

プラスチックの歴史と廃プラ処理から海洋プラスチック汚染を考える

河口哲人、深津綾乃／

放送大学静岡学習センター（静岡県三島市文教町 1-3-93）

要旨

日本では多種類のプラスチックが生産され、その量は 2015 年の合計で約 1.1 千万トン（一人当たり約 100 キログラム）(1)、世界では 3 億 8 千万トンとなった。その陰で陸上の不法投棄だけでなく、海辺におけるプラスチック散乱、海洋の哺乳類・魚類から多くのプラスチックごみ(マイクロプラスチック)が検出され、大きな環境問題になっている。この度プラスチックの歴史と現状を概括し、リサイクルの現状、生分解型プラスチックの現状などを調査した。

その結果、素材が異なる多様なプラスチックが混合された状態では材質の多様性のため物性が複雑になり、再生や再利用の材料としては価値がほとんどない。しかしながら素材からは燃焼エネルギーを引き出すことができるので、例外を除き、回収して焼却処分することが合理的な解決方法である。焼却の際に電気エネルギー回収を行うことがより有効だと結論した。

1. はじめに

海洋プラスチック汚染が世界的な問題になってきており(大阪サミット G20(2)、研究者の間でも実態把握などが進められている(3)。

汚染の原因となるプラスチックについて生産から概観し、静岡県東部で行われている処理プロセスの例を紹介する。

かつて家庭用電灯のソケットなどに使われた黒いベークライト(商品名、一般名フェノール樹脂)と呼ばれるプラスチックが発明されたのは 1907 年であり、1933 年には高圧法ポリエチレンの発明、以降多くのプラスチックが開発され、その利便性から戦後、生産量(消費量)が急激に増大した(1)

現在、生産量統計資料があるプラスチックだけでも 30 種近い素材や製法、物性が異なる近いプラスチックが生産・使用されている(1)。その中で汎用プラスチックだけを見ても 20 世紀前半から発明されている。汎用プラスチックとしては 1926 年ポリ塩化ビニル(PVC:可塑剤の発明による)、1938 年ポリスチレン(PS)、1941 年ポリエステル(PET)、1951 年低密度ポリエチレン(LDPE)、1953 年高密度ポリエチレン(HDPE)、ポリプロピレン(PP)などが開発・生産されてきた。

これらは日本だけでも約 1.1 千万トン生産され(1)、消費されている(輸出を含む)(4)。そして、利用後廃棄され前述の如き課題が重要性を増している。筆者の一人はプラスチックの研究開発にかかわった者とし、使用済みプラスチック(廃プラと呼ぶ)の処分方法の現状を調査し、将来の処分のあり方を考えた。

2. 材料と方法

廃プラの回収・利用、処分に関してはプラスチック循環利用協会の資料(4)があり、さらに業界団体があるので、その資料を使うことにし、これに関して電話取材(2019 年 5 月)も行った。他の方法として、一部の自治体の廃プラの分別・回収状況、処分を調査することとし、電話及び一部面接取材を行った。また、WEB上の情報も用いた。筆者の一人が各国・地域の留学生をはじめ現地人の協力を得て、電話取材を実施し、各国・地域の家庭レベルでの処理方法を、比較・考察できるようデータの収集を行った。

3. 結果

3.1 生活とプラスチック

3.1.1 プラスチックと生活

プラスチックはその有用性のために種々の用途に使われている。それを概括する。まず生活の変化を衣食住からみると

衣類：量的に潤沢になると同時に、木綿・ウールから化学繊維(ポリエステル=PET、アクリルなどプラスチックの一種である)が多く使われるようになった。その結果、一度の洗濯で衣類から数

千ものプラスチック繊維が洗い出され、流れ出るようになった(5)。

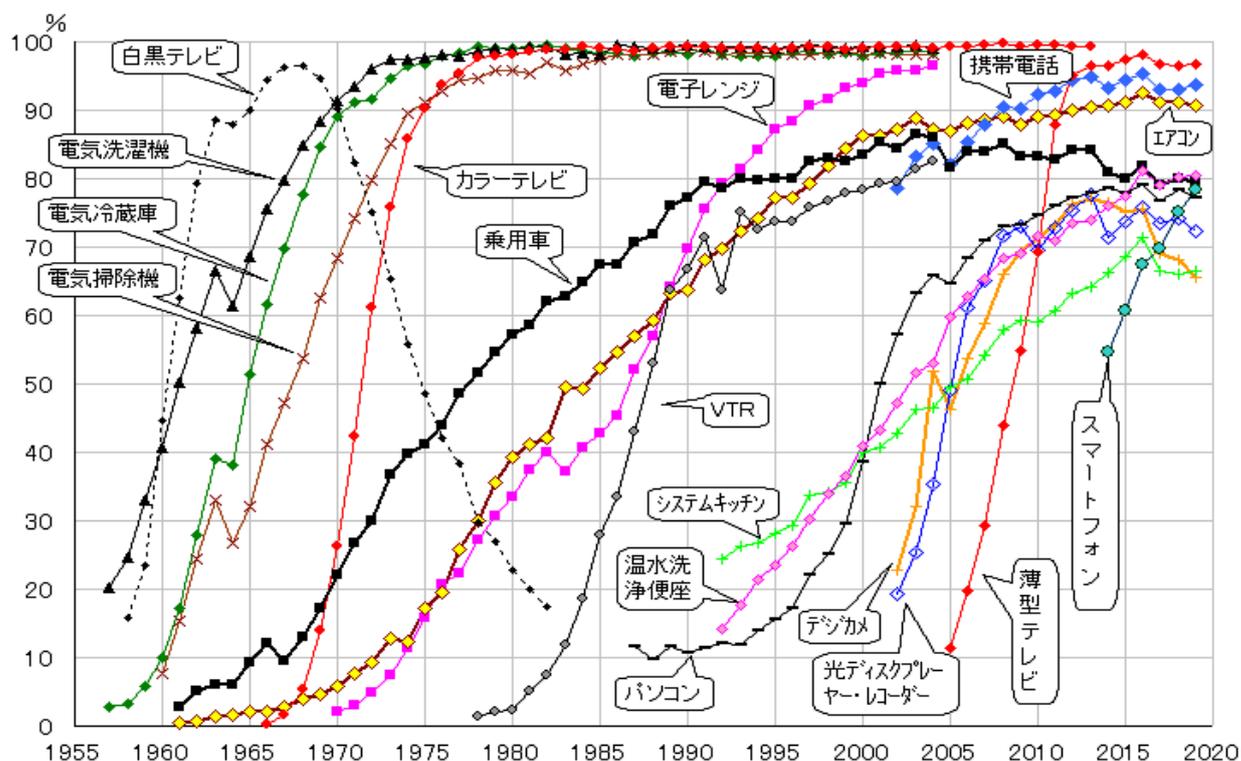
住居：戸建て住宅から共同住宅の比が高くなった。

食料：1960年代のスーパーマーケットや1970年代のコンビニの進出により、包装に多くのプラスチックが使われるようになり、その後、その処理や海洋におけるプラごみが、世界中で課題になった。食品包装については後述する。

一方、主要耐久消費財の普及率を図1に示す。このグラフから主要耐久消費財の普及率から生活とプラスチックの関係を見てみる。

1. 耐久消費財の中で最も早く1964年の東京オリンピックを契機に普及した白黒TVには耐衝撃ポリスチレン(HIPS)が使われていた。約10年遅れて普及したカラーテレビも同様である。しかし、これらは液晶(薄型)TVになり耐熱性の点からPS, ABSの他にポリカーボネート(PC)が使われるようになった。
2. 1960年代に普及した電気洗濯機には当初HIPSが使われたが、コスト面からPPになった。
3. やや遅れて普及した電気掃除機は主にABS樹脂が使われている。PSが使われない主な理由は光沢不足だったと云われる。
4. 乗用車には各種のプラスチックが使われている。特に1970年代に二度発生した石油ショック以降、燃費向上のための軽量化にプラスチックが使われていった。主なプラスチックはPP, PE, アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(ABS)、PC, ポリアミド(PA)、ポリオキシメチレン(POM)などである。

主要耐久消費財の世帯普及率の推移(1957年~2019年)



(注) 二人以上の世帯が対象。1963年までは人口5万以上の都市世帯のみ。1957年は9月調査、58~77年は2月調査、78年以降は3月調査。05年より調査品目変更。多くの品目の15年の低下は調査票変更の影響もある。デジカムは05年よりカメラ付き携帯を含まず。薄型テレビはカラーテレビの一部。光ディスクプレーヤー・レコーダーはDVD用、ブルーレイ用を含む。カラーテレビは2014年からブラウン管テレビは対象外となり薄型テレビに一本化。

(資料)内閣府「消費動向調査」

図1. 耐久消費財の普及率の推移(6)

3.1.2 食品包装とプラスチック

1960年頃からスーパーマーケットが発展し、食品包装に多くのプラスチックが使われるようになった。更に1970年代にはコンビニが誕生し(7)、食品などの個包装や袋物、レジ袋などとしてプラスチックが大量に使われるようになった。

プラスチックは通常、ペレットと呼ばれる米粒のような形でメーカーから出荷される。これを種々の成型法で形を作り、包装などに使われる。

プラスチックの中でも容器や包装に使われることが多い汎用プラスチックの生産量の推移を図2に示す。1960年頃から急激に増大し、2000年を契機に減少傾向にある。

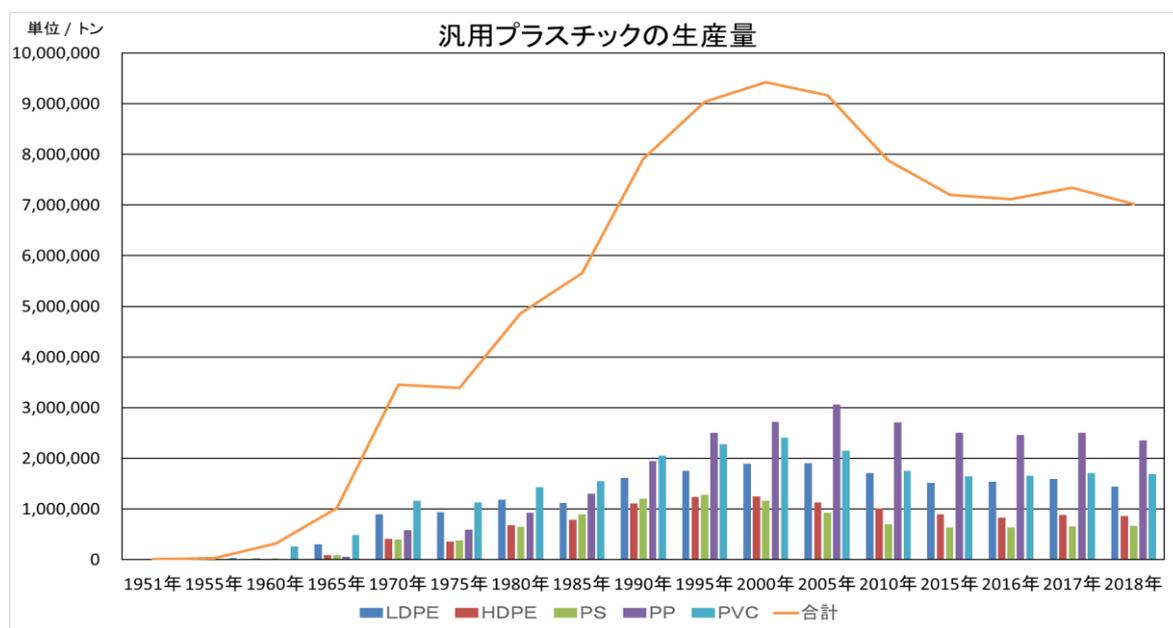


図2 汎用プラスチックの国内生産量
 出展：日本プラスチック工業連盟データ「日本のプラスチック統計（樹脂別生産量）」から抜粋・編集

3.1.3 廃プラスチックの処理

前述したようにその利便性から多種類、大量のプラスチックが使用されてきた。一方で廃プラによる問題が発生してきた。一つが海洋のプラスチック汚染であり、海上・海中の動物への悪影響である。動物の体中からプラスチック片が発見される、いわゆるマイクロプラスチック問題である。

我が国では循環型社会形成推進基本法（H13年＝2001年）の下、容器・包装、家電などの製品ごとのリサイクル法が整備された。プラスチック製包装容器については容器包装リサイクル法の下に指定法人日本容器包装リサイクル協会を中心に進められることになった。

一般に廃棄物を減少させる手法は①リユース ②リデュース ③リサイクルである。リユースは何度も繰り返し使うことであり、一升瓶やビール瓶で行われているが、プラスチックではほとんど行われていない。リデュースは文字通り廃棄物量を減少させることであり、長寿命化、製品肉厚減少など各メーカーで取り組まれている。プラスチックについてはこの3Rの他に無駄な消費を抑えるリヒューズ（Refuse：断る）も大切な要素である。ただ、この4番目のRの活動によって削減される廃プラの量が把握できないので、今回は検討から除外した（2020年度前期ゼミ活動で新たな情報を得たので補遺として文末に掲載する）。また、リサイクルについては後述する。

プラスチックの場合、樹脂の種類（素材名）が混ざると大きな物性（特に機械的強度）低下を招き実用上使えない混合物になってしまう。そのため、表1に示す判別マークが提案され、アメリカ・ヨーロッパを中心に日本でも一部実施されている。なお、特定の組み合わせ（PC/ABS、PVC/ABS、PP/ゴムなど）は有用な混合物ができる。

表 1. リサイクルのための樹脂判別マーク

判別 マーク							
	P E T	H D P E	P V C	L D P E	P P	P S	その他
名称	ポリエチレンテレフタレート	高密度ポリエチレン	ポリ塩化ビニル	低密度ポリエチレン	ポリプロピレン	ポリスチレン	ナイロン、ポリカ、アクリル
用途	飲料用ペットボトル、フリース、吊紐	レジ袋、ごみ箱、農業用パイプ、	パイプ、サッシ、床張り材、窓枠	各種ポリ袋、気泡緩衝材、タッパー容器の蓋	自動車材料、工業用繊維、食品容器、食器など	文具、肉・魚トレイ、玩具、ビデオカセット	車のヘッドライトレンズ、保護メガネ

*国内ではPETのみで使用されている

<https://ja.wikipedia.org/wiki/樹脂識別コード#樹脂識別コード> (2019年12月12日) を参考に作成.

3.1.4 廃プラスチックのリサイクルの現状

市町村などで回収されたプラスチックはどのようにリサイクルされているのだろうか。リサイクルの現状を表2に示す。

表2 プラスチックの3つのリサイクル

分類 (日本)	リサイクルの手法 (2016年実績 (4))	単位: 万トン		ISO15270 の呼称
		一般系廃棄物	産業系廃棄物	
マテリアルリサイクル	再利用・プラ原料化 プラ製品化	68	144	Mechanical Recycle
ケミカルリサイクル	原料・モノマー化 高炉還元剤 コークス炉化学原料化 ガス化・油化	28	9	Feedstock Recycle
サーマルリサイクル	セメント原料化・燃料化 ごみ発電 熱利用 焼却	25 185 25	131 95 54	Energy Recovery
単純焼却		56	24	
未利用	128万t	有効利用=775万トン (86%)		
全体		一般系=407万トン。 産業系=492万トン		

出典(4)から作成「プラスチックリサイクルの基礎知識 2018年」(プラスチック循環利用協会)
「2017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」
(プラスチック循環利用協会)

三つのリサイクルの内、多くがサーマルリサイクルであり、原料へ戻すなどのケミカルリサイクルは少ない。いくつかのプラスチック材料毎のリサイクルの現状を以下に示す。

3.1.5 PETボトルのリサイクル(8)

①3Rの内リユースはできていない。理由は用途が食品容器のため、予期せぬ汚染のために100%洗浄が困難であるから。

②リデュース: 2017年度は対2004年で、24%減量。ペットボトルで当初63gが43gまで減少した例がある。

③リサイクル率: 84.8% (国内+海外向け)

- 内訳：○ボトル→ボトル：61.3 トン（再利用ではなく一度ペレットにして成形する）
 ○シートへ：117.5 トン
 ○繊維へ：63.3 トン
 ○成型品へ：6.8 トン
 ○他：0.2 トン

以上のようにPETはシート化されリサイクルされている例が多い。

3.1.6 ポリスチレンのリサイクル（スチレン工業会及び下記の協会）

発泡ポリスチレンには以下の三種があり、それぞれの回収・リサイクルは以下のとおりである。

- 発泡スチレンシート（PSPと呼ばれる）：製品は数倍～十数倍に発泡されている：食品トレーなど
回収率：30%. 発泡スチレン工業会(9).
- ビーズ法発泡スチロール（EPSと呼ばれる、型物）約50倍に発泡(9).
回収率：90.4%,（発泡スチロール協会HPのリサイクル率
<https://www.jepsa.jp/recycle/results.html> から）
- 押出法ポリスチレンフォーム断熱材：50～100倍に発泡。
押出発泡ポリスチレン工業会のHPは作成中のため調査できず。

3.2 地方自治体の対応

次に身近な環境におけるプラスチック処理の実際について静岡県東部地区を例に紹介する。

3.2.1 長泉町

町が配布したパンフ及び2019年5月17日電話ヒアリング(10)、平成30年度実績。
 ペットボトル：70トン→町内で粉碎し、町内のエフピコでトレーに再生。
 包装容器プラ：900トン→日本製鉄君津工場で前処理してコークス炉原料。
 その他のプラ：50トン→町内で粉碎し、ペレット化して販売→ベンチ、パレットなど。
 現状困っていること：プラの汚れ、小型おもちゃ（小さい電池あり）。

3.2.2 裾野市（先端技術の研究都市、人口＝約51千人、2019年11月1日現在）の例

2019年5月27日ヒアリング(11)、H30年度実績。

ペットボトル：70トン→民間業者へ。
 包装容器プラ：281t→再生樹脂、パレット、コークス炉原料。
 その他のプラ：可燃物（生ごみを含む）と一緒に焼却。

3.2.3 三島市（住宅学園都市、人口＝約109千人、2019年11月30日現在）の例(12)

2019年5月27日ヒアリング, H30年度実績。

ペットボトル：94トン→ベールとして容器リサイクル協会へ。
 白色トレー・白色発砲スチロール（PS）：インゴット（ブロック状）にして業者に（成形品になる。）
 その他のプラ：可燃物（33千トン：生ごみを含む）と一緒に焼却。プラの量は把握していない。

3.2.4 御殿場市（高原都市、人口＝約88千人、2019年11月30日現在）・

小山町（特徴：田舎の観光都市、人口＝約18千人2019年11月1日現在）共同施設の例

2019年5月29日ヒアリング(13)、H30年度。

資源ごみは六区分で回収され、廃プラはPETのみ回収。244トン→業者へ
 他は可燃物として焼却、ごみ発電を実施している。

H30年度 搬入ごみ量（内プラ：28%／変動が大きい）：35千トン

発電量：15百万KWH

処理費用：493百万円

売電収入：128百万円この分だけ費用を削減できた。

4. 民間企業、各国、日本の対応

4.1 海洋汚染への対応

海洋汚染を考えるとプラスチックのリサイクルは止めよとの主張もある（文献 14）。ここでは処分方法として焼却を紹介している。一方、日本では大手化学メーカーや業界団体が中心になって「海洋プラスチック問題対応協議会」を結成し対応しようとしている。その事務局である協議会資料によると、情報の整理と発信、国内動向への対応、アジアへの働きかけ、科学的知見の蓄積などを事業計画としており、投棄物の削減などまだ具体的ではない(15)。

ヤマハ発動機は海洋開発機構（JAMSTEC）が実施するプラスチック汚染に関する科学的調査に協力すると発表した（静岡新聞 2019 年 12 月 14 年）。

また、2019 年の G20 では国際間の問題となり、プラごみ削減に関して基本合意と伝えられた。しかし、各国任せで削減の義務等は盛り込まれておらず、実効性が疑われるとされている（静岡新聞 2019 年 6 月 17 年）。日本の対応が一番進んでいると思われていたが、報道によると（静岡新聞 2019 年 5 月 31 年）、これまでは企業の自主的な対応に頼っており、根本からの政策転換が必要だとある（静岡新聞 2019 年 12 月 12 日）。

4.2 生分解性プラスチック

生分解性プラスチックとは使用中は通常のプラスチックのように使え、廃棄されると自然界の力（微生物、光、水など）で水と二酸化炭素に戻るプラスチックである。微生物産生ポリエステル、セルロース誘導体、でんぷん誘導体など色々なタイプがある。その一つ微生物産性ポリエステルが生分解性であることが認められ期待されている(16)。ただ現在では価格が高く、広く使われるためには課題があるが、特定の用途などその利用範囲は広がっていくと考えられる。東大や群馬大でも生分解性プラの開発が進んでいると伝えられる(17)。

4.3 海外の様子は以下のようなことが報じられている

○バーバリーは 2025 年までにプラ包装を廃止する。

○ユニリーバ、ロレアル、ウォルマートなど 150 社が「英国エレン・マッカーサー財団の構想に賛成している。

「英国エレン・マッカーサー財団の構想」ではプラスチックが決してゴミにならない世界経済の構想を示し、その体系的な変化に必要な具体的ステップの概要を説明している(18)。これは、マッキンゼーがデータ分析、MAVA 基金が資金提供で支援を行い、エレン・マッカーサー財団の「プロジェクト・メインストリーム」の一環として作成された。

○EU は 2018 年に海洋生物保護のための法案を可決し、2021 年までに施工する見通し。

○フランスは 2020 年 1 月 1 日以降使い捨てプラ容器禁止。生物由来素材を 50% 含むものは例外

○イタリアはマイクロプラを含む化粧品の販売禁止。

○カナダは 2021 年に使い捨てプラ禁止。

○プラスチック製袋の使用や配布の禁止など、なんらかの規制をしている国は 127 ヶ国あるという。なかでもアフリカでは、すでに 34 ヶ国がレジ袋などの使用禁止に踏み切り、欧州の 29 ヶ国を上回っている。規制ではアフリカが世界をリードしている（AFP）。ルワンダ、ケニアなどが成功例だとされている。タンザニアは、6 月 1 日から医療用など一部を除き、すべてのプラスチック製袋の輸入、輸出、製造、販売、保管、供給および使用を禁止した。違反者には罰則もあるという。<https://newsphere.jp/sustainability/20190606-1/2/>（2019 年 11 月 22 日）

4.4 インタビューで得た海外の状況について

主に在日中の留学生・就労者またそれぞれの現地在住者に、電話・メールによるインタビューを実施した。電話取材した諸各国・地域の・家庭レベルでの処理方法調査結果を表 4 に示す。調査対象は全 13 名で年代は 20 代～80 代であった。期間は 2019 年 12 月 25 日～2020 年 1 月 7 日に行った。

表3 諸外国・地域の家庭レベルにおけるプラスチックごみの処分方法調査結果（その1）

判別マーク	 PET	 HDPE	 PVC	 LDPE	 PP	 PS
ネパール	分別しない	分別	分別	無料配布	分別しない	分別しない
<ul style="list-style-type: none"> ・カトマンヅ カンカブの場合 ・ビンカン・サッシなどは換金できる。民間運営のリサイクルセンターで回収 ・基本的に分別の習慣はなく、自宅敷地内で可燃処理。電池などは山へ破棄。 						
インドネシア	分別しない	分別しない	分別しない	有料配布	分別しない	分別しない
<ul style="list-style-type: none"> ・レジ袋は有料だが、場所によってその金額に差がある（1円～5円程度/枚）。指定ゴミ袋はなし。 ・スマトラ島 ペットボトルをはじめ「ゴミ」は、山・川にポイ捨てしてしまう。 ・スラウェシ島 マサカル地区 政府によるゴミ処理を進めるが定着しない。島民の意識がひくく社会的な厳罰もなし。 ゴミは毎日回収し、燃しているため、大気汚染につながっている。 ・ジャワ島 ジャヤルタ 分別はゴミ業者（州営）がすることになっているが実施されていない。 若者は、意識的に分別をするものの、ゴミ業者が最終的に纏めて処分してしまう。 ・ジャワ島 東ジャワ スラバヤ ペットボトル（450ml 15本など）持参すると市営バスの無料の乗車券をもらえる。 回収し、分別されたプラスチックゴミは、発電所としてカフェの電気などに使用されている。 2020年までにプラスチックゴミゼロ目指し、インドネシアで初めて2018年4月に導入した制度。 						
ベトナム	分別	分別	分別	無料配布	分別しない	分別する
<ul style="list-style-type: none"> ・ハノイ近郊 ニンビンエリア ・ペットボトル・ビンカンは洗浄後売り、換金する。（50円/1kg程度） ・売れるものは売るために、分別をする。売れないものは、無分別。 ・ゴミの分別についてのルールはない。 日本などに留学した若者を中心に分別をする習慣のある若者がふえつつある。 						
中国	分別	分別しない	分別しない	有料配布	分別しない	分別しない
<ul style="list-style-type: none"> ・山東省・河南省 ・ペットボトルの洗浄はせずに、ビンカンと一緒にゴミ業者に売り換金する。 ・レジ袋、1～2円/枚 ・中国全土で分別の意識向上。上海では2018年頃から分別を実施している。 ※汚水は下水処理されず、直接川に流されている。 						

表3 (続き) 諸外国・地域の家庭レベルにおけるプラスチックごみの処分方法調査結果 (その2)

	 PET	 HDPE	 PVC	 LDPE	 PP	 PS
アメリカ	分別	分別	分別	無料配布	分別	分別
<p>・アイダホ州 ボイシー市の場合 ※アメリカは州によって法律が異なる。</p> <p>・ペットボトルは2種類あり、手で潰せるものは家庭ゴミとして破棄。 リサイクル番号のあるのももみ、リサイクルをする。</p> <p>・判別マークが1.2→リサイクル 3→ふつうゴミ (埋め立て) 4.5.6→エナジバッグにいれ電力・火力エネルギー燃料・ビル強化剤として再利用</p> <p>・エコバックを持参すると合計金額から割引される</p> <p>・不要になった物に関しては、非営利団体に寄付できる。</p> <p>・カリフォルニア州のサンフランシスコ空港では、ペットボトルの水を売らず、ウォーターステーションが設置されており、ボトルを持参し無料で水を入れられる。</p>						
カナダ	分別	分別	分別	有料配布	分別	分別
<p>・バンクーバーの場合</p> <p>・プラスチックはリサイクル会社に運ばれ、より小さく粉砕し多くのプラスチックを再生成する。ゴミの分別をしないと、40カナダドルの罰金がある。</p> <p>・トルドー首相は2021年までに使い捨てプラスチックを禁止する方を表明。</p> <p>※カナダバンクーバーのイースト・ウエスト・マーケットでは、ユニークな取り組みを実施。 すなわち：レジ袋に持っているとは恥ずかしいと感じるようなロゴを印刷して使用している。 (https://www.telegraph.co.uk/news/2019/06/12/vancouver-grocery-store-puts-embarrassing-logos-shopping-bags/)</p>						
ドイツ	分別	分別	分別	もらえない	分別	分別
<p>・ドレスデン・ドルトムント・プッパータール・ヴェルツブルクの場合 全国的に大差はない。</p> <p>・ペットボトル・ビール瓶などは、スーパーに回収機があり返金される。</p> <p>・紙ゴミ→青いゴミ箱 生ゴミ→茶色ゴミ箱 ビニール/食器容器→黄色ゴミ箱</p>						
イギリス	分別	可燃	分別	有料	可燃	可燃
<p>・ロンドンの場合</p> <p>・レジ袋は基本有料 (10円程度/枚)。紙袋は無料配布。基本的にエコバックを使用している</p> <p>・各家庭に分別用のゴミ箱が設置されている。家の前においておけば、誰か拾っていつてくれる。</p>						
サウジアラビア	分別しない	埋める	埋める	無料配布	埋める	分別しない
<p>・ジッダの場合</p> <p>・ペットボトルの分別の習慣は首都 (リヤド) を中心に2010年ころから開始。</p> <p>・HDPE、コンテナが道ごとにあり 定期的にゴミを回収。砂漠へ埋める。分別はされていない。 15年程前土を掘って埋めていたが、科学的な問題が発生。</p> <p>・おもちゃなどは、貧しい家庭に寄付をする習慣がある。</p>						

表3からは次のことが判った。

発展途上国では教育による指導が少ないことに加え、そもそも行政の整備不足などで多くの国・地域では分別の意識は極めて低い。分別量によってバス乗車無料、買い物物の合計金額からの割引、返金システムなど、即効的なメリットとして還元されることや反対に違反時の罰金などが、リサイクル意識向上につながっているのではないかと。

現在、多くの外国人が来日している。「現在」のリサイクルの取り組みを母国にもって帰り、母国で実施をしてきている若者がいる。日本以外へ留学している学生もいるだろう。良いことを母国で取り入れ実践

し、習慣化していってくれることを望む。

一方、リサイクル先進国といわれている欧米諸国や日本においては、コンセンサスに基づいた社会のシステムとして、リサイクルシステムが確立されている。これは、プラスチックに分別識別番号などがふられていることも分別を実施する側から一目瞭然であり、その番号をしっかりと活かしたリサイクル分別が市民に行き届いていると云えよう。

4.5 日本では次のようなことが報じられている。

- セブンイレブンは2030年目標にプラレジ袋全廃。
- セブンイレブンとコカ・コーラはリサイクル素材100%のペットボトルを販売する。
- キリンビバレッジは「生茶デカフェ」でリサイクル素材100%のペットボトルを採用する。
- キリングループプラスチックポリシー(https://www.kirinholdings.co.jp/news/2019/0207_01.html)
- サントリーは2030年までにリサイクルプラと植物由来の樹脂を使う。
- アサヒ飲料は2030年までに国内プラ製品容器と包装の60%をリサイクル品や植物由来素材にする。

(以上、静岡新聞 2019年06.06掲載)

又、国政では小泉環境大臣が「プラスチックごみによる汚染は人類の責任としてなくさねばならない。新たな汚染ゼロの世界を2050年までに実現すべく、我が国が率先して取り組む」と2019年12月7日衆議院本会議で述べた。前記各企業の対応や国内外の方針を踏まえると、2050年までには大きく効果が表れであろう。

又プラスチックそのものの有害性や添加物の毒性を指摘する向き(19)もあるが、ダイオキシンについては焼却時の温度を800℃以上にすることにより無毒化されることが実証され、実施されている。

5. 考察

2001年に循環型社会形成推進基本法が制定され、関係の法整備も進み、生産者、流通業者、自治体、消費者の役割が明確にされてきた。しかし、不法投棄、陸上・海洋汚染や魚への影響は深刻である。廃プラの処理が難しいのは「一見してこれはどのような材質であるか」を判断できないことである。例えば「一見してこれはポリエチなど」と判断できないことである。その意味ではペットボトルの回収、処理は一番の優等生であろう。これは一見してペットボトルはPETと識別できることが大きな理由である。発泡スチレンが回収利用できるのは一見して発泡スチレンだと識別ができるからである。もちろん生産者などが識別マークを付れたり、消費者が分別回収に協力してきた努力が大きいとされることも事実である。

海洋汚染に対して生分解性プラスチックが開発されごく一部利用されているがコストが高く、現在使われている莫大な量のプラスチックをこれに置き換えることは困難であろう。しかし、ポリビニールアルコール(PVA)など局部的には用途に応じて利用されるだろう。

また、愛媛県上勝町のごとく町単位で徹底的に分別し、リサイクル率が81%以上を達成している自治体もあるが、”顔見知り集団”だからこそ出来たのではないかと考えられる。したがって日本全体で実施を考えた時には相当の困難、あるいは実質的に無理と言わざるを得ない。【これについては、技術開発や意識の向上によって近年日本全体でも高い達成率が得られるようになった、という新たな情報を得た。補遺を参照されたい。】

廃プラ処理は「混合された状態」で処理することを前提に考えざるを得ない。葛良(2010)は「プラスチック包装・容器」の中で色々なリサイクル方法があることを指摘した中で、「その他プラスチック製容器包装の処理方法としてはエネルギー回収を中心にした方法が良好と考えられる」と指摘している(20)。

また、日本の企業集団も「廃プラリサイクルはエネルギー回収が最適」と主張している(21)。

「プラスチックリサイクルの基礎知識 2018年 P11」(1)にはプラスチック製品の割合が示されている。この資料から製品割合毎の削減可能性を筆者らが推定し、表4の結果を得た。

そして御殿場市・小山町の例のごとく、可燃ごみと一緒に回収して発電しても電気というエネルギーを回収している例がある。回収するコストは回収範囲(距離)が小さいほど有利であるが、焼却・発電にはある程度以上の規模が必要である。御殿場市・小山町共同の施設はサービス範囲が距離(27キロ*16キロ)、面

積=330 平方キロで人口は合わせて 10 万 6 千人である。人口 10 万人、20 万人単位或いは大都市ではそれ以上の単位を考えれば、コストを抑えて実施できるのではないだろうか。

一方削減可能数量としてどの程度の抑制ができるかを考える。近未来予測のための前提として、

①プラスチックに関する技術（材料、成型方法）は大幅には進化するまい。ただ、石油由来の材料から代替材料（生分解性プラスチック、天然素材など）の開発が進み汚染奉仕に役立つだろう。

②地球温暖化については益々関心が高まり、色々な対策が講じられるだろう。

廃プラの減少可能量を推定するには加工された製品ごとに考えるのが良いと考えられる。

表4 廃プラ量の推定減少量

	現在の製品割合 (%)	削減の可能性 (%)	削減量 (万トン)
日用品雑貨	5.2	—	
容器類 ※1	14.4	50	42
フィルム・シート 更に容器などに加工される場合が多い。 ※2	43.1	20~30	50~75
推定減少可能量			90~120

※1：ワンウェイ容器などが含まれる。

※2：レジ袋などが含まれる。

この統計では製品類の合計が 583 万トンであり、プラ生産量の 1,107 万トンから大きな乖離がある。この統計は一次加工品（シート状のプラスチックなど）だけ、従業員 50 人以上の事業者だけが対象になっており、二次加工品（シート状のプラスチックの加工品）は含まない等の理由による。わたしたちの推測であるが、結論としてはここ短期間、10 年間くらいで全廃プラの 10%程度の削減が期待できるのではないかと。

ただ、廃棄物処理は各自治体に委ねられており、全量焼却する場合の焼却炉の性能など課題もある。民間企業・協会に委託されるケースがある。そのため民間企業は受け取った廃プラを発展途上国に持ち込むことがある。最近中国、インドネシア等が廃プラスチックの輸入を拒否している。拒否されたことで、行き場を失った廃プラスチックが不法投棄される可能性が国内外ともに考えられる。

従って、消費者が一見して識別できるプラ（現在のところ、PETと発泡スチレンのみ）は回収しリサイクルする、その他のプラスチックは可燃ごみと共に焼却し、発電や熱回収するのがよいと考えられる。

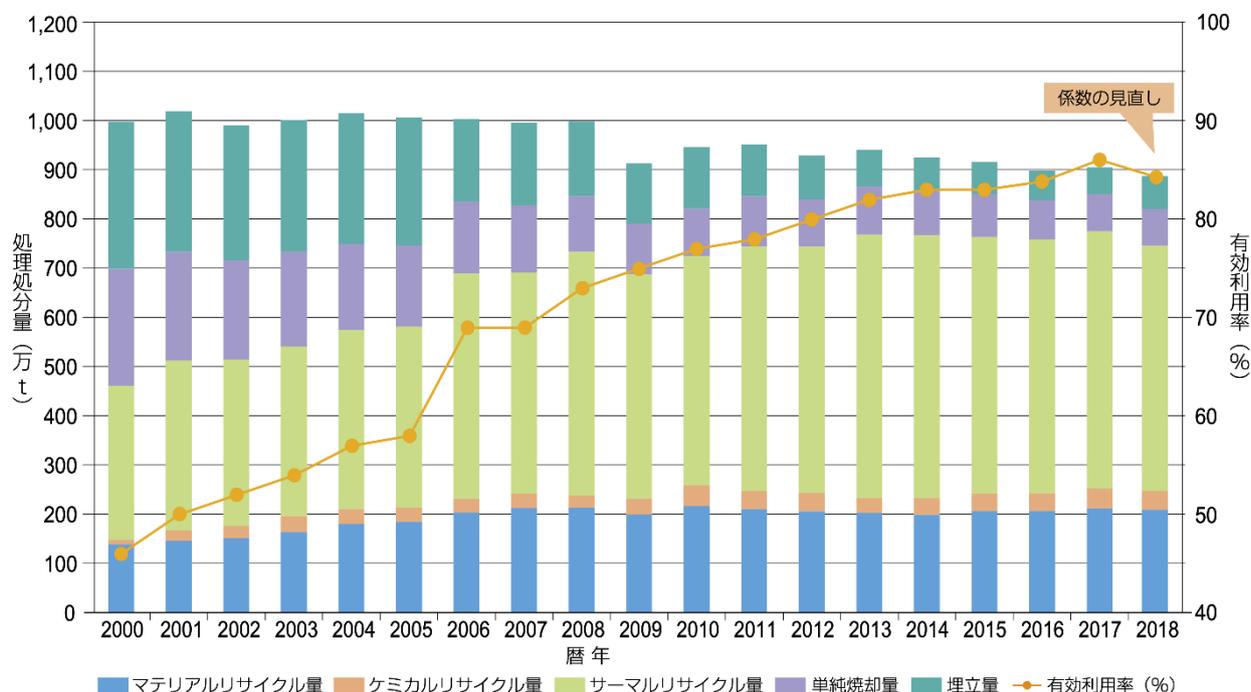
その際、二酸化炭素量排出が増大することが予想される。日本の石油消費量は 175 百万トンで、この内プラスチックへの使用は約 10 百万トンと推定される。プラスチックの多くは炭化水素と仮定しても大きな間違いはないであろう。今も廃プラはある割合で焼却されているが、これが全量になったとしてもCO2の増量を無視はできないが、非常に少ないと云える。原油使用料は (<https://www.globalnote.jp/post-3202.html>) による。石油 1 トンを燃やすと約 3 トンの二酸化炭素が排出される。

「建物の窓が壊れているのを放置すると、やがて他の窓も壊されてしまう」という現象が認められている(22)。ゴミがゴミを呼んでいる状態が現在のアジア地域における一つの現状であり、これが海洋汚染の一因と考えられる。プラスチックゴミを減らすためには技術的な面と共に海洋汚染を失くそうという意識と、更に各自ができることを実施していく行動ではないだろうか。プラスチック製品の使用量を減らす努力は必要であるが、プラスチック製品の使用量を減らすことだけが直接的な解決策ではなく、集められた廃プラスチックの適切な処理方法の確立など、まだできることを実行していく行動が必要である。

海洋汚染問題の解決に当たって、廃プラの処理から筆者の一人はポリスチレンの改良研究に携わってきた。その中で異種のプラスチックを混ぜると全く使い物にならない混合物になってしまうことを、身を以て経験



廃プラスチックの総排出量・有効利用／未利用量・有効利用率の推移



付図1 廃プラスチックの総排出量・有効利用／未利用量・有効利用率の推移(文献22)

本文図2では総生産量が示したが、新たな資料を入手したので本補遺付図1に示す。ここでは総排出量の他、有効利用／未利用量、有効利用率の推移が示されている(文献22)。

この図からプラスチックの排出量、有効利用率、回収の概要は次のようになっていることが判る。

- ①容器包装リサイクル法が制定実施された2000年頃は廃プラスチックの有効利用率が40～50%であるが、その後着実に廃プラスチックの利用効率は向上している。
- ②プラスチック系の廃棄物の合計は約1千万トンで推移しておりリーマンショック(2008年)後、多少の変動はあるが、廃プラの有効利用率は漸増して85%程度まで上昇している。残りの15%程度がなお単純な焼却や埋め立てによって処理されているのが現状である(22)。

廃プラスチックの再利用は資源の節約だけではなく、そのために使うエネルギーや二酸化炭素の排出まで考えることが重要であり、それぞれのリサイクル方式の特徴を知ることがカギとなる。廃プラの「サーマルリサイクル」は、日本で主流の「ごみは焼却して熱回収」という流れとも合致し、熱回収の効率を上げる技術開発もセットで進められてきたなかで優位になっている(23)。なお日本の海洋流出分については、同資料(24)において2～6トン/年とされており、日本の流出分は高々廃プラの1%であるとしている(23)。

文献

- (22) 2018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
<https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf2.pdf>
- (23) 日本のプラスチックごみの行方を知って冷静な議論を 小野恭子/リスク評価手法の開発
<https://synodos.jp/society/22945> (2020年10月13日)
- (24) プラスチックを取り巻く国内外の状況
<http://www.env.go.jp/council/03recycle/y0312-01/y031201-s1.pdf>