

千葉工業大学 学員 ○海藤大輔 天野佳正

千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫

足利工業大学 正員 本田善則

1. はじめに

閉鎖性湖沼の富栄養化を抑制する上で、流入河川からの栄養塩類を抑制するとともに、底泥堆積物から溶出する栄養塩類を制御することが必須である。そこで本研究では、底泥中の有機物除去が可能である加圧浮上分離法および溶出栄養塩類の抑制が可能な底質改善材散布法における底泥浄化を施し、底泥および湖水を充填したマイクロコズムを作製して、底泥からの溶出栄養塩類により底質改善効果の評価・検討を行った。

2. 実験方法

(1) DAF 処理 (加圧浮上分離処理)

本研究では、手賀沼 (千葉県我孫子市) の底泥を対象とし、この底泥 (湿重 7kg) と水道水 (約 50L) でリアクター (直径 30cm、高さ 100cm) を充填し、下方から微細気泡を発生させ、凝集剤のポリ硫化第二酸化鉄 (200mg/L) を加圧浮上分離処理開始直後、0 分、20 分、35 分に注入した。加圧浮上分離処理を 40 分間行ったあと、リアクター下層の残泥 (処理後底泥) を回収し、溶出・培養試験に供試した。

(2) 底質改善材散布処理

底質改善材散布処理は、植物プランクトンの増減を左右する栄養塩類の抑制を目的とした処理法である。本実験で用いた MgO は、リン酸マグネシウムアンモニウム・リン酸マグネシウムとして $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の抑制をするものであり、その抑制過程は以下の反応によるものと考えられる。



(3) ハイブリット処理

物理的処理である DAF 処理と化学的処理である底質改善材散布処理を組み合わせたもので、DAF 処理では処理し切れなかった栄養塩類の溶出を、底質改善材散布処理により抑制することを目的とした処理法である。

(4) 栄養塩類の溶出試験

470mL のガラス容器に底泥 100g (湿重)、手賀沼湖水 380mL を充填し、手賀沼底泥 (未処理) を充填した系 (Run1)、未処理底泥に MgO を 100g/m² (Run2)、400g/m² (Run3)、2000g/m² (Run4) 散布した系、DAF 処理後の底泥を充填した系 (Run5)、DAF 処理後の底泥に MgO を 100g/m² (Run6)、400g/m² (Run7)、2000g/m² (Run8) 散布した系の合計 8 系についてマイクロコズムを作成し定温培養装置にて 20℃ で静置し、暗条件で溶出試験を行った。試験開始後、0、1、3、5、7、10、14、21、28 日目に採水し、溶存態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$)、溶存態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) の溶出量を測定し、底泥改善効果の検討を行なった。

3. 実験結果および考察

(1) 底泥処理効果の評価方法

底泥改善効果を、未処理系に対する底泥からの栄養塩類の溶出抑制率 R_{ij} として、以下の (3) 式により評価を試みた。なお、サフィックスの i は測定項目、0 は未処理系、 j は各処理系、 k は経過日数を表す。

$$R_{ij} = \left(1 - \sum_{k=1}^{30} \frac{C_{ijk}}{C_{i0k}} \right) \times 100 [\%] \quad (3)$$

(2) NH₄-N 溶出に対する各種底泥処理の効果

各処理系における NH₄-N 溶出の抑制率を図 1 に示す。NH₄-N の抑制率は MgO 散布系 (Run2,3,4) の平均で 3% と、NH₄-N 溶出に対する MgO の効果はみられなかった。一方、DAF 処理系 (Run5,6,7,8) では NH₄-N 溶出抑制が確認され、特に Run5 の DAF 処理における抑制効果が高い (77%) 結果となった。NH₄-N は有機物の分解により生成され、また、有機物構成物質であるため、有機物を除去する DAF 処理は、NH₄-N の抑制に対して有効であると考えられる。ハイブリッド処理系 (Run6,7,8) では DAF 処理を施した底泥に MgO を散布することで、Run5 と比較して底泥環境を嫌氣的にするため抑制率が低下したと考えられる。

(3) PO₄-P 溶出に対する各種底泥処理の効果

各処理系における PO₄-P 溶出の抑制率を図 2 に示す。PO₄-P の抑制率が高い各処理系では、NH₄-N の抑制がみられないことから、MAP は形成されずリン酸マグネシウムとなって吸着・除去されたと考えられる。DAF 処理における抑制は低かったが、これは PO₄-P は有機物質より土壤に吸着しやすく、土壤成分が多い DAF 処理後の底泥に PO₄-P が吸着していたため高い抑制率が得られなかったと考えられる。一方、ハイブリッド処理では MgO 散布処理と同様に PO₄-P の抑制が顕著であり、したがって PO₄-P、NH₄-N の同時除去が可能であることが明らかとなった。

(4) 栄養塩類溶出に対する各種底泥処理の総合評価

Run1 における PO₄-P、NH₄-N の現存量を 100 とした時の各種底泥処理の抑制効果、および栄養状態を図 3 に示す。栄養段階は文献値からアユの生息できる貧腐水性、ニジマスの生息できる β 中腐水性、フナの生息できる α 中腐水性とし、それらの濃度がマイクロコズム培養期間中維持されたものと仮定した。

これより NH₄-N 抑制型は Run5,7,8 の DAF 処理系、また PO₄-P は Run2,3,4,7,8 の MgO 散布系およびハイブリッド処理系であった。また、両栄養塩類抑制型は Run7,8 であり、これは同時に α 中腐水性から β 中腐水性へ変化していることを意味している。したがって、MgO 散布系は PO₄-P を、DAF 処理系は NH₄-N をそれぞれ抑制し、ハイブリッド処理系は MgO 散布処理、DAF 処理の両方の処理特性により、両栄養塩類に対し抑制効果があることが認められた。

4. まとめ

- 1) DAF 処理は NH₄-N 抑制に対して有効な処理法であることがわかった。
- 2) MgO 散布処理によって、PO₄-P は 50~97% もの高い抑制率をえた。
- 3) ハイブリッド処理では、両栄養塩類 (NH₄-N および PO₄-P) の抑制効果が認められた。

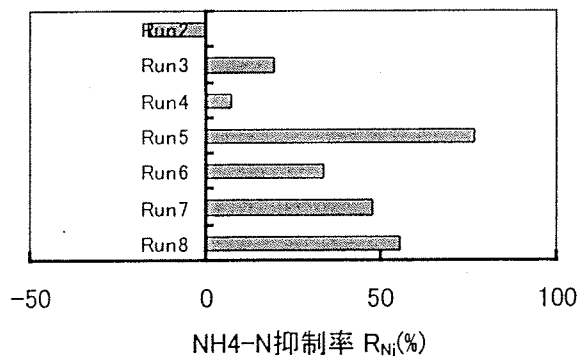


図 1 各処理系における NH₄-N 抑制率

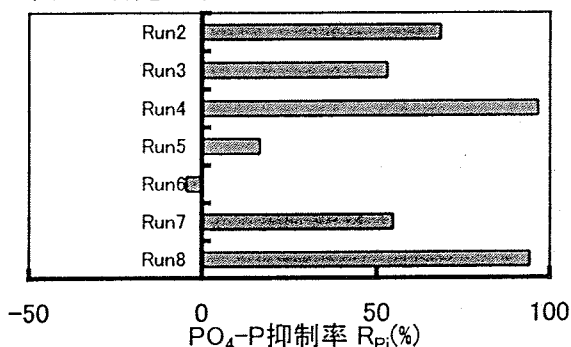


図 2 各処理系における PO₄-P 抑制率

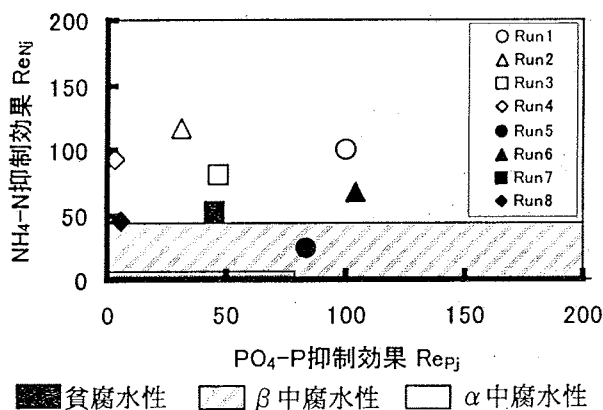


図 3 各処理系における栄養塩類の抑制効果