



研究室紹介

基礎工学部化学工学科 化学プロセス工学講座

駒 沢 勲*

本講座は昭和62年4月に工業分析化学講座として発足したが、昭和63年の改組に伴ない、化学プロセス工学講座となった。欧米では、化学プロセス工学は化学工学の別称であり、したがって広範な教育・研究の任務をもつことになる。現在、本講座は筆者の他に、久保井亮一助教授、平井隆之助手、豊泉教務職員の4名で構成されている。

化学工学の役割は、昭和20年代半ばまでは単位操作とよばれる物理的操作に関する教育と研究であった。すなわち、目的物質と共存物質の蒸気圧、溶解度、凝固点などの物性値の差異に基づいた、蒸留、吸収、抽出、晶析などを対象とした。現在ではこの役割も大きく変化している。

本講座の研究の方向は、「機能性反応を用いた新規な分離・精製プロセスの開発」であるが、長期的には、化学工学科の中核の講座としての立場から、「新しい単位（分離）操作の体系化」を目的としている。現在は、次のようにバイオ関連から金属類まで対象としている。

1) 新規な原理に基づく生理活性物質(蛋白質、酵素など)の工業的な分割・精製技術

これは、有機溶媒には溶解しない、または接触すると変性・失活する蛋白質や酵素などの生体高分子を対象とした、新規な液液抽出法を用いる。すなわち、水性二相抽出 (Aqueous Two-phase Partition, A.T.P) と、逆相ミセル抽出 (Reverse Micelle Partition) を基本とする。水性二相系は、親水性の2種の高分子溶液 (P E

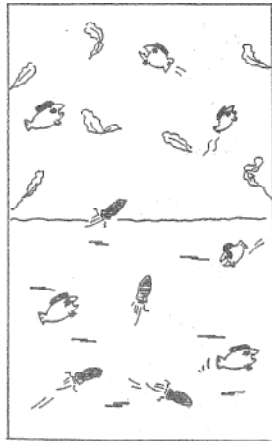
G, ポリエチレングリコールとD E X, デキストラン) または高分子と塩 (リン酸カリウム) で形成される、水-水系の不均一相を利用する。この系は、(I)親水性ポリマーによる生理活性物質の安定化作用のために、常温で、温和な操作が可能であること、(II)2相間の分配平衡の達成が迅速・容易であり、連続化 (流通操作) が可能なこと、(III)ポリマーを目的物質とアフィニティーをもつリガンドで修飾して、特異的な分離・精製法に発展する可能性をもつことなどの特徴がある。この抽出法は1960年代始めにSwedenの生理学者Albertssonによって開発され、その後、北ヨーロッパの生物化学者を中心に研究されてきた。工学的な面からの研究は少なく、特に汎用の技術に発展させるためには、化学工学の観点からの研究が必要であった。

本講座では、物理化学的には、水性二相間の疎水性の差が目的物質の分配係数を支配する主要因子であるとの観点から、(I)二相系 (分離場) の疎水性の評価・測定法、(II)目的物質 (分離物質) の表面疎水性の測定法、(III)分離場の疎水性の制御法 (例えば塩添加効果、ポリマー分子量)などを研究してきた。その結果、これまで、立体効果によるとされてきた多くの現象が、疎水効果によって統一的に説明されることが明らかになった。現在は、図1に示すように、目的物質にアフィニティーをもつリガンドで修飾したPEGによる分配、さらに固体粒子を修飾した水-水-固体系の3相系を用いた高機能化を研究している。これらの基礎的研究の成果の応用として、植物起源のものとして、パパイヤラテックスからのパピンを、動物起源のものとして、豚スライムからのリパーゼの分離・精製をとりあげている。さらに、将来的 (数年後)には、酵素類を相構成ポリマーに固

*駒沢 勲 (Isamu KOMASAWA), 大阪大学基礎工学部, 化学工学科, 教授, 工学博士, 化学工学

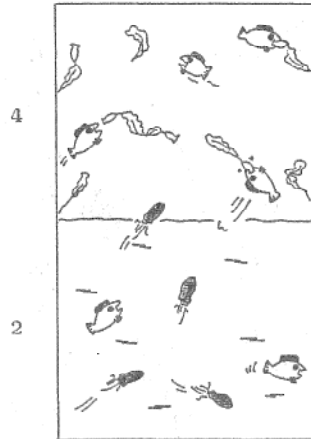
1) 水性二相抽出

水相(PEG)/水相(塩)系



2) アフィニティ水性二相抽出

修飾PEG/塩系



3) アフィニティ粒子懸濁型水性二相抽出

修飾粒子/PEG/塩系

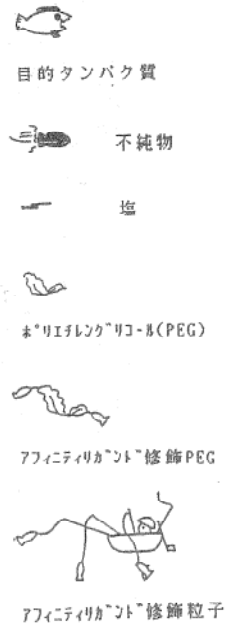
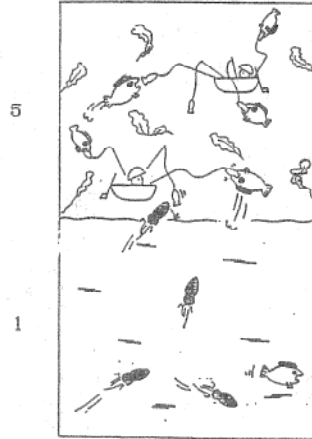


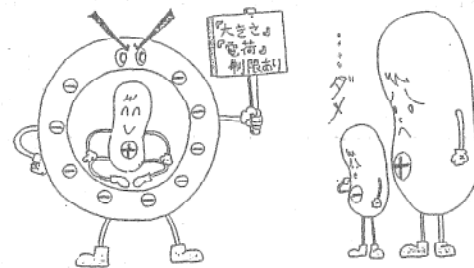
図1 水性二相抽出法によるバイオ生産物の分離・濃縮

定化(修飾)した、液-液系のバイオリアクターとして発展させることを希望している。

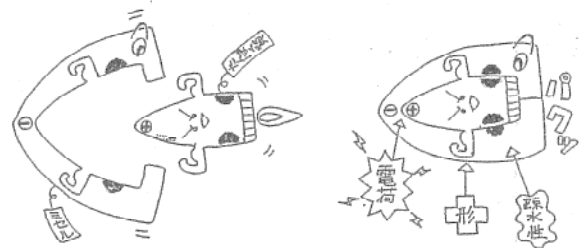
逆相ミセル抽出法は、AOT(ジ(2-エチルヘキシル)スルホコハク酸ナトリウム)のような界面活性剤が有機相内で、その親水基を内に向けて自発的に凝集して生成するナノメートルスケールの会合コロイド(逆相ミセル)への目的物質の可溶化を利用する抽出法である。有機相内に可溶化された生体高分子が、マイクロ水相中で安定化されるため、生物化学の分野では可溶化の手段として用いられてきた。pH、イオン強度(塩濃度)、活性剤濃度などによって、ミセルと生理活性物質の立体的、疎水的相互作用が異なる。図2に示すように、これを利用して、高選択的な分離が可能であることを、数種の蛋白質を用いて示した。アフィニティリガンドでミセル内を修飾できれば、図2(2)に示すように特異的な分離が可能となり、研究中である。逆相ミセルにはこのような分子を識別し、選択する機能とともに、分子を疎水的環境によって活性化する機能がある。この機能を利用して、新規な機能をもつ疎水的反応場として、酵素や微生物のマイクロリアクターとなる。本研究室では、酵素反応と生成物分離を同時に進行させ、反応を高機能化する立場から研究している。

2) 機能性反応と液液抽出法によるレアメタルの分離・精製

金属類の抽出とは、水溶液中の金属イオンを有機相中の成分(抽出剤、抽出試薬)と反応させて、中和または配位によって、親油性の錯体に変換して有機相中に移動させることである。この反応の形態によって、カチオン交換、アニ



1. 物理的相互作用(立体的、静電的相互作用)



2. 特異的相互作用(立体的+静電的+疎水的相互作用)

図2 逆相ミセルを利用した蛋白質の抽出・分離

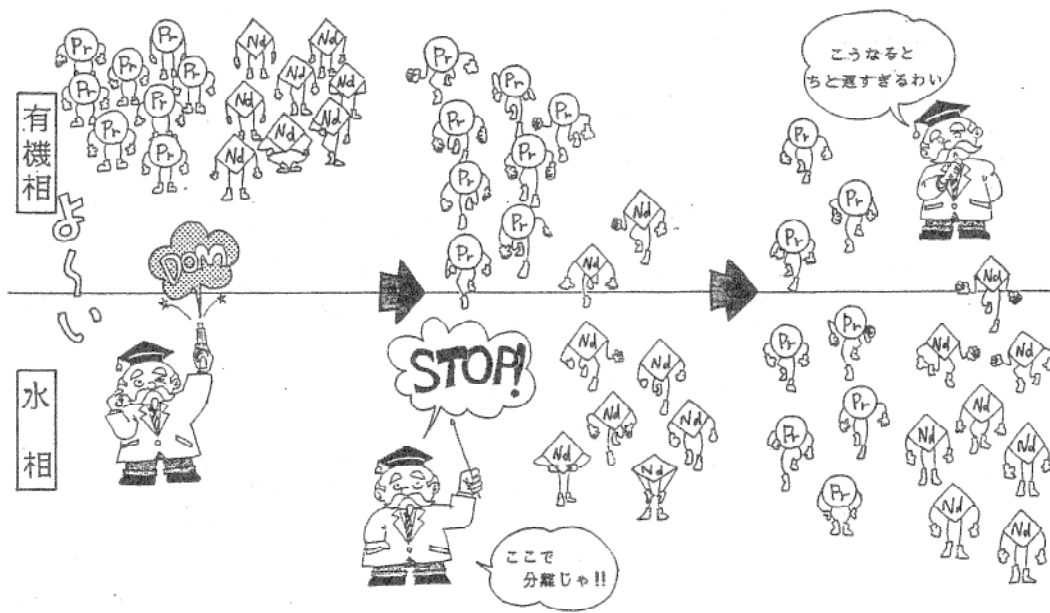


図3 非平衡分離（速度差分離）による分離の促進

オン交換，溶媒和抽出などに分類される。抽出試薬と各金属の錯体の形成しやすさによって，各金属の分離が行われる。この抽出系に機能性反応を加えて，抽出能あるいは分離能を向上させよう。

有機相成分を修飾する方式には，2種類の抽出剤を混合した場合に出現するいわゆる協同効果がある。水相成分を修飾する方式には，共存塩や酸濃度によって金属イオンの状態を変化さ

せるのが一般的である。他に，(I)水溶性錯化剤（アミノポリ酢酸）によって，金属イオンの一部を優先的に安定化（抽出を抑制）し，分離を促進する。(II)酸化還元反応によって，金属イオンの価数を変えるなどがある。本研究室では，希土類元素の相互分離，MoとVの分離，LiとNaの分離などを実施した。さらに，図3に示すような非平衡状態を利用した分離プロセスを研究している。

革新・改良
要

最適化
要

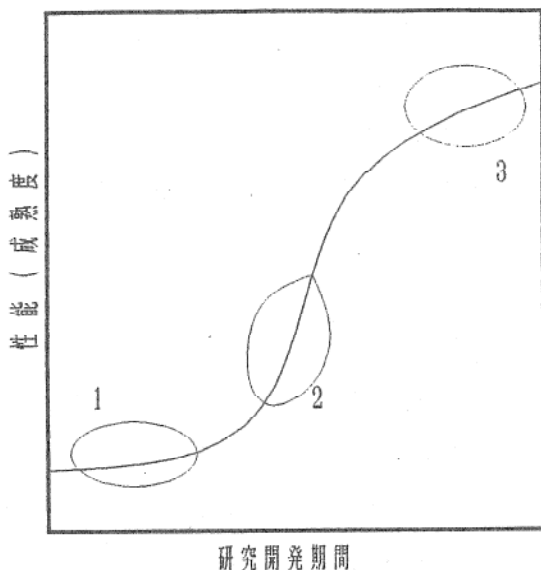


図4 各種分離操作の性能と研究開発期間の関係

3) 分離操作の合成によるプロセスの開発

既存の分離剤（機能性樹脂，抽出試薬など）と分離技術を組み合わせて，大量の夾雑物質中の有価の希薄成分を選択的に分離・回収するプロセスの構成も研究の一環である。産業廃棄物としての石炭フライアッシュや製鋼ダストからのGaやBなどのレアメタルおよびFCC廃触媒からの希土類元素の分離・回収プロセスである。発生量と形態（含有量，夾雑物質など）から，適切な浸出剤による浸出と，これにつづく機能性樹脂による選択的吸着と溶離を出発点としている。

各種の分離技術の技術としての性能（成熟度）と研究開発期間の関係は図4のようになるといわれている。すなわち，開発されて間がない技術には，技術そのものへの革新・改良が必要で

あり、蒸留操作のように研究開発の歴史の長いものには、技術としての成熟度も高いので、さらに最適化が必要である。本研究室の内容を分類すると、上記の1は図4の左下に、3は右上に、2は中間に位置していると考えられる。

おわりに

上記の研究は、1988～9年度の日本学術振興

会の国際共同研究事業（日本側代表、本学情報工学科 樺田栄一教授、外国側代表、英国バーミンガム大学 A. ニーナウ教授）に採択された。また、1990年度よりBritish Council の Collaborative Reserch Project に採択され、バーミンガム大の生物工学センターのスタッフとの共同研究が行われている。附記して感謝いたします。

