

# 5 プラスチック 昔と今



富田 斉  
TOMITA Hitoshi

一般社団法人プラスチック循環利用協会／広報学習支援部長

20世紀初頭プラスチックは発明され、日本では第二次世界大戦後に本格的な製造が開始し、その種類は増えていった。当時はどのような製品がプラスチックでつくられたのだろうか。現在も生活に密接にかかわっているプラスチックの歴史と性質を学び、使用後の取り組みについても知る。

## プラスチックの歴史<sup>1)</sup>

明治40（1907）年にアメリカのベークランド博士が開発したフェノール樹脂、商標名ベークライトが最初のプラスチックと言われており、大正3（1914）年には日本で工業生産がスタートした。以降、ポリアミド、ポリエチレン、ポリエステルなどが次々と開発、工業化された。

プラスチックは大きく熱可塑性と熱硬化性に分けられる。熱可塑性プラスチックはもう一度熱するとまた軟らかくなるが、熱硬化性プラスチックは再び熱を加えても形を変えない。フェノール樹脂は熱硬化性プラスチックだが、日本のプラスチックの生産量の約9割が熱可塑性プラスチックである。

日本産業規格のJIS K6899-1（2015）によれば、124種類のプラスチックの名前が記載されているが、開発中などのものを考慮するとこれ以上であろう。プラスチックの種類が100種類以上もあるのは「万能なプラスチックはない」ということである。しかし、戦後日本でもプラスチックが本格的に製造され始めた頃は、この「万能」に近いものがあるように思われていた。それは「塩ビ」ともよばれる塩化ビニル樹脂である。

塩ビはとても硬いプラスチックである。加熱して柔らかくして可塑剤などを混ぜると、その種類や割合によって常温で非常に軟らかいものから硬いものまで、いろいろな製品をつくることができる。

それらの製品は昭和23（1948）年頃から市場に出回ったもので、高価なものであった。風呂敷、カラフルなバンド、レインコート、ハンドバッグなどたいへん人気があった。当初はアメリカから軟質塩ビのスクラップを輸入し再生してつくっていたが、すぐに原料が輸入されるようになった。

国産の塩ビは昭和16（1941）年から生産され、第二次世界大戦の終戦とともに生産は停止したが、昭和21（1946）年に試験生産を再開し、昭和34（1959）年には世界第二位の約18万tに達した<sup>2)</sup>。日本でポリエチレンの生産が始まる昭和33（1958）年までは、熱可塑性プラスチックは塩ビだけであり、そのすぐれた特性から、いろいろな製品がつけられ、「ビニル」がプラスチックの代名詞になった時代である。

パイプやシート、ボトルは硬い製品であり、フィルム、ラップフィルム、合成レザー、床材、ホースなどは可塑剤の多い軟らかい製品である。電線や電気コードにも絶縁性にすぐれた塩ビの被覆材が使われている。このようにして製造された人工皮革やフィルムなどの加工製品、すなわち、衣類、ハンドバッグ、靴、自動車の内装、レインコートなどは現在でもいろいろな分野で使用されている。

しかし、その塩ビにも耐熱性や耐油性が低い等の欠点がある。そのため、昭和32（1957）年のポリスチレンの国産化、昭和33（1958）年のポリエチレン、昭和37（1962）年のポリプロピレンというよ

表1 長所と短所

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 軽くて丈夫 金属や陶磁器と違い、軽くてしかも丈夫な製品をつくることができる。</li> <li>• さびや腐食に強い ほとんどのプラスチックは酸やアルカリ、油に強く、さびたり、腐食したりすることがない。</li> <li>• 透明性があり、着色が自由 透明性に優れた種類もあり、着色も容易なため、明るく美しい製品をつくることができる。</li> <li>• 大量生産が可能 成形・加工の種類が多いため、複雑な形でも効率的に大量生産できる。</li> <li>• 電気的特性が優れている 絶縁性が抜群に良好なため、電気・電子部品に使われる。</li> <li>• 断熱性が高い 熱を伝えにくく、特に空気を取り込んだ発泡体は、断熱材として優れた性能を発揮する。</li> <li>• 衛生的で密封性が高い 酸素や水分を通しにくいので、清潔で微生物の汚染から食品を効果的に守る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 熱に弱い 種類によっては、火など熱源のそばに置くと変形することがある。</li> <li>• キズやホコリがつきやすい 金属やガラスに比べて表面が軟らかいため、キズがつきやすく、また静電気が起こりやすいので、ホコリがつき汚れが目立つことがある。</li> <li>• ベンジンやシンナーに弱いものがある 種類によっては、ベンジンやシンナー、アルコールなどで、溶けたり変色したりすることがある。</li> </ul>

うに、新しいプラスチックが次々に生産され、性能や経済性のすぐれた分野では塩ビと取って代わっていった。

フィルムに加工しやすいもの、ビールケースをつくれるもの、魚箱をつくれるものなど、新しい用途に対応するために新しいプラスチックが生まれ、さらに工業のハイテク化が進むにつれて活躍の場は広がった。すぐれた性能を求めて発明や用途開発をしているうちに、100種類を超えるプラスチックができ、今も日々開発が行われ、プラスチックの種類は増えている。

プラスチックには材料としてたくさんの長所がある一方、短所もあり万能ではない。例えば、成形しやすいという長所は、熱に弱いという短所になる。電気絶縁性が高いと、表面に静電気が起きてホコリが付着する。プラスチック業界では、長所を活かし、短所をカバーしながら、原料の特徴をうまく組み合わせる製品をつくっている。

## 原油からプラスチック製品まで<sup>3)</sup>

原油のほとんどはガソリン、灯油、軽油、重油などになり、プラスチックの主な原料であるナフサになるのはおよそ1割に過ぎない。昭和95（2020）年には、原油14,523万klから1,338万klのナフサが精製され、輸入分2,637万klと合わせた3,974万klがエチレン、プロピレンなどの石油化学基礎製品になった。このうちプラスチック材料となった量は964万tなので、原油年間使用量とナフサ輸入量の原油換算量との合算値と比較すればその約3%（重量%）ということになる。

プラスチック用途の約40%を占める袋やラップ

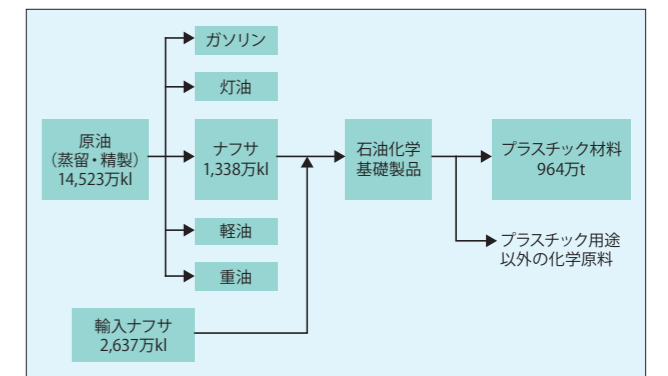


図1 原油からプラスチックまでの流れ<sup>3)</sup>

フィルムなどの包装材、建築土木用などのシートに適しているポリエチレンとポリプロピレンの生産量は、プラスチック全体の生産量のほぼ半分を占める。

意外な用途では、窓のサッシ部分はアルミに代わって断熱性の高い塩ビ、水族館の大きい水槽にはガラスに代わって加工性などが良いアクリル樹脂、また投票用紙や注射器にもプラスチックが使われている。食品の包装などには品質を出来るだけ長く維持させるため、多層で使われることが多い。

## 使ったあとは

近年、プラスチックは性能としての短所より、廃棄した後の方が問題となっている。例えば、容器包装プラスチックは消費者の手元に届くまでの長い時間に多くのメリットがあるが、消費者の手元に届くとすぐに「不要なもの」になってしまい、廃棄物になってからのほうが注目されがちである。そうすると、腐食しないという利点も、自然に還ら

ないという欠点になり、軽いため、風で飛ばされやすいとか、ごみがかさばってしまうという難点もある。多種多様なプラスチックが開発されることで、ごみの種類も多種多様になり、廃プラスチックの処理やリサイクルが複雑化しているといえる。

また、プラスチックは木製品や金属に比べて、使い方や環境次第で寿命が短くなってしまふことがある。紫外線や酸素、熱などさまざまな外的要因によって原子同士の結合が切断されてしまうと、もとのプラスチックの特性を維持することができず、捨てざるを得なくなる。そのため、どのようにリサイクルするかが大切になってくる。

## リサイクルについて

廃プラスチックのリサイクルについては、長年の技術開発によって、現在では多くの手法が実用化されている。これらの手法を大きく分けると表2のようになる。

### ・マテリアルリサイクル

熱で溶かすなどして、もう一度プラスチックの原料に戻して、プラスチック製品に再生する。

### ・ケミカルリサイクル

化学的に分解するなどして、化学原料に再生する。

#### ① 原料・モノマー化

化学反応を利用して分解し、もとの製品原料やモノマー（単量体）まで戻す。

#### ② 高炉原料化

鉄鉱石の主成分の酸化鉄を還元する際に、炭素と水素が主成分の廃プラスチックをコークスの代わりに還元剤として利用する。

#### ③ コークス炉化学原料化技術

蒸し焼きにして生成するコークス、炭化水素油、コークス炉ガスを再利用する。

#### ④ ガス化技術

プラスチックの主成分の炭素と水素をガス化炉で加熱して、一酸化炭素と水素が主成分のガスにする。

#### ⑤ 油化

加熱して熱分解させ、油に戻す。

### ・サーマルリサイクル

#### ① セメント原・燃料化

セメントの焼成工程で石炭とともにキルン（焼成に使う窯）に投入されて燃料になり、焼却残

表2 3つのリサイクル<sup>3)</sup>

分類	リサイクルの手法
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	再生利用 ・プラ原料化 ・プラ製品化
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化
	高炉原料化
	コークス炉化学原料化
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	ガス化油化
	化学原料化 燃料
	セメント原・燃料化
	発電・熱利用焼却 固形燃料化 (RPF, RDF)

渣がセメント中に成分として残る。

#### ② 発電焼却・熱利用焼却

焼却に伴い発生する熱や排ガスを利用して蒸気を生成したり、発電したりする。

#### ③ RPF (Refuse Paper and Plastic Fuel)

古紙と混ぜて円柱状に成形した固形燃料である。

## 処理処分の状況<sup>4)</sup>

昭和95（2020）年の国内の処理処分方法別の利用量はマテリアルリサイクル計173万t、ケミカルリサイクル計27万t、サーマルリサイクル（エネルギー回収）計509万tで、これらを合算した「有効利用量」は709万tであった。一方、有効利用にあたらない単純焼却処理、埋立処分による「未利用量」は各々66万t、47万tであった。有効利用量を「廃プラスチック総排出量」にて除した「有効利用率」は86%で、その内訳としてはマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルが各々21%、3%、62%であった。また、主にサーマルリサイクル利用量の増大のため、有効利用率は年々上昇し直近10年で約10ポイント増加した。

## プラスチック資源循環等

使用済プラスチックについては、長年に亘りリサイクル技術開発が進められた結果、日本のリサイクル技術は世界的にも高いレベルにあり、これらの積み重ねにより、わが国の廃プラスチックの有効利用率は昭和95（2020）年では86%と高水準である。

一方、昭和91（2016）年に資源として約140万t輸出していた廃プラスチックは、輸出先の半分以上を占めていた中国をはじめ、タイ、ベトナム他の禁輸措置と、昭和96（2021）年1月からスタートし

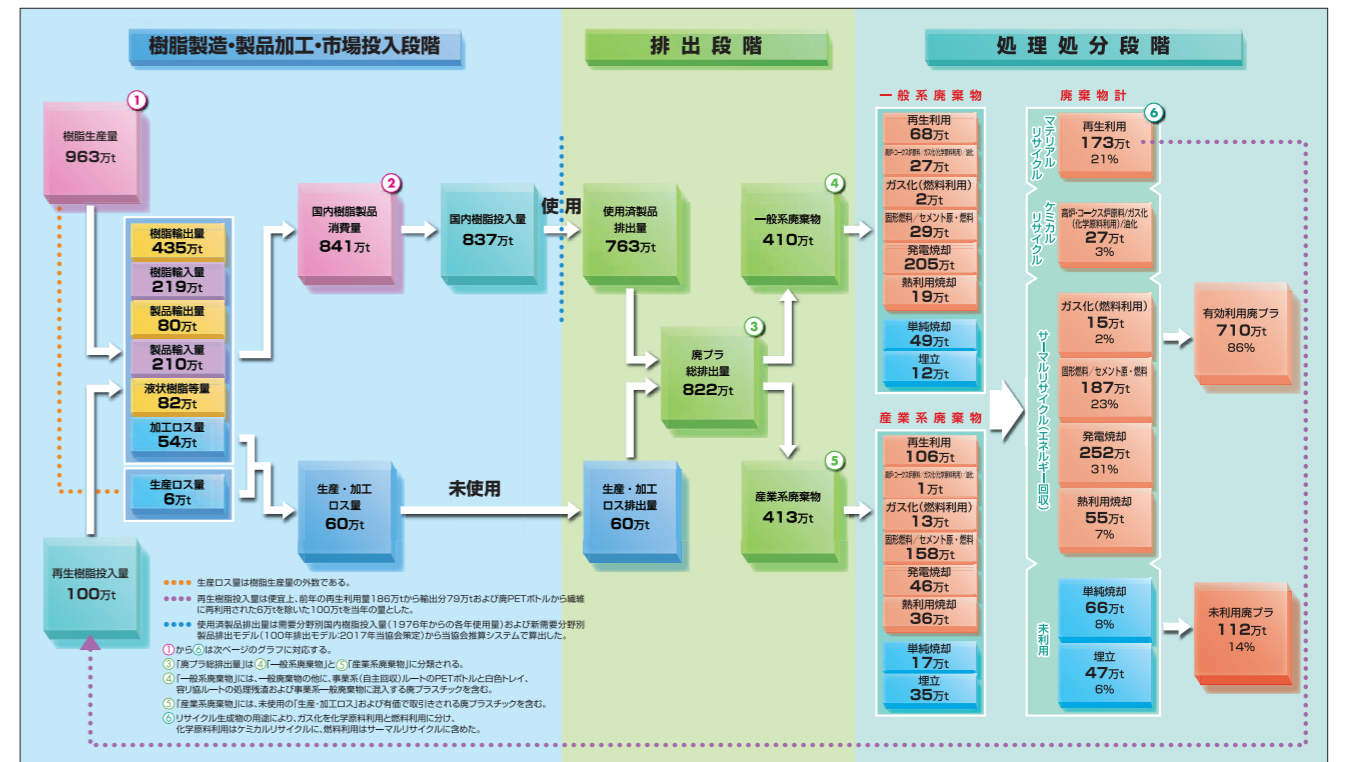


図2 プラスチックのマテリアルフロー図<sup>4)</sup>

た廃プラスチックを新たにバーゼル条約の規制対象に追加する条約附属書改正により、同年は約60万tに減少した。

昭和97（2022）年4月には、多様な物品に使用されているプラスチックに関し包括的に資源循環体制を強化する「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行された。これは、製品の設計からプラスチック廃棄物の処理までに関わるあらゆる主体におけるプラスチック資源循環等の取り組みを促進するための措置を講じようとするものである。

このようにプラスチック廃棄物を取り巻く状況は年々厳しくなりつつあり、排出抑制のためにはワンウェイの容器包装・製品の使用を削減すべきとの見方もある。他方、ワンウェイの容器包装・製品の中でも、例えばウイルス感染抑制の観点から必要性が再認識されているものも多くあるが、プラスチックを論じるに際しては、そのマイナス面だけ

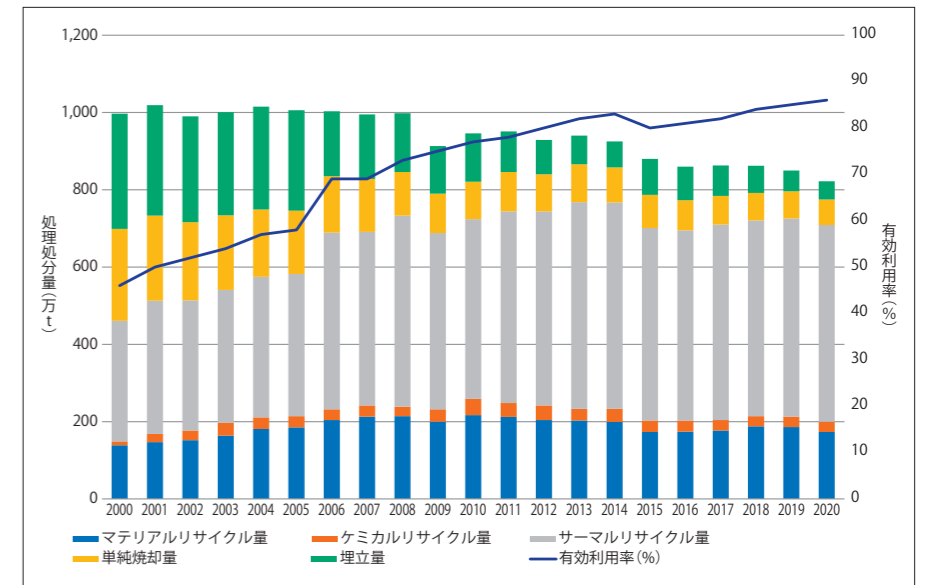


図3 廃プラスチックの総排出量・有効利用量・未利用量・有効利用率の推移<sup>4)</sup>

をとりあげるのではなく、プラス面についても十分に目を配る必要があると思う。

### <参考文献>

- 1) プラスチックリサイクル研究会「最新プラスチックのリサイクル100の知識」東京書籍2000年
- 2) 塩ビ工業・環境協会 ホームページ「日本の塩ビ工業の歴史」(https://www.vec.gr.jp/lib/lib1.html)
- 3) 「プラスチックリサイクルの基礎知識2022」一般社団法人 プラスチック循環利用協会2022年
- 4) 「2020年 プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況 マテリアルフロー図」一般社団法人 プラスチック循環利用協会2021年