

## 底泥の改善に関する基礎的研究

宮崎大学工学部 学員 ○黒田 竜也  
 宮崎大学工学部 出井美穂子  
 宮崎大学工学部 正員 増田 純雄

### 1. はじめに

現在、閉鎖性水域において富栄養化が問題になっている。その原因は市街地、農地等の発生源から、降雨に伴って流出する非特定汚染源による汚濁あるいは湖沼に沈澱、堆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。これを防ぐために、底泥の浚渫、被覆、化学物質による不活性化、酸素供給等の対策が考えられている。底泥への酸素供給により、底泥中の各種細菌数がどの様に変化し、有機物が無機化されるかは明らかにされていない。

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、酸素で飽和状態にした水を循環させた時の底泥深さ方向の他栄養性細菌濃度分布と強熱減量を測定した結果に考察を加えて報告する。

### 2. 実験方法

実験装置の概要を図-1, 2に示す。図-1の装置に岩瀬ダム(宮崎県)から採取した底泥を充填し、酸素で飽和状態にした水をポンプによって循環させた(酸素飽和実験)。水槽の容積は $9750\text{ cm}^3$ (長さ $65\text{ cm}$ ×高さ $15\text{ cm}$ ×幅 $10\text{ cm}$ )で、底泥充填部分の容積は $3000\text{ cm}^3$ ( $20\text{ cm}$ × $15\text{ cm}$ × $10\text{ cm}$ )である。実験は水温;  $23\sim 24^\circ\text{C}$ , DO;  $6.8\sim 8.1\text{ mg/l}$ , 流速;  $0.3\text{ m/min}$ で行い、実験期間は28日間である。底泥からの栄養塩類の溶出については、同一の実験装置を用い槽内の水質測定を行った。泥質については、底泥深さ方向の他栄養性細菌、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌、脱窒菌、有機物量の指標である強熱減量を0日目、3日目、7日目、14日目、28日目に測定した。

図-2の装置では、円筒の容器に底泥を充填し、上澄水に窒素ガスを定量供給し貧酸素状態とした。槽内のDO;  $0.3\sim 0.7\text{ mg/l}$ で、実験期間は14日間である。

実験装置からの底泥採取は、図-3に示すようなテフロンチューブ(内径 $15\text{ mm}$ ×肉厚 $0.1\text{ mm}$ )を用いた。採取方法は底泥をかき乱さないようにゆっくりとテフロンチューブをねじ込んでいき、上部に蓋をした後、ゆっくりと引き抜くと同時に下部に蓋をして採取した。底泥深さ方向の測定は、テフロンチューブの中の泥を蓋ごと下部から少しずつ押し出し、ノギスを用い、底泥上部から $1\text{ mm}$ ずつ切り取った。その底泥を用いて各種細菌の測定を行った。

### 3. 実験結果と考察

図-4に酸素飽和実験における窒素と経過日数の関係を示す。実験開始時の $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度が高いのは、水道水を用いたためである。採取した底泥中の窒素はほとんど $\text{NH}_4\text{-N}$ ( $1.42\text{ mg/乾土 g}$ )と有機態窒素( $12.9\text{ mg/乾土 g}$ )であり、実験経過後液体中のT-N,  $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はほとんど増加しなかった。また、T-P,  $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度はそれぞれ $0.05\text{ mg/l}$ ,  $0.01\text{ mg/l}$ でほとんど変化がなかった。よって、底泥に酸素を供給することにより底泥表面部分で微生物活動が促進され栄養塩類の溶出が抑制されていることが分かった。

図-5に貧酸素条件下での窒素・リンと経過日数の関係を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、実験開始後から増加し7日目を以降は一定となった。これは、実験開始後は底泥中に含まれている $\text{NH}_4\text{-N}$ が濃度勾配で溶出するため増加し、

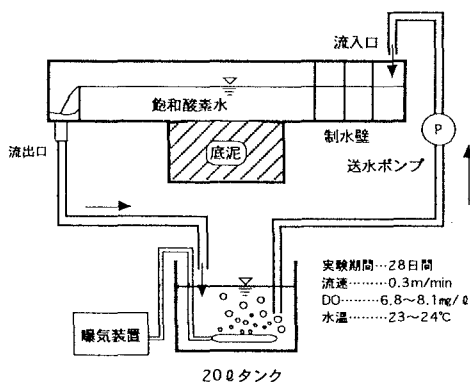


図-1 酸素飽和実験装置図

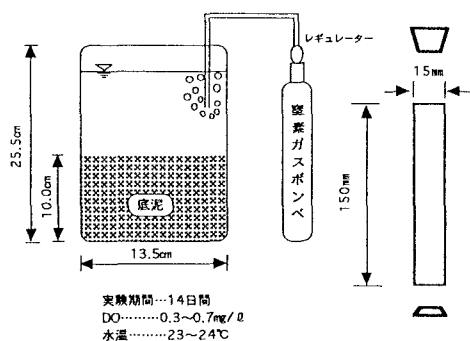


図-2 貧酸素実験装置

図-3 テフロンチューブ採泥器

7日目以降では底泥と液体中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度差が小さくなるために一定になると考えられる。貧酸素状態では、底泥表面部分で $\text{NH}_4\text{-N}$ が硝化されていないために、その溶出が生じると考えられる。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は $0.2\text{ mg/l}$ の溶出が見られるが、これは貧酸素状態になったために溶出<sup>2) 3)</sup>してきたと考えられる。

図-6に他栄養性細菌の経日変化と深さの関係を示す。各経過日数でばらつきが見られるが、深さ2~5mm付近にピークが見られ、それより深くなるといずれも一定の値に収束している。このことは酸素を供給することによって、他栄養性細菌が底泥表面から増殖し、有機物の分解を行いながら深さ方向に進行していることを示している。つまり、他栄養性細菌濃度が高い深さ2~5mm付近まで酸素の供給が行われていることを示している。図-7に強熱減量の経日変化と深さの関係を示す。強熱減量は日数の経過に伴って、減少するはずであるが、実験データは、経過7日目の強熱減量が最も小さい値を示している。このことは、充填した底泥が均一化されていないことを示している。しかしながら、各経過毎の強熱減量は、底泥表面部分から増加し、底泥深さ5mm以上では、ほぼ一定となっている。この事は、底泥表面部分(5mm程度)で有機物分解が行われていることを示している。

さらに上記とは別に、底泥への酸素浸入深さの程度を調べるため、実験装置の外側から底泥の色の観察と鉄の測定を行った。色の変化は、底泥中に含まれる鉄が酸化されたものと考えられる。観察の結果、色の変化は1日目から変化し始め、7日目まで急速に進行しそれ以後の変化は緩慢となり、28日目で6.2mmに達した。底泥表面では $\text{Fe}^{2+}$ は酸化されてほとんど存在しなかったが、深さ方向に2~3mm位から $\text{Fe}^{2+}$ の濃度が高くなり6mm付近で最大となった。この結果および図-6、7の結果より、底泥中に供給される酸素の深さは6mm程度であることが判明した。

なお、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌、脱窒菌については、講演時に発表する予定である。

#### 4. おわりに

水路の一部に底泥を充填した実験装置を用い、酸素飽和状態にした水を循環させる実験を行った結果、次のような結論が得られた。(1)底泥に酸素を供給することにより底泥中の他栄養性細菌の活動が促進され、底泥からの栄養塩類の溶出が抑制される。(2)底泥表面部分は有機物量が減少し、無機化が行われる。(3)底泥深さ方向の酸素浸入深さは6mm程である。

今後、さらに実験を継続し、各種細菌濃度分布を明らかにしていく予定である。

#### 参考文献

- 堀江毅・井上聡史・村上和男・細川恭史、「三河湾での覆砂による底質浄化の環境に及ぼす効果の現地実験」(1996)土木学会論文集 No.533, pp225-235.
- 森嶋章・島谷幸宏・高田正英「水循環による底泥酸化処理技術の開発—高酸素水を循環した室内溶出試験—」(1997)土木学会第52回年次学術講演概要集Ⅶ-114, pp228-229
- 寒川喜三郎・日色和夫著「最新の底質分析と化学動態」技報堂出版, pp51-76

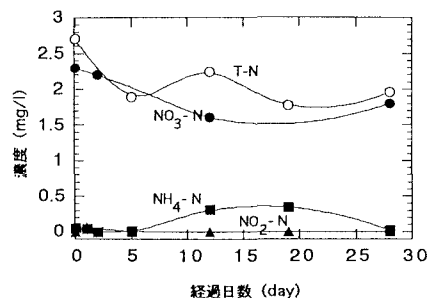


図-4 酸素飽和実験における窒素の経日変化

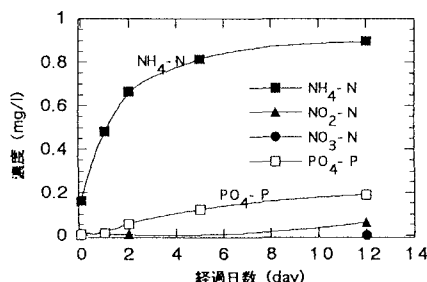


図-5 貧酸素実験における窒素・リンの経日変化

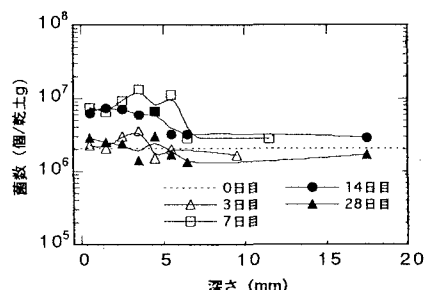


図-6 他栄養性細菌の経日変化と深さの関係

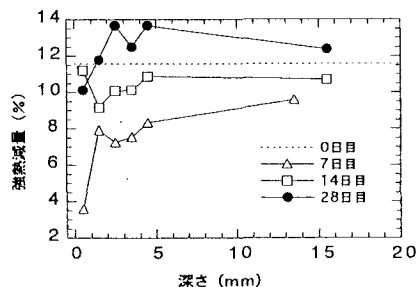


図-7 強熱減量の経日変化と深さの関係