

マイクロコズムを用いた富栄養化湖沼の浄化に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○後藤 和哉 福岡大学工学部 正員 山崎 惟義  
 同上 正員 渡辺 亮一 同上 学生員 森下 友博

1. はじめに

一般的に都市湖沼はため池とも呼ばれ、元来は主に農業用水の供給を目的として造られたものである。しかしながら都市開発が都市周辺部にまで進行してきた近年では、農業用水の供給という面だけでなく自然環境保全という考えが高まっており、治水機能・かんがい機能・環境や景観保全を総合的に満足し、都市内の貴重な水辺空間・親水公園などとして活用される例が増加してきている。都市湖沼は、その性格上水深が浅く（全層に渡って有光層となりうる）、閉鎖的であり隣地からの栄養塩類等の流入も多いために常に富栄養化しやすい状態にある。このため、水辺空間として用いる場合には富栄養化防止対策として、定期的な底泥浚渫や薬剤を用いた藻類の除去等が行われているが、「継続的な効果が期待できない」・「周辺環境への悪影響」・「コストが高い」などの問題点が指摘されている。

そこで、本研究室では富栄養化対策として、数年前から「底面ろ床法」を用いた藻類の除去を提案してきた。この手法の利点として、建設・維持費が安価であり、周辺の環境に易しいという点が上げられる。本研究の目的は、底面ろ床法を用いた藻類の除去手法を確立するためにマイクロコズムを用いて実証実験を行い、本法の効率的な運転条件を示すことである。今回は、循環速度とろ床に用いる材料に関して知見を得ることが出来たので、この二点に関して検討を行っている。

2. 実験装置及び測定項目

図-1は実験に用いたマイクロコズム（循環装置付き）の概要を、表-1は実験条件を示している。マイクロコズムのろ床は三層構造となっており、上から第1層（5cm：マサ土・クロボク）、第2層（5cm：粗砂）、第3層（5cm：砂利）となっている。ろ床内に水を循環させる装置には第3層に集水パイプを埋め込んでいる。一旦、底部から吸い上げられた水は装置上部から再びマイクロコズム内に戻す仕組みとなっている。この時の循環速度は、14日に1回と3.5日に1回程度水槽内の水が全て入れ替わる速度に固定されている。また、循環型的水槽にはろ床のろ過抵抗を測定するために装置底部に圧力測定口を設けている。また、マイクロコズム内にはミジンコ等の動物プランクトンの発生を抑制するために、各槽に五匹金魚を投入している。このような計6槽のマイクロコズムを用いて富栄養化湖沼を再現するために、2週間に1回栄養塩を投入した。投入量は富栄養化した一般的な湖沼の窒素の負荷量（0.048mg/l・日）を算定し投入栄養塩濃度に換算して決定している。表-2は、水質分析項目を示している。水質チェッカー（HORIBA社製）での測定項目については週5回計測し、実験室での項目については1週間に1回分析した。さら

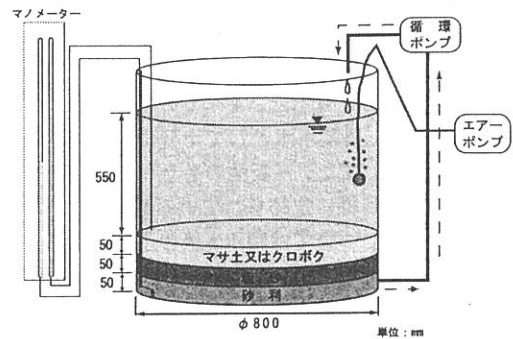


図-1 水槽概略図

表-1 実験条件

水槽番号	1	2	3	4	5	6
循環速度	14日に1回循環		3.5日に1回循環		循環なし	
ろ材	第1層	マサ土・クロボク	マサ土	クロボク	マサ土	クロボク
	第2層	粗砂		砂		
	第3層	砂			利	

ために、2週間に1回栄養塩を投入した。投入量は富栄養化した一般的な湖沼の窒素の負荷量（0.048mg/l・日）を算定し投入栄養塩濃度に換算して決定している。表-2は、水質分析項目を示している。水質チェッカー（HORIBA社製）での測定項目については週5回計測し、実験室での項目については1週間に1回分析した。さら

表-2 分析項目

水質チェッカー(日々測)		週1回の分析項目	
pH (水素イオン濃度)	T-N (全窒素)	BOD <sub>5</sub> (生物化学的酸素要求量)	
COND (電気伝導度)	D-T-N (溶溶性全窒素)	COD <sub>Mn</sub> (化学的酸素要求量)	
TURB (濁度)	NH <sub>4</sub> -N (アンモニア性窒素濃度)	Chf-a (クロロフィル a濃度)	
DO (溶存酸素濃度)	T-P (全リン)		
TEMP (水温)	D-T-P (溶溶性全リン)		
	PO <sub>4</sub> -P (リン酸態リン濃度)		

に、ろ床が目詰まりを起こしてないか確認するために、マノメーター（図-1 参照）を用いてろ床表面とろ床底面でのろ過抵抗（損失水頭）を定期的に測定した。

### 3. 実験結果及び考察

図-2 は各槽における濁度の経時変化、図-3 は、循環槽のろ過抵抗の経時変化を示している。この図から、14日に1回の循環条件の水槽（第1, 2水槽）においては、濁度の上昇する夏期にろ過抵抗が下がり、冬期に上がっていることがわかる。また、3.5日に1回の循環条件の水槽（第3, 4水槽）に関しては、濁度が上昇する夏期にろ過抵抗は上がり、濁度が低下する冬期にろ過抵抗は下ることがわかる。これらのことより、循環を行っている水槽およびろ床内では次のような現象がおこっていると推察される。14日に1回循環しているろ床では、夏期に循環速度と水槽内の藻類の増殖およびろ床での細菌による微生物分解速度が上手くバランスしているためろ過抵抗は上がらなかった。その後、水温が下がり細菌の活動および藻類の活性が悪くなったために水槽内の藻類が一度に底面上に堆積してろ過抵抗が冬期に上がったと考えられる。これに対して、3.5日に1回循環している水槽では、夏期にろ床内の細菌による微生物分解速度以上の速度で循環することで、水槽内で藻類が増殖した分、ろ過抵抗が上がった。その後、水温が下がり、底面ろ床で除去される藻類が減少するためろ過抵抗が小さくなったと考えられる。また、3.5日に1回の循環条件では1年目よりも2年目の冬期の方がろ過抵抗が大きくなっていることから、目詰まりしやすいと考えられる。また、ろ材に関してはマサ土よりもクロボクの方が目詰まりを起こしにくいことがわかった。これは、クロボクの方がマサ土よりも間隙が大きいため目詰まりを引き起こしにくくしていると考えられる。

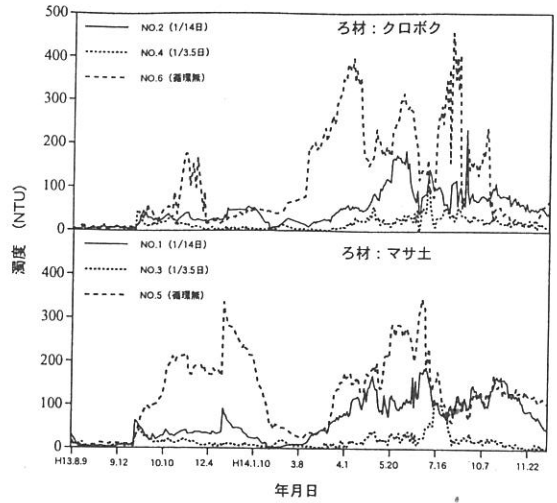


図-2 濁度での比較

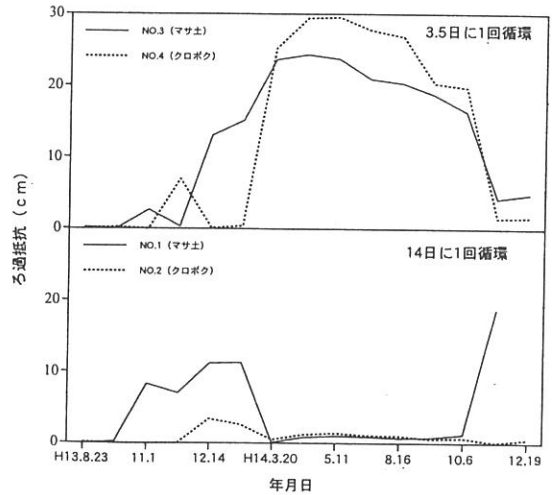


図-3 ろ過抵抗での比較

### 4. 結論

底面ろ床法の運転条件に関して得られた結果を要約すると、以下の二点となる。

- ①底面ろ床の循環速度は14日に1回程度が好ましいことが明らかとなった。ただし、どの程度の期間で対象の湖沼を浄化するか、あるいはどの程度の透明度が必要であるかに応じて循環速度を設定する必要があると考えられる。
- ②底面ろ床のろ材に関しては、マサ土とクロボクを比較した場合、目詰まりしにくいという点からクロボクの方が適していることがわかった。しかし、クロボクでろ床を構成した場合、池水全体が黒っぽく見えるため透明度が上がった時に景観上の問題があることが考えられる。

### 謝辞

本研究は、平成12～14年度科学研究費補助金基盤研究C(2) 研究代表者：山崎惟義および(株)八千代エンジニアリングの助成をもとに実施したものであり、ここに記して深く感謝の意を表します。