

## 海洋プラスチック問題、最近の動向を概観

株式会社 旭リサーチセンター





主席研究員 長谷川雅史

### 1. はじめに

2021年6月、日本でプラスチック資源循環促進法が成立した。海洋プラスチック問題は2018年のEUプラスチック戦略やG7海洋プラスチック憲章などで関心が高まり、2019年のG20では2050年までに新たな海洋プラスチック汚染をゼロにする目標が掲げられた。日本では2019年にプラスチック資源循環戦略、2020年に循環経済ビジョン2020が策定され、使い捨てプラスチックの使用抑制にとどまらず、リサイクル、再生素材やバイオ由来素材の利用などプラスチック資源循環の取り組みが本格化してきた。

プラスチック問題は「海洋プラスチック」、「マイクロプラスチック」、「資源循環」、「気候変動・脱炭素」の4つの側面がある。

(図表-1) プラスチック問題の4側面

海洋プラスチック	マイクロプラスチック	資源循環	気候変動・脱炭素
廃プラが処理されず海に流れ込む	細片化したプラスチックの生体への影響	資源としてリサイクル、有効活用する	植物由来であればカーボンニュートラル
SDGs14	SDGs3	SDGs12	SDGs13
			

「海洋プラスチック」は、廃棄されたプラスチック（廃プラ）が海に流れ込み、海が汚され、海鳥や魚などが誤食してしまう、といった問題である。これは廃プラが回収・処理されずに海に流れ込むことが原因であり、新興国などの廃棄物処理の問題ともいえる。国連の持続可能な開発目標（SDGs）では、ゴール14「海の豊かさを守ろう」にあたる。

「マイクロプラスチック」は、海洋プラスチックが波や紫外線で細片化し、それが生物・生体に与える影響が懸念される問題である。マイクロプラスチックの発生源は海洋プラスチック以外にも、工業用研磨材、洗顔料や化粧品などに含まれるマイクロビーズ、繊維やタイヤくずなどがある。SDGsではゴール3「すべての人に健康と福祉を」にあたる。

「資源循環」は、プラスチックを資源としてリサイクル、再生し、有効活用することで、SDGsではゴール12「つくる責任、つかう責任」にあたる。循環型経済（Circular Economy）の構築を目指すEUのプラスチック戦略や日本のプラスチック資源循環戦略の重点は、ここにある。

「気候変動・脱炭素」は、化石資源由来のプラスチックは燃焼するとCO<sub>2</sub>を発生するが、



植物由来・バイオマス資源に置き換えてカーボンニュートラルとすることである。SDGsではゴール13「気候変動に具体的対策を」にあたる。(図表-1)

以下では、この4側面について、最近の動向を概観してみる。

## 2. 海洋プラスチック：使用削減、代替素材、アジアでの取り組み

### (1)プラスチックの使用削減、リデュース

海洋に流れ込む廃プラの多くが使い捨てプラスチックであり、世界各地で使い捨てプラスチックの使用が制限されつつある。日本では2020年7月にプラスチック製買物袋の有料化が始まり、2022年4月からはプラスチック製のフォークやスプーン、ストローなど特定プラスチック製品についても、有料化や代替素材への変更などが求められる。(図表-2)

(図表-2) 特定プラスチック製品の使用削減

特定プラスチック製品	対象業種 (年間5万トン以上提供の事業者)
フォーク、スプーン、ナイフ、マドラー、ストロー、ヘアブラシ、櫛、剃刀、シャワー用キャップ、歯ブラシ、ハンガー、衣類用カバー	各種商品小売業、各種食料品小売業、その他の飲食料品小売業、無店舗小売業、宿泊業、飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス業、洗濯業

法施行を待つことなく、プラスチックの使用削減や代替素材への転換は進んでいる。スターバックスは飲料提供をストロー不要か、紙製ストローに変更し、ファミリーマートも飲料マドラーを木製にしたり、ストローに生分解性プラスチックを採用したりしている。明治やネスレなども商品付属のストローを、バイオマスプラスチックや紙製に切り替えている。

使い捨てプラスチック削減以外でも、プラスチックの使用量を削減する動きが広がっている。ラベルレス飲料は、通販などケース販売で、外装の段ボールに原材料名などを記載するかたちで定着しつつある。2021年も大塚製薬「ポカリスエット」やキリン「生茶」、イオン「トップバリュ 天然水」、花王「ヘルシア緑茶」などでラベルレス製品が登場している。

### (2)代替素材の採用：紙製、生分解性プラスチックなど

印刷・製紙メーカーによる紙製パッケージの開発も相次いでいる。大日本印刷は、2020年に電子レンジで調理して食器としても使える断熱紙カップや、紙を使用したラミネートチューブを発表、2021年にフィルムパッケージと同等のバリア性をもつ紙製パッケージを発表している。凸版印刷や共同印刷も紙素材を使用したチューブやパウチ、紙カップ・容器などを開発している。「キットカット」外装に採用されているのは王子ホールディングスの紙製品で、日本製紙も学校給食用にストロー無しの紙パックを開発している。

海洋でも生分解されるカネカ生分解性ポリマーは、セブンカフェのストローや資生堂の化粧品容器にも採用されている。三菱ケミカルの生分解性樹脂を用いたジッパーは欧州で生分解性の認証を取得している。



### (3)アジア太平洋地域での廃棄物処理支援活動が広がる

海洋プラスチック発生量が多いのは中国や、インドネシア、フィリピン、ベトナムなどの東南アジア地域とされる。ASEANは2021年5月、「海洋ごみに対するASEANアクションプラン」を発表し、廃棄物の削減・回収・再利用を強化する。世界の大手企業は2019年に「Alliance to End Plastic Waste (AEPW)」を設立し、たとえばインドネシアの「Project STOP (Stop Ocean Plastics)」では、Borealisなどが年間2万トンの廃棄物を収集するリサイクル・システムの構築を目指している。タイではSUEZが主導して3万トンのポリエチレンフィルム廃棄物を収集、リサイクルするプラントを建設している。AEPWや国連環境計画(UNEP)は、廃プラ回収やリサイクル技術開発に取り組むアジア太平洋地域のスタートアップの支援も行っている。

### 3. マイクロプラスチック：実態解明の調査研究、欧州ではタイヤや繊維に注目

海洋のマイクロプラスチックは未解明なところが多く、調査研究が進められている。

欧州では、フィンランド環境研究所が2020年3月、マイクロプラスチックは外洋より沿岸部の海域に多く、タイヤの摩耗など道路交通が最大の発生源と発表した。2021年1月にはOcean Wiseが、北極海のマイクロプラスチックについて、合成繊維が90%強を占め、その70%強がポリエステルと報告している。フランスでは2024年末までに洗濯機にマイクロプラスチック回収フィルターを設置する方針が示されている。

日本では2021年3月に、海洋プラスチックごみ・マイクロプラスチック学術シンポジウムや、国内120地点で実施した「マイクロプラスチック等の流出実態調査」結果のWEB公開が行われた。日本郵船と千葉工業大学が外航船を利用してマイクロプラスチックの回収と実態解明に取り組み、商船三井と三浦工業も回収装置を共同開発している。

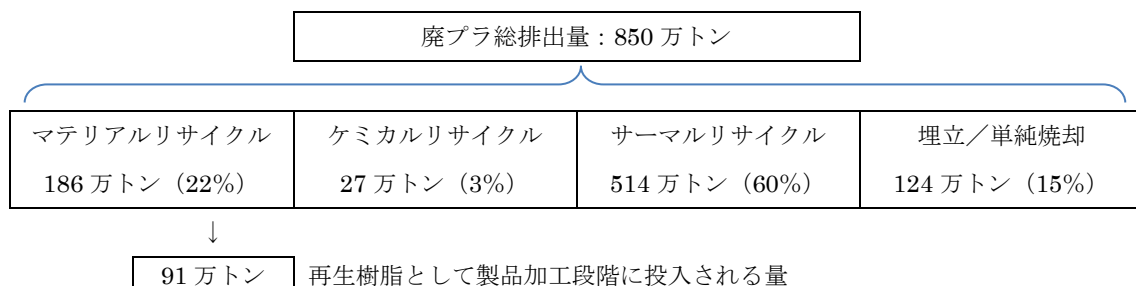
### 4. プラスチックリサイクル：企業間連携で回収、再資源化

#### (1)プラスチックを資源としてリサイクル

##### ◆プラスチック容器包装だけでなく、プラスチック製品も回収、リサイクルへ

日本のプラスチック資源循環戦略では、2035年までに、すべての使用済プラスチックをリユース又はリサイクルし、熱回収も含めて100%有効利用する目標が掲げられている。

(図表-3) 日本のプラスチックリサイクルの現状 (2019年)



(資料) 一般社団法人プラスチック循環利用協会「プラスチックのマテリアルフロー図(2019年)」より作成



プラスチック循環利用協会によると、2019年の廃プラ総量は850万トンで、そのうち85%の727万トンが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（エネルギー回収）され有効利用されている。ただ、750万トンのうち514万トンは、廃棄物発電や焼却熱利用などエネルギーとして利用されるサーマルリサイクルである。製品加工に利用される再生樹脂となるのは91万トンで、廃プラに対して10%強に過ぎない。（図表-3）

これまで容器包装リサイクル法のもとで、ペットボトルや食品トレイなど飲食料品の容器包装プラスチックの回収、リサイクルが進められてきた。2022年にプラスチック資源循環促進法が施行されると、容器包装に限らず、プラスチックでできた玩具や生活用品などの製品プラスチックも回収、リサイクルの対象となる。

#### ◆PETは回収率が高く、「ボトル to ボトル」に取り組む

プラスチック全体の資源循環は10%強に過ぎないものの、PETボトルは日本国内での回収率は90%超、リサイクル率は85%である。PETボトルとして回収しやすいこと、PETの単一素材であることなどからリサイクル率が高くなっている。

PETボトルのリサイクルは従来、繊維やシートへの再生が大半であったが、PETボトルに再生する「ボトル to ボトル」への取り組みが広がっている。全国清涼飲料連合会が東京都と2030年度までにペットボトルの100%有効利用に取り組むほか、サントリーは兵庫県2市2町や鹿嶋市、稲城市などと、伊藤園も姫路市などと協定を締結している。川崎市は2021年7月、日本環境設計、サミット、寺岡精工と連携した実証実験を発表している。

#### ◆プラスチックのケミカルリサイクル：欧州で本格化、日本でも台頭

PET以外で資源循環が進んでいないのは、飲食料品の容器包装として使用した場合、臭いや汚れが落ちなかったり、プラスチックとしての品質・物性が低下したり、単一でなく複数のプラスチック素材が使用されていることなども背景にある。このような場合はマテリアルリサイクルには不向きで、現在はサーマルリサイクルされている。

マテリアルリサイクルに不向きな廃プラを、高温で熱分解して合成ガスや分解油などの化学原料にしたり、解重合してモノマーに戻したりするケミカルリサイクルへの取り組みが、欧州で本格化しており、日本でも台頭しつつある。日本化学工業協会は2020年12月に「廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿」を発表し、2018年に20万トンだったケミカルリサイクル処理量を2030年には150万トン、2050年に250万トンに拡大する目標を掲げた。

欧州では、熱分解プロセスで廃プラをリサイクルする「ChemCycling」プロジェクトを主導するBASFが、2019年10月にノルウェーの廃プラ熱分解油メーカーQuantafuelへ出資し、混合廃プラの熱分解、熱分解油精製の技術を共同開発している。20年9月には廃タイヤの熱分解を専門とするPyrum Innovationsへの出資も発表している。LyondellBasell



の混合廃プラの熱分解リサイクルのパイロットプラントは 2020 年 9 月から稼働を始め、INEOS は PLASTIC ENERGY との混合廃プラの熱分解リサイクル事業を発表している。PLASTIC ENERGY は ExxonMobil のほか、Total やサウジアラビア SABIC など大手化学とも連携し、さらにスイス Nestlé と食品用途向けの素材開発に取り組んでいる。

ドイツの包装材大手 SÜDPACK も 2020 年 9 月、ドイツの廃棄物処理業 RECENSO と複層ラミネートフィルムのケミカルリサイクルで協業し、食品や医療品など高品質・衛生基準の厳しい用途に取り組んでいる。また、超臨界水を利用して、包装用途の多層・軟質プラスチックなどを油に戻す技術をもつ Mura Technology は Dow と 2021 年 4 月、食品などの包装用途向けのプラスチック開発を発表している。

日本でも三菱ケミカルが、2021 年 6 月に Mura Technology の技術ライセンスで契約し、製造段階で出る廃プラの再資源化に乗り出す。廃プラ調達ではリファインバースと、リサイクル生成油からの精製・クラッキングでは ENEOS と連携する。また、三井化学は 6 月に独 BASF と廃プラの熱分解油への変換で協業し、出光興産は 5 月に環境エネルギーとの廃プラ油化の実証を発表している。三菱ケミカルと住友化学は、アクリル樹脂のケミカルリサイクルも発表している。(図表-4)

日本国内でのケミカルリサイクルの技術開発や事業化は 10 数年前にも盛んに行われたが、採算ベースに乗らずに多くは撤退した。原料となる廃プラを、低コストで調達できなかつたのが、大きな要因とされる。そのボトルネックが解消されるか、廃プラをいかに回収し、原料調達していくか、が今後の焦点になる。

(図表-4) 最近の主なケミカルリサイクルへの取り組み事例

Chevron Phillips Chemical (CP Chem)	ケミカルリサイクルからのポリエチレンの商業規模生産。(2020.10) ケミカルリサイクルした再生ポリエチレンが ISCC PLUS の認証を受け、熱分解油サプライヤー Nexus Fuels と長期供給契約を締結。(2021.01)
Shell	Nexus Fuels から廃プラ由来の熱分解油を 4 年間で 6 万トン供給を受け、化学製品に変換。(2020.11)
INEOS	PLASTIC ENERGY の熱分解油をクラッカーに投入。(2020.04)
Total	PLASTIC ENERGY と戦略的パートナーシップ、熱分解油 (TACOIL) を購入、フランスでケミカルリサイクルプロジェクト開発。(2020.10)
Nestle	PLASTIC ENERGY と、食品グレードのリサイクル素材の開発に向け、英国でケミカルリサイクルプラント。(2020.10)
SABIC	PLASTIC ENERGY と商業用ユニットを建設し、廃プラからケミカルリサイクルした認定再生ポリマー (certified circular polymers) 生産を拡大。(2021.01)
INEOS Styrolution	Recycling Technologies と PS のリサイクル開発。(2020.08) AmSty と Agilyx 技術で PS のリサイクル施設を共同建設。(2020.09)
LyondellBasell	リサイクル・パイロットプラントが始動。(2020.09)
BASF	廃タイヤ由来の熱分解油を New Energy から調達。(2020.09) 廃タイヤ熱分解の Pyrum Innovations に投資。(2020.09)
三菱ケミカル	Mura Technology と廃プラスチックから化学製品や燃料油の原料(リサイクル生成油)を製造する技術 (HydroPRS™) のライセンス契約締結。(2021.06) ENEOS とプラスチック油化共同事業を開始。処理能力年 2 万トンのケミカルリサイクル設備を建設し、2023 年度に廃プラの油化を開始。(2021.07)
三井化学	BASF ジャパンとケミカルリサイクル推進に向けた協業検討。(2021.06)
昭和電工	ケミカルリサイクル事業において産業廃棄物処分業許可を取得。(2020.07)
日本環境設計	Axens、IFPEN と PET リサイクルの共同技術開発・事業化へ。(2020.09)

(各社プレスリリース等から ARC 作成)



## (2)企業連携による廃プラ回収やリサイクルへの取り組みが広がりつつある

企業などが自主的に連携し、回収や再資源化に取り組む例も増え始めた。花王とライオンは、洗剤やシャンプーなどの使用済み詰め替えパックの分別回収に協働で取り組んでおり、2020年10月から2021年6月までに当初計画の約2倍、約5,200枚を回収した。花王は、ユニリーバとも協働回収に取り組んでおり、都心エリアでの廃プラ回収・再資源化事業には三菱地所やセンコーなどとも協業している。ロート製薬とマツモトキヨシは、使用済みスキンケア製品のプラスチック製ボトルを、ロート製薬以外の製品も対象に回収している。

より幅広い取り組みでは2020年6月、プラスチックのバリューチェーンを構成する12社が共同で廃プラ再資源化事業に取り組む「アールプラスジャパン」が、サントリーの主導で設立されている。米国ベンチャーAnellotechの技術をベースに、廃プラを直接、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチレン、プロピレンなどの原料に戻すケミカルリサイクルに取り組む業界横断的な連携は、参加企業が約30社に広がっている。

日本財団が2020年7月に設立した「アライアンス・フォー・ザ・ブルー (ALLIANCE FOR THE BLUE)」には、三菱ケミカル、大日本印刷、日本製紙、セブン&アイ、明治、森永製菓など、商品の企画から流通・製造・消費・処分・再利用にまたがった企業が参加している。三菱ケミカルが産業廃棄物処理企業のリファインバースと資本業務提携するなど、素材産業側とリサイクル産業側の連携が図られている。

## 5. バイオプラスチック：導入ロードマップがまとまり、多様なバイオプラが登場

日本のプラスチック資源循環戦略では、2030年までにバイオマスプラスチックを最大限（約200万トン）導入することが掲げられている。2021年1月には「バイオプラスチック導入ロードマップ」が策定され、現状と課題、導入の方向性が示された。

現状で世界全体でのバイオプラスチック生産能力は210万トンとし、課題としてバイオプラスチックの原料が食料や燃料用途と競合する可能性、化石資源由来と比較して高コスト、汎用プラスチック以外はリサイクル技術・プロセスが未確立であることなどが指摘されている。また、導入の方向性として、生分解性プラスチックは、堆肥化等に用いる生ごみ用収集袋、農業用マルチフィルム、肥料に用いる被覆材などが挙げられている。バイオマスプラスチックの非分解性のうち、リサイクルに悪影響を及ぼさないものは容器包装や日用品用途に、その他を可燃ごみ用収集袋に導入することが例示されている。

欧州を中心に、バイオマス由来廃棄物をもとに油やナフサを製造し、そこからバイオプラスチックを製造する動きが広がっている。UPM Biofuelsはパルプ製造時の副生成物のトール油由来のナフサを製造、INEOSやDow、SABICに供給している。INEOSはポリ塩化ビニル(PVC)、Dowは低密度ポリエチレン(LDPE)を製造している。一方、Nesteは使用済み食用油などの廃棄物由来の原料をLyondellBasellやBorealisに供給している。持続可能な原料由来のプラスチック・樹脂として、LyondellBasellは「Circulen」、Borealis



は「Borenwables」といったブランドを展開している。三井化学は 2021 年 5 月、Neste から供給されたバイオマスナフサをエチレンクラッカーに投入すると発表している。

また、PE、PP、PVC などの汎用プラスチック・樹脂に限らず、ポリアミド（ナイロン、PA）、ポリウレタン（PU）、ポリカーボネート（PC）のバイオ由来品の発表も相次いでいる。（図表－5）

（図表－5）最近の主なバイオプラスチックへの取り組み事例

Dow、UPM Biofuels	製紙用パルプ残渣の粗トール油由来のナフサ（UPM BioVerno Renewable naphtha）から低密度ポリエチレン（LDPE）製造。（2019.09）
INEOS、UPM Biofuels	バイオ由来 PVC の原料となる木材パルプ加工で発生する残留物（粗トール油）の供給についての長期契約を発表。（2020.02）
INOVYN	植物由来の塩化ビニル（PVC）「BIOVYN」の供給を開始。（2019.12）
Borealis	木材廃棄物や使用済み食用油などから「Borenwables」製造。（2020.09） （Neste 生産の再生可能プロパンなどを原料とするポリプロピレンを生産）
Neste、DSM	Neste は廃棄物や残留油脂などからバイオベース炭化水素を生産、DSM は化石原料の大部分をバイオベースに置換。（2020.11）
Neste、LG Chem	戦略的パートナーシップ（MOU）締結し、バイオベース材料からの合成樹脂生産を開始と発表。（2020.11）
三井化学、豊田通商	Neste とバイオマスナフサ調達に関する契約締結。大阪工場のエチレンプラント（クラッカー）にバイオマスナフサを原料として投入。（2021.05）
伊藤忠商事	Borealis と再生可能資源由来のバイオ PP に関する日本市場でのマーケティングについて合意を発表。（2020.09）
Covestro	バイオベースの熱可塑性ポリウレタン（TPU）を発表。（2021.01） 炭素含有量 50%以上が植物ベースのポリカーボネートフィルム。（2020.06）
Genomatica	Aquafil と契約を結び、バイオナイロン 6 の生産実証。（2020.11）

（各社プレスリリース等から ARC 作成）

## 6. おわりに：欧州では食品包装への再生材利用が進む

欧州では、食品容器包装への再生素材やバイオ由来の利用が進んでいる。Nestlé は 2020 年に、食品包装用に最大 200 万トンの再生素材を利用する方針を発表している。Henkel は、容器包装は 100%リユース・リサイクル可能とし、植物由来素材を 30%とする目標を掲げた。Loreal も 2030 年までに容器包装は 100%、再生素材または植物由来素材とする。

再生素材でつくられた食品用途の容器包装も登場している。Unilever が欧州で販売するアイスクリーム「マグナム」の容器では、再生素材が 25%使用されるようになった。BASF はオーガニック鶏肉ソーセージの包装フィルムを、再生素材を使用して製造している。包装原材料の約 3 分の 2 は廃プラからケミカルリサイクルされたものである。「Knorr ブイヨン」やヨーグルトカップなどでも再生素材が使われつつあり、使用される再生素材は第三者機関での試験を経て認証されている。プラスチック包装のリサイクル性向上を目指すプラットフォーム RecyClass は Amcor、Borealis、Danone、Dow、Henkel、SUEZ、Unilever、P&G などで構成され、日本企業では花王やクラレが参加している。

日本でも企業連携による自主回収、ケミカルリサイクルなどの再資源化が軌道に乗り始めれば、食品用途の容器包装に再生素材が利用されることになるだろう。