

酸化チタンを用いた藻類抑制に関する基礎的研究

山口大学 学生会員 ○玉田法文
山口大学 正会員 今井剛

山口大学 正会員 関根雅彦
山口大学 正会員 浮田正夫
チタン工業株式会社 森光廣一

1. 研究目的

環境問題の一つとして、湖沼の富栄養化による特定のプランクトンの爆発的増殖によるアオコ現象が各地で報告されている。

一方、近年、酸化チタン(TiO_2)を主体とする光触媒への注目が高まってきている。光触媒とは、自らが光を吸収してエネルギーの高い状態となり、そのエネルギーを反応物質に与えて化学反応を起こさせる物質のことで、熱力学的には不可能である温和な条件下でも反応を進行させることができる点に特徴がある。特に酸化チタン(TiO_2)は、バンドギャップが約 3.0eV であり、これを波長になおすと約 400nm である。つまり、反応に必要なエネルギー条件として 400nm 以下の紫外光を照射することにより反応が起こる。この条件を太陽光は満たしているの、酸化チタンは太陽光をエネルギー源とした化学反応を起こすことのできる触媒と言える。

本研究では、酸化チタンを塗布したフロートを、アオコをつくるとされる藍藻類が存在する水面に浮遊させてアオコを抑制する手法の有効性について検討した。

2. 酸化チタンによるアオコ抑制効果の確認実験 (Run1)

BG-11 培地にアオコを懸濁させた液を図 1 のビーカーに分注し、酸化チタンを塗布されたフロート(以下 TiO_2 フロート、直径 5~10mm)、塗布されていないフロート(以下 non TiO_2 フロート、直径 5~10mm)各 10g を用いて、照度 3,000[lx]、紫外線強度 1.0[mW/cm²]、静置/曝気攪拌の各条件で培養実験をおこなった。なお自然条件下での紫外線強度は、5 月の快晴時で約 1.8[mW/cm²]である。

TOC の変化を図 2 に示す。曝気条件下では、静置したものにはアオコの増殖量は小さくなるが、曝気条件下で酸化チタンがアオコ抑制に影響を及ぼしていることが示唆された。なお、培地を用いずアオコを含む湖沼水を用いて行った実験では、 TiO_2 フロートを入れない条件であっても 1 週間後の藻類

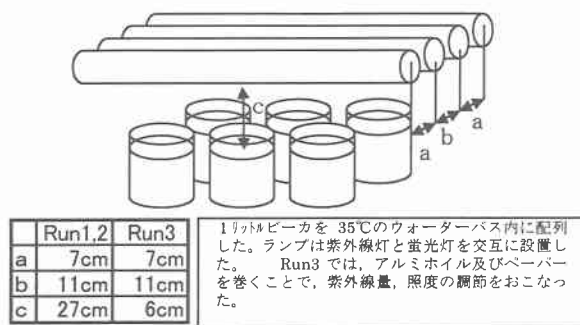


図 1. 実験装置図

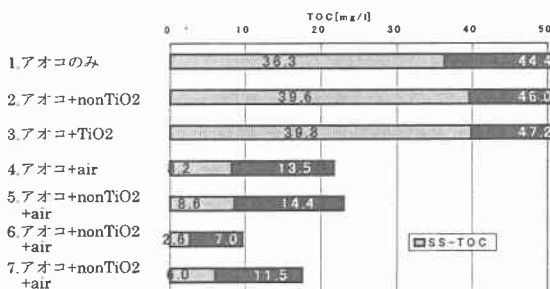


図 2. TOC(培地実験)

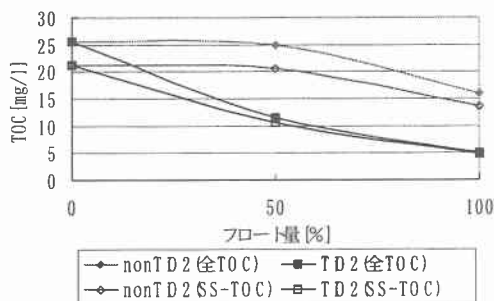


図 3. フロート量による TOC への影響

量が減少し、不適であった。

3. 酸化チタン量とアオコ抑制効果の関係 (Run2)

1[l]ビーカー水表面にフロートが重ならずにいっぱいに入る量をフロート量 100%とし、TiO₂フロート、nonTiO₂フロートをそれぞれ 50%, 100%の2種類づつ用意して実験をおこなった。照度 3,000[lx], 紫外線強度 1.0[mW/cm²]に設定し、水温は 35℃, 曝気量 100[ml/min]に保った。1週間後に各値を測定、検討した。

結果を図3に示す。フロートが多いほど TOC の減少が大きい。なお、静置した実験も行ったが一定した結果が得られなかった。

4. 紫外線量と酸化チタンのアオコ抑制効果の関係 (Run3)

照度 3,000[lx], 水温 35℃, 曝気量 100[ml/min]の条件で、前回までの実験の紫外線強度を基準としたとき(1.0[mW/cm²]), その半分(0.5[mW/cm²]), 及び二倍(2.0[mW/cm²])での、酸化チタンの影響を比較、検討した。実験期間は2日間でおこなった。

この実験の SS-TOC の値を図4に示す。これより、酸化チタンが 0.5[mW/cm²]の弱い紫外線でも反応がおこせること、紫外線強度 2.0[mW/cm²]以下では紫外線強度に応じてアオコの減少を促すことが可能であると言える。

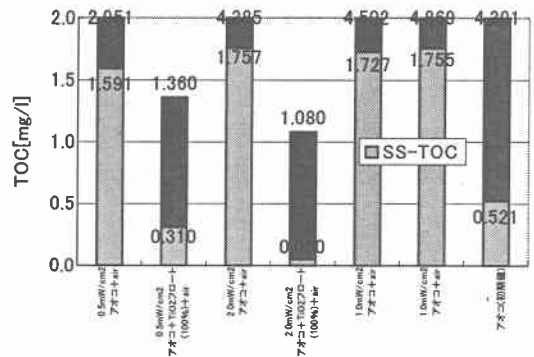


図4. 紫外線量実験の TOC 量

5. 酸化チタンによる抑制量のモデル化

酸化チタンは藻類の増殖を表す式の増殖係数に影響すると仮定し、以下の式を考えた。

$$C = C_0 \cdot e^{(G_0 - G_t)T} \quad (1)$$

ここに、Cはアオコ濃度、C₀はアオコの初期量、G₀はフロートの影響がない場合の増殖係数、G_tは酸化チタンによる減少係数である。Run 毎に藻類の増減の傾向が変わるため、実験ごと、曝気の有無ごとにそれぞれのG₀を求め、その値をもとにG_tを求めた。アオコ濃度はSS-TOCで表した。結果を図5、図6に示す。

6. まとめ

以上のように、酸化チタンによるアオコの抑制効果を定量化することができた。しかし、曝気攪拌による藻類の減少のほうが、酸化チタンより効果が大きかった。

一方、酸化チタンを投入しなかったビーカーでは、実験終了時のビーカー内面に付着藻類によるぬめりがみられたが、酸化チタンを投入したものにはこれらがみられなかった。このことから、酸化チタンは付着性藻類抑制にも効果があることが示唆された。

今後は浮遊性藻類ばかりでなく、付着性藻類への効果も含めて検討する必要がある。

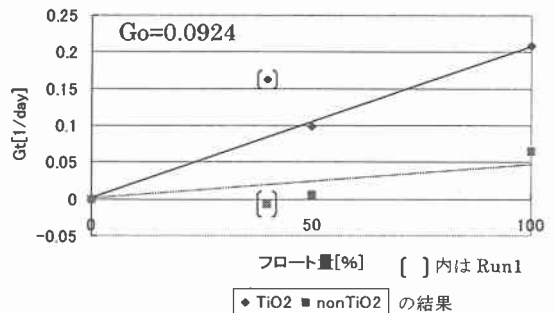


図5. Run2より得られた各フロートの阻害速度(曝気あり)

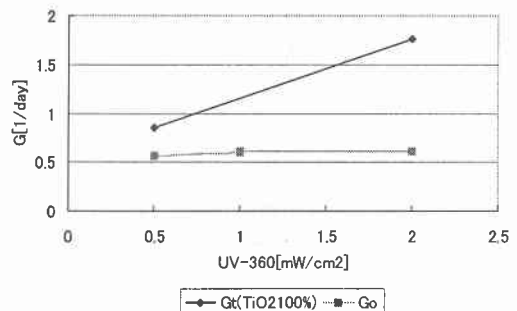


図6. Run3より得られた紫外線とGt, Goの関係