

特集

循環型社会を支えるラクテートインダストリーの
新たな研究潮流

特集によせて

酒井 謙二^{1*}・谷口 正之²

再生可能な資源であるバイオマスを用いた持続型物質生産システムの構築は、資源の有限性の問題と共に炭酸ガス排出抑制の観点からも危急の課題である。ここにおいて、生物材料の変換技術としてのホワイトバイオテクノロジーと環境負荷低減を目指したグリーンケミストリーが融合することで化成品の生産を目指す、トータルシステムとしてのバイオリファイナリーは早晚重要な産業となると思われる。

乳酸を重要な基幹化学物質の一つとして捉え、ラクテートインダストリーとして化成品生産の体系化を石崎（九州大学名誉教授）が提言したのは1996年である¹⁾。グルコースを基質とするホモ乳酸発酵の場合、曝気の要らない嫌気下で乳酸を蓄積しCO₂を発生しない、分子は解裂するのみで炭素の酸化還元は起こらず、燃焼エンタルピーの9割以上が分子内に固定される、などグリーンケミストリーとしての乳酸発酵は理にかなっている。この軸をなすポリL-乳酸の基本的製造技術が本会において技術賞を受賞してからおよそ10年を経過した²⁾。アルコール発酵と組み合わせることで、バイオリファイナリーに組み込んだり、生ゴミリサイクルの基軸として農・工のシステム化を図ろうとするアイデアも論じられている³⁾。すなわち、ラクテートインダストリーは日本型バイオリファイナリー実現のための試金石である。

グリーンプラスチックとしてポリ乳酸が注目されている理由は、原料が再生可能な生物資源由来で焼却された場合に排出される二酸化炭素は「カーボンニュートラル」であること以外に、製造に必要なエネルギーが微生物ポリエステルなどに比べて低い点である⁴⁾。出発原料はバイオマスであっても、その収集運搬と変換プロセスなどで従来法に比べて化石資源由来エネルギーを過剰使用しCO₂を発生する場合にはトータルではむしろネガティブになってしまう。また図1に挙げたように、ポリ乳酸プラスチックが石油由来の汎用プラスチックと拮抗するためには、原料の選定、各製造プロセス改良、出口製品の広がり、リサイクル、そしてシステム化に関連した多くの課題と新たな開発要素を含んでいる。本特集では、ポリ乳酸プラスチック生産の各プロセスに関連した新たな研究潮流について、6編の記事を頂いた。

乳酸発酵の動向と好熱性乳酸生産菌の利用法について酒井が、安価な培養窒素源としての副生成物、廃棄物の利

用などについて平田が論じている。また、現在実行されている乳酸の工業生産プロセスについて谷口が紹介している。プラスチック素材としてのポリ乳酸は長所、短所のいずれも抱き合わせているが、コンポジット化やコンプレックス化による特性改良研究について山根が、その特性をろ材や膜に利用して機能性を追求した例を田中・谷口が紹介している。これら物性改良や出口製品の機能・用途開発は、素材・製品の需要増による製造規模拡大をもたらし、低価格化にもつながるものと期待される。開発当初、生分解性プラスチックとして喧伝されたポリ乳酸ではあるが、生分解特性の制御と利用法はいまのところ限定的である、むしろ「循環プラスチック」としての概念を構築してケミカルリサイクルを促進すべき、というのが西田の主張である。二酸化炭素排出の観点から考える場合、焼却せずに乳酸として固定され工業製品として一定の滞留がある場合には、これも二酸化炭素排出量の減少、すなわち環境負荷の低減につながる。

本特集をきっかけに、廃棄物を含むバイオマス原料からポリL-乳酸を低環境負荷プロセスで製造し、ケミカルリサイクル可能な各種物性のプラスチックを製造するスキームが、持続型化成品生産体系の構築を見据えた研究としてさらに展開されることを期待する。

- 1) 石崎文彬：化学と生物，**34**, 232 (1996)。
- 2) 小原仁実ら：生物工学，**79**, 142 (2001)。
- 3) 酒井謙二：土と微生物，**61**, 103 (2007)。
- 4) Gerngross, T. U. *et al.*: *Sci. Am.*, **283**, 37 (2000)。

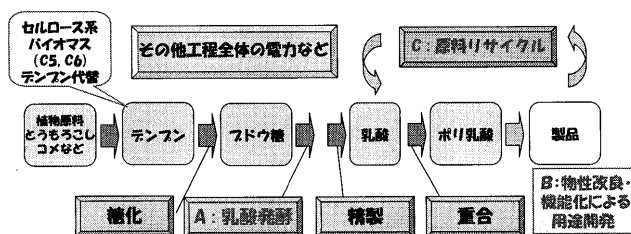


図1. ポリ乳酸の生産工程と技術課題. (A) 乳酸発酵（好熱性乳酸菌の利用，安価な副原料の利用，工業プロセスの開発），(B) 物性改良（コンポジット・コンプレックス化，ろ材・膜への利用），(C) ケミカルリサイクル（循環プラスチック）。

* 著者紹介 ¹九州大学大学院農学研究院（教授） E-mail: kensak@agr.kyushu-u.ac.jp

²新潟大学工学部（教授）