

設定質量数：

測定対象物質	定量イオン m/z	確認イオン m/z
1,1,1-トリクロロエタン	97	99
トルエン	91	92
クロロベンゼン	112	77

2-5-5 定量分析の方法 (その2)

フェニルシクロヘキサン、ステアリン酸メチル、ベンゾフェノン

試験溶液の調製

試験溶液 100ml にジクロロメタン 5ml を加え、振とう抽出した。ただし、50%エタノール試験溶液の場合は水 50ml を加えた後、ジクロロメタン 5ml を加え、振とう抽出した。静置後、ジクロロメタン層を分離し、水層にさらにジクロロメタン 5ml を加え、振とう抽出した。2回の時クロロメタン抽出液を合わせ、窒素気流下で 1ml まで濃縮し、これを検液とした。また、フェニルシクロヘキサン、ステアリン酸メチル、及びベンゾフェノンを各々ジクロロメタンに溶解し、標準溶液を調製した。試験溶液及び標準溶液を以下の測定条件でガスクロマトグラフ - 質量分析計に注入し、標準溶液から得られた検量線から検体中の濃度を測定した。

測定条件

(ガスクロマトグラフ - 質量分析計の操作条件)

機種：QP-5050A [株島津製作所]

カラム：DB-WAX [I&W SCIENTIFIC Co.]

溶融シリカ 0.25mm 径 x 60m, 膜厚 0.25 μm

注入方法：スプリットレス

温度：注入口 280°C

カラム 40°C (3分保持) → 15°C/分昇温 → 250°C (8分保持)

キャリアーガス：250 kPa

イオン源温度：280°C

イオン化電圧：70 eV

イオン化法：EI

設定質量数：

測定対象物質	定量イオン m/z	確認イオン m/z
フェニルシクロヘキサン	104	117
ステアリン酸メチル	74	87
ベンゾフェノン	182	105

PET トレイ協議会

2-5-6 試験結果とその考察

溶出試験結果を表2-8に示した。シートA中での残存量が少なかった揮発性物質（1, 1, 1-トリクロロエタン、トルエン、クロロベンゼン）については、4種類の擬似溶媒全てにおいて溶出量が0.5ppbを超えることがなかった。不揮発性物質のうちフェニルシクロヘキサンについても、同様に溶出量は0.5ppbを超えなかった。ステアリン酸メチルについても、水性、酸性、アルコール性食品については、同様に溶出量は0.5ppbを超えなかったが、油性食品については1.6ppb、1.3ppbの溶出量が認められた。また、ベンゾフェノンについては、各擬似溶媒において、0.5ppb~3.2ppbの溶出量が認められた。

模擬汚染したシートによる溶出試験結果

単位：ng/ml

(表2-8)

試験項目	水 (水性食品)	4%酢酸 (酸性食品)	20%エタノール (アルコール性食品)	50%エタノール (油性食品)
1,1,1-トリクロロエタン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
トルエン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
クロロベンゼン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
フェニルシクロヘキサン	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ステアリン酸メチル	<0.5	<0.5	<0.5	1.6
	<0.5	<0.5	<0.5	1.3
ベンゾフェノン	0.7	0.6	1.0	3.5
	0.5	0.8	0.6	2.9

シートAに残存する各模擬汚染物質の量（平均）を表2-6により確認すると、

1, 1, 1-トリクロロエタン：	<1.0ppm
トルエン：	0.75ppm
クロロベンゼン：	1.25ppm
フェニルシクロヘキサン：	4.85ppm
ステアリン酸メチル：	7.2ppm
ベンゾフェノン：	20ppm

であった。従って、シートAでの含有量が5ppm以下の4種の模擬汚染物質については、全ての食品擬似溶媒で検出されなかったといえる。

また、ステアリン酸メチルは含有量7.2ppmであったが、油性食品以外では検出されなかった。また、ベンゾフェノンの含有量は20ppmであり、それが0.5ppbを超えて検出された原因と考えられる。

PETトレイ協議会

第3章 容り法下のマテリアルリサイクルにおける汚染物質の除去能力（総括的考察）

容器包装リサイクル法の下で、主として使用済み飲料用PETボトルが再生されて原料樹脂化（フレーク）され、さらに一定の条件を満たすシート製造設備で無延伸PETシート（トレイ）がつくられており、最初に収集されたボトルが何らかの汚染物質に1000ppmレベルで曝されたと仮定して、その後の工程での除去能力を検証することが本試験の目的である。

模擬汚染試験における除去能力の推定

単位：ppm

（表3-1）

	トリクロロエチレン	トルエン	ジクロロベンゼン	フェニルシロキサン	スチレン酸メチル	ベンゾフェノン	備考
添加量	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
汚染後吸着量	20.5	170	320	295	730	585	実測値平均
吸着率 (%)	2.05	17.0	32.0	29.5	73.0	58.5	A
洗浄後残存量	<5 (★3.4)	54	120	200	205	335	実測値平均
洗浄工程・除去率 (%)	83.4%	68.2	62.5	32.2	71.9	42.7	
洗浄工程・残存率 (%)	★16.6%	31.8	37.5	67.8	28.1	57.3	B
100ppm汚染レベルシートA [残存率]	★0.34 <1.0 (☆0.07) [☆20.0%]	5.4 0.75 [13.9%]	12.0 1.25 [10.4%]	20.0 4.85 [24.3%]	20.5 7.2 [35.1%]	33.5 20 [59.7%]	含有量 実測値 平均
50pp汚染レベルシートB [残存率]	★0.17 <1.0	2.7 <0.5	6.0 0.7 [11.7%]	10.0 2.2 [22.0%]	10.3 3.85 [25.7%]	16.8 9.8 [58.3%]	含有量 実測値 平均
25ppm汚染レベルシートC [残存率]	0.85 <1.0	1.4 <0.5	3.0 <0.5	5.0 1.05 [21.0%]	5.1 2.05 [40.2%]	8.4 5.0 [59.5%]	含有量 実測値 平均
平均除去率 (%)	☆80.0	86.1	88.9	77.6	66.3	40.8	シート製造ライン
平均残存率 (%)	20.0	13.9	11.1	22.4	33.7	59.2	シート製造ライン C
総合残存率 A × B × C	0.0205 × 0.166 × 0.200 =0.07%	0.170 × 0.318 × 0.139 =0.8%	0.320 × 0.375 × 0.111 =1.3%	0.295 × 0.678 × 0.224 =4.5%	0.730 × 0.281 × 0.337 =6.9%	0.585 × 0.573 × 0.592 =19.8%	D
総合除去率 (%) T = 100 - D	99.9	99.2	98.7	95.5	93.1	80.2	

PETトレイ協議会

★(注) 本試験は分析法の開発段階で実施した為に検出精度が不十分であり、特にトリクロロエタンでは洗浄後の残存量(実数)を確認できなかった。その後、全く同じ検体で改良分析法により測定した結果が3.4ppmであったので、それで材料中の含有量を計算し、さらに☆についても除去率を仮定して試算した。

第2章に報告された試験結果を総合的に考察する為に、全工程を通じての模擬汚染物質の残存率と総合的な除去能力を試算すると、表3-1に示すようなことが考えられる。

即ち、模擬汚染試験の総合的な検証結果を総括すると、

- 1) 再生フレークを代表的な6種類の模擬汚染物質(1000ppm濃度レベル)のカクテルで暴露した。
- 2) 暴露後の再生フレーク中に吸着・付着された率は、表3-1のA欄に示した。
- 3) 次に汚染したフレークを標準的な再生工程の条件でアルカリ洗浄、リンスし、さらに乾燥した。
- 4) 洗浄後の汚染フレークに残存する各模擬汚染物質の率は、表3-1のB欄に示した。
- 5) 模擬汚染・洗浄後の再生フレークを3水準に希釈して、評価対象のシート製造設備で製品化した。
- 6) 模擬汚染材料3水準の製品(シートA, B, C)内に残存する模擬汚染物質の量は、どの物質も4:2:1とほぼ同じ比になっており、表3-1のC欄に示した通りであり、除去能力は安定していた。
- 7) 以上の工程での総合的な除去能力を、 $A\% \times B\% \times C\% = \text{総合残存率}$ をD欄に計算した。

物質名	総合残存率
1, 1, 1-トリクロロエタン	0.07%
トルエン	0.8%
クロロベンゼン	1.3%
フェニルシクロヘキサン	4.5%
ステアリン酸メチル	6.9%
ベンゾフェノン	19.8%

- 8) 従って、工程の総合除去率Tは $(100 - D)\%$ で、次の通りとなる。

物質名	総合除去率
1, 1, 1-トリクロロエタン	99.9%
トルエン	99.2%
クロロベンゼン	98.7%
フェニルシクロヘキサン	95.5%
ステアリン酸メチル	93.1%
ベンゾフェノン	80.2%

模擬汚染の揮発性物質については、99%を超える除去能力があり、不揮発性物質もベンゾフェノンを除いては95%前後の除去能力があり、検証したシート設備はかなり高い実用性が期待されるものである。

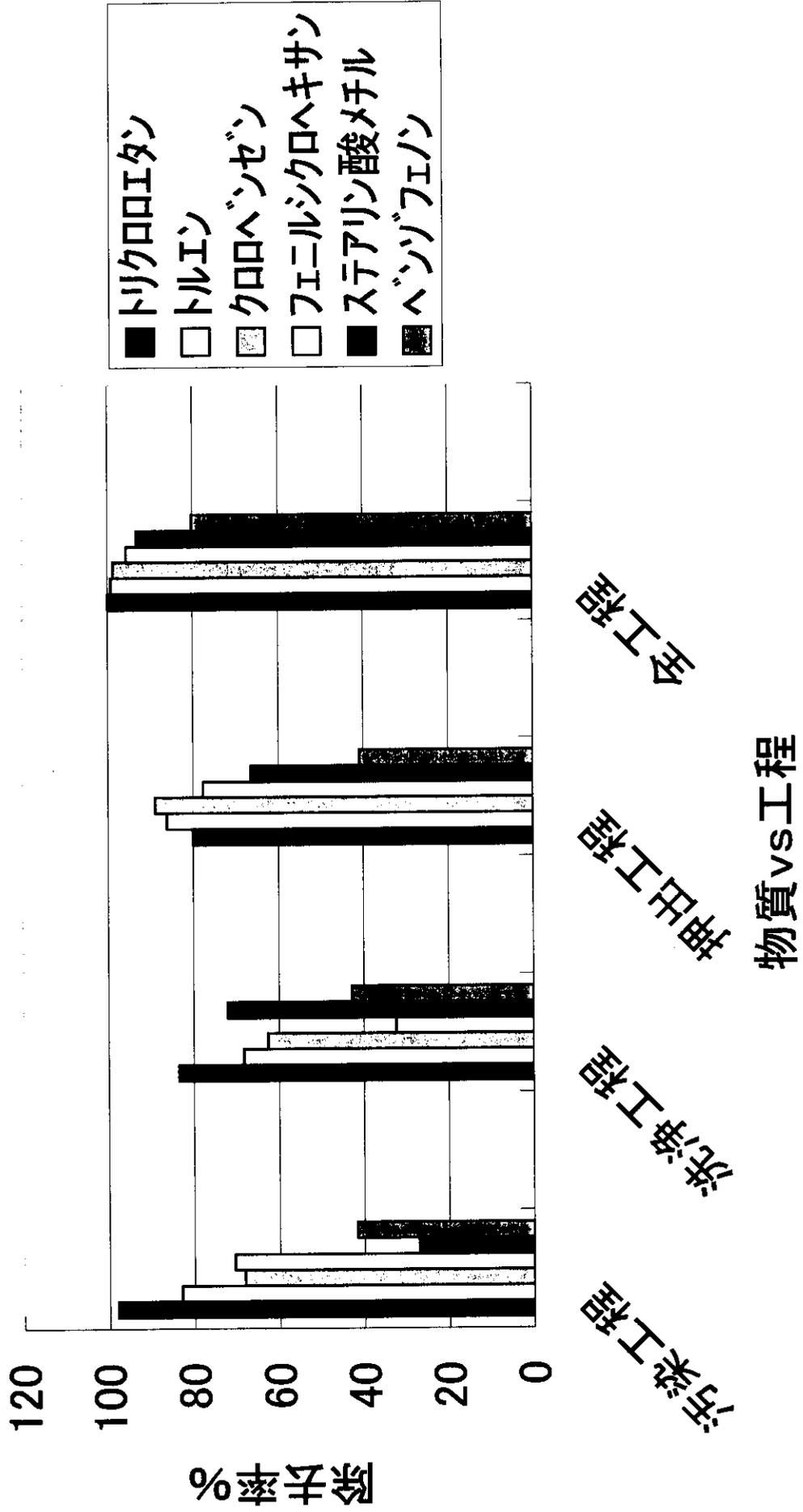
- 9) また、米国FDAのガイドライン¹⁾と閾値規則⁵⁾を適用すると、各模擬汚染物質の総合残存率^Dから計算して、初期に許容される各物質の汚染濃度は次の通りである。

1, 1, 1-トリクロロエタン	307 ppm
トルエン	26.9 ppm
クロロベンゼン	16.5 ppm
フェニルシクロヘキサン	4.8 ppm
ステアリン酸メチル	3.1 ppm
ベンゾフェノン	1.1 ppm

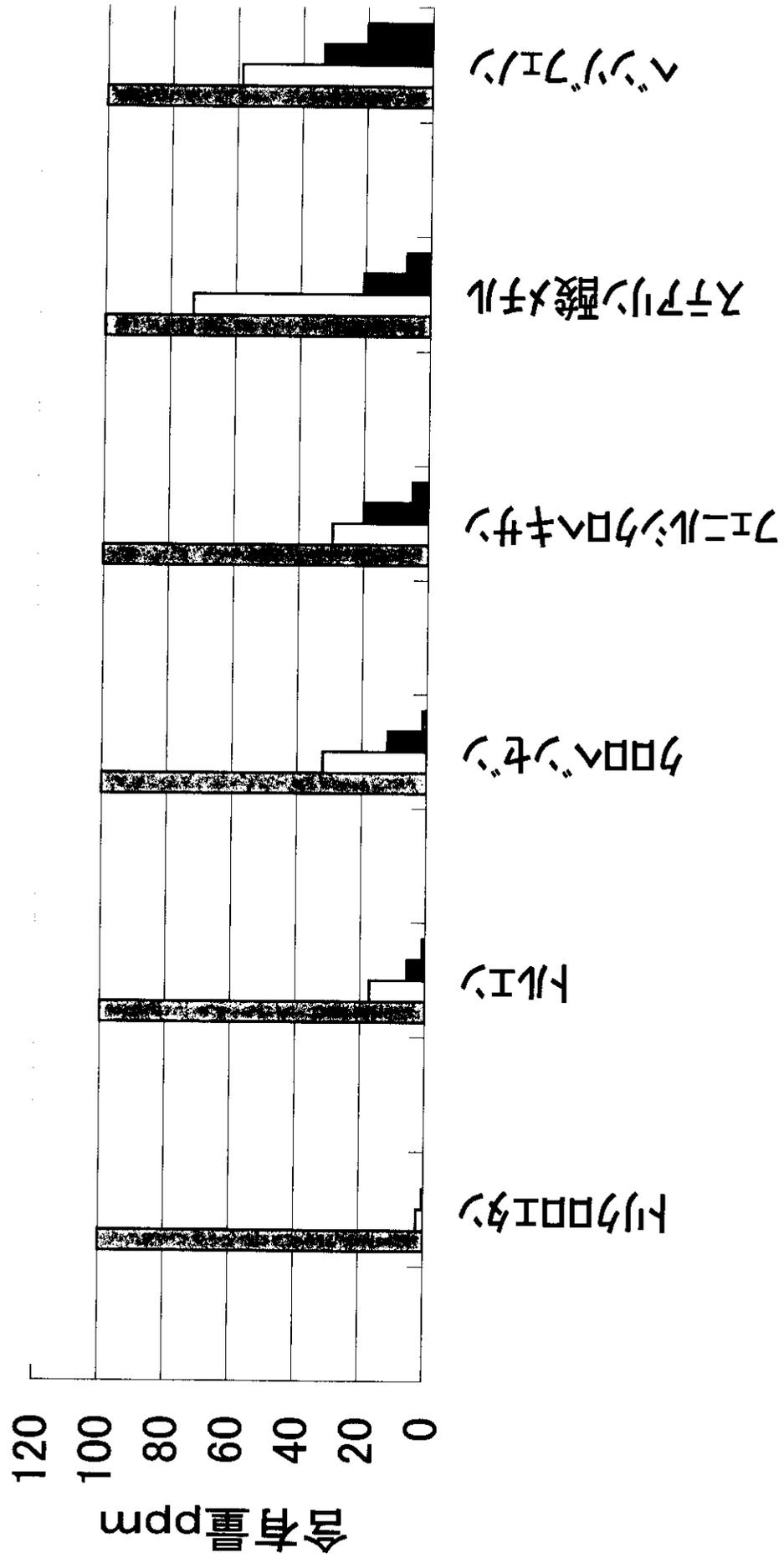
再生PET製の容器の場合、材質中の汚染物質の含有量が215 ppbを超えなければ、「ヒトの食事中への移行量が0.5 ppbを超えないので、無視してもよい。」というFDAのガイドラインを適用して逆算した結果である。

- 10) 各模擬汚染物質に関する除去能力に関して、工程別除去率(%)を図3-1に、初期暴露量100 ppm想定時の各工程終了後の残存量(ppm)を図3-2に示した。

工程別除去能力(ボトルツウトレイ) 図3-1



ボトルツウトレイ(除去能力) 図3-2



□ 初期暴露量 □ 汚染後F ■ 洗浄後F ■ 押し出しシート

第4章 使用済みPETボトルを再び食品容器に使用する条件

(自主規制基準への考え方)

4-1 模擬試験における汚染濃度と再生工場での汚染濃度の比較

国内の代表的な使用済みPETボトルの再生工場において、例えば農薬により汚染された場合の汚染状態を推定すると、次のように考えられる。

再生工場が1.5L飲料用PETボトル(自重50g)を1日に60万本処理できる能力があるとすると、

日産処理能力 30,000kg s (10時間稼働)

時間処理能力 3,000kg s

そして、農薬満注のボトル1本が混入し、再生工程1日分のボトルに内容物全量が付着または吸着したと仮定した場合の平均汚染濃度は、

$$C_0 \doteq \frac{1.5 \text{ kg}}{30,000 \text{ kg}} = \frac{1}{20,000} = 0.005\% \\ = 50 \text{ ppm} \text{ である。}$$

しかし、現実の再生工程はボトルの内容物を排出したものをライン内に送るような設備であり、ボトルに農薬を満注したものが混入していても、農薬1.5Lがライン内に流入することはない、50gのPET材に吸着・付着した分だけがプラント内を汚染する可能性があると考えられる。

従って、80%もPET材に吸着されるような農薬があったとしても僅かに40gであり、1時間の処理量が3,000kgのプラントで、その1本分(40g)が工程内1時間分のフレークに分散したと仮定した場合の平均汚染濃度は、

$$C_1 \doteq \frac{0.04 \text{ kg}}{3,000 \text{ kg}} = \frac{1}{75,000} = 0.00133\% \\ = 13.3 \text{ ppm} \text{ である。}$$

本模擬汚染試験での汚染濃度レベルは、初期添加濃度(Cf)が1000ppmという過酷条件で試験を実施した。

また、試料(シート)を製作する際には、模擬汚染・洗浄後のフレークを汚染されていないフレークで10倍、20倍、30倍の3水準に希釈して材料を調整したので、各々の試料(シート)の初期汚染濃度レベルは、次ぎの通りとなった。

10倍希釈の原料による製品(シートA)は、

$$= 100 \text{ ppm} (1/10)$$

$$= C_0 \text{ の } 2 \text{ 倍}$$

$$= C_1 \text{ の } 7.5 \text{ 倍}$$

PETトレイ協議会

20倍希釈の原料による製品（シートB）は、
= 50 ppm (1/20)
= C_0 の1倍
= C_1 の3.8倍

40倍希釈の原料による製品（シートC）は、
= 25 ppm (1/40)
= C_0 の1/2倍
= C_1 の1.9倍

この3種類の試料（シート）に残存している6種類のモデル汚染物質の残存量は、ほぼ希釈倍率に比例しており、このシート製造装置の除去能力が濃度に関係なく一定であることがわかった。そこで、食品擬似溶媒による溶出試験（2—5項）は、初期汚染濃度最大の試料（シートA）で実施することとした。

シートAで溶出試験をすれば、再生工場の推定汚染濃度（ C_1 ）の7.5倍という過酷な条件で試験を実施したことになり、現実には起こり得ない汚染レベルで汚染カクテルの溶出量を確認したことになると考えられた。

4-2 模擬汚染試験での溶出試験結果とその考察

本試験で実施した食品擬似溶媒への溶出試験結果（2—5—6項）によると、検出限界0.5 ppbの精度で、シートAからの溶出（量）は、

トリクロロエタン、トルエン、クロロベンゼン、フェニルシクロヘキサンの場合、

水、4%酢酸、20%および50%エタノールの全てで検出されなかった。

ステアリン酸メチルの場合、

水、4%酢酸、20%エタノールで検出されず、

50%エタノールでは1.5 ppbであった。

ベンゾフェノンの場合、

水で 0.6 ppb、

4%酢酸で 0.8 ppb、

20%エタノールで 0.7 ppb、

50%エタノールで 3.2 ppbであった。

現実には起き得る7.5倍レベルの模擬汚染試験において、4種類の擬似溶媒への溶出量は、最大値で3.2 ppbであった。従って、現実には水性、酸性、アルコール性、油性の食品中へ汚染物質が0.5 ppbを超えて移行することはないと考えられる。

従って、日本の標準的な使用済PETボトルの再生工程でつくられた原料樹脂(フレーク状)を、一定の条件を満たすシート製造設備で無延伸PETシートに製造した場合、所定の管理基準が遵守されていれば、全工程の除去能力からして、そのシートで製造した食品容器から食品中へ0.5ppbを超えて汚染物質が移行することはあり得ないと考えられ、FDAの閾値規則⁵⁾を適用すると仮定しても、十分に問題のないレベルであると考えられる。

4-3 “ボトルツウトレイ”によるリサイクルにおける自主規制基準への考え方

第1章の図1-1、パターンIによる“ボトルツウトレイ”の工程に模擬汚染試験を実施した結果は、前項に述べたように食品容器への再利用を期待できるものであるが、全ての食品分類、あらゆる使用条件(温度、時間、接触状態など)において、未使用原料による製品と同じに衛生安全性を保證できるものではないと考えられる。実際に、その使用に当っては科学的な判断とデータを基に限定条件下で使用する必要があると考えられる。

一方、“ボトルツウボトル”の報告書にあるように、再生フレークを溶融してペレット化、さらに長時間の固相重合をし、それから製品(ボトルまたはシート)を製造することができれば、さらに汚染物質の除去はハイレベルになることは明確で、全ての物質が閾値⁵⁾のレベルに達するものと考えられる。従って、“ボトルツウトレイ”のリサイクルでも、図1-1のパターンIIIの方法を利用すれば、それは可能であり、直接接触による使用の条件も広がることは明確である。しかし、コストパフォーマンスの問題からパターンIを選択するケースが多いと考えられる。

“ボトルツウボトル”の場合にはケミカルリサイクルによる方法が最終的な手段として考えられているが、これも“ボトルツウトレイ”では、コストパフォーマンスの問題から、実際の用途展開ができる可能性は低いと考えられる。

いずれにしろ、使用済み製品からの再生原料に確認できない物質が含まれる可能性はあり、それが安全である範囲まで除去できることを保證する方法がないことから、徐々に実績を積み重ねて信頼を得ることが肝要であると考えられた。

そこで再生樹脂を含むPETシートを食品容器に使用する場合は、製造者と使用者が自主的に科学的に管理して、消費者の安全を守る必要があるものと言われている。

実際には関係業者間で自主規制基準を策定して、お互いに努力して管理しながらリサイクルによる再利用を推進すべきものと言われており、そのための指針としては米国の食品工業協会とプラスチック工業協会が1993年に纏めたガイドライン²⁾に沿って、個別の使用条件ごとに科学的に確認をしながら利用することが望まれる。

PETトレイ協議会

なお、このガイドラインは1992年に連邦政府機関FDAが発行したガイドライン¹⁾を具体化したもので、有名なケラー・ヘックマン法律事務所が主査を務めて作成されたものである（以下の付属資料を参照のこと）。

(付属資料) 再生プラスチック材料を食品接触用途に安全に使用するための条件 (抜粋)
＜米国の食品工業協会・プラスチック工業協会の合同タスクフォース作成＞
1993年1月発行²⁾

1. ソースコントロールの実施

最終製品の品質と適合性を保証するために、資源の性格、起源、利用、処分、収集、吸着、貯蔵、輸送、取り扱い方法等の再生工程の前段階を制限することでフィードストックをコントロールする。

(樹脂の種類、容器種類の制限、用途の制限、ソースの制限を含む)

2. 再生プロセスの能力の検証

フィードストックを再生する工程の汚染物質等の除去能力を確認して評価する。即ち、食品用途での使用に関するプロトコールにより試験を実施して、閾値規則により食事量への移行量が無視できるレベルであるか、否かを確認する。

再生材料の製造工程が物理的または化学的なものであるにせよ、この手順は必要である。また最終製品に機能性バリアを利用して使用する場合にもこの手順が要求される。

3. 使用条件

汚染物質が食品（含む食材）に移行する可能性は、食品の種類、温度及び接触時間により変るので、プラスチック製容器包装内に再生材料を安全に使用するための対応は、これら移行量に関わる変数の一つ以上を最小限にするような方法と用途の選択への道がある。容器包装の意図する使用条件を特定することで制限を緩和できるという考えである。

A. 機能性バリアの利用

プラスチック材料（有機高分子）をバリア層として利用する場合は、その機能を確認するためにプロトコールによる試験を意図する条件で行う必要がある。

B. 比較的に敏感でない食品に直接に接触する用途

前項の機能性バリアの利用とは別の方法として、これら移行量に関わる変数の一つ以上を最小限にするような用途を選択するという手がある。比較的に敏感でない食品の種類で、接触温度と時間に関しても指定された条件下で、移行量が最小限となるような容器包装の例があることが確認されている。

適切なソースコントロールと有効な再生工程により得られた再生材料の成分が、緩やかな使用条件下で移行しないことを保証するには、慎重な試験と正確な科学的判断が必要であるが、その試験内容はかなり簡略化できると考えられる。

PET トレイ協議会

比較的に敏感でない食品とは、食品の物理的な性質と化学的な特性とが成分の移行を最小限にするものとする。例えば、保護殻を付けた食品（食材）、表面に遊離油脂のない乾燥食品、生果物・野菜、及び冷凍状態の食品のことである。

a) 保護殻を付けた食品

自然に存在し保護殻を付けた食品（未加工の食材）は、容器包装に含まれる化学物質の移行には敏感でない傾向にある。卵、ナッツ類のような保護殻は移行に関してバリアの機能が期待され、かつ使用条件は室温又はそれ以下の温度で貯蔵されるならば移行は起こり難いのである。

既に、PS製鶏卵パックで申請時に提出されたデータによりFDAが使用を容認した例がある。また、保護殻を付けた食品の場合、容器中に残存する不揮発性の成分は分子量が高く、移行性が低いので移行の懸念が少ない。一方、揮発性成分は再生工程のいずれかの段階で熱処理される事が確認できれば、些細なレベルまで減少して懸念がなくなる。しかも、揮発性物質は低温、または室温で保存される食品の保護殻を通過して汚染する恐れは少ないと考えられる。しかし、これを証明するには、適切なプロセスモニタリングを利用し、妥当性を確認するための証拠が必要であることは避けられない。

b) 乾燥食品

FDAは、添加物の申請時に乾燥食品については、一部の添加剤が移行する可能性はあるものの、条件により移行データを要求していない。一般に乾燥食品は汚染物質移行の懸念がないので、再生プラスチックの場合も純度を確認した上で、一部または全部を再生材料でつくられた容器包装を直接接触する用途に室温下で使用することが認められる。例えば、乾燥した豆、とうもろこし、その他の豆科植物、類似した粗さ（サイズ）の穀物などである（いずれも未加工の食材）。常温、または室温下で乾燥食品に移行する可能性のある揮発性物質で、科学的に実証することが必要の場合は、その残留成分についてのFDAのプロトコールによる試験データを必要とする（ケースバイケース）。表面に遊離油脂のある乾燥食品の場合、移行物質を吸着する可能性があり、さらに小麦粉、砂糖、ミールのような食品は大きな表面積を持つので移行物質を吸着する可能性がある。従って、科学的に論拠のある用途のみに限定すべきで、有効な情報がない場合は試験を実施して確認する必要がある。

c) 生果物及び野菜

生果物及び野菜の場合は、移行物質への懸念なしに再生プラスチックと直接接触することが多い。これは生で、加工していない果物、野菜は容器包装との表面接触面積が小さく、温度条件も常温か冷蔵であり、接触時間も数日程度で非常に短く、これらの食品の大部分はFDAのカテゴリーの乾燥食品または水性食品に該

PET トレイ協議会

当するからである。さらに、これらの食品（食材）は、消費前に洗浄され、殻を取り、皮を剥かれ、調理されるので、保護手段を講じる時間的な余裕がある。再生材料のソースコントロール、再生工程の能力による純度確認の上に、これらの条件が重なれば安全に使用ができると考えられる。

d) 冷凍食品

適切な純度の再生プラスチックと直接接触して懸念なしに使用されるものに冷凍食品がある。プラスチック製の袋に包装された緑豆、豆科植物、とうもろこし、じゃがいものような野菜類で、一般に5%未満の低脂肪で、遊離脂肪のない野菜、及び澱粉を含む食品がある。これらは新鮮なまま凍結され、包装のまま解凍加熱されることは意図されていない。しかし、揮発性物質については管理する必要があり、実際の条件での科学的な判断が肝要である。5%以上の脂肪分の食品、表面に遊離脂肪の付いた食品は、移行物質を吸着しやすく、包装のまま加熱を意図する条件は移行量が大きいと考えられる。これらはあるレベル以上の移行が無いことを証明する必要がある。

C. 水性食品、油性食品と直接に接触する用途

- 1) 前記以外の食品、また使用条件で、再生プラスチック製容器包装を機能性バリアなしで直接接触で使用するには、かなり厳格な品質管理基準が必要であろう。
- 2) 再生プラスチックには、食品に移行する汚染物質を含まない。
- 3) 再生プラスチックには、閾値以上に移行する可能性のある未認可物質を含まない。
- 4) 規則で認可されている物質でも、許容レベルを超えて食品へ移行するかもしれないものを含まない。

D. 結論

再生プラスチックを食品用容器包装に使用する企業は、その材料の安全性を保証しなければならない。FDA規則を特に再生プラスチックのために附加する必要はない。企業は既存の規則に適合することを保証して、包装の純度を保証しなければならない。食品加工業者、及び包装材料、容器メーカーは、リサイクル材料利用の可能性、技術開発の両方をモニタリングする必要があり、企業外の条件に依存する目標設定は回避すべきである。再生プラスチックを含む包装材料を、ケースバイケースで分析して、使用できる範囲だけで適切に使用することで、リサイクル事業を支援すべきである。

以上

参照文献

- 1) Points to Consider for the Use of Recycled Plastics in Food Packaging; Chemistry Considerations, FDA,CFSAN, Office of Premarket Approval,May,1992.
- 2) Interim Guideline for the Safe Use of Recycled Plastics for Food Applications; National Food Processers Association & Society of Plastics Inc, Plastics Recycle Task Force,January,1993.
- 3) Bundesgesund h.38,73; Stellungnahme der Kunststoffekommission des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Verbraucherschutz und Verwendung von Kunststoffen für Mehrewegwendungen und von Kunststoff-Recyclaten für die Herstellung von Lebensmittelbedarfsgegenständen, June,1995.
- 4) Recommendations for Chemistry Data for Indirect Food Additive Petitions, FDA, CFSPAN, Office of Premarket Approval, June,1995.
- 5) Federal Register/Vol.60,No.136/Monday,July 17,1995/ Rules & Regulations 36595, (Food Additives; §170.39 Threshold of regulation for substances used in food-contact articles).
- 6) Recycling of Post-Consumer Poly(ethylene terephthalate) for Direct Food Contact Application- a Feasibility Study Using a simplified Challenge Test , Deutsche Lebensmittel-Rundschau 94,Jahrg;Heft,9,1998.
- 7) 再生プラスチックを食品容器包装に使用する際の考え方、検討成行き報告書（ポリオレフィン等衛生協議会・再生プラ衛生懇談会）、1994年7月。
- 8) 平成7年度厚生科学研究（厚生省食品化学課）：プラスチック製食品容器包装の安全性に関する調査研究（再生プラスチックに関する調査研究）、1996年4月。
- 9) 使用済み容器包装から再生されたプラスチックを再び食品容器包装に使用するに当たっての条件（ポリオレフィン等衛生協議会・再生プラ衛生懇談会）、1996年6月。
- 10) 試験報告書（使用済PETボトル最終版）、ポリオレフィン等衛生協議会・再生プラ衛生懇談会、1998年12月。
- 11) 容器包装リサイクルシステム推進事業報告書（厚生省水道環境部）、2000年3月。
- 12) 平成11年度厚生科学研究（厚生省食品化学課）：食品包装等関連化学物質の安全性確保に関する調査研究【(2) PET容器の再生について】、2000年3月。

PETトレイ協議会

研究参加者名簿

研究者：

藤井正美 神戸学院大学薬学部教授、平成12年度厚生科学研究総括研究者
辰濃 隆 社団法人日本食品衛生協会参与、平成12年度厚生科学研究分担研究者
小瀬達男 財団法人化学技術戦略推進機構理事、平成12年度厚生科学研究分担研究者

協力者： 栗原芳和 中央化学(株) (PETトレイ協・会長)

奥村喜美雄 (PETトレイ協・副会長)、北川広信 リスパック(株)、
長澤次男 (PETトレイ協・副会長) ユニチカ(株)
前田慎一郎 (PETトレイ協・R特別委員長)、香山 博 ポリテック(株)
本郷雅文 (PETトレイ協・技術委員長)、寺嶋泰範 三菱レーヨン(株)
内海正顕、黒田幸隆 内海企画(株)
深井浩治、前田達也 RP東プラ(株)
朝原 央 エコシート札幌(株)
池谷 博、山田昇一郎 帝人化成(株)
矢萩正義 三井化学(株)
熊谷篤衛 カネボウ合繊(株)
西坂憲郁 三菱化学(株)
平沢富士男 東洋紡績(株)
川尻俊一、荒井重幸 長瀬産業(株)
中屋一徳 積水化成品工業(株)
渡辺 豊 電気化学工業(株)
川田真寛、山崎 誠 古林紙工(株)
岡山保一 ヤマトエスロン(株)
山田邦雄 アテナ工業(株)
宇野迪知 ニッポー(株)
大島一公 大阪樹脂化工(株)
西村正美 財団法人日本食品分析センター 衛生化学二部
浅葉文雄 三井化学エンジニアリング(株) 環境事業部
古橋善男 日立造船(株) プラスチック機械部

事務局 佐多永行 PETトレイ協議会 (衛生安全TF主査)

以上

— 添 付 資 料 —

添 付 資 料 等 目 次

<メカニカルリサイクル>

2.1.2.3 添付資料	回収PETフレークの溶出試験・異物分析	1
2.1.3 別表-1	メカニカルリサイクルの方式と特徴	19
2.1.4.2-1 添付資料-1	URRC, PTI処理リサイクルPETの調査・分析	20
2.1.4.2-1 添付資料-2	PETボトル回収チップの分析	22
2.1.4.2-1 添付資料-3	フィルトレーションテスト (第2回)	28
2.1.4.2-1 添付資料-4	回収チップ紡糸テストフィルター詰まり物分析	29
2.1.4.2-1 添付資料-5	URRC, PTI処理リサイクルPET水洗浄後の物性分析	32
2.1.4.2-2 別表-1	検査機による検査結果	33
2.1.4.2-2 別表-2	検査機で検出した異物の大きさ	33
2.1.4.2-2 別表-3	検査機通過ボトルの抜き取り目視検査結果	33
2.1.4.2-2 別表-4	異物の材質分析	33
2.1.4.2-2 別表-5	リサイクルボトルの材質分析	34
2.1.4.2-2 別表-6	サンプル調整	34
2.1.4.2-2 別表-7	水での溶出分析	35
2.1.4.2-2 別表-8	45%エタノールでの溶出分析	35
2.1.4.2-2 別表-9	20%エタノールでの溶出分析	36
2.1.4.2-2 別表-10	4%酢酸での溶出分析	36
2.1.4.4 添付資料-1	ビューラー社の試験結果報告(1)	37
2.1.4.4 添付資料-2	ビューラー社の試験結果報告(2)	44
2.1.4.5 参考資料	再生PETフレークの超洗浄技術	46
2.1.4.6 添付資料	ビューラー社、回収チップ紡糸テストフィルター詰まり物の分析	53
2.1.4.7 別表-1	YPR製リサイクルPET樹脂の結晶化による物性向上	55

<ケミカルリサイクル>

2.2.3.1 別表-1	精製BHET(ラボ及びパイロットプラント品)の純度分析結果	56
2.2.3.2 別表-1	再生フレーク使用ラボスケール精製BHETの重合結果	57
2.2.3.2 別表-2	ボトル材質試験(再生フレーク使用ラボスケール精製BHET)	58
2.2.3.2 別表-3	水での溶出試験結果(再生フレーク使用ラボスケール精製BHET)	59
2.2.3.2 別表-4	45%アルコールでの溶出試験結果(再生フレーク使用ラボスケール精製BHET)	59
2.2.3.3 別表-1	パイロットプラントスケール精製BHETの重合結果	59
2.2.3.3 添付資料-1	分析試験報告書 (財)日本食品分析センター第501020120-001	60
2.2.3.4 別表-1	代理汚染物質及び官能試験物質吸着フレーク使用パイロットプラント精製BHETの重合結果	61
2.2.3.4 添付資料-1	フィルトレーションテスト結果	62

<分析・評価>

2.3.3.1 添付資料	メカニカルリサイクルの官能評価結果	63
ビューラー方式		
2.3.3.1 別表-1	A社35℃・1ヶ月の官能試験結果	63
2.3.3.1 別表-2	A社35℃・2ヶ月の官能試験結果	63
2.3.3.1 別表-3	A社35℃・3ヶ月の官能試験結果	63
2.3.3.1 別表-4	B社5℃保存の官能試験結果	64
2.3.3.1 別表-5	B社35℃保存の官能試験結果	64
2.3.3.1 別表-6	C社35℃保存の官能試験結果	64
2.3.3.1 別表-7	D社30℃保存の官能試験結果	65
2.3.3.1 別表-8	E社1ヶ月保存の官能試験結果	65
2.3.3.1 別表-9	E社2ヶ月保存の官能試験結果	66
2.3.3.1 別表-10	F社1ヶ月保存の官能試験結果	66
三井・ホソカワ方式		
2.3.3.1 別表-11	A社35℃・1ヶ月の官能試験結果	67
2.3.3.1 別表-12	A社35℃・2ヶ月の官能試験結果	67
2.3.3.1 別表-13	A社35℃・3ヶ月の官能試験結果	67
2.3.3.1 別表-14	B社5℃保存の官能試験結果	68
2.3.3.1 別表-15	B社35℃保存の官能試験結果	68
2.3.3.1 別表-16	C社35℃保存の官能試験結果	68
2.3.3.1 別表-17	D社30℃保存の官能試験結果	69
2.3.3.1 別表-18	E社1ヶ月保存の官能試験結果	69
2.3.3.1 別表-19	E社2ヶ月保存の官能試験結果	69
2.3.3.1 別表-20	F社1ヶ月保存の官能試験結果	70
2.3.3.2 添付資料	ケミカルリサイクルの官能試験結果	71
パイロットプラント精製BHET		
2.3.3.2 別表-1	A社35℃・1ヶ月の官能試験結果	71
2.3.3.2 別表-2	A社35℃・2ヶ月の官能試験結果	71
2.3.3.2 別表-3	A社35℃・3ヶ月の官能試験結果	71
2.3.3.2 別表-4	B社5℃保存の官能試験結果	72
2.3.3.2 別表-5	B社35℃保存の官能試験結果	72
2.3.3.2 別表-6	C社35℃保存の官能試験結果	72
2.3.3.2 別表-7	D社30℃保存の官能試験結果	73
2.3.3.2 別表-8	E社1ヶ月保存の官能試験結果	73
2.3.3.2 別表-9	E社2ヶ月保存の官能試験結果	73
2.3.3.2 別表-10	F社1ヶ月保存の官能試験結果	74
代理汚染物質8成分添加品		
2.3.3.2 別表-11	A社35℃・1ヶ月の官能試験結果	75
2.3.3.2 別表-12	A社35℃・2ヶ月の官能試験結果	75
2.3.3.2 別表-13	D社30℃保存の官能試験結果	75
結果と考察		
2.3.4 別表-1	アルカリ洗浄の効果	76
2.3.4 別表-2	ビューラー社 押出し工程残存率	76

2.3.4	別表-3	ビューラー社結晶化工程残存率	77
2.3.4	別表-4	ビューラー社 固相重合工程残存率	77
2.3.4	別表-5	三井・ホソカワ社超洗浄法フレーク固相重合工程の残存率	78
2.3.4	別表-6	造粒工程での残存率	78
2.3.4	別表-7	ケミカルリサイクル(BHET法) 工程別残存率	78

<PETCORE調査報告>

4.1	添付資料-1	Japan PET Bottle Recycling status In 2000	79
4.1	添付資料-2	PET RECYCLING ORGANIZATION IN JAPAN	80
4.1	添付資料-3	Recycling system of PET bottles in Japan	81
4.1	添付資料-4	Target Quality of Bale's Feedstock	82
4.1	添付資料-5	Subjects of PET Recycled Flake	83
4.1	添付資料-6	Basic Policy for PET Bottle Recycling of JPBA	84
4.1	添付資料-7	PET BOTTLE RECYCLING	85
4.1	添付資料-8	Forecast of PET Bottle recycling in Japan	86
4.1	添付資料-9	APPLICATION OF RECYCLED PET	87
4.1	添付資料-10	MAP OF PREFECTURES. Classified Collection of PET Bottles (1998)	88
4.1	添付資料-11	PETCORE ORGANISATION	89
4.1	添付資料-12	R-PET market 2001	90
4.1	添付資料-13	Bottles/typical outlets	91
4.1	添付資料-14	Recycling capacity, collection and V-PET production in Europe	92
4.1	添付資料-15	Country overview	93
4.1	添付資料-16	PET bottle collection in Europe	94
4.1	添付資料-17	West Europe PET bottle consumption	95

2.1.2.3 添付資料 回収 PET フレークの溶出試験・異物分析

(株)東洋紡総合研究所
分析物性研究センター

1. 分析目的

PET ボトル協議会においてメカニカルリサイクルされた回収 PET フレークを再度ペットボトルとするための検討が行われている。現在回収ペットボトル再生工場で再生されている PET フレークに含まれている PET 由来成分以外の物質を分析する。

2. 試料：回収 PET フレーク 11種 各 15kg

試料 No.81125, 81221, 90125, 90219, 90319, 90422,

90520, 90621, 90722, 90825, 90921

ブランク PET フレーク (ボトル成型工場内でフレーク化) 1種 約 15kg

3. 方法

3-1 回収 PET フレーク成分分析(異種樹脂成分の分析)

3-1-1 分別による分析

(1)PET フレークの比重測定

硝酸カルシウム水溶液を用いて PET フレークの比重を測定した。その結果 PET フレークは 1.33 から 1.39 の範囲内にあることがわかった。

(2)比重による分別方法

純水(比重 1)及び比重 1.3, 1.4 の硝酸カルシウム水溶液で分別を行った。比重 1.3 以下と比重 1.4 以上の固体を異物として回収した。また比重 1.3~1.4 の範囲内の物質でも印刷物が付着したフレークや色が通常の PET と異なるフレークも異物として回収した。PET フレークの中には、折り畳まれて気泡を抱きかかえているものがあり、それらは一個ずつピンセットで開いて気泡を取り除いた。

(3)サンプリング

11種のうち、季節毎の 81125, 90219, 90520, 90825 の 4 試料をステンレスバットに広げて、各試料から偏りがないように、約 500 g ずつサンプリングした。

(4)分別処理

約 1.5 リットルの硝酸カルシウム水溶液に対し、PET フレーク約 100 g を少しずつ添加し、比重による分別を行った。これを 5 回繰り返し、計約 500g の PET フレークを処理した。

(5)分別物の重量測定

十分に乾燥をさせた後、分別物の重量測定を行った。

3-1-2 分別異物の形態観察及び写真撮影

比重分別で得られた異物の写真撮影を行った。比重 1.4 以上の異物で非常に小さい物質は実体顕微鏡で撮影した。

装置：オリンパス C-1400 ニコン実体顕微鏡