

炭電極を用いた電気分解による水質浄化実験 交番電圧を用いた 2 電極及び 3 電極の場合

Water Purification Experiments with Electrolysis Using Electrode of Charcoal In Case of 2 and 3 Electrodes by using Alternating Voltage

○許亜豪¹, 李傳文¹, 野川大輔², 川邊謙介³, 岡本強一⁴, 北澤大輔⁵

*Ago KYO¹, Denbun RI¹, Daisuke NOGAWA², Kensuke KAWABE³, Kyoichi OKAMOTO⁴, Daisuke KITAZAWA⁵

Abstract: In this research, in water purification experiment with electrolysis using electrode of charcoal, we aimed to improve the purification performance in case of 2 and 3 electrodes by using alternating voltage. The period in case of the alternating voltage was set to 5, 10, 15 and 30 minutes. As the result, the performance of experiment using 3 electrodes was very good.

1. 緒言

河川や湖沼などの閉鎖性水域では、水の入替わりが悪い、富栄養物質が増加し水質悪化を起しやすくなっている。水質の浄化方法として微生物を使用した方法などがあるが、微生物の管理や活動させるために手間がかかるという問題がある。手間のかからない水質浄化の方法として電気分解の原理を用いる。

ここで、金属よりイオン化しにくい「炭」を用いた電極によって電気分解の原理を用いて水質浄化を行う。炭粉末を圧縮・焼成した炭板を電極として透水性がある陶器製の容器にいれ、陽極と陰極に対面するように配置し、通電させて電気分解を行った。その結果、水質浄化効果が見られたが、pH が低下し酸性化した^[1]。

そこで、pH の安定化を図るため極性を交互に変える交番電圧を用いて浄化実験を行った結果、pH は酸性化せず安定し、交番電圧を用いた浄化性能は一定電圧より約 20%劣ることが分かった^[2]。

そこで本研究では、交番電圧を用いて電極を増やすことによって浄化性能の向上を図ることを目的とした。

2. 実験方法

炭粉末を圧縮・焼成した炭板を透水性がある陶器製の容器を電極として陽極と陰極に対面するように配置し、交番電圧を用いた回路に接続し、水槽の中に入れ通電させる。実験水(Figure 1)は、魚(鮎)の飼育水 4ℓとする。交番電圧は 15V とした。実験条件(Table 1)として、電極の極性を入れ替える周期を 5, 10, 15, 30 分

とした。実験継続時間は、168 時間とした。測定は 0, 6, 12 時間後に行い、その後 24 時間毎に行う。

測定項目は水温、pH、溶存酸素(DO)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、全窒素(T-N)、化学的酸素要求量(COD)、電流値とする。

3. 実験結果及び考察

3.1 水温、pH、DO (Figure 2, 3)

水温は、18-22℃となった。これは、空調の稼働による温度変化があったと考えられる。pH は、7 前後の中性となって安定した。DO はすべて 8 前後の高い値を示した。これは、電気分解によって発生した酸素が水に溶解し、DO 値が上昇したためであると考えられる。

3.2 電流値 (Figure 4, 5)

2, 3 電極ともに、50~80[mA]程度となった。また、電極数と周期との顕著な関係は見られなかった。

3.3 DIN (Figure 6, 7)

NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N の値を合計した DIN の結果では、2 電極では、周期 30 分の場合、約 87%の減少となり、3 電極では、周期 15 分の場合、約 91%の減少となった。

3.4 T-N (Figure 8, 9)

2 電極では、周期 15 分の場合 45%の減少となり、3 電極では、周期 15 分の場合約 55%の減少となった。良い浄化効果を示していると考えられる。

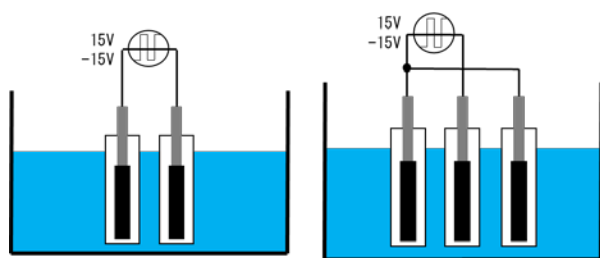


Figure 1. 電極装置(2 電極 : 左), (3 電極 : 右)

Table 1. 実験ケース

ケース	電極数	周期
Case1	2	5分
Case2	3	5分
Case3	2	10分
Case4	3	10分
Case5	2	15分
Case6	3	15分
Case7	2	30分
Case8	3	30分

3.5 COD (Figure 10, 11)

2 電極では、周期 30 分の場合 44%の減少となり、3 電極では、周期 30 分の場合約 53%の減少となった。これは、周期が長くなるため、極性の切り替えが少なく、汚濁物質の浄化性能が良くなったと考えられる。

3.6 電流密度に対する浄化性能 (Figure 12, 13)

電流密度に対する T-N の浄化性能の結果では、2, 3 電極ともに周期 15 分の場合が最も良い浄化性能となった。周期 15 分における浄化性能は、2 電極では 0.017[mg/l/h]、3 電極では 0.023[mg/l/h]であった。2 電極を 3 電極に変えた場合、浄化性能が 35%増加した。

電流密度に対する COD の浄化性能の結果では、2, 3 電極ともに周期 30 分の場合が最も良い浄化性能となった。周期 30 分における浄化性能は、2 電極では 0.021 [mg/l/h]、3 電極では 0.026 [mg/l/h]であった。2 電極を 3 電極に変えた場合、浄化性能が 24%増加した。

電流密度に対する 3 電極の場合の T-N, COD は非常に良い浄化結果となった。

4. 結言

炭電極を用いた電気分解において、交番電圧による 2,3 電極を用いた場合の浄化実験を行った結果、

(1)T-N では、周期 15 分の場合が最も良い浄化性能となった。2 電極を 3 電極に変えた場合、浄化性能が 35%増加することが分かった。

(2)COD では、周期 30 分の場合が最も良い浄化性能となった。2 電極を 3 電極に変えた場合、浄化性能が 24%増加することが分かった。

謝辞 本研究の遂行に貴重な助言を頂いた東京大学生産技術研究所元助手の藤野正俊氏に深謝致します。

参考文献

- [1] 平塚幹大, 岡本強一, 藤野正俊, 北澤大輔:「炭素電極を用いた電気分解による水質浄化実験」, 第 49 回日本水環境学会年会, 2015.
- [2] 片桐健仁, 岡本強一, 藤野正俊, 北澤大輔:「炭電極を用いた電気分解による水質浄化実験」, 第 50 回日本水環境学会年会, 2016.

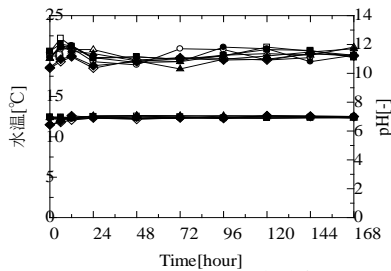


Figure 2. 水温と pH の経時変化

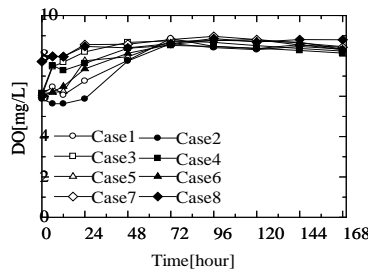


Figure 3. DO の経時変化

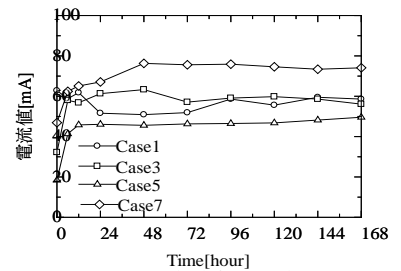


Figure 4. 電流値の経時変化(2 電極)

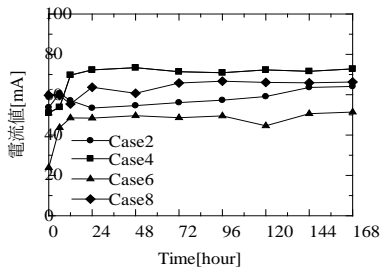


Figure 5. 電流値の経時変化(3 電極)

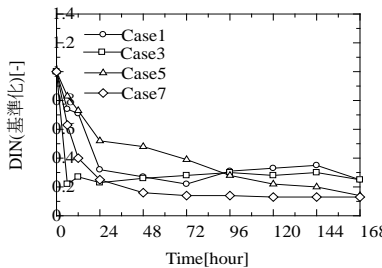


Figure 6. DIN(基準化)(2 電極)

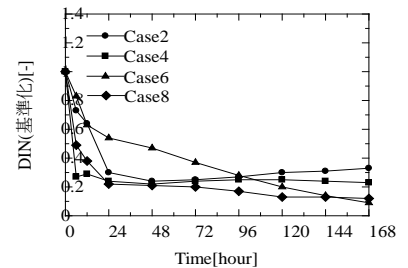


Figure 7. DIN(基準化)(3 電極)

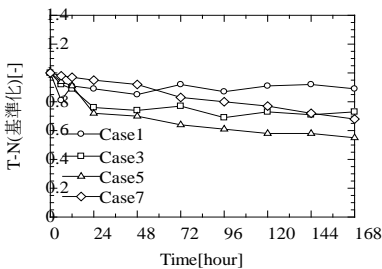


Figure 8. T-N(基準化)(2 電極)

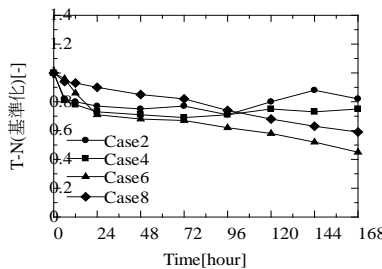


Figure 9. T-N(基準化)(3 電極)

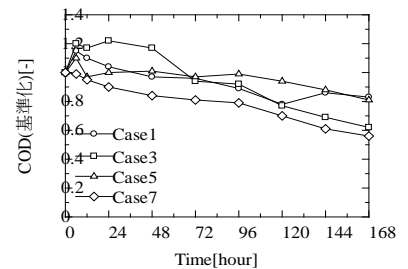


Figure 10. COD(基準化)(2 電極)

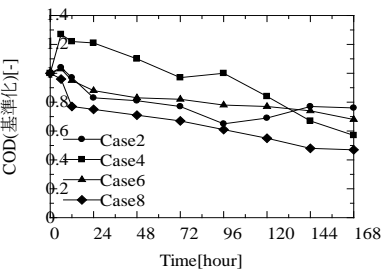


Figure 11. COD(基準化)(3 電極)

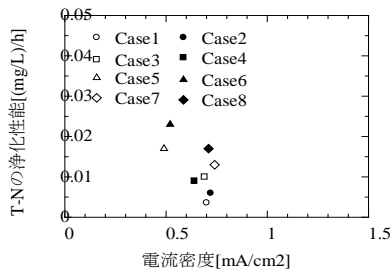


Figure 12. 電流密度に対する T-N の浄化性能

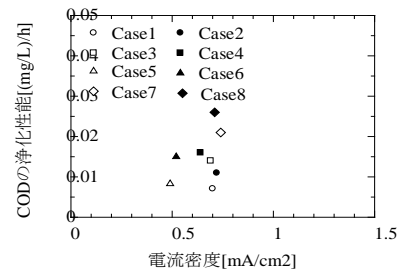


Figure 13. 電流密度に対する COD の浄化性能