

クロマト分離・精製用樹脂及び 酵素固定用樹脂について

ピュロライト(株) テクニカルサービスマネージャー 伊藤 正義

はじめに

クロマト技術は、食品製造プロセスに適用される分離・精製技術の一つである。クロマトに用いられる充填剤には、シリカ系の無機の粒子の他に、直径約0.1~1mmの合成樹脂の粒子を用いることもある。合成樹脂をそのまま分離剤として活用する場合もあれば、イオン交換機能や吸着機能を表面に付加させて用いる場合もある。また合成樹脂はクロマト分離・精製だけでなく、固定化酵素と呼ばれる酵素を表面に固定させる担体にも応用される。本稿では、クロマト分離・精製用と酵素固定用の合成樹脂について紹介する。

1. クロマト分離・精製用樹脂

移動相である液体に含まれる混合物質(溶質)を、固定相(樹脂)との親和性の違いを利用して分離する技術がクロマトである。多くの場合は、樹脂を充填した円筒形の容器(カラム)に混合物を含む液体を通し、カラム出口からのそれぞれの物質が流出するときの時間差で分離している。食品産業では、主に天然物や酵素反応生成物などから目的物質を分離するプロセスや、有効・有益物質以外の不純物を除去する精製プロセスに用いられる。

ピュロライト社製「Chromalite®」は、幅広い粒径範囲と官能基の種類を持

つ製品群である(表1)。母材にはスチレンをジビニルベンゼン(DVB)で架橋したスチレン系樹脂を用いており、疎水性・耐圧性ともに高く、逆相クロマトカラムでの使用に耐えうる特性・強度を維持している。

架橋度が低いゲル構造の樹脂は、イオン交換基を付加させたイオン交換樹脂に用いられる。イオン交換樹脂の性能を表す指標のうち、理論的に交換できる総イオン量(当量)が代表的指標であるが、樹脂内部へのイオンの移動速度を左右するゲルの水分含有量も重要である。この二つの指標は架橋度に依存し、架橋度が上がると総交換容量が上がり、水分含有率は低下する。充填層の高さや送液圧力によっては樹脂に高い強度が求められるため、高架橋度の樹脂が選択される傾向があるが、水分含有率の低下による交換速度の低下や、それに伴う分離・精製性能への影響も同時に考慮する必要がある。

疎水相互作用クロマト樹脂は、官能基を持たないマクロポーラス構造のポリスチレン系を母材とする疎水性樹脂であり、主に高分子タンパクや天然混合物の分離・精製に用いられる。樹脂の粒径が比較的大きく、少ない圧力損失で高流速が得られるため、プロセス用途に適している。溶質の分子サイズが把握できていれば、分離に用いる樹脂のポア径(細孔径)を絞り込むことができ

るが、分子の電荷・疎水性なども併せて樹脂の選択をするのが理想である。ただしこれらのパラメーターを全て考慮して分離性能を予測することは困難であるため、数種類のポア径・比表面積・水分含有率をもつ樹脂をスクリーニングして分離挙動を確認するのが一般的である。

2. 酵素固定用樹脂

酵素は触媒機能を持つタンパク質の一種であり、また一定の環境条件で特定の物質(基質分子)にのみ選択的に作用する特徴を持つ。食品産業において酵素反応は欠かせない要素技術であるが、コスト改善のための酵素活性の安定維持と再利用・繰り返し使用を目的として、酵素を樹脂の表面に固定させた固定化酵素が提案されている。粒径0.1mm以上の樹脂に固定した酵素は、簡単なる過操作により酵素反応液から分離することができ、効率的な再利用・サイクル利用が実現できる。また反応生成物に酵素が残留していると、後工程や生成物の品質に悪影響がある場合にも、酵素を簡便に除去できる固定化酵素は有効である。さらに、酵素を樹脂に固定することで、熱や有機溶媒に対する耐性も向上する場合があります。反応における温度設定や溶媒の選択幅が広がる利点もある。

固定用の合成樹脂は、酵素反応中

表1 ピュロライト社製「Chromalite®」製品群

製品群	母材	官能基	製品名 (粒径:µm)		
Chromalite® Anion [陰イオン交換]	ゲル型スチレン系 (架橋度:2, 4, 8%)	-NR ₃ ⁺	CGA50 (35~75)	CGA100 (75~150)	CGA200 (150~300)
Chromalite® Cation [陽イオン交換]	ゲル型スチレン系 (架橋度:2, 4, 8%)	-SO ₃ ⁻	CGC50 (35~75)	CGC100 (75~150)	CGC200 (150~300)
Chromalite® Hydrophobic Interaction(HIC) [疎水相互作用クロマト]	マクロポーラス型 スチレン系	なし	PCG600 (35, 75, 120)	PCG900 (35, 75, 120)	PCG1200 (15, 35, 75, 120)
			AD1 (10, 15)	AD2 (10, 15)	MN (10, 15, 70)
Chromalite® Analytical Chromatography	マクロポーラス型 スチレン系	なし	AD1 (4, 5)	AD2 (3, 5)	MN (3, 5)