

大会
シンポジウム

バイオマス糖化技術の新展開

高橋 治雄¹・神谷 典穂²

セルロース系バイオマスからバイオ燃料やポリマー原料を得るいわゆるバイオリファインリーの構築のためには、いかに低エネルギー・低コストでバイオマスを糖化できるかに成否がかかっている。これを実現するためには従来の延長上では難しく、ブレークスルーが可能な先端技術の開発が必須である。本シンポジウムでは、イオン液体を用いた前処理技術や酵素の新たなソースとしてのシロアリ、また最新のセルロース分解酵素の進化技術やモジュール集積化技術などの将来の大きな可能性を秘めた先端技術にスポットを当てた総合討論の場とすることを目的に企画した。

「モジュール集積化によるセルラーゼの高機能化：抗体工学的発想による新奇セルラーゼ開発」と題した講演で梅津光央（東北大学）らおよび豊田中央研究所の研究グループにより、抗体工学で培った、タンパク質分子をフラグメント単位で機能ユニットとして捉え直し、それらユニットを遺伝子組換え技術などにより積み木細工的に分子設計する発想・技術をセルラーゼに応用した結果が報告された。東北大学の研究グループは、これまでに抗体分子をフラグメント化し、それらを自在に積み木細工的にボトムアップデザインすることによって抗原結合サイトを多価に持つ組換え抗体をデザインし、抗原提示細胞への接着強度の累乗的向上達成や異なった抗原に結合するサイトを同一分子に持つ抗体デザインによる異種細胞連結に成功している。本報告では、ボトムアップ設計技術をセルラーゼに応用し、結合機能ドメインと触媒ドメインのモジュール単位に分割調製されたセルラーゼドメインをアビチンやナノ粒子を用いて3次元的モジュール積層することによって、セルラーゼの糖化活性が飛躍的に向上することが示された。

「イオン液体の活用によるセルロース前処理と酵素糖化の同時促進」と題した講演で神谷典穂（九州大学）らおよび豊田中央研究所の研究グループにより、イオン液体を用いたセルロースの前処理と酵素糖化に関する検討が報告された。特に、水-イオン液体共存系での1ステップセルロース糖化反応において、体積比で20%程度イオン液体が共存する条件下においても水系での酵素糖化の約2倍程度の効率で糖化が進行することが明らかにされた。異なるアニオン種を有するイオン液体を用いた基礎検討結果から、本系は種々の親水性イオン液体について適用可能なことが示され、特に、リン酸系アニオンを有するイオン液体の利用価値が高いことが報告された。一方、実バイオマスを対象とした検討においては、アニオンとして酢酸アニオンを有するイオン液体を用いた検討

結果が紹介された。実バイオマスはイオン液体の短時間処理により結晶構造は破壊されるがほとんど溶解しないことから、イオン液体前処理によるセルロースの糖化促進とイオン液体の分離が可能な点に優位性があることが報告された。

「バイオマス分解関連酵素の分子進化による高機能化：オーダーメイドバイオマス分解酵素群設計へ」と題した講演で今村千絵（豊田中央研究所）らにより、バイオマス分解酵素の高機能化手法の開発と、改変例について報告がなされた。セルロース糖化コストの低減に向けて、酵素の生産量や質の向上などが必要である。酵素の質としては、分解効率が高いことはもちろん、酵素反応場への適合が求められる。そのため、いかに多種多様の選択圧をかけてスクリーニングを行えるかが、種々の条件に適合した高機能化酵素取得のキーである。大腸菌由来無細胞タンパク質合成系を最適化することでS-S結合を10個程度持つCBH他、各種バイオマス分解酵素の活性型での生産に成功した。改変手法SIMPLEX (single-molecule-PCR-linked *in vitro* expression) へ応用することで、各種選択圧下でのスクリーニングを可能とした。本法により、バイオマス分解酵素 (BGL, EG, CBH, MnP) の分解活性の向上、反応場 (酸性、培養温度、乳酸や過酸化水素存在下) に適した酵素への改変に成功した例が報告された。

「シロアリ共生系の超高効率木質バイオマス分解系に学ぶ：その包括的戦略」と題した講演で守屋繁春（理化学研究所）らおよび豊田中央研究所の研究グループからは、機能オミックス解析とでも言うべきコンセプトに基づいた下等シロアリ共生系の機能研究を行った結果が報告された。下等シロアリの共生原生生物群は、培養が困難であるために従来の解析手法が適用できなかったが、メタトランスクリプトーム解析による培養を介さない網羅的解析を行うことで、シロアリ共生系に共通して発現・機能している5種の糖質加水分解酵素群が存在することが明らかにされた。さらに、それらのうち解析が進んでいる分子種に関してはいずれも文献値の5-10倍、実際に酵母で発現して比較した場合でも2倍以上の高活性が示されたことが紹介された。また、配列情報によらないマルチオミックス解析法によって新たにリグニンと糖質を分離する活性が期待される因子が得られたことも紹介され、今後、植物バイオマスからのバイオ燃料生産において低コスト化・高効率化を推し進める新たなリソースとして期待されることが示された。