

富栄養化湖沼における直接浄化—底泥処理の有効性と持続性—

千葉工業大学 学員 ○高橋賢伍
 千葉工業大学 正員 村上和仁
 千葉大学 天野佳正

1. 目的

手賀沼をはじめとする富栄養化湖沼は、底泥から栄養塩が溶出し、それに伴い植物プランクトンが増殖するという内部生産が原因の水質汚濁が問題となっている。そこで、各種底泥処理による水質改善手法を検討している。本研究では、各測定項目の現存量によって抑制率を算出し、それぞれの処理効果の有効性、処理効果の持続期間を検討することを目的とした。

2. 実験装置および方法

本研究は野外設置型モデルエコシステムを用いた。70L 容のアクリル製円筒容器に未処理および底泥処理を施した手賀沼の底泥 9.2kg、手賀沼湖水 57L を各々充填した。図 1 のように未処理系、DAF 処理系、MgO 散布系、CaO 散布系、DAF+MgO 散布系、DAF+CaO 散布系の 6 系を自然環境条件下で長期培養し、定期的に水質を測定した。

2.1 各種底泥処理

物理的手法として微細気泡に懸濁物を付着させ、浮上分離・除去する処理(DAF 処理)と、化学的手法として底泥表面に粉末状の MgO(酸化マグネシウム)や CaO(酸化カルシウム)を散布する処理(CRM 処理)、さらに DAF 処理と CRM 処理を施した処理(ハイブリッド処理)を行った¹⁾。

2.2 現存量・抑制率の算出方法

現存量とはある時点において、ある空間内に存在する特定の生物体の量である。本来は生物体の量に対して用いるが環境中の栄養塩類に対して拡張して使用されることがある。計算式は以下の通りである。

$$\text{現存量}[\text{mg/L} \cdot \text{cm}] = \Sigma\{(\text{濃度}(C1) + \text{濃度}(C2))/2 \times \text{深度}[\text{cm}]\} \quad (1)$$

抑制率は以下の計算式により算出した。

$$\text{抑制率}[\%] = \{(\text{未処理系の現存量}) - (\text{各処理系の現存量})\} / (\text{未処理系の現存量}) \times 100 \quad (2)$$

2.3 ピコプランクトンの測定

ピコプランクトンとは細胞径が 0.2~2μm のプランクトンであり沈降しにくく湖沼・海域と広く分布しており、有毒成分であるチオスルフォリピドを生成し透視度が下がる。また 1 次生産やバイオマスに占める割合が大きく中栄養の環境で発生が確認されているプランクトンである。測定は吸引ろ過によりガラス繊維ろ紙 GS-25 で~0.6μm の植物プランクトンの Chl.a を検出し、ガラスろ紙 GF-75 で~0.3μm の植物プランクトンの Chl.a を検出する。これらの Chl.a 値の差を 0.3~0.6μm のピコプランクトン由来の Chl.a とした。

3. 結果および考察

3.1 各処理系における抑制率・抑制率の持続期間

モデルエコシステム設置後 1,986 日間の実験結果である COD, T-N, T-P 抑制率をそれぞれ図 2、図 3、図 4 に示す。



図 1 野外設置型モデルエコシステム

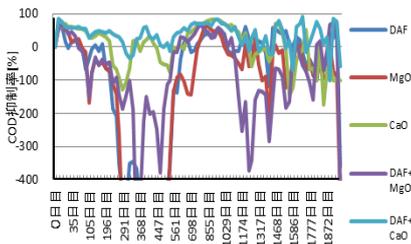


図 2 COD 抑制率の経月変化

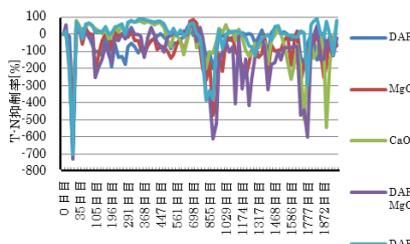


図 3 T-N 抑制率の経月変化

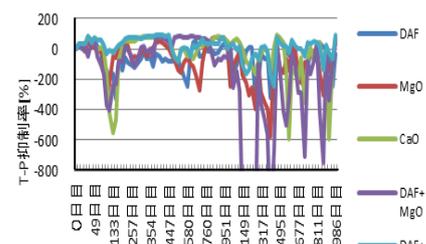


図 4 T-P 抑制率の経月変化

これより各測定項目において CaO 系、DAF+CaO 系の CaO を散布した系において安定して抑制効果が得られていることがわかる。これは Ca が H₃PO₄ とイオン結合し Ca₅OH(PO₄)₃ を形成して、植物プランクトンの光

合成によってリンが有機物になるのを阻害したこと、Ca が有機酸と結合し沈殿することで水中の有機酸が減少したためと考えられる。また、DAF+MgO 系も CaO を散布した系ほどではないが測定開始 50 日前後まで安定した抑制率を示している。MgO も CaO と同様に pH=11 付近で Mg が H₃PO₄ とイオン結合することで植物プランクトンによるリンの吸収が抑制できたと考えられる。初期の変動は Mg が葉緑体の重要元素であるため、MgO を散布したことで光合成が活発になり植物プランクトンが増加したためであると考えられる。

また、処理効果の持続期間としては COD において約 210 日程度、T-N と T-P において約 470 日程度の持続期間を確認することができる。

3. 2 COD, T-N, T-P 抑制率へのピコプランクトンの影響

ピコプランクトン測定を開始した 1,029 日目以降のピコプランクトン由来の Chl.a 量を図 5 に示す。

図 2 の COD 抑制率をみると、今まで抑制率が安定していた DAF+MgO 系で急激に抑制率が下がりそのほかの処理系においても抑制率が大きく変動するようになった。図 5 をみると最も COD 抑制率が変動している DAF+MgO 系においてピコプランクトン Chl.a 量が非常に高くなっている。また図 3、図 4 をみると T-N, T-P においても COD と同様にピコプランクトンが確認され始めた頃より抑制率が乱れていることがわかる。さらに図 2、図 3、図 4、図 5 をみるとピコプランクトン Chl.a 量が多い系ほど抑制率の変動幅が大きくなっていることがわかる。したがってピコプランクトンは COD, T-N, T-P 抑制率に影響を与えていると考えられる。

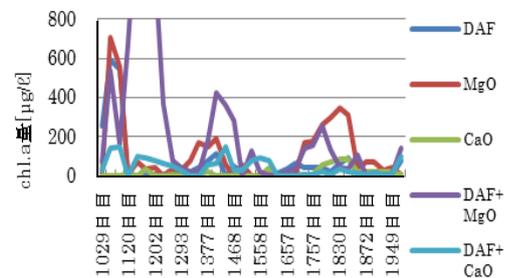


図 5 ピコプランクトン由来の Chl.a 量

また、各抑制率とピコプランクトン由来 Chl.a の相関をみるとすべての処理系において T-P との強い負の相関を確認することができた。したがってピコプランクトンは特に T-P 抑制率に大きな影響をもたらしていると考えられる。

3. 3 抑制効果の高い処理系の検討

3. 1 および 3. 2 より COD, T-N, T-P において処理効果が安定していた系は CaO 散布処理を施した CaO, DAF+CaO および DAF 処理系である。しかし処理の持続効果を考慮すると、CaO を散布している 2 つの処理系が優れていると考えられる。また、ピコプランクトンの発生に伴いすべての処理系において抑制率が大幅に変動してしまっているが発生後も CaO, DAF+CaO および DAF 処理系は比較的安定していることがわかる。図 5 をみると抑制率に大きな影響を受けている DAF+MgO 系と比較すると上記の 3 つの処理系はピコプランクトン由来 Chl.a 量が少なくなっている。その中でも CaO 処理系は特に低くなっている。以上より、抑制効果の高い処理方法は CaO 処理であると考えられる。

4. まとめ

- 1) 処理効果は COD で約 210 日、T-N, T-P で約 470 日間持続することが示唆された。
- 2) ピコプランクトンが発生したことによって、COD, T-P, T-N 抑制率が下降したことが示唆された。
- 3) ピコプランクトン由来 Chl.a 量が多い処理系ほど COD, T-P, T-N 抑制率の変動が大きいことが示唆された。
- 4) COD, T-N, T-P において CaO, DAF+CaO および DAF 処理系の抑制効果が高いことが示唆された。
- 5) ピコプランクトンは T-P 抑制率において特に強い負の相関が確認された。したがってピコプランクトンが T-P 抑制率に大きな影響をもたらすことが示唆された。
- 6) ピコプランクトンが発生しにくい処理系は CaO, DAF+CaO および DAF 処理系であることが示唆された。
- 7) ピコプランクトン発生量, COD, T-N, T-P に対する抑制効果が最も高い処理は CaO 処理系であることが示唆された。

参考文献

- 1) 小出寛明, 村上和仁, 石井俊夫, 瀧 和夫, 松島 眸 (2005) 富栄養化湖沼における直接浄化 (2) 野外設置型モデルエコシステムにおける底泥処理効果, 第 32 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集第 VII 部門, CD-ROM
- 2) Cristiana CALLIERI and John G. STOCKNER (2002) Freshwater autotrophic picoplankton: a review *J. Limnol.* Vol.61. 1-14, 2002
- 3) 前田広人 (1993) 琵琶湖におけるピコプランクトンの動態 センターニュース びわ湖みらい オウミア No.42

