

乳等用器具・容器包装の規格基準に関する研究

分担研究者 高谷 幸 （社）日本乳業協会

研究要旨

我が国において、乳等用の器具・容器包装の規格は乳及び乳製品の成分規格等に関する省令（乳等省令）において定められているが、それ以外の食品全般の器具・容器包装については食品，添加物等の規格基準（告示）に定められている。

乳及び乳製品に使用できる容器包装については、乳及び乳製品の種類や容器包装の形態別に分けられ規格化されている。容器包装に使用できる原材料については、乳及び乳製品の分類毎に、更に合成樹脂製容器包装、合成樹脂加工紙製容器包装などの容器包装形態により定められているが、複雑で整合性も十分ではない。乳等用の器具・容器包装規格も、内容物の性状に応じ、また使用条件などを配慮し、安全性を根拠にして使用できる原材料や溶出・材質試験を規格化することが望ましいと考えられた。

乳等省令は、乳及び乳製品をもともと「乳幼児及び病弱者の栄養食品」と位置付けて定められた省令であり、それらに使用される器具・容器包装の安全性を十分に確保するために、食品全般の器具・容器包装の規格基準とは別に、乳等用器具・容器包装の規格基準が制定された。しかし、経年により食品も多様化し、器具・容器包装全体の整備が充実してきたことから、乳等用器具・容器包装独自の規格基準の必要性が薄らいできているものと思われる。したがって、乳及び乳製品だけではなく、すべての食品に対する安全性を確保するという考えに基づき、器具・容器包装規格を一つに統合することが望ましいものと結論された。

今後、現行の乳等省令で定める事項を整理し、告示の材質別規格及び用途別規格にどのように統合することができるのか、どのように安全性の向上が図れるのか等について十分に検討する必要がある。

研究協力者

梶原健世、堤義高、篠清志、月出正之： ポリオレフィン等衛生協議会	太田進、松崎勝、牧野収孝、長谷川良彦 吉澤広昭、麻生威夫、桑平秀夫、松井朋温、
小島瞬治、石動正和：塩ビ食品衛生協議会	相澤純一：日本乳業協会
土屋暢一、辻井芳彦、多田国昭、森泰治、	六鹿元雄：国立医薬品食品衛生研究所
椿山佳明、江刺家敏、青島靖次：日本 乳容器・機器協会	

A. 研究目的

我が国における乳等用器具・容器包装についての規格は、乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(昭和26年12月27日厚生省令第52号以下「乳等省令」という)別表四に定められている。この規格は社会の変化に伴い繰り返し改正されてきたが、追加修正などにより規格基準が複雑となり、また、国際的な整合性には十分に対応できていないということが昨年度の調査結果により示唆された。

一方、食品全般の器具・容器包装の規格については、食品、添加物等の規格基準(昭和34年12月28日厚生省告示第370号以下「告示」という)に定められており、また、乳及び乳製品用の器具・容器包装であっても、乳等省令に定めのないものについては、告示に準拠することになっている。

昨年度の調査研究において、海外では、乳等用としての器具・容器包装の規格基準は確認できず、食品全般についての器具・容器包装の規格基準のなかで、乳及び乳製品の脂肪含有量や酸度等の性状による分類、それらの分類と使用条件に対応した溶出試験、また器具・容器包装全般に使用できる原材料のリストなどが定められていることが明らかになった。

本年度は、乳等省令における乳等用器具・容器包装の規格基準の問題点について規格基準の整備に資するため調査検討したので報告する。

B. 研究方法

乳等用器具・容器包装に関する文献、インターネットによる調査結果と乳等省令及び告示の規格基準とを比較し、望ましい規格基準のあり方を検討した。

C. 研究成果及び考察

1. 器具・容器包装の乳等省令における適用範囲及び告示との関係

1) 乳及び乳製品の種類

乳等省令第1条には、「乳及び乳製品並びにこれらを主要原料とする食品」(以下「乳等」という。)と対象が記述されており、乳等の種類の詳細については、乳等省令第2条において以下のとおり定義されている。

「乳」とは、生乳、牛乳、特別牛乳、生山羊乳、殺菌山羊乳、生めん羊乳、成分調整牛乳、低脂肪牛乳、無脂肪牛乳及び加工乳をいう。

「乳製品」とは、クリーム、バター、バターオイル、チーズ、濃縮ホエイ、アイスクリーム類、濃縮乳、脱脂濃縮乳、無糖練乳、無糖脱脂練乳、加糖練乳、加糖脱脂練乳、全粉乳、脱脂粉乳、クリームパウダー、ホエイパウダー、たんぱく質濃縮ホエイパウダー、バターミルクパウダー、加糖粉乳、調製粉乳、発酵乳、乳酸菌飲料(無脂乳固形分3.0%以上を含むものに限る。)及び乳飲料をいう。

2) 器具・容器包装の適用範囲

乳等の器具・容器包装規格については、別表四「乳等の器具若しくは容器包装又はこれらの原材料の規格及び製造方法の基準」(一)乳等の器具の規格、(二)乳等の容器包装又はこれらの原材料の規格及び製造方法の基準に定められている。

器具については、乳等の製造に使用する器具と乳酸菌飲料を販売するコップ販売式自動販売機のみが対象となっている。

一方、容器包装については、乳等省令第2条で定める「乳」はすべて対象となっているが、「乳製品」は一部(クリーム、発酵乳、乳酸菌飲料、乳飲料及び調製粉乳)のみを対象としている。しかし、「乳製品」のうちバター、バターオイル、チーズ、アイスクリーム類、

濃縮乳、脱脂濃縮乳、無糖練乳、無糖脱脂練乳、加糖練乳、加糖脱脂練乳、全粉乳、脱脂粉乳、濃縮ホエイ、クリームパウダー、ホエイパウダー、たんぱく質濃縮ホエイパウダー、バターミルクパウダー及び加糖粉乳の容器包装については規定されていない。

また、クリームは第2条で「乳製品」に分類されているが、別表 四（二）では「乳」と同じ群に分類され容器包装の規格が定められている。これは乳等省令の本文はそれぞれの乳及び乳製品の種類別を区分した分類であり、別表 四 はその製品製造方法の基準等の特性から容器包装の規定をしており、乳等省令を難解にしている原因のひとつと思われる。

このように、別表 四 で対象となっているのは、乳等省令で定める「乳」及び「乳製品」の器具及び容器包装のうち、「乳」の容器包装については規格化されているが、「乳および乳製品」の器具、及び「乳製品」の容器包装についてはそのかなりの部分が乳等省令では規格化されていない。

3) 告示との関係

乳等用途については乳等省令に器具・容器包装の規格基準が定められているが、それ以外のすべての食品の器具及び容器包装は、告示の第3 器具及び容器包装により規格基準が設定されている。

乳等省令の第1条には「器具若しくは容器包装又はこれらの原材料の規格及び製造の方法の基準については、この省令に定めるもののほか、規則及び食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）の定めるところによる。」と規定されており、乳等省令に規格化されていないもの、例えば乳等用の器具の材質や、一部を除く乳製品の容器包装等については、告示の器具・容器包装の規格基準が適用されている。

このように一部の乳等の器具及び容器包装

だけが法令上特殊な扱いとなっており、食品衛生法の中に器具及び容器包装に関する二つの内容的にも大きく異なる規格が存在している状況にある。

しかも、乳製品については一部が乳等省令、残りは告示の規格基準で規制されているため、クリームと濃縮乳、調製粉乳と全粉乳など類似した製品でも、容器包装の規格基準は全く異なっている。

このことも乳及び乳製品の規格基準が難解といわれる原因の一つとなっている。

2. 乳等の器具の規格

乳等の器具の規格については、乳等の製造に使用する器具と、殺菌されている乳酸菌飲料を販売するコップ販売式自動販売機のみを設定されている。すなわち、乳等に関わるその他の器具、例えば搾乳後の乳の保存用又は搬送用の器具、乳や乳製品に付属するストローやスプーンなどについては規定されていない。

また、その規格の内容も「洗浄に容易な構造であること。」など、衛生性に関する規格を定めているが、原材料については規格がないので、告示に準拠することになる。容器包装が、乳等用として他の食品よりも厳しい規格を定めていることを考えると、乳等の器具について特別な規格を定めていないことは、乳等の容器包装との統一性に欠ける。

現状では、器具の材質について、例えば充填設備などに使用されるパッキンは、密閉性を確保するために NBR（アクリロニトリル・ブタジエンゴム）などの弾力性の高いゴムや合成樹脂が使用されることがあるが、特別な規定はない。

乳等用器具として規格化する場合には、容器包装の材質との整合性、使用条件、安全性確保のための試験など検討すべき事項は多く、

今後さらに検討が必要であると思われる。

3. 使用できる容器包装

乳等省令では乳等の種類によって使用できる容器包装の形態及びその原材料が定められている。

1) 乳等の種類

別表 四 では、乳等の種類は、以下の3種類に分けられて規定されている。

①別表 四 (二) (1) 1 に定める牛乳、特別牛乳、殺菌山羊乳、成分調整牛乳、低脂肪牛乳、無脂肪牛乳、加工乳及びクリーム (以下「1群」という)

②別表 四 (二) (1) 2 に定める発酵乳、乳酸菌飲料及び乳飲料 (以下「2群」という)

③別表 四 (二) (2) に定める調製粉乳

2) 容器包装の形態による分類

容器包装については概ね7種類の形態に分類され、使用できる乳等の種類が定められている。

① ガラス瓶 (1群、2群に使用できる)

② 合成樹脂製容器包装 (1群、2群に使用できる)

③ 合成樹脂加工紙製容器包装: ポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂及び紙又はポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂、紙及びアルミニウム箔を積層したものであり、内面が上記の合成樹脂である限りどのような順序であっても良い。また、紙にパラフィン又はワックスを塗布することができる。(1群、2群に使用できる)

④ 合成樹脂加工アルミニウム箔製容器包装 (2群に使用できる)

⑤ 金属缶 (1群のクリーム、2群、調製粉乳に使用できる)

⑥ 合成樹脂ラミネート容器包装: 合成樹脂にアルミニウム箔を貼り合わせた容器包装又はこれをセロファン若しくは紙を貼り合わせ

た容器包装。(調製粉乳に使用できる)

⑦ 組合せ容器包装: 上記容器包装の組合せであり、1群については、合成樹脂及び合成樹脂加工紙を用いる容器包装で、クリームについては合成樹脂、合成樹脂加工紙及び金属のうち2以上を用いる容器包装である。また、2群については、合成樹脂、合成樹脂加工紙、合成樹脂加工アルミニウム箔又は金属のうち2以上を用いる容器包装である。2群における合成樹脂加工アルミニウム箔については、更に密栓用途についての規格が定められており、注意が必要である。調製粉乳については、金属缶及び合成樹脂ラミネートを用いる容器包装である。

このように内容物により使用できる容器包装の形態が限定される。例えば、合成樹脂加工アルミニウム箔製容器包装は、内容物に直接接触する部分がポリエチレン又はエチレン・1-アルケン共重合樹脂であっても、1群用途に使用できない。しかし、金属缶については、内容物に直接接触する部分がポリエチレン又はエチレン・1-アルケン共重合樹脂でなくとも1群のクリームには使用可能となっており、安全性の観点からの制約とは考えがたい。

さらに、合成樹脂加工アルミニウム箔は、合成樹脂がポリエチレン又はエチレン・1-アルケン共重合樹脂であれば紙を積層することによって、合成樹脂加工紙製容器包装として取り扱うことができ、1群用途に使用することができる。

このように容器包装を形態で分類し規格化することが、乳等の中でも製品により規格の整合性が得られない要因となっている。

4. 容器包装の形態とその原材料

容器包装の原材料の規格は、乳等の種類でまず分類され、更にその中で容器包装の形態

毎に使用できる原材料及びその規格が定められている。

1) 容器包装形態別の原材料

①ガラス瓶

ガラス瓶については、ガラスの材質に関する規格はなく、実際には告示のガラスの材質別規格が準用されている。

一方、この項で記載されている内容は、1群用途については瓶の口内径と透明無着色、2群用途については透明なものであることであり、いずれも確実に洗浄されるようにと規定されている。しかし、洗浄技術の進歩により口内径が細いものでも十分に洗浄可能であり、また、内容物の保護のためには着色瓶の方が良い場合も考えられる。洗浄性の確保については、衛生管理に集約されるべきものと思われる。容器包装の規格としては不要と考えられる。

また、ガラス瓶は蓋として、紙栓や樹脂栓が使用されるが、それらに関する記載は無い。樹脂栓については合成樹脂製容器包装の規格が適用されると考えられるが、紙栓については全く規格が定められていない。

②合成樹脂製容器包装

1群に使用できる合成樹脂は、ポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂、ナイロン又はポリプロピレンで、内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂は、ポリエチレン又はエチレン・1-アルケン共重合樹脂と規定されている。

また、添加剤については、それらのポリエチレン又はエチレン・1-アルケン共重合樹脂では、一般に使用される添加剤は一切認められておらず、3品目のみが極めて厳しい条件付で認められている（合成樹脂1kgに対し日本薬局方に規定するステアリン酸カルシウム2.5g以下、告示に規定するグリセリン脂肪酸エステル0.3g以下、告示に規定する二酸化チ

タン）。

一方、2群では内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂のみが規定されている（ポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂、ポリスチレン、ポリプロピレンを主成分とする合成樹脂又はポリエチレンテレフタレートを主成分とする合成樹脂）。しかし、これらの合成樹脂への添加剤の使用については特に制限を加えていない。また、直接接触しない部分について使用できる原材料には、制約がない。

このように同じ合成樹脂製容器包装という名称であっても、1群用途では使用できる合成樹脂及び内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂及び添加剤が厳しく制限されているが、2群用途としては内容物に直接接触する部分の合成樹脂のみが規格化されている。そのため、実用可能な合成樹脂製容器包装は1群と2群ではまったく異なる。実際に、1群の乳等の容器包装ではポリエチレン製ボトルがわずかに使用されているだけであるが、2群の乳製品ではポリスチレンやポリエチレンテレフタレート製ボトルのほか、ポリスチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート製カップなど多種多様な容器包装が使用されている。

③合成樹脂加工紙製容器包装

合成樹脂加工紙は、もともとポリエチレン加工紙として告示に認められた容器包装の形態の原材料で、昭和43年環食第8306号において「ポリエチレン加工紙とは、ポリエチレン及び紙又はポリエチレン、紙及びアルミニウム箔を積層したものであり、積層の順序は内面がポリエチレンである限りどのような順序であっても差し支えない。また、紙はパラフィン又はワックスを塗装したものであっても差し支えない。」と、説明されている。

その後、昭和54年厚生省令第17号によっ

て乳等用容器包装として認められ、平成 10 年厚生省令第 45 号によりエチレン・1-アルケン共重合樹脂（いわゆる直鎖状低密度ポリエチレン）加工紙が認められたという経緯がある。しかし、乳等省令では別表にも紙及びアルミニウム箔については、記載されておらず分かり難い。

1 群に使用できる合成樹脂は、ポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂であり、内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂は合成樹脂製容器包装と同じである。しかし、合成樹脂製容器包装において内容物が直接接触しない部分に使用できるナイロン、ポリプロピレンは、合成樹脂加工紙製容器包装では内容物と直接接触しなくても使用できない。また、内容物に直接接触する部分に使用できるポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂への添加剤は、合成樹脂製容器包装と異なり、一切添加することはできない。

一方、2 群の合成樹脂加工紙製容器包装に使用できる合成樹脂は、2 群の合成樹脂製容器包装と同じであり、内容物に直接接触する部分にポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂、ポリスチレン、ポリプロピレンを主成分とする合成樹脂又はポリエチレンテレフタレートの主成分とする合成樹脂が使用できる。また、添加物については、ポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂も含めて全ての樹脂に特に制限はない。

④合成樹脂加工アルミニウム箔製容器包装

2 群にのみ使用でき、使用できる合成樹脂は、合成樹脂製容器包装と同じである。一方、1 群ではアルミニウム箔を積層した合成樹脂加工紙製容器包装は使用できるにもかかわらず、紙を含まない合成樹脂加工アルミニウム箔製容器包装は使用できない。

⑤金属缶

1 群のクリーム及び 2 群に使用できる金属缶は、1、2 群用途とも同じ規格で、原材料の金属及び内面に直接接触する部分に使用できる合成樹脂の種類については規定されていない。調製粉乳に使用できる金属缶についても原材料規格はないが、開口部分の密閉のために使用できる合成樹脂については、ポリエチレン、エチレン 1-アルケン共重合樹脂又はポリエチレンテレフタレートと規定されている。

⑥合成樹脂ラミネート容器包装

調製粉乳に使用でき、合成樹脂にアルミニウム箔を貼り合わせた容器包装又はこれにセロファン若しくは紙を貼り合わせた容器包装とされている。容器包装形態としては、2 群における合成樹脂加工アルミニウム箔が相当し、紙を含む場合は 1 群及び 2 群の合成樹脂加工紙製容器包装が相当するものと思われる。乳等の種類により、容器包装の形態による分類の仕方が異なり、同一の容器包装が異なる名称に分類されており、分かり難くなっている事例である。

⑦組合せ容器包装

組合せ容器包装は、上記それぞれの乳等の種類によって使用できる容器包装及び原材料の組合せとなっており、使用できる材料もそれぞれの規格基準に準拠している。

2 群においては、密栓用途の合成樹脂加工アルミニウム箔の規格が定められているが、内容物に直接接触する部分の合成樹脂についての原材料の規定はなく、材質・溶出試験、強度等試験が定められている。そのため、試験に適合すればどのような樹脂でも使用できることとなり、それ以外の内容物に直接接触する合成樹脂に対しては、材質の種類や添加剤などを厳しく規定しているのは異質である。

このように、乳等用容器包装に使用できる

原材料については、乳等の種類、容器包装の形態によって使用の可否が大きく異なるが、それらには必ずしも必然性が認められず、整理する必要があると思われる。

2) 合成樹脂の名称

原材料の合成樹脂の名称については、「主成分」表記の有無があり、統一されていない。たとえば1群や調製粉乳では、ポリエチレン、エチレン・1-アルケン共重合樹脂、ナイロン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレートと表記しているが、2群ではポリプロピレンを主成分とする合成樹脂とポリエチレンテレフタレートを主成分とする合成樹脂の2種類にのみ、「主成分とする合成樹脂」という記載が加えられている。

これは乳等省令が平成14年厚生労働省令第164号によって改正された際に、2群用途で内容物に直接接触する部分に使用できることになったポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレートに「主成分」という表記がされたことによる。平成14年食発第1220004号には「主成分」について、「それぞれ基ポリマー中プロピレン、ポリエチレンテレフタレートの含有率が50%以上のものをいう。」と説明されている。

しかし、ポリスチレンについては、一般的に市場に出回っている容器包装は、GPPS（一般用ポリスチレン）ではなく、HIPS（高耐衝撃性ポリスチレン）が使用されており、平成14年改正前の合成樹脂名の表記方法と異なっているのではないかという疑義がある。

また、この改定で1群用途の内容物に直接接触しない部分に認められたポリプロピレンは、2群で内容物に直接接触する部分に認められた「ポリプロピレンを主成分とする合成樹脂」という表記と異なっている。食発第1220004号においてn-ヘキサン抽出物、キシレン可溶物の基準値について、「冷蔵時の耐衝

撃性を考慮して設定したもの」という説明を配慮すれば、1群についても、同様に「冷蔵時の耐衝撃性」を考慮した主成分50%以上の合成樹脂を指していると思われる。

3) ポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂の添加剤

1群のポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂の添加剤は厳しい制限が加えられている。合成樹脂加工紙製容器包装については、添加剤の使用が全くみとめられておらず、合成樹脂製容器包装では合成樹脂1kgに対し日本薬局方に規定するステアリン酸カルシウム2.5g以下、告示に規定するグリセリン脂肪酸エステル0.3g以下、告示に規定する二酸化チタンのみが認められている。

これらの添加剤は、合成樹脂製容器包装の製造工程で離型のために必要な添加剤、あるいは遮光性などの機能を付与するための添加剤など、特に合成樹脂製容器包装に対してのみ申請され、認められたものであるため、合成樹脂加工紙製容器包装には認められていないものと思われる。

これらのうち二酸化チタンは、食品の劣化を防止する目的で合成樹脂の遮光性を高めるために平成10年生衛発第546号によって認められている。二酸化チタンの純度については、告示の添加物規格に定めるものとされたが、平成11年に告示の添加物規格が改正され、それまで認められていた表面処理剤としての酸化アルミニウム及び二酸化ケイ素の記述が削除され、純度99.0%と改正された。二酸化チタンは、光触媒としての機能があり、このような高純度では、合成樹脂に影響を与え、黄変、劣化、臭気の発生などを引き起こす。規格に定める純度の添加剤は入手できるが、容器包装の役割を考慮すれば実際には使用できない。

4) 密栓用途の合成樹脂加工アルミニウム箔

組合せ容器包装における密栓用途の合成樹脂加工アルミニウム箔には、原材料が規定されていないことから、開封性を考慮して、いわゆるホットメルトと称されるエチレン・酢酸ビニル共重合樹脂などを主成分とする低温で軟化溶解する合成樹脂が使用されている。

これは、ホットメルトなどの接着性合成樹脂が使用できる特例規定と考えられるが、例えばカップの蓋材として、基材がアルミニウム箔で合成樹脂を積層した合成樹脂加工アルミニウム箔はホットメルトが使用できるが、紙に合成樹脂を積層した合成樹脂加工紙を蓋材とする場合は、容器の構造からみて同じ機能を有するにもかかわらずホットメルトが使用できない。

内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂については、内容物の性状、用途を配慮し、容器形態ではなく、合成樹脂の種類など原材料そのものを規定すべきものと思われる。

また、接着性合成樹脂については、特に規格がないので、安全性確保のためには使用できる合成樹脂を規格化する必要があるものと思われる。

5) 内容物に直接接触しない部分の原材料

内容物に直接接触しない部分の原材料については、直接接触する部分の原材料の厚さが十分でない場合には、直接接触する部分の原材料を透過して内容物に影響を与えるおそれがある。そのため、このような透過の可能性も配慮し、内容物に直接接触しなくても原材料規格を定める必要があると考える。

具体的には、告示との整合性を考慮し、個別規格に定める合成樹脂などのほか、アルミニウム箔、紙などを使用できる原材料とすることが考えられる。

5. 容器包装の規格試験

容器包装の安全性を確保するため、それぞれの原材料について、試験を課すことにより化学物質の含有量や溶出量を規制する規格試験が定められている。大きく分けると残存量を規制するための材質試験と溶出量を規制するための溶出試験がある。

1) 材質試験

材質試験は、内容物に直接接触する部分に使用する合成樹脂について適用され、各合成樹脂の特性に応じて試験項目が定められている。

①ポリエチレン及びエチレン・1-アルケン共重合樹脂

n-ヘキサン抽出物、キシレン可溶物、ヒ素、重金属

②ポリスチレン (2群)

揮発性物質、ヒ素、重金属

③ポリプロピレン

n-ヘキサン抽出物、キシレン可溶物、ヒ素、重金属

④ポリエチレンテレフタレート

カドミウム、鉛

⑤金属缶で内容物に直接接触する合成樹脂についてはカドミウム、鉛のみのが定められている。上記①～③の合成樹脂を使用する場合であっても、金属缶の場合はカドミウム及び鉛のみの試験となる。ただし、塩化ビニル樹脂を使用する場合は、ジブチルスズ化合物、クレゾールリン酸エステル、塩化ビニルの試験が追加される。

告示でも各樹脂毎に試験規格が定められているが、その項目や規格値は一致しておらず、整合性を図るべきものと思われる。

2) 溶出試験

溶出試験は、液体を満たすことができる容器包装については定められた浸出用液を容器包装の内面 1cm² 当り 2ml の割合で満たし、液

体を満たすことができない容器包装については台板上に円筒形の器具を用いて、同様に浸出用液を満たし抽出し試験に供される。

浸出用液は、主に4%酢酸を使用することになっている（抽出条件は、60℃×30分）。ただし、過マンガン酸カリウム消費量、フェノール及びホルムアルデヒドの項目は水を用いる（抽出条件は、60℃×30分）。また、クリームについては、n-ヘプタンを使用することになっている（同じく、25℃×1時間）。

合成樹脂の溶出試験の規格項目としては、主として以下の3つである。

- ①重金属
- ②蒸発残留物
- ③過マンガン酸カリウム消費量

そのほかに、ポリエチレンテレフタレートにはアンチモン及びゲルマニウム、金属缶ではヒ素、金属缶で内容物に直接接触する部分に合成樹脂を使用したものにはフェノール及びホルムアルデヒドが追加されている。

告示でも同様の試験方法を定めており、統一を図るべきものと思われる。ただし、内容物の性状、使用条件、賞味期限などを配慮して、原材料毎に浸出用液の選定、浸出条件（温度×時間）、溶出量の規格値を検討する必要がある。また、試験方法については、分析機器の進歩により旧態化したものも見受けられる。告示の試験法については、本年3月に大幅な改正が行われたため、現行では乳等省令の試験法と告示の試験法に大きな相違があり、早急に見直しを行う必要がある。

3) 規格値

材質試験の含有量や溶出試験の溶出量の限度値である規格値については、乳等省令ではより安全性を高めるため告示の1/2の値としているものが多いが、告示と同じ値のものや、告示には規格があっても乳等省令には定められていないものもある。規格の内容を見

直し、乳等用容器包装の安全性確保に対して必要十分な値とする必要がある。

4) 強度等試験

乳等省令では、合成樹脂製、合成樹脂加工紙製、合成樹脂加工アルミニウム箔製及び組合せ容器包装について、破裂強度、封かん強度、密閉性などの強度を規定するため、下記試験項目が定められている。

- ①破裂強度
- ②封かん強度
- ③ピンホール
- ④突き刺し強度

強度等試験は、消費者の手に渡るまで内容物を保護するために、容器包装が必要な強度等を保持することを確認する試験であるが、製品の梱包形態や、輸送範囲などを考慮すると現状の試験項目では、対応できているとはいえない。

破裂強度は、試験器具に容器包装の中央部分を切り取って装着することになっているが、小型の容器包装においては平坦な試料を採取することが難しい場合がある。2群用途の容器包装に対しては、破裂強度又は突き刺し強度のいずれかを選択することができ、上記の問題に対応して定めたものと思われる。しかし、1群については破裂強度のみである。

また、延伸する材質については加圧したときに破裂しないまでも膨らむことが予想されるが、膨らんだ場合には規格を満たしているか否かの判断は難しい。

強度等試験は、本来、製造・販売者等が責任を持って容器包装の設計・管理を行うべきもので、容器包装から食品への汚染を予防することを目的としている乳等省令により定める必要性は必ずしもないものと思われる。

6. その他の事項

1) 常温保存可能品

1群、2群の常温保存可能品用の容器包装については、「遮光性を有し、かつ、気体透過性のないもの」と規定されている。一方、告示の用途別規格の容器包装詰加圧加熱殺菌食品においては、「ただし、内容物が油脂の変敗による品質の低下のおそれのない場合にあつては、この限りでない。」と補足されている。遮光性や気体透過性のないものという条件は、変敗を防ぐために規定されたものと考えられ、賞味期限の設定などと同様に変敗しないことが証明できれば、同様の表記とすることが合理的と考えられる。

2) 容器包装の殺菌について

容器包装については原則として殺菌することになっているが、「殺菌効果を有する方法で製造したものにあつては、この限りでない。」と補足されている。「殺菌効果を有する方法」については、通知(昭和43年環食第8306号)において「熔融状態のポリエチレン(約300℃)を紙又はアルミニウム箔の上に押し出しラミネート方式で製造する方法であり、」との説明がある。また、他の容器包装について、例えば合成樹脂製容器包装においては、合成樹脂の熔融温度まで加熱するので、同様の効果があると考えられる。

1群についての殺菌の項において、「紙のふた」という記述があるが、ここにのみ記載されており、特に「紙のふた」に関する規格の記述はない。使用できる原材料として明確に記述すべきものと考えられる。

3) 紙製容器包装

合成樹脂加工紙製容器包装の紙も含め、紙の規格については明確ではないが、米国FDAのCFR(Code of Federal Regulations)のTitle21 Part176 間接食品添加物:紙及び板紙の成分などを参考に規格化されるべきものと考えられる。

7. 新規容器包装の申請制度

乳等省令では「規定する容器包装以外の容器包装を使用しようとする者は、厚生労働大臣の承認を受けなければならない」とされており、新規材質などの承認制度となっている。

この様な申請・承認制度は、新規原材料が上市される際の安全性確保のために重要と思われる。

乳等の器具・容器包装の規格基準の整備に際しては、改めて米国における制度などを参考として、申請方法、申請者資格、手順等につき何らかの明文化が必要と考えられる。

D 結論

平成16年度の本研究における欧米規格の調査では、特に乳等用に特化した容器包装の規格基準はなく、容器包装の原材料及び使用できる添加剤がポジティブリスト化されていること及び内容食品の性状や使用温度によって溶出試験条件が定められていたことを報告した。また、今年度の調査により、以下のような乳等省令別表四の様々な問題点が浮き彫りになった。

我が国の器具・容器包装は用途により乳等省令と告示の2つの異なる法律で規制されている。しかも、乳及び乳製品の中でも乳等省令別表四で規制されているのは、牛乳、殺菌山羊乳などの乳、クリーム、発酵乳、乳酸菌飲料、乳飲料、調製粉乳のみであり、他の製品は告示により規制されている。そのため、乳及び乳製品の中でも整合性がとれていない状況である。

また、乳等省令では、乳等の種類、容器包装の形態によって使用できる原材料の材質や試験項目が設定されている。乳等の種類は、乳等の性状特性で分類しているのではなく、また、使用できる原材料についても例外承認などによって容器包装形態ごとに規格化され

たため、内容物に直接接触する部分に使用できる合成樹脂が同じであっても、容器の形態によっては使用できないなど、極めて複雑で乳等省令の中でも整合性が取れていないものがある。

さらに、乳等省令で定める規格値は一般に告示より厳しい数値を導入しているが、一方で告示で定める規格が設定されていないものもある。また、試験法については、告示の全面的な改正により、告示法と大きく異なることとなった。

このように、乳等省令別表 四 で定める乳及び乳製品用器具・容器包装の規格基準には多くの問題があり、抜本的な見直しが不可欠である。

一方で、乳等用容器包装の基準が難解で整合性に欠ける大きな原因は、あるものは乳等省令で基準を定めそれ以外のものについては告示によるとされているところから来るものと考えられる。このことをもってしても食品用の器具・容器包装の規格は、乳等用器具・容器包装の規格も含め、遺漏のないように一つに統合することが望ましいと結論された。

乳等省令は、もともと「乳幼児及び病弱者の栄養食品として考えられる乳及び乳製品」という位置付けによって定められた省令であるが、経年により食品も多様化し、乳及び乳製品の特殊性という認識は薄らいできていると思われる。特殊性については今一度検討する必要があるが、告示に統合する場合は、用途別規格という形で乳等用器具・容器包装に特別な事項について、定めておく必要がある。

現行の乳等省令で定める事項を整理し、告示の材質別規格及び用途別規格にどのように統合することができるのか、それで安全性の確保、さらに安全性の向上が図れるのか等について、今後十分に検討する必要がある。

E. 参考文献

- 1) 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（平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金報告書）
- 2) 食品用器具・容器包装等の安全性確保に関する研究（平成 13 年度厚生科学研究費補助金報告書）
- 3) 食品用器具・容器包装等の安全性確保に関する研究（平成 14 年度厚生労働科学研究費補助金報告書）
- 4) 食品用器具・容器包装等の安全性確保に関する研究（平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金報告書）
- 5) 食品衛生法

F. 健康危害情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

器具・容器包装に残存する化学物質に関する研究

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 伊藤 弘一 東京都健康安全研究センター

研究要旨

食品と接触して使用される器具・容器包装には、モノマー、添加剤、不純物等多くの化学物質が残存する可能性がある。それらの化学物質は報告も少なくその実態が明らかでないものも多い。そこで我が国の器具・容器包装における、このような化学物質の実態を明らかとするために、未知化合物の検索、試験法の検討、器具・容器包装中の残存量及び溶出量の調査等を行うこととした。本年度はキャップシーリング中のセミカルバジドの試験法を検討すると共に、その含有量およびベビーフードへの移行量の調査を行った。また、昨年度食品用紙製品から検出したデヒドロアビエチン酸およびアビエチン酸の製品中の含有量を測定すると共に、食品疑似溶媒等への溶出量を検討した。

キャップシーリング中のセミカルバジド (SEM)、ヒドラゾジカルボンアミド (HDC) およびアゾジカルボンアミド (ADC) の試験法の検討を行い、我が国で流通する瓶詰キャップシーリング中の含有量を測定した。さらに瓶詰ベビーフード中の SEM の含有量の測定を行った。その結果、分析したキャップシーリングの 2/3 から SEM または HDC が検出され、国内で流通しているキャップシーリングの発泡剤として ADC または HDC が汎用されていることがわかった。また、ベビーフードから検出された SEM 量は ND~46.7 μ g/kg で安全性の上で特に問題となる量ではなかった。

我が国で流通する食品用紙製品中のデヒドロアビエチン酸 (DHA) およびアビエチン酸 (AA) の材質含有量を測定したところ、バージンパルプ紙製品 10 試料中 5 試料から、リサイクル紙製品は 10 試料全てから検出された。また、食品疑似溶媒や EU において乾燥食品の疑似体として用いられる Tenax TA への溶出量について検討したところ、最高溶出量はそれぞれ 0.853 μ g/g (Tenax TA) 及び 2.52 μ g/ml (95%エタノール) であり、食品衛生上ただちに問題になる量ではなかった。

研究協力者

六鹿 元雄	国立医薬品食品衛生研究所	大嶋 智子	大阪市立環境科学研究所
安野 哲子	東京都健康安全研究センター	尾崎 麻子	大阪市立環境科学研究所
金子 令子	東京都健康安全研究センター	大野 浩之	名古屋市衛生研究所
羽石奈穂子	東京都健康安全研究センター	大森 清美	神奈川県衛生研究所
田中 之雄	大阪府立公衆衛生研究所	池野 恵美	横浜市衛生研究所
池辺 克彦	大阪府立公衆衛生研究所	石井 理恵	埼玉県衛生研究所
柿本 幸子	大阪府立公衆衛生研究所	宮島 洋子	長野県環境保全研究所
森 義明	大阪市立環境科学研究所		

＜その1＞瓶詰食品中のセミカルバジドの分析

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 六鹿 元雄

国立医薬品食品衛生研究所

A. 研究目的

2003年7月、European Food Safety Authority (EFSA、欧州食品安全機関) は瓶詰食品からセミカルバジド (SEM) が検出されたと発表した。SEM は、ニトロフラン系合成抗菌剤のニトロフラゾンの代謝物として知られている (図1)。ニトロフラゾン は動物用医薬品であるが、食用の畜水産物への使用が認められておらず、SEM はその不正使用の指標として分析が行われている。一方、SEM 自体は動物で弱い発がん性を示し、弱い遺伝毒性を有するという報告があるが、毒性データは極めて限られており、International Agency for Research on Cancer (IARC) ではグループ3 (ヒトに対する発がん性は評価できない) に分類している。

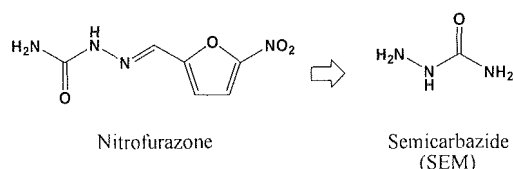


図1 ニトロフラゾンの分解による SEM の生成

ヨーロッパにおける調査の結果、瓶詰食品から検出された SEM はニトロフラゾン由来ではなく、瓶詰食品の金属蓋に装着されているシーリング材に添加された発泡剤のアゾジカルボンアミド (ADC) 由来であることが明らかとなった¹⁾。ADC は加熱されると N₂ や CO₂ ガスを発生しながら熱分解し、ヒドラゾジカルボンアミド (HDC) を経て SEM が生成される (図2)。すなわち、瓶詰食品から検出

された SEM はシーリングから食品へ移行したものであった。また、瓶詰ベビーフード中の SEM を分析した報告²⁾ では、食品中の濃度は3~26 µg/kg であった。

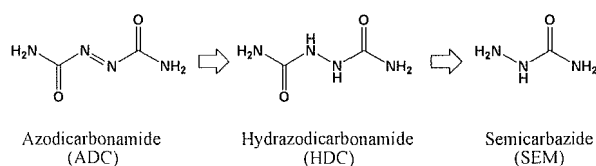


図2 ADC からの SEM の生成

瓶詰の乳児用ミルクおよびベビーフードを摂取している乳児において SEM の暴露が最も高くなる可能性があり、EU では乳児が日常的にベビーフードを摂取することや科学的に不確かな部分があることを考慮し、予防的措置として EC 指令 2004/1/EC (2004年1月) において食品と接触する物質への ADC の使用を禁止し、2005年8月2日より施行された。

なお、2005年7月 EFSA の AFC (食品添加物・香料・加工助剤および食品と接触する物質に関する科学) パネルは、SEM が遺伝性発がん物質ではなく、しかも動物で発がんを誘発する用量と乳児を含むヒトでの暴露量の間には少なくとも5桁以上の差があるので、食品中に検出される SEM によるヒトの健康影響は大きくないと発表した。しかし、今のところ EC 指令 2004/1/EC の修正は出されていない。

一方、我が国ではニトロフラン系合成抗菌剤の使用を監視するため、輸入される卵加工品に対し SEM の自主検査を義務付けている。しかし、我が国で流通するキャップシーリン

グおよび瓶詰食品中の SEM 含有量に関する報告は十分ではない。

そこで、国内の実態を調査するため、キャップシーリング中の SEM、HDC および ADC の測定方法の検討を行い、含有量を測定した。さらに瓶詰ベビーフード中の SEM の含有量の測定を行ったので報告する。

B. 研究方法

1. 試料

主に 2004 年に購入した各種市販瓶詰食品のキャップシーリング 90 検体、瓶詰ベビーフード 11 検体およびレトルトベビーフード 2 検体

2. 試薬

アゾジカルボンアミド、ヒドラゾジカルボンアミド (ビウレア)、セミカルバジド塩酸塩、2-ニトロベンズアルデヒド (2-NBA): 以上 東京化成工業(株)製

OASIS HLB (0.2 g) : Waters 社製

3. 装置

液体クロマトグラフ/質量分析計 (LC/MS) : Series 1100、Agilent 社製

液体クロマトグラフ/タンデム質量分析計 (LC/MS/MS) : Alliance 2695、micromass Quattro micro、Waters 社製

4. 測定条件

1) LC/MS 条件

カラム : Discovery HS F5 (150 mm x 2.1 mm, 3 μ m)、SUPELCO 社製、カラム温度 : 40°C、移動相 : CH₃CN/0.02% 酢酸 (1:1)、流速 : 0.25 mL/min、注入量 : 20 μ L、フラグメンター電圧 : ESI (+) 30 V、測定モード : SIM 定量用イオン : m/z 76 (SEM)、119 (HDC)、139 (ADC)

2) LC/MS/MS 条件

カラム : Symmetry C18 (150 mm x 2.1 mm, 3 μ m)、カラム温度 : 40°C、移動相 : 5 mM ギ酸アンモニウム-メタノール 8:2 から 5:95 ま

で 7 分間で直線グラジエント、その後 2 分間保持、流速 : 0.2 mL/min、注入量 : 50 μ L、キャピラリー電圧 : 3 kV、コーン電圧 : 20 V、コリジョンエネルギー : 8 eV、イオン化法 : ESI (+)、測定モード : MRM、定量イオン : m/z 209 \rightarrow 166、確認イオン : m/z 209 \rightarrow 192

5. 試験溶液の調製

1) キャップシーリング

細切した試料 50 mg を 10 mL 容遠沈管にとり、これに水 1 mL を加えて遮光下で 40°C および 80°C で一晩静置した。冷後、抽出液を採取して試験溶液とした。40°C で抽出した試験溶液を用いて SEM、80°C で抽出した試験溶液を用いて HDC および ADC を、LC/MS で測定した。ただし、試験溶液の調製法の検討時は各種温度で抽出した試験溶液について、SEM、HDC および ADC を測定した。

2) ベビーフード

ホモジナイズした試料 2 g を 50 mL 容遠沈管にとり、これに 0.2 mol/L 塩酸 10 mL と 10 mg/mL 2-NBA/メタノールを 240 μ L 加えた後、40°C で一晩振とうした。0.2 mol/L リン酸水素二ナトリウム 10 mL と 2 mol/L 水酸化ナトリウム 800 μ L を順に加えて 30 秒間かくはんし、3,900 \times g で 15 分間遠心分離を行い、上清を減圧下でろ紙ろ過した。このろ液をあらかじめ酢酸エチル、メタノール、水 各 5 mL でコンディショニングした OASIS HLB に負荷し、水 5 mL で洗浄後、2 分間通風して乾燥させた後、酢酸エチル 3 mL で溶出させた。溶出液を減圧遠心濃縮器で濃縮後、水-メタノール (1:1) を加えて 1 mL に定容後、フィルターろ過して試験溶液とし LC/MS/MS で測定した。

6. 定量方法

1) キャップシーリング

SEM 標準溶液 0.0067~0.67 μ g/mL および HDC 標準溶液 0.1~2.0 μ g/mL を用い、ピー

ク面積による絶対検量線法で各試験溶液の定量を行った。

2) ベビーフード

ホモジナイズした試料を2 g ずつとり、1.35 $\mu\text{g/mL}$ の SEM 標準溶液をそれぞれ0、20、40 および 60 μL 添加した後、試料の調製を行い、ピーク面積による標準添加法で試料中の SEM 含有量を定量した。

C. 研究結果および考察

1. キャップシーリング中の SEM

1) 分析条件の検討

ヨーロッパで一般に行われている食品中の SEM の分析法は、2-NBA によって誘導体化を行ったのち LC/MS/MS で分析する方法³⁾ である。しかし、この方法では SEM の親化合物である HDC や ADC は測定することができない。そこで、存在する SEM が発泡剤由来であることを確認するため、親化合物も同時に測定できる Stadler らの方法⁴⁾ を基に検討した。

カラムは Stadler らと同じ Discovery HS F5、移動相は $\text{CH}_3\text{CN}/0.02\%$ 酢酸 (1:1) 混液、定量用イオンは SEM 76 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 、HDC 119 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 、ADC 139 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ を用いたところ、SEM、HDC および ADC をそれぞれ判別して分析可能であった。フラグメンター電圧はその定量用イオンすべてが最も感度よく検出できた ESI (+) 30 V とした。

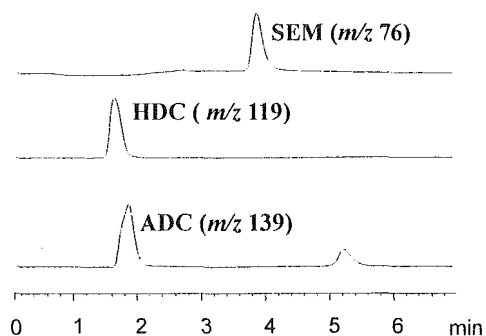


図3 標準溶液のクロマトグラム

本分析条件における保持時間は HDC 1.7 min 0.1 $\mu\text{g/mL}$ 、ADC 1.8 min 1.0 $\mu\text{g/mL}$ 、SEM 3.5 min 0.0067 $\mu\text{g/mL}$ であった。定量下限は HDC 0.1 $\mu\text{g/mL}$ 、ADC 0.5 $\mu\text{g/mL}$ 、SEM 0.0067 $\mu\text{g/mL}$ であった(図3)。

2) 抽出溶媒の検討

SEM を含有する試料を用い、水、メタノールまたはその混液各 1 mL で抽出 (40°C 1 晩) を行い、その抽出量を比較した (図4)。その結果、水を用いた場合、最も抽出量が多く、他のきょう雑物は少なかったため、抽出溶媒として水を用いることとした。

3) 化合物の安定性の確認

SEM、HDC および ADC 標準品を用いて、それぞれ 0.067、4.64 および 0.95 $\mu\text{g/mL}$ に調製した溶液について、40、60、80 および 95°C の各温度で一晩静置し、安定性を確認した (図5)。SEM 標準溶液は 40°C では分解は起こらなかったが、温度の上昇とともに残存率が低下した。一方、HDC は 80°C までは安定であったが、95°C では大きな減少が見られ、SEM が検出された。このことから、HDC が分解して SEM が生成したことが確認されたが、生成した SEM の一部はさらに分解していると考えられた。ADC は最も不安定で 40°C では一応分析できたが、それ以上では分解が進み、80°C 以上ではほぼ完全に分解していた。その減少に伴い、HDC が増加し、95°C ではさらにその HDC が分解して SEM の生成が確認された。

4) 抽出温度の検討

次に SEM および HDC を含むキャップシーリングを用いて、抽出温度による各化合物の抽出量を比較した (図6)。その結果、SEM は常温の水に溶解しやすいため、40°C で十分抽出されたが、60°C では分解により減少し、80°C 以上では新たに溶出してきた HDC の分解によりかえって増加を示した。一方、HDC

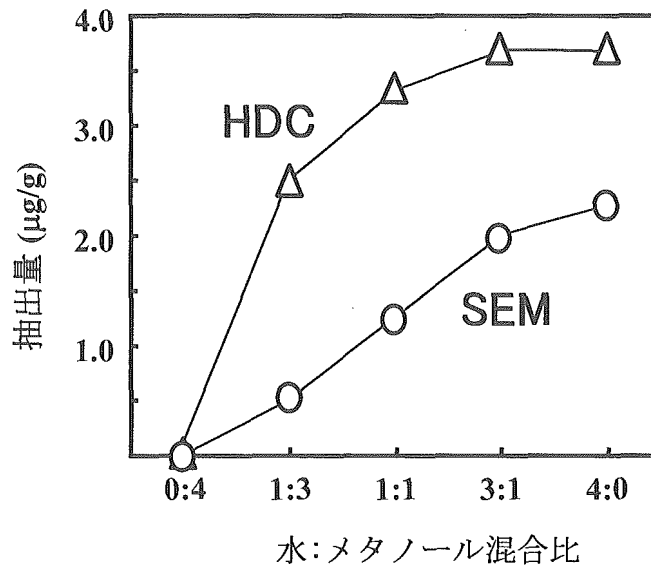


図4 水およびメタノールによる抽出量

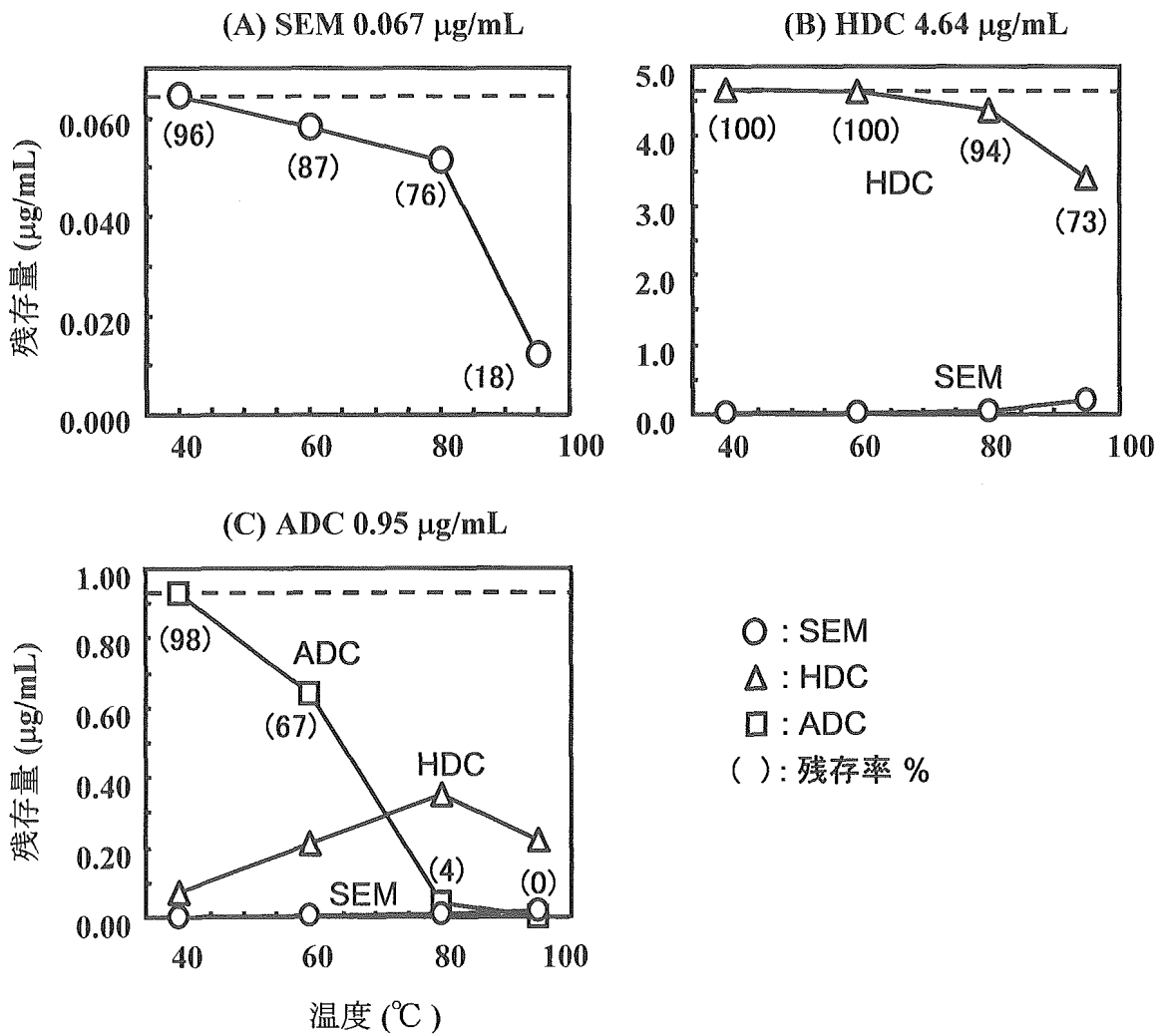


図5 各温度におけるSEM、HDCおよびADCの安定性

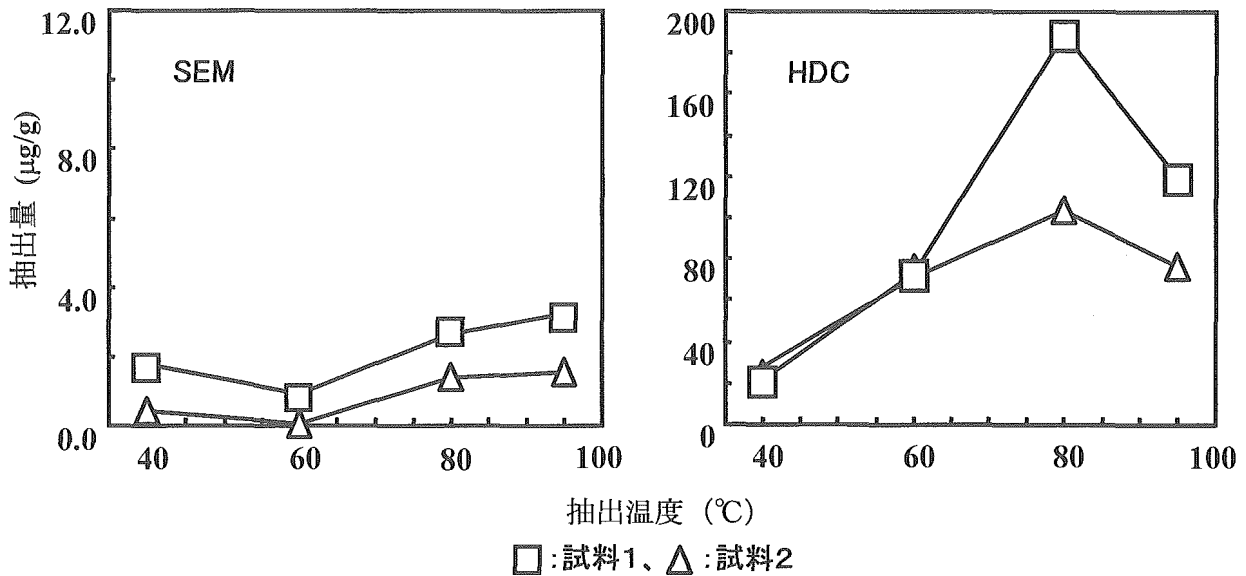


図6 各温度におけるキャップシーリングからの抽出量

は常温の水には溶解しにくいいため、80°Cで最も高い抽出量を示した。そのため、抽出条件はSEM用とHDC用を別にし、SEMは分解が起こりにくい40°C、HDCは分解が起こらず、抽出量が多い80°Cで行うこととした。なお、ADCは常温の水には溶解しにくく、高温では不安定であるため、測定は行わなかった。

5) 添加回収試験

SEMおよびHDCを含有しないシーリング50mgにSEM 1.34 µg/gまたはHDC 10 µg/gを添加し、添加回収試験を行った。その結果、回収率はSEM 91.0±3.6%、HDC 91.2±2.9% (n=4)と良好で、定量下限はHDC 1.0 µg/g、SEM 0.1 µg/gであった。

6) 市販キャップシーリング中のSEMおよびHDC含有量

市販キャップシーリング90検体についてSEMおよびHDCを測定し、キャップの種類とシーリング断面の気泡の有無によって分類した(表1)。PTキャップのシーリングは全検体に発泡がみられ、そのすべてからSEMおよびHDCが検出された。スクリューキャップは気泡が見られなかった1検体を除き、すべ

てからHDCが検出され、SEMも22検体中20検体から検出された。ラグキャップでは46検体中、12検体で気泡が見られ、このすべての検体からSEMまたはHDCのいずれかが検出された。一方、気泡が確認できなかったほとんどの検体からはSEMやHDCは検出されなかったが、一部では検出された。このように気泡が確認できたキャップシーリングでは、そのすべてからSEMまたはHDCのいずれかが検出された。また、PTキャップとスクリューキャップではほぼすべてでADCが使用されているのに対し、ラグキャップではADCの使用は約1/3程度であった。

2 ベビーフード中のSEM

1) 分析条件および試料調製法の検討

我が国の瓶詰ベビーフードの多くはPTキャップを使用しており、シーリング中からSEMおよびHDCが検出されたことから、ベビーフード中のSEMについて分析を行った。

ベビーフードではキャップシーリングのようにSEMとHDCをそのまま分析することはできなかったため、ヨーロッパで一般に行わ

れている SEM のみを 2-NBA で誘導体化させて、測定する方法³⁾を検討した(図7)。すなわち 2-NBA によって誘導体化を行ったのち、固相抽出カラムで精製し、LC/MS/MS で分析した。LC/MS/MS 条件および誘導体化の条件および固相抽出カラムでの精製方法は Scheilla ら³⁾と同様とした。本分析条件による SEM 誘導体の保持時間は 8.2 min で、定量下限は試験溶液あたり 0.01 $\mu\text{g/mL}$ であった(図8)。

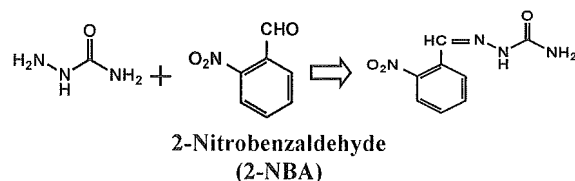


図7 SEM の誘導体化反応

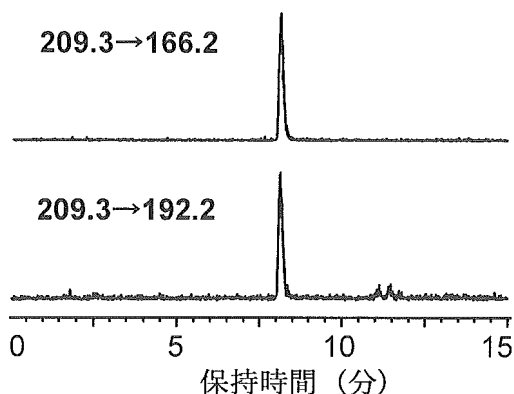


図8 SEM 誘導体標準品のクロマトグラム

しかし、この方法でいくつかの試料について分析を試みたところ、SEM の誘導体化効率が食品マトリックスに大きく影響されることが判明した。図9に示すように SEM を含まない 2 種類のレトルトベビーフードと水に、SEM を 0、13.5、27.0、40.5、54.0 $\mu\text{g/kg}$ 添加したところ、得られたピークエリアは水の場合に比べてレトルトベビーフード1(和風あんかけ)では17.1%、レトルトベビーフード2(チキンドリア)では12.4%にすぎず、大幅に低かった。しかし、添加量とピークエリアに直線

性があり、再現性も良好であったことから、標準添加法により定量することが可能と考えられた。

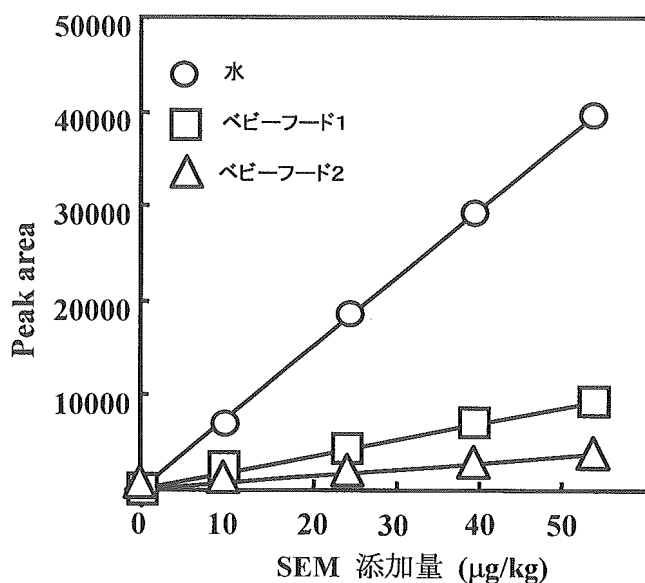


図9 SEM 添加量と誘導体生成量の関係

2) 添加回収試験

水およびレトルトベビーフード 2 検体に 13.5 $\mu\text{g/kg}$ の SEM 標準品を添加し、上記の標準添加法により添加回収試験を行った。その結果、回収率はそれぞれ 92.3 \pm 3.0% (水)、93.7 \pm 0.2% (和風あんかけ)、95.3 \pm 1.8% (チキンドリア)(n=3) と良好であった。また、定量限界は 1.0 $\mu\text{g/kg}$ であった。

3) 市販ベビーフード中の SEM 測定

瓶詰ベビーフード 11 検体について SEM 含有量を測定した(表2)。その結果、キャップシーリングから SEM が検出された A 社製と B 社製のベビーフードでは、全検体から SEM が検出された。一方、キャップシーリングから SEM が検出されなかった C 社製のベビーフードからはいずれも SEM は検出されなかった。ベビーフードから検出された SEM 量は 5.7~46.7 $\mu\text{g/kg}$ であった。

表1 シーリング中の SEM および HDC 含有量とキャップの種類

キャップの種類	気泡	検体数	検出数	SEM	HDC	検出濃度 (μg/g)	平均値 (μg/g)
PT キャップ	○	23	SEM	23	0.32	2.17	(1.04 ± 0.49)
			HDC	23	36.4	231.3	(103.9 ± 61.3)

	×	0					
スクリュウ キャップ	○	22	SEM	20	0.14	2.26	(0.82 ± 0.67)
			HDC	22	14.4	268.8	(143.5 ± 86.7)
	×	1	SEM	0			
			HDC	0			
ラグキャップ	○	12	SEM	11	0.14	0.95	(0.39 ± 0.28)
			HDC	10	5.6	198.1	(58.6 ± 71.9)
	×	34	SEM	1	0.48		
			HDC	3	49.9	61.6	(56.2 ± 5.9)

○:気泡が確認できる ×:気泡が確認できない

表2 瓶詰ベビーフードおよびシーリング中の SEM 含有量

内容食品	キャップの 種類	シーリング		ベビーフード	
		SEM (μg/g)	HDC (μg/g)	SEM (μg/kg)	
A社製	白身魚とポテトのクリーム煮	PT	0.80	64.9	5.7
	チーズグラタン	PT	1.67	26.9	29.7
	リンゴ(うらごし)	PT	1.60	176.6	16.9
	けんちんうどん	PT	1.50	46.0	26.2
	野菜とレバーのうま煮	PT	2.17	47.1	29.3

B社製	かぼちゃ(うらごし)	PT	0.32	50.8	27.2
	リンゴ(うらごし)	PT	1.73	71.9	6.4
	かれいのドリア	PT	0.45	93.7	35.9
	肉じゃが	PT	0.49	100.6	46.7

C社製	ミックス野菜	ラグ	<0.12	<2.0	<1.1
	野菜おじや	ラグ	<0.12	<2.0	<0.4

D. 結論

分析したキャップシーリングの 2/3 から SEM または HDC が検出された。キャップシーリングの発泡と SEM および HDC の検出がほとんどの検体で一致していたため、国内で流通しているキャップシーリングの発泡剤として ADC または HDC が汎用されていることが判明した。また、ベビーフードから検出された SEM は、製品の加熱加圧滅菌の際にキャップシーリング中の SEM が揮散して食品へ移行したものと考えられ、その量は ND~46.7 µg/kg とヨーロッパの調査結果とほぼ同程度であった。

ベビーフード中の SEM 含有量は、EFSA において健康影響に問題がないとしている量とほぼ同程度であり、現状では安全性の上で特に問題はないと考えられる。

E. 文献

- 1) European Food Safety Authority, Press Release 15 October 2003
- 2) Bouma *et al*, Report nr. ND03V003/03, (2003)
- 3) Scheilla *et al*, J. Chromatogr. A 1077, (2005), 151-158
- 4) Stadler *et al*, Analyst 129, (2004), 276-281