

特集「環状・包接化合物～さまざまな分野で活躍する粉～」を企画して

特集担当編集委員 高井 千加、根本 源太郎

本号の企画ではシクロデキストリンを始めとする環状・包接化合物に関する特集としている。ここではこの物質の特性を紹介する前に、そもそもデキストリンとは何か、から始めたいと思う。

デキストリンを調べてみると「デンプンを酸またはアミラーゼで加水分解するとき反応の中間過程（デンプンミセルの崩壊過程）で得られる種々の重合度の分解生成物（分子やミセル）の混合物をいう。糊精ともいう。（理化学辞典 第4版）」と解説されているが、これでもまだその概要が今一つ明確になっていないように思う。この「デキストリン」を見た記憶がない方もおられるかもしれないが、実は知らず知らずのうちに使用しているごく身近な白い粉体である。

こちらにはその一例として、さっとお湯に溶ける粉末緑茶の成分表を示しており、2番目に「デキストリン」との記載がある。

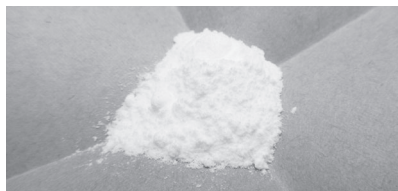
（粉末緑茶の成分の一例）

成分表 緑茶、デキストリン/酸化防止剤 (ビタミンC)

このようにデキストリンとは一般的に使用されている物であり、この他に食品関連ではトロミなどを増すための増粘剤、形状保持、粉体食品の乾燥を容易にしてサラサラの状態を保つための乾燥助剤、食品内の成分の分離防止などさまざまな用途に使用されている。さらに、具体例を挙げるとカレーのルーやハヤシライス、スープ・シチュー、筒状の容器に入った成型ポテトチップス、三角の形のトルティーヤチップスのスナック菓子などとなっている。

デキストリンはDE（dextrose equivalent）と呼ばれるデンプンの糖化（分解）の度合いを示す数値により粉飴、マルトデキストリン、デキストリンに分類され、さらにそのデキストリンが環状に結合したものが今回のテーマの一つとなっているシクロデキストリンである。

このシクロデキストリンは、写真に示したような白いサラサラした粉体である。その立体構造は底の抜けたバケツに例えられることが多く、構造の内部に他の物質を取り込むことで特異的な性能を発揮している。この粉体も実は生活に密着した身近な粉体であり、誰もが使用したことのあるチューブ入りのワサビや、除菌作用のある芳香剤に含まれている。下記の成分表例を参照いただきたいのだが、「トウモロコシ由来消臭成分」がまさにシクロデキストリンである。簡単に解説すると、予め香气成分を構造内に包接させておき、その香气成分が抜けた後に臭い成分を内部に取り込むことで芳香作用、消臭作用を発揮するものである。



（衣類・布製品用消臭剤の成分の一例）

成分表 トウモロコシ由来消臭成分、除菌 成分（有機系）、香料

近年ではこのシクロデキストリンに代表される環状・包接化合物の開発が進み、さまざまな分野においてその用途が広がっている。難溶性薬物の可溶化、苦み成分の捕集、抗酸化作用、コレステロール除去など幅広い応用が期待され、既に実用化段階にある研究も多い。さらに環状構造中に他の直鎖状物質を通すことで滑車効果と呼ばれる効果を利用して、樹脂に対して優れた弾性や復元性を付与する研究も行われ、実用化されている製品もある。

本号では、小さいけれどユニークで高機能を有するこの粉体とその応用展開について紹介する特集とした。まずシクロデキストリンに重点を置きその一般的な特性を解説いただき、続いて個々に技術適用例を紹介して、この環状・包接化合物の特性や適用例を諸先生、専門家の方々に執筆いただいた。

日本食品化工(株)の和田幸樹氏には「シクロデキストリンってなに??？」と題してシクロデキストリンの一般的な構造、特性、製造法などについて紹介いただき、食品から医薬・工業用途などの幅広い適用例について紹介いただいた。

(株)シクロケムバイオの石田善行氏には「食品分野におけるシクロデキストリン（環状オリゴ糖）の利用」と題して食品分野におけるシクロデキストリンの物性および機能を利用した例を紹介いただいた。食品分野で安定性の向上、水溶性の向上、粉末化、徐放性の向上、異臭低減や吸収性の向上などに使用されている。

熊本大学の石塚洋一氏、山田侑世氏、近藤悠希氏、入江徹美氏には「シクロデキストリン誘導体を利用したニーマン・ピック病C型治療薬の開発研究」と題して、薬効成分としてのシクロデキストリン誘導体を用いて患者への臨床応用・臨床試験が進行しているニーマン・ピック病C型に関する研究について解説していただいた。

熊本大学大学院の小野寺理沙子氏には「薬物をがん細胞選択的に送達させるための製剤設計」と題して、優れた製剤素材あるいはそれ自身を医薬品化合物として利用するなど用途が広がっているシクロデキストリンを基盤分子とした抗がん剤キャリアおよび抗がん剤への応用について、研究例を中心に解説いただいた。

愛知学院大学の小川法子氏には「シクロデキストリン包接複合体固体の構造解析評価」と題してシクロデキストリンの包接複合体の単結晶 X 線結晶構造解析について解説いただくとともに、非晶質固体の構造解析について例を挙げて詳しく紹介いただいた。

東京大学大学院の前田利菜氏、上沼駿太郎氏には擬ポリロタキサンによる包接錯体結晶、特にナノシート状結晶に着目して研究されている。「シクロデキストリンと高分子化合物の包接錯体からなる単層剥離ナノシート」と題して高分子化合物特有の性質を利用して得られるナノシート状の結晶に関する研究例を紹介いただいた。

(株)サイディンの弘津辰徳氏には「無限の可能性を切り拓くシクロデキストリン誘導体」と題して、より高付加価値なシクロデキストリン誘導体の開発に向け研究を進められているその状況を紹介いただき、副作用の少ない抗がん剤療法を構築やタンパク質性薬物の製剤特性を改善するといった機能を有する誘導体について紹介いただいた。

シクロデキストリンを代表とする環状・包接化合物はエレクトロニクス、ロボット、医療、農業など幅広い分野の応用展開が考えられる。また、ナノシート材料にとどまらず、高分子化合物の包接錯体が形成する結晶構造を利用した3D プリント材料や力学物性スイッチング材料も近年注目を集めており、特殊な性質を生かした材料は今後ますます発展すると予想される。

多くの読者にとって、本特集が高機能粉体へ興味を持つきっかけとなれば幸いである。