

Ⅶ-242

手賀沼底泥の硝化・脱窒作用（1）

オリジナル設計㈱	正会員	牧瀬 統
日大理工院	学生員	武藤 健夫
日大理工土木	正会員	松島 眸
日大工土木	正会員	中村 玄正

1. 研究目的

湖沼等の閉鎖性水域における水質汚濁を防止するためには、水域の持つ自浄作用を把握することは重要である。湖沼等の堆積底泥は、汚濁負荷源でもあるが、一方では、底泥中に介在する微生物群の代謝活動を通じて、例えば、窒素の硝化・脱窒による直接浄化能力を保有していると考えられる。

本研究は、この底泥の浄化作用に着目し、底泥の持つ自浄能力（窒素の硝化・脱窒）について解明しようとする一連の研究である。本報告では、手賀沼の底泥の硝化能力に関する試験的検討結果を要約する。

2. 試験装置

試験装置は機械攪拌装置付きの円筒形反応槽（有効容量25L、内径20cm、高さ80cm）2基を用いて回分試験を行った。機械攪拌は反応槽内での固形物が沈殿しない程度の100rpmとした。また、これらの反応槽は恒温水槽内に固定し、反応槽内の液温は底泥採取時の現地水温24℃に設定した。大津川河口部で採取した底泥は、湿潤状態で800mlを反応槽内に分注し、反応槽内の液量が16Lとなるように水道水で満たした。また、反応槽2基のうちの1基（第1槽）は、容器底部に固定した散気装置から送気量5L/minで通気し機械攪拌併用とした。他の1基（第2槽）は機械攪拌のみとし、好気条件下におけるエアレーションの有無による影響試験を行った。

3. 結果と考察

エアレーションを行う第1槽における形態別窒素の経日変化を図-1に、炭素成分の経日変化を図-2に示す。

硝化作用の傾向について説明する。湿潤状態の底泥を混合攪拌すると、底泥の間隙水に含有される窒素成分が溶出する。底泥の投入直後での全窒素（T-N）濃度は10数mg/l、またアンモニア性窒素（NH₄-N）濃度は7～9mg/l程度である。試験開始当初より、NH₄-Nは、徐々にNO₂-Nへと硝化され6日目より最終形態のNO₃-Nが優占的となる（DOは常時曝気していたため高濃度であり、pHの低下傾向より硝化作用は明らかである）。完全硝化は概ね11日目であった。また、6日目以降においてT-Nは試験当初のT-Nを上回っている。これは、Org-Nの濃度がほぼ一定であることより底泥からのNH₄-Nの溶出（脱アミノ反応）が考えられる。また、5日目～7日目における最大NH₄-N減少速度は、1.3mg-N/g-VSS/dayであり、最大NO_x-N生成速度は、1.8mg-N/g-VSS/dayであった。

炭素系成分の変化傾向については、試験開始～5日間において、TC、TOC、ICが減少し5日目以降定常状態になっている。TOCの減少は窒素系成分の変化傾向と同様に底泥の解体によるものと思われる。TOC濃度が5日目～7日目においては、10mg/l付近になると無機性窒素の硝化作用の進行は顕著であった。また、この時の固形物組成比C/Nは、11.2程度であった。

一方、機械攪拌のみの第2槽における形態別窒素の経日変化を図-3に、炭素成分の経日変化を図-4に示す。試験開始直後でのT-N濃度は11.0mg/l程度である。硝化作用は、エアレーションを行う第1槽より緩やかであり、経過日数5日目よりpHの低下とNO₂-N、NO₃-Nの生成が共に見られた。

キーワード：手賀沼、底泥、硝化作用、硝化速度

オリジナル設計㈱	〒162-0814	新宿区新小川町1-1	TEL 03-5261-9600	FAX 03-5261-0317
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
日本大学工学部	〒963-8642	郡山市田村町徳定	TEL 0249-56-8707, 8	FAX 0249-56-8707

また、8日目より NO_3^- -Nの生成量が優占される。さらに、第1槽と同様に7日目以降底泥からの NH_4^+ -Nの溶出によりT-Nは初期値を上回っている。また、5日目～8日目における最大 NH_4^+ -N減少速度は、 1.4mg-N/g-VSS/day であり、最大 NO_x^- -N生成速度は、 2.2mg-N/g-VSS/day であった。DOについては、投入底泥が嫌気状態に近い状態であったが、経過日数とともにDOは 4.5mg/l 程度まで上昇した。その理由は底泥中に介在していた藻類の光合成によるものと考えられる。

炭素系成分については、第1槽程ではないが、減少の傾向にあり、8日目頃から定常状態となった。硝化作用と残存TOC濃度との関係からは、TOC濃度が 10mg/l 付近まで低下する5日目～8日目においては硝化作用の進行は著しいことが理解される。この時の固形物組成比C/Nは、 10.4 であった。

したがって、硝化作用については、エアレーション+機械攪拌を行った第1槽においては、試験開始当初より NO_2^- -Nの生成、次いで NO_3^- -Nの生成と硝化作用は第2槽に比べ早期である。一方、機械攪拌のみの第2槽においては、槽内のDO濃度の確保がなされた後に硝化反応が起き、第1槽より反応の開始は遅い。さらに、第1槽とは異なり、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N共に同時に生成される結果であった。また、両槽ともに硝化作用は最終形態の NO_3^- -Nまで生成し、T-Nは底泥からの NH_4^+ -Nの溶出により試験当初より高くなった。

エアレーションを行った第1槽、第2槽共に最大 NH_4^+ -N減少速度は $1.3\sim 1.4\text{mg-N/g-VSS/day}$ であり、最大 NO_x^- -N生成速度は $1.8\sim 2.2\text{mg-N/g-VSS/day}$ であった。

TOCについては、第1槽、第2槽共に減少の傾向にあり、TOC濃度が 10mg/l 付近において硝化作用は著しく反応することが確認された。

4. まとめ

手賀沼底泥を用いた回分試験の結果、以下の結果が得られた。

- (1) エアレーションの有無に関わらず、完全硝化作用が達成された。
- (2) エアレーション時（第1槽）での最大 NH_4^+ -N減少速度は、 1.3mg-N/g-VSS/day 、最大 NO_x^- -N生成速度は、 1.8mg-N/g-VSS/day 、また機械攪拌時（第2槽）での最大 NH_4^+ -N減少速度は、 1.4mg-N/g-VSS/day 、最大 NO_x^- -N増速度は、 2.2mg-N/g-VSS/day であった。

- (3) エアレーションの有無に関わらず、残存TOC濃度が 10mg/l 付近において硝化作用が進行した。

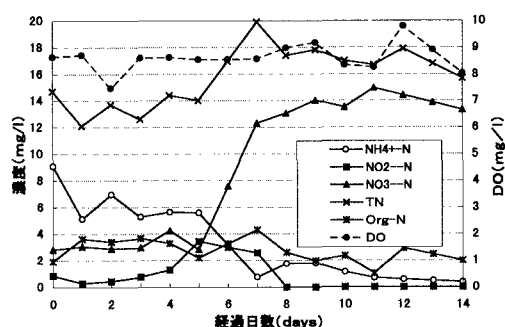


図-1 形態別溶解性窒素成分の経日変化(第1槽)

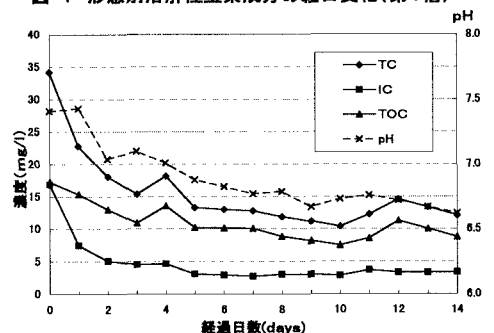


図-2 形態別溶解性炭素成分の経日変化(第1槽)

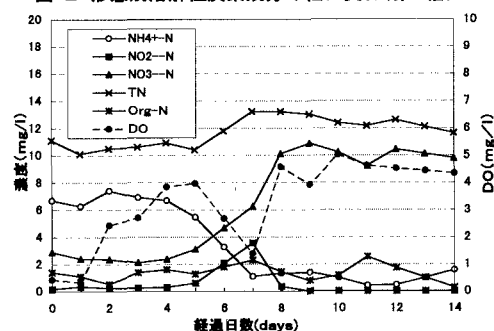


図-3 形態別溶解性窒素成分の経日変化(第2槽)

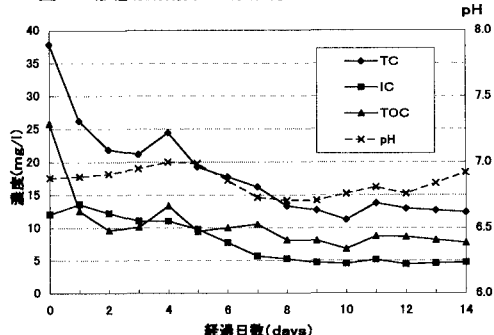


図-4 形態別溶解性炭素成分の経日変化(第2槽)