

B-48 電気化学的方法による藻類増殖の抑制に関する研究

谷村 嘉恵

群馬工業高等専門学校環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580番地)

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

1. はじめに

公園の池、観賞用の人工池、または、アクアリウムのような小規模の水域においては、水の流れが穏やかで時には静水に近い状態になる。観賞用の魚などがいるため、餌の食べ残しや糞などは池などの中に溜まると、池の汚濁を引き起こす。気温の高い季節になると池等における藻類の異常増殖、異臭の発生によって、美しい景観が失われ、親水機能が著しく損なわれてしまう¹⁻³⁾。

従来、藻類の直接除去に関しては、大型水生植物の栽培⁴⁾、増殖抑制物質⁵⁾の添加などの増殖抑制法、硫酸銅の添加、オゾン・紫外線⁶⁾または電解酸化処理^{7,8)}を用いた殺藻法、微細気泡や凝集剤PACなどを使用した分離除去法などが多く研究されている。しかし、大型水生植物の回収や、添加した硫酸銅、PAC及び増殖抑制物質の生態系への残留・蓄積及びバクテリアに対する阻害作用が問題となっている。一方、小規模の公園の池や観賞用池や特にアクアリウムのような水域では、景観が重視されているため、水を浄化する際には、景観を配慮した浄化法を選定する必要があると考える。

著者は、水中に複数対の不溶解性の金属電極を設置して通電することによって、水中の藻類の増殖を抑制し、水中の汚濁物質を分解し、水をきれいにする方法を考案した。

本研究では、通電による藻類の細胞内の葉緑体の構造への影響について、顕微鏡を用いて、通電時間が長くなるにつれ葉緑体構造の変化を観測した。藻類の光合成能力に関わるクロロフィルa (以下Chl.a) 濃度および藻類の生産力 (以下生産力) への影響について、小型水槽を用い、印加電圧および通電時間を種々変化させて回分的に実験を行い検討した。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置

2.1.1 藻類葉緑体構造への影響実験

図 1 に、本実験に用いた実験装置 1 を示す。本実験装置は、血球計算盤と血球計算盤の溝に配置したチタン線、直流安定化電源からなっている。

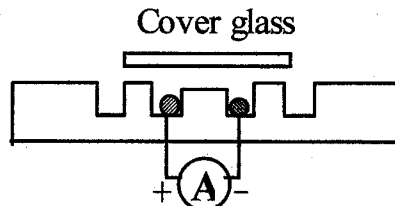


図 1 実験装置 1

2.1.2 Chl.a 濃度および生産力への影響実験

図 2 に、本実験に用いた実験装置 2 を示す。本実験装置は、13.5×9.0×16.0cm の大きさのプラスチック製の水槽に、4 枚の陽極と 5 枚の陰極を交互に平行して設置し、陽極と陰極を並列して直流安定化電源に接続したものであった。陽極として 13.5×10.5cm の白金メッキしたチタンメッシュ板を使用し、陰極として 13.5×10.5cm のステンレスメッシュ板を用いた。また、陰・陽電極の間隔は 1.0cm とした。

2.2 実験方法

2.2.1 藻類葉緑体構造への影響実験

本実験は、実験装置 1 を用い、多細胞の緑藻類であるアオミドロ (*Spirogyra* 属) を血

球計算板に載せてカバーガラスを掛け、通電する条件下で藻類葉緑体構造の変化を顕微鏡下で観察した。なお、印加電流値は 10mA とした。

2.2.2 Chl.a 濃度および生産力への影響実験

本実験は、1300ml の供試水を実験装置 2 の水槽に入れ、印加電圧を 0~10V (通電時間 60min) の範囲で、通電時間を 0~180min (印加電圧 10V) の範囲で変化させて行なった。各々の実験終了後、それぞれの処理水に対して、Chl.a 濃度および生産力を測定した。

2.2.3 水質の分析

クロロフィル a の測定は、処理水をメンブレンフィルターで濾過して藻類を集め乾燥した後、90% のアセトンで抽出し、抽出液の吸光度を測定した。Chl.a 濃度は次式を用いて算出した。

$$chl a(mg/l) = \{11.64(E_{663} - E_{750}) - 2.16(E_{645} - E_{750}) + 0.10(E_{630} - E_{750})\} v / V$$

E : 吸光度, v : 抽出液の量(ml), V : 試料水の量(l)

藻類の生産力については、明暗瓶法を用いて測定した。処理水を光条件のフラン瓶 (明瓶) および暗条件のフラン瓶 (暗瓶) に入れ密閉して室温 25℃、光照射のキャビネットにて 24 時間培養した。その後、明瓶・暗瓶の溶存酸素を測定し、次式で生産力を算出した。

$$\text{生産力}(mg - O_2 / l / hr) = (\text{明瓶溶存酸素} - \text{暗瓶溶存酸素}) / \text{培養時間}$$

3. 実験結果及び考察

3.1 通電による藻類の葉緑体構造への影響

図3に、通電時間の経過とともにアオミドロの葉緑体の構造の変化を示す。アオミドロは、多細胞の糸状の藻類で、肉眼で確認できるほどの大きさであるため、血球計算盤上に単細胞の藻類のように陽極のほうに引き寄せられなかったが、細胞内の葉緑体の構造が通電時間の経過とともに変化していた。図3に示したように、通電前の写真では、アオミドロの細胞の中に螺旋状に配置している葉緑体が見える。通電経過時間 $t = 2min$ の時、螺旋状の葉緑体を確認できるが、葉緑体と細胞壁の間では隙間ができてしまった。さらに通電し続けると螺旋状の葉緑体はその形が崩され固まってしまった。通電することによってアオミドロの葉緑体が正常な状態を保つことができなくなるため、光合成も正常に行うことができなくな

なると考えられる。

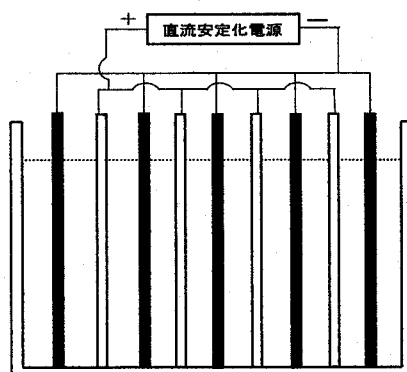


図2 実験装置2

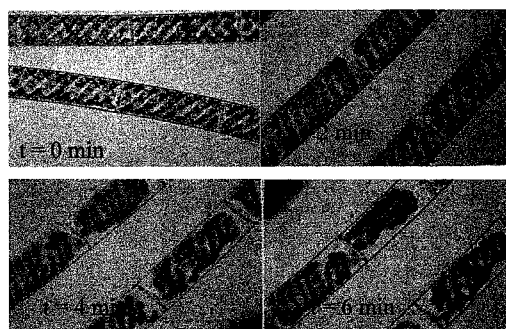


図3 通電時間の経過とともにアオミドロの葉緑体の形状の変化

3.2 印加電圧によるChl.a濃度および生産力への影響

図4に、Chl.a濃度および生産力と印加電圧との関係を示す。印加電圧が大きくなるにつれ、Chl.a濃度および生産力はともにほぼ直線的に低下した。Chl.a濃度に関しては本実験範囲ではChl.a濃度減少速度は印加電圧の大きさと関係なくほぼ一定であった。本実験の印加電圧10V、通電時間60minの条件化下では、Chl.a濃度が73%減少し、生産力の低下率は95%に達していた。このことから、通電することによって葉緑体形状が崩壊するとともにChl.aもダメージを受けることになると考えられる。

3.3 通電時間によるChl.a濃度と生産力への影響

図5に、Chl.a濃度および生産力と通電時間との関係を示す。Chl.a濃度に関しては通電時間30min以内ではChl.a濃度の減少は少なく、通電時間30min以上では通電時間が長くなるにつれChl.a濃度は、ほぼ

直線的に減少し、通電180minの時点でChl.a濃度は約83%が減少した。

一方、生産力は、通電時間が長くなるにつれ低下した。本実験では、通電180min時点で藻類の生産力は約67%低下した。

印加電圧および通電時間によるChl.a濃度および生産力への影響について検討した結果、印加電圧が大きいほど、通電時間が長いほど藻類の葉緑体および葉緑素が多く損なわれ、光合成ができなくなるため、藻類の生産力が低下したことがわかった。

4. まとめ

本研究では、通電による藻類の葉緑体構造への影響について顕微鏡下で観察し、印加電圧および通電時間の変化による藻類のChl.a濃度および生産力への影響について小型水槽を用いて回分的に実験をし検討を行った。以下の知見が得られた。

- 1) 藻類の葉緑体の構造は通電することによって破壊された。
- 2) 印加電圧が大きいほど、通電時間が長いほど藻類のChl.a濃度が減少し、生産力は低下する。
印加電圧 10 V、通電時間 60min の条件下ではChl.a濃度の減少率は73%となり、生産力の低下率は95%にも達した。

この方法は、公園の池やアクアリウムなどにおける藻類異常増殖の抑制および水質保全に利用でき、電気だけを使用するので、池やアクアリウムに存在する生態系に対してもやさしい。また、この方法を利用した浄化装置は水面に浮かせて使用することもできれば、池の底に沈めて使用することもできるため、多種多様なニーズに対応できると考える。

参考文献

- 1) 八木正一：植物プランクトンによる異臭の実態，用水と廃水，31，859-867，1989。
- 2) 佐藤敦久，真柄泰基：上水道における藻類障害，pp.12-13，社団法人日本水道協会凝集阻害，藻類除去研究会，技報堂出版，東京，1996。
- 3) 渡辺真利代，原田健一，藤木博太：アオコその出現と毒素，東京大学出版会，pp.55-68，東京，1994。
- 4) 中井智司，下ヶ橋雅樹，細見正明，岡田光正，村上昭彦：大型水生植物を用いた植物プランクトンの増殖抑制，水環境学会誌，17，33-39，1994。

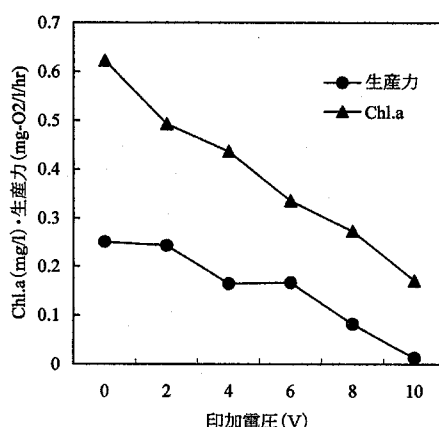


図4 Chl.a濃度・生産力と印加電圧との関係

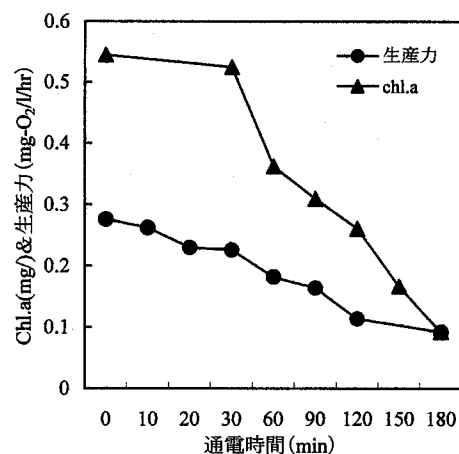


図5 Chl.a濃度・生産力と通電時間との関係

- 5) 井智司，井上裕之，細見正明，岡田光正，村上昭彦：大型水生植物が代謝した生理活性物質を用いた植物プランクトンの増殖抑制，水環境学会誌，18，1012-1019，1995。
- 6) M.Z.B. アラム，大瀧雅寛，古米弘明，大垣眞一郎：紫外線照射による藻類増殖抑制効果，環境工学研究論文集，Vol.35,111-118，1998。
- 7) 杉崎健司，岩田照史，竹内雍：湖沼水中の藻類に対する電解酸化処理の殺藻効果，水環境学会誌，23，285-291，2000。
- 8) 都築浩一，田中哲也，高木武夫，下村周：電気化学処理によるミクロキスティスの殺藻特性，水環境学会誌，22，228-231，1999。