから、改正されたISO規格について検討を行い、必要な事項を反映させていく必要がある。

しかも、1994年には技術的貿易障壁に関する協定 (Agreement on Technical Barriers to Trade: TBT協定) が調印され、1995年には世界貿易機関 (WTO) が設立され、WTOによりISO規格は国際規格として認定されている。WTOは加盟国に対して、国家規格を策定する際にはISOのような国際規格を基礎として用いるように要求している。そのため、もしISOと異なる規格を制定する場合には、十分な科学的根拠を必要とする。

また、ISO 6486及びISO 7086の序文の中でこれらの規格の目的を以下のように述べている。「食品の調理、配膳及び貯蔵用に使われる当該製品が、不適切な配合、加工により

製造された場合に、その使用によって引き起こされる可能性のある危険から人々を確実に守る効果的な方法が必要である。」また、「当該製品から溶出する有害物質に対する各国の異なった規制は非関税障壁になる。そのためカドミウム及び鉛の溶出に関する国際的に承認された試験法を策定し、有害な重金属溶出の許容量を定義する必要がある。」これらはいずれも我が国の規格基準を考える上でも極めて重要なポイントである。

② ISO規格値と安全性

WHOによる暫定耐容一週間摂取量(PTWI)は、カドミウムが0.007 mg/kg bw (体重50 kgの場合には1日あたり0.05 mg)、鉛が0.025 mg/kg bw (同 0.18 mg) とかなり低い。しかも、カドミウム及び鉛は環境中に広く存在し、食品、飲料水、空気など様々な媒体を介して暴露されている。そのため、WHOやCodex (国際食品規格)において、食品由来のカドミウム及び鉛の低減化が大きな課題となっており、器具・容器包装についても極力低くすることが求められている。

ISO 4531(1998) ホウロウ、ISO 6486(1999) 陶磁器製品、ガラスセラミック製品及びガラス製食器、及びISO 7086(2000) ガラス製中空容器で定めるカドミウム及び鉛の溶出限度値は、従前のISO規格よりも大幅に引き下げられている。しかし、それぞれの数値の設定根拠は示されておらず、問い合わせでも明確にはならなかった。ただし、この点に関連してISO 6486及びISO 7086の緒言に下記のように記されている。

「当該規格の中で規定されている鉛及びカドミウム溶出の許容限度値は、金属の摂取量の安全性の目安として設定することを意図したのではなく、関係業界における優良製造規範に対応し、世界の主要市場における規制

に適合させたものであり、かつ、これらの金属の暴露量を全般的に減らそうとする目的を考慮したものである。」すなわち、これらの規格値は安全性に十分配慮しながら、材質毎に現在の製造方法でできる限り低く抑えるように設定した値であるという。

3種類のISO規格の中で定めるカドミウム及び鉛の溶出限度値は、材質、形状、用途などに応じて異なる数値が設定されている。それらのうち最も緩いとみなされるカドミウム0.5 mg/L、鉛2 mg/Lという溶出限度値の器具の場合、それに接触する食品を100 g摂取すると、カドミウム及び鉛の摂取量は0.05 mg及び0.2 mgとなりPTWIと同程度になる。ただし、これは4%酢酸で22℃24時間の溶出試験を行った場合の溶出量であり、器具・容器包装にとっては、極めて過酷な条件における最悪の状況設定といえる。実際の生活でこれらの器具・容器包装を用いる条件ははるかに穏やかであり、食品への溶出が生じたとしても、摂取されるカドミウム及び鉛ははるかに少なくなる。

③ 現行法へのISO規格の導入

新しいISO規格が定めるカドミウムと鉛の溶出限度値は、従前のISO規格や現行の食品衛生法の規格値と比較して大幅に低減されており、より安全性を指向した規格である。また、これらの規格設定の目的がガラス、陶磁器及びホウロウ引き製品の安全性確保とともに、国際的に統一された規格設定を目指すものであるということから、我が国の現行の規格基準の見直しにあたっては、ISO規格を基にして検討することが適当と判断された。

ただし、これらのISO規格をそのまま現行法に導入するならば、様々な問題が派生する可能性がある。そこで、考えられる問題点を摘出し、対応を検討することとした。