

酸素飽和水供給による底泥中の微生物活動に関する基礎的研究

宮崎大学大学院 学生員 後藤洋規

宮崎大学工学部 正会員 増田純雄

1. はじめに

現在、湖沼の環境基準達成率は 40%と低く、富栄養化が問題となっている。富栄養化が進行するとそれに伴って水中の溶存酸素濃度が低下し、魚貝類の死滅や水域の水質悪化などを引き起こす。この原因は湖沼への生活雑排水、家畜糞尿、化学肥料に含まれる栄養塩類の流入や沈積した底泥からの栄養塩類の溶出に起因するといわれている。この改善策として底泥の浚渫や被覆、化学物質の投与などが挙げられるが、これらの方法には種々の問題点がある。一方、底泥への酸素供給法は、自然に負荷を与えずに底泥中の微生物活性を高め、底泥の改善を促進する。

本論文では、水路の一部分に底泥を充填した実験装置を用い、酸素で飽和した水を循環させた時の底泥深さ方向の原生動物数とその種類の同定、一般細菌数の濃度分布、強熱減量を測定した実験結果に考察を加えて報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概要を図-1 に示す。実験装置の容積は 9750cm^3 (長さ 65cm × 高さ 15cm × 幅 10cm) で、底泥充填部分の容積は 3000cm^3 (20cm × 15cm × 10cm) である。底泥充填部分に岩瀬ダム (宮崎県) から採取した底泥を充填し、酸素で飽和にした水道水をポンプによって循環させた。充填する底泥は目開き 3.35mm の篩にかけ、木屑や木葉などを取り除き、泥粒子を均一にした。実験条件は水温: $20 \sim 22^\circ\text{C}$ 、DO: $9.0 \pm 0.3\text{mg/l}$ 、流速: 0.3m/分 で行い、実験期間は 30 日間である。泥質については、底泥深さ方向の原生動物数とその種類の同定、一般細菌の濃度分布、有機物量の指標となる強熱減量を測定した。原生動物の同定は倒立顕微鏡 400 倍で行った。また底泥からの栄養塩類の溶出については、水槽内の N、P、C に関する水質を測定した。実験装置からの底泥採取はテフロンチューブ (内径 15mm × 肉厚 0.1mm) を用いた。採取方法は底泥を掻き乱さないようにテフロンチューブをねじ込んで行き、ゆっくりと引き抜くと同時に、採取した後にできる孔への水の浸透を防ぐため塩化ビニルパイプ製 (内径 18mm × 高さ 20mm) の栓で瞬時に蓋をした。底泥深さ方向の測定は、テフロンチューブ内の泥を下部からゆっくりと押し出し、ノギスを用いて底泥上部から 1mm ずつスライスした。

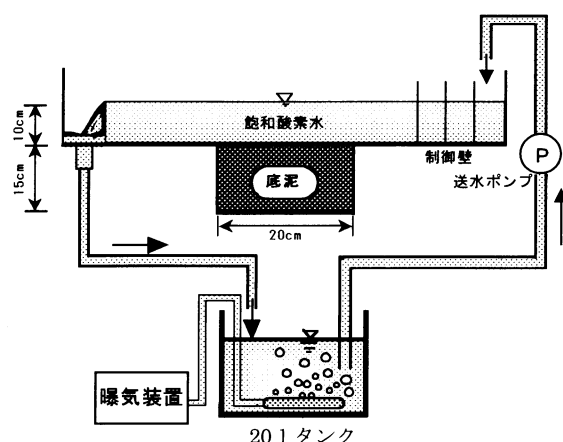


図-1 実験装置図

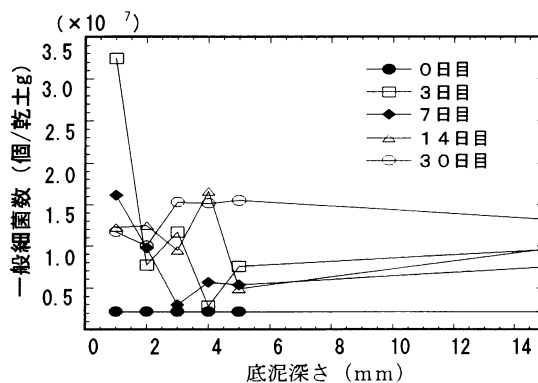


図-2 一般細菌と底泥深さの関係

3. 実験結果と考察

図-2 に一般細菌と底泥深さの関係を示す。一般細菌数は実験開始後 1 日目から底泥深さ 1mm 近傍で急激に増加し、3 日目には最大となった。その後、経過日数と共に一般細菌数は減少し、30 日目には一般細菌数は $1/3$ 程度に減少した。また、一般細菌数は各経過日数ともブランク (2.0×10^6 個/乾土 g) に比べて増加し、その細菌数は $1.0 \sim 1.5 \times 10^7$ 個/乾土 g とほぼ一定となった。これは充填した底泥の深層部 (深さ: 15mm) にまで DO と基質が存在することを示している。

図-3 に原生動物の経日変化と底泥深さの関係を示す。底泥の表層付近 (深さ: $0 \sim 5\text{mm}$) で原生動物数は経過日と共に増加し、30 日目には原生動物数は 3.5×10^5 個/乾土 g となった。このような原生動物の増加は、図-2 で一般

Key ward ; eutrophication, microorganism, sediment, saturated dissolved oxygen water

連絡先: 〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 TEL0985-58-7339 FAX0985-58-7344

細菌数が急激に減少している事と関連しており、原生動物が一般細菌を捕食したことを示す。また、底泥深さ 15mm においても、14 日目以降わずかながら原生動物数の増加が見られた。これは底泥表面中に 7 日目後からイトミミズ (*Tubifex hattai*) が出現し、これにより酸素が深い層まで浸入したことを示している。倒立顕微鏡 400 倍で同定した原生動物はおおよそ 20 種類が確認され (表-1)、その中で特にカラヒゲムシ属 (*Trachelomonas ehrenbergi*) やツボカムリ属 (*Diffugia leclerc*) に分類されるものが多く観測され、これらは体長 10~100 μm ほどの比較的小型の各種水域に極く普通に存在するものであることが明らかとなった。

図-4 に経過日数と底泥への酸素浸入深さおよび出現したイトミミズ数の関係を示す。酸素浸入深さは実験装置の外側から底泥の色が変化した深さとした。酸素浸入深さは実験開始から 5 日目までは 2mm 程度であったが、10 日目で 10mm、実験終了 30 日目には 16mm を示し、5~15 日目に酸素が急激に浸入したことが分かる。イトミミズは底泥中に管孔を形成し、その管の中に体の一部分を入れ、残りの部分を水中に出してゆらゆらと動かしており、この管孔内を移動することが明らかにされている。³⁾ 本実験において、イトミミズが 7 日目辺りから底泥表面中に多数観察され、30 日目にはおおよそ 1600 匹/ m^2 となった。これよりイトミミズの出現が管孔より酸素を底泥深くまで侵入させることが分かる。著者らの研究では、イトミミズの出現しない場合、酸素浸入深さは 5mm 程度であったが、イトミミズが出現すると酸素侵入深さはおおよそ 3 倍の 16mm 程となった。

図-5 に強熱減量の経日変化と深さの関係を示す。底泥深さ 0~5mm において強熱減量は実験開始から 10 日目まではわずかながら減少傾向を示しているが、14 日目以降は急激な増加を示した。これはイトミミズの出現と同時期であることから、イトミミズや原生動物およびその排泄物が有機物量として含まれたことが考えられる。

4.おわりに

本研究では水路の一部分に底泥を充填した実験装置を用い、酸素で飽和状態にした水を循環させる実験を行い、次のような結果を得た。

(1) 底泥に酸素を供給することにより、底泥中の微生物数 (一般細菌・原生動物・イトミミズ) が増加し、底泥中の微生物活動が活発となった。(2) 実験開始 7 日目辺りから底泥表面中にイトミミズが出現し、これにより底泥深さ方向の酸素侵入深さが 16mm 程度となった。

今後の研究は、酸素飽和水供給による底泥中の原生動物の挙動を詳細に把握し、また、実際の池や灌漑池で利用できる循環式酸素飽和装置の開発を進めていく予定である。なお、底泥採取には宮崎県都城土木事務所ダム係の方々に多大なご協力を頂き衷心より感謝いたします。

参考文献

1) 黒田竜也・出井美恵子；底泥の改善に関する基礎的研究，土木学会西部支部講演概要集VII-77(1998) 2) 栗原康；河口・沿岸域の生態系学とエコテクノロジー，東海大学出版会 (1998) 3) 今村泰二；淡水動物の世界，近代文芸社

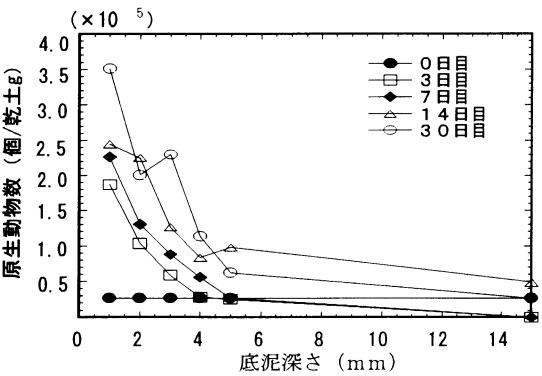


図-3 原生動物と底泥深さの関係

	綱	目	属
原生動物門	鞭毛虫綱	緑虫目	ミドリムシ属
			カラヒゲムシ属
			オナガヒラタヒゲムシ属
			ヒゲマワリ属
			ツボカムリ属
			(イケツボカムリ・トゲツボカムリ)
			ピクシディクラ属
			ウロコカムリ属
			フセウロコカムリ属
			トリナマ属
	根足虫綱		ナベカムリ属
			スパチディウム属
			コレプス属
			ディディニウム属
			ゾウリムシ属
			ティンディニウム属
			ラッパムシ属
			ツボコムシ属
			スナカムシ属
	繊毛虫綱	裸口目	
		有鞭目	
		異毛目	
		貧毛目	

表-1 底泥中の原生動物とその分類

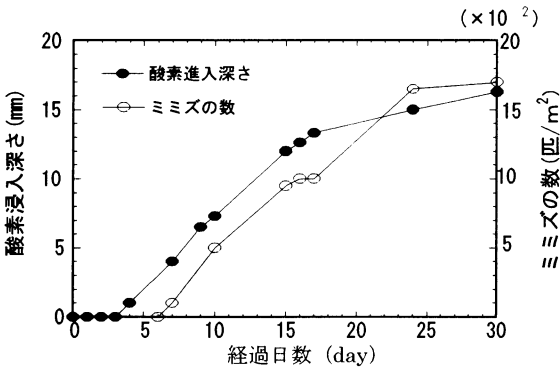


図-4 酸素浸入深さ、イトミミズ数と経日変化の関係

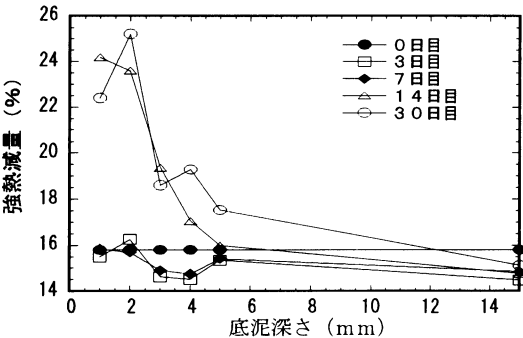


図-5 強熱減量と底泥深さの関係