

多孔質電極を用いる電気化学的分離・濃縮プロセスの研究開発

前橋工科大学 学生会員 山川 卓也
 前橋工科大学 非会員 星野 徹
 前橋工科大学 正会員 田中 恒夫

1. はじめに

分離技術は、機械的分離、輸送的分離および拡散的分離の3つに大別することができる。なかでも、均相系を対象とする電気泳動や電気透析などの輸送的分離技術はその適用範囲の広さから代表的な技術として知られている。しかしながら、分離の効率や安定性の問題、およびイニシャルコストやランニングコストの高さなどが指摘されている。筆者は先に、維持管理・経済性に優れたプロセスの開発を目的として、多孔質電極を用いる電気化学的分離・濃縮プロセス^{1,2)}を提案し、その特性について実験的に検討した。本研究では、電極材質による分離・濃縮性能の違いについて検討した。

2. 実験装置および方法

実験装置は、塩化ビニール樹脂の板(0.5 cm厚)を用いて作製した。大きさは、縦:10 cm, 横:8 cm, 高さ:10 cmで、有効容量は約500mlとした。セル内の両端に、炭素の多孔質電極(縦:10 cm, 横:10 cm, 厚さ:1 cm, 1枚)と、チタン母材・白金メッキの平板電極(縦:10 cm, 横:10 cm, 厚さ:0.5 cm, 1枚)を一对にして装着した。リード線を介し、これらの電極と直流安定化電源を接続して、電解実験を行った。

実験は、硫酸アンモニウム(NH₄)₂SO₄を用いて窒素濃度として約1000 mg/lとした被検水を使用し、回分方式で行った。条件は表-1に示す。Run1~3は陰極に多孔質、陽極に板状の電極を用いた実験で、Run2と3ではメッキ処理を施した多孔質電極を使用した。Run4~6は陰極に板状、陽極に多孔質の電極を用いた実験で、Run4と5ではメッキ処理を施した多孔質電極を使用した。電圧は10~30Vの範囲でそれぞれ印加した。

試料の採取は、印加3時間前、印加時(0時間)、

表-1 実験条件

Run No.	電極		電圧(V)	メッキ処理
	(-)	(+)		
Run 1	多孔質	板状	10	無
Run 2	多孔質	板状	10	有
Run 3	多孔質	板状	30	有
Run 4	板状	多孔質	10	有
Run 5	板状	多孔質	30	有
Run 6	板状	多孔質	30	無

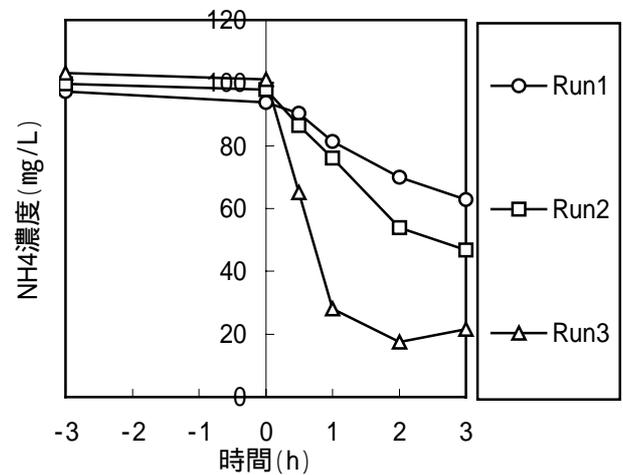


図-1 NH₄⁺濃度の経時変化(多孔質陰極-平板陽極)

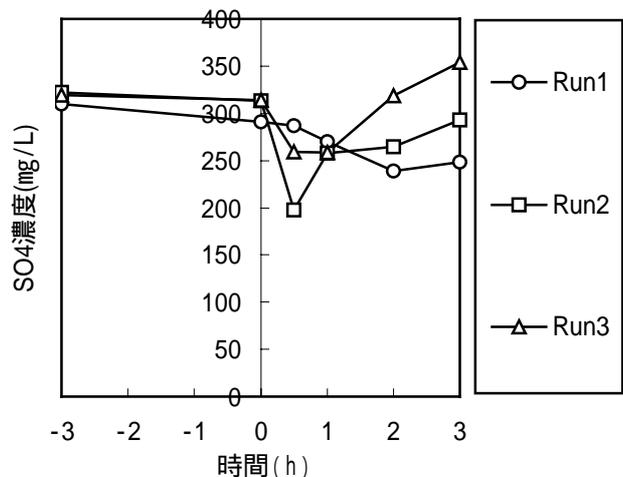


図-2 SO₄²⁻濃度の経時変化(多孔質陰極-平板陽極)

キーワード 分離・濃縮, 電気化学処理, 多孔質電極

連絡先: 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 Tel: 027-265-7363, Fax: 027-265-3837

0.5 時間後, 1.0 時間後, 2.0 時間後, 3.0 時間後にセルの中央より静かにサンプリングを行なった。印加3時間前にもサンプリングを行った理由は, 多孔質電極使用によるイオン種の吸着の影響を検討するためである。

3. 実験結果および考察

3.1 陰極に多孔質電極を用いた電解実験

NH_4^+ 濃度の経時変化を図-1 に示す。 NH_4^+ 濃度は, いずれの条件においても3時間の通電によって大きく減少した。Run1 と2の実験結果を比較すると, メッキ電極を用いた場合において減少速度は若干大きくなっていることがわかる。これは, 多孔質電極にメッキ処理を施したことによって, 通電抵抗が減少し, 電流が多く流れるようになったためと考えられる。また, NH_4^+ 濃度の減少速度は電圧に依存して大きくなっていることがわかる。3時間後には, 20 mg/l 程度まで減少した。

図-2 は, SO_4^{2-} 濃度の経時変化を示す。Run1 で SO_4^{2-} 濃度は若干減少したが, Run2 と3では一旦減少して3時間後には初期濃度と同レベルまで上昇した。多孔質陽極-平板陰極とした電解実験において, SO_4^{2-} 濃度の大きな変化は認められなかった。

3.2 陽極に多孔質電極を用いた電解実験

図-3 は, NH_4^+ 濃度の経時変化を示す。図-2 と同様に, いずれの条件においても NH_4^+ 濃度の大きな変化は認められなかった。多孔質陽極-平板陰極とした電解実験において, NH_4^+ 濃度は減少しないことがわかった。

SO_4^{2-} 濃度の経時変化を図-4 に示す。図-1 と同様に, SO_4^{2-} 濃度は, いずれの条件においても3時間の通電によって大きく減少した。Run5 と6の実験結果を比較すると, メッキ電極を用いた場合において減少速度は若干大きくなっていることがわかる。先の結果と同様に, 多孔質電極にメッキ処理を施したことによって, 通電抵抗が減少し, 電流が多く流れるようになったためと考えられる。また, SO_4^{2-} 濃度の減少速度は電圧に依存して大きくなっていることがわかる。なお Run6 では, 3時間後に SO_4^{2-} 濃度が上昇しているが, これは, 電解に伴う気泡発生の影響と考えられる。

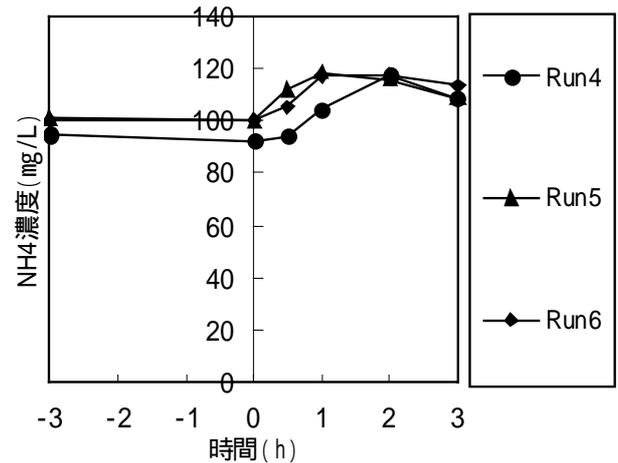


図-3 NH_4^+ 濃度の経時変化 (多孔質陽極-平板陰極)

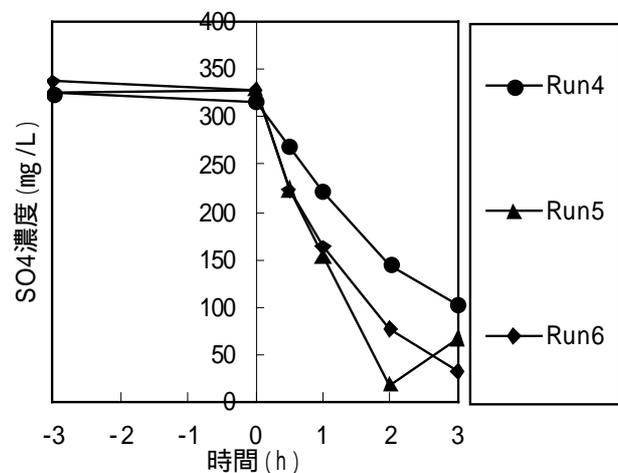


図-4 SO_4^{2-} 濃度の経時変化 (多孔質陽極-平板陰極)

4. まとめ

通電することによりセル内のイオン (NH_4^+ , SO_4^{2-})濃度は電圧に依存して減少した。これは, イオン種が多孔質電極内へ電気泳動した結果と考えられる。また, メッキ処理を施した電極を用いた場合も同様の結果が得られ, 多孔質電極として機能したと考えられる。本実験結果より, 電極に多孔材を用いることにより低電圧で簡易的分離・濃縮が可能となることがわかった。

参考文献

- 1) 田中ら (2000) : リンの除去・回収における多孔質電極を用いる電気化学的プロセスの有効性, 第34回日本水環境学会年会講演集, p53.
- 2) 田中ら (2007) : 多孔質電極を用いる電気化学的分離プロセスの可能性, 土木学会第62回年次学術講演会講演集, p. 459-460.