



■GA教員 研究等紹介①



九州大学 先導物質化学研究所 教授

林 潤一郎

持続的な炭素資源利用システム 炭素資源ベースの新たな産業はあるか？

私は、自身の専門である化学工学、反応工学を基礎として、炭素資源、とりわけ低品位の石炭である褐炭、そしてバイオマスの転換利用の化学と技術に関する工学的研究を展開してきました。褐炭とバイオマスは、いずれも固体です。ここが他の炭素資源、すなわち天然ガスや石油との最大の相違です。

私が生まれる前に石炭から石油へのエネルギーシフトが世界的に起こった最大の理由は、流体である石油は固体である石炭よりも扱いやすいからです。「石炭が固体だからうまくいった」産業プロセスはほとんど皆無です。唯一といてもよいのは製鉄や非鉄のためのコークスです。とはいっても、これらのプロセスも石炭でないとダメということではありません。

炭素資源転換の研究者として、私が目指しているのは、例えば以下の三つのことです。

1. 石炭やバイオマスを合成ガスに変換する「ガス化」のエネルギー効率を最大限に高めること。炭素資源変換は化学エネルギーの変換ですから、変換効率の最大化は研究における第一原理と言えます。工学的合理性を担保できる範囲内で、以下に効率を向上するか、これは重要です。合成ガスの主成分は H_2 と CO ですが、これは燃料としてのプラットホーム物質であり、同時に C_1 化学の体系におけるプラットホーム物質でもあります。ガス化は、固体の炭素資源であれ、流体であれ、廃棄物であれ(有機物であれば)、プロダクトはいずれも H_2 と CO (ときどき CH_4)です。つまり、ガス化は種々雑多な炭素資源を燃料・化学共通プラットホーム＝合成ガスに収斂、統合するインテグレートとして、エネルギー・物質のネットワークにおけるハブとして機能します。これが、私がガス化を研究する理由です。
2. 石炭やバイオマスを固体から解放すること。固体の炭素資源を有機溶媒や水に溶かせれば、色々な転換のオプションが生まれます。固体触媒を使えるとか、有機化学の適用とか、です。褐炭はバイオマスに含まれるリグニンに少し似ています(もと同じですから)。リグニンよりは大変ですが、褐炭はほぼ全量がアルカリ性の熱水に溶解します。溶けてしまえば、例えば触媒を使って、水蒸気ではなく、水(亜臨界水)の中で褐炭をガス化することができます。
3. 褐炭やバイオマスからでは無理、と言われていたものを作る。

できないと言われればやりたくなるのは研究者の性質です。褐炭は、従来の技術ではコークスになりません。なので、製鉄用コークスの原料炭としては見向きもされません。原料炭は加熱する過程で軟化、熔融します。つまり液相(半液相)を経て強い塊＝コークスになります。褐炭は全く軟化しません。ですが、熱分解が起こらない程度($\sim 200^\circ C$)に加熱して、そこで機械的圧力を加えると、軟らかくなります。この可塑性に乗じて塊＝ブリケットを作れば、あとは炭化するまで加熱するだけです。褐炭はフェノール樹脂と同様、thermosetなので簡単です。褐炭から作ったコークスの強度は今使われているコークスの数倍です。

バイオマスの話をします。わが国では、ここ10年くらい、バイオマスエネルギー技術(ガス化とか発電など)がたかさん開発、実証されてきましたが、ほとんどのものになっていません。中小規模では安い電気やガス燃料を作れません。いろいろ言われながらも、エネルギーの単価は本当に安い。ASEAN諸国では大規模なバイオマスエネルギープラントはできるかもしれませんが、わが国では当面難しいでしょう。

一方で、バイオマス → 高付加価値のケミカルズや素材・部材は十分にあり得ます。わが国の古紙流通量は1000万トン弱あります。トン価格で2万円くらいです。古紙は化学的には余計なものがついたセルロースなので、高い化成品は工夫すれば作れます。

山から木を持ってくるのは大変です。農地から集めるのも容易ではありません。ですが、インフラをきちんと作れば(政府ガンバレ、デフレの今がチャンス)、年間1000万トンくらいなんとかなるでしょう。地域のシルバー人材と若い人材が農業・林業と融合した地域化学産業で活躍する夢を見ます。化成品は多種多様ですから、中種規模プラントを全国に配位して、生産をシェアできるかもしれません。素材も部材もあります。もっと言えば、バイオマスは我々の健康を支えるサプリとか薬の宝庫です。バイオマス変換をヘルスケアや食品などの地域のサービスと組み合わせる、だとか、住宅などの建築資材・部材の製造、サービスと結びつけるとか、バイオマスの付加価値を高め、雇用を生み出すシステムをどうやって作れるか、バイオマス地域にブランドは作れるか?等々考える毎日です。わが国の農業・食品関連産業の生産額は100兆円弱、そのうち農業はわずか9.5兆円。なんとかしないと・・・

プロセスのエネルギー原単位を小さくするのは工学の役目です。要素工程の省エネとか、廃熱利用とか・・・。付加価値あたりのエネルギー消費を飛躍的に小さくするのは容易ではありません。ですが、これからは、エネルギー投入ゼロで付加価値を引き上げるアイデアを考えるのもエンジニアの役割になるかもしれません(グリーンアジアの趣旨にぴったり)。

徳島県上勝町のおばあさんたちによる「葉っぱビジネス」をご存知の方は少なくないでしょう。このビジネスの付加価値÷エネルギー投入量は極めて優秀です。工学研究をし、グリーンアジア(省エネルギー&GDP増大)に携わる一人としては負けてはいられません。