電場における微生物の動きに関する研究

群馬高専　正会員　　谷村嘉恵

1．はじめに

富栄養化水域における異常増殖した藻類の除去及び水質の制御は，難しい問題であり，急務な課題でもある。この数年来，本研究室では，電気を利用した異常増殖した藻類の除去法について実験研究を行ってきた。電気は，水中の藻類や細菌などの微生物に対してどのような影響を与えているかを把握しておくことが，除去法の確立及び除去装置の開発に非常に有意義であると考えられる。従って，本研究では，顕微鏡及び小規模の実験装置を用いた実験を行い，電場の中で藻類や大腸菌群などの微生物の動向を観察・計測した。

2．実験装置及び実験方法

2．1　実験装置

図 1 に，実験装置 1 を示す。実験装置 1 は，血球計算盤と血球計算盤の溝に配置した銅線，直流安定化電源からなっている。

図 2 に，実験装置 2 を示す。実験装置 2 は，プラスチック製水槽，直流安定化電源，陰極及び陽極からなっている。水槽の有効容積は 150ml であり，電極の有効面積は 205.2cm^2 であった。また，電極間隔は 5mm とした。

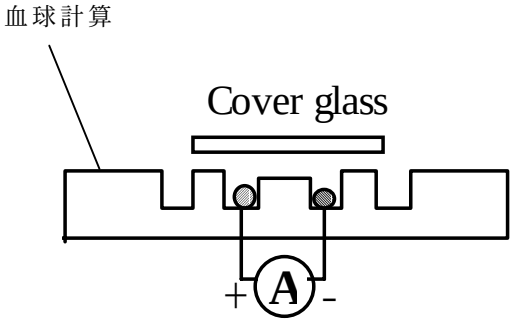

図 1　実験装置 1

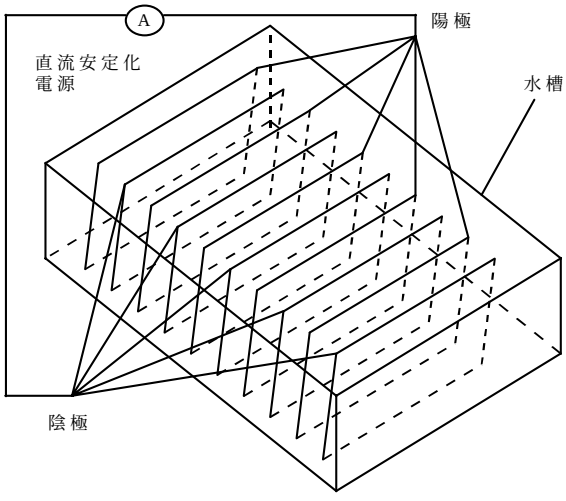

図 2　実験装置 2

2．2　実験方法

2．2．1　電場における藻類の動きの観察実験

本実験は，実験装置 1 を用いて行った。屋外の水槽に自然に発生した単細胞の緑藻類の *Kirchneriella* 属と *Ankistrodesmus* 属を優占種とする試料水および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，電気を流したときの藻類の動向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　電場における大腸菌群の死滅実験

本実験は，実験装置 2 を用いた。試料水としては大腸菌群の汚染がある自然水域の水を使用した。実験は，印加電圧を 0，1，2，3，4 および 5V と変化させ，通電時間 30 分の条件下で行った。大腸菌群の計数は，デスオキシコール酸塩法を採用した。

3．実験結果及び考察

3．1　電場における単細胞藻類の陽極への移動

図 3 に，電場における単細胞藻類の移動を示す。図 3-1 の写真は通電前の写真であり，○印で囲んだ２つの藻類が，通電５秒経過後の写真（図 3-2）では，陽極側（写真の右側）へ移動したことが確認

キーワード：水環境，微生物，電気泳動，藻類，大腸菌群

連絡先：〒371－8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 番地　群馬工業高等専門学校　TEL027-245-9185 E-mail:tanimura@cvl.gunma-ct.ac.jp

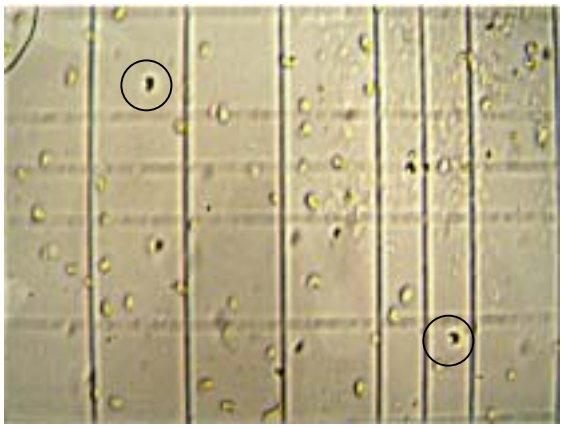

図 3-1 通電前 t＝0 秒

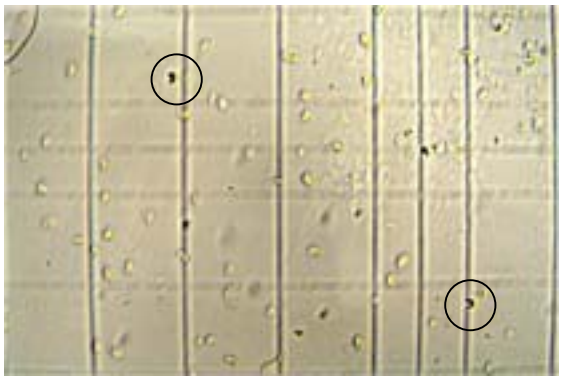

図 3-2 通電後 t＝5 秒

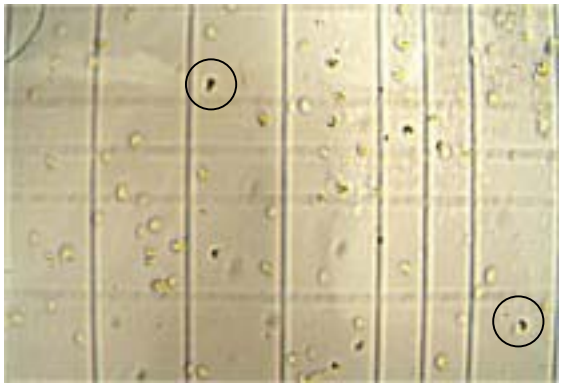

図 3-3 通電後 t＝10 秒

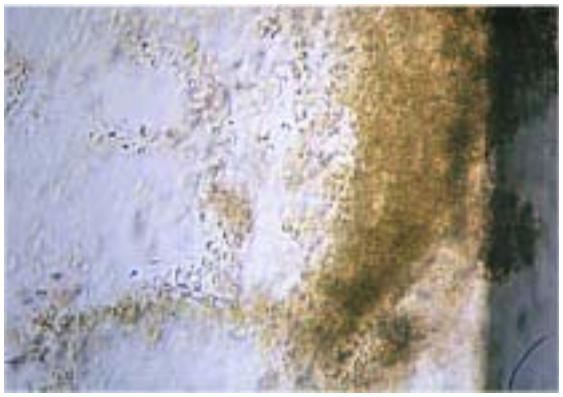

図 3-4 通電後 t＝25 秒

移動方向：陰極側　　陽極側

図 3　電場における単細胞藻類の移動

図 4-1 通電前

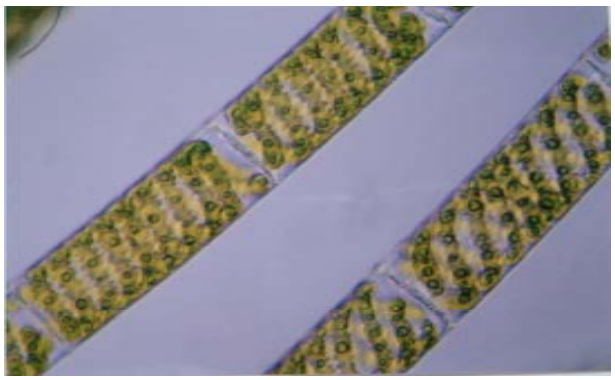

図 4-2 通電後 t＝2 分

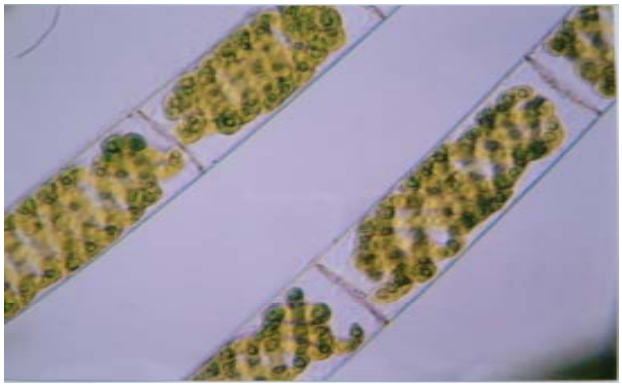

図 4-3 通電後 t＝4 分

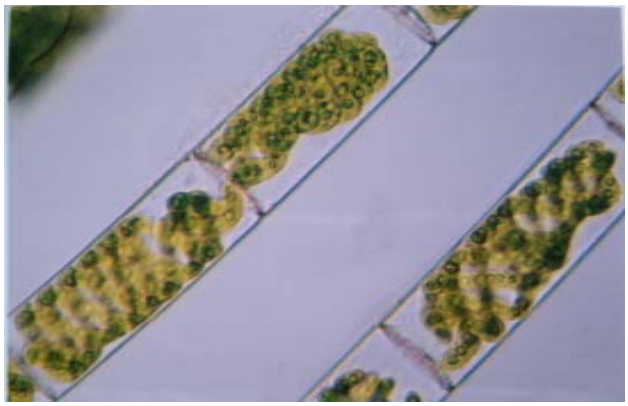

図 4-4 通電後 t＝6 分

4　電場におけるアオミドロの葉緑体の破壊

できた。また，通電 10 秒後の写真（図 3-3）では，2 つの藻類がさらに陽極側へ移動した。藻類が，直流安定化電源のスイッチを ON にするとすぐに陽極の方向に動き始め（初期移動），通電 10 秒前後から藻類の移動速度が動き始めた時より速くなった。印加電圧を種々変えて藻類の初期移動速度を測ったところ，印加電圧が高いほど，藻類の初期移動速度は速くなり，本実験範囲では平均移動速度は 0.128mm・min^{-1}・V^{-1} であった。図 3-4 に示したように通電 25 秒後では，血球計算盤上にある藻類はすべて陽極付近に集まった。

3．2　電場におけるアオミドロの葉緑体の破壊

図 4 に，電場におけるアオミドロの葉緑体の破壊を示す。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，　細胞内の葉緑体の形状が通電時間の経過とともに変化していた。図 4 に示したように，通電前の写真（図 4-1）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 2 分の時，螺旋状の葉緑体が確認できるが，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がその形が崩され固まってしまった。電場における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，正常な光合成もできなくなると考えられる。

3．3　電場における大腸菌群の死滅

図 5 に, 大腸菌群数と印加電圧との関係を示す。通電前，試料水中の大腸菌群数は約 8000 個/ml であった。通電するとその数が減少した。印加電圧の値が大きいほど減少は顕著であった。本実験では，小容量の容器を使ったことと，電極間隔が狭くしたことで, 印加電圧 4V と 5V の場合では，大腸菌群数はほぼ 0 となった。このことから，本実験条件下では 4V 以上の電圧を印加すれば大腸菌群を死滅することができる。

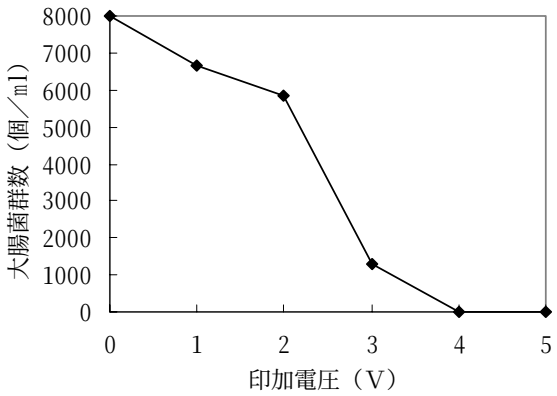

図 5　大腸菌群数と印加電圧との関係

4．まとめ

本研究では，電気による水中の藻類や細菌などの微生物への影響について実験的研究を行った。以下の知見が得られた。

1）単細胞の藻類が，電場に置かれると電気泳動などの力で陽極側に引き寄せられる。

2）多細胞の藻類が，移動しないが細胞内の葉緑体が電気によって破壊される。

3)電場に置かれた大腸菌群のような細菌類は, 単細胞の藻類のように陽極側に引き寄せられ死滅する。

参考文献

1）第 39 回環境工学研究フォーラム講演集　2002 年 11 月　pp．98-100

2）第 39 回日本水環境学会年会講演集　2005 年 3 月　pp．388

3）第 39 回日本水環境学会年会講演集　2005 年 3 月　pp．389