

VII-243 手賀沼底泥の硝化・脱窒作用（2）

日大理工学研究科	学生員	武藤	健夫
オリジナル設計(株)	正会員	牧瀬	統
日大理工学部	正会員	松島	眸
日大工学部	正会員	中村	玄正

1. 研究目的

湖沼等の堆積底泥は汚濁物負荷源であり、また同時に様々な細菌群が生息する場でもある。本研究は、自然界に生息する微生物群の有機代謝作用を利用して内陸湖沼や貯水池そして河川などにおいて堆積した底泥を直接浄化しようとするものであり、ここでは手賀沼底泥を例としてその潜在的な脱窒能力を試験検討することにした。換言すれば、研究の要点は、底泥中に生息する細菌群の代謝作用を通じて硝酸成分の還元と有機質成分の酸化により窒素成分と BOD 成分とを除去しようとするもので、底泥の有機物負荷量を低減せしめることによる底質改善が期待されるのである。

2. 研究方法

本研究では、機械攪拌装置付きの円筒形状反応槽（有効容積 25L、内径 20cm、高さ 80cm）4 基を用い、回分式で行った。4 基のうち 2 基は硝化作用を目的とした好気条件を、他の 2 基は脱窒作用を目的とした無酸素条件を設定し、窒素成分の変化傾向を試験した。無酸素条件での反応槽 2 基には大津川河口部で採取した湿潤底泥 1L を投入、全液量が 20L となるように水道水を注入した。その後、反応槽内の浮遊物が懸濁状態となるように強制的に機械攪拌した。反応槽 2 基のうちの一つは、脱窒反応に要する有機炭素源を人為的に供給する槽（第 3 槽）とし、他の一つは無酸素状態（DO = 0）にするために窒素ガス流量 100ml/min で曝気を行う槽（第 4 槽）とした。手賀沼底泥からの NO_3^- -N の溶出量はきわめて低いか、ほとんどない。そのため、底泥から溶出したアンモニア性窒素が硝化されたことを想定し、あらかじめ反応槽内での NO_3^- -N 濃度が約 30mg/l となるように硝酸ナトリウムを添加した。両槽の攪拌強度は約 100rpm とし、さらに大気からの酸素溶解と藻類の光合成反応等による溶存酸素増加を防ぐため密閉式の蓋を装着しさらに反応槽全体をアルミ箔で覆った。2 基の反応槽は恒温水槽内に固定設置し、反応槽内の液温を 24℃に保持した。

3. 試験結果

第 3 槽における形態別窒素及び炭素成分の経日変化をそれぞれ図-1 と図-2 に示す。試験開始日～4 日目までにおける NO_3^- -N 及び T-N の減少傾向と、また、pH の上昇傾向とから脱窒反応が進行したと推察される。しかしながら、試験開始 4 日目以降では NO_3^- -N 及び T-N は増加傾向に転じ、同時に pH も幾分低下する傾向を示した。この変化傾向は硝化反応の進行による結果と考えられる。その理由はサンプル採取時に空気が溶解して液相中に酸素が供給されたためと推察される。

そこで、まず試験開始後 9 日目に DO 低下と硝酸呼吸における電子供与体の付与のためグルコースを添加し、反応槽内の TOC 濃度が 30mg/l となるように投入した。しかしながら、顕著な脱窒反応傾向が認められなかったため、再度、13 日目に TOC 濃度が 100mg/l となるようにグルコースを追加投入した。その結果、13～14 日目にかけて T-N と NO_3^- -N はともに急速に減少し、 NO_3^- -N はほぼ 0 となった。グルコースが脱窒反応に効果的に利用される傾向が顕著であった。

グルコースを電子供与体とする硝酸呼吸の反応式の一例によれば、脱窒に必要な有機物窒素除去比は

キーワード：手賀沼・底泥・脱窒作用

日本大学理工学部	〒101-8101	千代田区神田駿河台 1-8	TEL 03-3259-0673	FAX 03-3259-0673
オリジナル設計(株)	〒162-0814	新宿区新小川町 1-1	TEL 03-5261-9600	FAX 03-5261-0317
日本大学工学部	〒963-8642	郡山市田村町徳定 1	TEL 0429-56-8707,8	FAX 0429-56-8707

(TOC/NO₃-N)=1.52(g-TOC/g-NO₃-N)程度である。今回の試験結果によれば、NO₃⁻-Nの減少量 29.5mg/l に対する TOC 成分の減少量は 77.2mg/l であったので、グルコース添加時における有機物窒素除去比は 2.6 程度と幾分大きい値であった。

第 4 槽における形態別窒素成分及び炭素成分の経日変化をそれぞれ図-3 と図-4 に示す。試験開始日から NO₃-N と T-N はともに減少し、pH は上昇傾向を示している。この傾向は硝酸呼吸による脱窒反応が進行していたことを示すと考えられる。しかしながら、TOC の残存濃度は安定していて、減少傾向は認められない。

この試験においては有機炭素源を供給していないため、脱窒反応に使用された TOC 成分は明らかに底泥から供給されたと考えられる。硝酸呼吸による TOC 成分の消費速度が底泥からの TOC 成分溶出速度とほぼ同等であったため、液相での残存 TOC 濃度がほぼ一定の値を示していたと考えられる。この結果は、底泥に含有される TOC 成分が脱窒反応に十分に利用されることを示している。したがって、底泥からの TOC 成分の可溶化と脱窒素による TOC 成分の除去により底泥の有機物負荷量の削減が可能となり、その結果、底質の改善に寄与すると考えられる。なお、この脱窒反応により除去された NO₃⁻-N は底泥 1m³ 当たり 576g となり、かなりの量の TOC 成分が消費されるものと推察される。この試験結果は窒素ガス攪拌時のものであり、溶存酸素濃度の何らかの上昇抑制や制御維持により効果的な脱窒素反応が進行すると考えられる。

4. まとめ

底質の回復のためには汚濁物負荷量を削減することが必要である。本研究の結果から手賀沼底泥には条件設定により十分な生物学的脱窒能力を発現する特性があると推察される。さらに、脱窒反応に必要な電子供与体としての有機物は底泥中の有機炭素源が有効に利用される可能性があることも示された。

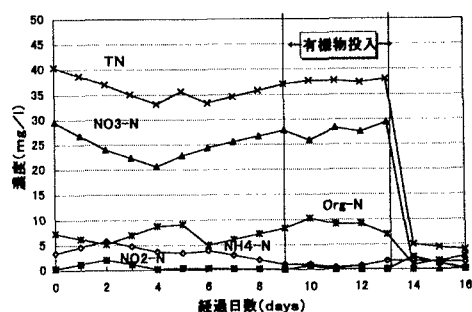


図-1 形態別溶解性窒素成分の経日変化(第3槽)

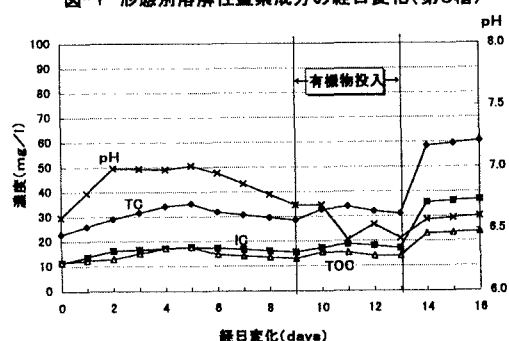


図-2 形態別溶解性炭素成分の経日変化(第3槽)

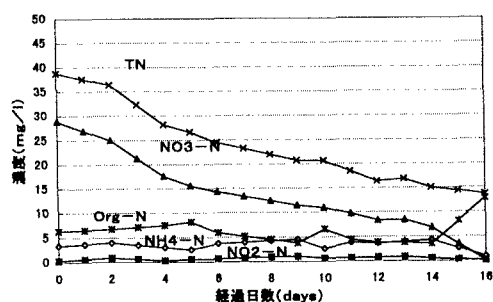


図-3 形態別溶解性窒素成分の経日変化(第4槽)

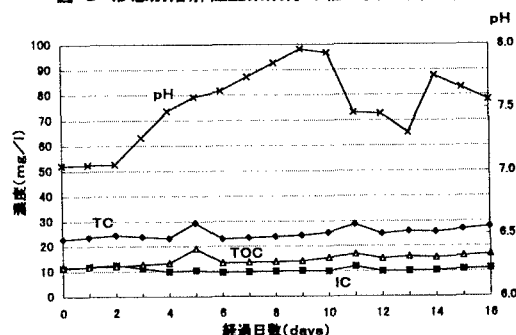


図-4 形態別溶解性炭素成分の経日変化(第4槽)