

応用糖質科学と関連糖質産業

九州大学大学院農学研究院 特別顧問 貝沼圭二



1. 近代澱粉科学の進歩

日本の近代澱粉科学の歴史は二国二郎編「澱粉化学」(1951)に端を発したといっても過言ではない。この本の緒言において二国氏が述べているように第二次大戦中の1940~2年の間に世界の澱粉科学は驚異的な発展をした。「澱粉化学」は、研究情報の鎖国時代のギャップを埋めるべく世界の動きを的確に紹介することを目的に編集された。澱粉の構造だけを考えても、K. H. Meyer は澱粉の二成分に Amylose という低分子で温水抽出される成分とより高分子の粘度の高い Amylopectin という成分があることを明らかにした。更に Amylopectin については、 α -1,4 グルコシド結合と α -1,6 グルコシド結合からなる Meyer モデルを提案した。このモデルは1960年代後半の二国による房状構造、1970年代初めの D. French による Cluster モデルによって書き換えられるまで続いた。また1941年に T. J. Schoch はアミロース(彼は直鎖区分と呼んでいた)を n -ブタノールで選択的に沈殿させるアミロースの分画法を発見した。本人は、「偶然の発見」と話していたが、これが現在も使われている Schoch のアミロースの分画法の原点である。1941年 R. Bear & D. French はアミロースは6個のグルコースがヘリックスを形成している可能性を提案した。このシングルヘリックスは天然高分子のヘリックス構造として初めての例で、多くの研究者がマイナーな修正を行ないながら、1972年に Kainuma & French がダブルヘリックス構造を提唱するまで続いた。また1939年 K. Freudenberg は、シャルジンガーデキストリンが環状物質であることを証明した。更に French & Rundle (1942) は X 線回折によってこの物質を構成するグルコースの残基数を明らかにした。この頃からシャルジンガーデキストリンはサイクロデキストリンと呼ばれるようになった。まさに澱粉科学のルネッサンスとも言うべき数年間であった。

情報鎖国状態にあった我が国の澱粉科学を先進国の澱粉科学に追いつき、更に「デンプンハンドブック」、「澱粉科学ハンドブック」、「澱粉科学の事典」と澱粉に特化した専門書を出版してきた二国二郎氏を頂点とした鈴木繁男氏、中村道徳氏ら先駆者の偉業に敬意の念を禁じえない。このようにして高まってきた澱粉基礎科学の蓄積が、我が国を新規糖質産業創出の時代へと導いていった。

2. 日本における糖質関連酵素の研究

日本の酵素産業は微生物起源の消化酵素剤「タカジアスターゼ」の発見者である高峰譲吉が米国に設立したタカミネ・ラボラトリーに端を発する長い歴史を持つ産業である。酵素産業の発展については、優れた解説書「日本酵素産業小史」(日本酵素協会編 2009)に詳細に纏められている。

糖質関連の酵素利用が国家的な課題解決に初めて貢献したのは、1955年に始まる北海道の馬鈴薯澱粉工場の大規模化に伴う馬鈴薯澱粉の生産、更に南九州における甘藷澱粉の生産が需要を大きく上回り、政府手持ちの滞貨澱粉が1960年には30万トンに達した時代に遡る。これは当時の澱粉の年間需給の30%にも及ぶ量で社会問題にまで発展した。国内産澱粉の新規用途開発を討議する農林大臣の諮問機関として「澱粉調査会」が設置され、1959年に甘味資源の自給力強化対策が閣議承認され、国家レベルで産学官の研究協力体制が出来た。

澱粉の完全酵素糖化に果たした小巻利章氏、辻阪好夫氏・福本寿一郎氏の業績は広く知られているところである。我が国の研究の対象が甘藷澱粉で酵素糖化法に有利であったことを除いても一挙にコーンスターチをベースにした米国の糖化産業を抜いた技術の完成は記憶に留めるべきことであろう。

この技術が基礎となり、日本で酵素糖化によるブドウ糖産業、更に続く異性化糖産業、近年のオリゴ糖・糖アルコールなどを中心にする新規糖質産業が次々に誕生して世界の中でも特異な発展を遂げてきている。この間「食品産業バイオリクター研究組合」に始まるバイオテクノロジー研究組合やそれに続く研究コンソーシアムなどの政府の施策も大きく貢献した。

3. 応用糖質科学と新規糖質関連産業の創出

1995年米国の Starch Round Table (サンアントニオ市) において、筆者が「日本における新規糖質産業の創生」を講演した後の Whistler 教授のコメントは興味深い。「日本における酵素研究の層の厚さとレベルの高さ、基礎研究を迅速に産業化できる産学官の連携のよさ、更には天然多糖類の分解物に対する安全性の考え方」をあげた。かなりの部分は的を射ていると思った。

1952年に誕生した澱粉工業学会は後に、日本澱粉学会、更に日本応用糖質科学会と名称を変更しながら、常に澱粉・関連糖質の基礎科学と応用科学の結節点として活動してきた。また車の両輪と目される「澱粉研究懇談会—スターチラウンドテーブル」は本年創立 50 年を迎える会員制の研究会であるが、知識及び人的交流の場を提供し、新規糖質産業のインキュベーターの役割を演じてきた。

このように、澱粉を中心とする応用糖質の基礎科学が、日本においてレベルの高い研究から生まれた糖質関連酵素と出会い、世界に類のない新しい糖質産業を創出してきた。

4. Taylor Made Carbohydrate Industry への夢

1991年当時農林水産省バイオテクノロジー課に在籍していた筆者は、当時の科学技術庁、通産省、厚生省のバイオテクノロジー担当の責任者と共同で「糖鎖・糖質工学」の新しい国家プロジェクトを設立した。当時の遺伝子工学、蛋白質工学に続く新しい研究分野への出発であった。約 20 年が経過し、糖鎖研究、糖質研究において一定の成果を挙げてきたものと思う。その後、この分野では微生物、植物のゲノム解読の大きな発展があった。当時は、想像も出来なかった植物に必要な遺伝子を導入して Taylor Made Carbohydrate の生合成が可能な時代に到達したと思われる。これからの新しい糖質関連産業の一つの方向であると考えている。

参考文献：

貝沼圭二：日本における応用糖質科学の発展 日本農業研究所報告「農業研究」第 15 号，
1-14. (2002)

貝沼圭二：糖質と酵素の出会い FOODS & FOOD INGREDIENTS JOURNAL, OF JAPAN
No. 178, 2-3. (1998)

貝沼圭二：「糖質工学の志向するところ」バイオサイエンスとバイオインダストリー
Vol. 48, 955-956 (1990)