

容 器 A

(表 3-1)

蒸留水

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4%酢酸

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

20%エタノール

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

検出限界： 0.5ppb、トリクロロエタン（1）は5ppb

容 器 B

(表 3-2)

蒸留水

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4%酢酸

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

20%エタノール

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

検出限界： 0.5ppb、ただしトリクロロエタン（1）は5ppb

容器 C

(表3-3)

蒸留水

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4%酢酸

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

20%エタノール

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

検出限界：0.5ppb、ただしトリクロロエタン（1）は5ppb

シート D

(表3-4)

蒸留水

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4%酢酸

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

20%エタノール

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	ND	1
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

50%エタノール *

	1	2	3	4	5	6
検査機関X	ND	ND	ND	ND	1	4~6
検査機関Y	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検査機関Z	ND	ND	ND	ND	ND	ND

検出限界：0.5ppb、ただしトリクロロエタン（1）は5ppb

*（注）シートの場合には油性食品に包装することがあるので、その疑似溶媒として米国FDAが指定している50%エタノールを用いて溶出試験を行った。

D. 考察

代理汚染物質で汚染させ、薬液洗浄したペットフレイクをビューラー社方式、三井・ホソカワ方式などの超洗浄法で処理し作成した容器と、前者と同じ汚染・洗浄フレイクを、日本独特のシート方式で処理し作成したシートについて、食品擬似溶媒を用いて溶出試験を行った。その結果、ビューラー社方式、三井・ホソカワ方式では、いずれの場合も最終製品で代理汚染物質の溶出は認められず、これらの洗浄法を用いて洗浄すれば、再生ボトルを食品に用いても衛生的には何ら問題がないと判断した。最終製品でないシートでも不揮発性物質がアルコール性溶媒で僅かに溶出が認められた他は、同じく不検出であった。

ケミカルリサイクルの化学的分解法では、ペットフレイクを高温下でエチレングリコールと反応させ、高真空下で蒸留を行い揮発性、不揮発性の代理汚染物質を除去しPET樹脂原料の高純度BHETを得る。本方式で得られるBHETを重合し、次いで容器を作成し、同様に食品擬似溶媒を用いて溶出試験を行ったが、代理汚染物質は溶出されていなかった。化学的分解法から得られたボトルを食品に用いた場合でも衛生的には何ら問題がないと判断した。

E. 結論

ペット容器の回収率が順調に向上するのに伴い、回収品の用途拡大が必要となってきた。諸外国では、食品を充填していた容器は、同じように食品充填向けに戻す研究が進められている。米国FDAでは、再生したペット容器について、食品を充填した場合の衛生的指標を示している。

そして代理汚染物質を提唱し、洗浄などの処理で汚染物質を除き、再び容器とした場合に汚染物質の溶出量についての基準値を示している。

洗浄法には種々の方法が採られているが、ビューラー社方式と三井・ホソカワ方式の2方法について再生容器の安全性を検討した。

また、化学的分解法によって、PETポリマーをモノマーまで戻し、蒸留で分離してモノマーを取り出し、再び重合させる方法で得られる容器についても同じように検討した。その結果、いずれの最終製品からも汚染された物質の溶出は認められず、食品衛生上では安全性の問題はないと判断された。

さらに、我が国独特のシート方式によるメカニカルリサイクルもかなりの除去能力があることが分かり検討したが、このようなシートからトレイの生産工程でのリサイクルの場合には、例えば油性食品については長時間の接触を避けて短時間の接触に限定するなど、食品接触の条件（接触状態、温度、時間など）を科学的に管理して、汚染物質の移行が無い範囲で使用する必要があると考えられる。

なお、今回の研究にご協力頂いたPETの関係団体及び指定検査機関の皆様に深く感謝申し上げます。

(参照文献)

- 1) Federal Register/Vol. 60, NO. 136/
Monday, July 17, 1995/
Rules and Regulations 36595,
§ 170.39 Threshold of regulation for substances used in food-contact articles.
§ 171.8 Threshold of regulation for substances used in food-contact articles.
§ 174.6 Threshold of regulation for substances used in food-contact articles.
- 2) 平成11年度厚生科学研究報告書
“食品包装等関連化学物質の安全性に関する調査研究”

20000711

以降の2ページは雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

「研究成果の刊行に関する一覧表」

Rules and Regulations.

Federal Register. 1995 Jul 17;60(136):36595-6

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（Ⅱ）

再生PET容器の安全性についての研究（2）

分担研究者

小瀬 達男

（財）化学技術戦略推進機構

平成13年4月

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）

分担研究報告書

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
再生PET容器の安全性についての研究（2）

分担研究者 小瀬 達男 （財）化学技術戦略推進機構
高分子試験・評価センター

研究協力者 PETボトル協議会、PETトレイ協議会、PETボトルリサイクル促進協議会、食品衛生指定検査機関協会器具容器包装作業部会

研究要旨

家庭から排出されたPETボトルは再生処理工場に運搬され、再生処理を行い、リサイクルフレークやリサイクルペレットにされ、繊維用途を中心に、シート、成形品として再商品化されている。自治体のPETボトルの収集状況も順調な伸びを示し、再生処理されたフレークやペレットを用いて繊維製品を中心の既存の再生製品のみでは限界が生じている。海外においてもその解決策としてPETボトルから飲料用を目的とした食品容器へ戻すボトルツウボトルの研究が行われている。本研究においてはFDAでアプルーブ取得に採用されている代理汚染物質をフレークに移染させ各種の再生処理技術に基づいてボトル容器及びシートを作成し、ボトルツウボトル及びボトルツウシートを目指し食品衛生法の安全性の妥当性を確認するため食品衛生法に基づく厚生省告示第370号器具及び容器包装の規格基準のPETの試験方法の溶出試験に適合するかを検討した。その結果いづれの試料についても適合することが確認できた。

A 研究目的

PETボトルは軽量で強度も強く、ガスバリアー性や保香性の特徴が生かされまた衛生上でも優れた容器として、その使用量も著しい伸びをし、炭酸飲料、飲料水用ボトルとして急速な拡大を示している。その反面廃棄物の量も増大している。容器リサイクル法により特定事業所による再商品化が義務づけられ、回収されたPETボトルを再生処理技術を用いて再生フレーク及び再生ペレットを製造しその材料を用いて繊維製品中心の再利

用には限界があり、国内外において研究されている食品容器への再利用を目的とし、FDAアプルーブ取得に採用されている代理汚染物質、揮発性物質としてクロロベンゼン、トリクロロエタン、トルエン、比揮発性物質としてベンゾフェノン、フェニルシクロヘキサン、ステアリン酸メチルをボトルフレークに吸着させ、最新の再生処理技術、ボトルに使用されたPET樹脂を化学的に変化を与えることなく精製し再利用するマテリアルリサ

イクルやボトルに使用されたPET樹脂に化学薬品を加えて分解し、組成を変えて精製するケミカルサイクルで再生したフレークを使用しボトル及びシートを作成し、安全性を確認するため食品衛生法、厚生省告示第370号器具及び容器包装の規格基準のポリエチレンテレフタレート製溶出試験、過マンガン酸カリウム消費量・アンチモン・ゲルマニウム・蒸発残留物（水、4%酢酸、20%エタノール）を実施した。

B 研究方法

1 試験試料

今回試験に用いた試料は下記の通り。

- 1) メカニカルリサイクルを用いてビュラー社で固相重合したフレークで製造したボトル
- 2) メカニカルリサイクルを用いて三井・ホソカワ方式で固相重合したフレークで製造したボトル
- 3) ケミカルリサイクルを用いて日本ポリエステル（株）グリコリス方式でBEHTを精製し固相重合したフレークで製造したボトル
- 4) マテリアルリサイクルを用いて直接溶融押出法で製造したシート

2 試験項目

告示第370号器具及び容器包装の規格基準ポリエチレンテレフタレート製溶出試験（過マンガン酸カリウム消費量、アンチモン、ゲルマニウム、蒸発残留物）40℃・14日間、水による長期溶出試験（過マンガン酸カリウム消費量、アンチモン、ゲルマニウム）

3 試験方法

1) 溶出試験用試験溶液の調整

試料を水でよく洗い、試料の表面積

1cm²につき2mlの割合の浸出溶液を用い、60℃に保ちながら30分間放置する。及び40℃に保ちながら14日間放置する。放置後その液について次の試験を行う。

2) 過マンガン酸カリウム消費量試験

(1) 試薬類

0.01N 過マンガン酸カリウム溶液：
過マンガン酸カリウム（特級）約0.33gを水に溶かして1,000mlとする。遮光した共栓瓶に保存する。用時0.01N シュウ酸ナトリウム溶液を用いて滴定する。

標定：

水100mlを採り、薄めた硫酸（1→3）5mlを加え、さらに0.01N 過マンガン酸カリウム溶液5mlを入れ、5分間煮沸する。次いで、加熱を止め、直ちに0.01N シュウ酸ナトリウム溶液10mlを加えて脱色したのち、0.01N 過マンガン酸カリウム溶液で微紅色が消えずに残るまで滴定する。この液に薄めた硫酸（1→3）5mlを加え、さらに0.01N 過マンガン酸カリウム溶液5mlを入れ、5分間煮沸する。次いで、加熱を止め、直ちに0.01N シュウ酸ナトリウム溶液10mlを加えて脱色したのち、0.01N 過マンガン酸カリウム溶液で滴定し、次式により0.01N 過マンガン酸カリウム溶液の規定度係数を求める。

$$\text{規定度数} = \frac{10}{(5+a)}$$

(2) 試験操作

浸出溶液として水を用いて作った試験溶液について、次の試験を行う。三角フラスコに水100ml、薄めた硫酸（1→3）5mlおよび0.01N 過マンガン酸カリウム溶液5mlを入れ、5分間煮沸したのち、液を捨てて水で洗う。この三角フラスコに試験溶液100mlを採り、薄めた硫酸（1→3）

5ml を加え、さらに 0.01N 過マンガン酸カリウム溶液 10ml を入れ、5 分間煮沸する。次いで、加熱を止め、直ちに 0.01N シュウ酸ナトリウム溶液 10ml を加えて脱色したのち、0.01N 過マンガン酸カリウム溶液で微紅色が消えずに残るまで滴定する。別に同様な方法で空試験を行い、次式により 0.01N 過マンガン酸カリウム消費量を求める。

$$\text{過マンガン酸カリウム消費量} = \frac{(a-b) \times 1,000 \times 0.316}{100}$$

- a : 本試験の 0.01N 過マンガン酸カリウム溶液の滴定量 (ml)
b : 空試験の 0.01N 過マンガン酸カリウム溶液の滴定量 (ml)

3) 蒸発残留物

(1) 試験操作

試験溶液 200~300ml を、あらかじめ 105℃ で乾燥した重量既知の白金製または石英製の蒸発皿に採り、水浴上で蒸発乾固する。次いで、105℃ で 2 時間乾燥したのち、次式により蒸発残留物の量を求める。

$$\text{蒸発残留物 (ppm)} = \frac{(a-b) \times 1,000}{\text{試験溶液採取量 (ml)}}$$

- b : 空試験値

4) アンチモン

(1) 試薬類

アンチモン比色標準溶液：アンチモン 500mg を採り、硫酸 25ml を加え、加熱して溶かし、冷後、硫酸 (1→6) を加えて 500ml とし、その 1ml を採り、硫酸 (1→6) を加えて 100ml とする。さらに、この液 1ml を 50ml のメスフラスコに採り、硫酸

(1→2) 10ml、ヨード・L-アスコルビン酸試液 10ml および水を加えて 50ml とする。

4%酢酸

ヨード・L-アスコルビン酸試液：ヨウ化カリウム 112g およびヨード・L-アスコルビン酸 20g を水に溶かして 500ml とする。

硫酸

(2) 試験操作

試験溶液 200ml を分解フラスコに採り、硫酸 5ml を加え、白煙が発生するまで加熱濃縮する。冷後、液が澄明となるまで過酸化水素を 1 滴ずつ約 1~2ml を加え、白煙が発生するまで加熱濃縮する。このとき、液が着色するようであればこの操作を繰り返す。冷後、少量の水を加えて 50ml のメスフラスコに移し、ヨード・L-アスコルビン酸試液 10ml および水を加えて 50ml とする。別に 4%酢酸を用いて試験溶液と同様に操作して得られた溶液を対照とし、波長 330nm で吸光度を測定する。

5) ゲルマニウム

(1) 試薬類

0.05%フェニルフルオロン試液：フェニルフルオロン 0.05g を塩酸 0.5ml を含むエタノールに溶かして 100ml とする。

硫酸

ゲルマニウム比色標準溶液：

二酸化ゲルマニウム 144mg を白金るつぼに採り、無水炭酸ナトリウム 1g を加え、十分に混合したのち、加熱融解し、冷後、水を加えて溶かす。塩酸を加えて中和したのち、1ml 過剰に塩酸を加え、さらに水を加えて 100ml とする。この液 1ml を採り、水を加えて 200ml とし、その 2ml を分液漏斗に採り、水 8ml および塩酸 30ml

を加え、さらに四塩化炭素層を分取し、これを四塩化炭素抽出液とする。あらかじめ、0.05%フェニルフルオロン試液 2ml およびエタノール 6ml を 20ml 容のメスフラスコに入れて混合し、これに四塩化炭素抽出液 10ml を加え、さらにエタノールを加え 20ml とする。

(2) 試験操作

試験溶液（後記 9. 溶出試験用試験溶液の調整の項の 4%酢酸）200ml を分解フラスコに採り、硫酸 5ml を加え、白煙が発生するまで加熱濃縮する。冷後、液が澄明となるまで過酸化水素を 1 滴ずつ約 1～2ml を加え、白煙が発生するまで加熱濃縮する。このとき、液が着色するようであればこの操作を繰り返す。冷後、少量の水を加えて 20ml 容のメスフラスコに移し、さらに水を加えて 20ml とする。この液 10ml を分液漏斗に採り、塩酸 30ml および四塩化炭素 20ml を加えて 2 分間激しく振り混ぜたのち、四塩化炭素層を分取し、これを四塩化炭素抽出液とする。次いで、0.05%フェニルフルオロン試液 2ml およびエタノール 6ml を 20ml 容のメスフラスコに入れてあらかじめ混合したものに四塩化炭素抽出液 10ml を加え、さらにエタノールを加えて正確に 20ml とする。別に 4%酢酸を用いて試験溶液と同様に操作して得られた溶液を対照として、波長 508nm で吸光度を測定する。

C 結果と考察

370 号器具及び容器包装の規格基準の試験の結果を表 1 から表 4 に示す。40℃ 14 日間水による長期溶出試験の結果を表 5 から表 8 に示す。

370 号溶出試験規格値

過マンガン酸カリウム消費量：10ppm 以下
アンチモン：0.05ppm 以下

ゲルマニウム：0.1ppm 以下

蒸発残留物（水・4%酢酸・20%エタノール・nヘプタン）：30ppm

規格値と比較すると全ての試料において食品衛生規格基準値を満足する値であり、他のバージンプラスチックと比較しても同じ値を示している。今回の試験に用いた再生ボトル及び再生シートは食品衛生上問題ないと思われる。

D 結論

PETボトルを取り巻く環境は循環型社会を迎えた今日、使用済みのPETボトルの回収率も高まり、再生処理技術研究の進歩と共にその再生PETの用途についても新しい展開を迎えようとしている。今研究における試験や、他の研究者らの研究から分かるように回収ボトルをフレークにし、代理汚染物質を汚染させ各種再生処理技術（マテリアルリサイクル・メカニカルリサイクル・ケミカルリサイクル）を用いた再生フレークで食品容器を作製し安全性の評価を検討したが食品衛生上問題はないことが確認できた。このことにより食品容器としての位置付けを担保することができた。食品容器として活用する今後の課題は、容器の外観及び異物等についての問題や、食品業界で義務づけられているHACCP等をクリアし、品質の安定性や信頼性を確保するため品質基準を設けそれを遵守することは大事であり再生フレークや再生ペレットが食品容器としての用途の展開を図ることができる。このことがPETボトルの再資源化の向上につながるものと思われる。尚、今回の研究にご協力いただいたPETの関係団体及び指定検査機関の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 食品衛生検査指針 (社) 日本食品衛生協会
- 2) 食品衛生法注解 日本薬学会 (編)
- 3) PETボトル協議会資料 (平成12年8月)
- 4) プラスチック辞典 産業調査会
- 5) 実用プラスチック成形加工辞典 産業調査会

表1 PETモデル汚染シート20号溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウム	蒸発残留物			
				水	4%酢酸	20% エタノール	n-ヘプタ ン
A	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
B	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
C	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	6.0	5以下	5以下	10.0
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	6.0	5以下	5以下
D	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	6.0
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	6.4	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下

表2 PETモデル汚染ボトル (BUHLER方式) 20号溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウ ム	蒸発残留物			
				水	4%酢酸	20% エタノール	n- ヘプタン
E	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	8.0
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	6.5
F	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	9.3	5以下	5以下	5以下

表3 PETモデル汚染ボトル（三井・ホソカワ方式）20号溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウ ム	蒸発残留物			
				水	4%酢酸	20% エタノール	n- ヘプタン
E	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	6.0
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5.5
G	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下

表4 PETモデル汚染ボトル (BHET法) 20号溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウ ム	蒸発残留物			
				水	4%酢酸	20% エタノール	n- ヘプタン
E	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
H	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下
	0.5以下	0.05以下	0.1以下	5以下	5以下	5以下	5以下

表5 PETモデル汚染シート40°C・14日間の水による溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウム
H	4.1 1.6 1.3	0.05 以下 0.05 以下 0.05 以下	0.1 以下 0.1 以下 0.1 以下

表6 PETモデル汚染ボトル(BUHLER方式)40°C・14日間の水による溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウム
H	2.8 1.6 2.2	0.05 以下 0.05 以下 0.05 以下	0.1 以下 0.1 以下 0.1 以下

表7 PETモデル汚染ボトル(三井・ホソカワ方式)40°C・14日間の水による溶出試験結果

(ppm)

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウム
H	1.3	0.05 以下	0.1 以下
	3.5	0.05 以下	0.1 以下
	3.8	0.05 以下	0.1 以下

表8 PETモデル汚染ボトル(BHET法)による40°C・14日間の水による溶出試験結果

試験項目 検査機関	KMnO ₄ 消費量	アンチモン	ゲルマニウム
H	0.6	0.05 以下	0.1 以下
	0.6	0.05 以下	0.1 以下
	0.5	0.05 以下	0.1 以下

平成12年度研究報告

Bottle to Bottle の研究

平成12年度はPETボトルの循環型リサイクルシステム構築を目指し Bottle to Bottle (BTB) の可能性をマテリアル、メカニカル、ケミカルリサイクルの3方式で研究評価したのでその結果を報告する。

平成 13 年 5 月 24 日

PETボトルリサイクル推進協議会 BTB検討技術委員会
PETボトル協議会 技術委員会

目次

第1章	はじめに	1
	1.1 研究の目的・必要性	1
	1.2 一般的マテリアルリサイクル	1
	1.3 本研究の目的	2
	1.4 研究者	2
第2章	調査研究の報告	3
	2.1 メカニカルリサイクル	3
	2.1.1 目的	3
	2.1.2 回収フレークの季節変動調査結果	4
	2.1.3 一般的メカニカルリサイクル手法	6
	2.1.4 BTBの研究	7
	2.1.4.1 FDAの安全性指針	7
	2.1.4.2-1 URRC、PTI処理リサイクルPETの評価	8
	2.1.4.2-2 Schmalbach 処理リサイクルPETの評価	10
	2.1.4.3 代理汚染物質の吸着と洗浄	12
	2.1.4.4 ビューラー方式の脱着実験	14
	2.1.4.5 三井・ホソカワ方式の脱着実験	15
	2.1.4.6 リサイクルボトルの試作	17
	2.1.4.7 多層ボトルの成形評価	20
	2.2 ケミカルリサイクル	23
	2.2.1 目的	23
	2.2.2 ケミカルリサイクルの種類	23
	2.2.3 BHE T法の評価	25
	2.2.3.1 精製BHE Tの純度	26
	2.2.3.2 ラボスケール精製BHE Tの評価	26
	2.2.3.3 パイロットプラント精製BHE Tの評価	27
	2.2.3.4 精製BHE Tの脱着実験	28
	2.3 分析・評価	30
	2.3.1 材質試験結果	30
	2.3.2 溶出試験結果	38
	2.3.3 官能試験結果	41
	2.3.4 結果と考察	44
第3章	まとめ	50
第4章	PETボトルリサイクル推進協議会、PETボトル協議会報告事項	55
	4.1 PETCORE 調査報告	55
	4.2 乳用ボトルのリサイクル性評価	59

第1章 はじめに

1.1 研究の目的・必要性

2000年6月に「循環型社会形成推進基本法」が制定された。

この法律は限りある資源の有効利用、地球環境の保護・改善の観点から、資源循環型経済システムの構築を重要施策とし、将来に亘って持続的な発展を可能とする社会の実現を目指して、多くの分野で環境負荷の少ないリサイクルの促進を図ったものである。

「容器包装リサイクル法」は基本法が制定される5年前の1995年6月に容器包装、特にPETボトルとガラスびんを対象に新しいリサイクルシステムの構築を開始した。

1997年4月の容器包装リサイクル法施行からPETボトルの分別収集リサイクルは全国規模としてスタートした。

1997年は分別収集が低調であったが、その後は一転して極めて順調に全国市町村に普及し、その分別収集量も増加してきた。

特にここ数年の急激な増加は、収集計画を上まわったため、一時的な市町村保管の問題を引き起こすほどであった。このいわゆるミスマッチ問題は、PETボトルのリサイクルに関して長期的な見通しが必要不可欠であることの教訓となった。

ただし、この問題はすでに解決されていて現在は収集計画と処理能力はバランスしている。このように、最近の順調な収集状況から判断すると、リサイクルされる再生PET樹脂量が急増することは、分別収集計画からある程度予測可能になってきた。

しかしながら、再生PET樹脂を利用する需要面についてこれまで情報がほとんどなかった。

2000年に厚生省を中心として「容器包装リサイクルシステム検討会」が活動して、これを契機に再生PET樹脂の需給についても検討するようになった。

それによると現状のマテリアルリサイクルによる繊維中心の既存再生製品のみでは限界があり、現在の見通しでは2002、2003年頃が限界ではないかと推測されている。

マテリアルリサイクルに限界量が存在することは、定性的にリサイクル初期から予見できたため、最初はPETボトル協議会が、次いでPETボトルリサイクル推進協議会でも上記の解決策として、食品用途、特に飲料用ボトルへリサイクルする、いわゆる‘Bottle to Bottle’（以下「BTB」と略す）を目指して研究を進めてきたところである。

1.2 一般的マテリアルリサイクル

PETボトルは1977年に醤油用容器として登場し、1982年に清涼飲料への使用が認可され、PETボトル協議会を設立してリサイクル方法について調査研究を始めた。

PETボトルのリサイクルは国内では1980年代から始められており、当初は産業廃棄物としてのPETボトルが主体で、アルミキャップ・紙ラベル・PEハカマ使用のボトルを分離・粉砕・洗浄・乾燥工程を組み合わせフレーク状にして、主に繊維製品に再加工されていた。

しかし、PETボトルの使用量が増大するとともに一般廃棄物としての汚れたボトルのリサイクルが必要となり、1992年に国内でははじめての大型一貫再生処理工場が設立され、異物分離・PVCボトル分離等が追加され、粉砕後の洗浄も熱アルカリ水による洗浄

を行いクリヤーフレークに仕上げるようになった。

主なる工程は、自治体が回収・ペール化した使用済みPETボトルを引き取り、10数工程を通して異物・コンタミを分離する。

クリヤーフレークはそのままシート成形され包装パックへ、またフレークは再ペレット化して熔融紡糸され繊維へ、およびインジェクション成形、押出し成形された成形品として再利用される。

1.3 本研究の目的

回収されたPETボトルより再生PET樹脂のフレークを経て、繊維製品・シート製品・成形品などに再生するマテリアルリサイクルシステムとして確立してきたが、上述のとおり利用可能量に限界がある。

このため、今後のリサイクルシステムとしては、他のリサイクル手段を必要としている。

その有力な手段として回収されたPETボトルから再度PETボトル、それも飲料用PETボトルをつくる方法が研究開発されてきた。

本研究は、厚生科学研究として飲料用PETボトルにリサイクル再生材料を使用した時の、再生材と食品が直接接触する場合の食品安全衛生性を確保するうえで、必要な基準とチェック方法について予め研究することを目的とする。

1.4 研究者

PETボトルリサイクル推進協議会 BTB検討技術委員会

PETボトル協議会 技術委員会