

AGP 試験によるフォトクロミックフィルムの藻類増殖抑制効果の評価

九州大学工学部 学生員 ○衛藤 学 九州大学大学院 学生員 衣川 圭
九州大学大学院 正会員 久場隆広 九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに 近年、各地の閉鎖性水域において、生活排水・工場排水やその処理水などによる富栄養化が大きな問題となっている。これらの排水に含まれる窒素・リンなどの無機塩類を栄養源として植物性プランクトンが異常増殖し、それによって現地の漁業等に重大な被害を与えることもある。このような事態を防ぐための一つの手法として、光合成に必要な太陽光を遮蔽し、植物性プランクトンの過剰増殖を抑制することが考えられる。本研究では、太陽光に含まれる紫外光によって着色し可視域の光を吸収する性質を持つフォトクロミックフィルムを利用して、光合成に必要な光を遮蔽し、水の華に代表される植物性プランクトンの過剰増殖を抑制することを試みた。

2. 実験概要

2. 1. フォトクロミックフィルムの性質 フォトクロミズムとは、一般に「無色の化合物が光照射によって着色し、別の波長の光または熱によって無色に戻る現象」であり、フォトクロミズムを示すフィルムのことをフォトクロミックフィルムと呼ぶ。本研究においては紫外線または太陽光のような紫外線を含む光を照射すると着色し、それにより可視域の光を減ずる性質を持つ「スピロナフトオキサジン（以下SNOと略）」をフォトクロミック化合物として用いることにした。この物質の特徴として、①高い繰り返し耐久性、②用途に応じた着色速度、③高い着色濃度などがある。この中でも特に「高い繰り返し耐久性」は、本研究では気象変化の激しい屋外でのフォトクロミックフィルムの使用を想定している点で、重要な要素である。このような性質を持つフォトクロミック化合物を適当なポリマーと溶媒を用いてフィルム化し、このフォトクロミックフィルムを藻類過剰増殖の抑制に利用することを試みた。

2. 2. 藻類の光合成と吸収波長 図-1に、太陽光に対するSNOフィルムの吸収スペクトルを示す。この図からも明らかなように、主として可視域(400nm～800nm)に吸収があり、600nm付近に吸収極大が見られる。吸収極大における吸収率は本研究で作成したフィルムによって多少のばらつきはあるものの、おおよそ60～80%の範囲にあった。一方、水の華の原因とされている藍藻は、初期の光合成を司る光合成色素として主にクロロフィルaとフィコビリンを含む。これら光合成色素は光合成の初期過程において光エネルギーの捕捉という重要な役割を担い、その中でもクロロフィルaはその中心的役割を演じる。クロロフィルaの吸収極大は抽出された有機溶媒中（主にエーテル）において660nm（赤色）付近に存在する。しかし、生体内では様々なタンパク質や脂質とクロロフィルaが結合しているため、この吸収波長はわずかに長波長側にシフトする（680nm付近）。また、そのほかに440nm（藍色）にも吸収極大が存在する。

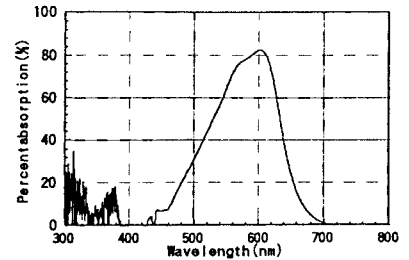


図-1 SNO フィルムの吸収スペクトル

このようにSNOフィルムの吸収極大位置とクロロフィルaのそれとでは60～80nmの差があり、SNOフィルムの吸収極大スペクトルをシフトすることができれば藻類の増殖を的確に制御できる可能性がある。しかしながら、現段階ではこの長波長シフトのためには長時間を要し、また、高価なため、本研究では図-1に示すような吸収スペクトルを持つSNOを使用することにした。

2. 3. AGP (Algal Growth Potential: 藻類生産の潜在能力) 試験

本研究ではSNOフィルムの藻類光合成抑制効果を検証するため、AGP試験を行った。一般的なAGP試験は試料の持つ藻類生産力を調べるバイオアッセイであるため、藻類増殖に最適な条件を与え、その最大増殖量を測定するものである²⁾。本研究では、フィルムによる光抑制効果の評価の指標とするため、種々の藻類や藍藻の増殖に必要な栄養塩類を与えた上で、SNOフィルムによる遮光下での増殖過程を経日的に追うことにした。なお、今回のAGP試験では、各地の閉鎖性水域において水の華の原因とされ、かつAGP試験法においても接種源として用いられる *Microcystis aeruginosa* と *Anabaena flos-aquae* の藍藻綱二種と、学内の池水から採取し

た混合種を使用した。*M. aeruginosa*と*A. flos-aquae*の二種は(財)地球・人間環境フォーラムより入手したもので、指定された培地で1週間程度前培養したものを接種源とした。また、混合種のAGP試験では、採取した水を遠心分離処理によって数倍に濃縮し、その中に含まれる微生物を重炭酸ナトリウム溶液(15mg/l)で三回洗浄したものを接種源とした。以下の図において、「non」はフィルム無し、「Black」は黒色フィルム(光を完全に遮光したもの)の増殖量を表す。

3. 実験結果

3. 1. *Microcystis*の純粋株

図-2に、*Microcystis*による増殖量の経日変化を示す。吸光度(OD₆₆₀)から換算して求めたVSS濃度で増殖量を評価した。SNOフィルムによる光遮蔽(「SNO」)によって*Microcystis*の光合成を抑制できるものと期待していたが、フィルムによる光遮蔽のない株(「non」)よりも大幅に増殖していることがわかる。この要因の一つと思われるものに、強すぎる光の照射によって光合成に障害を及ぼす強光阻害が挙げられる。AGP試験の実施期間である9月から10月にかけては、まだ日差しが強く、強光阻害が生じるに十分な量の光照射があると考えられる。このことを考慮すると、フィルムのないAGP試験では強すぎる光の照射によって光合成の光阻害が起こり、適度な光条件下に比べて増殖が抑えられる一方、SNOフィルムによって光をある程度遮蔽しているAGP試験では、*Microcystis*の光合成にとって適度な光となり、強光阻害を起こさず増殖したと考えられる。文献³⁾によると、*Microcystis*は自然に生息している株では強光阻害を起こさないが、培養株では強光による光阻害が起ると報告されている。このことは、培養株の生理的な性質を野外の個体群に適用する難しさを示唆している。

3. 2. *Anabaena*の純粋株

図-3に示すように、*Anabaena*についてはSNOフィルムによる増殖抑制効果が認められた。すなわち、全く遮光していないAGP試験(「non」)よりもSNOフィルムで遮光したAGP試験(「SNO」)において増殖量が抑えられる結果が得られた。このAGP試験は11月中旬～12月中旬に行われたために、増殖が抑制されるほど光照射は強くなかったと思われるが、これら純粋株の強光阻害とSNOフィルムの光遮蔽との関係についてさらなる検討が必要であろう。

3. 3. 混合種

図-4に混合種を用いて行ったAGP試験の結果を示す。実験は10月下旬から11月下旬にかけて行われた。*A. flos-aquae*と同様、SNOフィルムによる藻類増殖抑制効果が認められた。混合種中には様々な藻類が存在すると考えられ、このような藻類にとってもSNOフィルムによる増殖抑制効果があることが示唆された。

4. 結論 *M. aeruginosa*において強光阻害が原因と思われる結果が得られ、光強度とSNOフィルムや植物性プランクトンとの関係をより一層検討する必要があるが、その他の二つのAGP試験ではSNOフィルムによる増殖抑制効果が明確に現れた。今後の課題として、このフィルムが有効に利用できるような場所や、フォトクロミック化合物の長波長シフト等について検討する必要があるものの、フォトクロミズムを利用することによって植物性プランクトンの過剰生産を抑えることができる可能性が示唆された。

<参考文献>

- 1) 日本化学会編：有機フォトクロミズムの化学 [季刊 化学総説 No. 28], pp. 70, 1996
- 2) 日本下水道協会：下水試験方法 上巻, pp. 554 ~ 562, 1997年版
- 3) 高村典子：ラン藻による水の華、特に*Microcystis*属の生態学的研究の現状、藻類. 36, pp. 65 ~ 79, 1988

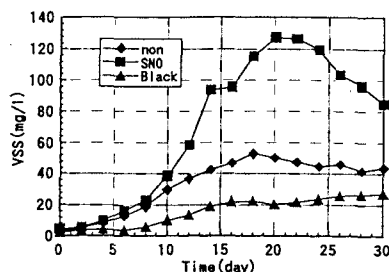


図-2 *Microcystis*の増殖過程

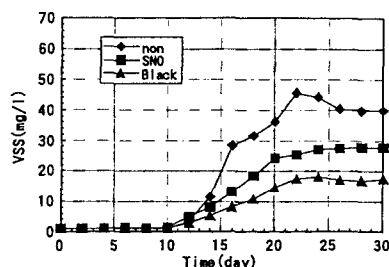


図-3 *Anabaena*の増殖過程

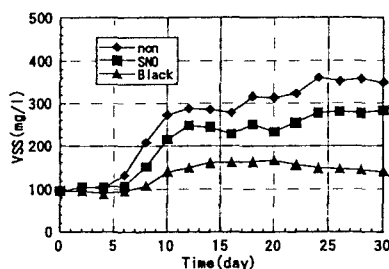


図-4 混合種の増殖過程