

廃プラスチック熱分解油のナフサ利用

室井 高城

1. 再生プラスチックの利用義務

欧州では、プラスチック製品への廃プラスチックのリサイクル利用が義務付けられた。2030年までに、プラスチック製飲料ボトルとPETの接触に敏感なパッケージの割合は30%、非PETの接触に敏感なパッケージは10%、その他のプラスチックのパッケージは35%に規制された。又、2023年7月13日欧州委員会は、新車の製造に使用されるプラスチックの再生プラスチックの利用を25%、そのうち25%は廃車部品からのリサイクルを義務付ける法案を提出し、2035年にかけて段階的に導入するとしている。完成車1台当たり約200kgのプラスチックが使用されているので、日本から欧州に車を輸出するのに約3.6万トンのリサイクルプラスチックが必要となる。

2. 再生プラスチックの製造

再生プラスチックのリサイクル材35%の使用義務はプラスチックメーカーにとって容易ではない。日本は欧州のようなソーティングシステムが導入されていないためにプラスチックのマテリアルリサイクルは困難である。最も、確実な方法は、廃プラスチックを熱分解して液化し、ナフサ留分を従来のナフサクラッカーに導入して、マスバランス方式で、再生プラスチックとするこ

とである。欧州は、マテリアルリサイクルを優先すると言っているが、マテリアルリサイクル困難な複合又は混合廃プラスチックは、とりあえず2030年までの対策として液化しナフサ原料とすることで逃げ切ろうとしている。ケミカルリサイクルフローを示す(図1)。

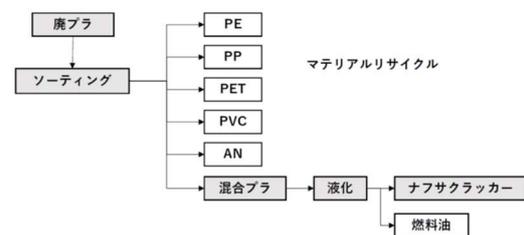


図1 ケミカルリサイクルフロー

BASFは既に廃プラスチックを液化して、ナフサクラッカー原料として石油ナフサと混合してクラッキングし、軽質オレフィンとし、従来の重合設備でPE、PPを合成し、モツアレラチーズなどのラッピングフィルムを生産している。廃プラスチックの利用量はマスバランス方式を導入している。Dow、SABIC、Shellも廃プラスチックをナフサ原料として使用し、ポリエチレンとポリプロピレンを生産し始めた。世界の多くの石油化学会社は廃プラスチックの液化会社と提携している。BASFはQuantafuel

社に資金を提供して優先的に液化油の供給を受ける契約を締結している¹⁾。SABIC、INEOS、TotalなどはPlastic Energy社から廃プラ液化油の供給を受ける²⁾。Dowは超臨界技術を用いたMura社と戦略的パートナー契約を結び、世界的に展開しようとしている³⁾。ExxonMobilは独自のExxtend Technologyという廃プラを溶媒に懸濁溶解液化し、従来のナフサクラッカーにドロップインするプロセスを開発し、稼働させた⁴⁾。

廃プラを加熱し、液化する際、均一に加熱することは容易で無く、ナフサ成分以外にガス成分や重質油が生成する。ガス成分は、液化炉の加熱源として用いることができ、重質油留分は、石油精製会社での液体燃料の原料とすることができるが、ナフサ留分の収率を上げるために、これらの副生物は、極力少なくしなければならない。そのため、触媒を用いた接触分解や超臨界条件で液化する技術が開発されている。更に、熱分解炉を均熱に加熱する方法としてマイクロ波による加熱方法が研究されている。熱分解時にゼオライトや、石油精製で用いられている接触分解(FCC)触媒の使用済み触媒を用いるとナフサ成分の得率が向上する⁹⁾。廃プラスチックに含有する塩素分は、酸化カルシウムなどを添加して除去するか、残留オレフィン、触媒を用いて水素化する際に、H₂SやHClとなるので吸着材により分離されている。

欧米の石油化学会社は、廃プラスチックの液化を積極的に進めている。現在までに発表されているだけで約180万トン以上の廃プラスチックが液化される計画である¹⁰⁾。日本は、三菱ケミカルGが、Muraの超臨

界液化技術を導入して鹿島で2万トン/年のプラントを建設中である。又、出光興産は使用済みFCC触媒を用いた環境エネルギーの技術を用いて2万トン/年の接触分解プラントを建設する予定である⁵⁾。三井化学は、一部廃プラスチックの熱分解油を手当てしてナフサクラッカーへの混合利用を進めようとしている。世界の廃プラスチック液化計画を示す(図2)⁶⁾。日本は遅れているが、これではまだまだ足りない。欧州は、必死で、廃プラスチックの液化を推進している。日本は、計画も少なく、危機意識が、極めて少ない。廃プラの収集を地方自治体に任せるのではなく、石油化学会社が積極的に大規模なソーティングセンターを設置し、ナフサ原料の代替として廃プラの液化油を用いるシステムが構築されなければならない。

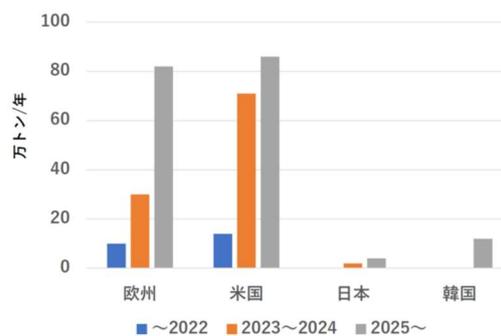


図2 世界の廃プラ液化処理計画

府川伊三郎, ケミカルリサイクルの最新動向(2023年1月~2024年3月) ARCレポートを基に作成

3. マスバランス方式

ナフサのクラッカーから得られるエチレン収率は、25~31%、プロピレン収率は、12~16%であるが、投入された廃プラ液化油の量に見合う生成されたプラスチックを再生プラスチックと見做す国際的な認証制度が導入されている。例えば、廃プラ液化油1

万トンを石油ナフサ 9 万トンに混合してプラスチックが製造されたとすると、実際は製造されたプラスチックの 1/10 が、廃プラ由来であるが、投入した 1 万トンをポリエチレンやポリプロピレンなど特定のプラスチックに上乘せさせて製造されたにすることができるシステムである。これにより、廃プラ熱分解油のナフサクラッカー炉の導入が促進されている。

ナフサクラッカーでは、収率が低いのが課題である。新たな熱分解装置を用いて、高温又は、ゼオライト触媒を用いてクラッキングすることにより高収率で軽質オレフィンを得ることができる⁷⁾。そのためには、例えば、触媒を用いた専用の分解装置の開発が必要である。LyondellBasell は MoReTec という廃プラを砂とゼオライト触媒を混合した系で加熱分解して軽質オレフィンとするプロセスを開発している⁸⁾。

おわりに

廃プラのリサイクル利用に最も必要なことはソーティングシステムの確立である。ドイツでは全国に約 70 ヶ所のソーティングセンターがあり、廃プラスチックが分別利用されている。米国では石油化学会社が共同でソーティングセンターを設立しようとしている。日本の石油化学会社は従来廃プラスチックの再利用は石油化学会社の範疇ではないと考えられてきた。今や、廃プラスチック利用は環境汚染対策だけでなく、特に資源のない日本は、原料多様化の意味でも極めて重要である。ソーティングセンターの設立を含め日本の石油化学の積極的なビジネスへの転換が必要である。

参考文献

- 1) Quantafuel 4Q Report, 2020, March 20
- 2) Plastic Energy, Presentation, 09.B22-5-c Monreal
- 3) Dow, News Release, Dow and Mura Technology announce partnership to scale game-changing new advanced recycling solution for plastics, 2021.4.22
- 4) ExxonMobil Exxtend Technology for advanced recycling virtual tour, YouTube
- 5) 野田修嗣, PETROTECH, 46, 4, 285-290 (2023)
- 6) 府川伊三郎, ケミカルリサイクルの最新動向(2023年1月~2024年3月) ARC レポート
- 7) Artetxe M, et al., Chem Eng J 2012, 207-208, 27-34
- 8) LyondellBasell, “LyondellBasell Successfully Starts Up New Pilot Molecular Recycling Facility” Corporate & Financial News, 2020.9.8