

二価の金属化合物を用いた浮上分離技術による藍藻類の除去

千葉工業大学 学員 ○ 仲田美奈子
 千葉工業大学 学員 関 竜宏
 千葉工業大学 学員 瀧 和夫
 千葉工業大学 学員 谷合 哲行

1. はじめに

閉鎖性湖沼における富栄養化の進行やアオコ、赤潮等の発生は、水域の水質保全考える上で問題視されている。そのため、原因となる栄養塩や植物プランクトンの効率的な除去が求められている。その際に対象物質の凝集性が不可欠であると考え、凝集性をもつカルシウム化合物を使用することとした。本研究では、二価のカルシウム系化合物が有する凝集性に着目し、マイクロバブルによる浮上分離技術との併用により栄養塩及び植物プランクトンの除去効果について検討する。

2. 実験装置および方法

浮上分離実験に用いた装置は写真 1 に示す通り、(A)浮上槽(容量 25L)と(B)微細気泡発生装置から構成される。ここで、微細気泡は加圧溶解方式にて発生させ、浮上槽底部から供給する。

本実験には、米国の STANDARD METHODS 8010- 培地 (APHA,1985)にて単種培養した藍藻類 *Microcystis aeruginosa* (以下 *M.aeruginosa*)を用い、Chlorophyll-a 濃度(以下 Chl.a)を 100 μ g/L、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を 0.3mg/L に調整したものをアオコ水とする。

実験方法は、最初にアオコ水 (15L) を浮上槽に入れ、NaOH (0,0.6,1.0mg)、1MHCl (10ml)を用いて pH 調整を行った後、 CaCl_2 (0,30,60mg-Ca/L), NaHCO_3 (0,0.855,1.71mg)を添加し、急速攪拌 (250rpm, 2min)を行う。次に、加圧水 (微細気泡) を 5L 供給し、浮上槽内が 20L に達した時点で微細気泡の供給を停止する。その後、30 分間静置させ、浮上槽内の上層および下層にて処理水を分取し、その時のアオコ除去率を Chl.a 濃度にて評価することとした。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を吸光光度法 (DR/2400, HACK 社製)にて測定する。さらに、 CaCO_3 による *M.aeruginosa* の凝集特性の検討を行うため、顕微鏡電気泳動装置(ZEEMOM ZC-2000, マイクロテックニチオン製)にてゼータ電位を測定することとした。

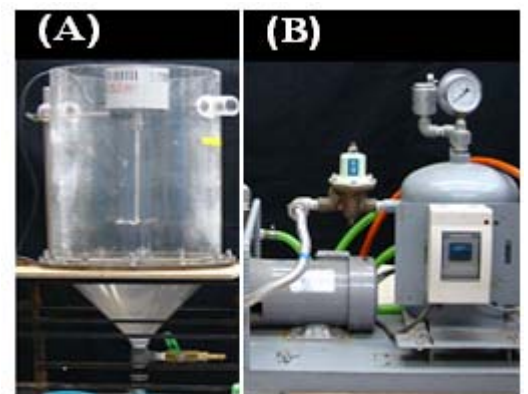


写真 1 浮上槽(A)および微細発生装置(B)

3. 結果および考察

3.1 *M.aeruginosa* のゼータ電位および Chlorophyll-a 除去率

Ca^{2+} 添加量と pH 変化に伴う *M.aeruginosa* のゼータ電位および浮上処理後の槽内上層、下層の Chl.a 濃度の推移を示したのが図 1 である。なお、図 1(a)中野線部は、 Ca^{2+} 添加量を 30,60mg-Ca/L (5.1×10^{-4} mol/L, 1.02×10^{-3} mol/L)としたときの CaCO_3 の生成領域を示している。図 1(a)より pH7~10 では CaCO_3 の生成は起こらず、各 Ca^{2+} 添加量における *M.aeruginosa* のゼータ電位値は-15~-20mV とほぼ一定の値となっているのがわかる。また Ca^{2+} 添加量の増加に伴い、ゼータ電位絶対値の減少が認められた。

図 1(b) より浮上処理後の槽内上層、下層では、 Ca^{2+} 添加量 30mg-Ca/L において下層の Chl.a 濃度が高いことがわかる。一方、60mg-Ca/L では、pH7~10 において下層より上層の Chl.a 濃度が高くなる傾向が認められ、pH8.9 では上層：112 μ g/L、下層：40.4 μ g/L と Chl.a 濃度差が最大 71.6 μ g/L であった。

キーワード;二価の金属化合物、浮上分離、凝集

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学) TEL 047-478-0455 FAX 047-478-0474

ゼータ電位は溶液中に存在する各イオンの価数に依存するため、負電荷を有す *M.aeruginosa* 表面では 2 価の Ca^{2+} が支配的となり、pH 増加に伴い増加する 1 価の OH^- の影響を受けず、各 Ca^{2+} 添加量においてゼータ電位値がほぼ一定の値となったと考えられる。また、 Ca^{2+} 増加に伴うゼータ電位絶対値の減少は *M.aeruginosa* 表面を取り巻く Ca^{2+} 量増加の影響が考えられる。また、それらの影響を受け *M.aeruginosa* 表面と気泡の静電的斥力が小さくなり 60mg-Ca/L において上層の Chl.a 濃度がわずかに上昇したと考えられる。

3.2 $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率

図 2 に Ca^{2+} 添加量、pH 変化に伴う $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率の推移を示す。なお罫線部は $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を 0.3mg/L ($9.5 \times 10^{-6} \text{mol/L}$) としたときの $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の生成領域を示す。pH9.9 では 4.6% (30 mg-Ca/L : 0.49 → 0.38mg-P/L)、pH7.9 においては 6% (60mg-Ca/L : 0.4 → 0.32mg-P/L)、であったことから Ca^{2+} 添加量、pH に関わらず $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率は低いことがわかる。

上記の結果から、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の生成が進行せず効率的な除去が起きなかったことが考えられる。 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の生成は $\text{PO}_4\text{-P}$ と Ca^{2+} の濃度比に影響を受けるため、本実験においては反応に適した濃度比でなかったことが考えられる。栄養塩の効率的な除去については今後の検討課題とする。

4. まとめ

以上の結果より以下の事柄が明らかとなった。

- (1) *M.aeruginosa* のゼータ電位値は、pH によらず -15~-20mV と一定の値を示した。 Ca^{2+} 添加量の違いに対しては、添加量増加に伴いゼータ電位絶対値が減少する傾向を示した。
- (2) Ca^{2+} 添加量 60mg-Ca/L のとき、pH7~10 において下層より上層の Chl.a 濃度が高くなる傾向が認められ Chl.a 濃度差が最大 $71.6 \mu\text{g/L}$ となりわずかに浮上したと考えられる。
- (3) $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率については、添加量、pH に関わらず数%と低い値であった。

以上の結果をもって、今回の実験条件(pH7~10)の範囲ではカルシウム化合物が凝集効果を持たず、植物プランクトン、栄養塩等の除去効果の有効性を見出すことができなかった。

参考文献

- Yong Sheng Han, Gunawan Hadiko, Masayoshi fuji, Minoru Takahashi (2006) Crystallization and transformation of vaterite at controlled pH Journal of Crystal Growth 289 (2006) 269-274
- 瀧 和夫 関 竜宏 石井 俊夫 物部 長順 加藤 耕一 (2007) 栄養塩と植物プランクトン除去のためのハイブリット浮上分離技術 用水と廃水 Vol.45 No.12 pp.57-64

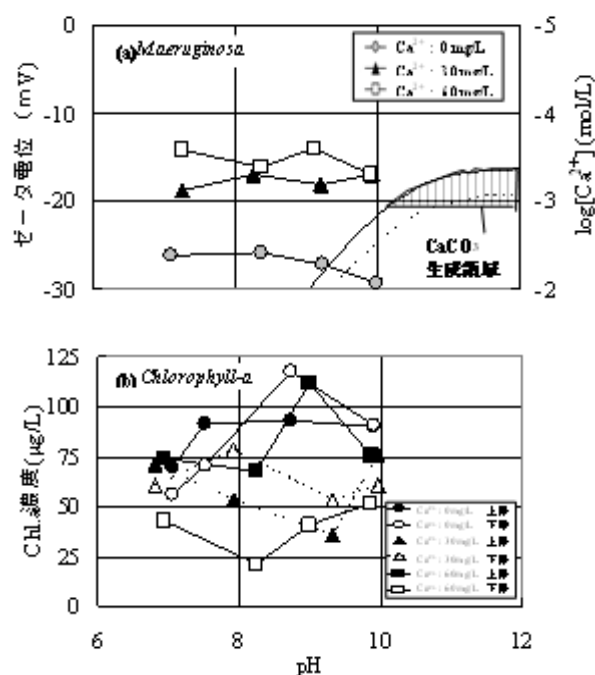


図1 Ca^{2+} 添加量、pH 変化に伴う *M.aeruginosa* のゼータ電位(a)、Chl.a 濃度(b)の推移

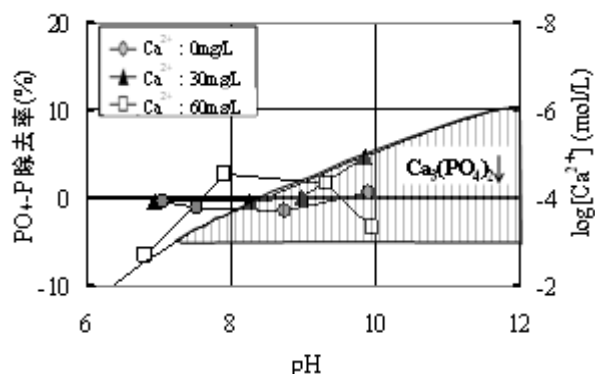


図2 Ca^{2+} 添加量と pH 変化に伴う $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率の推移