

第4章 PETボトルリサイクル

4.1 PETボトル

4.1.1 PETボトルとリサイクルをめぐる若干の歴史

PET（ポリエチレンテレフタレート）は、1941年に、イギリスでその製法が見出され、1948年にポリエステル的一种として市場に登場した。そして、1967年頃、アメリカのデュポン社がPETボトルの基礎技術を確立し、1974年、世界で初めてアメリカの飲料メーカーが容器として採用した。1960年代、炭酸飲料の瓶が運搬中に破裂する事故が相次いだ。その頃の瓶はガラスだったので、破裂するとたいへん危険だった。こうした事故をなくすために、割れない瓶を作ろうと開発されたのがPETボトルだったのである¹。

日本では、1977年にしょうゆの500ml容器としてPETボトルが採用された。当初の製造量は2000トンだったが、厚生省が食品衛生法を改正したことで、1982年には1以上という制限付きで清涼飲料水への使用が認められて2万トンに増加、1985年には、酒類用容器としての使用もはじまり、酒用の大型のPETボトルやしょう油1.8握手付きPETボトルなどが加わり、1989年には10万トンを超えた。この増加は主に飲料用のホームサイズガラス瓶がPETボトルに置き換わることによる需要の伸びである。1996年に業界で小型PETボトルの自主規制が廃止されてからは、持ち歩きに便利な500mlやそれ以下の小さなPETボトルがさまざまなデザインで登場するようになった。特に、ホームサイズガラス瓶からの移行時期には年率7-8%の伸長があったが、置き換えによる需要が終わった今後の需要は2-3%の伸長と予想されている。

1989年、リサイクル問題等に対応するため、ボトルメーカーと樹脂メーカー等の関連企業により「PETボトル協議会」が設立され、1992年には、業界が独自に、飲料用としょうゆ用のPETボトルに関する自主設計ガイドラインが制定され、幾度かの全面改訂を経て今日に至っている。この自主基準があることによって、PETボトルの品質は一定に保たれ、リサイクルに大きく貢献している²。1993年には、飲料5団体とPETボトル協議会により、PETボトルのリサイクルを専門に扱う「PETボトルリサイクル推進協議会」³が設立され、同じ年に日本で最初の大型PETボトル再商品化施設「ウィズPETボトルリサイクル」が

¹ また、ガラスより軽いため運ぶ費用が安価であるという点もPETボトルが広く受け入れられる理由であった。

² 例えば、かつては補強用にベースカップが使用されたり、キャップに金属が使用されたりしていたし、着色されたものが使用されていたりもしたが、業界による自主基準の策定によってこれらの製品は市場から排除された。

³ PETボトルのリサイクルに関する啓発、研究及び調査などを事業目的として、PETボトルを製造するメーカーなどからなるPETボトル協議会と、PETボトルを飲み物等に使用する飲料メーカーなどからなる業界団体として設立された。

設立され、栃木で再処理をはじめている。

1997年4月には、容器包装リサイクル法によってPETボトルのリサイクルが義務づけられ、これにより、PETボトルのリサイクル率は急激に高まり、年を追う毎に着実に進展している。2000年には、清涼飲料水・しょうゆ・酒類以外のPETボトル容器もリサイクルの対象になった。

容器包装リサイクル法や業界による自主基準の策定等によって、日本におけるPETボトルリサイクルは世界的にみても高水準を実現するに至っている。サントリーでは、2003年1月7日から、販売を開始した、フランス産のミネラルウォーター「Vittle」⁴のPETボトル容器をブルーホワイトから透明ボトルに変更した。環境保全活動に対する取り組みの一環として、ブランドオーナーであるネスレ社に要請のうえ実現したもので、PETボトル推進協議会のガイドラインに即した無色透明のボトルを採用した。かつては、日本茶の容器に緑色のPETボトルが使われるなど、業界の足並みも揃っていなかった時期があったが、今日では業界もPETボトルリサイクルに対して前向きであるといえるだろう。

4.1.2 PETボトルの性質・特性

PETボトルの原料はポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate) で、頭文字をとってPETと呼ばれている。ボトルに使われている理由は、PET樹脂が耐熱性・耐寒性・透明性・電気絶縁性・耐薬品性・耐摩耗性に優れているからである⁵。同容量のガラスびんに比べ1/7~1/10と軽く、持ち運びに便利であり、衝撃に強く、落としても割れにくい。

PET樹脂は耐薬品性に優れているが、強酸・アルカリ性薬品への耐性はなく、耐酸性はお酢程度までである。強酸やアルカリ性薬品に対しては、加水分解される恐れがあり、これらの薬品を入れるのは危険である。また、高濃度のアルコールに触れるとエステル交換反応が起こり、ボトルの強度が低下するという恐れもある。

●各種トレイの燃焼カロリー比較

PET	5,500 kcal/kg
PPファイラー	5,300~6,600 kcal/kg
PP	10,500 kcal/kg
PS	9,650 kcal/kg
PVC	4,500 kcal/kg
木材	4,500 kcal/kg
紙	4,130 kcal/kg

出展：データハンドブック工業調査会

また、焼却の際の燃焼カロリーが低いため炉を傷めにくい、炭素・水素・酸素で構成され、塩素を含んでいないため⁶ダイオキシンが発生しないなどの特性も有しており(表参照)⁷、PETボトルが広く使われるようになった時期には、焼却向きのプラスチックということがひとつの売りとなっていた。しかし、その反面、酸素が含まれ

⁴ Vittle はフランス東部ヴォージュ山脈の麓に位置するヴィッテル村を採水地とし、2000年以上も歴史を持つといわれる由緒あるミネラルウォーターである。

⁵ 性質が似ているものにエポキシやポリカーボネートなどがあるが、エポキシはコストが高く、黄変しやすい、ポリカーボネートは疲労に弱く圧力亀裂を起こしやすいという欠点があるため、PETが多用されている。

⁶ PETの組成は $\text{-[OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC-(C}_6\text{H}_4\text{)-CO]}_n\text{-}$ である。

⁷ 図中のPPはポリプロピレン、PSはポリスチレン、PVCはポリ塩化ビニルを表している。

ているために黒煙を発生しやすいなどの性質もあるために、必ずしも焼却向きのプラスチックとはいえないのが実情である。

4.1.3 PET ボトルの種類

市販の PET ボトルは 4 種類に大別する事ができる。

耐圧 PET ボトル

炭酸飲料用に用いられる。耐熱温度は 50 と低いが、飲料から発生する内圧に耐えるように設計されている。底部が花びら状になっているのが特徴である。高温状況下での放置や保存はボトルの性質上破裂等の危険があるため、保管は 30 以下にするよう使用者に要請している⁸。

耐熱 PET ボトル

清涼飲料水を 85 の温度で加熱し、殺菌を行いながら充填するために用いられる。耐熱性は高いが、耐圧性はほとんどない。口部が白いのが特徴で、これは樹脂を結晶化

図 4-1 PET ボトルの種類⁹

図 4-1 PET ボトルの種類 ⁹		
	胴体が円形	胴体は角形
PET ボトルの種類		
注ぎ口が白	耐熱圧ボトル	耐熱ボトル
	果汁や乳成分の入ったソーダなど（微炭酸）	お茶やジュースなど
注ぎ口が透明	耐圧ボトル	常温・無菌室用
	サイダー・コーラなどの炭酸飲料	コーヒー牛乳・ミルクティーなど多岐に利用

出典：530Ranger HP

⁸ 炭酸飲料が発生させる圧力は、20 で約 4 気圧、30 で約 5 気圧、50 で約 8 気圧であり、PET ボトルの耐圧性は 6 気圧程度である。

⁹ デザインで胴体の形を変えているものもあり、すべての PET ボトルが、この表に当てはまるとは限らない。

させて強度を増し、充填時の熱での変形に耐えられるようにしているためである。

耐熱圧 PET ボトル

微炭酸飲料に用いられる。微炭酸飲料は充填後熱殺菌を行うために熱に対する耐性とともにより強くなければならないが、このボトルは、耐圧・耐熱両方の特徴をもつ。底部は花びら状で口部は白い。

アプセチック用 PET ボトル

中身・ボトルを個別に殺菌し、無菌下で常温充填（アプセチック充填）するのに用いられる。耐熱温度は 50℃、耐圧性はほとんどない。

現在日本国内で使用されている清涼飲料水の PET ボトルの中で、口の部分が白いものと透明なものがある。白い物は「耐熱用」の PET ボトルである。また、耐圧・耐熱圧ボトルの底面は花びら状になっておりそこからの判別が容易である。ふつうの PET ボトルは、60 度程度の温度で変形してしまう。しかし、日本では、日本茶などの清涼飲料水に人気があるが、これらは熱いうちに PET ボトルに詰めるため、特別な工夫が必要だった。耐熱用の PET ボトルは、日本人が開発した物である。

4.2 日本における PET ボトルリサイクルの現状

4.2.1 PET ボトルの生産量の推移

年々 PET ボトルの生産量は増えている。容器包装リサイクル法によって定められたいわゆる「指定 PET ボトル」の生産量は、1993 年には 12 万トンだったものが 2002 年には 41 万トンと、10 年間でその生産量は 3 倍以上になっている。近年その上昇率は下がってきているが、その反面、ボトルサイズの少量化が年々進んでおり、PET ボトルの、本数としての消費量は統計以上の伸びを示していると考えられる。

用途別生産量では圧倒的に清涼飲料の量が多く、そのほとんどを占めている。しかも他用途の伸びはそれほど見ることはできず、生産量の伸びのほとんどが清涼飲料のものであるとみることができる。そのほかでは、洗剤・シャンプーの生産量が 1997 年から 2002 年にかけて 4 割以下に落ち込んでいるのが特徴的である。

4.2.2 排出方法と対象となる PET ボトルの種類

日本では、容器包装リサイクル法の下、PET ボトルリサイクルに関する消費者・地方自治体（市町村）・事業者の役割分担が決まっている。

まず、消費者が消費した PET ボトルを、自治体の分別回収や小売店の店頭回収にだす。自治体の回収方法としては、PET ボトルのみで回収する単品回収と、容器リサイクル法で定められているビンや缶などと一緒に回収される混合回収がある。この回収方法の違いにより回収 PET ボトルの質が変わり、リサイクルする過程においてさまざまな違いが出て、

図4-2 用途別PETボトル生産量

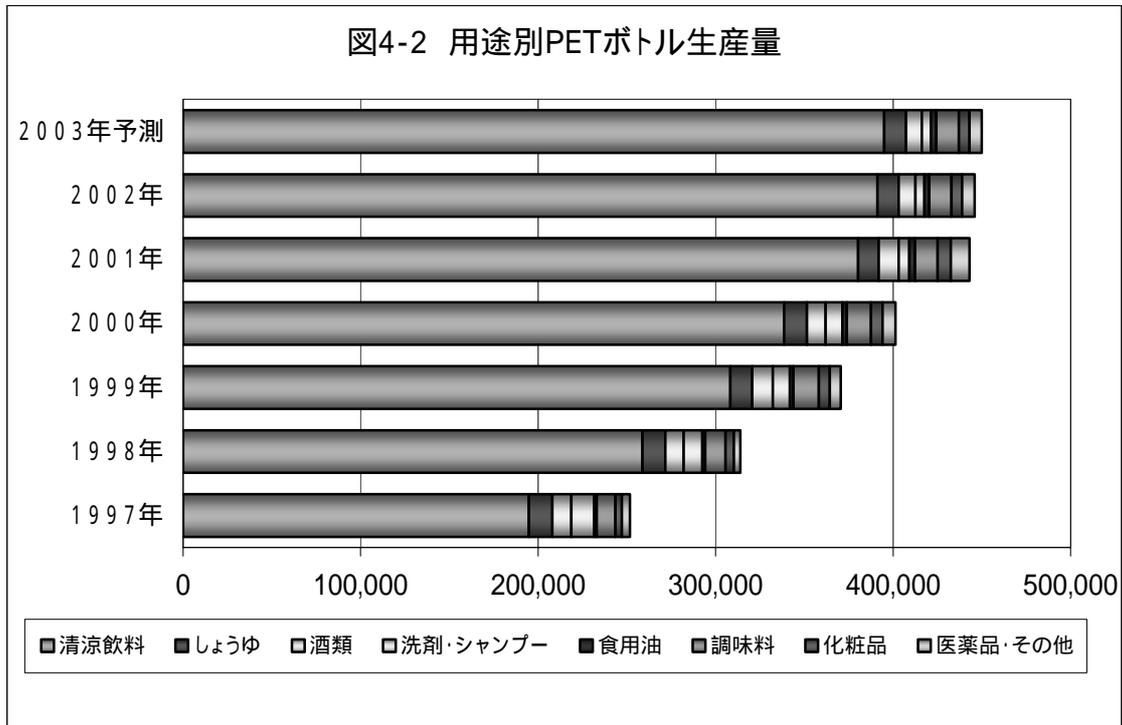


表 4-1 用途別 PET ボトル生産量 (単位: t)

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年予測
清涼飲料	194,748	258,793	308,222	338,654	380,372	391,126	395,000
しょうゆ	13,222	12,900	12,501	12,829	11,625	12,076	12,300
酒類	10,836	10,234	11,479	10,461	11,090	9,363	9,000
指定PET合計	218,806	281,927	332,202	361,994	402,727	412,565	416,300
洗剤・シャンプー	12,807	10,657	9,630	9,443	5,998	5,022	5,000
食用油	1,461	1,511	2,079	2,487	3,264	2,734	3,000
調味料	10,565	11,489	14,267	13,653	12,838	12,654	12,700
化粧品	3,590	4,787	6,149	6,524	7,310	5,865	6,000
医薬品・その他	4,500	3,528	6,159	7,345	10,643	7,033	7,000
総合計	251,729	313,899	370,486	401,396	442,780	445,873	450,000

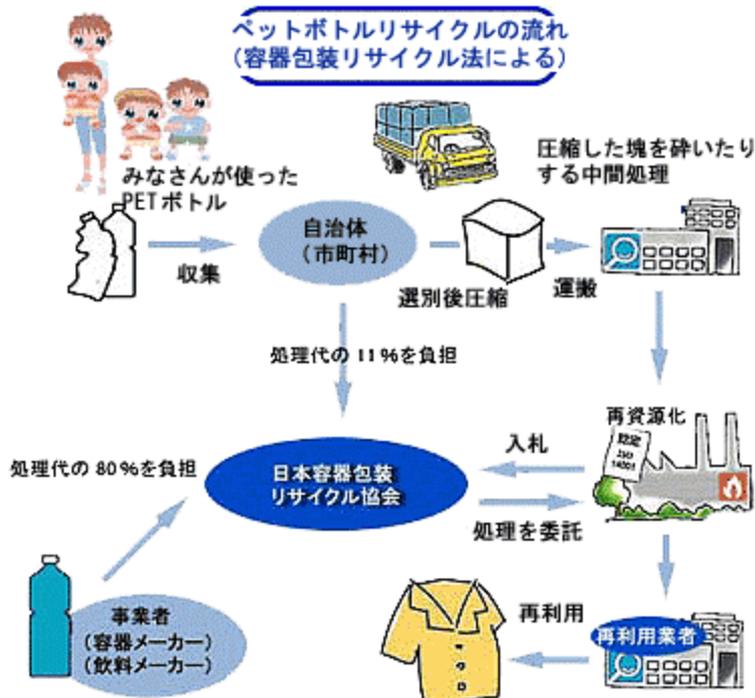
出典：PETボトル協会 HP

後に出来るリサイクル品も変わってくる。このように回収されたPETボトルは、自治体が選別・圧縮し、ペール品として保管し、再商品化事業者引き渡される。再商品化事業者は、これを選別・粉碎・洗浄したものを、分離作業を施し、フレークまたはペレットを作成する。



フレークとは、PETボトルを8ミリ角位の小片に粉碎したもので、作業服、卵パックや形成品の原料に使われる。ペレットとは、フレークを一度溶かして小さな粒状にしたもので、主に繊維にするときに使われる。再商品化事業者により生産されたフレークやペレットは、再商品化製品利用事業者へと

図 4-3 PET ボトルリサイクルの流れ



出典：EchorclubHP

販売される。この過程の中では、地方自治体は引き取り委託料、生産業者は処理費用をそれぞれ負担し、日本容器包装リサイクル協会が間に入り業者に処理を委託している（図 4-3 参照）。

本来、PET ボトルは「ポリエチレンテレフタレート」を原材料とするボトルのことだが、しかし、容器包装リサイクル法においては、飲料（清涼飲料や酒）、しょうゆのボトルのみを PET ボトルとし、それ以外はプラスチック製容器包装となっている。食用油や洗剤用等の PET ボトルは、より洗浄が難しく、一緒に処理してリサイクルすることができないため、同じ PET ボトルでも、目印を確認して、正しく分別しなければならない¹⁰。容器包装リサイクル法上の PET ボトルは前のページにあるような三角形のマークが付されており、それ



以外は左のような四角形のマークが付いている。表 4-2 にあるとおり、PET ボトルを分別収集する自治体が増えているが、分別収集を行っていないところもあり、自治体によってごみの出し方が違うので、自分の住んでいる

¹⁰ 清涼飲料水や酒に使用された PET ボトルは軽く洗浄するだけでペレットとして再利用が可能であるが、しょうゆの場合には、成分が樹脂に溶け込んでしまうために、専門的な洗浄を行っても完全に汚れを除去することが不可能である。それゆえ、しょうゆの使用された PET ボトルは、本当は PET のリサイクルの上では問題がある。それ以外の化粧品・洗剤・食用油に使用されたボトルの場合には、洗浄で汚れを除去することが極めて困難なために、容器包装プラスチックとして扱うこととなっている（プラスチックリサイクル研究会，2000:46-47）。

表 4-2 日本における PET ボトルの回収量と回収率

	生産量	市町村分別回収量	市町村回収率	事業系回収量	事業系回収率	総合回収量	総合回収率
1993	123,798	528	0.4			528	0.4
1994	150,282	1,366	0.9			1,366	0.9
1995	142,110	2,594	1.8			2,594	1.8
1996	172,902	5,094	2.9			5,094	2.9
1997	218,806	21,361	9.8			21,361	9.8
1998	281,927	47,620	16.9			47,620	16.9
1999	332,202	75,811	22.8			75,811	22.8
2000	361,944	124,873	34.5			124,873	34.5
2001	402,727	161,651	40.1	15,535	3.9	177,186	44
2002	412,565	188,194	45.6	32,062	7.8	220,256	53.4

出典：PET ボトルリサイクル推進協会HP

場所のルールにしたがって出さなければならない¹¹⁾。

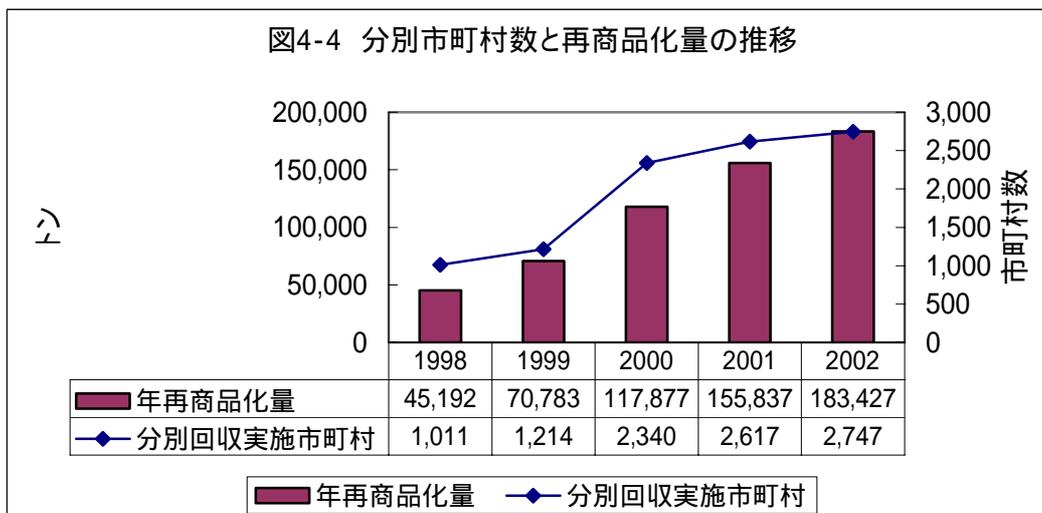
PET ボトルは、各家庭から収集場所へ分別して排出し、自治体によってまとめられ、指定法人の引き取り条件に合わせた形で梱包される。自治体では、選別（キャップやラベルなどの違う種類の樹脂と金属類を取り除く）、圧縮（保管や運搬しやすいように、押しつぶして小さくする）、ペール品として保管、の3つの過程を経る。自治体によっては、選別を家庭で行うように指導しているところもあり、また、家庭からの回収後の搬送を効率化するために、PET ボトルをつぶした状態で排出するように指導している自治体もある。

4.2.3 回収量の推移

1997 年から、容器包装リサイクル法により PET ボトルのリサイクルが義務付けられた。表 4-2 にあるとおり、それ以降、回収量と回収率は年々上昇し、2002 年には市町村、業務系合わせて回収率 50%を超えた。これは世界的に見ても高い数値であり（詳しくは第 3 節を参照）、日本の PET ボトルリサイクルは高水準にあるといえる。

市町村による回収量は、表 4-2 のとおり増加傾向にあり、特に 1997 年以降その伸びが顕著である。図 4-4 は、PET ボトルを分別回収している市町村の数を示したもののだが、回収量

¹¹⁾ 2004 年 8 月現在、環境省は、家庭から出る包装容器やレジ袋などプラスチックごみを「燃えるごみ（可燃ごみ）」とし、自治体に焼却処分を原則義務付けるとしている。現在は自治体により可燃かどうか扱いがわかれているが、2004 年度中に廃棄物処理法施行令を改正し、分類が統一される。可燃ごみに統一するのは、リサイクルされていない包装容器やレジ袋、ラップ類、樹脂製の玩具や文具などのプラスチックごみであり、PET ボトルなどの容器包装リサイクル法の対象品目は分別回収・再利用が義務付けられているため除かれる。また、同法対象外のリサイクル可能なプラスチックも例外とし、分別は各自治体の判断に委ねられる。



の伸びと同様に、順調にその数が伸びていることがわかる¹²。2002年には実に85%の自治体でPETボトルの分別収集が取り組まれているが、これが回収量の増加をもたらしているもっとも大きな要因であると思われる。住民のPETボトルリサイクルへの認知・関心が今後さらに上昇・定着していくものと考えられるため、回収率は今後も引き続き伸びていくものと思われる。

2001年から集計がはじまっている事業系のPETボトル回収量の推移については、2年間のデータではあるが、倍増しており、今後も伸びていくものと推測される。

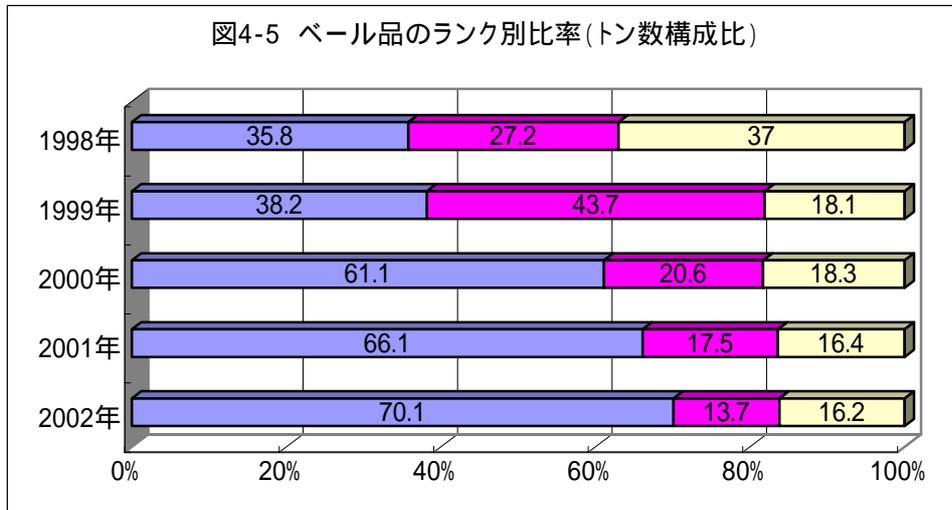
4.2.4 回収PETボトルの質

再商品化事業において、回収PETボトルの質が影響を受ける。そのため、指定法人は、回収されるPETボトルの汚れ、異物混入、キャップの取り外しの点から自治体をA・B・Dランクに分けている。Aランク(非常に良いベール)は、PETボトルの単品回収をしていて、キャップが取り外されていて、ほとんど汚れや異物混入がなくボトルにつやがありきれいなものである。Bランク(やや良いベール)は、キャップはほとんど取りはずされているが、中身が残っているものもあり、ボトルが少し汚れている。Dランク(要改善ベール)は、キャップがほとんど取り外していなくて、中身が残りボトルが汚い。ベールの側面が大変汚れており、ポリ袋などの異物が混入している。評価ランクに基づき、指定法人は、市町村に対して、Aランクには品質の維持を、Bランクには検査項目ごとの判定結果を参考に品質向上を、Dランクには改善対策の計画の策定と実施および改善計画書の協会提出を依頼している。

図4-5から分かるように、ベール品の品質は年々向上しており、1998年度と比べると、2002年度はAランクが割合で2倍弱まで増えて、Dランクは、半分以下まで減ってきて

¹² 2003年3月現在、全市町村数は3235(東京23区含む)である。

図4-5 ベール品のランク別比率(トン数構成比)



出典：日本容器包装リサイクル協会 HP

いる。要因としては、PET ボトルの単品回収を行う自治体が増加したことが考えられる。それを成り立たせているのは自治体や住民一人一人の努力の結果であろう。一方では、コストの面から缶・ビンなどとの混合回収を続けている自治体もあるために、D ランクの自治体がなくなれないという現状がある¹³。

回収量そのものは年々増加しているため、それを踏まえて考えると、新たに PET ボトルの分別を行った自治体に A ランクが多く、D ランクの自治体は改善努力をしていないということも考えられる。表 4-2 によれば、1998 年に 5 万トン弱だった回収量は 2002 年には 19 万トンにまで増加している。約 4 倍の増加という点を考慮するならば、全体としての質的向上という面がある一方で、質の悪い回収品も絶対量としては増加しているということが指摘できよう。

現在、再商品化事業者に集まってくる PET ボトルの質は、さまざまなランクのものが集まってくるため、そのばらつきを、各ランクのものを一定比率で混ぜることで補っている。この現状と、理想の状態（D ランクを除いたもの）では、加工費にどのような影響がでるのだろうか。表 4-3 をみれば、理想の状態だと設備費・消費電力、ひいてはトータルコストを大幅に減額できることがわかる。低品質のベールだと、異物が混在していたり、ひどく汚れていたりするため、高品質のベールに比べて必然的に加工の過程が多くなってしまいうからである。

次に、販売額の点である。D ランクのベールからできている低品質のフレークは、1kg

¹³ ここでいうコストとは、分別品目を増やすことによって新たな人員を必要とすることなどの他に、住民の、分別に対するコスト意識に関する部分も含まれている可能性がある。後者は、ある意味では、住民の分別に対する意識などに対して自治体側が不信感を持っているということを意味している場合もある。住民が分別を徹底しようとしても、自治体の分別収集の仕組みが適切な状態になっていない場合には、住民の努力が無駄になるということもあり得るのである。

	現状 (ABD 混合)	理想的な状態
設備費	100	54.9
消費電力	100	62.8
総コスト	100	66.3

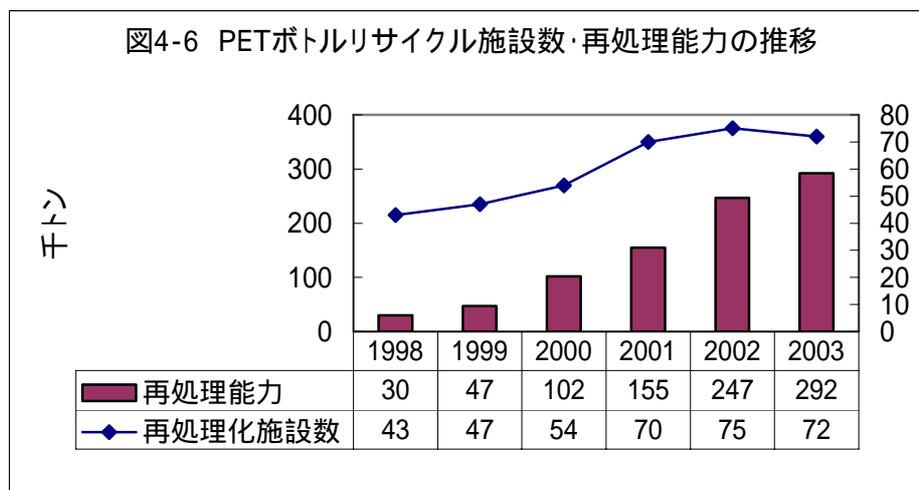
出典：慶応大学経済学部山口研究会，2000b

あたり 15 円程度で販売されるのに対して、Aランクのペールからできている高品質のフレークは、1kgあたり 50 円程度で販売される。高品質のフレークは企業の制服・白衣・ワイシャツ・バックなど様々な用途があるのに対して、低品質のフレークではカーペットの下敷きなど直接人目につかないところに用途が限定されるために、値段が安くなってしまっているのである。

これらの点を考えると、今後さらに PET ボトル回収品の質の向上に努める必要があり、それはひとえに自治体と住民の努力にかかっているといえる。自治体においては、単品回収への転換を検討することと住民への協力への訴えかけをさまざまな手法を用いて進めていくこと、住民においては、キャップやシールの取り外しや使用後の PET ボトルの洗浄を徹底することを心がけていくことが重要である。

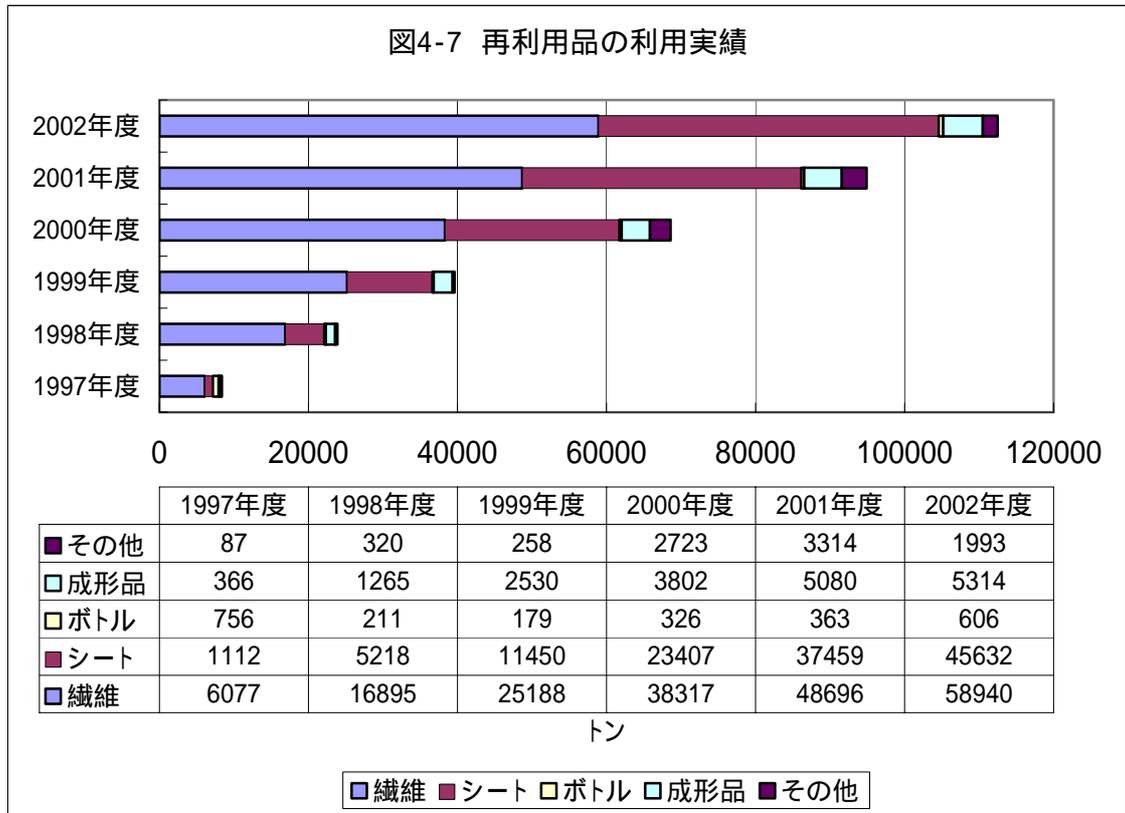
4.2.5 再商品化の動向

PET ボトル回収量の増加にともない、リサイクル施設も増えている。1999 年には、国の回収計画量を実際の回収量が大幅に超過し、再処理能力を超えたために自治体の回収した PET ボトルが指定法人に引き取りを拒否され、各地でペールが野積みされるという事態が生じたが、その後は再商品化のための施設が急速に整備されている。2003 年には、その数は全国で 72 施設、再商品化能力は回収量を上回る 29 万トンとなっており、総回収量 22 万トンのうち 18 万トンあまりが再商品化のために指定法人を經由して再処理されている。



出典：PET ボトルリサイクル推進協会 HP

図4-7 再用品の利用実績



出典：PET ボトルリサイクル推進協会 HP

中国では 90 年代に入ってから経済成長が著しく、日本からの古紙や回収 PET ボトルなどの輸出が盛んに行われている。そのため、かつては処理能力に対して供給量が過大であった状況が、今日においては十分な回収品の供給がなされないことに不安感が増大しているという逆転現象が生じているという。

生産されたフレークやペレットなどの再用品は、再商品化製品利用事業者（例えば帝人・東洋紡などの紡績会社）が買い取り、繊維・シート・ボトル・成形品などを生産する。図 4-4 にあるとおり、容器包装リサイクル法によってリサイクルが義務化されて以降、再商品化は急速に進んでおり、2002 年度には各用途とも順調に需要が拡大した。もっとも多く使用されているのは繊維であり、近年は、シートの利用が大幅に拡大している。ボトルとして再利用される量は、1997 年が最大となっており、2002 年には再びその量を増やしているが、量的・質的に限定的な利用にとどまっている。主な再生品の用途は以下のとおりである。

- ・繊維 ...2002 年度には、従来のグリーン購入法の指定商品である制服・作業服・作業手袋・カーペット・カーテン・毛布に加えて、ふとん・マットレスが指定され、需要増の要因となった。また、化学分解法によるリサイクルが繊維でスタートしたため、高品質の製品への再利用が可能となった。衣料・インテリア製品以

外でも、不織布にも再利用され、名刺・観葉植物・排水の導水管など、多用途に再生 PET 樹脂が再利用されている。

- ・シート...卵パックに塩化ビニルの代替品として使用され、順調に数量が拡大している。卵以外でも、漬物や惣菜のプラスチックトレーや、果実やカップ麺等の仕切りトレーで使用され数量が拡大している。また、従来薄板だけだったものが厚板でも使用されるようになり、装飾用の板材・文具のペントレイ・引き出し仕切り板などで再利用されている。
- ・成形品...射出成形という成形方法でさまざまな製品が作られている。主にポリプロピレン、ポリエチレンなどが使用されるが、その代替樹脂として再生 PET 樹脂が使われている。用途は文房具・看板・下水道などのふた・PET ボトル用陳列トレー・空き容器回収ボックスなど。
- ・ボトル...台所用洗剤ボトルなど。
- ・その他...分別収集用のゴミ袋など。

4.2.6 新しいリサイクル技術 ボトル to ボトル

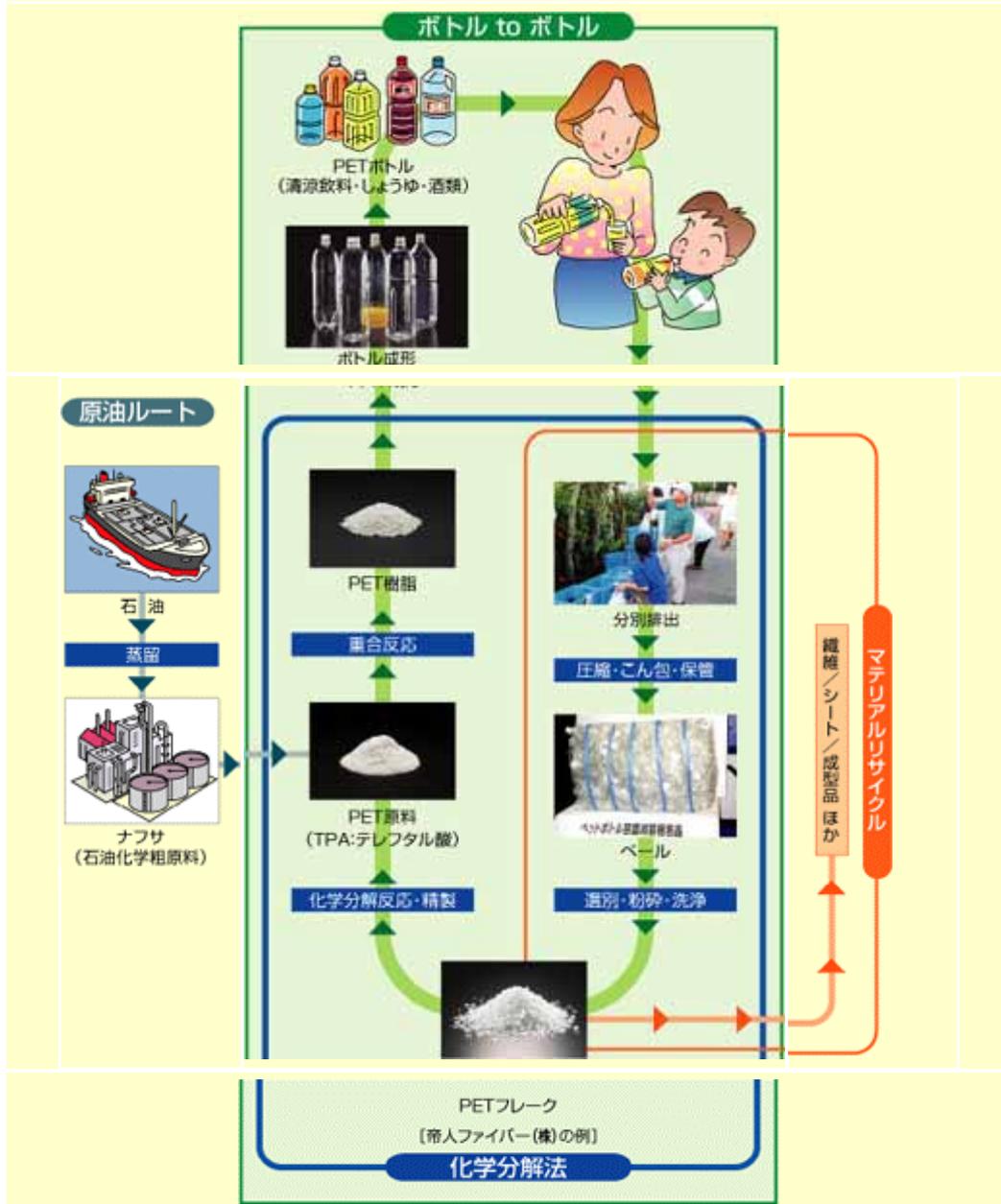
現在行われているマテリアルリサイクルでは、洗浄を行ってもどうしてもごく微小な異物が混入してしまう。食品用ボトルや非常に細い糸が必要な繊維にする際にこの微小な異物が問題になるために、これまで PET 再生品によるボトルの製造はきわめて限られた範囲でしか取り組まれてこなかったし、再生品の品質が悪ければ、さらに限られた範囲での使用しか行うことができなかった。

その問題の解消を期待されるものとして、2001年5月の法改正により新しく再商品化手法に認定された化学分解法がある。この方法は、PET ボトルを化学的に分解して原料物質に戻し、それから再び PET ボトル樹脂を作る方法であり、ケミカルリサイクルの方法である。PET ボトルを化学分解するために、メチルアルコール・エチレングリコール・水等が用いられている。分解および生成の過程で異物が除去されるので、石油から新たに作ったものと同等の樹脂が得られる¹⁴。

この方法を使って、2002年4月から帝人ファイバーでリサイクル工場が稼働しはじめた。同社の化学分解法プロセスは、図 4-8 に示されているとおりだが、まず回収 PET ボトルを化学分解して、DMT (テレフタル酸ジメチル) と EG (エチレングリコール) という物質を精製する。さらに DMT をボトル用 PET 樹脂の原料である精製 TAP (テレフタル酸) にする。そして、作られた TAP を同工場内の重合プラントでボトル用樹脂にすることで、再びボトルに生まれ変わる。同社の化学分解法の利点は、回収 PET ボトルを分子レベルに分

¹⁴ また、従来の方法による「ボトル to ボトル」には、マテリアル法とメカニカル法がある。マテリアル法は、直接飲料に接しない中間層にリサイクル樹脂を使用する方法である。メカニカル法とは、マテリアルリサイクルで得られた樹脂を、さらに熱・真空・洗浄ガスで十分に洗浄して、「ボトル to ボトル」用の樹脂にすることである。

図 4-8 ボトル to ボトルの実現に向けた化学分解法のフロー



出典：PET ボトルリサイクル推進協議会 HP

解し精製することによって、石油から製造するペット樹脂原料とまったく同等の高純度原料が得られることである。この原料から作られる PET ボトルも、現在流通されているものと同様、清涼飲料・しょうゆ・酒類などの用途にも対応でき、かつ品質のまったく変わらない、透明できれいなボトルが出来る。これは、食品用 PET ボトルから同等の食品用 PET ボトルを生産する「ボトル to ボトル」を実用化するにあたり、期待されるものであり、2003 年度には、食品用の PET 樹脂の生産がはじまっている。

4.3 世界のPETボトルリサイクル

PETボトルの生産量そして消費量は世界的に伸びている。それともなあってリサイクルも盛んになり、2002年にはヨーロッパを中心として44ヶ国がリサイクルを行っている。その内訳としては、マテリアルリサイクルが31ヶ国、リユースが20ヶ国、飲料ボトルが5ヶ国（重複含む）となっている。ここでは、アメリカ・ヨーロッパ（ヨーロッパ全体・フランス・イタリア・ベルギー・）・韓国におけるリサイクル事情を概観する。

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
樹脂需要量	1416	2047	2391	2689	3089	3490		4621
ボトル回収量	265	363	438	470	543	629	907	944
回収率（%）	18.7	17.7	18.3	17.5	17.6	18		20.4

出典：NAPCOR 資料

図 4-9 各国の回収率比較（2000年）



出典：PCI 資料

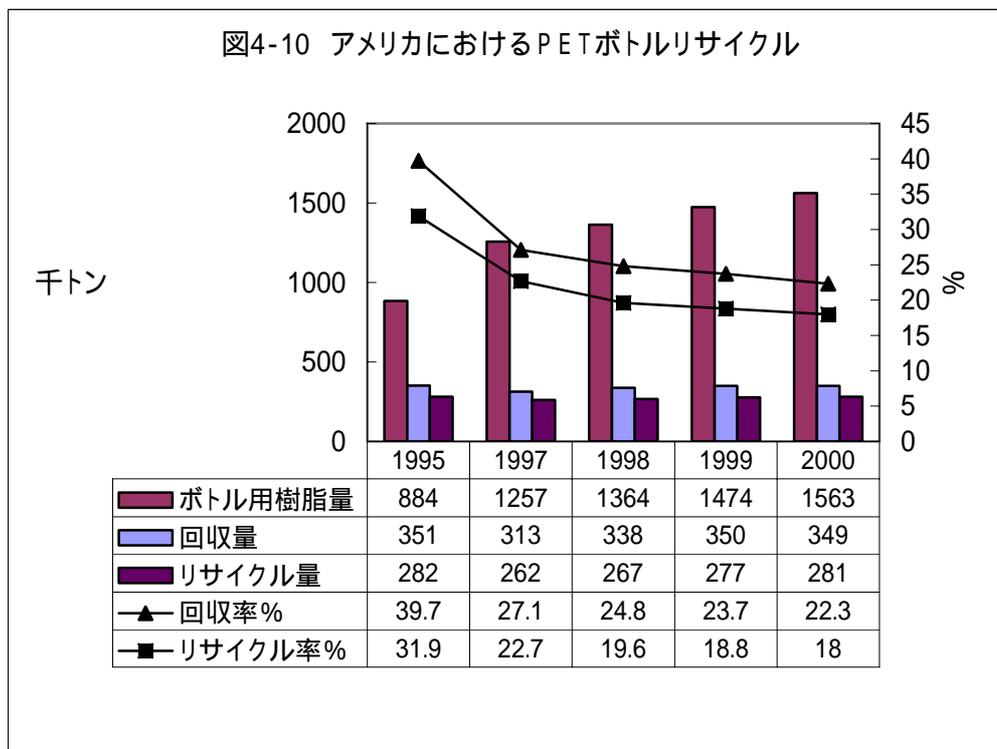
4.3.1 アメリカにおけるリサイクル状況

PETボトルは炭酸清涼飲料水が大量に消費されるアメリカで誕生したもののだが、その消費量は世界でも突出している。1997年には100万トンを超えており、以後も生産量は伸びており、2000年には160万トンに達している。他方、アメリカはPETボトル回収にいち早く取り組み、世界一のPETボトルリサイクル国でもある。その回収量は2000年で35.6万トンと、日本の生産量に匹敵する量であり、巨大な市場が確立されている¹⁵。

しかし近年、回収量とリサイクル量は横ばい状態であり、生産量が伸びているために回

¹⁵ アメリカではペレット等原料の輸出入があるためデータに差があらわれてくる。

図4-10 アメリカにおけるPETボトルリサイクル



出典：NAPCOR 資料

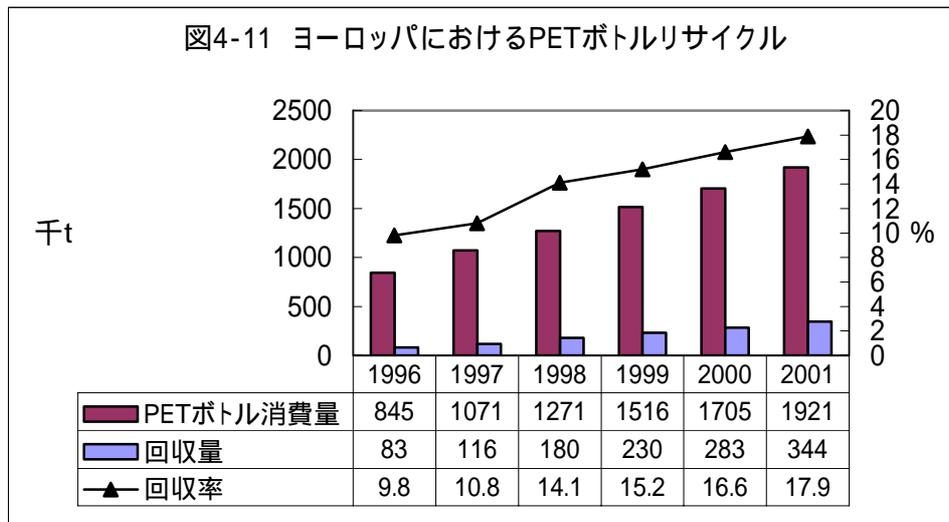
回収率・リサイクル率は年々低下している。1995年には4割近かった回収率は、2000年には22%にまで落ちており、リサイクル率も1995年には3割強あったものが、1998年には2割を割り込んでいる。これについてNAPCOR（米国容器資源化協会）はその原因について、再生事業にインセンティブが働かないこと、リサイクルに周りにくい小型ボトルが増えていること、自治体のリサイクル予算が削減されていること、国のリーダーシップ不足、不十分な消費者教育、消費者の無関心、などを挙げている。

こうした状況を、日本も十分に配慮しておく必要がある。については、容器包装リサイクル法によって仕組みづくりが進んできたこともあり、アメリカと比べて有利な位置にあるとはいえ、再生原料が利用される市場を確実に作り出していないと、リサイクルの流れがうまく回らない可能性もある。また、については日本でも同様の状況が進展しつつあるし、についても、地方財政が厳しい状況にある現在、リサイクルのための高いコストを負担することを止めようとする自治体も出てくる可能性はある。本来の意味における費用の内部化をよりいっそう進めていく必要があるし、それは、事業者負担の増額、そして、製品価格への反映を通じて、PETボトルの使用をコントロールしていくということにかかっているように思われる。

4.3.2 ヨーロッパにおけるリサイクル状況

ヨーロッパにおけるPETリサイクルは1980年オランダで再生工場が稼働を開始したこ

図4-11 ヨーロッパにおけるPETボトルリサイクル



出典：PETCORE 2002年8月資料

とを機にはじまったといわれている。

ヨーロッパにおけるPETボトルの消費量と回収量の推移は図4-11のようになっている。アメリカと同様に、生産量は拡大しており、1999年に、ヨーロッパ全体でアメリカの生産量を超えた。生産量の伸びにともない回収量も増加傾向にある。しかし、処理能力の問題があり¹⁶、その伸びは限定的である。今後も回収量は増加していくことが予測されており¹⁷、再生のための設備の建設が、ヨーロッパにおいてもきわめて大きな課題となることは間違いない。また、施設整備とともに、再生原料が使用される市場の形成も、ヨーロッパにおけるPETボトルリサイクルにとっても重要な課題である。

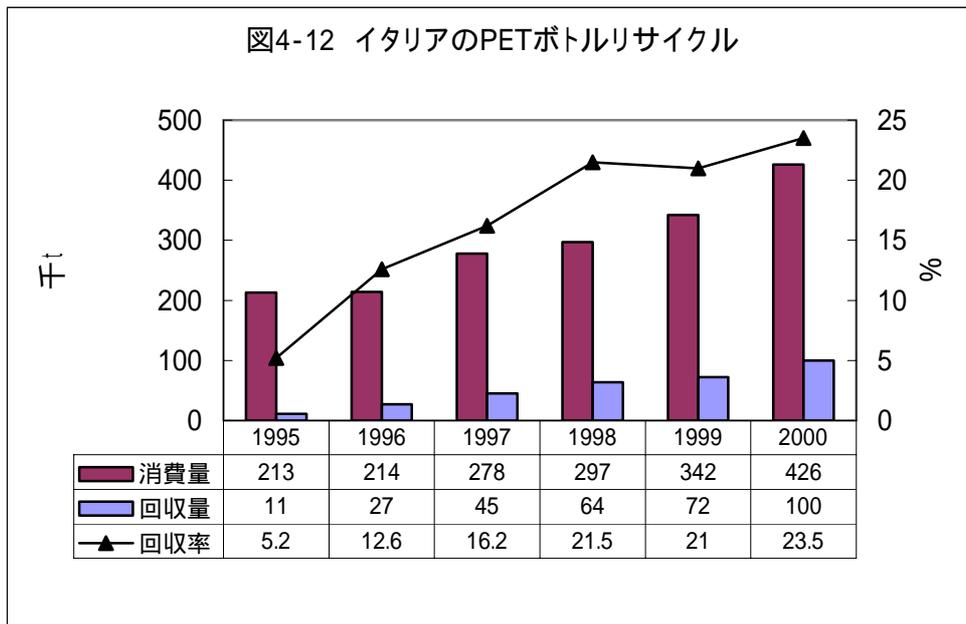
次に、ヨーロッパに位置する諸国のうち、イタリア・フランス・ベルギーの3カ国を取り上げ、それぞれの国においてどのようにPETボトルリサイクルが展開しているかをみてみる。それぞれの国において異なった傾向がみられ、ヨーロッパ全体のマクロなトレンドとは違ったものが現れてきている。

イタリア

イタリアは、ヨーロッパで最大のPETボトル消費国であり、2000年の時点では、その量は日本を上回っている。回収については、量・率ともに上昇傾向にあるが、日本におけるそれと比較すると緩やかなものになっている。日本と比較した場合、イタリアの方がPETボトルリサイクルへの取り組みは早く、1998年までは回収率で日本を上回っていたが、1999年に逆転し、2000年には大幅に差がついている。反面、これは日本のPETボトルリ

¹⁶ ヨーロッパにおけるPETボトルの処理能力は、1996年は8.4万トン、以下97年9.7万トン、98年17.5万トン、99年22.3万トン、2000年29万トンとなっている。

¹⁷ PETCOREによれば、回収量の予測は、2002年には44.1万トン、2003年49.9万トン、2004年56.4万トン、2005年61.9万トン、2006年68万トンに達するとしている。

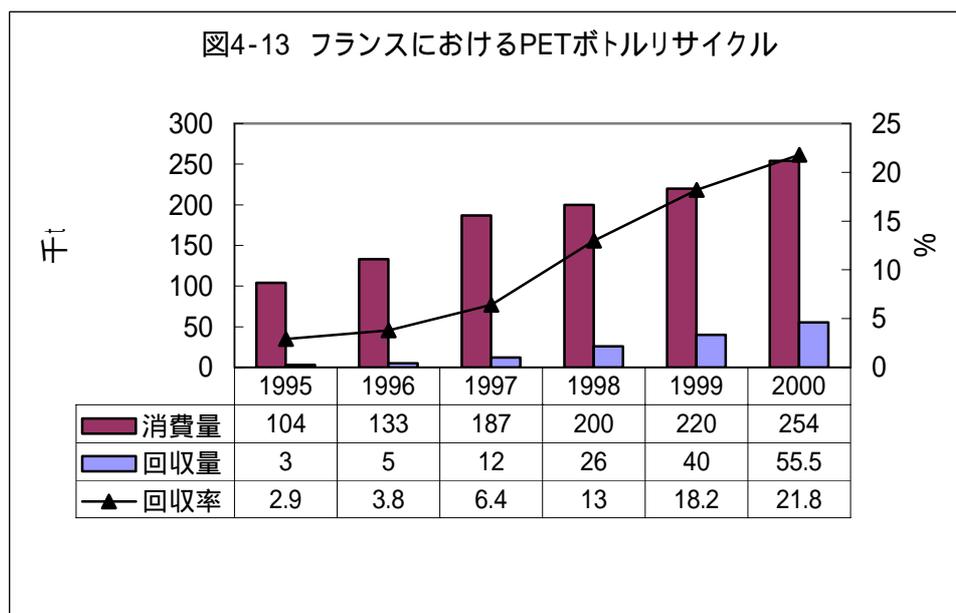


出典：PETCORE 2002年8月資料

サイクルの環境整備が急速だったということを示しているといえよう。

フランス

フランスでも、PETボトルの消費量は増加傾向にある。回収量と回収率についても上昇傾向にあるものの、イタリアやヨーロッパ全体の傾向と比べるとやや遅れをとっており、比較的PETボトルリサイクルへの取り組みは、ヨーロッパの中では遅れていたといえるの



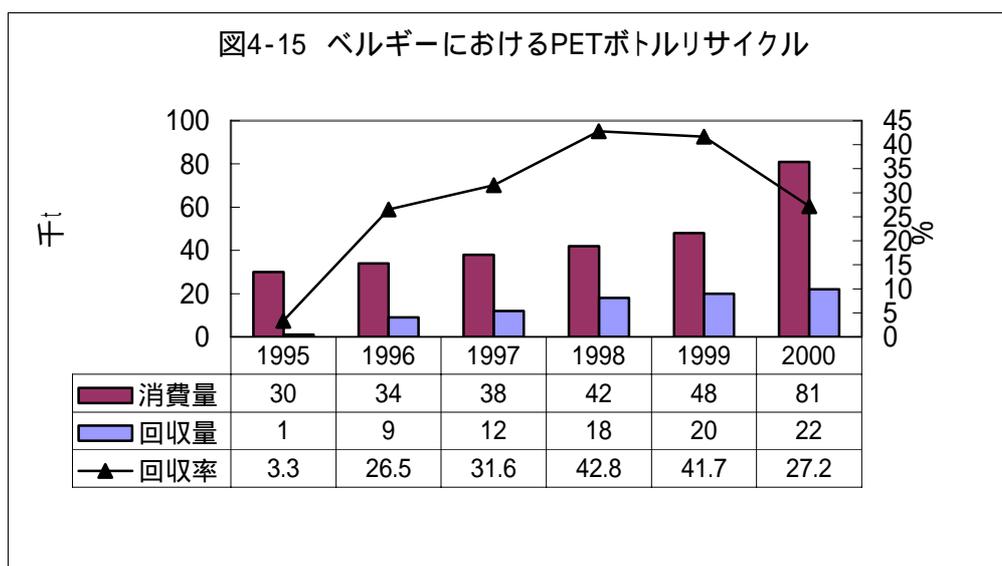
出典：PETCORE 2002年8月資料

かもしれない。むしろ、その推移は日本のそれと近いといえるくらいで、1999年以降、日本の環境整備が急速に進んだ結果、格差は広がっているものの、それ以前については、回収率の上では比較的近い動きをしていた。回収量・回収率の推移は、他国と比べてきわめてコンスタントであり、今後も順調なりサイクル環境の整備が進められることが予想される。

ベルギー

ベルギーは、イタリアやフランスに比べると国としての規模は相対的に小さく、そうした事情もあってPETボトル消費量の伸びも比較的大きくはない。全体としては、ヨーロッパ全体のトレンドと同じように消費量の増加傾向がみられるが、1999年までの伸びは極めて緩やかであり、2000年になって急増しているのが注目される。

回収量については、1998年までは順調に伸び、4割以上の高水準を実現したが、その後回収量の伸びが停滞しており、2000年の消費量急増の影響で、回収率は3割以下にダウンしている。しかしながら、回収量の実数としては、わずかながら伸びをみせており、消費量の急増に対応し切れていない状況がうかがえる。



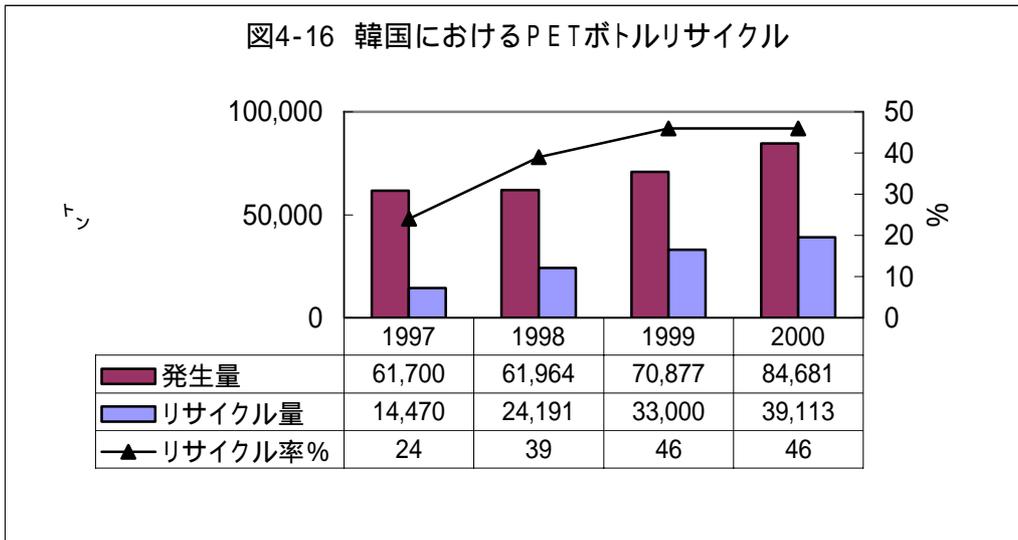
出典：PETCORE 2002年8月資料

4.3.3 韓国

近年は、アジアにおいてもPETボトルの消費量（図では発生量）は増加傾向にあるが、ここでは韓国についてみておきたい。韓国におけるPETボトルの回収率は、2000年では46%と高く、日本の回収率を上回っている。また、特徴的なのは、消費量の伸びが日本と比べて緩やかであるということである。その要因は、韓国におけるPETボトルリサイクルの仕組みにあるように思われる。

韓国のPETボトルリサイクルは預置金制度と呼ばれるものである。これはデポジット制

図4-16 韓国におけるPETボトルリサイクル



と誤解されることがあるが、その性格は異なっている。預置金制度は製造業者、輸入業者が回収、処理にかかる費用をあらかじめ国庫に預け、その容器を回収した際に預置金が返還されるというものである。これは、実質的に回収義務を事業者に課す制度であり、通常デポジット制度では商品価格に代金を上乗せする形になり、デポジット代金は事業者にプールされ、消費者が回収ポイントに容器を持ち込むことによって預託された金が返還されるという仕組みだが、預置金制度においては、その関係が国と事業者との関係になるということである。ある意味では、ドイツのデュアルシステムと日本の容器包装リサイクル法の間中に位置する仕組みと解釈することもできよう。

4.3.4 世界のPETボトルリサイクルと日本の比較

本節で検討したいいくつかの国・地域でのPETボトルリサイクルの取り組みをみると、日本のPETボトルリサイクルの取り組みは国際的に遅れたものではなく、むしろかなり進んだものであると評価することができる。さまざまな問題が指摘されるにせよ、容器包装リサイクル法の下で取り組まれているPETボトルリサイクルは、一定の評価を与え得る水準にあるものといえよう。

しかしながら、世界のPETボトルリサイクルをみると、日本が今後注意しなければならない問題や、どのような発想や仕組みが求められるかということについての、いくつかの知見が得られる。

アメリカは、いち早くPETボトルのリサイクルに取り組み、今日においてもその水準は世界一であるといえる。しかしながら1990年代以降その量的規模は停滞状況にあり、PETボトルの生産量の拡大にリサイクルが追いつかない状況と推測される。おそらくはベルギーの事例も同様であり、この背景には、再生品の需要の動向があるものと推測される。再生品を消費する市場の規模にリサイクルは制約されるということは当然のことだが、PETボトルの場合、元のボトルに成型することは、現状では困難な状況にあり、他の材質と競

合する市場でその販路を探していかなければならない。ヴァージンマテリアルとの競合で困難な状況にある再生品に、新たな市場を開拓する力は弱いと考えざるを得ない。いかにPETボトルの回収が進んだとしても、それが再利用されなければ意味はないのである。アメリカとベルギーの事例は、それを物語っているようにもみえる。こうした状況は、仮にボトルへの再生が可能になったとしても変わらない。

それゆえ、必要になるのは、適正にリサイクルが可能な水準を見極め、消費量はその量を過度に超えないような仕組みづくりをするということであると思われる。韓国の例はその格好の例である。事業者の責任と負担が増加するような仕組みをつくれれば、事業者も簡単にPETボトルの生産を増やしていくことはできない。ドイツのデュアルシステムが評価される点もそこにある。