

通電による水中金属イオンへの影響に関する研究

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 ○若林 悠

1. はじめに

近年、河川や湖沼では、窒素やリンなどの栄養塩の流入による富栄養化が進み、藻類や植物プランクトンの異常増殖が問題となっている。藻類の異常増殖は、濁りによる景観の悪化や、悪臭による親水機能の低下、さらに水を嫌氣的にすることによって、そこへ生息する魚類の死滅などを引き起こしている。

本研究室では、数年前より電気化学的方法を用い、異常発生した藻類を除去する方法や藻類の異常増殖を未然に防ぐ藻類増殖抑制法などについて研究している。電気化学的方法とは、水中に金属電極を設置し直流電流を流す方法である。過去の研究においては、通電することによって水の pH および電気伝導度が低下するという結論に至ったが、そのメカニズムは明らかにされていない。電気伝導度は、水中の溶存イオン濃度の指標であるため、電気伝導度の低下は、水中イオンの変化によるものであると考えられる。そこで、本研究では、電気化学的方法により通電処理した水中におけるイオン濃度の変化について分析をし、検討することを目的とした。

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、水槽、直流安定化電源、陰極および陽極からなっている。陰極にステンレスメッシュ板を、陽極には白金メッキしたチタンメッシュ板を用い、各電極板を 10mm の間隔で交互に配置した。供試水としては、本校敷地内の下田池水、西湖流入水および合併浄化槽処理水を用いた。

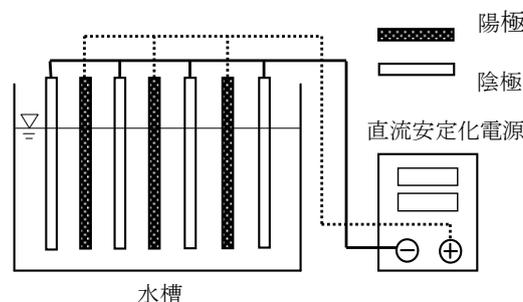


図 - 1 実験装置概略

2. 2 実験方法

本実験は、表 - 1 に示した条件下で、各々の供試水に対して所定の電圧で通電を行った。また、各供試水の原水および各々の実験条件下で得られた通電処理した水については、pH、電気伝導度を測定した上で、それぞれの水の濾過水を作り、イオン分析の試料水とした。pH および電気伝導度の分析については、pH 計、電気伝導度計を用いて行った。イオン分析については、ICP 発光分光分析装置を用いて、全元素について定性分析を行い、定性分析結果をもとに定量分析の元素を決定し、定量分析のための検量線を作成して行った。

表 - 1 実験条件

供試水	有効容積 (ml)	陽極有効面積 (cm ²)	電圧 (V)	通電時間 (min)
下田池水	2,500	13.3 × 10.4 × 6 × 2 [1659.84]	3.5, 10, 15	120
西湖流入水	1,000	4.5 × 7.5 × 3 [101.25]	5, 10, 15	30
合併浄化槽処理水	1,000	4.5 × 7.5 × 3 [101.25]	5, 10, 15	30

3. 実験結果および考察

3. 1 pH・電気伝導度と電圧の関係

図 - 2 に、一例として、下田池水を用いた実験における pH および電気伝導度と電圧との関係を示す。電圧が高くなるにつれ、pH および電気伝導度が低下したことがわかった。

3. 2 水中イオンの変化

通電処理した各供試水およびその原水における定量分析を、22 元素について行った。その結果を表 - 2 に示す。

定量分析の結果より、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)を除き、3 供試水のほとんどの元素においては、通電することによってイオン濃度が減少する傾向が見られた。

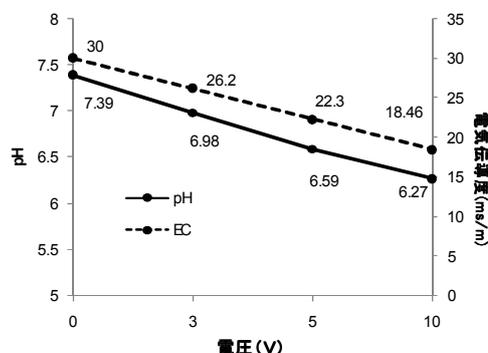


図 - 2 pH・電気伝導度と電圧の関係

キーワード: 電気化学的方法, 金属イオン, 電気伝導度

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 E-mail: tanimura@cvt.gunma-ct.ac.jp

表 - 2 定量分析結果 (単位 : mg/l)

	水量(ml)	電圧	Ca	Ba	K	Mg	Na	Fe	Zn	Ni	Al	B	Mb	Sn	V
下田池 08.09.26	2,500	原水	9.086	0.072	5.896	8.114	28.706	0.005	0.007	0.065	0.077	0.046	0.006	0.229	0.015
		3V	9.086	0.066	5.779	8.407	28.114	0.014	0.014	0	0.034	0.045	0.017	0.143	0.014
		5V	9.086	0.072	4.982	3.954	26.257	0.036	0.021	0.327	0.006	0.051	0.005	0.229	0.008
		10V	6.757	0.059	4.198	0.791	23.429	0.065	0.041	0.192	0.018	0.046	0.011	0.095	0.002
		15V	6.019	0.056	4.402	0.523	24.164	0.048	0.01	0	0.01	0.035	0.017	0.171	0.002
西湖流入水 08.09.16	1,000	原水	9.086	0.434	1.37	4.086	7.581	0.002	0.021	0	0.003	0.074	0.005	0.114	0
		5V	9.086	0.064	0.662	1.723	2.242	0.002	0.084	0	0	0.024	0.016	0.181	0
		10V	9.086	0.059	0.678	1.843	2.487	0	0.013	0	0	0.032	0.013	0.229	0
		15V	7.319	0.073	0.493	1.146	1.805	0.001	0.085	0.515	0	0.029	0.004	0.152	0
		原水	8.436	0.159	4.501	12.094	30.006	0	0.096	1.671	0.192	0.054	0.002	0	0.024
合併浄化槽 処理水 08.09.16	1,000	5V	8.436	0.051	4.556	11.404	27.57	0.008	0.012	2.064	0.181	0.04	0.012	0	0.023
		10V	8.436	0.068	1.28	4.271	8.112	0.008	0.053	1.257	0.172	0.033	0.004	0.169	0.012
		15V	8.436	0.067	1.061	2.857	5.816	0.004	0.021	0.779	0.089	0.024	0.007	0	0.008

図 - 3、図 - 4 および図 - 5 にそれぞれ下田池水、西湖流入水および合併浄化槽処理水における主な元素の変化を示す。

カルシウム(Ca)については、通電による変化は全体的に少なかったが、10~15V と高い電圧をかけた場合では、カルシウムイオンの濃度が減少した。

量的に少なかったバリウム(Ba)については、通電処理した供試水におけるバリウムイオンの量は原水より少なくなったが、電圧との相関関係は見られなかった。

マグネシウム (Mg)については、3V で通電した下田池水においては、量的減少は見られなかった。一方、5V、10V、15V で通電したすべての供試水においては、量的減少は顕著であった。

カリウム(K)については、3V で通電した下田池水においては、大きな減少が見られなかっただけでなく、合併浄化槽処理水を用いた実験では、通電時間が30分と比較的短かったため、電圧5Vで通電した場合でも、減少しなかった。

ナトリウム(Na)については、3V で通電した下田池の水においては量的減少があり、電圧が高いほど減少量は大きくなる傾向が見られた。

総括的に、イオンの性質、通電した電圧、通電時間および供試水の違いによってイオンの変化はそれぞれ異なるが、電圧が高いほど、また通電時間が長いほど、イオンの減少量は大きくなった。また、量的に減少したイオンの多くは、水中の陽イオンであることがわかった。これは、通電することにより、陽イオンが陰極へ付着したためであると考えられる。この付着は、目視でも確認された。このことから、水中金属イオンが陰極に付着し、減少したため、水の電気伝導度が低下したと考えられる。

4. まとめ

通電処理した供試水におけるイオンを分析し検討した結果、異なる供試水や異なる通電条件においても、通電によって多くの元素のイオン濃度が減少するということがわかった。特にナトリウム、カリウム、マグネシウムのイオン濃度減少量は大きかった。これらのイオン濃度の変化が、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る。

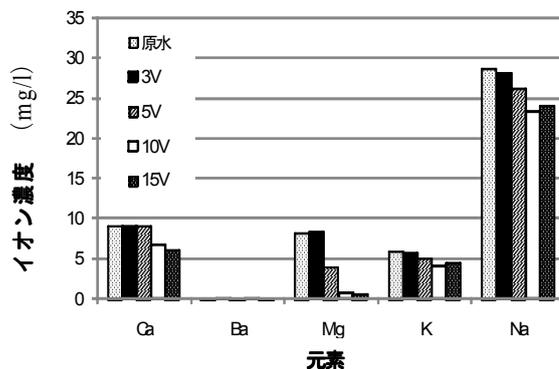


図 - 3 下田池水におけるイオン濃度変化

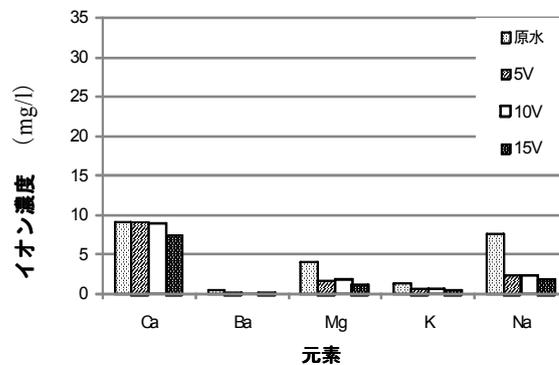


図 - 4 西湖流入水におけるイオン濃度変化

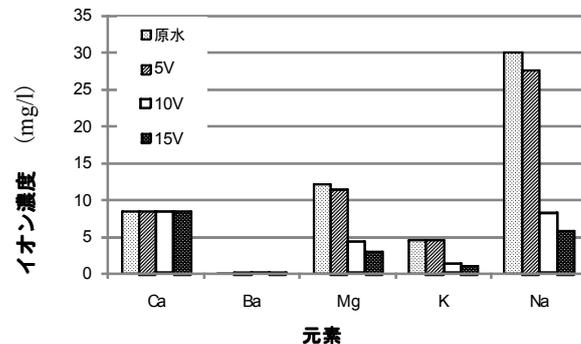


図 - 5 合併浄化槽処理水におけるイオン濃度変化