カーボンニュートラルへ向かう社会における製油所の役割に関するライフサイクル思考

(東京大学 未来ビ)○菊池（きくち） 康紀（やすのり）

1. はじめに

カーボンニュートラル（CN）が実現したとき、化石由来炭素を一切使用しないと仮定すると、化学産業における炭素源は大きくリサイクル由来、バイオマス由来、空気からの CO_2分離回収由来、など、限られていく[1)]。ここで、バイオマス由来炭素は、一定の制限の在る中[2)]、廃棄物系バイオマスを含めれば脱化石資源化の効果があり[3)]、農林業への経済波及的影響[4)]を考慮すると、入手可能な範囲で活用すべきといえる。ただし、入手可能量としては化成品原料に対する需要を満たすためにはバイオマス資源の入手可能量は十分ではなく[2)]、化成品需要を満たすためにはリサイクル由来炭素の活用量を増加させ、高品質化させることが不可欠である[1)]。

本稿においては、CN へ向かう社会における製油所の役割について、ライフサイクル思考に基づき議論する。特に、廃プラの循環型ケミカルリサイクル(CR)のうち廃プラの熱分解により低分子炭化水素を得る化学原料化についてプロセスモデリングおよび温室効果ガス（GHG）排出量の評価を行った事例[5)]について触れる。

2. 既存インフラとしての製油所に期待される役割

原油から生産される連産品の多くは、CN 後も化成品・燃料として必要となると想定できる。バイオマス資源やプラスチック資源としての廃プラは、熱分解や水素化処理等を行うことにより、従来の石油精製のための製油所で用いられる炭化水素に近い成分のものとなりうる。実際に、廃食用油や油脂などから化学原料を生産し、製油所もしくは石化プラントと同様な設備から化成品を生産する事例は存在し、ライフサイクル評価（LCA）による GHG 排出削減効果が確認されている[3)]。廃プラに関しては産廃・一廃の別や用途により収集できる状態が異なるが、バイオマス由来原料とともに、油化等の適切な処理により製油所・石化プラント内にて利用可能な炭化水素に変換できる可能性がある。製油所の機能としての炭化水素連産品の生産を、原料を転換し維持することで、CN 後の化成品・原料生産を可能としうる。

3. 廃プラ由来の化学原料化システム

廃プラを化学原料化することにより、製品を生産できることは既に知られており[6)]、細かな技術の組み合わせた必要となっている。原油からの原料転換により、製油所内のフロー[7)]は変化しうるが、これらを適切にモデリングし、LCA 等により解析していくことで、廃プラ由来原料を新たな製油所原料として活用できる可能性がある。例えば、触媒による選択的熱分解や、減圧残渣などとの共熱分解により、化学原料を直接生産したり、ナフサ同等品をクラッカーへ投入したり、重質分を接触分解させたりすることで、炭化水素連産品を生産できる可能性がある[5)]。ただし、回収できた廃プラの性状によっては、マテリアルリサイクルにて素材として再資源化すべき場合があったり、混在しているプラ以外成分によっては分解工程にとって忌避すべき廃プラであったりしうる。個別の技術の性能に偏らず、ライフサイクル全体から製油所が担うべき機能を定義していくことが必要といえる。

4. おわりに

化石資源からの原料転換を進めるためには、個別技術の単位量あたりの生産性だけではなく、社会全体の需要を満たしうるマテリアルフローを意識した技術評価と開発が必要となる。ライフサイクル思考により、起こりうる課題を探索し、対処していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」の支援を受けている。

参考文献

1) Meng, F., Wagner, A., Kremer, A.B., Kanazawa, D., Leung, J.J., Goult, P., Guan, M., Herrmann, S., Speelman, E., Sauter, P., Lingeswaran, S., Stuchtey, M.M., Hansen, K., Masanet, E., Serrenho, A.C., Ishii, N., Kikuchi, Y., Cullen, J.M., *ChemRxiv*, https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2022-hx17h-v2
2) Energy Transition Commission, "Bioresources within a Net-Zero Emissions Economy: Making a Sustainable Approach Possible" (2021)
3) Kikuchi,Y., Torizaki, N., Tähkämö, L., Enström, A., Kuusisto, S., *Proc. Saf. Environ. Protec.*, 166, 693-703, (2022)
4) Kikuchi, Y., Nakai, M., Kanematsu, Y., Oosawa, K., Okubo, T., Oshita, Y., Fukushima, Y., *Sustai. Sci.*, 15, 1473-1494 (2020)
5) 野村祐貴、藤井祥万、兼松祐一郎、下野僚子、菊池康紀、化学工学会第 87 年会、PC266 (2022)
6) Keller, F. Voss, R.L., Lee, R.P., Meyer, B., Resour. Conserv. Recycl. 179, 106106 (2022).
7) 吉留俊英、齋藤健一郎、稲村和浩, PETROTECH, 45 (1), (2022), 21-28.

Copyright(C) The Japan Petroleum Institute 2022 All rights reserved.