

千葉工業大学 学員 ○山本正樹 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

富栄養湖沼はアオコの増殖、栄養塩類の溶出と悪循環の一途を辿っており、この悪循環を回避するためには栄養塩類が溶出している底泥改善等の対策が重要である。本研究では汚濁が進行している手賀沼底泥を対象とし、加圧浮上分離処理（Dissolved Air Flotation）、底質改善材散布処理（Chemical Remediation Materials）を併用したハイブリッド処理により底泥改善を試みることを目的とし、底泥改善を施した底泥および湖水を充填したマイクロコズムを作成し、底泥から溶出する栄養塩類より評価・検討を行った。

2. 実験条件および方法

(1) DAF処理法

リアクター（円筒形部高：100cm、三角錐部高：30cm、リアクター径：30cm）に水道水を充填し、微細気泡発生装置（加圧量：7気圧、気泡発生方式：連続式、発生気泡径：約 $3\mu\text{m}$ 、容量：50L）で気泡をリアクター下方から噴入させ、気泡層を形成させた。次に、リアクター内に手賀沼底泥（7kg）を投入し、凝集剤（ポリ硫化第2酸化鉄）を数回に分けリアクターに注入した。底泥投入から40分後にDAF操作を終了し、リアクター上層に浮上堆積した浮泥をフロースとし、リアクター底部に残った残泥を処理後底泥として回収した。

(2) CRM処理法

底質改善材として用いたMgOは、水中の PO_4P または NH_4N と化学反応することにより、リン酸マグネシウム、リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）として栄養塩類を除去するものである。この反応は、それぞれpH11、pH7以上の条件下で進行するため、pHが重要な因子となる。

(3) ハイブリッド処理法

物理的処理であるDAF処理を施した底泥に化学的処理であるCRM処理を施したもので、より高度な栄養塩類の抑制を目的とした処理方法である。

(4) 水・泥質系マイクロコズム試験

本実験での評価系としては透明ガラス容器（高さ：14cm、直径：7.2cm、容量：470mL）を使用することとした。また、マイクロコズムにおける培養実験では、泥を充填した方が速やかに安定した系となりやすいことから、培養容器は各処理を施した湿泥100gを容器の底に平坦になるように注入した上で湖水380mLを静かに底層を乱すことなく充填し、マイクロコズムとして定温インキュベータ（20℃）にて培養を行った。培養試験は、明条件（20,000Lux）で静置培養を行った。培養系は、表1に示すように、未処理系（Run1）、MgO(2,000g)散布系（Run2）、DAF処理系（Run3）、MgO(100g)+DAF処理系（Run4）、MgO(2,000g)+DAF処理系（Run5）の5系とした。培養期間は約1ヶ月間とし、分析項目はT-N、T-P、Chl-aの3項目とした。

表1 マイクロコズムにおける実験条件

RUN	培養系	散布量(g/m^2)
RUN1	未処理系	—
RUN2	MgO散布系	2000
RUN3	DAF処理系	—
RUN4	DAF+MgO散布系	100
RUN5	DAF+MgO散布系	2000

キーワード：富栄養化湖沼、Chl-a、マイクロコズム、加圧浮上分離処理、底質改善材散布処理、ハイブリッド処理、T-N、T-P

〒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

3. 結果および考察

(1) T-N、T-P 溶出に関する各種底泥処理の効果

各処理系を未処理で割ったものの T-N、T-P の濃度変化を経目的に示したのが図 1、図 2 である。ここで図中のサフィックス i, o は、T-N、T-P におけるそれぞれの各処理系および未処理系を示している。

T-N に着目すると、Run2 を除くすべての系で抑制効果がみられた。これより MgO 散布系である Run2 では、(2)式で示した MAP は形成されていないことが推測される。また、抑制がみられた Run3,4,5 は Run2 と対象的に DAF 処理、あるいはハイブリット処理を施している系である。したがって、T-N の抑制には DAF 処理およびハイブリット処理が有効であることが明らかとなった。

一方、T-P に関してはすべての系で抑制傾向がみられ、特に Run2 および Run5 の効果が著しく高い結果となった。これよりリン酸マグネシウムが形成され、T-P の抑制が行われたものと考えられる。

(2) 植物プランクトンからみた水質改善効果

次に、栄養塩類の抑制により植物プランクトンの減少が予想されるため、植物プランクトンの指標である Chl-a について検討を行う。図 3 に、N/P 比およびそのときの Chl-a 量について示した。ここで、縦軸の N/P 比は本実験で得られた N/P 比をアオコの増殖最適 N/P 比である 13.5 で割った値を示している。

未処理系である Run1 の N/P 比はほぼ 13.5 を示しており、Chl-a 量も高い値を示した。これより Run1 では富栄養化湖沼である手賀沼を反映させる結果となった。また MgO₂000g/m² を散布した Run2 及び 5 では Chl-a の値は小さく、したがって抑制がみられたが PO₄-P の抑制が顕著であり N/P 比は上昇する傾向

を示した。Run3 及び 4 では N/P 比 13.5 を中心に散布し、Chl-a は 20 μg/L 以下を示した。このことから栄養塩類はバランスよく減少し、その結果 Chl-a が減少したと考えられる。したがって、N/P 比および Chl-a からみてハイブリット処理は有効ではあるが、過度の MgO 散布は N/P 比の上昇を招くことも考慮する必要があると考えられる。

4. まとめ

- 1) DAF 処理ではリンの除去効果と比べ、窒素の除去効果が高いことが明らかとなった。
- 2) MgO 散布処理では、PO₄-P の抑制が顕著であるが N/P 比を上昇させることが示された。
- 3) N/P 比および Chl-a からみてハイブリット処理は有効ではあるが、過度の MgO 散布は N/P 比の上昇を招くことも考慮する必要があると考えられる。

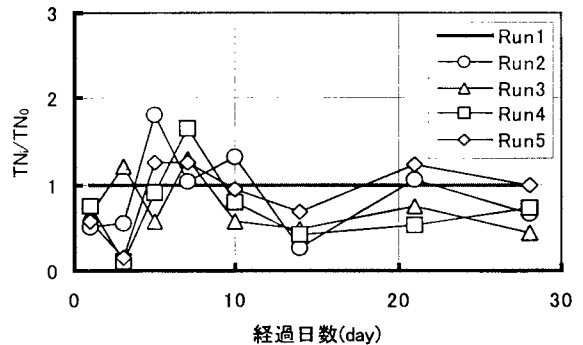


図1 未処理系に対する各処理系の T-N の変動

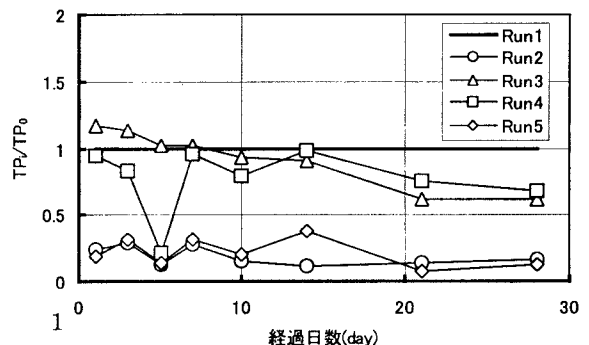


図2 未処理系に対する各処理系の T-P の変動

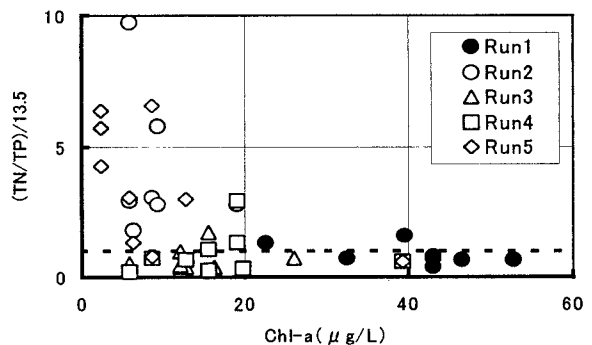


図3 各処理系における N/P 比および Chl-a の関係