

M125

環境分野における晶析工学の展開

(早大・理工) ○ (正) 平沢 泉*

1 環境分野と晶析工学の境界

環境晶析 (Environmental Crystallization) は晶析工学の概念を環境分野に適用する考え方¹⁾であり、その考え自体は、排煙からの亜硫酸ガスの除去 (硫酸カルシウムの回収) などに代表されるように必ずしも新しいものではない。しかしながら、従来の環境浄化の思想は、どちらかと言えば、排水あるいは排ガス中に含まれている有害成分を一括して、汚泥 (固体) の形で除去し、それらは乾燥、あるいは焼却後、埋め立て処分するものであった。20年前に、リン酸カルシウムの晶析法を利用した排水中のリン酸塩回収プロセスの開発を行ったが、その当時反響はあったが、実用化には至らなかった。しかし近年、環境浄化の思想が、再生不可能資源の有効利用、および価格高騰を背景に、物質回収 (リサイクル) に重きをおいた視点へと変遷しつつある。ここでは、一括除去から対象成分を選択的に除去・回収するための分離操作の組み合わせが鍵を握っている。各種単位操作の中で、比較的高純度の固体を高い生産性で生成できる晶析操作に対する期待は高まっていると言える。その方向を、結晶を生産する工程での展開と、環境浄化のための展開に分けて考える。

2 分離工学としての晶析工学

晶析は、平衡分離、拡散分離に位置付けられ、液相からの晶析では、対象成分の濃度状態と、その操作条件の固液平衡関係の差を推進力に、液相中の目的成分が固体という新しい相を形成しつつ、平衡濃度に至ろうとする。平衡関係にしばられる点は、他の拡散操作と同様であるが、固体 (品質、非品質) という新しい相が生成し、また装置内で滞留する間に、固体が成長 (体積、表面積、粒径)、高純度化する点が、他の操作と大きく異なる点である。このことが、物質回収に適した特徴になっている。すなわち、目的成分を含んだ液を晶析処理することにより、目的成分が除去 (分離) された液相と、成分が固体の形で濃縮された相に分離できることになる。一方、他の拡散操作では、成分が除去された液相と、濃縮された液相に分けることができるが、濃縮した相の処理を考えなくてはならない。

もちろん、その成分を固体にするためのエネルギーや薬品費が、許容の範囲を超えるものであれば晶析を適用してはいけな

3 環境晶析の適用

(1) 環境にやさしい生産システムの確立

生産工程内晶析：濃度高い、不純物少ない生産工程に近い所に晶析工程を設け、粒径の大きい品質のよい結晶を選択的に生産、あるいは、結晶の生産工程で、所望の粗大結晶を得ることで、洗浄剤の使用量 (排水量の削減)、乾燥に要するエネルギーや、環境負荷の削減に寄与できる。

(2) 物質循環型環境浄化システムの確立

排水特性：濃度薄い、不純物多い排水を対象に、晶析を適用し、選択的除去/回収を行う。必要に応じて、他の濃縮操作と組み合わせ、除去回収。講演者と企業は、半導体フッ素含有排水を対象としたフッ化カルシウム晶析法を開発・実用化し、実装置が稼働中で、内3機がフッ化カルシウムを循環回収している²⁾。また、下水を対象としたリン酸排水の除去プロセスとして、消化槽内 MAP (リン酸マグネシウムアンモニウム) 晶析法を、企業と開発中で、パイロット試験を完了している³⁾。

(3) 廃材の再利用 (リサイクル)

廃触媒からの、貴金属回収、めっき老化液の再生 (有価金属回収) など、金属資源の回収を利用している。また、演者と、核燃料サイクル機構、三菱マテリアルは、放射性廃棄物からウラン、プルトニウムを分離精製するプロセスとして、晶析法を提案し、実用化への検討を進めている。微量に金属を含んだ廃リン酸から、高純度リン酸を結晶化させる技術も検討されつつある。

4 まとめ

資源価格の高騰も相まって、様々な未利用資源の回収について、晶析法の検討が進められている。晶析法は、低コストで、純度の良い製品が、回収できる可能性を有している。排水、廃棄物を対象にする場合、多種多様な不純物が存在し、対象成分をどのように選択的に晶析し、また必要に応じて、精製操作を適用していくのがプロセス設計の鍵になる。

[引用文献] 1) Sharrot et al, Chem. Engineering Research. & Design, 74, 732-738 (1996), 2) 明賀春樹、最近の化学工学 53, 47-52(2001), 3) 島村和彰 他、化学工学論文集、35 巻、第 1 号、127-132 (2009)
Tel 03-5286-3215、Fax 03-3208-6896
E-mail izumih@waseda.jp