

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()

- 現地実験に基づく取水効率と施設規模の検討 -

(有)環境水理研究所 正会員 古里 栄一

(株)東京フローメータ研究所 正会員 田畑 隆一郎, 松 宏典

埼玉大学 理工学研究科 正会員 浅枝 隆

埼玉県環境科学国際センター 正会員 須藤 隆一

西日本技術開発(株) 井芹 寧

1. はじめに

シアノバスターシステムは、浅い水域においても適用可能な対策手法として研究開発を行っている、藍藻類による水の華現象の抑制対策である。対策手法の研究開発にあたっては、設計思想の検討や水環境改善効果に加えて、施設規模と対象水域の規模の関係を明らかにする必要がある。これは、実施の適用において、費用対効果を向上させるためにも重要である。シアノバスターシステムは、水の華を生じる藍藻類の競合戦略を無効化させる処理を行うバスターマシンと、効率よく取水を行うシアノゲートからなる。施設規模と対象水域の大きさとの関係においてはシアノゲートによる取水効率、とりわけ取水水深を浅くすることが、単位取水量あたりの取水可能面積を大きくするうえで有効である。一般に、水の華は、ガス胞による浮遊と、ごく表層における吹送流との相互作用により、風下のごく表層に集積する性質がある。この性質を有効利用すれば、処理効率の向上が可能である。本報は、平成14年の夏季に実施したシアノバスターシステムの現地実験結果に基づいて、シアノゲートの取水効率を把握するとともに、施設規模と対象水域との関係について検討するものである。

2. 現地実験の概要

*Microcystis*による水の華が発生している埼玉県内の調節池において、施設規模と対象面積との関係を明らかにすることを目的としてシアノバスターシステムの稼動に伴う表層の水の華の分布変化の調査を行った。水面に浮遊集積した水の華のシアノゲートによる取水状況を把握するために、Fig.1に示す実験区を設け、実験

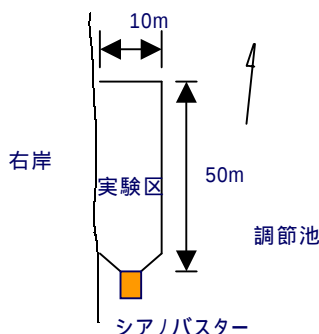


Fig. 1 現地実験施設の模式図



写真1 シアノゲート概観(プロトタイプ)

区内の水の華の減少過程を調査した。写真1に取水口であるシアノゲート(プロトタイプ)の構造を示す。効率よく表層部を取水すること、ゲート全面で取水流速が中央付近に偏って取水効率が低下することを防ぐために、ゲート内に円筒形の整流構造を設けている。実験実施時には、十分な量の水の華を実験区に集めるために、数時間毎に変化する風向に合わせて実験区を部分的に開放し水の華を効率よく収集した上で、シアノバスターを稼動して実験を行った。

3. 実験結果

Fig. 2 に隔離水域における水の華の取水状況を示す。なお、水の華の濃度分布については、*Microcystis*の現存量の指標としてSSを用いた。SSは流下方向に5mおきに測定し、取水に伴う水の華の分布変化に合わせて、数分毎に採水を行った。図からわかるとおり、吹送流によって隔離水域の風下側において約8mの範囲に集積して水の華状態となっていた浮遊藍藻類の群体は、処理開始後約8分でほぼ除去することができた。なお、このときにシアノゲート全面における取水流速の不均一な状況は目視的には観測されずに、計画通りの取水状況が達成された。

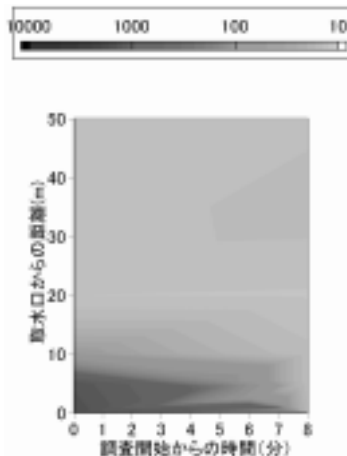


Fig.2 シアノバスターによる水の華の取水状況(SS:mg/L)

システムの取水量は0.5m³/minである。隔離水域は幅10m、長さ50mである。実験開始時には朝から継続して吹いていた北風により、無風状態では全面的に発生していた藍藻類が風下側8mに集積していた。なお、実験前日に周辺水域の水の華を吹送流を利用して隔離水域内に収集しておいた。

キーワード：水の華，シアノバスター，シアノゲート，施設規模

住所：〒336-0023 さいたま市根岸5-9-7

4. 取水効率

4.1 取水水深

Fig. 3 に、現地実験実施時の条件における取水時間と、この取水時間において想定される取水水深との関係を示す。なお、取水量は $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 、取水面積は 80m^2 とした。図よりわかるように、約8分の取水時間は、約5cmの取水水深に相当する。流速分布は測定していないが、現地での目視的観測においては吹送流で移動している水の華の浮遊集積層は表層部数 cm であった。Fig.2 に示す取水状況は、水の華集積層を選択的に取水した結果であると考えられる。

4.2 取水速度

シアノゲートの取水効率を向上させるためには、吹送流による水の華の移動・集積速度よりも遅い速度で取水する必要がある。これはシアノゲートの全面部が「遊ぶ」ことなく、常に吹送流によって高濃度となった水の華を取水するためである。Fig. 4 に、本実験の条件において、取水量が異なった場合の水の華の移動速度と、風速から想定される吹送流による水の華の移動速度とを比較して示す。実験当日の風速はおおむね $2 \sim 3\text{m/s}$ であったことから、吹送流の流速を 2cm と仮定した。図よりわかるとおり、実験時の取水水量と流動層厚とから推測される取水による水の華の移動速度は、吹送流による移動速度よりも下回っていた。もし、取水幅や取水層厚、取水量とから定まる取水による移動速度が水の華の移動速度を上回る場合には、湖水そのものを取水したとしても、水の華は「途切れる」ことになる。したがって、施設による取水量を、水の華の取水量と同一にするためには、吹送流による移動速度を下回るポンプ取水水量とする必要がある。今回の実験においては Fig. 2 に示すように、水の華が「途切れず」に取水することに成功したが、これはこのような移動速度の条件を満たしていたためであると考えられる。

4.3 簡易モデル

本実験結果で得られた取水条件に基づいて、シアノバスターの施設規模に関する解析を行った。現地における藍藻類の動態を、シアノバスターによる処理を含めて最も単純化すれば、下式の通り記述できる。

$$\frac{dC}{dt} = C \left(\mu - \frac{Q_p}{A \cdot D} \right) \quad (1)$$

ここで、 C : 藍藻類の現存量 ($\mu\text{g}^{-\text{Chla}} \text{L}^{-1}$)、 μ : 藍藻類の *in situ* での増加速度 (d^{-1})、 Q_p : 装置の取水量 ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$)、 A : 処理面積 (m^2)、 D : 取水水深 (m) である。シアノバスターの適用方法としては、水の華の発生の前から稼動し、水の華が発生しないように稼動する場合と、発生した水の華を除去する2つの方法が考えられる。ここでは、この条件について簡易に解析する。先に述べた実験結果より $D=0.05\text{m}$ を用い、水の華を引き起こす大群体性の藍藻類の増殖速度を一般値として $\mu=0.3(\text{d}^{-1})$ を仮定すれば、式(1)が負となる条件すなわち装置の稼動により藍藻類が増殖しない条件は式(2)で表すことができる。ただし、式(2)での Q_p の単位は m^3/min である。

$$Q_p > 1/96,000 \cdot A \quad (2)$$

例えば $1\text{m}^3/\text{min}$ のシステムであれば約 $100,000\text{m}^2$ 弱を処理対象水域とすることが可能であると考えられる。ただし、実際には水面に浮遊した藍藻類による光阻害条件が無くなれば、他種の増殖も生じやすいこと等を考慮すれば、対象面積はもっと大きい可能性もある。更に先のの方法においては、初期値および処理の目標濃度、処理時間等によっても施設規模は変わらう。今後はこれらの要素も考慮した解析が必要である。

5. 課題

本報では簡易なモデルによって施設規模の検討を行ったが、今後は水環境の改善効果や、施設配置あるいはフェンスとの併用時の特性を考慮した設計指針を検討する必要がある。また、施設構造については、効率性に加えて、安全性、安定性の観点、あるいは現地において想定される塵芥対策等を検討する必要がある。

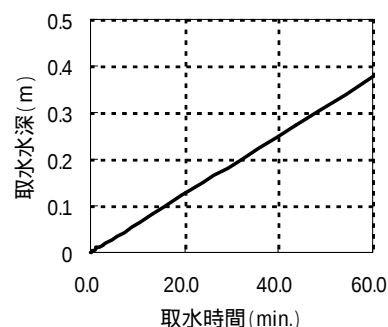


Fig. 3 現地実験時の条件における、取水時間と想定される取水水深との関係

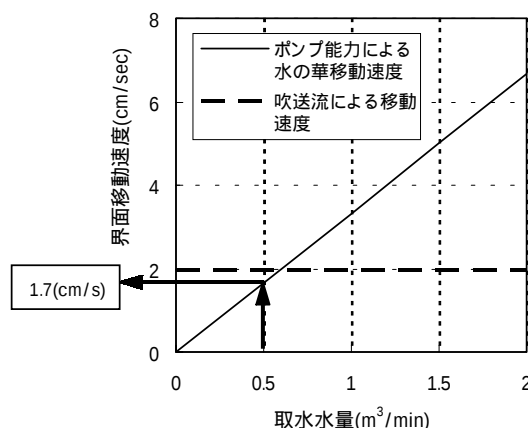


Fig. 4 現地実験の条件における取水量が異なった場合の水の華の移動速度と、吹送流による水の華の移動速度の関係