

—セルロース系バイオマスの利用—

工業技術センターでは、バイオマス利用技術の高度化を目指して、産業系副産物バイオマス（泡盛蒸留粕、糖蜜など）から、食品、医薬品、生分解性プラスチック原料として有用な有機酸などを製造する基礎技術の開発を行っています。前回に引続いて、バイオマスの利用技術に関してのトピックを紹介させていただきます。第2回目は、セルロース系バイオマスの利用についての紹介です。

はじめに

地球温暖化対策のため、石油などの化石資源に代わって、バイオマスの利用が注目されています。すでに、トウモロコシやサトウキビなどを利用して、年間2000万KL以上のバイオ燃料が生産され、自動車の燃料等に用いられています。しかし最近、経済危機や食料価格の高騰により、飢餓人口が急増していると国連食糧農業機関(FAO)は報告しています。

そこで、食糧と競合しないバイオマスとして、草や木のセルロース系バイオマスを効率的に利用するための技術開発が盛んに行われています。

生物に学ぶ草木の分解

野山の枯れ木は、キノコや微生物に分解されて自然界の循環に入りますが、一部はラジカル反応等により、生分解しにくい化学物質へ変換されます。

一方シロアリは、セルロース質の餌をクチクラで覆われた白のような粉碎器官で細かくしてから、後腸にいる原生動物や微生物、あるいはシロアリ自身のセルラーゼで分解し消化しています。また、ウシやヤギなどの反芻動物に食べられたセルロースは、白のような歯ですり潰されてから、巨大な第一胃(ルーメン)に送られます。ルーメンで種々の微生物により分解され細かくなってから、口腔に吐き戻されて、再び臼歯ですり潰され、消化されていきます。

シロアリや反芻動物は、機械的な分解と微生物・酵素など生体触媒による分解を巧みに組み合わせて、セルロースに富む餌を分解、消化していることが理解できます。

セルロース系バイオマスの利用技術

シロアリや反芻動物に学び、多くの技術が提案・開発されています^{1,2)}。セルロース系バイオマスは、構造や組成が複

雑であり、かつ強靱です。

現在、粉碎処理と微生物・酵素触媒による分解に加えて、生物では不可能な高温下での蒸煮処理や爆砕処理、強い酸・アルカリ処理などの各種の分離・精製技術を駆使し、セルロース系バイオマスをナノレベルにまで処理できるようになってきています。ナノオーダーにまで処理されたセルロースは、表面積が大きく、非晶部分も多いので酵素分解しやすく、また、酵素分解にともなって、結晶部分も順に非晶になり分解が進行するものと考えられます。

今後の課題と展望

現状では、セルロース系バイオマスの利用技術は、糖蜜(砂糖)や澱粉に比べて、生産性が極端に低く実用化の壁はまだ高いと思われます。すでに、欧米では、バイオ燃料について、実際の二酸化炭素削減効果があるのか、開墾・原料栽培・生産・輸送を含めたライフサイクルアセスメントで評価し、食糧競合の回避や生物多様性の保全も考慮して、一定の持続可能性基準を設定することが進んでいます。

21世紀のグリーン産業を目指し、化石資源に代わって、太陽光、風力、バイオマス等の再生可能資源を利用した技術開発が注目されています。自動車では、石油を使う内燃機関からスマートグリッド技術に支えられた電気自動車への移行速度を各国が競っています。今後、バイオマス利用技術についても、バイオ燃料からバイオ素材へ研究開発の重点が移ることが予想されます。(図参照)

参考文献

- 1) 遠藤貴士、バイオ燃料を木材からナノテクで生産する、Synthesiology, 2 (4), 310-320 (2009)
- 2) 石川一彦、バイオマスの有効利用—セルロースからのエネルギー生産、高分子, 59 (6), 412-413 (2010)

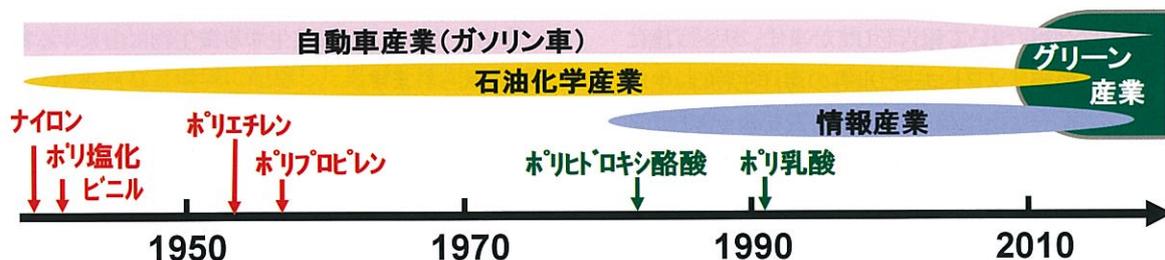


図 自動車産業と石油化学産業が栄えた 20 世紀からグリーン産業の 21 世紀へ