

カーボンニュートラルを指向したプラスチックのリサイクルと分析手法の役割

東北大学 Yoshioka Toshiaki 吉岡 敏明^{*1}、Kumagai Shogo 熊谷 将吾^{*2}

^{*1} 大学院環境科学研究科 教授
〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-07
☎022-795-7211
^{*2} 同 助教 ☎022-795-7212

はじめに

カーボンニュートラル(Carbon Neutrality: CN)化とサーキュラーエコノミー (Circular Economy: CE)への転換が大きな社会戦略として動き始めており、プラスチックのリサイクルが象徴的な位置づけになっている。プラスチックのリサイクルへの関心は、1973年から始まるオイルショックを第一期として、環境保全や資源循環に向けたさまざまな法制度が整備された1990年代からの動きが第二期と言える。そして、欧州委員会におけるCEパッケージの発表や海洋プラスチックごみの増加と中国に端を発するアジア諸国のプラスチックごみの輸入規制、さらには地球温暖化対策としての化石資源対応としての現況が第三期と言える。とりわけ石油・石油化学メーカーなどの原料供給側や消費者へ製品提供を行う製品製造産業など、いわゆる動脈産業側のケミカルリサイクルやバイオマス化への動きが活発化している。同時に、リサイクル性やバイオマス化の評価としてマスバランス方式に代表される認証システムの重要性が高くなっている。廃プラスチックがどのような性状を有するか、廃プラスチックを分解したときにどのようなものがどのくらい得られるか、またどのくらいのバイオマス原料が製品に組み込まれているか、ということが環境配慮設計さらには循環配慮設計の評価につながる。

上記の観点から、ここではプラスチックリサイクルの技術開発動向、炭素循環としてのケミカルリサイクルの位置付け、基幹産業を活かした地域資源としてのプラスチックリサイクル、ケミカルリサイクルプロセスの開発を支える分析・解析手

法の重要性、について解説する。

プラスチックリサイクルの技術開発動向

リサイクルにおいては前処理が最初の技術ステップとして重要である。分別回収が重要であることは確かであるが、リサイクルの用途は多様であるため、再生されたプラスチックの価値は破碎、選別、洗浄、乾燥などの前処理技術に依存することになる。

一方、マテリアルリサイクルよりも廃プラスチックの品質への依存性が低いという理由からガス化や油化などのケミカルリサイクルに関する技術開発や事業化が海外の石油メーカーや化学メーカーにより活発に行われている。特に、ナフサクラッカーを用いた化学原料・製品化に取り組む事例が活発化している。新設の設備を投入せずに、既存の設備を活用する動きであり、このようなプロセス展開は今後の主流になるものと予想される。また、ガス化が積極的に取り組まれており、その基本は、製品展開しやすいメタノールやエタノールを得るために、合成ガス(CO、H₂)に転換する手法である。

日本においては、いわゆるオイルショック時の影響を受けて、プラントメーカーを中心とした熱分解油化が数多くすでに試行された。しかし、その後に石油価格が落ち着いてきたことやポリオレフィン系樹脂を対象とした技術であったことから、法制度が整備された1990年代に一部でケミカルリサイクルは行われてきたものの活発に取り組まれることはなかった。

国内におけるケミカルリサイクルは、容器包装プラスチックが主な対象となっている。これは、

動脈・静脈の融合にバイオマス素材を組み込んだプラスチック資源循環

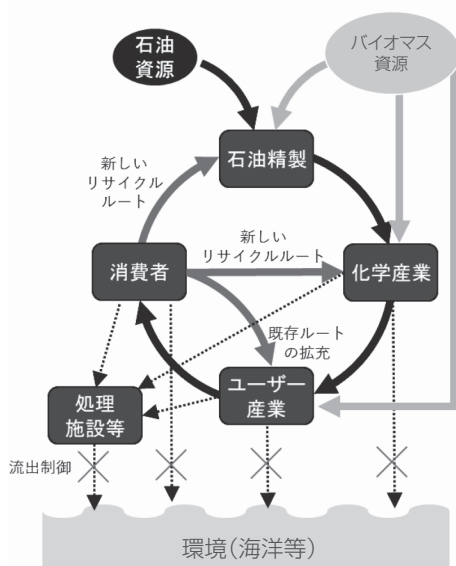


図1 動脈・静脈産業の融合によるプラスチック循環の姿¹⁾

分別された比較的資源価値の高いものはマテリアルリサイクルに回すために、処理が難しい混合物が対象になるためである。そのため、国内においては、PETボトル以外は、高炉還元剤、コークス炉化学原料化とガス化が現状で残っている技術である。近年では、ごみ処理施設に収集されたごみをガス化し、エタノールに変換する技術や、エタノールを脱水してエチレンとしてPEの原料とする手法、また、触媒を用いて直接原料[エチレン、プロピレン、ベンゼン・トルエン・キシレン(BTX)]に戻すケミカルリサイクル技術の実用化を目指すなど、さまざまな取組みが動き始めている。

炭素循環としてのケミカルリサイクルの位置づけ

既存の動脈産業側の象徴でもある石油精製・石油化学設備を活用し、廃プラスチックを石油化学中間原料(軽質オレフィン、BTXなど)および石油製品(燃料油)に転換する技術の確立は、ケミカルリサイクルの幅を大きく広げる(図1)。

廃プラスチックを多様な石油精製・石油化学品の製造プロセスで活用する際に課題となるのは、原料品と廃プラスチック両者の取り扱い条件を成

立させることである。各プロセスは当然廃プラスチックの投入を設定した設計はされていないため、リサイクル装置としての利用可能性を拡げることがこれからのプラスチック資源循環を革命的に促進する起爆剤となる。廃プラスチックの種類の違いや、廃プラスチックを受け入れる石油精製設備の形式により、取り扱い条件が変わってくるため、それらの条件を成立させるための要素技術の開発並びに、その組合せの検証が必要となる。

廃プラスチックを受け入れる側としての石油・石油化学産業側では、各装置のコンフィグレーション(精製設備の種類、能力などの組合せ実態)は異なり、基礎化学製品を扱う石油化学産業とのつながりも多様であり、さらには集荷される廃プラスチックの種類も片寄りも想定される。したがって、プロセスを一種類に絞って全国展開することは現実的ではなく、むしろ、多様なプロセスからそれぞれのプロセスに適合する有利なプロセスの選択の幅を広げることが求められる。

プラスチックの原料は、石油精製の原料である原油であり、石油産業はプラスチック製造のための原料(ナフサなど)を石油化学産業に供給する役割を担っている。つまり炭素循環という観点でプラスチックのループを考えた場合、石油および石油化学産業は極めて大きなキー産業であることは言うまでもない。これまで、各種製品として市場に出回ったプラスチックは現状のリサイクル手法で進められているものの、結果的に炭素循環のループから外れる状況となっており、低炭素社会や資源循環社会の実現が謳われて久しいが、いまだにそれが実現できていない。石油関連産業への資源循環ルートを確立し、動脈産業と静脈産業の融合を構築することで、新しい道筋による炭素循環を実現することが不可欠となる(図1)。また、CNという観点から、プラスチックの原料を既存の石油からバイオマスに移行できるプロセスを展開・開発し、バイオリファイナリーとして機能できるようにすることが必要となる。

基幹産業を活かした地域資源としてのプラスチックリサイクル

廃プラスチックをリサイクルする事業が石油産業および石油化学産業と結びつくことは、リサイ