

水撃圧を応用した藍藻破碎装置の水理特性

日本大学大学院 生産工学研究科

正会員 ○濱田龍寿

日本大学 生産工学部

フェロー会員 遠藤茂勝

1. はじめに

近年環境汚染が問題とされるが、湖沼や河川などの淡水域における閉鎖性水域で藍藻などの水生微生物の大発生により水面が濃緑色となるアオコと呼ばれる現象が発生し、景観の阻害はもとより悪臭や水源池となっている場合には水道水のカビ臭など、我々の生活に影響をもたらしており根本的な対策が望まれている。アオコ被害の根本的な対策には水質改善が必要となり、長期的な計画が必要となる。一方、対症療法的に、発生した藍藻を物理的や化学的に破碎する方法や、発生した藍藻類を現地から回収する方法などがあるが、どの方法も処理量、コスト、環境影響等の面で問題がある。このような現状から著者らは比較的環境影響の少ない物理力のなかでも圧力を利用した藍藻の破碎について検討を行った。その結果、圧力を利用して藍藻細胞を破碎する場合、同一圧力を作用させる場合でも急激な圧力変化である水撃圧を応用すると破碎効果が向上することが確認することができた。¹⁾

本論文においては藍藻破碎装置を製作し、現地実証実験を行いその装置の有効性について検討を行った。

2. 実機製作を考慮した水撃処理モデル

アオコ被害が発生している現地湖岸に藍藻破碎装置を設置し水面付近のアオコを回収し藍藻破碎処理をおこなった。

藍藻細胞を圧力によって破碎処理する場合、同一圧力を作用させる場合でも急激な圧力変化を作用させるほうが細胞の破碎効果が高いことが確認されており、本実験では急激な圧力変化である管路内に発生する水撃圧の応用を考えた。水撃圧とは管路系の破壊原因になる好まれない水理現象であるが、本実験では逆にこの現象を細胞破碎に利用した。水撃圧を発生させる手段として「水撃ポンプ」を応用した。水撃ポンプとは上流からの流水のみによって管路流端部に設置された

弁が開閉し連続的に水撃圧を発生させながら揚水をおこなうことができる無動力ポンプである。実験に使用した藍藻処理装置を図-1に示す。水撃ポンプの設備設

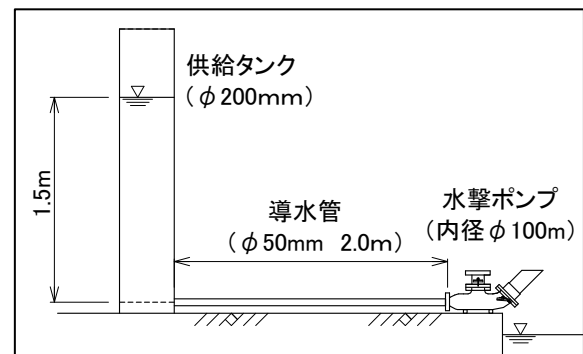


図-1 藍藻破碎装置

計は揚水効率の向上を目的として水頭差や管路長、管路勾配、ポンプ規模の選定など経験的におこなわれているが、本実験では揚水効率ではなく設備のコンパクト化を目的として設備選定をおこなった。供給用タンクとして直径200mm、長さ2.0mの塩ビ管(VU200)を直立に設置し、タンク管底部分にこのタンクと直角方向に導水用の導水管、直径5cm、長さ2.0mの塩ビ管(VU50)を設置し、流端部分に内径100mmの水撃ポンプを接続した。水撃ポンプに接続する圧力タンクは10のものを使用した。湖岸から水面のアオコを水中ポンプで吸引回収し、供給用タンクの水頭1.5mまで揚水させたのち自由流下させ水撃ポンプ内を通過させ藍藻に水撃圧を作用させた。水撃ポンプ内および導水管始点部分にダイヤフラム式の圧力計を取り付け、圧力データをPCに取り込んだ。このときのサンプリング周波数は5kHzとした。処理流量の計測は排出される流量を量水器によって計測した。水撃ポンプ内および導水管内の圧力経時変化を示したものが図-2である。水撃ポンプ内では一定周期で連続的に水撃圧が発生し、その圧力が水撃ポンプから2.0m離れた地点まで伝播

キーワード アオコ、圧力、水撃圧、水撃ポンプ、現地実証実験

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL:047-474-2445 hamadatatsuhisa@yahoo.co.jp

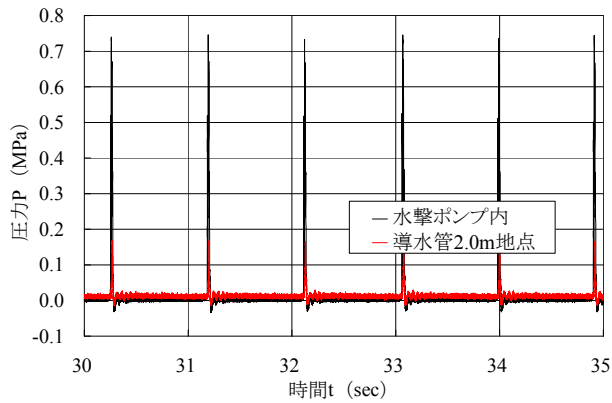


図-2 圧力波形

している様子が確認できる。水撃ポンプ内の弁が閉鎖するときに水撃圧が発生し、開放しているときに水は排出している。このときの周期は約 1.0 秒であり、発生する水撃圧は 0.75MPa で導水管始点部分（水撃ポンプから 2.0m 離れた地点）ではその大きさは 0.15MPa まで減衰している。流体の自然流下のみで供給水頭 1.5m に対して 50 倍の水頭約 75m の水撃圧が発生可能であることが確認できる。圧力が 0.75MPa まで加圧するのに 0.010 秒、0MPa まで減圧するのに 0.022 秒の時間を要した。水撃ポンプ内を通過させることにより非常に短時間での加圧減圧による圧力変化をアオコに対して作用させることが可能である。弁開放中 1 周期あたりに排出される処理流量は約 0.75 リットルで、水撃ポンプ容積 3.7 リットルから換算するとアオコは水撃ポンプ内で 4 回以上、導水管内では 0.75MPa より低い圧力ではあるがそれ以上の回数の圧力変化を受けて排出されていることになる。弁の開閉周期と 1 周期あたりに排出される流量から時間当たりの処理流量を算出すると 1 分間当たり約 120 リットルの処理能力を有する。

このような装置を連続作動させて装置の安定性およびアオコの処理効果の確認をおこなった。

3. 装置の安定性と処理効果

連続作動時間に対する水撃圧および 1 分間当たりの排水流量を示したものが図-3 である。横軸に作動時間、縦軸に水撃圧および 1 分間当たりの排水流量を 1 時間ごとの平均値を示している。作動時間が限られていたため連続 7 時間までしか作動することができなかったが、水撃圧については 0.74MPa～0.76MPa の範囲で排水流量は 115 リットル/min～125 リットル/min で安定

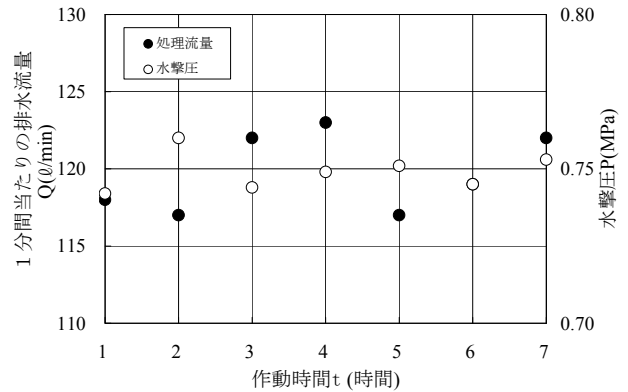


図-3 連続作動時の安定性

していた。現地で採集したアオコをフィルターなどにより過せず直接処理装置を通過させたが目詰まりなく装置が連続的に作動することが確認できた。

藍藻破碎前後の電子顕微鏡写真を示したものが写真-1 である。処理前の写真から直径 5 μ m 程度の球体

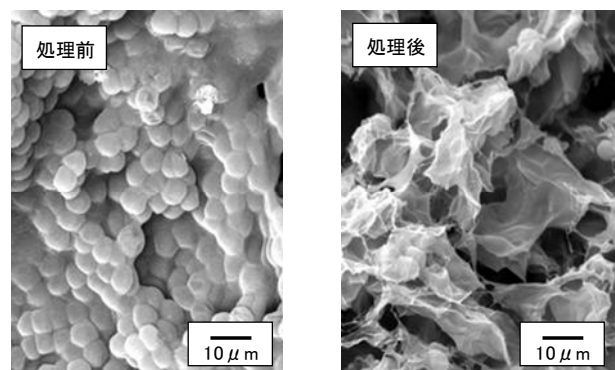


写真-1 電子顕微鏡写真

の細胞が多数集まり群体をなしており、アオコの代表的な原因種である藍藻 *Microcystis* 属であることが確認できる。処理後の細胞は完全に破碎されているものと推測されるが群体のままのつながりが残っているように見える。細胞の弾性限界をはるかに超えた圧力のため確実に破裂したような形となっている。このような状態では細胞自体も完全に破壊されたものと推定される。これらの結果から、本実験で使用した処理装置の規模でも藍藻が破碎可能な圧力は発生可能で現地対応が可能であることを検証することができた。

参考文献

- 1) 濱田龍寿, 遠藤茂勝, 藍藻の圧力処理における水撃圧の応用について, 環境技術学会誌, Vol.37, No.9, PP.47-55, 2008