

市販製品に残存する化学物質に関する研究

研究分担者 藤原恒司 国立医薬品食品衛生研究所 食品添加物部 研究員

研究要旨

器具・容器包装、おもちゃ、洗浄剤には、製品を製造するために使用される原材料、添加剤および不純物等の様々な化学物質が残存している。また、製造、流通、使用等の各段階において製品は様々な環境にさらされるため、製品内に新たな化学物質が生じる可能性もあり、近年ではリサイクルプラスチック製品に残存するリサイクル材料由来の化学物質についても注目されている。製品中に残存する化学物質は食品等を介してヒトにばく露される可能性があるため、器具・容器包装等の安全性を確保するためには、製品に残存する化学物質や、その溶出量等を把握することが重要である。一方、器具・容器包装等の安全性を担保するために規格基準が定められているが、規格基準の適否判定を行うための試験法は技術の進歩に合わせて適宜見直す必要がある。そこで、市販製品に残存する化学物質に関する研究として、溶出試験における試験溶液の調製操作に関する共同試験、リサイクルプラスチックに由来する玩具等のハロゲン系難燃剤等に関する調査、リサイクルプラスチックに由来する玩具等の金属含有量に関する調査、食品用器具・容器包装に用いられる安定剤に関する研究、市販ゴム製手袋の規格適合性に関する検証、市販ポリ塩化ビニル製手袋に関する実態調査、HS-GC を用いた相対モル感度（RMS）法によるスチレン類（揮発性物質）の分析法の検討及びポジティブリスト収載物質の分析情報の収集を実施した。

溶出試験における試験溶液の調製操作に関する共同試験では、試験片の作成や入手が容易なアルミニウム箔を用いた溶出操作に関する試験室間共同試験を実施し、溶出試験における精度管理手法としての有用性を検証した。60℃ 30 分間の溶出操作では、試験所内、試験所間ともにばらつきも大きく、溶出溶媒を再考することとなった。一方、25℃60 分間及び 90℃30 分間の溶出操作においては、大部分の Al 溶出量が一致しており、すなわち溶出操作の精度管理手法として用いることが可能であると期待された。

リサイクルプラスチックに由来する玩具等のハロゲン系難燃剤等に関する調査では、リサイクルプラスチックに由来すると考えられる玩具中のハロゲン系難燃剤の定性分析を実施し、一部の試料で複数種の難燃剤が含まれることを明らかにした。また、今後含有量調査を行うための有用な前処理方法についても検討を行った。

リサイクルプラスチックに由来する玩具等の金属含有量に関する調査では、リサイクルプラスチックが使用されている可能性のある玩具等について、材質中の元素含有量の調査を行い、一部の玩具に難燃剤由来と考えられる Br や Cl、Sb が高濃度含有されていることや、有害元素（Cr、As、Cd、Pb）や希土類元素が含まれていることを明らかにした。

食品用器具・容器包装に用いられる安定剤に関する研究では、2種の安定剤に紫外線を照射することにより得られる生成物を単離、精製し、さらに構造解析を行い、計11種の生成物の構造を明らかにし、2種の生成物の構造を推定した。また、これらの生成物のAmes変異原性は、Derek Nexus及びCase UltraによるAmes/QSARによりINACTIVEおよびNegativeと判定された。

市販ゴム製手袋の規格適合性に関する検証では、「食品衛生法適合」の表示がない市販ゴム製手袋を中心に28検体を用いて、ゴム製器具の溶出規格が設定されているフェノール、ホルムアルデヒド、Zn及び蒸発残留物の試験を実施した。すべての検体でフェノール及びホルムアルデヒドの溶出量は食品衛生法に適合していたが、「食品衛生法適合」の表示がない3検体はZn及び蒸発残留物量が食品衛生法の規格値を超過した。また、Pb等の有害元素はいずれの検体からも検出されなかった。

市販ポリ塩化ビニル製手袋に関する実態調査では、市販のPVC製手袋20検体について、食品衛生法への適合性に関する調査として蒸発残留物試験を実施し、食品衛生法適合の記載のある検体ではいずれも規格値を満たしていることを明らかにした。また、2検体の溶出物中に食品用器具・容器包装のポジティブリストに収載されていない物質が含まれていることを明らかにした。また、おもちゃで規制されている6種のフタル酸エステルについては、1検体からDEHPの高い含有と溶出が確認され、その他にDBPとDINPを含有している検体も確認された。

HS-GCを用いた相対モル感度(RMS)法によるスチレン類(揮発性物質)の分析法の検討では、スチレン類試験法を対象として、HSSを用いたGC-FID分析におけるRMS法を開発した。RMS法及び通知試験法を用いて試料中のスチレン類を定量し、それぞれの定量値を比較した結果、いずれも同等の結果が得られた。わずかな装置条件の変更は定量に影響はなく、また、室内再現精度も良好であったが、使用するHSSの注入機構により定量値が大きく変わる可能性が示唆された。

ポジティブリスト収載物質の分析情報の収集では、複数の分析機器メーカーの協力を得て、46物質を対象に、LC-MS/MS分析におけるマススペクトル、MS/MSスペクトル、クロマトグラム、検量線、測定限界等の情報を収集し、得られた分析情報は国立衛研で取りまとめ、公開を目的としてデータ表としてまとめた。本年までにLC-MS/MS分析のデータ取得は111物質、GC/MS分析のデータ取得は63物質となった。

研究協力者

浅川大地：大阪市立環境科学研究センター
阿部智之：(公社)日本食品衛生協会
池田真季：(一財)食品薬品安全センター
石井進之輔：(一財)日本穀物検定協会
市川千種：株式会社島津製作所
今井恵里奈：愛知県衛生研究所

岩越景子：東京都健康安全研究センター
牛山温子：川崎市健康安全研究所
榎田 剛：(一財)食品環境検査協会
大須賀愛幸：東京都健康安全研究センター
大橋公泰：(一財)日本文化用品安全試験所
大畑昌輝：(国研)産業技術総合研究所
緒方幸恵：株式会社エービー・サイエックス

尾崎麻子：(地独) 大阪健康安全基盤研究所
 小澤敦揮：名古屋市衛生研究所
 小野寺裕一：(一財) 食品環境検査協会
 垣田雅史：神奈川県衛生研究所
 柿並正剛：大阪市立環境科学研究センター
 片岡洋平：国立医薬品食品衛生研究所
 片桐真貴子：(一財) 千葉県薬剤師会
 検査センター
 加藤昌彦：(一財) 日本食品分析センター
 金丸達哉：(一財) 化学研究評価機構
 岸 映里：(地独) 大阪健康安全基盤研究所
 熊坂謙一：神奈川県衛生研究所
 後藤麻美子：(一財) 食品分析開発センター
 SUNATEC
 小林 尚：(一財) 食品分析開発センター
 SUNATEC
 近藤貴英：さいたま市健康科学研究
 センター
 近藤 翠：国立医薬品食品衛生研究所
 権田結乃：名古屋市衛生研究所
 酒井信夫：国立医薬品食品衛生研究所
 櫻木大志：名古屋市衛生研究所
 佐藤 環：福岡県保健環境研究所
 柴田 博：(一財) 東京顕微鏡院
 杉浦涼介：(一財) 日本食品分析センター
 杉本直樹：国立医薬品食品衛生研究所
 鈴木悦子：日本ウォーターズ株式会社
 高坂典子：(一財) 食品薬品安全センター
 高島秀夫：(一財) 化学研究評価機構
 高橋良平：埼玉県衛生研究所
 竹田美穂：(一財) 日本食品分析センター
 竹澤有紗：長野県環境保全研究所
 舘 昌彦：愛知県衛生研究所
 田中 葵：(一社) 日本海事検定協会
 田中秀幸：(国研) 産業技術総合研究所
 土屋祐真：(一財) 食品分析開発センター
 SUNATEC
 外岡大幸：さいたま市健康科学研究

センター

中塚 茜：(一財) 食品環境検査協会
 永井慎一郎：(一財) 東京顕微鏡院
 野上知花：アジレント・テクノロジー株式
 会社
 早川雅人：(一財) 化学研究評価機構
 原田知美：愛知県衛生研究所
 平林尚之：(一財) 食品薬品安全センター
 福田優作：(公社) 日本食品衛生協会
 古川恵理子：さいたま市健康科学研究
 センター
 水口智晴：(地独) 大阪健康安全基盤研究所
 宮川弘之：東京都健康安全研究センター
 宮下裕輔：(一財) 化学研究評価機構
 六鹿元雄：名古屋市衛生研究所
 村山悠子：さいたま市健康科学研究
 センター
 藪谷充孝：名古屋市衛生研究所
 山岸陽子：サーモフィッシュ
 サイエントフィック株式会社
 山口未来：国立医薬品食品衛生研究所
 山田惣一郎：埼玉県衛生研究所
 吉川光英：東京都健康安全研究センター
 吉原侑希：(一財) 日本穀物検定協会
 若山貴成：名古屋市衛生研究所
 渡辺一成：(一財) 化学研究評価機構

研究発表

1. 論文発表

- 1) 片岡洋平、六鹿元雄、阿部 裕、近藤 翠、
四柳道代、佐藤恭子、杉本直樹：ポリカー
ボネート製器具・容器包装の材質試験にお
けるアミン類試験法の改良、食品衛生学雑
誌、66、132-136 (2025)
- 2) 若山貴成、権田結乃、藪谷充孝、山口未来、
阿部裕、六鹿元雄：市販ゴム製手袋の溶出
規格適合性に関する実態調査、食品衛生学
雑誌、67、79-89 (2026)

- 3) 片岡洋平、六鹿元雄、阿部 裕、近藤 翠、佐藤恭子、杉本直樹：ポリカーボネート製器具・容器包装の材質試験におけるジフェニルカーボネートおよびビスフェノールA試験法の改良、食品衛生学雑誌、受理
- 4) 藤原恒司、近藤 翠、岸 映里、水口（深瀬）智晴、尾崎麻子、片岡洋平、杉本直樹、六鹿元雄：市販の紙および竹製ストローからの金属類の溶出、食品衛生学雑誌、受理
- 5) 櫻木大志、藪谷充孝、阿部裕、六鹿元雄：市販ポリ塩化ビニル製手袋の食品衛生法への適合性に関する実態調査、食品衛生学雑誌、受理
- 6) 尾崎麻子、水口（深瀬）智晴、岸 映里、浅川大地、片岡洋平、阿部 裕、六鹿元雄：ポリプロピレン製器具・容器包装に含有される意図的添加物質および非意図的添加物質（NIAS）の網羅的分析、日本食品化学学会誌、投稿中
- 貴充、竹田美穂、石井進之輔、岩越景子、宮川弘之、牛山温子、片岡洋平、藤原恒司、阿部 裕、六鹿元雄：合成樹脂製器具・容器包装における NIAS 文献調査及びデータベース構築、第 121 回日本食品衛生学会学術講演会、令和 7 年 10 月 16 日～17 日、タワーホール船堀、ポスター発表
- 5) 水口（深瀬）智晴、岸 映里、尾崎麻子、浅川大地、六鹿元雄：リサイクルプラスチックに由来する玩具等の元素分析、第 121 回日本食品衛生学会学術講演会、令和 7 年 10 月 16 日～17 日、タワーホール船堀、ポスター発表
- 6) 若山貴成、権田結乃、藪谷充孝、六鹿元雄：市販ゴム製手袋の規格適合性に関する検証、第 62 回全国衛生化学技術協議会年会、令和 7 年 11 月 6 日～7 日、G メッセ群馬、ポスター発表
- 7) 櫻木大志、藪谷充孝、六鹿元雄：市販ポリ塩化ビニル製手袋に関する実態調査、第 62 回全国衛生化学技術協議会年会、令和 7 年 11 月 6 日～7 日、G メッセ群馬、ポスター発表

2. 講演、学会発表等

- 1) 藤原恒司、近藤 翠、六鹿元雄、杉本直樹：合成樹脂製器具・容器包装に使用される安定剤からの生成物、日本食品化学学会 第 31 回 総会・学術大会、令和 7 年 6 月 5 日～6 日、立命館大学、ポスター発表
- 2) 山口未来、藤原恒司、六鹿元雄、杉本直樹：ポリ塩化ビニル製おもちゃの使用可塑剤調査（第 4 報）、日本食品化学学会 第 31 回 総会・学術大会、令和 7 年 6 月 5 日～6 日、立命館大学、ポスター発表
- 3) 藤原恒司、山口未来、六鹿元雄、杉本直樹：総溶出物試験の性能評価、第 121 回日本食品衛生学会学術講演会、令和 7 年 10 月 16 日～17 日、タワーホール船堀、ポスター発表
- 4) 尾崎麻子、水口(深瀬)智晴、岸 映里、浅川大地、佐藤 環、大野浩之、小澤敦揮、風間
- 知的財産権の出願・登録状況
なし