

VII-27

光触媒による藍藻類の不活化に関する基礎的研究

岩手大学工学部 学生会員 ○浜尾賢一，越田紀昭

岩手大学工学部 正 会 員 伊藤 歩，相澤治郎，海田輝之

1. はじめに

アオコは世界各地の閉鎖性淡水域で出現し、ろ過障害、異臭味の発生、藍藻毒による利水障害などを引き起こす原因となっている。アオコ対策としては、アオコフェンスを用いることで取水時にアオコの採取量を低減させる方法や、藻類の吸引除去などの方法がある。本研究では、自然エネルギーである太陽光と、人体に無害である TiO_2 を用いた光触媒による藻類の増殖抑制法の開発を目的とし、まずは基礎的知見を得るために、蛍光灯とブラックライトを光源とした皮膜状 TiO_2 による藍藻類 (*Microcystis* 属) の不活化を検討した。

2. 実験方法

本研究では、アオコを形成する藻類の代表種である *Microcystis aeruginosa* (国立環境研究所より入手したもので、以下、*M.aeruginosa* とする) を試験種とした。実験条件を表-1 に示す。実験 1 では、AAP 培地¹⁾の濃度を 5 倍とした培地で前培養した *M.aeruginosa* の培養液を蒸留水で 5 倍に希釈し、これを培養液とした。実験 2 では、

表-1 実験条件

実験名	初期 Chl-a 濃度($\mu\text{g/l}$)	培養液
実験 1	110	AAP 培地
実験 2	10	蒸留水
	30	
	50	

前述と同じ前培養液を遠心分離 (10000×g, 15 分) し上澄み液を捨てた後、残留する栄養塩類を可能な限り除去するために、蒸留水を添加して再度遠心分離することによって藻体の洗浄を行い、蒸留水で希釈し、これを培養液とした。以上のようにして得た培養液を 2 つのステンレス製の反応槽 (320×450×110mm) に水深が約 5cm (約 7.2l) となるように移した。反応槽の一方には、粉末状 TiO_2 (アナターゼ型) の造粒物を溶射した FRP 製のボード (釜石電機製作所製、300×400×5mm であり、以下、光触媒板とする) を沈設した。実験は恒温室 (25℃程度) 内で行い、蛍光灯とブラックライト (40W) を光源とし、照度を 2500lx、紫外線強度 (UV-A) を太陽光と同程度の $0.5\text{mW}/\text{cm}^2$ とした。なお、実験期間中は常に光照射を行った。分析項目は Chl-a (単波長法)、無機態窒素 (I-N)、オルトリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)、TOC、DOC、溶解性 Mn とし、これらの分析は河川水質試験方法 (案)²⁾に基づいて行った。

3. 実験結果および考察

実験 1 での実験期間中の I-N 濃度は 2~4mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は 0.03~0.12mg/l であり、藻類が増殖するのに十分な栄養塩濃度であった。実験 2 では、I-N 濃度は 0.03~0.2mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は 0.003~0.05mg/l であった。

図-1 は、実験 1 での Chl-a 濃度の経時変化である。光触媒板無しの条件では Chl-a 濃度が増加傾向にあるのに対し、光触媒板有りの条件では減少し続けた。藻類が増殖するのに十分な栄養塩類が含まれていたとしても、光触媒によって *M.aeruginosa* の増殖を抑制し、不活化できることを示している。

藻体の破壊の進行を示す判断材料として藻体内の金属に着目し、蒸留水で洗浄した藻体を超音波破碎 (150W, 30 分) し、そのろ液中の金属成分を分析した。その結果、溶解性 Mn の放出量は藻体の乾燥重量 1mg 当り 4~10mg/g-SS 程度であり、他の金属に比べて顕著であった。図-2 は、実験 1 での溶解性 Mn 濃度の経時変化である。光触

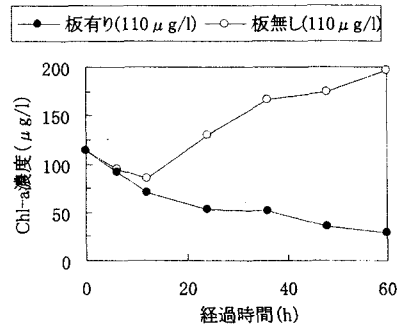


図-1 Chl-a濃度の経時変化

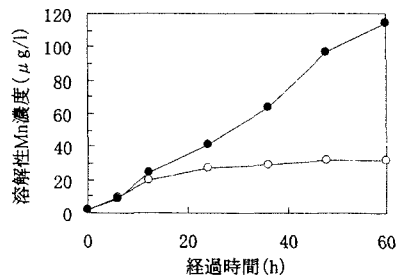


図-2 溶解性Mn濃度の経時変化

媒板有りの条件では、藻類の不活化とともに溶解性 Mn が藻体から次第に放出されたと考えられる。一方、光触媒板無しの条件では、実験開始から 12 時間後までの間は板有りと同様に溶解性 Mn の放出が起こっていたようだが、12~60 時間経過後では藻類が増殖したにも関わらず溶解性 Mn 濃度の減少が見られなかった。

実験 2 は、前述の実験 1 の光触媒板無しの条件において Chl-a 濃度の増加が見られ溶解性 Mn の挙動を明らかにすることが困難であったため、培養液に含まれる栄養塩を可能な限り除去し、藻類が増殖しにくくしたものである。図-3 は、実験 2 での Chl-a 濃度の経時変化である。初めの 12 時間での Chl-a 濃度の減少速度は、光触媒板有りの全ての条件が光触媒板無しの条件に比較して速いことが分かる。また、Chl-a 濃度がほぼ $0 \mu\text{g/l}$ となるまでの時間は光触媒板有りの場合 12 時間程度であるが、板無しではそれよりも長い時間を要する。この違いは光触媒による *M.aeruginosa* の不活化が起こったためであると考えられる。

図-4 は、実験 2 での溶解性 Mn 濃度の経時変化である。溶解性 Mn 濃度の増加は光触媒板無しの条件より光触媒板有りの条件の方が速かった。この違いは初めの 12 時間で現われた。これは図-3 で、光触媒板有りの条件で Chl-a 濃度が初めの 12 時間で急激に減少していることと連動している。また、光触媒板有りと無しの双方で Chl-a 濃度がほぼ $0 \mu\text{g/l}$ となっている時間（開始 36 時間以降）での溶解性 Mn 濃度の差は、特に初期 Chl-a 濃度が $50 \mu\text{g/l}$ の条件で大きく、前述の図-2 の結果も考慮すると、光触媒により藻体の破壊が生じたと考えられる。

図-5 は、実験 2 の初期 Chl-a 濃度が $50 \mu\text{g/l}$ の条件における I-N 濃度および $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化である。光触媒板無しの条件での I-N 濃度は開始 12 時間後から、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は開始 24 時間後から減少した。一方、光触媒板有りの条件ではいずれも増加傾向であった。なお、I-N のうち、6 割以上が $\text{NH}_4\text{-N}$ であった。このことから I-N 濃度の増加は、藻体内から放出されたタンパク質が光触媒によって NH_4 に分解されたことによる可能性がある。一方、光触媒板無しの条件で、開始 24 時間後から $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が減少している点については現在検討中である。

4. おわりに

本研究では、光触媒による *M.aeruginosa* の増殖抑制は当然のことながら、不活化を加速する働きをもつことが示唆された。また、不活化の原因は光触媒による藻体の破壊によるものであることが示唆された。今後は、電子顕微鏡による観察も実験に含め、藻体の破壊の機構を検証する必要がある。

<参考文献>

- 1) 環境微生物実験法：須藤隆一，講談社、1988
- 2) 河川水質試験方法（案）：建設省河川局監修，技法堂出版，1997

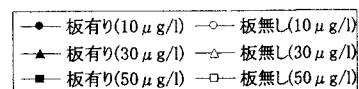


図-3 Chl-a濃度の経時変化

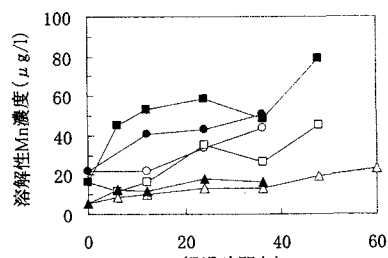


図-4 溶解性Mn濃度の経時変化

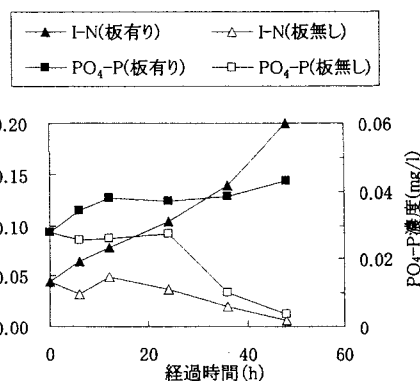


図-5 I-N濃度および $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化