

湖沼を対象としたろ過式自動水質浄化装置の開発

東海大学大学院	学生会員	○井上智裕
東海大学海洋学部	正会員	福江正治
国土総合建設(株)	正会員	上原弘治
国土総合建設(株)	正会員	大木和夫

1. はじめに

湖沼は、富栄養化による水質悪化や有害アオコの発生など、環境上多くの問題を抱えている。この原因は、過剰な生活排水の流入によるものであり、それを制御するのは難しい。そのため、人為的に湖沼の水質を浄化し、湖沼の環境修復を図る必要がある。

そこで本研究は、図-1 に示すようなろ過式自動水質浄化装置により人為的に水質浄化を行い、湖沼の環境修復を図ることを目的とした。本論文では、小型モデル装置を用いてろ材の耐力および浄化効果について調べた結果を報告する。

2. 実験概要

図-2 に本実験で用いた小型モデル装置およびろ過槽を、また表-1 に実験概要を示す。小型モデル装置は、貯水タンク、ポンプ、攪拌機およびろ過槽からなる上向流単層ろ過装置である。ろ過槽には、直径 9.5cm、高さ 80cm のアクリルパイプを用いた。ろ材は市販の 6号硅砂を用い、ろ材の厚さは 5cm とした。試水は、静岡県巴川で採水した河川水に市販の肥料を入れ、天日に約 1 ヶ月間放置し、大量のアオコを発生させたものを用いた。この有機汚濁水 65L を貯水タンクへ移し、攪拌機により常に攪拌しながらろ過した。

連続ろ過を行うと、ろ材の目詰まりによりろ過量は低下する。そこで、目詰まり解消方法として逆洗浄が考えられる。そこで、逆洗浄によりろ材表面に堆積したアオコを回収可能とするため、本ろ過槽の底にポリ容器を取り付けた。このポリ容器を、アオコ回収容器と呼ぶことにする。このアオコ回収容器は、逆洗浄時のみならず、連続ろ過の際にも、ろ材表面に堆積したアオコの自重で回収容器内に沈降堆積することが期待される。

目詰まり解消方法による効果が見られない場合、ろ材の取り替えが必要となる。そのため、ろ材の取り替えを容易に行うために、上述したろ材を 0.106mm のメッシュ状の袋に詰めた。アオコ回収容器には、直径 5cm の穴を 5 個空け、そこを流入口とした。流入口からろ過槽を通過し、そこでろ過された有機汚濁水は、ポンプにより汲み上げられ、再び貯水タンクに戻される。

本実験では、ろ過槽を通過してポンプで汲み上げた水をろ過後とし、それと貯水タンク内の水を適宜採水し、浮遊懸濁物質(SS)の測定を行った。ろ過装置の浄化能力は、ろ材の透水係数、ろ過水の SS により評価を行った。

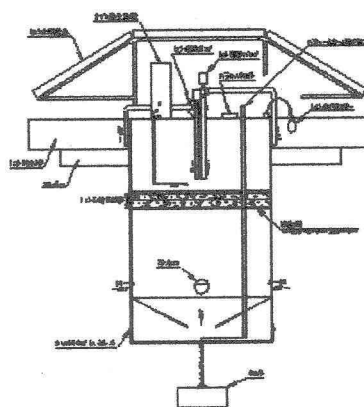


図-1 ろ過式自動水質浄化装置

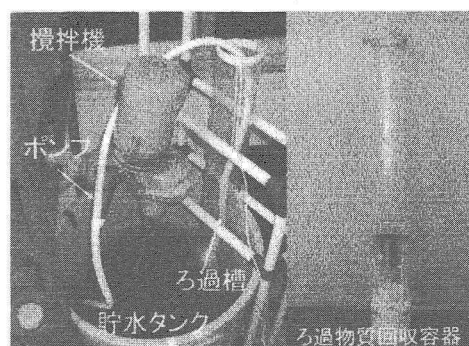


図-2 小型モデル装置(左)およびろ過槽(右)

表-1 実験概要

ろ材の種類	6号硅砂
ろ材の厚さ (cm)	5.0
ろ材の質量 (kg)	0.4
ろ材の土粒子密度 (g/cm^3)	2.646
ろ材の間隙比	1.3
ろ過槽の直径 (cm)	9.5
ろ過槽の高さ (cm)	80
ろ過槽の断面積 (cm^2)	70.8
試水の初期SS (mg/L)	90.0

3. 実験結果

図-3 にろ過槽の透水係数の経時変化を示す。図-3 に示すように、連続ろ過を行うことで、ろ材の目詰まりによりろ過槽の透水係数は減少することがわかる。実験開始直後の透水係数は、 $1.73 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ であるのに対し、20 時間後のそれは $5.29 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ である。これは、実験開始直後の透水係数と比べ約 1/2 にまで減少したことになる。この後、一度ポンプを止め 20 時間後に連続ろ過を再開したところ、再開後の透水係数は、 $1.38 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ まで回復した。このとき、前述したアオコ回収容器内に、アオコが堆積しているのが確認できた。このことから、ろ材表面に堆積したアオコは、アオコ回収容器内に自重で沈降堆積し、その結果、目詰まりは解消されることがわかる。同様に、170 時間後にも連続ろ過の停止を行った。しかし、20 時間後の時と比べ停止時間が短く、さらには後述する SS の違いから、大幅に透水係数の回復は見られなかった。これらのことから、一度連続ろ過を停止することで目詰まりは解消されるが、透水係数の回復度合は、連続ろ過の停止時間やそのときの SS に関係すると考えられる。

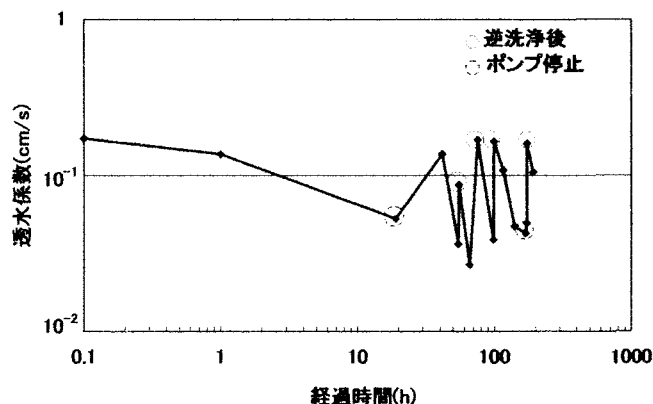


図-3 透水係数の経時変化

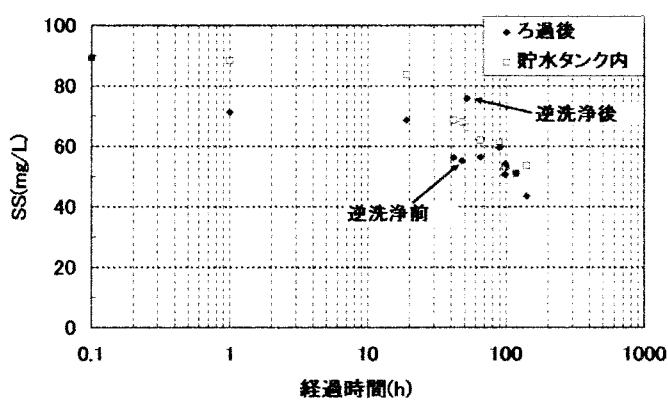


図-4 SS の経時変化

逆洗浄方法は、実験開始から 55、76、100 時間後に、それぞれの貯水タンク内の有機汚濁水を用いて行った。その結果、逆洗浄前の透水係数は、それぞれ 3.64×10^{-2} 、 2.67×10^{-2} および $3.87 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ であるのに対し、逆洗浄後のそれは、 8.73×10^{-2} 、 1.70×10^{-1} および $1.66 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ と、透水係数の回復が非常に良いことがわかる。このように、アオコ回収容器内へアオコの自重による沈降堆積、さらには逆洗浄による目詰まり解消方法は、非常に高い効果を得る。なお、本ろ過装置の平均ろ過量は、約 $180 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ である。

図-4 に SS の経時変化を示す。図-4 に示すように、経過時間が増すにつれ、SS は減少することがわかる。初期 SS が 90mg/L であるのに対し、140 時間後のろ過後のそれは 43.4mg/L である。これは、初期 SS と比べて、約 50% 除去されたことになる。また、逆洗浄後のろ過後の SS が、逆洗浄前のそれと比べると高い。これは、上述したように貯水タンク内の試水を用いて逆洗浄を行うため、ろ過後と貯水タンク内の SS の差が影響していると推察される。なお本ろ過槽を用いると、1 回のろ過で約 20% ずつアオコを除去することができる。

4. まとめ

ろ過式自動水質浄化装置を用い、湖沼の環境修復を行うことを目的とし、小型モデルを用いた水質浄化実験を行った。その結果、ろ材の目詰まりは、逆洗浄方法により解消されることがわかった。さらに、本ろ過槽の平均ろ過量は、約 $180 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ であった。また、本ろ過槽は、1 回のろ過で約 20% ずつアオコの除去が可能であることがわかった。今後は、更に実験を継続して行い、ろ過槽の SS 除去効果や回収したアオコの利用方法について検討したい。