

富栄養化湖沼における直接浄化

(3) 栄養塩類からみた底質改善効果

千葉工業大学 学員 ○吉田雅紀 天野佳正

千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫

日本大学理工学部 正員 松島 眸

1. はじめに

近年、閉鎖性湖沼における富栄養化が顕在化し、それに伴う環境悪化が問題となっている。湖沼の富栄養化の一因として内部生産による汚濁が挙げられるが内部生産解消のためには、底泥からの栄養塩類の溶出防止が必要となる。そこで本研究では、底泥からの栄養塩類の溶出を抑制することを目的とし、物理的処理としてDAF（加圧浮上分離）、化学的処理としてMgO（酸化マグネシウム）およびCaO（酸化カルシウム）といった底質改善剤を散布、およびそれらを組み合わせたハイブリッド処理を行い、マイクロコズムにおける底泥からの溶出窒素とリンの経日変化より、窒素溶出抑制効果の評価を行った。

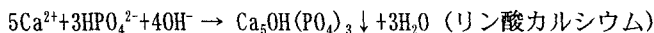
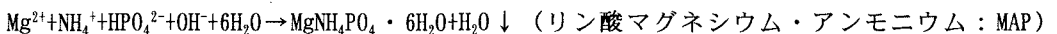
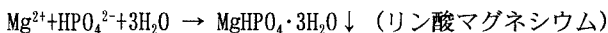
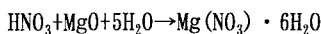
2. 実験方法

2. 1 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）をリアクター（直径 30cm、高さ 100cm）を充填し、下方から微細気泡を発生させ、凝集剤のホリ硫化第二酸化鉄（200 mg/L）を加圧浮上分離処理開始直後、10 分、20 分、30 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. 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、硝酸マグネシウム・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 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の抑制を、また、CaO はリン酸カルシウムとして吸着除去するものであり、その抑制過程は以下の反応によるものと考えられる。



2. 3 栄養塩の溶出試験

470ml のガラス容器に底泥 100g（湿重）を入れ手賀沼水 380ml を充填し、未処理底泥を充填したもの（Run1）、MgO を 400g 散布したもの（Run2）、CaO を 200g 散布したもの（Run3）、加圧浮上分離処理後の底泥を充填したもの（Run4）、加圧浮上分離処理後の底泥に MgO を 400g 散布したもの（Run5）、加圧浮上分離処理後の底泥に CaO を 200g 散布したもの（Run6）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、アンモニア性窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、亜硝酸性窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）、硝酸性窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）、オルトリン酸（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）の溶出量を測定し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を用いて底泥の改善効果を検討した。

キーワード （浮上分離、底質改善材、ハイブリッド処理、マイクロコズム）

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

3. 実験結果および考察

3. 1 栄養塩類溶出に対する DAF 処理の効果

各種底泥処理における栄養塩類溶出の抑制効果を表-1 に示した。DAF 処理における NH₄-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-P の抑制率はそれぞれ 72%, 77%, 56%, 44%, 53%と、リン系に対して窒素系の栄養塩類の抑制率が高い結果となった。DAF 処理では、栄養塩類の溶出源である有機物質を除去すると同時にリンおよび窒素を抑制する。しかし、窒素に対しリンは土壌に吸着しやすいことから、リンと比べて窒素の抑制が高かったと考えられる。したがって、DAF 処理は栄養塩類、特に、窒素抑制に対して有効的な処理法であることが明らかとなった。

3. 2 栄養塩類溶出に対する底質改善材散布処理の効果

MgO 散布による NH₄-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-P の抑制率はそれぞれ 14%, 69%, 7%, 70%, 72% となり、NO₃-N、PO₄-P、T-P の抑制率が高い結果となった。このことから、MgO 散布により NO₃-N は硝酸マグネシウム、また、NH₄-N および PO₄-P の同時抑制が見られないことから、ここでは 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。一方、

CaO 散布における、NH₄-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-P の抑制率はそれぞれ-179%, 55%, -48%, 97%, 83%となり、PO₄-P、T-P の抑制率が、MgO 散布より高い結果となった。しかしながら、NH₄-N、T-N では、PO₄-P、T-P とは対照的に溶出が促進されることから、NH₄-N における底泥の洗浄効果が明らかとなった。

3. 3 栄養塩類溶出に対するハイブリッド処理の効果

DAF 処理と底泥改善剤散布を組み合わせたハイブリッド処理では、MgO 系において PO₄-P は 43%、NH₄-N は 43%と高い効果を得ることができた。MgO 散布だけでは得られなかった NH₄-N の抑制効果の処理方法をハイブリッドすることで得ることが可能となり、MgO 系ハイブリッド処理の有効性が示された。また、CaO 系においては NH₄-N、T-N は Run3 と同様に溶出促進、すなわち底泥からの洗浄効果が認められた。

4. まとめ

本研究は、DAF（加圧浮上分離）処理、底質改善材散布処理およびハイブリット処理（DAF+底質改善材散布）を行い、底泥から溶出する窒素とリンの経日変化より、栄養塩類溶出抑制効果の評価を行ったものである。得られた成果は以下のとおりである。

- 1) DAF 処理は窒素抑制に対して有効な処理法であることがわかった。
- 2) MgO 散布処理は、NO₃-N、PO₄-P、T-P に対し高い抑制率を示した。
- 3) CaO 散布処理は、PO₄-P、T-P の抑制率が MgO 散布処理より高いことがわかった。
- 4) MgO 系のハイブリット処理では、両栄養塩類（窒素およびリン）の抑制効果が認められたことから、底質改善手法において有効な方法あることがわかった。
- 5) CaO 系のハイブリット処理では、PO₄-P、T-P の抑制率が高く、また、NH₄-N の溶出を促進させることから、底泥中の栄養塩類の洗浄効果が認められた。

表-1 各処理法における栄養塩類の抑制率

	Run2	Run3	Run4	Run5	Run6
NH ₄ -N	14	-179	72	43	-179
NO ₃ -N	69	55	77	81	55
T-N	7	-48	56	74	-48
PO ₄ -P	70	97	44	34	97
T-P	72	83	53	43	83

(単位: %)

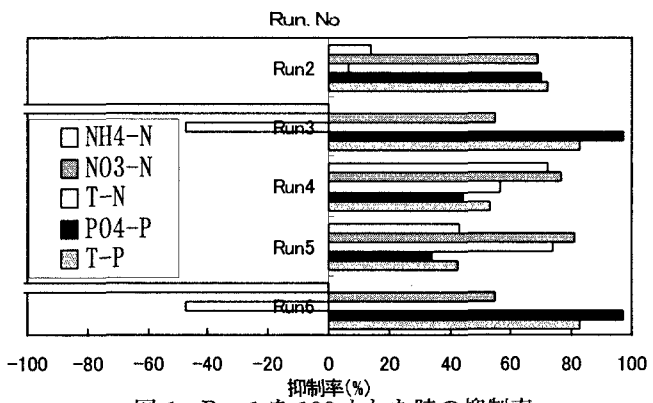


図-1 Run1 を 100 とした時の抑制率