

光触媒による藻類増殖抑制効果の評価法の検討

Evaluation of Photocatalytic Inhibition of Algae Growth

0230111 久間 明香 大瀧 雅寛

Sayaka KYUMA and Masahiro OTAKI

お茶の水女子大学 環境工学研究室

1. はじめに

1. 1 背景と目的

富栄養化湖沼における水質悪化の原因の一つとして、藍藻類の異常増殖が挙げられる。そのような湖沼を水源に利用する浄水場では、藻類が原因で、凝集阻害、ろ過閉塞などの問題が生じている。浄水場の対策としては、薬剤注入（塩素剤、硫酸銅など）、多層ろ過、生物処理、遮光など方法が採用されているが、いずれも欠点がある。たとえば、塩素、銅イオンに強い藻類の繁殖を誘発したり、壁面に付着する藻類に対して消毒剤の効果が薄いという点である。これまで、藻類除去策や殺藻処理の改良法が試みられているが、まだ不十分である。

近年、光触媒を利用する方法が提案され、多くの研究から光触媒による殺藻・防藻効果が確認されている。

しかし、既存の研究では、光触媒反応後の藻類濃度測定法に問題があり、正確な光触媒反応の効果をj知ることが出来ない。そこで本研究では、光触媒反応後の藻類濃度を正確に測定する方法を検討した。

1. 2 光触媒反応後の藻類

光触媒反応後の藻類には、以下の3種があると考えられる。

- ① 損傷を受けず、増殖能力のあるもの
- ② 藻類の形状は保持しつつ、損傷を受け増殖能力を失ったもの
- ③ 損傷を受け、形の無くなったもの

しかし、①と②は見た目には同じであり、顕微鏡による計数法では判別することが出来ない。しかし光触媒反応により損傷を受けた藻類は②と③である。この量を知る方法の一つとして、①の量を定量し、全数から引くという方法が考えられる。

2. 既存の研究

既存の研究[4]において、光触媒反応後の藻類を再び培養した際の濃度変化を Fig.1 に示した。光触媒反応を受けた藻類は、二日目までは増殖が見られなかった。これは全細胞の中には、増殖能力をもつ活性細胞(①)と、損傷を受け増殖できない細胞(②)が含まれており、活性細胞の増殖がグラフに現れるまでに二日かかったためと考えられる。

従って、光触媒反応直後の活性細胞の濃度は、この

図の初期濃度 1.5×10^5 cells/ml よりも低いと予測される。

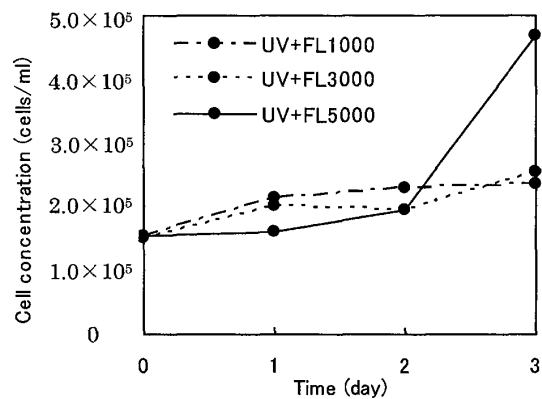


Fig.1 Concentration change of algae after photocatalytic reaction by different illumination (出典:光触媒による藻類増殖抑制への光合成作用の影響 馬華2005)

藻類に紫外線を照射すると、増殖が抑制されることが分かっている[5]。紫外線照射は、他の消毒法と異なり藻類細胞を損傷させることが無いため、反応後に培養しても、細胞数は見かけ上変化しないという特徴がある。既存の研究では藻類 *Microcystis aeruginosa* と *Anabena vulgaris* には、見かけ上、増殖が7日間無くなるような紫外線強度が存在する。このとき全細胞数のうち生存した細胞は、7日間かけても、見かけ上増加して現れない程度まで低い割合になっていることがわかる。

そこで本研究では *Chroococcus sp.* について、同様の効果が得られる紫外線強度を測定した。

紫外線照射していない藻類溶液(以下A溶液)と紫外線照射により増殖しない死滅した状態の藻類溶液(以下B溶液)を、a) 1:9、b) 1:99の割合で混合させる。これら a)、b)を培養すると、その増殖は Fig.2 のようになると考えられる。つまり、活性細胞の割合(A溶液の割合)に従って、それぞれ一定の時間が経つと増殖が始まるように見えると考えた。

Fig.2 のような、増殖開始時期と死滅細胞の割合をモデル化できれば、光触媒反応後の藻類を再培養させた際の増殖曲線と比べることで、死滅細胞濃度を推測することが出来ると考えた。

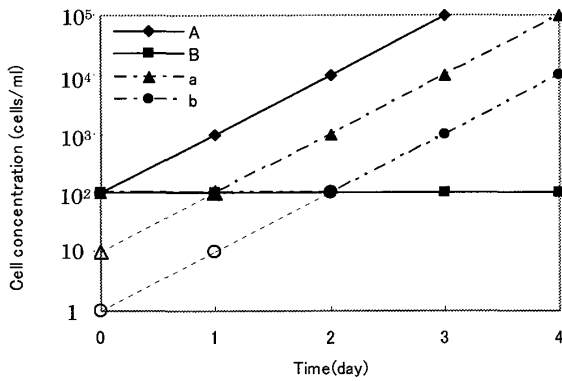


Fig.2 Algae concentration change model

3. 実験

3.1 藻類の培養・濃度測定方法

対象として用いた藍藻は純株 *Chroococcus sp.*(ATCC 27269)で、pH7.1 に調整した 616 Medium BG-11 培地で培養した。綿栓をした三角フラスコを培養容器として、26℃のインキュベーター内で、約 1,000~1,500 lux の蛍光灯を一日 18 時間照射した。

藻類細胞濃度は、十分攪拌して均一化した藻類懸濁液の 0.2 ml を取り、カウンティング・チェンバに入れ、生物顕微鏡 (OLYMPUS BX51) を用いて明視野観察法で 200 倍下において細胞数をカウントした。

3.2 紫外線強度の測定

増殖が見られない藻類を作るため、初期濃度 5.5×10^5 cells/ml, 254 nm 付近の吸光度 0.137 Abs の藻類懸濁液 100 ml に 230, 250, 280 mJ/cm² の UV を照射し、9 日間培養した。Fig.3 にその結果を示した。

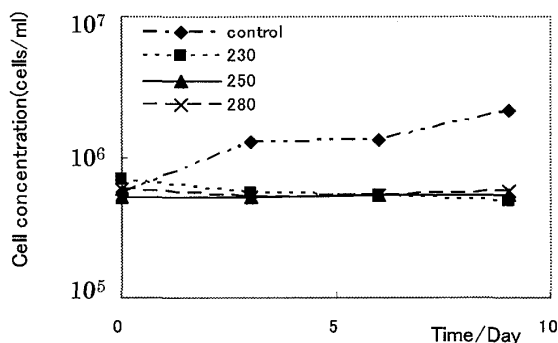


Fig.3 Concentration change in algae after UV irradiation

これより、藻類に 230 mJ/cm² 以上の UV を照射すると、その後増殖が見られないことが分かった。

そこで、無処置の藻類溶液と、UV250 mJ/cm² を照射した藻類溶液とを、1:9 (10 倍), 1:99 (100 倍) の割合で混合し、9 日間培養した。

3.3 実験結果

Fig.に結果を示した。

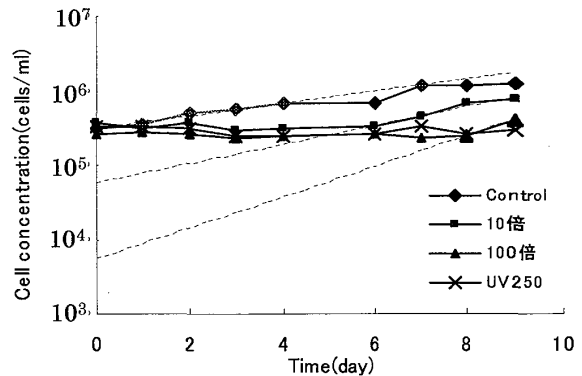


Fig.4 Concentration change of diluted algae

10 倍に混合した試料は 6 日後から、100 倍のものは 8 日後から、それぞれ増殖が開始した。そこで、増殖が開始した日以降の増殖速度から外挿して、活性をもつ藻類濃度を推定するための直線を点線にて描いた。また、無処置の藻類 (Control) に関しては、有効と思われる 1,2,3,4,7 日目の結果から近似曲線を描いた。

3.4 考察

初期濃度が 10^5 cells/ml 程度で、10 倍に混合したものの近似曲線の切片が 10^4 cells/ml, 100 倍のものの切片が 10^3 cells/ml となったため、それぞれの生きている細胞の初期濃度と同じ程度の濃度となった。これより、増殖が始まった後の増殖曲線から、初期濃度の予測が可能であることが分かった。

しかし、無処置の藻類の増殖における近似曲線と、10 倍、100 倍に混合したものの藻類濃度を推定するための直線の、それぞれの傾きが一致しなかった。そのため、実際に光触媒反応後の藻類濃度を推測する際に用いる増殖曲線モデルを作成するには、どの程度の傾きが最適であるかを考える必要がある。

【参考文献】

- 1) 佐藤敦久・眞柄泰基：上水道における藻類障害—安全で良質な水道水を求めて—, 技報堂出版 (1996)
- 2) 洪静蘭：膜光触媒導入型リアクターを用いた光合成細菌による染色排水処理の高効率化, お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士論文 (2004)
- 3) Okamoto K. et al.: Kinetics of hetero geneous photocatalytic degradation of phenol over anatase TiO₂ powder, Bull. Chem. Spe. Jpn. 158, 2023-2028 (1985)
- 4) 馬華：光触媒による藻類増殖抑制への光合成作用の影響, お茶の水女子大学大学院人間文化研究科修士論文 (2005)
- 5) M. Z. B. Alam: Control of algae growth by UV-radiation, 環境工学研究論文集・第5巻 (1998)