

II-641

水流を用いた底泥酸化の試み

建設省土木研究所河川環境研究室 正 員 ○渡辺裕二，島谷幸宏，
豊饒智樹*，保持尚志

1. はじめに

閉鎖性水域では、夏期の成層や塩水楔などの障害によって表層からの酸素の供給が遮断され、有機物の分解に底層の酸素を消費しつくし、ついには無酸素状態になってしまう状況が観察される場合がある。このような状況では、好気性微生物の活動停止、後生動物の死滅、リン酸態リンの水域への回帰など様々な問題が生じる。本研究は、表層の酸素を多く含んだ水を底層へ送ることによって底層を好気的な状態に保ち、水域の富栄養化を防止する技術の開発を目的として行った。

2. 研究方法

実験に用いた水槽は、図-1に示すような内径49cm，高さ100cmの円筒形塩化ビニール製のものであり、側面の幅10cmの透明な窓から底泥および水の見視観察が可能である。この中に、霞ヶ浦で採取し調整した底泥と水を、底泥を12cmの高さで敷きならし、底泥の表面を乱さないように水深が77cmになるまで水を静かに注ぎ込んだ。この底泥上に設置したアクリル製のパイプに2cmピッチで2mmの穴を設けたものから、水槽の表層水をエアーポンプを用いて溶存酸素を高めて35cc/minづつ送り循環させた(CASE1)。また比較用に、上記と同条件の水槽を2個用意し、一方は初期条件で静置(CASE2)し、他方は流動パラフィンで表層を覆い酸素の供給を遮断(CASE3)した。またこの時の室温は15~18℃、水温は14~17℃であった。以上の3ケースについて、実験開始時および実験終了時に水および底泥のCOD，リン，窒素濃度などについて水質の分析を行った。また、DO，pH，水温について底層および中層で採水し1日おきに30日目まで測定した。この採水によって、各水槽の水面は約1cm/dayづつ低下し、水を循環させたケース(CASE1)の循環率は、実験開始時に0.35回/day、実験終了時に0.53回/dayであった。

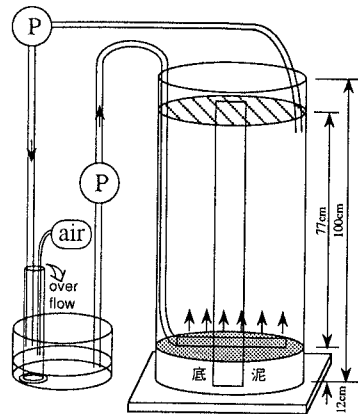


図-1 実験装置概略図

3. 研究結果

図-2にDOの経時変化を示す。CASE1,2ではともに実験開始後10日頃迄DO濃度は増加し、その後一旦減少してからまた増加するといった現象が見られた。これは、DOの回復とともに生物活動が活発化し、これらの生物群の呼吸による酸素の消費量が増加するためであると思われる。CASE3については、ほぼDO=1mg/lの状態のままであった。また、図-3に水中の PO_4 -P濃度の比較を示す。CASE1,2については、初期条件の半以下になっており、特にCASE1では初期条件の1/4である。これに比して、CASE3では初期条件より水中の PO_4 -P濃度は増加しており、CASE3については底泥から PO_4 -Pが溶出し、逆にCASE1,2では吸着が起こったものと考えられる。従って、 PO_4 -Pの底泥からの溶出については、直上水を好気的な条件に保つことで防ぐことができ、しかも直上水のDO濃度が高いほうが水中の PO_4 -P濃度が低くなることがわかった。これは、非常に細かい粒子で構成される底泥において、水中からのDO拡散が困難であり非常に遅いため、DO濃度をなるべく高くすることによって底泥中の好気的な部分が増えることによると思われる。図-4にそれぞれのケース間の窒素の存在形態別比率を示す。この図より、窒素の形態別の構成比率については大きく異なり、

*現在、日本テトラポッド㈱

CASE1,2では全窒素量の内 $\text{NO}_3\text{-N}$ が殆どであり、CASE3では $\text{NH}_4\text{-N}$ が殆どであった。初期条件では $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が1:1.5程度であり、CASE1,2では $\text{NO}_3\text{-N}$ が、逆にCASE3では $\text{NH}_4\text{-N}$ がほぼ全量を占めた。これは、CASE1,2では水中の酸素を消費して $\text{NH}_4\text{-N}$ が $\text{NO}_3\text{-N}$ になり、逆にCASE3では $\text{NO}_3\text{-N}$ が還元されて $\text{NH}_4\text{-N}$ になったためと考えられる。T-Nに関しては、全ケースとも0.5mg/l程度減少しており、その量はケース間で有意な差は見られなかった。図-5に、底泥からの栄養塩類の溶出量の初期条件との比較図を示す。ここに本実験では、底泥50mgを蒸留水1000mlに溶かし、この上澄水の水質を底泥からの溶出量とした。図-6に示すとおり、それぞれのケース間で底泥からの溶出試験結果には殆ど差がなかった。しかし、目視による観察ではCASE1,2において底泥表面に約1cmの酸化層が確認され、CASE3では極々薄い酸化層と黒色を呈した部分しか見られなかった。今回の実験で底泥の表層として4cmの範囲を選んだが更に薄い表層についての検討が必要と考えられる。

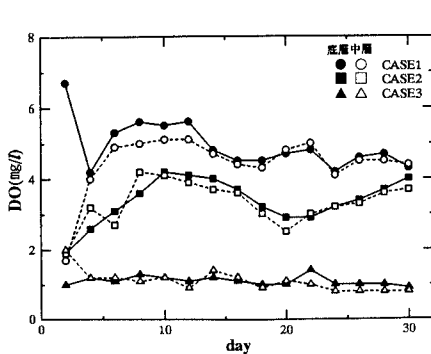


図-2 DOの経時変化図

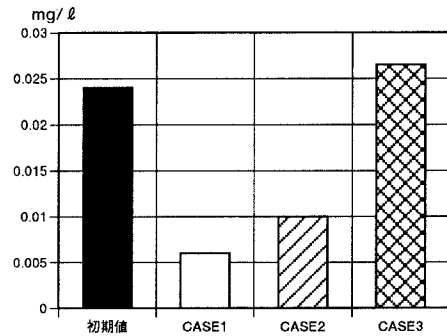


図-3 $\text{PO}_4\text{-P}$ の比較図

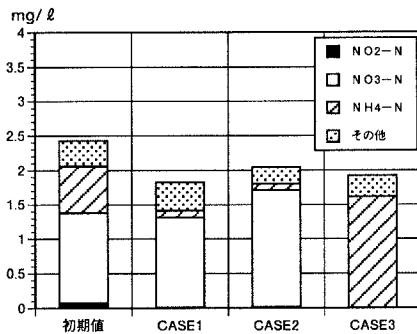


図-4 窒素の存在形態別比率

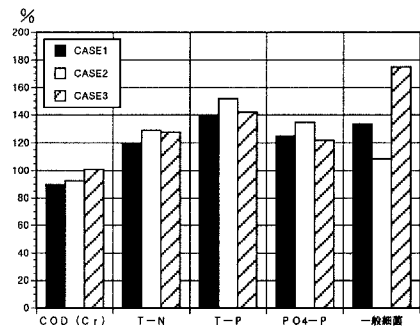


図-5 底泥からの溶出量比較図

4. 結論

- 1) 表層の溶存酸素の多い水を底層に送ることにより、底層でのDOを回復することができた。このような状態では、底泥からの $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出が抑制され、更に水中の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を底泥による吸着作用で低減出来る。また、このときの溶存酸素量は高いほうが $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着効果が高い。
- 2) 水域の好気化により硝化細菌の活動が活発になり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加する。このことは自然水域の生物への影響があるとされている $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、上水道処理上も良好な環境となることを意味する。
- 3) 底泥が、水質に対してシンクとなるかソースとなるかは直上水のDO濃度の影響を受け、同じ底泥でもこのような条件によって異なる。また、底泥と水質の関連は、極薄い底泥表層での検討が必要である。