

多重電極システムによる重金属 (Cu^{2+}) イオンの除去

群馬大学大学院 学生員 町田洋輔
第一テクノ(株) 金子美紀
群馬大学工学部 正員 榊原 豊

1. はじめに

水中の金属イオンを除去する方法として従来より電気化学的還元法が提案され、一部実用に供されている。従来法の多くは高濃度廃水に対しては有効であるが、低濃度域になると、有効な電極面積が全体の数%~十数%程度まで低下してしまう¹⁾。このため、従来の電気化学的還元法を低濃度廃水へ適用することは難しいと考えられ、新しい電極システムの開発が必要とされている。本研究は、低濃度の金属イオンを電気化学的に還元除去する方法として、従来とは異なる新しい多重電極システムを提案し、本システムの銅イオン(Cu^{2+})還元能力について実験的検討を行った。

2. 多重電極システム

多重電極システムは写真1に示すように、従来のカウンター電極と作用電極をペアにして配置するシステムとは異なり、複数枚のメッシュ状作用電極を多重に配置し、各電極の電圧あるいは電流を個別に制御する。したがって、有効な電極面積が増加し、低濃度の被処理水に対しても効率的に電極反応を進行させることができると考えられる。

3. 実験装置および実験方法

実験装置の略図を図1に示す。実験槽内に陽極1枚に対して陰極を5枚配置した。陽極に白金メッシュ電極、陰極にステンレスメッシュ電極を用いた。実験槽内の溶液はポンプを用いて循環させ攪拌した。また、実験槽は0.5~2.0 lの容積のものを用い、以下に示す回分実験と連続実験を行った。供試溶液は CuSO_4 を5~10 mg-Cu/l、支持電解質として硫酸1 mM加えたものを用いた。各陰極の電流は、同一となるように個々に制御した。

3.1 回分実験

有効容積が約2 lの実験装置の槽を用い、初期 Cu^{2+} 濃度を10 mg-Cu/lとして銅イオンの除去実験を行った。ここで陰極への通電量は7~57 mAの範囲で変化させ、銅イオンの経時変化を原子吸光度計(日立製A-2000)を用いて測定した。

キーワード：多重電極システム、限界電流、電気化学的処理

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 電話：0277(30)1631 FAX：0277(30)1601



写真1 多重電極システム：水電解への適用例、陰極（左側5枚）からの H_2 生成の様子

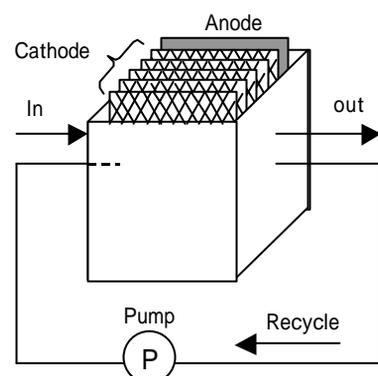


図1 実験装置略図

3.2 連続実験

有効容積が約0.5 lの実験装置を用い、Cu²⁺濃度5 mg-Cu/l の溶液を連続供給した。ここで、供給液の槽内滞留時間は30分とし、また槽内液の一部は循環(0.17 l/min)させた。次に陰極への通電量を0 ~ 33 mAの範囲で段階的に変化させ、処理水中の銅イオン濃度を測定した。また、同様の通電条件で、5枚の陰極を束ね1枚の陰極とした単一電極に対する実験も行い、多重電極系の結果と比較した。

4. 実験結果および考察

図2に回分実験期間中の銅イオン濃度変化を示す。銅イオン濃度は通電により減少するが、図から、飲料水基準(1 mg-Cu/l)以下のごく低濃度まで銅イオン濃度を低下させることが可能である。銅イオン除去速度は電流密度の増加に伴い増加するが、本実験条件下では、電流密度が 6.4×10^{-3} mA/cm²以上になるとほぼ一定になった。つまり、銅イオンの除去に使われる電流には限界値があり、この値以上の電流を通して除去速度は上昇しないことが分かる。この電流密度は、同一条件下で別に求めた限界電流密度とほぼ等しかった。したがって、銅除去速度を増加させるためには電極液本体間の境膜厚さを減少させるか、あるいは電極面積を増加させる必要がある。

図3に連続処理実験の結果を示す。流入銅濃度は通電量の増加につれ減少した。また、単一電極に比べると、電流密度が高くなるほど多重電極が単一電極より銅除去速度が若干大きくなる傾向にあった。

5. まとめ

多重電極システムを用いることにより、被処理水中の銅イオン濃度を排水基準あるいは飲料水基準以下にすることが可能であった。しかし、銅イオン除去には限界電流が存在し、限界値以上では還元速度はほぼ一定となった。多重電極システムと従来の単一電極システムを比較すると、本実験条件下では高通電条件ほど多重電極の還元速度が大きくなる傾向にあった。

謝辞

本研究の一部は、文部省科学研究費(基盤研究(C)(2), 11650556)の補助を受けて行った。

参考文献

1) Keating, K.B. and Williams, J.M., *Resource Recovery and conservation* 2, 39-55(1976)

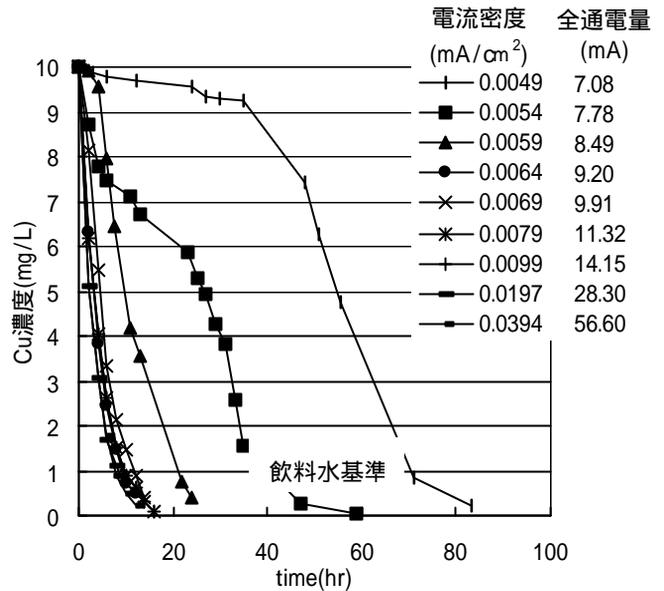


図2 回分実験におけるCu²⁺濃度変化

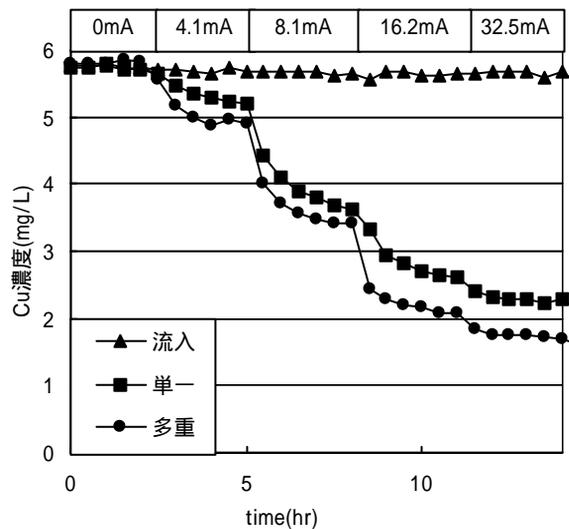


図3 連続実験における流入水と流出水のCu²⁺濃度