

富栄養化湖沼における直接浄化

(1) 室内培養型モデルエコシステムによる窒素の抑制効果

千葉工業大学 学員 ○小沼達朗

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

富栄養化湖沼における栄養塩などの溶出が問題となっている。これまでの研究で富栄養化湖沼の直接浄化手法として底質改善による栄養塩の溶出抑制が植物プランクトンの増殖抑制につながる事が明らかとなっている。そこで本研究では、底質改善による窒素の抑制効果と季節ごとの処理特性について、室内培養型モデルエコシステムにより検討した。

2. 実験装置および方法¹⁾²⁾

2.1 室内培養型モデルエコシステム

本実験では、図2に示すような480mL容ガラス容器に手賀沼の未処理底泥またはDAF処理・CRM処理・ハイブリッド処理を施した湿泥100gを容器に平坦になるように入れ、底泥を乱すことなく充填した手賀沼湖水380mLを水・泥質系フラスコマイクロコスムにより評価を試みた。採泥・採水地点は図1に示す通りである。培養期間は約1ヶ月間とし、培養条件は定温インキュベータにより、20℃、静置培養、暗条件とした。実験系は表1に示すように6系とし、未処理系と各処理系の比較からNH₄-Nの抑制率を算出して解析した。

2.2 各種底泥処理¹⁾²⁾

1) DAF (Dissolved Air Flotation) 処理： 底泥 (7kg) をリアクター (水道水50L) に投入し、下方から気泡発生装置により微細気泡 (直径数μm) を発生させて、有機物を除去する処理。窒素の除去に効果を示す。

2) CRM (Chemical Remediation Materials) 処理： 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) を一様に散布する処理。リンの溶出抑制に有効である。

3) ハイブリッド処理： DAF 処理を施した底泥表面にCRM 処理 (MgO / CaO) を施す処理。窒素・リンの同時制御に有効である。

2.3 NH₄-N 抑制率の算出方法

まず、培養期間中におけるNH₄-N 総溶出量(mg/L・day)を前日計測値(C₁)と後日計測値(C₂)を用いて求める。

$$\text{総溶出量} = \sum [\{ (\text{濃度}(C_1) + \text{濃度}(C_2)) / 2 \} \times \text{日数}(\text{day})]$$

次にNH₄-N 抑制率 (%) を次式で算出する。

$$\text{抑制率} = [\{ (\text{未処理系の総溶出量}) - (\text{各処理系の総溶出量}) \} / (\text{未処理系の総溶出量})] \times 100$$

3. 結果および考察

3.1 各処理系におけるNH₄-N 抑制特性

DAF 処理系 (図3) は秋季～初冬に抑制率が低い場合もあるが、一年を通して概ね抑制率が50～93%であった。

キーワード；富栄養化 DAF 処理 CRM 処理 窒素 室内培養型モデルエコシステム

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学) TEL;047-478-0452 FAX;047-478-0474



図1 手賀沼の採泥・採水地点



図2 室内培養型モデルエコシステム

表1 各種底泥処理実験系

未処理系	DAF処理系
MgO散布系	DAF処理 + MgO散布系
CaO散布系	DAF処理 + CaO散布系

CRM 処理（図 4）の MgO 散布系は秋季に抑制率が -45%（100g/m²散布時）の場合があるなど、夏季～秋季は抑制率が低いのが特徴である。ハイブリッド処理（図 5）の MgO 散布系では夏季に抑制率が低い場合もあるが一年を通して抑制率は 49～89%であった。CaO 散布系は、CRM 処理においては 50g/m²散布時は夏季に 93%の抑制率であったが、100g/m²散布時に抑制率が -141%（秋季）、200g/m²散布時に -144%（冬季）、ハイブリッド処理においては春季～秋季に抑制率が -45%以下の場合もあるなど溶出傾向が認められた。これは季節だけの問題ではなく、散布量も関係している可能性もある。これらより、NH₄-N の抑制には DAF 処理を施したものが有効であると考えられる。

3.2 季節変動と NH₄-N の抑制効果

夏季～冬季において未処理系の水中の NH₄-N 現存量は概ね 4～9mg/L の範囲で多く、DAF 処理を施した後はほぼ 4mg/L 以下になった。これより、DAF 処理は一年を通して一定のレベルまで NH₄-N 現存量を抑えることが期待できる。一方、CRM 処理の MgO 散布系は夏季～秋季にかけて抑制率は低くなった。これは、夏季～秋季は植物プランクトン量が多くなり、暗条件下での植物プランクトンの呼吸量が増えるため、底泥層が嫌気的環境になり NH₄-N が溶出し、さらに秋季は、植物プランクトンの死骸が底泥表層に沈殿する量が多く、この死骸が分解され植物プランクトンから NH₄-N が溶出した結果であると考えられる。冬季は植物プランクトンが減少するので、植物プランクトンの呼吸量も減り、嫌気化が緩和されて溶出量が少なくなるため、NH₄-N の抑制率が夏季～冬季より高くなると考えられる。ハイブリッド処理の MgO 散布系は、夏季にばらつきがあるものの、DAF 処理と組み合わせることにより一年を通して NH₄-N の抑制率を高くできるものと考えられる。

3.3 季節ごとの最適処理

春季は DAF 処理、ハイブリッド処理(MgO 散布系)、夏季は DAF 処理、ハイブリッド処理(MgO 散布系)、秋季は DAF 処理、ハイブリッド処理(MgO 散布系)、冬季は DAF 処理、CRM 処理(MgO 散布系)、ハイブリッド処理(MgO 散布系)が、NH₄-N の抑制に効果的である。夏季～秋季は CRM 処理(MgO 散布系)では十分に対応できず、DAF 処理を施してハイブリッド処理とする。

4. まとめ

- 1) DAF 処理は一年を通じて NH₄-N の抑制に有効である。
- 2) CRM 処理 (MgO 散布系) は夏季～秋季には NH₄-N の抑制効果が低下する。
- 3) 一年を通して DAF 処理、ハイブリッド処理 (MgO 散布系)、冬季は CRM 処理 (MgO 散布系) も NH₄-N 抑制に有効である。

参考文献

- 1) 富山、村上、石井、瀧、松島 (2005) 富栄養化湖沼における直接浄化 (1) 室内培養型マイクロコスムス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) 山本、天野、村上、石井、瀧、本田 (2002) 底泥からの富栄養化湖沼における直接浄化 (3) 栄養塩存在量と植物プランクトンの関係、第 29 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、pp.157 - 158

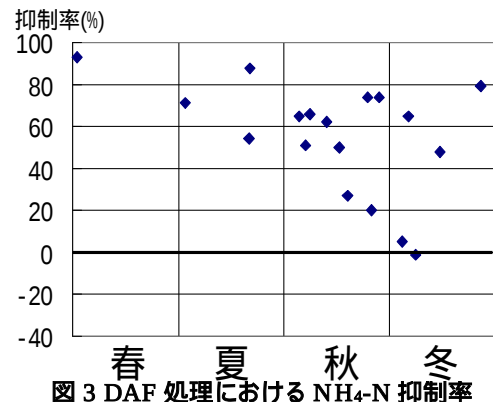


図 3 DAF 処理における NH₄-N 抑制率

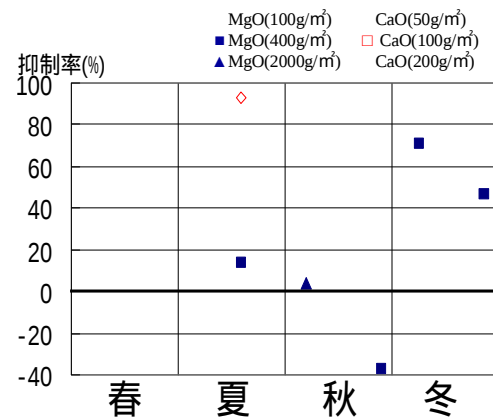


図 4 CRM 処理における NH₄-N 抑制率

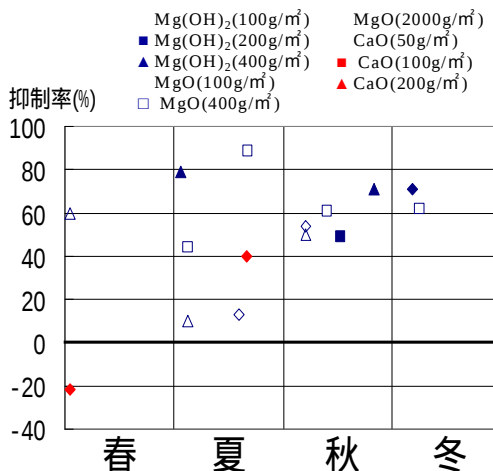


図 5 ハイブリッド処理における

NH₄-N 抑制率