

通電した水中における金属イオンの挙動に関する研究

群馬工業高等専門学校 正会員 谷村 嘉恵
群馬高専環境都市工学科 学生会員 ○三浦 祐佳

1. はじめに

電気化学的方法を用いた水質改善に関する研究では、水に電気を流すと、pHや電気伝導度が低下することが明らかになった。特に、電気伝導度の低下は水中の金属イオンの減少によるものであると考えられる。去年、水中の金属イオンと印加電圧との関係に関する研究¹⁾が行われた。その結果、異なる供試水や異なる通電条件においても、通電によって水中の多くのイオンの濃度が減少したことがわかった。特にナトリウム、カリウム、マグネシウムのイオン濃度の減少量は大きかった。これらのイオン濃度の低下は、水中の電気伝導度やpHの変化に影響を与えていると推測できた。しかし、通電した水中に含まれているイオンの挙動については不明な点が残されている。去年の研究から、減少したイオンはほとんど金属イオンであることがわかり、陰極表面に物質が付着していたことが確認されたが、その付着量及び成分分析は行われていなかった。

本研究では、通電による水中の金属イオンの変化を調べるとともに、電極に付着した物質の量および成分についても分析することによって検討を行った。

2. 実験装置および実験方法

2. 1 実験装置

図1に、実験装置の概略を示す。本実験装置は、容量が1.5Lのプラスチック製の水槽、直流安定化電源、2枚の陰極および陽極からなっている。陰極としては、それぞれアルミ板、ステンレス板及びチタンメッシュ板の3パターンを使用し、陽極としては全ての実験でチタンメッシュ板を用いた。電極板のサイズは全て15×10cmとし、各電極板の間隔を40mmとした。供試水としては、本校敷地内の合併浄化槽の流入水と処理水を用い、それぞれの濾過水と未濾過水に通電した。

2. 2 実験方法

本実験は、各々の供試水1000mlに対して、5V、10V、15V、20Vの印加電圧で通電を行った。また、陽極有効面積は224cm²であり、通電時間は3時間とした。各供試水の原水および各々の実験条件下で通電処理したものについては、pH、電気伝導度(EC)、懸濁物質(SS)、金属イオンを測定した。pHはpH計を用いて測定した。

電気伝導度は電気伝導度計を用いて測定した。懸濁物質は、105℃で24時間乾燥させた濾紙を用いて全ての試料水を400ml濾過し、それをさらに105℃で24時間乾

燥させ、濾過前と濾過後の濾紙の質量の差をmg/lに換算し測定した。イオン分析については、各試料水の濾過水と未濾過水ともに行った。磁皿に各試料水50mlを入れ、それに硝酸2mlを加えたものを105℃で10mlまで加熱分解させた後、それに蒸留水を加え50mlに定量した。これを試料水としてICP発光分光分析装置を用いて23元素について定量分析を行った。

陰極板に付着した物質についても、質量の測定と金属イオン成分の分析を行った。付着物質の質量測定は、通電前の陰極板の質量と、通電後の陰極板を自然乾燥させた後の質量を測り、それらの差を陰極板付着物の質量とした。

また、陰極に付着した物質の成分分析については、質量測定を終えた陰極板に付着していた物質の一部を削り落とした。削り落とした付着物質を磁皿に入れ、これに4%の硝酸液50mlを加え105℃で加熱分解処理した

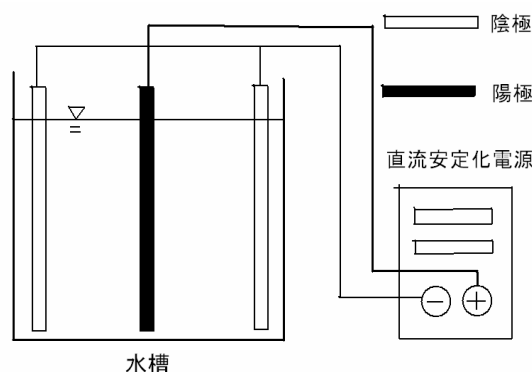


図1 実験装置概略図

後、ICP発光分光分析装置を用いて23元素について定性分析を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 陰極板の付着物質の質量

図2に、アルミニウム板陰極の付着物質の質量変化を示す。図2に示したように、いずれの供試水を用いた場合においても、アルミニウム板陰極に付着した物質の質量変化はほぼ同様なパターンで推移していた。印加電圧5V～10Vでは、印加電圧が高いほど付着物質の質量が増加した。これは、水中の金属イオンが陰極への付着の増加によるものであると考えられる。一方、印加電圧15V～20Vでは、印加電圧が高くなるにつれ

キーワード 電気化学的方法、付着物質、印加電圧、金属イオン

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL 027-254-9185 tanimura@cvt.gunma.ct.ac.jp

付着物質の質量が減少した。特に、流入水のろ過水を用いた実験では付着物質の質量増加量は最も低かった。

図3に、各々供試水におけるアルミニウム濃度の変化を示す。図3からわかるように、印加電圧15～20Vでは、流入水未ろ過水および処理水未ろ過水を用いた実験における水中アルミニウム濃度が急激的に増えたことがわかる。これは、この時の水のpHは約5前後であったため、アルミニウム板陰極からアルミニウムが溶け出したことによるものと考えられる。

図4に、ステンレス板陰極の付着物質の質量変化を示す。印加電圧5～10Vでは、いずれの供試水を用いた実験においても、印加電圧が高くなるにつれ付着物質の質量が増加した。印加電圧15～20Vでは、供試水の違いによって付着物質の質量の増加量も異なっていた。流入水未ろ過水および処理水未ろ過水を用いた実験では、水中における鉄の濃度がやや増加傾向が見られた。これは、高い印加電圧の場合、水質の変化によってステンレス陰極板からわずかながらイオンの溶出があったと考えられる。

図5に、チタン板陰極の付着物質の質量変化を示す。図5に示したように、印加電圧が高くなるにつれ付着物質の質量が増加したことがわかった。この場合での付着物質の質量の増加量はステンレスを用いた場合とほぼ同程度であり、アルミニウムを用いた場合に比べ少なかった。

3. 2 付着物質の成分

陰極板に付着した物質の成分分析を行った結果、陰極板の材質によって変動があるものの、およそMg50%、Ca30%、Si10%、Na4%、K4%、Zn1%、その他1%であった。

3. 3 水中のイオン成分

水中のイオンについて定量分析を行った結果、水中におけるイオンのほとんどが通電によって減少傾向が見られた。中では、Mgの減少が一番顕著であった。

4. まとめ

本研究では、異なる材質の陰極を用いて実験を行い、陰極板への付着物の質量・成分および水中におけるイオン成分の分析によって、通電した水中における金属イオンの挙動について検討を行った。以下の知見が得られた。

いずれの材質の陰極を用いた実験においても、印加電圧が高くなるにつれ陰極への付着物質の質量が増加した。アルミニウム板を陰極として用いた場合では、付着物質の質量が最も大きかった。

アルミニウム板およびステンレス板を陰極として使用した場合、通電処理することによってpHが低下し、陰極板からイオンの溶出があったが、チタン板を陰極とした場合では、イオンの溶出は見られなかった。

一方、付着物質の中ではMgの割合が最も大きく、水中のMgの減少量も多かった。

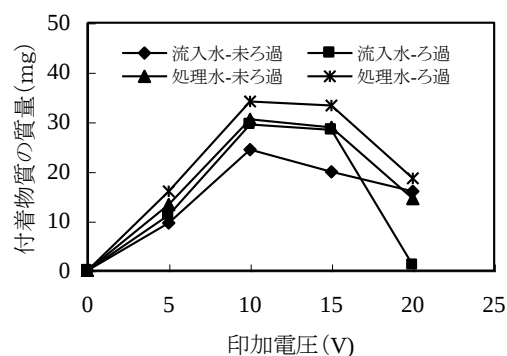


図2 アルミニウム板陰極の付着物質の質量変化

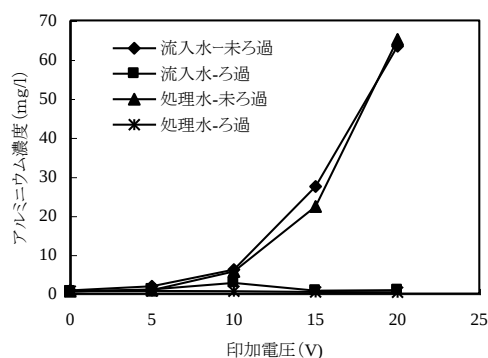


図3 水中アルミニウム濃度の変化

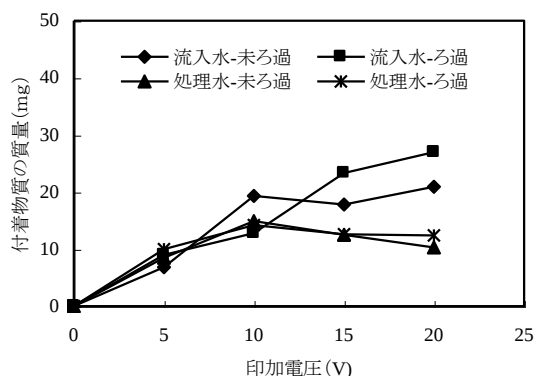


図4 ステンレス板陰極の付着物質の質量変化

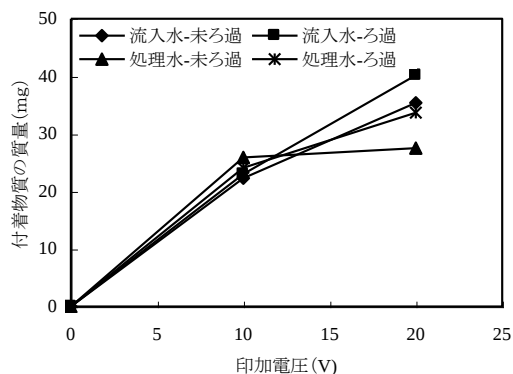


図5 チタン板陰極の付着物質の質量変化

参考文献

- 1) 谷村嘉恵:通電処理による電気伝導度および金属イオンへの影響、第46回環境工学研究フォーラム講演集 97-99、2009。