

# 富栄養化湖沼における直接浄化 (1) 処理効果の評価とピコプランクtonの出現特性

千葉工業大学 学員 平尾 潤  
千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫  
日本大学 正員 松島 眸

## 1. 目的

手賀沼をはじめとする富栄養化湖沼は、底泥からの栄養塩の溶出が起こり、それに伴い植物プランクtonの増殖が生じるという内部生産による汚濁が問題となっている。そこで本研究では富栄養化を促進する栄養塩の供給源である底泥に着目し、各種底泥処理の水質浄化能力を評価することを目的とした。

また、実験期間中に発生した細胞径が 0.2 ~ 2µm であるピコプランクtonの出現特性について検討した。

## 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 容の亚克力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。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。

### 2.2 抑制率の算出方法

各種底泥処理の抑制率を算出する上で、まず (1) 式より測定日における現存量を求める。

$$\cdot \text{現存量}(\text{cm} \cdot \text{mg/L}) = [(\text{濃度}(C_1) + \text{濃度}(C_2)) / 2 \times \text{深度}] \dots (1)$$

次に (2) 式より抑制率を算出する。

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

### 2.3 ピコプランクtonの測定

・ Chl.a

吸引ろ過によりガラスろ紙 GS 25 で ~0.6µm の植物プランクtonの Chl.a を検出し、ガラスろ紙 GF 75 で ~0.3µm の植物プランクton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tonの Chl.a とした。

・ 体組成

検水 : 原水、検水 : GS-25 でのろ過水、検水 : GS-75 でのろ過水、として、 と の差よりナノプランクton以上の含有栄養塩を、 と の差よりピコプランクtonの含有栄養塩を算出した。なお、ピコプランクtonは顕著な発生が確認された DAF+MgO 系の検水を用いた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 各処理における COD 抑制率

1220 日間の実験結果である COD 抑制率を図 2 に示す。図 2 より CaO 系、DAF+CaO 系の CaO を散布した系において安定して効果が得られていることがわかる。これは Ca が H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> とイオン結合し Ca<sub>5</sub>OH(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> を形成して、植物プランクton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 2007 年度の 9 月から 2009 年度の 7 月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 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> とイオン結合することで植物プランクton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



図 1 各底泥処理系

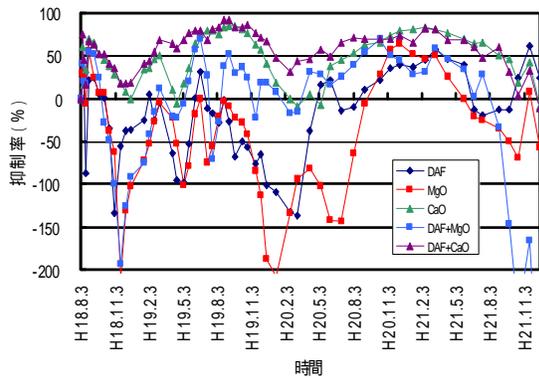


図2 各処理系のCOD抑制率

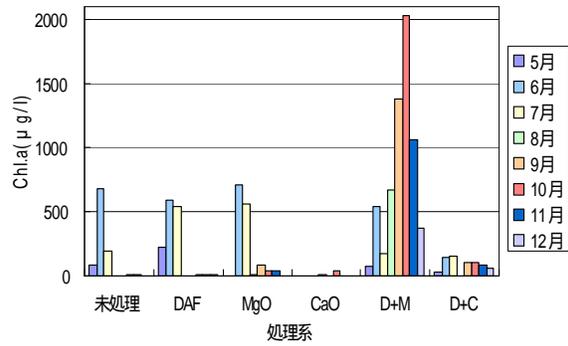


図3 各処理系に出現したピコプランクトン由来のChl.a

表1 DAF+MgO系におけるプランクトンの含有栄養塩

	T-N(mg/l)	T-P(mg/l)	Chl.a/SS	T-N/(chl.a/SS) (mg/l)	T-P/ (chl.a/SS) (mg/l)
ナノ以上	5.1	2.364	0.00029	17810	8255
ピコ	1.7	2.436	0.00203	840	1203

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。2009年度の8月以降はDAF系以外の全ての系において抑制率の低下が生じた。これは未処理、DAF系において急激なCODの減少が起こったためである。

### 3.2 ピコプランクトンの季節変遷と体組成

各処理系のピコプランクトンのChl.a値を図3に示す。これより未処理系、DAF系、MgO系、DAF+MgO系で多いことがわかる。しかし、未処理、DAF、MgO系においては6月をピークに減少している。これは同時期に目視できるほど大量に発生したカイミジンコに捕食され減少したこと、6月の降雨による水温の低下に起因するものと考えられる。そこでピコプランクトンが多く発生しているDAF+MgO系に注目して、その出現特性について検討した。表1よりナノプランクトン以上のサイズのプランクトンに比べてピコプランクトンは窒素含有量が低く、リン含有量が高いことがわかる。また、Chl.a/SSがナノプランクトンよりピコプランクトンの方が高い。このことからピコプランクトンはナノプランクトンよりもChl.aを多く含有しており、光合成の効率が良く、より増殖が可能であることが示唆される。さらに、T-N、T-P/(Chl.a/SS)からはナノプランクトン以上のサイズのプランクトンよりピコプランクトンの方の栄養塩含有量が低いことがわかる。これはプランクトン1個体の大きさがピコプランクトンの方が小さいためである。これらのことからピコプランクトンは貧栄養の栄養塩が少ない水環境でも増殖が可能であることが考えられる。また、ナノプランクトン以上のサイズのプランクトンはT-Nをより多く含有しており、ピコプランクトンはT-Pをより多く含有していることがわかる。このことからピコプランクトンはリンに依存した体組成であり、リン過多の水環境において発生・増加しやすいことが考えられる。

### 4. まとめ

- 1) CaO系およびDAF+CaO系、すなわちCaOを散布した系で安定した高い抑制効果がみられ、長期間に亘る処理効果が期待できる。
- 2)多くの系においてピコプランクトンが発生したが、DAF+MgO系以外では2009年6月以降は減少した。
- 3)ピコプランクトンは光合成効率が良く、体積が小さいため、貧栄養環境でも増殖できることが考えられた。
- 4)ピコプランクトンが発生することでリン過多の環境にな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 部門, CD-ROM
- 2), B. Pinel-Alloul, N. Bourbonnais, and P. Dutilleul (1996) Among-lake and within-lake variations of autotrophic pico- and nanoplankton biomass in six Quebec lakes *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 53, 1996

