

紙製器具・容器包装の安全性確保に関する研究

主任研究者 河村 葉子 国立医薬品食品衛生研究所
研究協力者 新井 直人、小室 晴美、小林 克宏、磯部 泰佐
宮川 孝 日本製紙連合会

研究要旨

食品用器具及び容器包装の分野において、紙製品は段ボール箱、化粧箱、包装紙、紙袋、カップ、トレイ、蓋材、グラシン紙、コーヒーフィルター、ティーバッグ、紙ナプキン等極めて広範囲に使用されている。紙は原料が天然由来であり、しかもこれまであまり大きな問題が起こっていないという歴史的な経緯から、食品衛生法において紙製器具・容器包装の材質別規格は設定されておらず、一般規格の着色料、通知の蛍光物質やPCB等の規制が行われているのみである。しかし、紙製品には天然由来の原料のほか、製造助剤、添加剤等の様々な化学物質が添加されており、また再生紙では原料古紙に由来する化学物質の汚染も懸念された。

そこで、海外の規制や規格基準等の調査を行い、特に欧州評議会政策綱領の決議及びその技術文書について詳細に検討した。また紙・板紙に含有される可能性のある化学物質の調査を行った。それらをもとに我が国の紙製器具及び容器包装の安全性を確保するための方策について検討した。

今年度は、2005年に改訂された欧州評議会政策綱領第2版について検討を行いその全訳を別冊にまとめた。また、紙及び板紙について、重金属類（鉛、カドミウム、水銀、クロム）、芳香族第一級アミン類及びアゾ色素類、フタル酸エステル類、フェノール、ホルムアルデヒド、多環芳香族炭化水素、蛍光物質、溶剤類などの化学物質のほか、抗菌活性、Ames試験、全体及び表層の一般生菌数についても試験を行った。また、製紙工程で使用する化学物質及び各種規制物質の調査を行い、ポジティブリスト作成に向けてそれらの化学物質のデータベースの構築を開始した。また、安全性に問題があるため使用してはいけない物質のリスト（ネガティブリスト）を作成した。さらに、製紙工程での紙及び板紙の安全性を確保するために、紙・板紙及び古紙を原料とする紙・板紙の製造に関する指針を検討した。

これらをもとに日本製紙連合会では「食品に接触することを意図した紙・板紙の自主基準（案）」を作成し、また（社）日本印刷産業連合会は「直接食品と接触する紙製容器包装に使用する原材料及びその取り扱いに関する自主基準（案）」、全国段ボール工業組合連合会は「食品の直接接触に係る段ボール箱の自主基準（案）」を検討した。

また、食品衛生法の規制物質のうち、PCBについては長年にわたって混入が認められないことから、すでに規制は不要と判断される。また、蛍光物質については食品以外の分

野で使用される蛍光物質に著しい毒性を有するものはなく、食品用途には使用しないという現行の規制の継続が適当と考えられた。一方、材質別規格については、今回の調査で特に安全性に懸念がある物質は認められなかったこと、業界団体の自主規格として重金属試験が設定されることなどから、直ちに設定する必要はないと結論された。

今回の研究では、紙製器具・容器包装を様々な角度から検討しその安全性を確認した。今後、国内の各業界団体が自主基準を整備することにより紙製器具・容器包装の安全性が一段と向上し、消費者の食に対する安心・安全に貢献するものと期待される。

研究協力者

小室晴美、松原喜久憲、柚 佳次郎、
田原寿夫、東川好広、吉竹顕智、
大内龍二、小林克宏、薄衣洋一、
大橋玲二、磯部泰佐、進藤操資、
内山幸裕、濱 幸人、中俣恵一、
桑野 仁、柳田 明、片山竜一、岡崎厚治、
川井達行、二宮生吉、住田 剛、田口 満、
宮川 孝、二瓶 啓、小堀勝彦、前田直史、
稲田 治、新井直人：日本製紙連合会
山村重夫、茂木 修、後藤敏生：化成品工業協
会
野崎博勝：印刷インキ工業連合会
中川善博、飯島 淳、大熊 修、池田政寛
：(社)日本印刷産業連合会
白土猛康：印刷工業会
辻井芳彦、多田国昭、土屋暢一、杉山繁哉、
椿山佳明、江刺家 敏：(社)日本乳容器・
機器協会
佐藤一登、射場 勉、池田 譲、牧村隆雄、内
田恒彦：全国段ボール工業組合連合会
大西健一：全日本紙器段ボール箱工業組合連
合会
六鹿元雄：国立医薬品食品衛生研究所

上記以外のグループ研究協力者

林谷秀樹：東京農工大学大学院
金子令子：東京都健康安全研究センター
尾崎麻子：大阪市環境科学研究所
三宅大輔：(財)日本食品分析センター

松林克明、直原孝之：日本製紙連合会
岩田廣道：化成品工業協会
鈴木啓泰、鈴木 敏、鈴木一人：(社)日本乳
容器・機器協会

A. 研究目的

食品用器具及び容器包装の分野において紙製品は段ボール箱、化粧箱、包装紙、紙袋、カップ、トレイ、蓋材、グラシン紙、コーヒーフィルター、ティーバッグ、紙ナプキン等極めて広範囲に使用されている。しかし、紙は原料が天然由来であり、しかもこれまであまり大きな問題が起こっていないという歴史的な経緯から、食品衛生法では紙製器具・容器包装の材質別規格は設定されておらず、一般規格の着色料、通知の蛍光物質やPCB等の規制が行われているのみである。

しかし、紙製品には天然由来の原料のほか、製造助剤、添加剤等の様々な化学物質が添加されており、また再生紙では原料古紙に由来する化学物質の汚染も懸念された。

そこで、海外の規制や規格基準等の調査を行い、特に欧州評議会政策綱領の決議及びその技術文書について詳細に検討した。また紙・板紙に含有される可能性のある化学物質の調査を行った。

今年度は、2005年に改訂された欧州評議会政策綱領 第2版について改訂点を検討するとともに、紙及び板紙製品中の残存化学物質に関する実態調査や製紙工程で使用される化

学物質の調査を行なった。これまでの研究に基づいて、製紙工程で使用される化学物質のネガティブリスト及びポジティブリストや紙・板紙及び古紙を原料とする紙・板紙の製造に関する指針を検討し、更に、紙製器具・容器包装の安全性を担保するために関連業界（団体）は自主基準の策定を検討した。

B. 研究方法

昨年度に引き続き、日本製紙連合会、化成製品工業協会、印刷インキ工業連合会、(社)日本印刷産業連合会、印刷工業会、(社)日本乳容器・機器協会、全国段ボール工業組合連合会、全日本紙器段ボール箱工業組合連合会等、原紙から消費者に渡る最終製品まで、紙製器具・容器包装の安全性担保に関わる各業界団体の参加を得て、研究班会議および第1から第4グループにおいて研究を推進した。

第2グループは、日本製紙連合会の自主基準(案)に規定される「食品に接触することを意図した紙・板紙の製造に使用できる物質のリスト(ポジティブリスト)」の策定を最終目的として、「化学物質情報検索システム」の構築及び薬品メーカーの協力を得て「製紙用化学物質調査」を開始した。また、ポジティブリストの作成には長期間を要することから、その前に「食品に接触することを意図した紙・板紙の製造に使用できない物質のリスト(ネガティブリスト)」を作成した。

第3グループは、自主基準(案)の「付属文書2 食品に接触することを意図した古紙を原料とする紙・板紙の製造に関する指針」作成に向けて、古紙の回収及び再生工程について検討した。

第4グループは、白板紙・段ボール原紙・バージンパルプを原料とした原紙及び市販の紙製容器 26 サンプルについて残存化学物質の試験を実施すると共に、その結果を基に

して日本製紙連合会自主基準(案)の衛生規格に規定する自主規格の内容について検討した。また、蛍光物質に関して食品衛生法に規定される検査法と EN 648 に規定される検査法の特徴、操作性、検出感度等を比較検討した。

第1グループは、第2グループから第4グループの検討結果を反映させつつ、紙製器具・容器包装の安全性担保に関わる製紙業界から印刷・製函等の加工業界に至る幅広い業界団体の意見を集約すると共に、日本製紙連合会、(社)日本印刷産業連合会、全国段ボール工業組合連合会の各自主基準(案)について検討した。

C. 研究結果及び考察

1. 欧州評議会 食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する政策綱領(第2版)

1. 1 概要

食品に接触することを意図した紙・板紙について、欧州連合(EU)は未だ規格の設定を行っておらず、欧州各国でも一部の国が独自の規制を運用しているにすぎない。

このような状況の下で、欧州評議会は紙及び板紙の推奨規格として「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する政策綱領 第1版」を2002年12月19日付で公表した。これは18カ国からなる部分協定加盟国の閣僚委員会により採択された「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する決議 AP(2002)1」、及びNo.1からNo.5までの技術文書で構成されてはなっていたが、技術文書No.1「紙・板紙材料および製品の製造に使用される物質のポジティブリスト」及び技術文書No.5「決議利用者のための実践ガイド」はその時点では準備中とのことで開示されなかった。

そこで、平成 16 年度の本研究では、その時点で開示されていた決議の本文と技術文書 No.2「食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品の試験条件と分析法に関するガイドライン」並びに No.3「古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン」について、和訳を行い研究報告書に記載するとともに、それらの内容について検討を行った。

その後、欧州評議会は、「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する政策綱領 第 2 版」を 2005 年 4 月 13 日付で公表した。これは、従前の「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する決議 ResAP(2002)1」に新規または改訂を加えられた No.1 から No.6 までの技術文書から構成されている。新たに加わった技術文書 No.6 は「安全性評価のための申請書提出に関するガイドライン」である。各技術文書の内容は今後も更新されるであろうが、政策綱領の全容は完成したと考えられる。

そこで、今回この第 2 版の全訳を行い、本研究報告書の別冊とした。また、新たに公開された技術文書の内容を検討するとともに、それ以外の文書についても改正点等を検討した。

1. 2 第 2 版の構成

欧州評議会の「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する政策綱領」第 2 版は決議と 6 編の技術文書から構成されている。

- ・食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する決議 ResAP(2002)1
- ・技術文書 No.1・食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品の製

造に使用される物質リスト（第 1 版）

- ・技術文書 No.2・食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品の試験条件と分析方法に関するガイドライン（第 2 版）
- ・技術文書 No.3・古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン（第 2 版）
- ・技術文書 No.4・食品に接触する紙・板紙の優良製造規範（GMP）に関する CEPI ガイド（CEPI 作成）
- ・技術文書 No.5・食品に接触することを意図した紙・板紙材料に関する決議 ResAP(2002)1 の利用者のための実践ガイド（第 1 版）
- ・技術文書 No.6・食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品の製造に使用される物質の安全性評価のための申請書提出に関するガイドライン（第 1 版）

第 2 版で新たに公表されたのは技術文書 No.1、No.5 及び No.6 の 3 文書であるが、そのほかに決議 ResAP(2002)1 と技術文書 No.2、No.3 も改訂されており、特に No.2 は内容が大幅に改訂された。なお、第 1 版の決議 AP(2002)1、技術文書 No.2（第 1 版）及び No.3（第 1 版）については日本製紙連合会による和訳が「平成 16 年度厚生労働科学研究食品用器具・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」の 37 ページから 63 ページに掲載されている。

ここでは、新たに作成された技術文書 No.1、No.5 及び No.6 の内容を紹介すると共に、改正された決議 AP(2002)1、技術文書 No.2（第 1 版）及び技術文書 No.3（第 1 版）の修正及び改訂箇所を記載した。記載したページや行

は本報告書別冊「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する欧州評議会 政策綱領」の該当箇所を示す。

1) 食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する決議 ResAP(2002)1

下記のように修正及び改訂された。

- (1) AP(2002)1 を ResAP(2002)1 に名称変更：p.1(標題)、p.2(標題)、p.3(10行目)
- (2) 原紙及び加工品を材料および製品に変更：p.1(標題)、p.2(標題、下から 1&2 行目)、p.3(3、8、12)、p.4(8)、p.5(2、8、下から 11)、p.6(8、下から 7 行目)
- (3) QM および SML を QM かまたは SML に変更：p.5(9 行目)
- (4) 規制値を清浄度要件に変更：p.5(17 行目)

2) 技術文書 No.1 食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品の製造に使用される物質リスト (第 1 版)

技術文書 No.1 では食品に接触することを意図した材料及び製品の製造・加工工程において、使用できる物質を「添加物のリスト 1 (253 物質)」及び「添加物のリスト 1 の暫定付属書 (327 物質)」に、使用できない物質を「添加物のリスト 2 (471 物質)」に分類して、体系的にまとめたものである。

リスト 1 の物質は、は欧州連合食品科学委員会 (SCF) で評価され SCF リストの 0-4 に記載されているか、食品に接触する材料に関する専門家委員会 (EFSA) によって評価及び認可を受けた物質、SCF 基準に適合した文書に基づいて欧州評議会の部分協定加盟国または米国 FDA によって承認を受けた化合物、食品添加物として承認された物質である。また、リスト 1 の暫定付属書は認可時の科学的評価基準を適用して、部分協定加盟国また

は FDA に承認された物質である。また、リスト 2 には上記の基準に適合しない物質が記載される。

暫定付属書の物質は記載されてから 5 年以内にリスト 1 かリスト 2 に統合される。リスト 1 とリスト 2 の運用は、新しく評価された物質や産業界からの新しい申請、削除される物質などを考慮して、原則として年 1 回更新すると規定されている。

また、その後に付属書としてポリマー (重合体) 添加物の製造に使用されるモノマー (単量体) のリストが収載されている。付属書 A には SCF または EFSA の安全性評価基準に従って EU で評価済みのモノマー (161 物質)、付属書 B には許可時の評価基準に従って部分協定加盟国または FDA に承認されたモノマー (35 物質)、付属書 C には評価未了のモノマー (214 物質) が記載されている。

3) 技術文書 No.2 食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品の試験条件と分析方法に関するガイドライン (第 2 版)

構成も含めて大幅に修正及び改訂されているので主な変更点のみを示した。

- (1) QM 規制値を QMA 規制値に変更：75(9、11、13、14、18、下から 4)、76(下から 2、6 行目)、77(下から 3、4 行目)
- (2) 5.2. の項目を削除：技術文書 No.3 3.3. 特殊紙に関連事項(88 下から 4 行目)
- (3) 7.機能性遮断層の項目を削除：技術文書 No.5 6.機能性バリアーに移行(146 下から 5 行目)
- (4) 第 2 版では「付属書 A 古紙繊維を用いた紙の試験のための分析方法」が新たに補足された(80)。

4) 技術文書 No.3 古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙およ

び加工品に関するガイドライン（第2版）

下記のように修正及び改訂された。

(1)原紙及び加工品を材料および製品に変更：86(下から4)、87(1行目)

(2)88 ページに 3.3.として下記の文章が追加された。

3.3.特殊紙

ティーバッグ、コーヒーフィルター、加熱料理用袋のような意図して高温の水溶液と接触する紙や、ベーキングシートのような意図して高温で使用される紙に対しては、グループ2や3の古紙は使用してはならない。

(3)果物、漿果類、野菜を果物、野菜に変更：89（下から1行目）

(4)個別移行量を個別溶出限度に変更：94(下から4行目)

(5)96 ページ表3食品タイプII グループ2 の「処理技術」は下記のように変更された。

機械的精選

洗浄

必要でない場合を除いては、熱処理

5) 技術文書 No.4 食品に接触する紙・板紙の優良製造規範（GMP）に関する CEPI ガイド（CEPI 作成）

これは欧州製紙連合会（CEPI）が作成した「食品に接触する紙・板紙の優良製造規範（GMP）」であり、紙・板紙製造業者のためのガイダンスである。この内容は、紙及び板紙の全ての製造工程（紙料調製、抄紙、乾燥、サイズプレス、巻取り等）に適用されるものであり、またバージン繊維及び／又は古紙繊維から構成される全ての紙及び板紙を対象とするものである。

GMP は、また紙・板紙を製造する製紙工場で行われている抄紙工程以外の全ての工程、例えば、塗工、カレンダー掛け、スリ

ッター掛け、平判仕上げ、更に紙あるいは板紙の製品仕上げ等の作業にも適用される。ただし、プラスチック塗工、コルゲーティング、貼り合わせ等の、紙あるいは板紙原紙に対して適用される器具・容器包装製造のための加工工程は対象としない。この GMP は決議によって定義される紙・板紙に適用される。

優良製造規範（GMP）は、危害分析重要管理点（HACCP）システムの適用に関するガイドライン（国際食品規格委員会作成）に則って作成されている。HACCP システムとは、標準規格として設定された HACCP 計画に則って、原材料及び製造工程における危害分析（HA）を実施し、重要管理点（CCP）を設定して連続的に管理して安全を確保する管理手法である。

食品に接触することが意図された巻取りと平判製品の、原材料から出荷までの製造段階における「起りうる危害」と対策としての「推奨される予防法」を一覧表として添付している。

6) 技術文書 No.5 食品に接触することを意図した紙・板紙材料に関する決議 ResAP (2002)1 の利用者のための実践ガイド（第1版）

本実践ガイドは、食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する決議 ResAP(2002)1 とそれに対応する各技術文書の適用に関連する、紙・板紙の原紙製造業者と加工業者、食品メーカーとその流通業者、決議を執行する政府当局、監視機関、及び認証機関などを対象としており、次に示す内容を意図したものであるが法的拘束力は持たない。

(1)決議 ResAP(2002)1 とそれに対応する各技術文書の正しい適用のための手引き

(2)材料および製品が規定に則っているか

をチェックするための指針

(3)規定の説明、及び背景となる情報

ここでは、①決議 ResAP(2002)1 が対象とする材料および製品等の適用範囲、②技術文書 No.1 に記載されている SML 規制及び QM (QMA) 規制等の根拠および試験法、③決議 ResAP(2002)1 及び技術文書 No.3 に記載されている抗菌効果、ダイオキシン類、カドミウム、鉛、水銀、ペンタクロロフェノール (PCP) とポリ塩化ビフェニル (PCB)、微生物学的性質、官能特性等の適格性の確認法、④古紙繊維の使用に関しては、集荷システムや最終製品の要件遵守の確認、水洗いする、殻を取る、あるいは皮を剥く食品との接触、乾燥した非脂肪性食品との接触、脂肪性及び／又は水性食品との接触、毒性試験などについて解説している。

更に、高温下での使用、濾過フィルター及び濾過層、使い捨て食器類、水洗いする、殻を取る、あるいは皮を剥く食品のみとの接触、冷凍食品用包装、硫酸紙と耐油紙、吸収パッド、機能性バリアーなどの各事例についても記述している。

7) 技術文書 No.6 食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品の製造に使用される物質の安全性評価のための申請書提出に関するガイドライン

本ガイドラインは、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙及び加工品の製造に使用される物質の安全性評価のための申請書の提出に関する以下の内容からなる。

- (1) 食品に接触することを意図する紙・板紙用物質の安全性評価のための指針の原則
- (2) 食品に接触することを意図する材料および製品の製造に使用される物質の分類システム

- (3) 食品に接触することを意図する紙・板紙原紙および加工品の製造に使用される物質について、認可に先立って行なわれる安全性評価のための申請書を提出する申請者が行なわなければならない原則

このガイドラインは決議 ResAP(2002)1、技術文書 No.1 及び EU 手引き書と一緒に読まなければならない。また、このガイドラインは食品科学委員会 (SCF) のガイドライン「食品に接触することを意図した材料の製造に使用される物質について、認可に先立って行なわれる安全性評価のための申請書の表記のために」及びその解説手引き書に基づいて作成された。このガイドラインの目的は、技術文書 No.1 に新物質の追加や既物質の再評価を要請したり、そのための技術的な書類を提出するためである。

2. 紙・板紙及びそれらの製品の残存物質の調査

2. 1 これまでの経緯

紙製器具・容器包装は、原料である天然由来のパルプのほか、製紙工程において製造助剤や添加剤、加工段階で印刷インキや接着剤などが使用されている。また、古紙パルプを配合した再生紙も汎用されており、古紙由来の化学物質が混入する可能性もある。

欧州評議会の「食品に接触することを意図した紙・板紙原紙及び加工品に関する政策綱領」には、原紙及び加工品に含有され溶出するおそれのある化学物質について上限規制値などが示されている。

そこで、紙製器具・容器包装に残存する可能性がある、製造工程で混入または生成したり、過去に使用されていたり、または現在使用されている物質のうち、有害性等で問題とされたことがある物質について調査を行った。前年度はダイオキシン、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、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、その含有量や溶出量の調査を行い安全性に問題が無いことを確認した。本年度はそれ以外の各種化学物質について紙製器具・容器包装に使用される原紙や輸入原紙（用途不明）、市場から購入した紙製器具・容器包装を収集し実態調査を行った。

2. 2 実態調査

カドミウム、鉛、水銀、クロム、発ガン性の疑われる芳香族第一級アミン類及びアゾ化合物、フタル酸エステル類、フェノール、ホルムアルデヒド、多環芳香族炭化水素類、蛍光物質、溶剤類、着色料、クロロ

ホルム可溶分、抗菌物質、変異原性、一般細菌を測定対象とし、原紙及び紙製器具・容器包装について試験を行った。試料として器具・容器包装に使用される可能性がある原紙17検体、紙製器具・容器包装9検体の合計26検体を用いた。

原紙のうち国産品は主に食品用途に使用されるもので、古紙パルプを原料とした白板紙5検体及び段ボール原紙6検体、バージンパルプを原料としたフレッシュ品（カップ原紙、ドリープ紙、グラシン紙）3検体である。これらは日本製紙連合会より供試された。また、輸入品の白板紙3検体については食品用途に使用されるかどうかは不明である。

紙製器具・容器包装としては、主に古紙パルプを配合した紙皿、ケーキ・ピザ等の箱、ポテトチップスの袋など9検体であり、東京都内で購入した。実態調査の試料及び測定結果の一覧を表1に示した。

2. 3 金属類

鉛、カドミウム、ヒ素、水銀などの金属類は、毒性が高く、環境中に広く存在し、紙製器具・容器包装に混入する可能性も高い物質である。食品衛生法の器具・容器包装の規格基準でも、鉛及びカドミウムはガラス、陶磁器、ホウロウ引き製器具・容器包装、合成樹脂及びゴム製器具・容器包装、金属缶において規格が設定されている。また、欧州評議会の「食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する政策綱領」のResAP（2002）1にはカドミウム（ $2\mu\text{g}/\text{dm}^2$ ）、鉛（ $3\mu\text{g}/\text{dm}^2$ ）、水銀（ $2\mu\text{g}/\text{dm}^2$ ）の上限規制値が示されている。これは古紙中のインキなどに由来する金属類が製品に混入する可能性があるためである。

表1. 実態調査の試料及び測定結果一覧(その2)

No.	試料名	検体	蛍光物質		溶剤類*3	クロロホルム可溶分 mg/ml	抗菌活性		Ames試験		表層細菌数(100cm ²)*4			
			食品衛生法 環素244号	3%酢酸 波紋Naオリーブ油 乾燥アラブガム			エタノール mg/ml	アセトン mg/ml	nブチル mg/ml	B.subtilis	A.niger	TA98 S9+	TA100 S9+	一般細菌数 logCFU/g	ふきとり法 A面	転写法 B面
MH1	白板紙(ボール、裏ねず)	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	3.11	...	...
MH2	白板紙(ボール、裏ねず)	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	4.47	1	81
MH3	白板紙(特殊紙、塗工)	無	溶出せず	5	5	...	ND	ND	ND	ND	ND	3.41	...	...
MH4	白板紙(コート白)	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	3.73	17	62
MH5	白板紙(ボール、裏ねず)	無	溶出せず	5	5	...	0.5	(0.3)	ND	ND	ND	3.30	...	...
MH6	白板紙(輸入紙(ボール裏ねず))	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	4.26	...	...
MH7	白板紙(輸入紙(ボール裏ねず))	無	溶出する	5	5	5	(0.4)	(0.4)	ND	ND	ND	5.03	1	110
MH8	白板紙(輸入紙(特殊紙塗工))	無	溶出する	5	5	4	5	5	ND	ND	(0.1)	3.77	...	...
MH9	段ボール原紙(外装Jライナー)	無	溶出せず	5	5	5	5	5	ND	ND	(0.2)	4.44	132	90
MH10	段ボール原紙(外装Jライナー)	無	溶出せず	5	5	...	ND	ND	ND	ND	(0.02)	4.42	...	...
MH11	段ボール原紙(Kライナー)	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	4.37	...	...
MH12	段ボール原紙(外装Kライナー)	無	溶出せず	5	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	4.53	71	65
MH13	段ボール原紙(白ライナー)	無	溶出せず	5	5	...	ND	ND	ND	ND	(0.02)	3.21	...	...
MH14	段ボール原紙(中芯)	無	溶出せず	5	5	5	5	5	ND	ND	(0.4)	3.62	...	...
MH15	バーজনハルプ品/カワブ原紙	無	溶出せず	...	...	...	ND	ND	ND	ND	ND	<2.0	...	...
MH16	バーজনハルプ品/ドリーブ紙	無	溶出せず	...	...	...	ND	ND	ND	ND	ND	<2.0	...	...
MH17	バーজনハルプ品/グラシン紙	無	溶出せず	...	...	...	ND	ND	ND	ND	ND	<2.0	...	...
MH18	製品(紙皿①)	中層古紙配合*1	無	溶出せず	5	5	5	5	ND	0.7	ND	3.25	...	...
MH19	製品(紙皿②)	再生紙60%*1	無	溶出せず	4	5	4	5	ND	0.6	ND	3.24	...	...
MH20	製品(紙薄紙)	再生紙*1	無	溶出せず	...	...	ND	ND	ND	ND	ND	<2.0	...	...
MH21	加工品/たこ焼き用箱	有*2	溶出せず	5	5	...	ND	ND	ND	ND	ND	3.39	...	...
MH22	加工品/経本製品	有*2	溶出せず	5	5	...	ND	ND	ND	ND	ND	3.10	...	...
MH23	製品(厚紙)ポテト用箱	有*2	溶出せず	5	5	...	ND	(0.4)	ND	ND	ND	3.08	...	...
MH24	製品(薄紙)ポテト用袋	有*2	溶出せず	...	...	...	ND	(0.1)	ND	ND	ND	<2.0	...	...
MH25	製品(毛配)ピザ用箱	有*2	溶出せず	5	5	5	ND	0.7	ND	ND	ND	3.78	...	...
MH26	製品/ケーキ用箱	有*2	溶出せず	5	5	5	5	5	ND	ND	ND	2.66	...	...
定量限界(ND)														

EU評価会

米国

日本

規格基準値

0.5

溶出せず

判定は同時に基準を5段階調整し比較する。判定は1~5で、5が「溶出せず」で1~4は「溶出する」。[...]は測定を行っていない。

備考

供試菌株
細菌 = *Bacillus subtilis* (ATCC 6639)、真菌 = *Aspergillus niger* (ATCC 6275)
British Standard (BS EN 1104:1996)1)

Ames試験の供試菌株として、*Salmonella typhimurium* TA-98ならびに *S. typhimurium* TA-100の2菌株を用いた。

International Standard (ISO 18593)を参考。共に標準寒天培地(30℃、3日間)、測定値は平均値(±2σ)の平均値。A面は片面若しくは白色面。[...]は別定を行っていない。

International Standard (ISO 18593)を参考。共に標準寒天培地(30℃、3日間)、測定値は平均値(±2σ)の平均値。A面は片面若しくは白色面。[...]は別定を行っていない。

pr-EN14478。○内は参考値

FDA 21CFR 176.170

水66℃、2時間

→クロロホルム抽出

「...」は測定を行っていない。

日本食品分析センター

東京農工大

日本食品分析センター

日本製紙

王子製紙

日本製紙

1988年にデンマークでは家庭用の再生紙中の金属濃度の測定が行われた。ドイツ、スウェーデン等欧州の6カ国で生産された7種類のペーパータオルとトイレットペーパー（内6検体が再生紙、1検体はバージン紙）において、鉛はすべての検体から検出され、最大値は16.7ppmであった。また、水銀は2検体から最大0.39ppm、カドミウムは4検体から最大0.066ppmであった。バージン紙では水銀とカドミウムは検出されず、鉛も再生紙と比べると著しく低いものであった¹⁾。

今回の実態調査ではEN645に準じた水による溶出試験と、食品衛生法に準じた4%酢酸による溶出試験を行い、後者における試験温度による溶出量の変化も調べた。

①水を浸出用液とした溶出試験（24℃で24時間）

欧州の標準試験法EN645冷水抽出物の調製に準じて約1cm²に細切した試料1gに水10mlを加え24℃で24時間放置し、得られた溶出液をICP/MSで測定した。その結果、すべての検体で鉛、カドミウム、水銀、ク

ロムの溶出はみられなかった（定量下限：鉛とカドミウム0.0025μg/cm²、水銀とクロム0.005μg/cm²）。

②4%酢酸を浸出用液とした溶出試験（60℃で30分間）

食品衛生法の合成樹脂の重金属試験に準拠し、1cm²当たり2mlの4%酢酸を用い、60℃で30分間放置して得られた溶出液をICP/MSで測定した。なお、定量下限は鉛と水銀が0.010μg/cm²、カドミウムは0.004μg/cm²であった。また、クロムは4%酢酸中の炭素の妨害によりICP/MSでは測定できなかった。その結果、カドミウム、水銀はすべての試料で溶出はみられなかったが、鉛は11検体で溶出がみられた（表2）。鉛の最高値は0.043μg/cm²で、溶出した11検体の平均は0.026μg/cm²であった。段ボール原紙で検出率が高く、溶出量も高めであった。一方、バージンパルプの原紙からは鉛の溶出はみられず、また紙製器具・容器包装も1検体（ピザ用箱）を除いて溶出はみられなかった。

表2. 鉛の溶出がみられた試料とその溶出量（26検体中11検体から検出）

試料名	試料番号	溶出量 μg/cm ²
白板紙	MH1, MH2, MH4	0.012~0.017
輸入品/白板紙	MH6, MH7	0.012~0.030
段ボール原紙	MH9, MH10, MH11, MH12, MH14	0.022~0.043
ピザ用箱	MH25	0.041

定量下限は0.010μg/cm²

③4%酢酸溶出試験における温度条件の影響（40℃、60℃、95℃、121℃）

前項の②4%酢酸を浸出用液とした溶出試験と同様の試験方法で、試験温度を40、60、95、121℃の4段階とし溶出試験を行った。試料としては4%酢酸溶出試験で鉛の

溶出量の多かったMH6、MH9、MH25を用い、鉛、カドミウム、水銀を測定対象とした。なお、121℃の溶出試験にはオートクレーブを使用した。また、定量下限は鉛と水銀が0.010μg/cm²、カドミウムは0.004μg/cm²であった。その結果、どの温度条件において

もカドミウム、水銀の溶出は認められなかったが、鉛はすべての温度条件で溶出がみられた（表3）。121℃での溶出量を100とした場合の溶出率(%)は40℃で47%、60℃

で55%、95℃で103%となった。温度と共に溶出率が大きく増加したが、95℃で頭打ちとなった。

表3. 4%酢酸溶出試験における鉛溶出量に対する試験温度の影響

試料名	40℃	60℃	95℃	121℃
MH6 輸入品/白板紙	0.050 (47)	0.060 (57)	0.103 (97)	0.106 (100)
MH9 段ボール原紙	0.036 (47)	0.042 (55)	0.088 (116)	0.076 (100)
MH25 製品	0.037 (47)	0.042 (53)	0.076 (96)	0.079 (100)
平均溶出率(%)	(47)	(55)	(103)	(100)

カッコ内は121℃の溶出量を100とした溶出率(%)

水性食品の擬似溶媒である水を浸出用液とした溶出試験では、いずれの試料も鉛、カドミウム、水銀、クロムを溶出しなかった。しかし、金属の溶出力が高い4%酢酸を浸出用液とすると26検体中11検体で鉛の溶出がみられた。その最高値は121℃、30分の溶出試験におけるMH6(輸入白板紙)の $0.106 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ($0.053 \mu\text{g}/\text{ml}$)であった。この値は食品衛生法の合成樹脂製の器具又は容器包装の重金属試験の規格値 $1 \mu\text{g}/\text{ml}$ 以下と比較すると、約1/20である。

鉛の暫定耐容一週間摂取量 (PTWI) は $25 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週 (JECFA) であり、体重50kgの人の場合、1日あたり $180 \mu\text{g}$ となる。今回の最高溶出値である4%酢酸121℃30分間の白板紙の $0.053 \mu\text{g}/\text{ml}$ に相当する食品を1日100g摂食したとしても、鉛摂取量は $5.3 \mu\text{g}$ であり、耐容量の1/30に過ぎない。

今回鉛の溶出が認められた試料はすべて古紙を含有する再生紙であることから、古紙に使用されていた印刷インキ中の鉛に由来する可能性が高い。印刷インキ工業連合会はこれまで、食品包装材料用印刷インキについては鉛などの重金属を原材料として使用してはならないと定めていたが、それ

以外の用途には鉛含有インキが認められていたため、それらの古紙が配合された再生紙中に鉛が残存したものと推測される。しかし、平成18年5月から、自主規制の対象がすべての印刷インキに拡大されたことから、食品用途以外の印刷インキについても鉛が使用されなくなった。そのため、再生紙中の鉛含有量は今後さらに減少することが期待できる。このように、紙製器具・容器包装に含有される重金属類は鉛も含めて安全性に問題はなく、また今後規格等を設定して管理を強化する必要もないと考えられる。

文献

- 1 Storr-Hansen, E., Rastogi, S. C., Polychlorinated Biphenyls and heavy metal levels in recycled paper for household use, Bull Environ Contam Toxicol, 40(3), 451-456(1988)

2. 4 芳香族第一級アミン類及びアゾ色素類

芳香族第一級アミン類は、アゾ色素、エポキシ樹脂、ポリウレタン、農薬、医薬品等の製造原料に用いられる。そのうちア

ゾ色素とはアゾ基を1個以上有する色素の総称で食品、紙、繊維、革、化粧品、医薬品、玩具等の製品に着色剤として広範囲に使用される。

アゾ色素の原料であり、また分解によって生ずる芳香族第一級アミン類の中には、発がん性があるものや疑われるものがある。そのため、欧州指令 76/769/EEC（危険な物質および調剤の上市と使用の制限に関する理事会指令）ではこれらのアミン類を特定アミンとし、これらを生成するアゾ色素とともに皮膚に接触する生活用品から検出されてはならない（30 mg/kg 以下）とし、その販売及び使用を規制した。その後特定アミンは追加され、2002/61/EC（76/769/EEC 第19次修正）では22種類のアミンが指定されている。国際がん研究機関（IARC）の分類でグループ1（ヒトに対して発がん性がある）が3物質、グループ2A（おそらく発がん性がある）3物質、グループ2B（発がん性かもしれない）14物質、グループ3（発がん性かどうか分類できない）2物質である（表4）。

また、食品用途の器具・容器包装に対しては、2002/72/ECでアゾ色素を使用したプラスチック製品から芳香族第一級アミン類が溶出してはならない（定量限界：アニリンとして0.02 mg/kg）と定めた。

食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する欧州評議会政策綱領 技術文書 No.3「古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン」で、再生紙の使用上の安全性を保証するための条件として、特定アミンおよびこれらを生成するアゾ色素について各0.1 mg/kg以下と規定している。これは古紙パルプを配合した紙・板紙に、古紙由来の染料や印刷用

インク等の特定アミン類やアゾ色素が含まれる可能性があるためである。

また、食品用途の器具・容器包装に対しては、2002/72/ECでアゾ色素を使用したプラスチック製品から芳香族第一級アミン類が溶出してはならない（定量限界：アニリンとして0.02 mg/kg）と定めた。食品に接触することを意図した紙・板紙材料および製品に関する欧州評議会政策綱領 技術文書 No.3「古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン」で、再生紙の使用上の安全性を保証するための条件として、特定アミンおよびこれらを生成するアゾ色素について各0.1 mg/kg以下と規定している。これは古紙パルプを配合した紙・板紙に、古紙由来の染料や印刷用インク等の特定アミン類やアゾ色素が含まれる可能性があるためである。

今回の実態調査では、主に紙中の特定アミン（表4）及びこれらを生成するアゾ色素を測定対象とした。測定は本研究報告書に収載している分担研究報告書「器具・容器包装に残存する化学物質に関する研究 その2 紙製品中の芳香族第一級アミン類及びアゾ色素の分析」で開発した試験法を用いた。

また、アゾ色素含有量は、アゾ色素を分解して特定アミンとした総アミン量と分解前の遊離アミン量の差から求めた。

特定アミンは輸入白板紙のMH6から4-アミノビフェニルを0.002mg/kg、MH8から2,4,5-トリメチルアニリンを0.004mg/kgと極めて微量検出された（表5）が、国産の原紙や器具・容器包装からは検出されなかった。また、総アミン試験ではいずれ特定アミンも検出されず、アゾ色素は含有されていないことが確認された。

表 4. 発がん性が疑われる芳香族第一級アミン類 (欧州指令 2002/61/EC)

番号	物質名	CAS 番号	国際がん研究機関 (IARC) 分類 ^注
1	4-アミノビフェニル	95-67-1	1
2	ベンジジン	92-87-5	1
3	4-クロロ- <i>o</i> -トルイジン	95-69-2	2A
4	2-ナフチルアミン	91-59-8	1
5	<i>o</i> -アミノアゾトルエン	91-56-3	2B
6	5-ニトロ- <i>o</i> -トルイジン	99-55-8	3
7	<i>p</i> -クロロアニリン	106-47-8	2B
8	4-メトキシ- <i>m</i> -フェニレンジアミン	615-05-4	2B
9	4,4'-メチレンジアニリン	101-77-9	2B
10	3,3'-ジクロロベンジジン	91-94-1	2B
11	3,3'-ジメチルベンジジン	119-90-4	2B
12	3,3'-ジメチルベンジジン	119-93-7	2B
13	4,4'-メチレンジ- <i>o</i> -トルイジン	838-88-0	2B
14	6-メトキシ- <i>m</i> -トルイジン	120-71-8	2B
15	4,4'-メチレンビス(2-クロロアニリン)	101-14-4	2A
16	4,4'-オキシジアニリン	101-80-4	2B
17	4,4'-チオジアニリン	139-65-1	2B
18	<i>o</i> -トルイジン	95-53-4	2A
19	4-メチル- <i>m</i> -フェニレンジアミン	95-80-7	2B
20	2,4,5-トリメチルアニリン	137-17-7	3
21	2-メトキシアニリン	90-04-0	2B
22	<i>p</i> -アミノアゾベンゼン	60-09-3	2B

注 1: 発がん性ある、2A: おそらく発がん性がある

2B: 発がん性かもしれない、3: 発がん性が分類できない

表 5. 検出された試料と検出値 (26 検体中 2 検体)

試料名	遊離特定アミン	検出値 mg/kg
MH6 白板紙/輸入品	4-アミノビフェニル	0.002
MH8 白板紙/輸入品	2,4,5-トリメチルアニリン	0.004

定量下限は共に 0.002mg/kg

国内では食品用途以外の紙製品においても特定アミン類を含むアゾ色素はほとんど使用されておらず、古紙パルプを配合した再生紙でも特定アミン類やアゾ色素が検出されることはないと推測される。一方、輸入白板紙から特定アミンが検出されたことから、海外では特定アミンを含有するア

ゾ色素が一部で使用されているものと推測される。しかし、その検出量は欧州評議会の技術文書 No. 3 で示されている 0.1mg/kg の 1/25~1/50 であり、安全性に問題はないと考えられる。しかし、今後の推移を見守っていく必要がある。

2. 5 フタル酸エステル類

フタル酸エステル類は、プラスチックやゴムの可塑剤、印刷インキ、接着剤などに使用されている。それらの毒性については広く知られており、特にフタル酸ビス(2-エチルヘキシル) (DEHP) については生殖発生毒性、精巣毒性があることから厚生労働省では耐容一日摂取量 (TDI) 40~140 μ g/kg/day を設定し、油脂または脂肪性食品を含有する食品と接触するポリ塩化ビニル製器具・容器包装には DEHP を使用してはならないとしている。欧州連合でも DEHP、DINP を含む6種類のフタル酸エステル類の器具・容器包装への使用を規制している。

紙製品中のフタル酸エステル類の含有については多くの報告がある。国外では1995年に英国で行われた紙製食品容器(100検体)の DEHP とフタル酸ジブチル (DBP) 含有量の調査で、DEHP は95検体から5.0~3000ppm、DBP は98検体から5.0~5860ppm 検出された。また、それらに包装されていた食品(31検体)を分析したところ、DEHP が30検体から0.1~25ppm、DBP が27検体から0.04~62ppm 検出された。EUで示されている耐容一日摂取量 (TDI) 50 μ g/kg/day と比較すると9検体で耐容量を超えるレベルであったと報告されている¹⁾。

その後の調査でも新聞紙等から1~4ppm²⁾、ライナー等から0.6~12.5ppm³⁾、印刷された箱から8~430ppm⁴⁾ 検出されている。

今回の実態調査では、欧州の標準試験法 EN645 冷水抽出物の調製に準じて、約1cm²に細切した試料10gに水100mlを加え24°Cで24時間放置し、ジクロロメタン転溶後 GC/MS で測定した。フタル酸エステル類の

特徴的なフラグメントイオンである m/z 149 を指標にして検索を行い、ピークが確認された DEHP、フタル酸ジエチル (DEP)、フタル酸ジイソブチル (DIBP)、DBP の4化合物について定量を行った。

その結果、DEHP が26検体中7検体から0.005~0.0150 μ g/cm²、DEP が26検体中3検体から0.002~0.008 μ g/cm²、DIBP が26検体中5検体から0.002~0.010 μ g/cm²、DBP が26検体中12検体から0.005~0.047 μ g/cm²検出された(表6)。

古紙の配合割合が高い白板紙で検出頻度が高かったが、DBP は紙製品(紙皿、紙袋、紙箱)でも高頻度に検出された。ただし、紙製品の DBP については、他のフタル酸エステル類や鉛などと汚染パターンが異なっており、古紙パルプ由来ではなく別の経路による可能性が高い。

DEHP について厚生労働省は耐容一日摂取量 (TDI) を40~140 μ g/kg/day と設定しているが、これは体重50kgの人の場合、1日あたり2~70mgとなる。今回の最大含有量である0.015 μ g/cm² (1cm²あたり2mlの溶出液を用いた場合0.0075 μ g/ml) が移行した食品のみを摂取したとしても、DEHP の摂取量は7.5 μ g (食品の1日摂取量を1kgとする)で許容量2mgの1/200以下と低い。また DEP、DIBP、DBP に関してもさらに摂取量と許容量の差はさらに大きい。

今回の溶出試験では EN645 に準じて水を浸出用液としており、乾燥食品や水性食品では安全性は十分に担保される。しかし、油脂や脂肪分を含有する食品と接触した場合には移行量が高くなる可能性があり注意が必要である。

表 6. 検出された試料の検出量一覧

フタル酸エステル類	試料	検出範囲 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (平均値)
DEHP	白板紙 MH1, MH2, MH3, MH4	0.005~0.015 (0.008)
	白板紙/輸入品 MH6, MH7	
	製品 MH24	
DEP	白板紙 MH5	0.002~0.008 (0.005)
	白板紙/輸入品 MH6, MH7	
DIBP	白板紙 MH2,	0.002~0.010 (0.005)
	白板紙/輸入品 MH6, MH7	
	段ボール原紙 MH12	
	製品 MH25	
DBP	白板紙 MH2, MH4, MH5	0.005~0.047 (0.015)
	白板紙/輸入品 MH6, MH7	
	段ボール原紙 MH12, MH14	
	製品 MH19, MH20, MH23, MH24, MH25	

定量下限 : DEP と DIBP は $0.002 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、DEHP と DBP は $0.005 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

文献

- 1 Food surveillance information sheet Number 60, "Phthalates in paper and board packaging", Food Standards Agency MAFF UK (1995)
- 2 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)
- 3 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)
- 4 Aurela, B., Phthalates in paper and board packing and their migration into Tenax and sugar, Food Additives and

Contaminants, 16(12), 571-577 (1999)

2. 6 フェノール

フェノールは染料中間物の製造、フェノール樹脂及び可塑剤、酸化防止剤、安定剤、界面活性剤の原料などとして使用される。食品衛生法では、フェノール樹脂、メラミン樹脂又はユリア樹脂を主成分とする合成樹脂製及びゴム製の器具又は容器包装において、フェノールが溶出試験で $5 \mu\text{g}/\text{ml}$ 以下と規定されている。前者ではフェノール樹脂のモノマーとして使用されることから未重合体または分解物、後者ではフェノール系老化防止剤（酸化防止剤）由来で含有する可能性があるためである。

今回の実態調査では、食品衛生法の合成樹脂の試験法に従い、試料を 1cm^2 当たり 2ml の水で 60°C 、30 分の条件で溶出し、4-アミノアンチピリン法で定量した。結果は 26 検体中 4 検体から検出され、その範囲は $0.46 \sim 0.52 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (溶出濃度に換算すると

0.23~0.26 $\mu\text{g/ml}$) であった (定量下限 0.40 $\mu\text{g/cm}^2$)。

フェノールは食品衛生法の合成樹脂製器具または容器包装やゴム製器具 (ほ乳器具を除く。) または容器包装の規格において、モノマー試験法中のフェノールの試験により 5 $\mu\text{g/ml}$ 以下と規定されている。今回の

最大検出量は 0.26 $\mu\text{g/ml}$ で 1/20 程度であり安全性に問題はないと考えられる。

一方、フェノールの由来については、バージンパルプ試料で検出されていないことから古紙由来と推定されるが、鉛やフタル酸エステル汚染とは必ずしも一致しておらず、その詳細は不明である。

表 7. フェノールの溶出が確認された試料とその溶出量

試料名	検出値 $\mu\text{g/ml}$ ($\mu\text{g/cm}^2$)
白板紙/輸入品	MH7 0.26 (0.52)
	MH8 0.24 (0.48)
段ボール原紙	MH9 0.25 (0.50)
製品	MH25 0.23 (0.46)

定量下限は 0.40 $\mu\text{g/cm}^2$

2. 7 ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドの一般的な用途は合成原料 (尿素系合成樹脂やメラミン系合成樹脂、ポリウレタンなど)、消毒剤や防腐剤などであるが、製紙関連ではホルムアルデヒドはでんぷん等の耐水化剤、防腐剤、湿潤紙力増強剤として少量使用されている¹⁾。食品衛生法ではホルムアルデヒドを製造原料とする合成樹脂製の器具又は容器包装について、検出してはならない (4 $\mu\text{g/ml}$ 以下相当) と定めている。

ホルムアルデヒドの紙製品に関する報告として、国外では 1994 年に英国でティーバッグを対象に含有量調査が行われており、181 検体中 12 検体から検出され、さらに紅茶への移行も最大 0.24ppm 検出された²⁾。英国のプラスチック容器の規格では 15ppm 以下とされており、問題のないレベルであったと報告している。しかし、それ以外の製品や国内での調査は報告されていない。

今回の実態調査では、食品衛生法に従って、試料を 1 cm^2 当たり 2ml の水で 60°C30

分間の溶出試験溶液をアセチルアセトン法で定量した。その結果、いずれの試料からもホルムアルデヒドは検出されなかった (定量下限 0.20 $\mu\text{g/ml}$)。

我が国では、古紙パルプの製造工程において防腐剤としてホルムアルデヒドを加えることはほとんど行われておらず、またそれ以外の用途へのホルムアルデヒドそのもの、または分解して生ずるおそれのある物質の使用についても注意が払われており、問題はないと判断された。

文献

- 1 PRTR 制度業種別排出量等算出マニュアル「製紙工業」日本製紙連合会、(社)日本化学工学会 (2002 改版)
- 2 Food surveillance information sheet Number 26, "Formaldehyde in tea-bag tissue", Food Standards Agency MAFF UK (1994)

2. 8 多環芳香族炭化水素類

多環芳香族炭化水素とは、炭素と水素からなる2つ以上の縮合芳香環を含む化合物のことで、主に石炭、石油の燃焼により生成し、環数や置換基の異なる多くの化合物が存在する。黒色インキのカーボンや印刷インキ原料の石油系溶剤、木材の防腐剤や防虫剤として使用されるクレオソート油などに含有されており、防腐剤ではジベンゾ[a,h]アントラセン、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[a]ピレンが規制対象物質とされている。これら物質の発がん性は広く研究されており、焼いたりフライしたりした調理済み食品、燻製にした食品などからも検出されている。

紙から検出される多環芳香族炭化水素類については、欧州評議会政策綱領技術文書 No. 3「古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン」で、再生紙の使用上の安全性を保証するための条件として、最終製品から食品に移行しない、食品中で0.01mg/kg以下としている。

今回の実態調査では、試料中の多環芳香族炭化水素を1cm²当たり2mlのアセトンで40℃一晩浸漬して抽出し、濃縮後ろ過してGC/MSにより測定した。測定対象はWHOが飲料水の汚染の指標としているフルオランテン、ベンゾ[b]フルオランテン、ベンゾ[k]フルオランテン、ベンゾ[a]ピレン、インデノ[1,2,3-c d]ピレン、ベンゾ[ghi]ペリレンの6化合物とした。

その結果、いずれの試料からもこれらの多環芳香族炭化水素は検出されなかった。

我が国では多環芳香族炭化水素類による紙への汚染はほとんどないと考えられ、安全性に問題はないと結論された。

2. 9 着色料

食品衛生法に基づき「食品、添加物等の規格基準」器具・容器包装の規格基準のA器具若しくは容器包装又はこれらの原材料一般の規格5項、およびF 器具及び容器包装の製造基準2項に着色料が規定されている。これらの規格基準はすべての器具・容器包装を対象としており、紙製器具・容器包装にも適用される。

使用が認められる着色料は食品添加物として指定された合成着色料と既存添加物名簿収載の天然着色料のみで、それ以外の着色料が溶出した場合には食品衛生法違反となる。試験法は定められていないが、使用される食品に近い溶出溶媒を用い、温度や時間などの溶出条件も使用条件に近いものを設定して試験される。

今回の実態調査では、欧州の標準試験法 EN645 冷水抽出物の調製に準じ約1cm²に細切した試料1gに水10mlを加え24℃で24時間放置した溶出液を用いた。判定は目視で着色を確認したがどの溶出液も着色は見られず、着色料の溶出は認められなかった。

着色料については食品衛生法ですでに規制されており、現状に問題が生じていないことから、これ以上の規制が必要とは考えられない。

2. 10 蛍光物質

食品衛生法でいう蛍光物質とは蛍光染料（蛍光増白剤、蛍光漂白剤ともよばれる）のことであり、紫外線により励起して青色の蛍光を発する。紙や繊維製品においては黄色味を消してより白く見せるために蛍光染料が使用される。蛍光染料は1929年にドイツで開発され、その後1950年に国産化されて以来急速に広まり、繊維、紙及び洗剤などに使用されている。

蛍光染料は昭和36年4月28日衛食第109号厚生省食品衛生課長通知により化学的合成品たる着色料とされ、溶出するおそれがない場合を除き器具・容器包装の製造に使用してはならないこととなった。

1970年にBinghamらが過酷な条件下では

あるが蛍光染料に発がん性があると報告¹⁾して問題となり、昭和46年5月8日付環食第244号厚生省食品衛生課長通知「蛍光物質を使用した器具または容器包装の検査法について」により統一検査法が示され、規制が強化されることとなった。

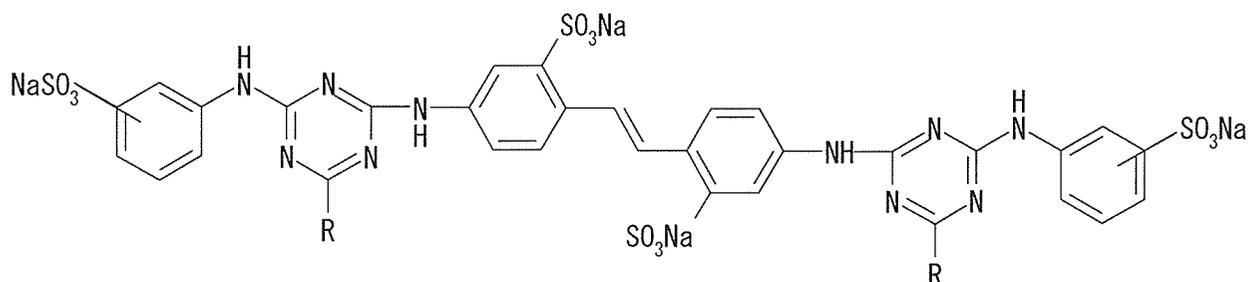


図1 代表的スチルベン型蛍光染料の化学構造（テトラ体）

その後、蛍光染料の安全性に関しては、国立衛生試験所をはじめとする多くの動物実験により発がん性がないことが報告され、通産省繊維品安全対策会議でも確認されている^{2,3,4)}。しかし、通知による厳しい規制はそのまま継続され、蛍光染料を使用していないにもかかわらず、古紙由来で混入した極微量の蛍光物質の検出により食品衛生法違反が疑われる事例が頻発した。そこで、厚生労働省は平成16年1月7日付食安基発第0107001号/食安監発第0107001号により試験法の実施要領を通知し、使用の有無の判別が行われるようにした。

厚生労働省の通知試験法に従って試験を行ったところ、表8に示すように、試料26検体中MH7、MH8の2検体から蛍光物質が検

出されたが、紫外線照射により検体自身が強い蛍光を示すことから意図的に蛍光物質を添加しているものと判断された。この2試料はいずれも輸入品の白板紙であり、食品接触用途と特定された製品ではなかった。一方、それ以外の食品用途の原紙および紙製器具・容器包装からはいずれも蛍光物質は検出されておらず、通知が遵守されていることが確認された。

このように蛍光物質については、その安全性が確認され、しかも厳しい試験法により使用が制限されていることから、現在のところその安全性に全く問題はない。なお、現行の蛍光物質規制の問題点に関しては7.2で詳細に述べる。

表8. 蛍光物質が検出された試料

試料	検査結果
白板紙/輸入品	MH7 蛍光有り
	MH8 蛍光有り

文献

- 1 Bingham E., Falk H.L., Combined action of optical brighteners and ultraviolet light in the production of tumours, Food Cosmet Toxicol., Apr;8(2),173-6 (1970)
- 2 赤松 昂、松尾 昌季、蛍光増白剤の安全性について、染料と薬品、18(2)、40-49 (1973)
- 3 山内 靖夫、清水 義秋、蛍光染料の人体安全性をめぐる諸問題、染料と薬品、18(9)、279-287 (1973)
- 4 化成品工業協会蛍光増白剤委員会、蛍光増白剤—安全性の知識— (第3版) 1992年4月

2. 1.1 溶剤類

紙から検出される溶剤は、主に印刷由来である。また、欧州評議会政策綱領の技術文書 No. 3「古紙繊維から成り、食品に接触することを意図した紙・板紙原紙および加工品に関するガイドライン」で、使用上の安全性を確保するための条件として、殆どの溶剤はその揮発性故に最終製品に残存しないと考えられるが、産業界は最終製品中に残留する溶剤を可能な限り低いレベルまで減少していることを保証するための必要な処置をとるように要求している。

今回の実態調査では欧州の標準分析法として検討されている prEN14479 (DRAFT) に準じて溶剤類の測定を行った。測定対象は、エタノール、アセトン、1-ブタノール、メチレンクロライド、メタノール、2-プロパノール、キシレン、酢酸エチル、ヘプタン、クロロホルム、トルエン、メチルエチルケトン、ベンゼンの13物質とした。

その結果、表9に示すように26検体中2検体からエタノールを、9検体からアセト

ンを検出した。検出レベルは、エタノールが $1.2\sim 1.6\ \mu\text{g/g}$ ($0.4\sim 0.5\text{mg/m}^2$)、アセトンが $1.0\sim 3.7\ \mu\text{g/g}$ ($0.1\sim 0.7\text{mg/m}^2$) であった。また、1-ブタノールを定量下限の $1.0\ \mu\text{g/g}$ 以下で微量検出したが、ブタノール、メチレンクロライド、メタノール、2-プロパノール、キシレン、酢酸エチル (定量下限 $1\ \mu\text{g/g}$) とヘプタン、クロロホルム、トルエン、メチルエチルケトン (定量下限 $0.1\ \mu\text{g/g}$) およびベンゼン (定量下限 $0.01\ \mu\text{g/g}$) は検出されなかった。

厚生省の「医薬品の残留溶媒ガイドラインについて」(医薬審第307号)では、エタノール、アセトン、1-ブタノールは、毒性が低く、人の健康に及ぼすリスクも低いと考えられるクラス3の溶媒とされている。

これら溶媒は急性毒性試験または短期毒性試験において低毒性であり、遺伝毒性試験においても陰性である。これら残留量については 50mg/day 以下 (PDE) であれば許容され、これより高い残留値であっても製造業者の製造能力やGMP遂行上の必要性から見て適当と考えられる場合には、許容されるであろうとされている。

一方、「食品、添加物等の規格基準」においても、天然の添加物の抽出等に使用してよい溶媒としてこれら3種類は認められており、アセトンについては残存基準値 $30\ \mu\text{g/g}$ が定められている。

今回の調査ではエタノールとアセトンが検出された。しかし、最大含有量であるアセトン $3.7\ \mu\text{g/g}$ (0.7mg/m^2) が 1cm^2 あたり 2g の食品に全量移行したと仮定しても、その濃度は食品あたり $0.035\ \mu\text{g/g}$ であり、天然添加物の残存基準と比較しても十分に低いレベルであり安全性に問題はないと考えられる。