

富栄養化湖沼における直接浄化 (2) pH および ORP からみた底質への影響

千葉工業大学 学員 ○ 田仲 学 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 隆

1. はじめに

千葉県北西部に位置する手賀沼は近隣からの生活排水の流入や内部生産によるアオコの異常発生が観測され、日本で最も汚濁が進行した富栄養化湖沼として知られている。手賀沼の底泥は、有機物・栄養塩類等が蓄積し、ヘドロ化している。このような底泥は還元的状態にあり、底泥中の有機物の分解により窒素、リン等が水中に溶出され、植物プランクトンによる内部生産を促進させている。そこで本研究では、還元状態にある手賀沼底泥の改善を目的とし、各種底泥処理（加圧浮上分離処理；Dissolved Air Flotation、底質改善材散布処理）が底泥および湖水に与える影響について、pH および ORP から評価、検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 浮上分離処理

円筒形リアクター（直径 30 cm、高さ 100 cm）に水道水 50L、手賀沼底泥を 7kg（湿重）投入し、リアクター下方部から粒径数 μm の微細気泡を連続的に発生させて DAF 処理を 40 分間行った。さらに効率の良い浮上分離をさせるため、凝集剤としてポリ硫化第二酸化鉄を DAF 処理開始後 0, 20, 35 分後に注入した。リアクター下方部から発生する微細気泡は、底泥中の有機物と吸着し、有機成分を分離上昇させ、回収フロスとして除去し DAF 処理終了後、リアクター底部の残泥を回収しその後の溶出・培養試験に使用した。

2. 2 底質改善材散布処理

化学的処理としての底質改善材散布処理は MgO 、 CaO を用い栄養塩類の抑制を目的とし、散布量をそれぞれ MgO ；400g/m²、 CaO ；200g/m² となるように各処理を施した底泥表面に一様になるように散布した。

2. 3 溶出・培養試験

評価系として 470mL 容透明ガラス容器に底泥 100g（湿重）、手賀沼湖水 380mL を充填した水・底質系マイクロコズムを作製して培養を行った。培養条件は、明（20,000lux）・暗条件でインキュベーターにより一定温度（20℃）、静置培養にて溶出・培養試験を行った。培養系として、Run1；未処理系、Run2；DAF 処理系、Run3； MgO 散布系、Run4； CaO 散布系の 4 系とした。培養期間は、0, 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28 日の約 1 ヶ月とし、pH、ORP、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{PO}_4\text{-P}$ の分析を行った。

3. 結果および考察

3. 1 pH からみた底泥処理効果の比較

溶出・培養試験における経日変化を図-1 に示した。Run1, Run2 における明条件（L）についてはほぼ 8~10 で安定していた。暗条件（D）についても同様に 7~8 で安定していた。また、Run3, Run4 については L, D 条件ともに 9~13 を示していた。Run1, Run2 の L 条件では藍藻類（*M. aeruginosa*、等）が増殖し、光合成により炭酸平衡が崩れ 8~10 を示した

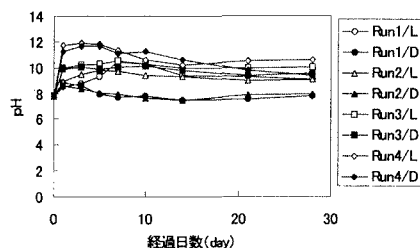


図-1 各処理系におけるpHの変化

キーワード （底泥、有機物、浮上分離処理、底質改善材散布処理、pH・ORP）

〒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

と考えられる。Run3, Run4 についてはL, D条件ともに底質改善材散布の影響で培養初期に11~13 まで急上昇をするが培養開始後5 日目に9~10 で安定した。

3. 2 水中のORP からみた底泥処理効果の比較

水のORP の経日変化を図-2 に示した。各処理系ともに培養開始後7 日目あたりから安定し、Run1, Run2 のL, D条件はともに200~230mVを示していた。Run3, Run4 のL条件に関しても同様、150~200mVを示していた。また、Run4 のD条件は培養開始後15~20 日目まで還元状態にあるが、培養開始後20 日目以降、150~200mVを示し酸化状態で安定した。この原因としてD条件では藍藻類が光合成を行なわないため嫌気状態になり、また、CaO 散布により水中の濁度が増加し還元状態となる。

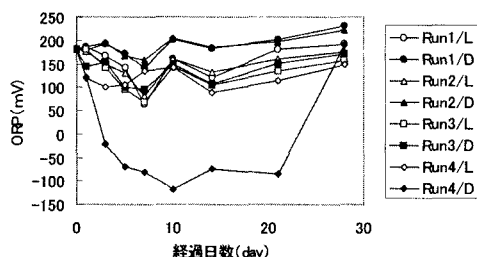


図-2 各処理系におけるORPの変化

3. 3 各処理法が底泥のORP および $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ に与える影響

底泥中のORP は常にマイナス値を示し還元状態であるが、Run1 とRun2 を比較するとRun2 の方が20~30mV 酸化状態を示しており、DAF 処理による泥質改善効果が明らかとなった。また、Run3, Run4 のORP はそれぞれ-200~-250mV、-230~-300mVを示し、Run1 と比較するとさらに還元的状態を示した。この原因として底質改善材散布は底泥表面にふたをする形となり底泥のORP を還元状態へと変化させたと考えられる。このときのORP および $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ の値を図-3、図-4 に示す。図-3 より、Run2 における底泥環境はRun1 と比較すると酸化的状態にさせ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出量も少ないことがわかる。Run3 およびRun4 では底泥を還元状態に変化させるが、Run3 においてはその溶出量はRun1 よりも抑制されていることが図より読み取れる。一方、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出も $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出同様(図-4)、Run2 は底泥環境を酸化的にまた、Run3 およびRun4 は底質環境を還元的にするが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出についてはMgO, CaO によりそれぞれリン酸マグネシウム、リン酸カルシウムとして吸着・除去したものと考えられる。したがって、DAF 処理であるRun2 では、有機物除去により底質を酸化的、かつ、栄養塩類溶出抑制を、また、底質改善材散布処理では底質を還元的にするが、栄養塩類、特に、リンの溶出抑制が顕著であることから、底質改善法として適切な手法であることが明らかとなった。

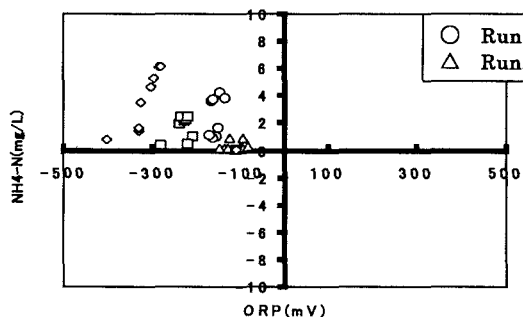


図-3 $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出に及ぼすORPの影響

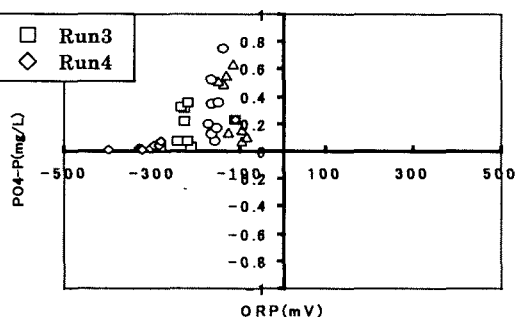


図-4 $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出に及ぼすORPの影響

4. まとめ

- ①浮上分離処理は泥質を20~30mV 酸化状態に改善することがわかった。
- ②MgO 散布は底質を還元状態にするが、 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出を未処理系の半分程度に抑えられることがわかった。
- ③CaO 散布は $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出抑制と同時に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の洗浄効果があることがわかった。