

超低速ろ過法を用いた富栄養化湖沼の浄化に関する実験的研究

福岡大学工学部 学生会員 ○井上和久 学生会員 森下友博
 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義 正会員 渡辺亮一

1. はじめに

近年、湖沼・内海・内湾等の閉鎖性水域における富栄養化の問題が深刻になっているといわれている。特に都市域にある湖沼は外部との水の交換が行われにくく汚濁物質が蓄積しやすいために、水質の改善および維持が非常に難しいとされている。これまでに富栄養化した湖沼の水質改善の方法として、凝集沈殿法・薬剤処理・接触材浸漬法等が試みられてきたが、これらの手法には各々問題点があり一長一短であった。そこで本研究では富栄養化湖沼の浄化手法の一つとして超低速ろ過法を用いて実験を行った。本法の長所としては

- ①砂層によるろ過で藻類を含めた懸濁粒子をほぼ完全に除去できる。
- ②浄化装置の構造が簡単で、建設コストが低く抑えられる。
- ③超低速ろ過（一般的な緩速濾過速度の約1/10）であるため、運転コストが安価である。
- ④維持管理が容易である。

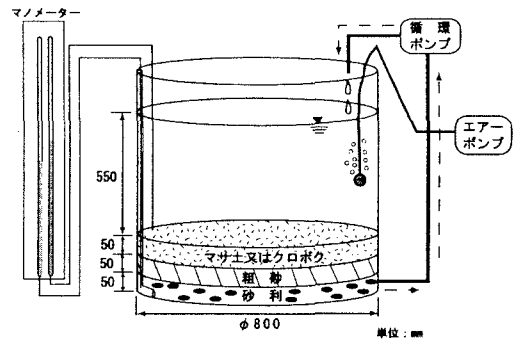
の4点があげられる。今回は超低速ろ過法において、循環速度とろ材を変化させた場合に特徴的な差異が表れたのでその点について報告させていただく。

2. 実験装置と実験方法

図一は、実験装置の概略を表している。ろ床最下層には集水管を渦上に置きその上に砂利を敷き詰め、これに水道水を250l入れ屋外に設置した。ただし、降雨時のみ上部に半透明の蓋をしている。

具体的な実験条件については以下に示す。

- ①循環速度：循環速度は次の3種類とする。
 - 1) 2週に1回（2週に1回水槽の水が循環する）
 - 2) 3.5日に1回（3.5日に1回水槽の水が循環する）
 - 3) 循環なし
- ②ろ材：各循環速度について次の2種類とする。
 - 1) マサ土
 - 2) クロボク
- ③栄養塩：2週に1回栄養塩（リン14mgP、窒素168mgN）を加える。
- ④流入流出：流入は栄養塩のみで、流出はないものとした。

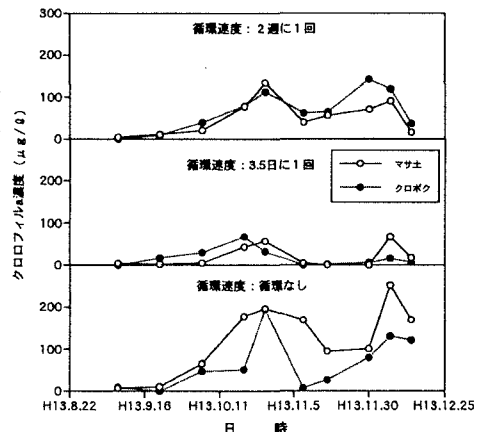


図一 実験装置概略図

分析項目は、pH、電気伝導率、濁度、溶存酸素、水温の5項目を1日1回測定し、全窒素（T-N）、溶存性全窒素（D-T-N）、全リン（T-P）、溶存性全リン（D-T-P）、クロロフィル濃度、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）を2週に1回測定した。また、循環速度の確認のため循環ポンプからの流出流量を測定すると同時に、ろ床が目詰まりを起こしていないか確認するためにマンメーターを用いて損失水頭を定期的に測定した。

3. 実験結果と考察

図二は循環速度を変化させた場合のクロロフィルa濃度の経時変化を表している。この図から、クロロフィルa濃度は循環速度が速い方が低くなる傾向を示しており、循環速度による藻類除去効果の違いが認められる。また、ろ材毎に比較するといずれの循環速度においてもほとんど差がなく、藻類除去効果の差異はろ材によらないことが確認された。図一3、4はそれぞれ各ろ材において循環速度を変化させた場合の溶解性リン濃度、粒子態リン



図二 各槽内のクロロフィル濃度の経時変化

濃度の経時変化を示している。この図から、藻類の活性が大きい10月下旬までは、溶解性リン濃度は栄養塩を投入しているにもかかわらず低いことがわかる。11月になると水温の低下に伴って藻類の活性が落ちるために溶解性リン濃度が高くなってきている。次に粒子態リン濃度に関しては、循環させないケースでは高くなっているが、循環させたケースでは低い値で推移していることがわかる。このことから溶解性リンが藻類に吸収され、ろ床で除去されていると考えられる。ただし、現時点では栄養塩量と藻類が吸収する量が釣り合っているため過剰な溶解性リンの流入は生じていないが、投入栄養塩量を増すと高くなる傾向を示すと考えられる。また、図-4より粒子態リン濃度は循環速度の速い方が低くなる傾向にあることがわかる。ただし、2週に1回循環させたケースと循環させないケースとを比較すると、その効果は十分であることがわかる。以上の結果から、2週に1回循環させた方が運転コストの面から見ても効率的であることがわかる。図-5はろ材を変化させた場合の損失水頭の経時変化を表している。この図から、ろ床材としてマサ土を用いた方がクロボクを用いたケースよりも損失水頭が約4倍程度大きくなっていることがわかる。このことから、維持管理の面から検討した場合、マサ土よりもクロボクの方がろ材として適していると考えられる。

4. 数値解析結果

水質予測モデルとして山崎¹⁾により提案されている水-底泥間富栄養化モデル(水塊部²⁾と底泥部³⁾を結合させたモデルを用いて解析を行い、水槽内の12年間の藻類量と利用可能リン量について予測した。計算に必要なパラメータは実験条件および福岡市の気象条件を参考にして決定している。図-6は水槽内の12年間の藻類量と利用可能リン量の予測結果を示している。この図から、循環させない場合には藻類量が年々増加する傾向が現れている。また、循環速度を3.5日に1回にすると藻類の除去効果は大きい、利用可能リン量が增大することがわかる。これに対して、2週に1回の循環では藻類量、利用可能リン量ともほぼ一定値となっていることがわかる。これらの結果から、超低速ろ過法の最適な循環速度は2週に1回程度であることが確認できた。

4. まとめ

本研究の結論は以下の通りである。

- 1) 超低速ろ過法によって、槽内の懸濁粒子(藻類を含む)が除去され、それに伴って栄養塩類も除去される。
- 2) 循環速度は2週に1回程度が効率的である。
- 3) クロボクはマサ土に比べろ過抵抗が小さいので、ろ材としてはクロボクの方が適している。

今後は継続的に実験を行い、夏場の運転管理について考察を加えていく予定である。

[参考文献]

- 1) 山崎 惟義: 池水の浄化対策シミュレーション, 福岡大学工学集報, 第55号, pp1-14(1990)
- 2) 松岡 謙: 霞が浦の富栄養化モデル, 国立公害研究所報告, No.54, pp.53-242(1984).
- 3) 細見 正明 他: 湖沼底泥からのリンの溶出モデルに関する研究, 土木学会衛生工学研究論文集, 23巻, pp.15-28 (1987)

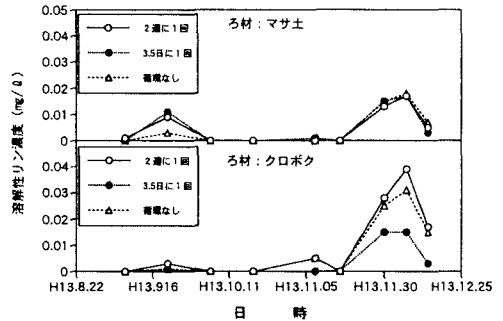


図-3 循環速度による溶解性リン濃度の比較

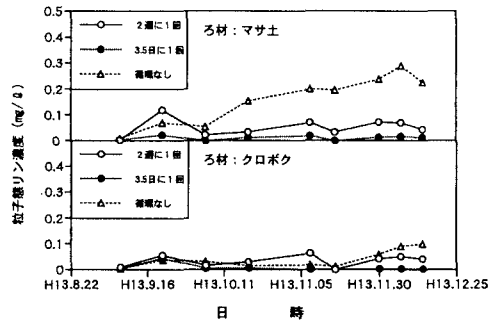


図-4 循環速度による粒子態リン濃度の比較

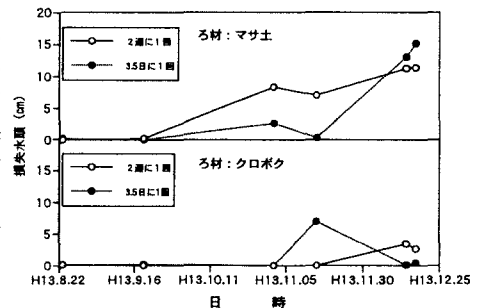


図-5 各濾材の損失水頭の経時変化

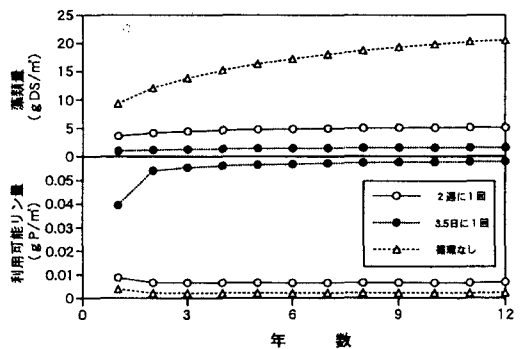


図-6 浄化対策後の予測値(12年分)