

マイクロプラスチック問題の解決に向けて（Ⅰ） －廃プラスチックのリサイクル制度と実態：その表と裏－

技術士（衛生工学・建設・環境）
環境計画センター 会長代行 鍵谷 司

はじめに

廃プラスチック（以下、廃プラ）の環境中への排出が海洋のマイクロプラスチック汚染を引き起こし、地球環境問題の一つとして世界的に大きな問題となっている。容易に分解しない廃プラが環境に廃棄された結果、自然の力で細かく破碎、粉碎され、微粒化する。これらは回収することがほぼ困難であり、海洋や大気中に拡散、蓄積し、最終的に生物の体内に取り込まれるので、生態系に対する悪影響が懸念されている。

日常生活では、プラスチック類（以下、プラ類）があらゆる分野で使用されており、とくに、容器包装類はほぼ使い捨てであり、焼却しても埋め立てても問題があるため、早くからリサイクル対象となっていた。現在では、ほとんどの廃プラが回収され、約85%が有効利用されていると公表されている。しかしながら、リサイクル事業は収益事業であり、良質な廃プラ類は有効に利用されるが、各種プラが混合あるいは汚れたものは、人件費の安価な途上国へ輸出されてきた。ここでも手選別により良質プラは回収されるが、劣悪でリサイクルできないものは不適正に保管（積上げ）あるいは河川等へ投棄されていると報道されている。

海洋へ流出する廃プラ類の主たる経緯を概観しただけでも、その根源は「廃プラリサイクル事業」にあることは想像に難くない。つまり、環境中に廃棄されたプラの元は、分別回収や選別の難しい廃プラ類の物質リサイクルが疑われ、経済的に事業として成り立たない廃プラ類が環境を汚染するという結論に辿り着く。

廃プラ類の約85%がリサイクルされているなら

ば、海洋汚染や環境汚染が起こるとは考えにくく、その本質を理解しなければ、解決はおぼつかない。とくに、プラスチック製容器包装廃棄物（以下、プラ製容器包装）のリサイクルは、労力、費用負担、再商品化、残渣処理に多くの問題がある。今回は、プラ製容器包装のリサイクルに係る制度及び表向きのリサイクルの実態とリサイクルの本当の姿である裏側について紹介する。

1. 1 廃プラリサイクルに係る法制度について

廃プラのリサイクルに関する法制度は、「容器包装リサイクル法」（以下、容リ法）と「脱プラスチック戦略推進基本法」がある。前者は、平成7年に制定され、平成9年から本格的に実施され、現在はすべての自治体で容器包装類の分別回収が行われている。基準に適合した回収物は、主に公益財団法人日本容器包装リサイクル協会（以下、容リ協）を通じて再商品化が実施され、その経費は製造業者や販売業者が負担する仕組みである。いわば、拡大製造者責任が適用された制度である。後者については、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指して2021年3月に制定された基本法であり、別途、詳しく解説する。

（1）循環型社会を形成するための法制度

図1に循環型社会を形成するための法体系を示す。環境政策の根幹は、環境基本法で定められており、環境基準の設定や環境基本計画の策定及び施策の方向性の規定から成る。廃棄物に関する根幹を定める基本法は、環境基本法の基本理念に基づいて制定される循環型社会形成推進基本法であ

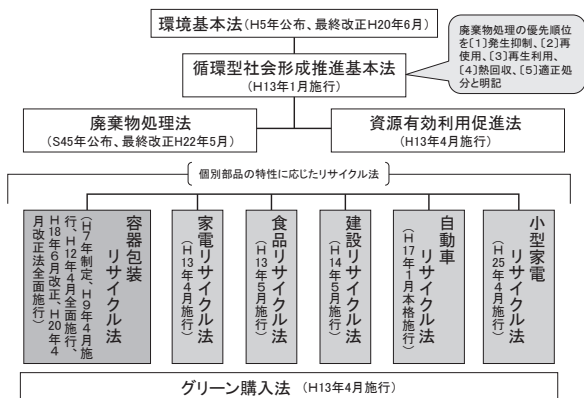


図1 循環型社会を形成するための法制度

り、個別法として、廃棄物の適正処理については廃棄物処理法で、再生利用の推進については資源有効利用促進法があり、物品の特性に応じて個別にリサイクル法が定められている。なお、リサイクル製品の需要を喚起するためにグリーン購入法が制定され、国や行政が率先して再商品の調達を推進することが規定されている。

（2）プラ製容器包装のリサイクル制度について 【リサイクル制度の仕組み】

一般廃棄物の処理責任は自治体であるが、容器包装廃棄物については、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」（平成7年6月16日法律第112号）、いわゆる「容器包装リサイクル法」に基づき、消費者は分別排出、市町村は分別収集、事業者は再商品化という新たな役割分担の下でリサイクルを推進する制度が設けられている。

同法は平成7年に制定され、平成9年4月に施行、平成12年4月に完全施行された。しだいに対象物が拡大され、プラ製容器包装等の追加や再商品化に責任を持つ特定事業者の範囲の拡大も行われた。

リサイクルの仕組みは、図2に示すとおり、①自主回収ルート、②独自ルート、③指定法人ルートの3種類があるが、主に③のルートで実施されている。とくに、特定事業者が自ら再商品化し、販売することは難しいので、指定法人（容リ協）に委託して再商品化を実施することができ、その

費用を特定事業者が負担する仕組み（拡大製造者責任）が導入されている。

再商品化のスキームを図3に示す。具体的には、容リ協が入札により全国の自治体の指定保管場所ごとの再商品化事業者を選定し、再商品化を委託する。再商品化事業者は、自治体の指定保管場所から再商品化工場へ搬送し、再商品化を行って再商品化製品利用事業者の有償で引き渡す。指定法人から委託費用の支払いを受けるが、最終的に特定事業者が指定法人に再商品化実施委託料を支払う仕組みである。

プラ製容器包装リサイクルの最も大きな欠点は、プラであっても容器包装以外の製品は対象外であり、その区別がたいへん難しいので、混入していることは暗黙の了解となっている。例えば、商品そのもの（ストロー、おもちゃ、バケツなど）、商品でないものの容器包装（景品、DMの封筒、ク

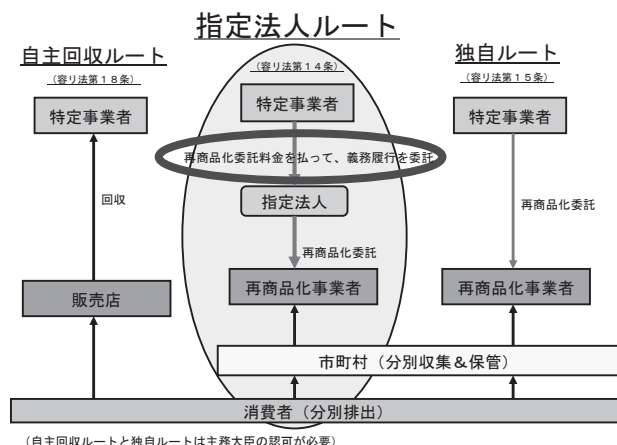


図2 容器包装リサイクル法の仕組み

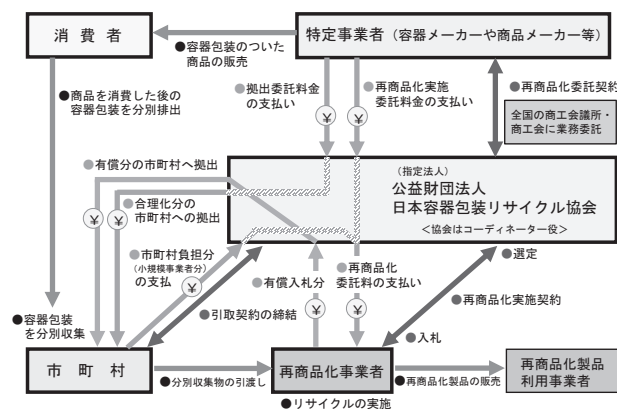


図3 再商品化事業のスキーム

リーニングの袋など)、ビデオ、楽器、テニスラケットのケースなどが該当し、基本的に「プラマーク」が付いていないものである。

このような複雑な仕組みの導入は混乱を招き、労力や経費が膨大になり、効果に疑念が生じる。日常生活で使用される容器包装以外のプラ製品も対象とすれば、複雑な分別排出などの仕組みが簡単化でき、効果的であることは自明の理であろう！

【廃プラリサイクル手法について】

回収された廃プラの再商品化方法は、図4に示すとおり、①マテリアルリサイクル、②ケミカルリサイクル、③サーマルリサイクルに分類される。以下に簡略に説明する。

①マテリアルリサイクル；例えば、廃PETボトルから元の原料（PET）を製造し、PETボトルやカーペットなどの製造原料とするなど、物質としての利用方法である。

②ケミカルリサイクル；廃プラ類を化学的に分解して石油原料等を製造し、再利用する方法である。例えば、高炉還元剤や油化などがある。

③サーマルリサイクル；主燃料あるいは助燃材あるいは固形燃料としてボイラなどの燃料として利用する。廃プラの燃料利用は、当初は認められていなかったが、平成19年4月の法改正により「その他のプラ製容器包装」の分別回収が始まると、回収量が増えて再商品化量を上回る可能性があったことから、緊急避難的、補完的な措置として固形燃料等の燃料利用が認められた。

リサイクル手法はこれら3種類になるが、①は再商品化事業者への委託であり、製品とする過程で残渣が発生する。ここで掲げる「リサイクル率」とは、再商品化委託量であり、実際に販売された

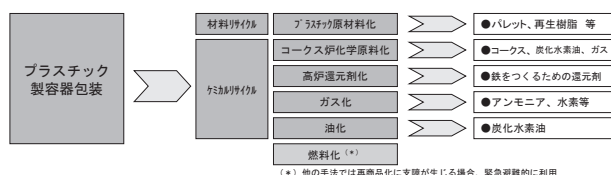


図4 プラ製容器包装の再商品化利用例

量ではない「見かけのリサイクル」なのであり、実質は半分程度である。また、②は、ケミカルリサイクルと名目を変えただけで、実質は燃料利用であり、マテリアルリサイクルとしてはガス化と油化であるが、最終的に燃焼するのであれば、サーマルリサイクルとすべきである。

(3) プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律

2021年6月にプラごみの削減とリサイクルの促進を目的とする「プラスチック資源循環促進法」が制定された。その概要を図5に示す。プラ製品の設計から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組（3R + Renewable）を促進するための措置を講じている。いわば、容リ法で対象外のすべてのプラを対象としてリサイクルを推進する制度である。

具体的には、メーカー等が務めるべき環境配慮設計に関する指針を策定し、この指針に適合した製品であることを認定する制度を新設する。小売業者や飲食店などには使い捨てのスプーンやストローなどプラ製品の提供の削減を求める。また、家庭から排出されるおもちゃやハンガーなどのプラ製品を市町村が分別収集・再商品化する仕組みなども設ける。

施行は、法律公布の日から1年を超えない範囲内において政令で定める日から実施する。

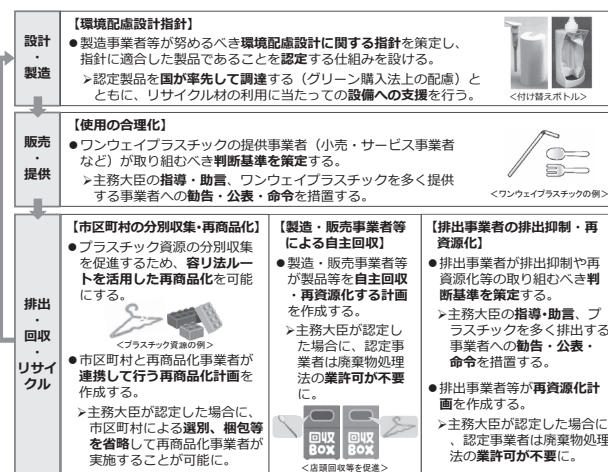


図5 プラスチック資源循環促進法の概要（環境省）

2. 廃プラスチックリサイクルの実態

海洋における廃プラ汚染が取り上げられると、これまでのプラの恩恵を忘れたかの如く、あたかもプラに問題があるかのように、レジ袋の有料化や使用制限、あるいは製造抑制まで言い出す始末である。つくらない、使わないことも選択枝ではあるが、プラは生活資材として、もはや生活に欠くことができない貴重な資源であり、現在の快適な生活を支えている。大量に安価にこれに代わる環境負荷の少ない代替品は見当たらない。バイオプラが代替品として脚光を浴びているが、多量に消費、廃棄されるようになると「経済性の壁」で不法処理が横行し、プラごみと同じ道筋をたどるような予感がする。

原点は、プラが「悪者」ではなく、使用済みのプラを適正に処理あるいはリサイクルできない制度やシステムに問題がある。プラによる環境汚染がマスコミで社会問題として取り上げられると、解決に向けて社会にアピールするような施策、いわばパフォーマンスに傾注しているようではプラ問題の解決はおぼつかない。まずは、日本における廃プラの排出、処理やリサイクルの現状について概観するとともに、問題の本質について探ることにした。

2. 1 ごみ処理の実態について

ここでは、家庭から排出される一般廃棄物の処理実態ならびにリサイクルの現状について概要を紹介する。

(1) 令和元(2019)年一般廃棄物の処理実態^{1) 2)}

環境省は令和3年3月30日、令和元年度における全国の一般廃棄物(ごみ及びし尿)の排出及び処理状況等の調査結果を公表した。主な結果は、次のとおりである。

- ごみ総排出量は4,274万t(東京ドーム約115杯分)、排出原単位(1人1日当たりのごみ排出量)は918gであり、ごみ総排出量及び排出原単位とも横ばい
- 最終処分量は、総排出量の10%以下であり、リ

サイクル率は20%弱

- 資源化量は839.8万t(集団回収含む)で約20%であり、このうち廃プラ類は約100万tで、資源化量全体の約12%強。一般廃棄物に該当する廃プラ類は約420万tで約25%。その他の廃プラ類はごみ発電や単純焼却、埋立
- ごみ焼却施設数は減少(1,082施設→1,067施設)した。焼却能力は平均日量17.7万tで、1施設当たりの処理能力は約166t/日
- 発電設備を有するごみ焼却施設数は全体の36.0%に相当する384ヵ所であり、総発電能力は約207.8万kW、総発電電力量は約99.8億kWh。なお、総発電電力量は、我が国の総発電量(約1兆kWh)の約1%に、100万kW原発の1.6基分の実発電量に相当
- 最終処分場の残余容量と最終処分場の数は概ね減少傾向にあり、最終処分場の確保は引き続き厳しい状況
- 処理事業経費はわずかに減少(約2兆900億円)

(2) ごみ処理状況の概要

①ごみ排出の状況

- ごみ総排出量…4,274万t(災害廃棄物146.8万tを除く)
- 1人1日当たりのごみ排出量…918g(計画収集量と集団回収量)

②ごみ処理の状況

- 焼却処理量…3,442.8万t(焼却率:80.6%)
- 最終処分量…380万t(埋立率:8.9%)
- 減量処理率…99.0%
- 直接埋立率…1.0%
- 総資源化量…840万t(集団回収+直接資源化+中間処理後)
[このうち廃プラ類は104万t。資源化量全体の12.4%、総排出量全体の2.4%に相当]
- リサイクル率…19.6%(総資源化量/ごみ総排出量)

【ごみ焼却施設の状況】(令和元年度末現在)

- 全施設数…1,067施設(全連664、准連159、バッチ224)

- 処理能力…176,707t/日（全連91.4%、准連6.0%）
- 1施設当たりの処理能力…166t/日（施設数；全連236、准連66、バッチ20）
- 余熱利用（温水、蒸気、発電、その他）を行う施設…740施設（69.3%）
- 余熱利用を行わない施設…327施設（30.6%）
- 発電設備を有する施設数…384施設（36.0%）
- 総発電能力…2,078MW（時間当たり207万kW）
- 総発電電力量…9,981GWh（99.8億kWh；日本の総発電量の約1%）

【最終処分場の状況】（令和元年度末現在）

- 残余容量…9,951万m³
- 残余年数…21.4年（首都圏26.5年、近畿圏18.9年）

【廃棄物処理事業経費の状況】

- ごみ処理事業経費…20,885億円（ごみトン当たり約4.9万円）
- [このうち建設改良費4,150億円（事業経費全体の約20%）、処理・維持管理費15,518億円（同約74%）]

2. 2 廃プラリサイクルの実態について

廃プラには、主に家庭から排出される一般廃棄物と、事業活動により発生する産業廃棄物がある。これらの排出状況及び処理状況の流れを概観するとともに、家庭から排出される廃プラに焦点を当てて、その排出・処理、リサイクル状況について整理した¹⁾²⁾。

とくに、使い捨て製品であるプラ製容器包装類は、環境汚染や海洋におけるマイクロプラ問題を引き起こしていると言われていることから、ここに焦点を当てて整理した。

（1）廃プラ排出量とリサイクルの実態³⁾

2019（平成元）年度のプラスチック生産量（再生樹脂91万tを含まず）は、約1,050万tであり、プラスチック原料として原油等の数%が使われている。廃プラ総排出量は850万tであり、このうち、一般廃棄物が412万t、産業廃棄物が438万tであり、ほぼ半々である。図6は、廃プラの発生

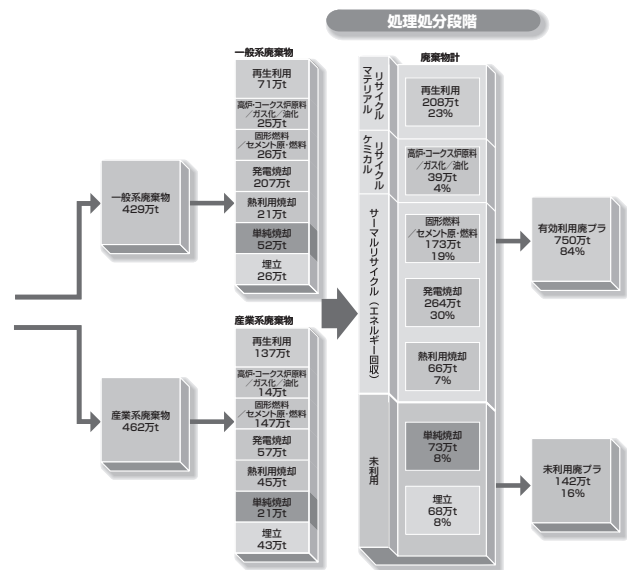


図6 廃プラの発生と再資源化・処理処分のフロー

と再資源化・処理処分のフローを示す。一般廃棄物のフローより、再資源化・処理処分の状況は以下の通りである。

- ①マテリアルリサイクル（再生利用）；70万t（17.0%）
- ②ケミカルリサイクル（高炉・コークス炉原料、ガス化、液化）；26万t（6.3%）
- ③サーマルリサイクル（エネルギー回収；固形燃料、セメント原・燃料、発電焼却、熱利用焼却）；254万t（61.6%）
- ④未利用（単純焼却、埋立）；63万t（15.3%）

以上のデータより、リサイクル率は約85%であり、未利用は15%程度と公表されており、この資料を引用した報告書が数多く見受けられる。

（2）プラ製容器包装廃棄物のリサイクルの実態

容器包装廃棄物のリサイクルは、図2、図3に示したように3ルートがあり、主に容リ協を通じたルートでリサイクルされている。容器包装廃棄物は、主に家庭から排出され、自治体が収集・回収を行う一般廃棄物と、事業者から排出され、排出者の責任で行う産業廃棄物がある。容リ協ルートは自治体が収集・回収した容器包装廃棄物のリサイクルであり、ほとんどがこのルートでリサイクルされている。

【容リ協ルートによるリサイクル】

令和2年度のプラ製容器包装のリサイクルの実態を図7に示した⁴⁾。

なお、平成20（2008）年度以降は、材料リサイクルやケミカルリサイクルの過程で発生する残渣は、原則、埋立禁止及び単純焼却禁止とされ、有効利用を図ることが規定されている。

- ①容器包装廃棄物の引き取り時の品質基準があるので、家庭からの排出量132.8万tのうち、基準に適合した容リ協の引取量は半分強の71.4万tにすぎない。自治体は収集回収のため収集車両、保管設備、職員など膨大な費用と労力を費やし、収集した半分が不適合物として焼却、埋立処分されているのである。
- ②プラ製容器包装には、容リ法の対象外のプラ製品があるので、これらは可燃ごみとして焼却等されている。容器包装廃棄物の約2割を占めているが、自治体による回収時にほとんど除去できないので混入する。これも品質基準不適合物が多い要因であろう。本来、プラスチックとしての資源循環を目指すならばすべてのプラ製廃棄物を対象とすべきであり、容リ法の仕組みの極めて大きな欠点である。
- ③平成20年から一時的、緊急避難的に燃料化がリ

サイクル手法として認められたが、本来、無理、無駄な資源循環ではなく、化石燃料や電力消費を含めた資源節約の観点から、熱回収をリサイクルに含めるべきである。

- ④容リ協以外のリサイクルルートでの取扱量や再商品化量は明確でない。また、プラ製容器包装廃棄物には、産業廃棄物もあるが、その量や行方は必ずしも明らかでない。外国への廃棄物の輸出は禁止されているので、原料を名目として約80万t程度が輸出されているが、産業廃棄物と言われている。なお、外国への輸出は、汚染の小さいもの、輸出先の同意が必要など、しだいに輸出条件が厳しくなっている。
- ⑤プラ製容器包装廃棄物のリサイクル率は約85%と言われているが、これは図3に示した容リ協が「再商品化事業者」に委託した引渡数量であり、実際に加工されて販売された量ではない。加工などの過程で残渣が発生するので、実際にリサイクルされたプラ製容器包装は次のようになる。

【マテリアルリサイクルの実態】

資源循環の観点から見ると、材料リサイクルとケミカルリサイクルがあり、これにサーマルリサイクルが追加された。これらの方法は、真に循環

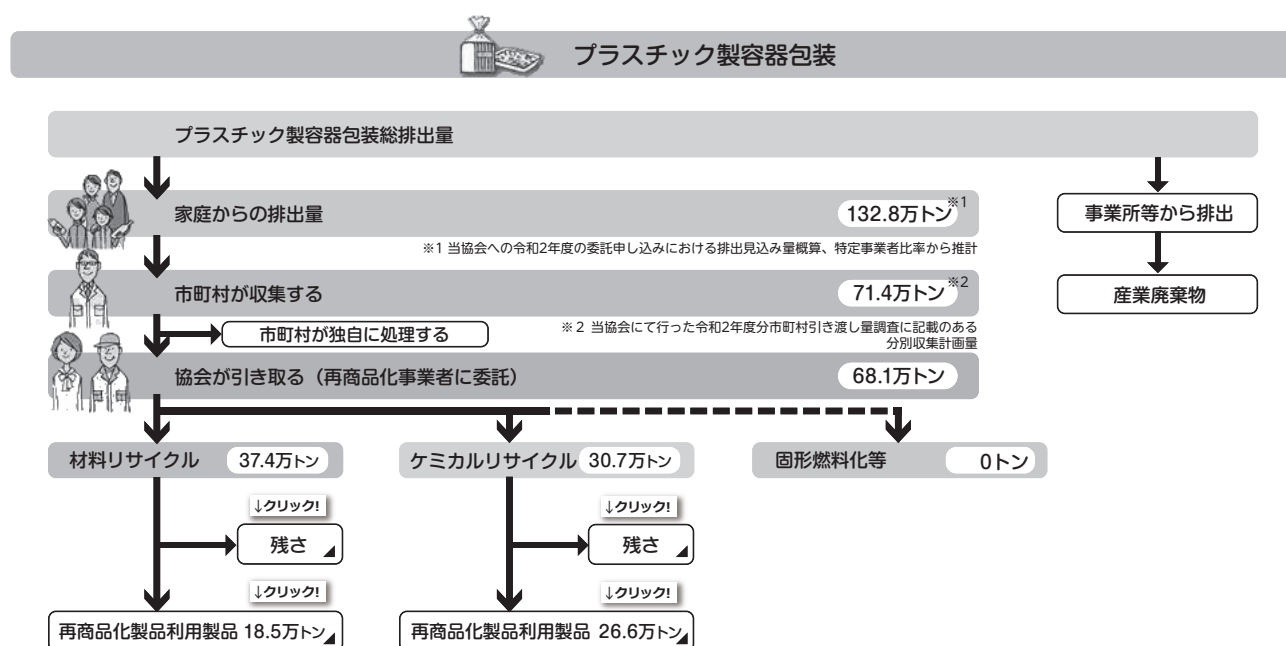


図7 プラスチック製容器包装のリサイクルフロー（令和2年度）

型社会を構築するリサイクル方法なのであるのか？
精査すると様々な矛盾を含んでいるので、以下に指摘する。

【材料リサイクルの実態】

「容リ協から再商品化事業者への引渡しまでをリサイクル」としているが、これは原料であり、商品ではない。つまり、商品化するためには加工が必要であり、当然、残渣が発生する。残渣はもはや原料とはなり難いので、焼却により熱利用が図られている。

再商品（製品）になるのは、

- 市町村収集量；71.4万t
- 再商品化委託量；32.4万t（収集量の約52%）
- 再商品化製品販売量；18.5万t（委託量の約49%）
- 残渣発生量；18.9万t（収集量の約26%、再商品化委託量の約50%）⇒ほとんど熱利用
 - ・焼却エネルギー回収（焼却発電を含む）
 - ・RPF化
 - ・工業用燃料化（セメント、石灰等）
 - ・その他

【ケミカルリサイクルの実態】

ケミカルリサイクルは、マテリアルリサイクルとサーマルリサイクルを混同した意味不明の分類であり、高炉還元剤、コークス炉ガス化、ガス化等があるが、最終的には燃焼しているのであり、材料リサイクルとは言い難い。つまり、物質リサイクルであれば、本来、材料として循環利用できるはずであり、ケミカルリサイクルは燃焼を伴うのでサーマル利用に分類すべきであろう。唯一、合成ガスは化学原料として物質利用と捉えることができるのでマテリアルリサイクルに含めた（表1）。

- 再商品化委託量；30.7万t（取扱量の約45%）
- 再商品化製品利用量；26.6万t（約87.0%）
 - ※マテリアル（合成ガス）；4.3万t（14.0%）
 - ※サーマル（燃焼、還元）；22.3万t（72.7%）
- 残渣発生量；4.1万t（13.3%）
 - ⇒ほとんど燃焼利用

表1 ケミカルリサイクル製品の内訳（令和2年度）⁴⁾

分 類	製品量 (t)	割合 (%)	備 考
1. 高炉還元剤か	27,249	10.2	高炉還元剤として消費
1. コークス炉 化学原料炭	195,962	73.7	①コークス(還元剤)
			②炭化水素油(化学原料)
			③コークス炉ガス(発電)
2. ガス化	(42,892)	16.1	
①化学原料	42,808		※アンモニア合成原料
②熱利用	84		
3. 油化	0	0	
合 計	266,103	100.0	

以上のリサイクル方法を厳密に判断すると、高炉やコークス炉での利用は、燃焼を伴うのでサーマルリサイクルに区分すると、リサイクル率約85%の中身は、実際はマテリアルが22.8万tで再商品化委託量の33.5%であり、燃焼利用が45.3万tで66.5%と多くは燃焼利用である。つまり、材料リサイクルはわずか30%程度であり、6割強が燃焼利用なのである。容リ協資料は、容リ法に基づくプラ製容器包装廃棄物のリサイクル率は約85%と謳っているが、実際はわずか35%強であり、7割弱の約65%が燃焼利用なのである。

「資源循環」を満たすためには廃プラのマテリアルリサイクルが必須であるが、自治体が収集・回収した廃プラ（71.4万t）は、品質基準が厳しいので容リ協から9割弱（68.1万t）が再商品化委託される。つまり、不適物が3.3万tも発生し、さらに再商品化の過程で残渣が発生するので、商品として販売される量は15.5万tで、回収量のわずか26%弱であり、約75%は燃焼利用なのである。資源循環施策にはまったく経済性が考慮されておらず、収集・回収・運搬・保管・加工の段階で水質汚染、運搬車の排気ガス排出やガソリンや電気の消費をはじめ膨大な労力を費やしている。資源節約効果や環境負荷低減などの総合評価に基づいたリサイクルを進めるべきであろう。

おわりに

容器包装リサイクル制度が実行されてからすでに20年以上を経過し、ほとんどの自治体が容器包装類の分別収集に取り組んでいる。この制度は、リサイクル社会の構築を目指し、資源循環型社会への移行に大きな役割を果たしてきたと評価できる。しかし、成果を上げるために何でもリサイクルする、「リサイクルはいいことだ!」との風潮に乗って「その他のプラ」までもリサイクル対象にしたことから制度の欠点が目立つようになった。本来、「循環資源としてのリサイクルは、資源節約、環境負荷の低減及び経済性などを総合的に判断して推進すべき」であるはずなのに、むしろ、労力をかけて資源やエネルギーを浪費し、主に焼却により熱利用を図るようでは、本質的に誤っている。

もともと、日常生活で使用されるプラスチックは、多種多様であるにもかかわらず、容器包装類に限定したことにより、対象外のプラスチックが少なからず混入し、仕組みを複雑化している。また、その他プラを収集し、再商品化するにあたり、

材料利用は収集量のわずか2～3割であり、極めて非効率であり、しかも大した節約にもならないとの結論に至る。

原油等の輸入量約2億t弱に対して樹脂生産量は1,000万t、わずか5%強に過ぎないのである。典型的な汎用プラスチックのポリエチレンの価格は200円/kg程度であるが、その他プラの収集、選別、保管、再商品化等のフローで材料としてリサイクルされるプラは約20万tで、kgあたり3万円にもなる。しかも、材質の異なるプラが混合するので、品質は低く、安価なパレットや土留材など低価格の製品に限られている。エネルギーを消費して石油製品の約150倍もの経費をかけてリサイクルすることに意味があるはずがなかろう!これが、廃プラリサイクルの実態、表と裏の素顔なのである。

今回は、その他のプラを可燃ごみとして燃焼し、発電した場合の二酸化炭素削減の効果について検討したい。

〈引用・参考文献〉

- 1) プラスチックリサイクルの基礎知識2020; (一社)プラスチック循環利用協会 (2020.6)
- 2) 2019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; (一社)プラスチック循環利用協会 (2020年12月発行)
- 3) 資料1 容器包装リサイクル制度について; 環境省, (公財)日本容器包装リサイクル協会
- 4) リサイクルのゆくえ プラスチック製容器包装; (公財)日本容器包装リサイクル協会
- 5) プラスチック製容器包装再商品化手法に関する環境負荷等の検討 (概要版); (財)日本容器包装リサイクル協会 (平成19年6月)
- 6) 資料4 容器包装リサイクル制度の概要・評価と論点について; (第1回懇談会 配付資料5)