

# 寄生化藻類を用いたアオコ対策技術の開発（その1：化学条件制御法）

井芹 寧(西日本技術開発)・ハオ愛民(九州大学)  
原口智和(佐賀大学)・久場隆広(九州大学)

## 1. はじめに

アオコの異常発生を伴い、水環境に悪影響を与える富栄養化に対し、様々な対策が実施されているが、設備設置、その維持管理に多額の費用を要する等、問題となっており、省エネルギーな対策が求められている。近年は、持続性や生態系保全の観点から、生物機能を活用した生態工学的な手法の開発が期待されている。

本研究はアオコと競争関係にある植物プランクトン（珪藻、緑藻等）、特にアオココロニー(*Microcystis colony*)に付着・侵入し寄生化する珪藻類に着目し、その、アオコ抑制対策としての適用性について室内外の培養実験に基づき（図-1）検討したものである。今回は、検討結果のうち、化学的条件制御法について報告する。

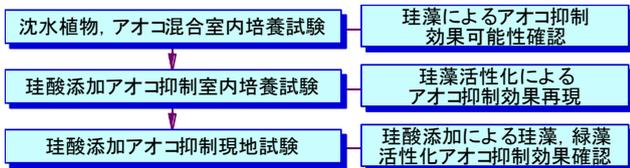


図-1 研究の流れ

今日まで、*Microcystis colony* 内で共存するシアノバクテリア、藻類として *Phormidium* や *Nitzschia* が報告されているが、何れも共生関係としてとらえられている。また、アオコへの寄生、捕食等、直接作用してアオコを抑制する微生物としてミジンコ、鞭毛虫、細菌、菌類やウイルス等が知られているが、寄生藻類に関する報告はみうけられない。

## 2. 沈水植物,アオコ混合室内培養試験

### (1) 目的・方法

沈水植物のセキシウモ (*Vallisneria asiatica*) とアオコ (*Microcystis spp.*) との関係を検討する目的で 30L 水槽に両者単独、段階的共存の培養系を設け 25°C, 3,000~4,000Lux(12h 明・暗)条件で約 1 ヶ月間培養を行った。アオコは福岡県筑紫野市の農業用ため池より採取し、セキシウモは福岡県遠賀川より採取し実験に供した。

### (2) 結果及び考察

沈水植物によるアオコ抑制効果を期待し実験を行ったが、想定に反して、沈水植物未投入系で *Microcystis* が急減する現象が認められた。その原因を解析した結果、沈水植物(Submerged Plant)介入による浮遊藻類(Plankton)、付

着藻類 (Periphyton) 間の競合関係の存在が明らかとなった。

*Microcystis* 共存系の Periphyton は多様性が低下し、珪藻の *Cocconeis* 主体の相に変化した(図-2)。附着 *Cocconeis* は浮遊珪藻とほぼ同等の現存量に達しており、*Cocconeis* が多いほど *Nitzschia* が減少する傾向が認められ、両者間に競争関係があることが示唆された。また、*Nitzschia* が直接 *Microcystis colony* に侵入し、アオコの沈降、分解を促す現象が観察され(写真-1)、*Nitzschia* の増大の一方、*Microcystis* が減少することが明らかとなった。以上の結果に基づき、各出現藻類等の相互関係を図-3 に取りまとめた。

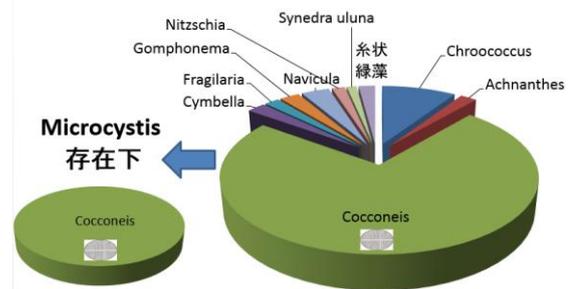


図-2 アオコとセキシウモ付着藻類相の関係

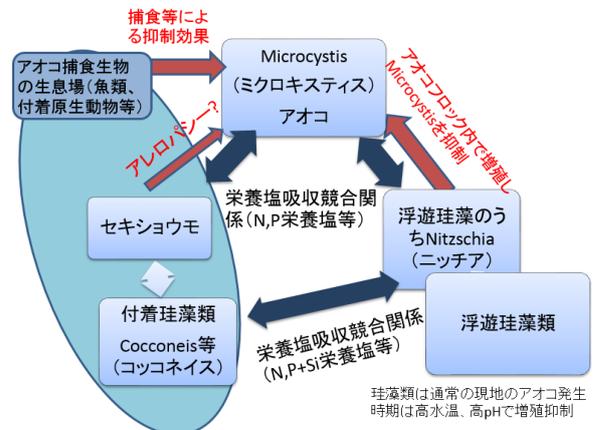


図-3 セキシウモを介在した藻類等の相互関係

## 3. 珪酸添加アオコ抑制室内培養試験

### (1) 目的・方法

前実験結果に基づき珪酸添加により *Microcystis* と競合関係にある珪藻を活性化させてアオコを抑制す

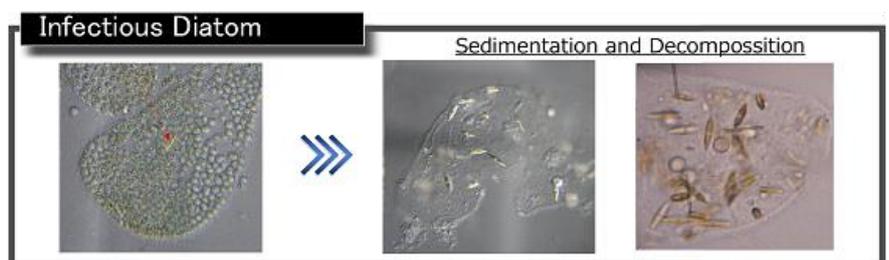


写真-1 *Microcystis colony* に付着→侵入・滑走・増殖し colony を破壊する *Nitzschia*

ることを目指し、アオコ発生池（福岡県筑紫野市）水200mLに珪酸ゲル(珪酸20%含有)を0.02g添加した系と無添加系(control)を設け、約1ヶ月間培養を行った。温度及び光条件は前実験と同条件とした。

## (2) 結果及び考察

培養開始日、15、39日目における出現プランクトンの細胞数及び珪酸添加系の増減傾向を表-1に示す。

珪酸添加系において、明確な珪藻類の増殖傾向の一方、*Microcystis*の減少が生じ、珪酸供給によるアオコの抑制効果が確認された。また、緑藻類の増加傾向も認められた。*Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*等の一部の緑藻類には細胞壁の形成にケイ素(Si)を必要とする種が知られており、珪酸供給で、Si要求性の緑藻のSi制限環境が解消されたことで、増殖が促進されたものと考えられる。緑藻の増殖は、N,P等他の栄養塩獲得競争において、*Microcystis*と競合し、アオコの増殖抑制に寄与しているものと推察される。

表-1 珪酸添加培養試験結果

種類	出現プランクトン	ケース	培養期間(日)			増減傾向
			0	15	39	
Cyanobacteria	<i>Anabaena</i> spp.	Cont		34	4,933	--
		+Si		53	393	
	<i>Microcystis</i> spp.	Cont	249,600	224,933	52,033	--
		+Si	249,600	41,400	10,976	
	<i>Phormidium</i> sp.(f)	Cont	40	453	2,231	-
		+Si	40	652	320	
珪藻	<i>Cyclotella</i> sp.	Cont		2	7	++
		+Si		4	137	
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Cont		2	20	++
		+Si			199	
	<i>Nitzschia</i> sp.	Cont	345	298	117	+
		+Si	345	653	250	
<i>Synedra acus</i>	Cont	20	2	29	++	
	+Si	20	7	123		
緑藻	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Cont	40	12	85	+
		+Si	40	61	593	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Cont		13	53	
		+Si		107	591	++
	<i>Oocystis</i> spp. + <i>Chlorella</i> spp.	Cont				++
		+Si		32	147	
<i>Scenedesmus</i> spp.	Cont		443	3,047		
	+Si		1,300	4,900	+	

注) 単位は cells/0.1mL。空白欄は 1cell 未満を示す。  
増減傾向は無添加(Cont)と比較した Si 添加系の変化の傾向を示す。  
++:大きく増加, +:増加, -:減少, --:大きく減少

## 4. 珪酸添加アオコ抑制現地試験

### (1) 目的・方法

実際のアオコ発生水域における珪酸添加によるアオコ抑制効果を確認するために、継続的にアオコ発生が見られる佐賀県農業用水ダム湖において約1m<sup>3</sup>容量のメソコズムを設置し、実験を行った(写真-2)。

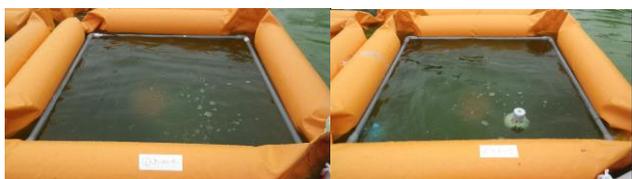


写真-2 現場メソコズム実験(左:control, 右:珪酸添加)

## (2) 結果及び考察

試験開始1ヶ月後の結果を写真-3及び表-2に示す。control区において、アオコが維持され、出現プランクトンはほぼ*Microcystis*で占められているのに対し、珪酸添加区では、珪藻類の増加が示されており、緑藻類も加わり、多様性のあるプランクトン相の形成が認められた。珪酸添加区では、*Microcystis*群体はほとんど観察されなかった。

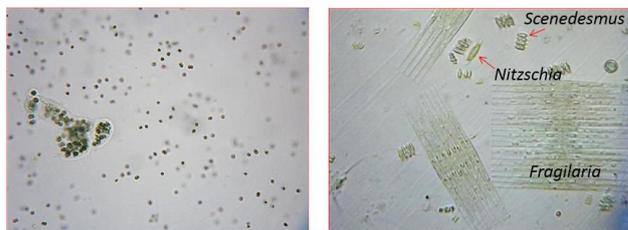


写真-3 現地メソコズム実験結果(顕微鏡写真)

表-2 主要出現種の1ヶ月後の細胞数

アオコ, 優占種	cells/mL	
	control	珪酸添加
<i>Microcystis</i> spp.	613,000	120
<i>Synedra</i> + <i>Fragilaria</i> + <i>Nitzschia</i>	190	5,560

## 5. おわりに

今回は、珪酸添加(化学条件制御)により珪藻等のアオコ競合藻類の増殖を促進し、アオコを抑制する対策法の有効性を確認し報告した。特に、*Microcystis*寄生珪藻による効果は、対象水域在来の*Nitzschia*を活性化させ利用するもので、外来生物導入、遺伝子汚染の問題もクリアできており、将来的に有望な生態工学的アオコ対策手法として期待できる。現在、珪藻を利用したアオコ対策手法として図-4に示す各種手法を検討しており、このうち、薬品等を全く使用しない生育場転換法の基礎試験(写真-4)において、化学条件制御法よりさらに効果的なアオコ抑制効果が確認されている(次回報告予定)。最終的に、対象の水環境の条件にあわせ、これらの手法を選択・連携させる総合的な珪藻利用アオコ対策法を構築する計画である。

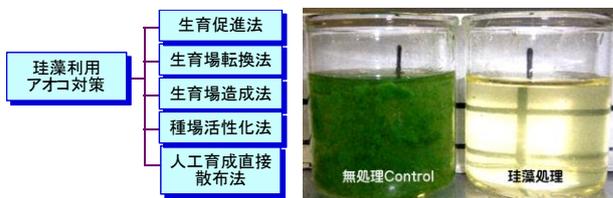


図-4 珪藻利用アオコ対策 写真-4 生育場変換法  
処理10日後

なお、本研究の一部はJSPS 挑戦的萌芽研究学術研究基金(RAG5550057)の助成により行われたものである。