

(VII-28) 湖沼における窒素除去能力を高めるための工夫

足利工業大学 (正会員) 本田 善則・(正会員) 須永 文男・大澤 善次郎

1. はじめに

本研究では、湖沼における窒素除去について実験的な検討を行った。すなわち、底泥が存在すると脱窒による窒素除去があり得るのか、もし脱窒が進行するとすれば、湖水部と底泥部との間での水の循環を促進させることによりこの効果をより高め得るのかを調べた。汚濁した湖沼の底泥部では、有機物が多量に存在しかつ無酸素の状態になっていると予想され、脱窒の進行できる条件が揃っていると考えられる。

2. 実験方法

実験は、構成が異なる4基の実験装置を使用し、恒温室内で20℃の温度条件で、前半と後半に分け計78日の期間行った。各々の実験装置の構成を表1にまとめる。装置1では湖水部のみ、装置2では湖水部と底泥部、装置3では湖水部の水を底泥部に循環、装置4では湖水部の水の循環に加え底泥部にPCL(生分解性プラスチック)を充填した。また、供給排水は、N($\text{NO}_3\text{-N}$)源として NaNO_3 ならびにその他の薬品を水道水に適量添加したものを使用した。

表1 装置の構成 (○:有、×:無)

装置NO.	湖水部	底泥部	湖水循環	PCL
1	○	×	×	×
2	○	○	×	×
3	○	○	○	×
4	○	○	○	○

実験装置と湖水浸出部については、それぞれ図1と図2に示した通りである。装置は5mm厚の透明アクリル板を用いて作成した。湖水部と底泥部は、幅を10、長さを20、深さを20cmとした。底泥部下部の湖水浸出部は、幅を5、長さを10、深さを5cmとした。底泥部には、生活雑排水の流入がある河川の底泥を充填した。PCLは、0.5mm厚で断面4×6cmのもの5枚充填した。

実験開始時点からからから36日目までの前半の期間では、実験装置の全てを使用し、流入 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を7.5mg/l、流入水量を6l/d、湖水循環量を6l/dとし実験を行った(Run1)。37日から78日目までの後半の期間では、装置3と4だけ使用し、流入水を直接底泥部に供給し、流入 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を7.5、10.5、13.5mg/lと変化させ、流入水量を6l/dとし実験を行った(Run2)。また、全期間を通じて、湖水部へ空気を30ml/minで送気した。

キーワード: 湖沼の窒素除去、底泥部における脱窒、湖水の循環

連絡先: 足利工業大学土木工学科、〒326-8558 足利市大前町268、電話:0284-62-0605、FAX:0284-64-1071

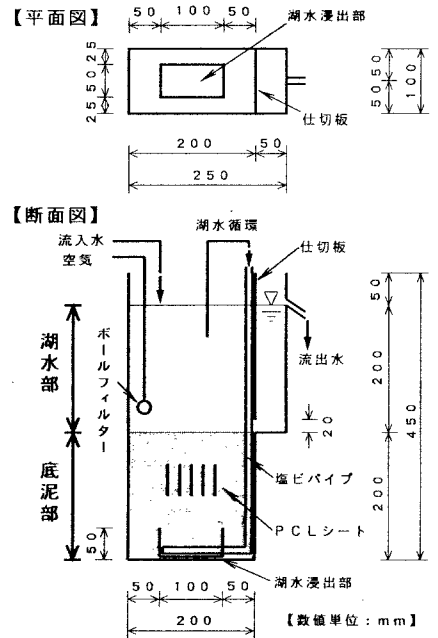


図1 実験装置の概略

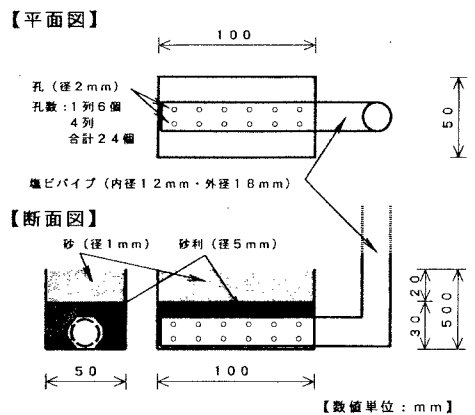


図2 湖水浸出部

3. 実験結果

実験開始後からの流出水 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経日変化を図3に示す。ここで、 $\text{NO}_x\text{-N} = \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ とした。 $\text{NO}_x\text{-N}$ は、全ての装置において20日目以降ほぼ一定の値となった。

図4は、Run 1での流出水の性状について、20日目以降の算術平均値を比較したものである。 $\text{NO}_x\text{-N}$ の値は、装置1、2、3、4の順で低くなった。装置2の底泥部が存在する場合には若干量の窒素除去が、装置3と4の湖水を循環させた場合ではさらに多量の窒素除去があったことになる。それぞれ、底泥部での脱窒の進行によるものと考えられる。一方、TOCは装置3と4で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は装置4で若干ではあるが出現した。湖水を循環させる場合には、底泥部に存在する物質が溶出する可能性があることを考慮に入れる必要がある。

図5は、Run 2での底泥部におけるN除去量の算術平均値をを比較したものである。ここで、N除去量は湖水浸出部の上部にある底泥の単位体積当たりの量とした。流入 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 5 mg/l 以下のものは、Run 1での計算値である。N除去量の値は、装置4の方が3に比べ大きかった。底泥部にPCLを充填した効果、脱窒に必要な有機炭素源をより多く存在させた効果があったことになる。また、N除去量は、装置3と4ともに、流入 $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度変化に対しほぼ一定の値となった。N除去量は、ここでの条件下で限界に達していたことになる。底泥部に対し循環させる湖水のN濃度と流量などに関する負荷量を如何にするかが今後の検討課題となる。

表2は、装置3と4において実験終了時点で得られた底泥の有機物含有率をまとめたものである。ここで、表中の上部は湖水部との境界付近、下部は湖水浸出部付近、中間部はこれらの中間の地点である。有機物含有率の値は、実験開始時点と比べ低くなったとともに、下部ほど低くなった。脱窒を進行させるために底泥中の有機物が利用されたこと、さらに脱窒によるN除去量に対して底泥の厚さが重要な影響因子になることを示すと考えられる。

また、装置4において充填したPCLは、78日の実験期間を通じて重量が約20%減少した。この重量の減少も、脱窒に必要な有機炭素源として利用されたことによる減少を示すと考えられる。

4. まとめ

ここでの実験では、以下の結果が得られた。湖沼内に有機物を含有する底泥が存在すると、脱窒によるN除去があり得る。湖水部と底泥部の間で湖水を循環させると、脱窒による窒素除去の効果を高め得る。さらには、底泥部に湖水を循環させた場合のN除去の定量化や底泥部内に存在する物質の溶出などについて、今後検討する必要がある。

謝辞：実験に協力して頂いた当大学土木工学科学学生の川野人司、中村絵美、村田修一の3君ならびに実験材料としてPCLを提供して頂いた(株)日本ユニカーの斎藤芳氏に厚く感謝を致します。

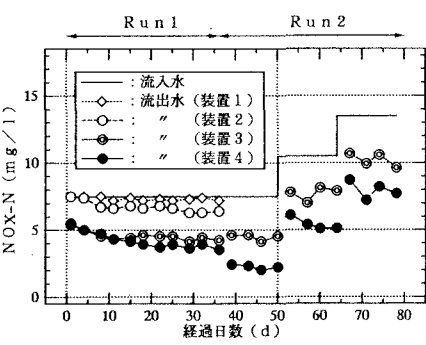


図3 流出水 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経日変化

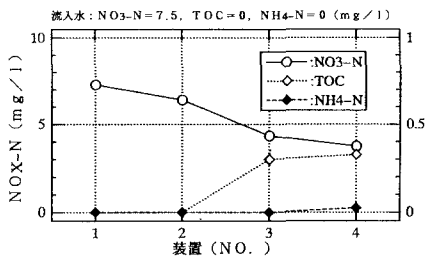


図4 流出水性状の比較 (Run 1)

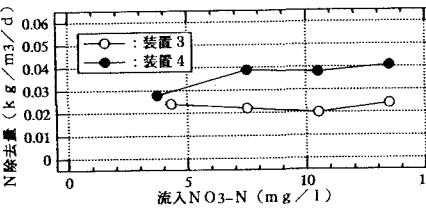


図5 N除去量の比較 (Run 2)

表2 底泥の有機物含有率 (%)

装置 NO.	上部	中間部	下部
3	10.75	8.64	6.13
4	9.12	6.51	5.56

備考) 実験開始時点 : 12.68 %