

電気化学的方法による藻類増殖抑制のメカニズムに関する研究

群馬工業高等専門学校 正会員 谷村嘉恵
群馬工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○近藤志郎

1. はじめに

本研究室では、小規模水域に電極板を設置し通電することで、電極界面における電気化学的反応による藻類の増殖抑制を図る研究を進めてきた。電気化学的方法によって藻類の増殖が抑止できることは、これまでの研究からすでに明らかなものとなっている。しかし、通電によって藻類の増殖が抑えられるメカニズムについては解明されていなかった。本研究の目的は、電気化学的方法がどのような仕組みで藻類増殖抑制効果を発揮しているのかを明らかにすることである。

通電が藻類の増殖を抑制する要因として考えられるものには、電極界面での電気化学的反応のほか、電気分解によって起こる水質の変化がある。特に、通電に伴って増加する残留塩素が、その持つ殺菌効果によって藻類の生育を妨げている可能性がある。そこで、残留塩素量の推移を通電による藻類の変化とともに調査し、それらを比較することで、残留塩素の藻類増殖抑制への関与について検討した。

2. 実験装置および実験方法

2. 1 通電時間と藻類の破壊との関係

図-1 に実験装置Ⅰの概略を示す。実験に用いた電極板は、陰極にはステンレスメッシュ板、陽極には白金メッキされたチタンメッシュ板で、大きさはどちらも45×75mmとした。容器は縦77mm、横62mm、深さ42mmのものをを用い、容器の端に陰極板、中央に陽極板を30mmの間隔で設置し、容器内を電極間、電極外の2区間に分けた。供試水には本校敷地内にある人工池の水を使い、実験に用いる藻類は同池より採取したアオミドロとした。

通電条件は、印加電圧 10V で通電時間 10、20、30、90 分、印加電圧 1V、3V でそれぞれ 10、20、30、60、180 分とした。通電終了後、藻類を数本取り出し顕微鏡で観察して、通電前後での藻類の状態の変化を調べた。

2. 2 印加電圧と藻類の破壊との関係

図-2 に実験装置Ⅱの概略を示す。電極板と容器は2.1の実験と同じものを使った。容器の両端に陽極板と陰極板を55mmの間隔で設置し、藻類を定置するため、電極から内側5mmの位置に仕切り板を立て、藻類を入れるためのエリアを作った。供試水と実験に用いる藻類も2.1の実験と同じものとした。

通電時間は30分、印加電圧は1、3、5、7、10、15、20Vの7段階とし、各電圧について藻類を陽極付近(エリア1)、中央(エリア2)、陰極付近(エリア3)に置いて、計21通りの条件で実験を行った。通電終了後は、ただちに残留全塩素、残留遊離塩素を測定し、続いて

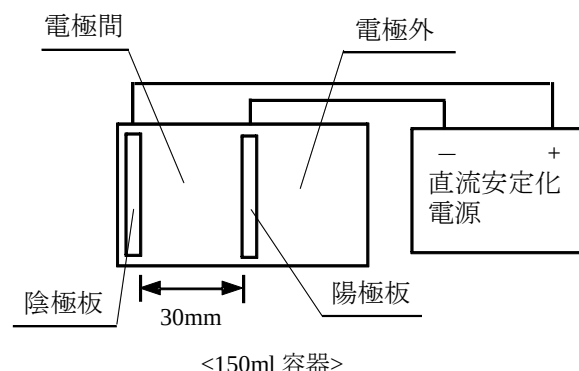


図-1 実験装置Ⅰの概略

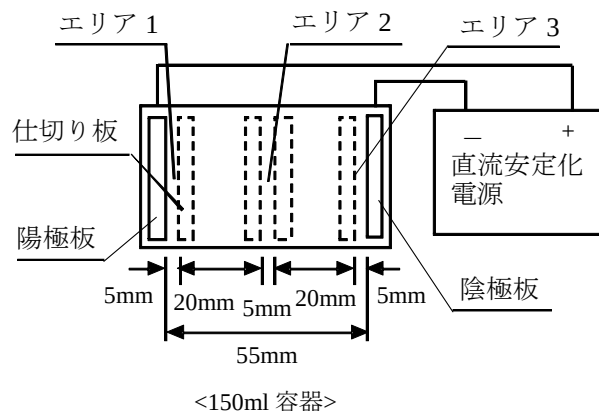


図-2 実験装置Ⅱの概略

藻類を数本取り出し顕微鏡で観察して、通電前後での藻類の形状の変化と、残留塩素量との関係を調べた。

3. 実験結果

3. 1 通電時間と藻類の破壊との関係

図-3 に 10V での通電時における通電前後の電極間、電極外の藻類の様子を示す。10V の通電では通電開始10分の時点ですでに藻類への影響は始まっており、破壊は時間経過とともに進行していることがわかった。電極外の藻類にも、ごくわずかではあるが変化が見られた。印加電圧 3V、1V では、破壊の程度は 10V よりも小さかったものの、時間経過によって破壊が進行する点、電極外の藻類にも影響がわずかに及ぶという点は同様だった。これらのことより、印加電圧が高く、通電時間が長くなるほど、藻類に及ぶ影響は大きくなることがわかる。同時に、低電圧においても、わずかに藻類に影響を及ぼすことが可能であること、殺藻効

キーワード 藻類増殖抑制のメカニズム、電気化学的方法、印加電圧、残留塩素

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

果の発現は通電開始直後から始まることはいえる。

藻類の破壊の仕方は、アオミドロ内部にある葉緑体のらせん構造が崩れ、絡まるように収縮していくという状態だった。また、破壊が進むにつれてアオミドロ全体が緑色から茶色に徐々に変色していき、体が柔らかくなっていくこともわかった。

3. 2 印加電圧と藻類の破壊との関係

図-4 に通電前の藻類と、20V で 30 分間通電を行った後の陽極側、電極間中央、陰極側にある藻類の細胞構造の様子を示す。通電の結果、電極間中央、陰極付近では、高い印加電圧である 20V の場合でも藻類に変化はほとんどなかった。陽極付近に位置する藻類のみ、低い印加電圧である 1V の場合でも葉緑体の構造に破壊がみられ、5V からその変化は明確になった。また陽極付近では、印加電圧が上がるほど破壊の度合いが大きくなっている様子もはっきり確認できた。

図-5、図-6 に試料水採取位置ごとの、印加電圧と遊離残留塩素、全残留塩素の関係を示す。遊離残留塩素は印加電圧の上昇による値の変化は見られなかったが、全残留塩素は電圧が高くなるほど濃度が増加していた。印加電圧が低いときは、遊離残留塩素、全残留塩素とも試料水をとる位置による濃度の差はほとんどなかったが、高電圧での通電においては陽極付近での残留全塩素濃度が高くなっていた。遊離残留塩素濃度は水道水質基準の 0.1mg/l を下回っており、強力な殺菌効果は発揮していなかったであろうと考えられる。

4. まとめ

藻類の破壊は、高電圧、長時間になるほど程度は大きくなる。低電圧、短時間でも影響はあるものの、ごくわずかなものである。破壊は主に陽極付近で起こっており、電極間中央や陰極付近ではほとんど起こっていなかった。低電圧下においては、残留塩素濃度に位置ごとの差がなかったことから、藻類の破壊の主体を担っているのは、残留塩素ではなく、電極界面での電気化学的反応であると考えられる。高電圧での通電においては、印加電圧の上昇に伴う全残留塩素濃度の上昇が認められたことから、残留塩素が藻類の破壊に関与してくる可能性はある。ここで、全塩素濃度だけをみると、残留塩素は陽極付近で発生していると考えられそうだが、遊離残留塩素濃度には位置による差はみられなかった。全残留塩素のうち、遊離残留塩素は他の種類の塩素よりも高い殺菌効果を有している。遊離残留塩素濃度が容器内の特定の場所において高濃度を示していなかったことから、残留塩素による殺菌効果は、あったとしても大きいものではなかったといえそうである。よって、本実験では高電圧になるほど残留塩素による影響が増していたかもしれないが、それでも藻類の破壊の主な原因はやはり電気化学的効果であったことが推測できる。つまり、陽極付近において藻類が著しく破壊されていたという結果は、その範囲に電気化学的効果が大きく及んでいたことを示しているということである。

参考文献：1) 谷村嘉恵、電気化学的方法による藻類増殖の抑制に関する研究、第 44 回環境工学研究フォーラム講演集、167-169、2007。

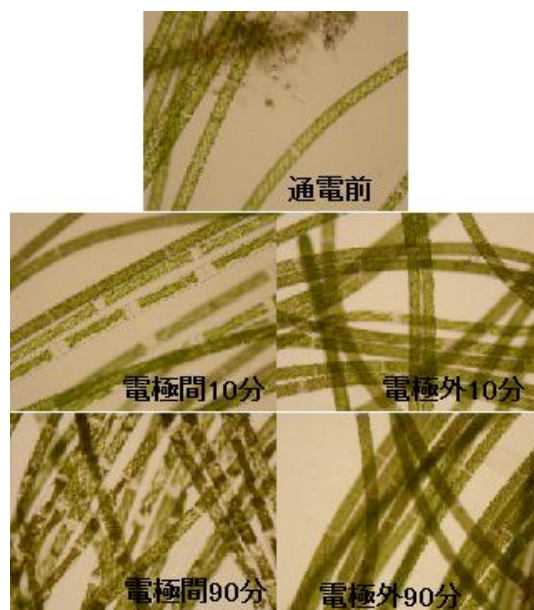


図-3 通電前と 10V 通電後の藻類の状態

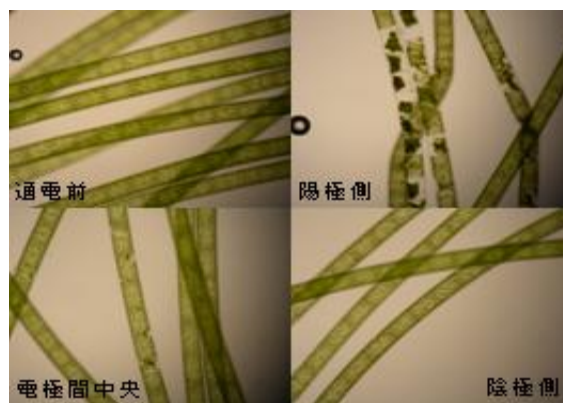


図-4 通電前と 20V-30min 通電後の藻類の状態

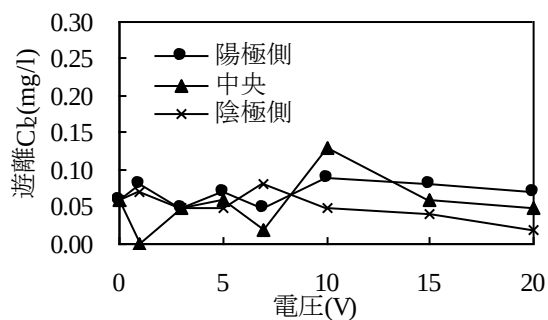


図-5 遊離残留塩素と電圧の関係

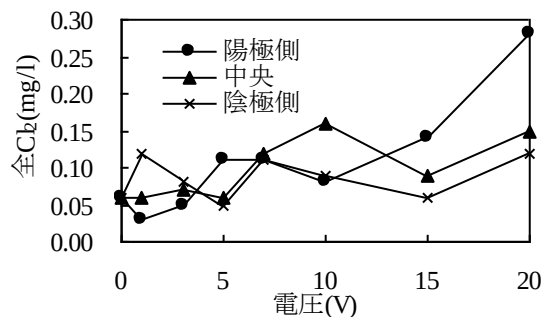


図-6 全残留塩素と電圧の関係