

シアノバスター(浅い水域における藍藻類増殖抑制対策手法)に関する研究開発(I)

—設計思想—

(有)環境水理研究所 正会員 ○古里 栄一
 埼玉大学 理工学研究科 正会員 浅枝 隆
 西日本技術開発(株) 正会員 井芹 寧
 (株)丸島アクアシステム 伊藤 忠男
 埼玉県環境科学国際センター 正会員 須藤 隆一

1. はじめに

新世紀を迎えた現在においても、停滞性水域における藍藻類による水の華は、水環境管理において解決すべき課題として前世紀から引き続いて重要な位置を占めている。さらに近年は、藍藻類の多くがマイクロシスチンなどの毒素を産生することが報告されている。したがって、単に景観障害や利水障害といった側面だけではなく、毒性や安全性という観点からも水の華現象の対策技術の重要性が増してきている。

水の華のような特定藻類の異常増殖による富栄養化現象は、基本的には過剰な栄養塩負荷が、人間諸活動に伴い河川に流出し、これが停滞性水域を富栄養化させた結果として生じている。したがって、最も根本的な解決手段は流域負荷の発生あるいは流出の抑制である。しかしながら、個別の停滞性水域の現状を鑑みると小規模排水あるいは面源排水が原因となることも多く、流域対策を実施することは社会経済的に困難であることが多いのが実態であろう。

こういったことから、湖内対策が重要性を持つことは、実務や研究開発で富栄養化現象に関わっている技術者、研究者には言うまでも無いことであろう。湖内対策の例としては、水温成層が発達し、無光層が有光層に比べて同規模以上の容量存在するような深い水域においては、間欠式揚水筒(小島 1988)をはじめとした曝気循環対策に加えて、流動制御対策(丹羽ら 19696)が多くの多目的ダムにおいて既に恒久施設として導入されている。しかしながら、浅い水域においては密度成層や無光層を利用することができないために、流動制御的なスキームに基づく対策は適しておらず、水の華の抑制は困難である。

欧米においては、バイパスを含めても流域負荷削減が不可能な場合においては、深い水域では曝気循環、浅い水域ではバイオマニピュレーションというオプションが一般的である(Reynolds 1997)。バイオマニピュレーションは、動物プランクトン食性の魚類を除去するという「トップダウン」によって、生態系そのものの構造の制御を行うものである。しかしながら、系の制御という観点ではトップダウンは一つのオプションであり、「ボトムアップ」に着目することも有効であろう。

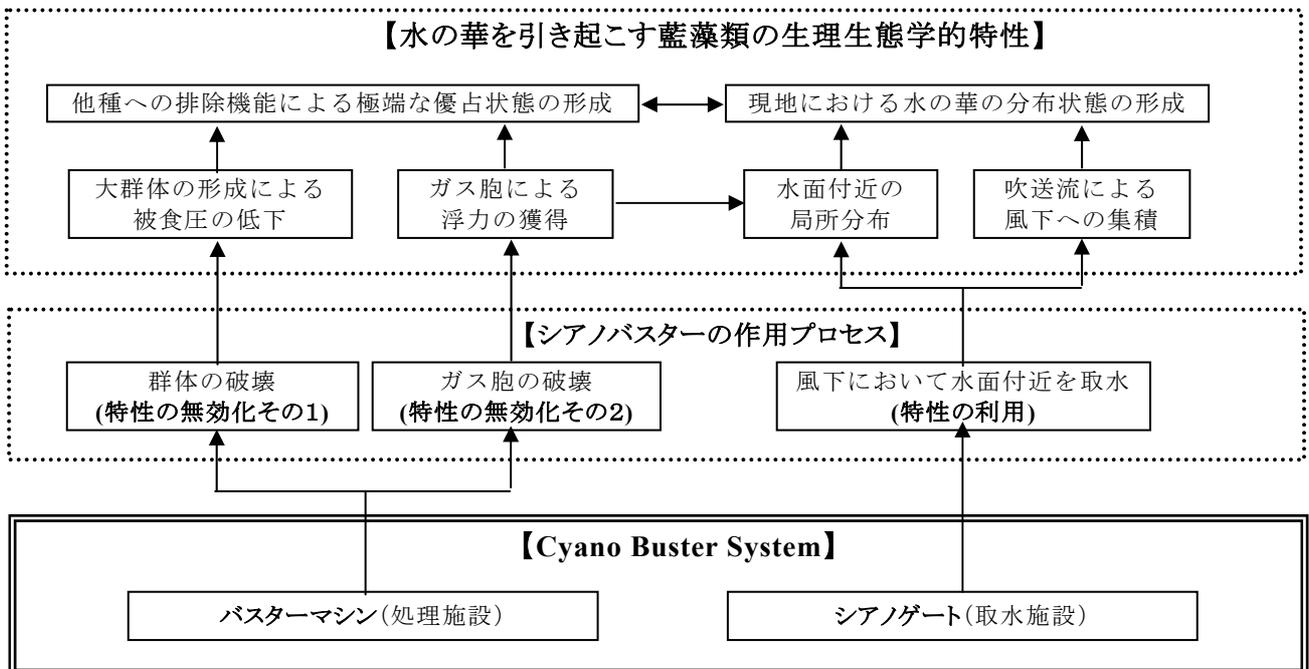


Fig.1 水の華の発生にかかる藍藻類の生理生態学的特性とシアノバスターシステムの設計思想との関係

キーワード：水の華，富栄養化対策，技術開発，シアノバスター，設計思想

住所：〒336-0023 さいたま市根岸 5-9-7

したがって、ボトムアップ型のバイオマニピュレーションとして、藍藻類等の特定藻類による極度の優占状態を破壊することにより、本来浅い水域が有する多様な生態系の基盤の一つである水生植物群落の復活を含めた、生態系制御手法も有効であると考えられる。

本報は、このような背景に鑑み、浅い水域においても効率的に水の華を抑制できるシステムとして開発を進めているシアノバスターの研究開発における、基本的な設計思想について検討したものである。

2. 水環境修復技術に求められる要件

現在までも多くの富栄養化現象に対する湖内対策施設が水の華対策として開発されている。しかしながらその多くはプラントにおける排水処理や河川直接浄化手法の転用が多いのが現状であろう。これらは河川やプラントにおける適用実績は多いものの、富栄養化現象に対する抑制手法としてはいくつかの問題点があると考えられる。

停滞性水域における水の華をはじめとした富栄養化現象は、過剰な有機物による障害という点ではこれらの施設の対象処理水と、広義には共通する特性がある。しかしながら、上記のような処理施設は粒状物質の吸着や有機物の酸化分解あるいは栄養塩の除去等、比較的シンプルな物理化学的作用を図るものであるのに対して、様々なフィードバックシステムを有する停滞性水域の水界生態系は、あるインパクトに対して必ずしもシンプルな応答を示す系ではない。したがって個別プロセスのみに着目して何らかの人為的作用を与えたとしても、系の持つ緩衝容量の中で結局は無効となることもあろう。たとえば、藍藻類による水の華が生じている水域で酸素を与えたり有機物を無機化したとしても、既にそういったプロセスは水面での再曝気や植物プランクトンによる酸素生産、あるいは大量の真菌類や細菌による従属栄養代謝ですでに機能している。このため、これらの作用を与えても水の華の抑制には結びつかないこともあろう。

近代医学による人間の長寿化は、診断・治療における各種疾患の原因ならびに、薬理などの作用機作の明確化なしには不可能である。人間というシステムの不具合に対処する医学と、自然環境というシステムの不具合に対処する環境技術との類似性を考慮すれば、水環境病理学とでも呼ぶべき水環境修復技術においても、対象とする現象の基礎科学的すなわち理学的な理解に基づいた、作用機作の明確化と実学、すなわち工学としての設計思想が必要であると考えられる。

3. シアノバスターの設計思想

Fig. 1 にシアノバスターシステムの設計思想として、水の華を引き起こす藍藻類の生理生態学的特性と、シアノバスターの作用プロセス、ならびにこれを実現するための施設構成について示す。

水の華の発生機構については、前世紀から莫大な研究が実施されている(Oliver & Gand 2000)。これらの中で、大群体の形成とガス胞によって獲得された浮力制御能による光資源の占有化を、物理・機械的処理による無効化プロセスの対象とすることとした。また、処理の効率化のためには水の華を形成する藍藻類のもつ、水面に浮遊する性質と、風下に集積する性質を利用することが好ましい。シアノバスターの設計思想は、優占機構の無効化と集積特性の有効利用を行うとともに、長期的および副次的効果については水界生態系の持つ自浄能力を利用して、多様で安定した生態系が形成されることを図るものである。

4. 課題

以上の設計思想に基づくと、システム開発にあたっての課題としては以下の事項が考えられる。まず、現地実験等により処理効果を検討し、期待される沈降作用や他のプランクトンの増加と言った応答が生じるかどうかを把握する必要がある。また、B/Cを考慮すると、施設規模と対象水域の規模との関係を明確化する必要がある。とりわけ、取水水深を浅くすることによって、より少ない処理水量で広い水域を処理できる方策を検討すべきである。さらにフェンス等の他の既存対策との併用も有効であろう。また、効果だけではなく、負の影響として、好ましくない生態系の応答が生じるかどうかについて詳細に検討する必要がある。適用にあたっては施設構造や運用方法を費用対効果を考慮して検討する必要がある。

【参考文献】

- 小島貞男(1988) 富栄養化対策としての湖水人工循環法—その原理と実績—, *日本水処理生物学会誌*, 24: 9-23
- 丹羽薫・久保徳彦・福渡隆・古里栄一(1996) 流動制御によるダム水質保全対策効果のシミュレーションによる検討, *水工学論文集*, 40: 19-24
- Oliver, R.L. and Ganf, G.G. (2000) Freshwater Blooms, in "The Ecology of Cyanobacteria" (Ed. Whitton, B.A. and Potts, M.), pp 149-194, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Reynolds, C.S. (1997) Vegetation processes in the pelagic: A model for ecosystem theory, 329pp, Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Germany.)