

廃棄物から微量の白金族元素を回収するシステムを開発

家電や工業製品に含まれる有用な資源を活用すべく、「都市鉱山」からのリサイクルが注目を集めています。都産技研は、従来廃棄していた白金族元素回収後の廃液(以下、回収後廃液)に含まれる低濃度の白金族元素を回収するシステムを開発(特許出願中)。実用化に向けて研究を進めています。バイオ応用技術グループ 梶山 哲人 グループ長に開発経緯や今後の展望について聞きました。

回収後廃液に含まれる低濃度の白金族元素を効率良く回収

白金族元素はルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金の6元素の総称です(図1)。酸化や腐食の影響を受けにくいことから、貴金属に分類されています。このうち、白金やパラジウムは自動車排ガス触媒や電子デバイス部品などさまざまな製品に使用されており、循環型社会を構築していく上で必要不可欠な元素といえるでしょう。

しかしながら、白金族元素の多くは海外で採掘されており、必ずしも供給が安定しているとは限りません。廃液物などからのリサイクルは行われていますが、回収後の廃液にも低濃度(10 ppm オーダー)の白金族元素が残されたままなのが現状です。より回収効率に優れた乾式

法によるリサイクルプロセスも存在しますが、大規模な設備を必要とするため、広く実用化されるには至っていません。

「都市鉱山」という宝の山から効率良く白金族元素を回収すべく、バイオ応用技術グループでは低濃度の白金族元素が含まれる酸性溶液から、白金とパラジウムを回収する新規分離回収システムを開発。各種分離材を充填したカラムを連結させて、白金族元素の回収と分離を一度のリサイクルプロセスで行えるものです。

白金族元素だけを回収しそれぞれの金属に分離ができる

白金族元素は同族金属間の化学的性質がよく似ており、完全な分離が難しいという問題がありました。電解法、蒸留法、溶媒抽出法など多くの手法が開発され、

現在では白金族元素の相互分離が可能となっています。私たちが着目したのは、溶媒抽出法で用いられるジチゾンです。ジチゾンは白金族元素を選択的に捕集することができるのですが、溶媒への溶解性が高く、せっかく白金族元素を捕集しても溶液から回収することが困難という課題がありました。そこで、クロロメチルスチレン樹脂にジヒドロジチゾンの骨格を化学結合させました(図2)。

今回開発した分離回収システムには、3つのカラムが連結しており、最初と最後のカラムにジチゾン系分離材が充填されています(図3①、③)。カラム内を廃液が流れる過程で低濃度の白金族元素を回収し、不要なものを最終的に排出するしくみです。酸性溶液に溶けてイオン化した白金族元素は2価(+2)もしくは4価(+4)の酸化数を取り、対象となる低濃度廃液には2価のパラジウムと4価の白金が存在しています。今回開発したジチゾン系分離材は、2価の白金族元素を選択的に捕集する特徴があるため、最初のカラムでは2価のパラジウムを回収します(図3①)。2番目のカラムでは4価の白金を2価に還元し(図3②)、最後のカラムでは再びジチゾン系分離材が2価の白金を回収します(図3③)。こうして、一度のプロセスで、パラ

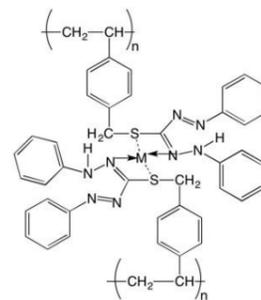


図2 ジチゾン系分離材による二価白金族(M)の捕集イメージ
クロロメチルスチレン樹脂へジヒドロジチゾンを修飾し、ジヒドロジチゾン部分を還元した。

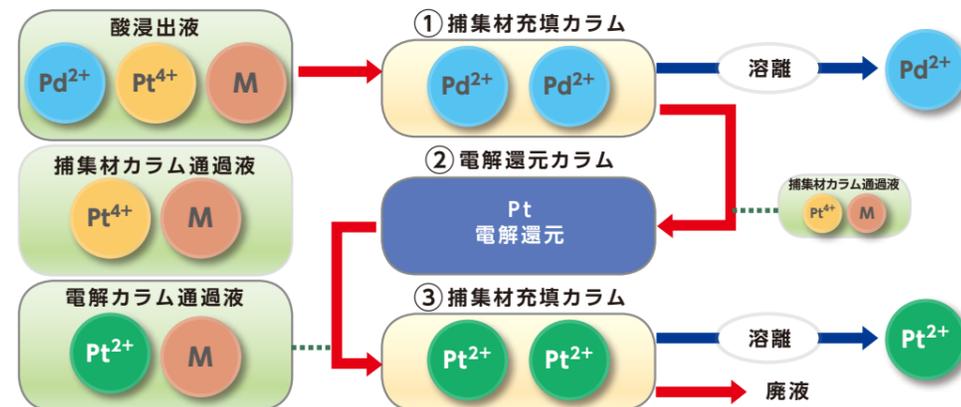


図3 分離回収システムの概要(特許出願中)(図中のMはその他の金属イオンを示す)

ジウムと白金の分離と回収を同時に行うことができるのです(特許出願中)。

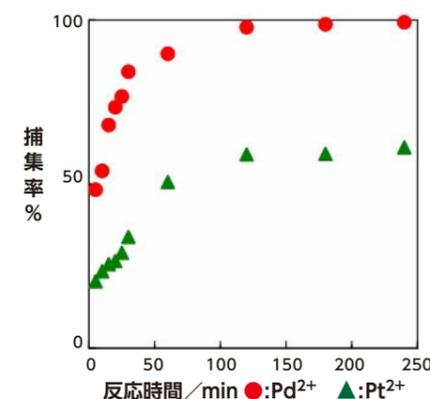
分離材を変えることにより他の金属にも応用が可能

廃液には、白金族元素以外にも銅、ニッケル、コバルト、亜鉛など、さまざまな金属が含まれています。当初はこれらの不純物を取り除く「前処理カラム」を経た分離回収システムへの投入を想定していました。ところが、今回合成したジチゾン系分離材の捕集挙動を検討した結果、2価の白金族元素以外をほとんど捕集しない(捕集率0~数%以下)ことが判明しました。これにより前処理工程が不要になり、結果としてよりシンプルなシステムとなっています。模擬廃液での性能評価の結果、パラジウムではほぼ100%、白金については約60%の回収に成功しました(図4)。白金の捕集率をさらに上げるために、クロロメチルスチレン樹脂上に存在するジチゾンの量を増やすなど、引き続き検討を続けています。

本研究で用いた分離材合成や回収システムに関する技術シーズは、既に都産技研にベースがあり、かつてはインジウムとガリウムの分離などに用いられていました(特開2018-123226)。カラム内の充填材を変えることにより、回収するターゲットを自由に変更できるのが本システムの大きな特徴です。同じ白金族元素においては、ロジウムの回収技術はいまだ確

立されていないため、いずれ本システムの延長上で回収が実現できればと考えています。

本研究は公学連携にて進められており、都産技研と東京学芸大学でシステムの提案を行いました。そして都産技研で捕集材の合成を、東京学芸大学で捕集率などの測定を、日本薬科大学で白金の還元に必要な条件を検討しています。特許出願と学会発表を経て、今後は企業との共同研究への展開や、事業化・実用化の検討を進めていきます。まずは100 ℓ程度の廃液を処理できるレベルのシステムへのスケールアップが目標です。実用化を前提とした規模で性能を評価することにより、さらなる課題解決につなげていければと思います。そして目的金属を1gあたり1,000円未満で回収できるシステム構築に向けて、コスト削減も行っていきたいと思っています。



捕集材 0.05 g
金属溶液 20 cm³
Pt⁴⁺ 1.0×10⁻⁴ moldm⁻³ 10%SnCl₂ 溶液 0.01 moldm⁻³ HCl 濃度 2 moldm⁻³
Pd²⁺ 1.0×10⁻⁴ moldm⁻³ HCl 濃度 1 moldm⁻³

図4 白金とパラジウムの捕集率
パラジウム(Pd)はほぼ100%、白金(Pt)は約60%回収することに成功した。

図1 周期表(白金族元素)



バイオ応用技術グループ
グループ長
かじやま てつと
梶山 哲人

お問い合わせ

バイオ応用技術グループ
(本部)

TEL 03-5530-2671