

硫黄酸化菌による脱窒実験

三好康彦 嶋津暉之 木村賢史

1 はじめに

東京湾などの閉鎖性水域に対して窒素やりんなどの富栄養物質の規制が検討されているが、対策技術としては簡単で、設備費の安いものが求められている。

窒素除去に関しては、現在、活性汚泥法によるものが多く研究されているが、硫黄酸化菌の活動を利用した脱窒実験報告は少なく、特に炭素源として石灰石を用いた例は少ない。ここでは前報^{1),2)}に引続き石灰石と結晶性硫黄を使用した1年以上にわたる実験の結果を報告する。

2 実験装置及び方法

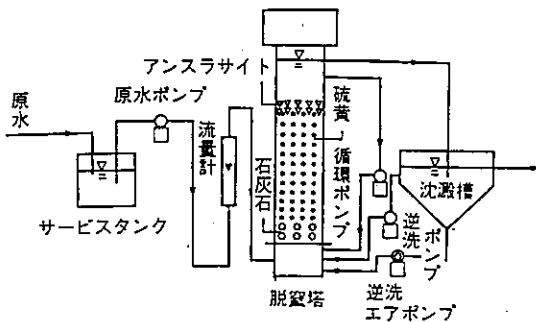


図1 硫黄酸化菌脱窒装置フロー

実験装置のフローは図1に示した。実験方法は昨年度に報告した方法¹⁾と同一である。

3 実験期間

平成4年5月28日から平成5年5月25日である。

4 結果

(1) T-N、NO₃-N及び脱窒能

図2に示すように原水のT-N濃度は実験開始後、130日(5月)から260日(10月)までの夏期では、平均値12.2mg/l(標準偏差値(σ)=1.25mg/l)であったが、300日(11月)から400日(2月)の冬期にかけては、平

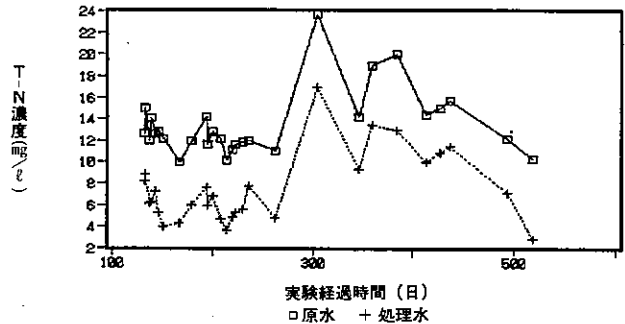


図2 原水及び処理水のT-N濃度

均値では16.8mg/l(σ=3.49mg/l)で夏期よりも高く、ばらつきも大きかった。処理水のT-N濃度は原水濃度と同様な変化を示し、夏期では平均値5.9mg/l(σ=1.43mg/l)、冬期では平均値11.5mg/l(σ標準偏差値2.58mg/l)であった。脱窒率は夏期で52%、冬期で31%であった。

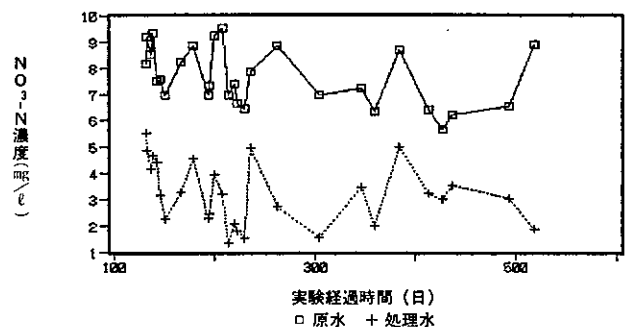


図3 原水及び処理水のNO₃-N濃度

図3には原水及び処理水のNO₃-Nの濃度を示した。原水の濃度は夏期で平均値8.0mg/l、冬期で平均値6.8mg/lで、T-Nとは異なり、わずかであるが冬期のほうが低かった。処理水では夏期平均値3.3mg/l、冬期平均値3.1mg/lで、同様にT-Nとは異なり、わずかであるが冬期のほうが低かった。

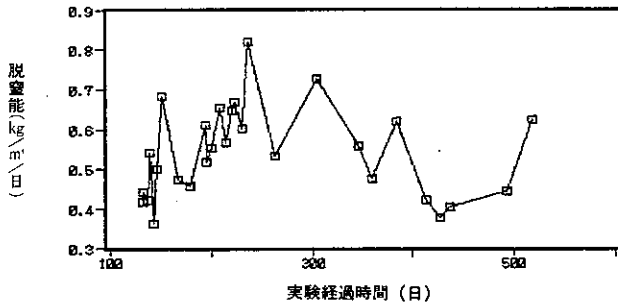


図4 脱窒能

図4に脱窒能 (T-N) を示した。脱窒能は、硫黄と石灰石の充填量 1 m^3 、1日当りの脱窒量 (kg) で表すが、夏期平均値 $0.55 \text{ kg/m}^3/\text{日}$ ($\sigma=0.11 \text{ kg/m}^3/\text{日}$)、冬期平均値 $0.50 \text{ kg/m}^3/\text{日}$ ($\sigma=0.12 \text{ kg/m}^3/\text{日}$) で、平均値では冬期のほうがわずかに低い傾向を示した。

(2) BOD及びCOD

原水のBOD濃度平均値 17.6 mg/l 、処理水平均値 12.9 mg/l で処理水が 4.7 mg/l 低かった。C-BODでは原水平均値 7.4 mg/l 、処理水平均値 5.2 mg/l で処理水が 2.2 mg/l 低かった。

COD濃度は原水平均値 7.4 mg/l 、処理水平均値 6.3 で、処理水が 1.1 mg/l 低かった。

(2) pH

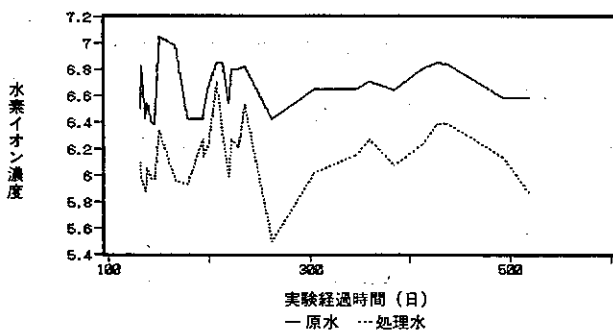


図5 原水及び処理水の水素イオン濃度

図5に示したように特に夏期に原水のpHが大きく変動した。しかしながら、夏期の原水平均値は6.6、冬期平均値6.7でほとんど同一であった。処理水では夏期の平均値6.1、冬期平均値6.2でほとんど変化はなかった。

5 考察

(1) 水温

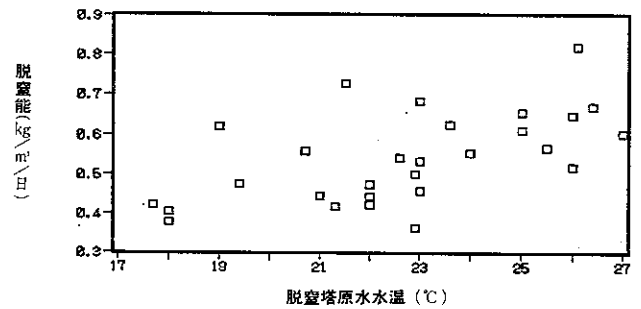


図6 脱窒塔原水水温と脱窒能

脱窒塔原水水温と脱窒能の関係を図6に示した。すでに室内実験¹⁾で水温の増加による脱窒能 (脱窒率) の増加については明かにしたが、今回の実験ではばらつきは大きいものの、水温の増加に伴って脱窒能は増加傾向に

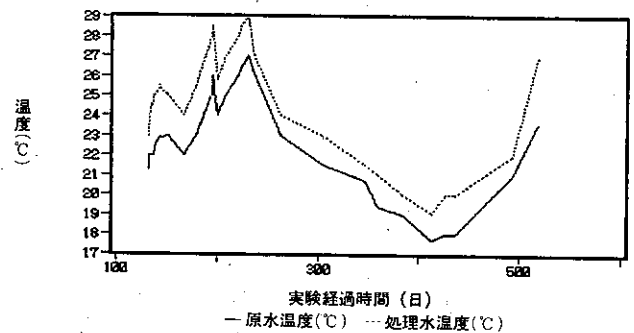


図7 原水及び処理水の温度

あると言える。図7に水温の経年変化を示した。夏期と冬期では約 10°C 異なる。

(2) 酸素濃度

脱窒能は(1)で述べた水温だけでなく、原水の酸素濃度にも大きな影響を受けるので酸素濃度も同時に考慮しなければならない。

図8に脱窒塔原水酸素濃度と脱窒能の関係を示した。ばらつきは大きいですが、傾向としては酸素濃度が高くなると脱窒率の低下が見られる。硫黄酸化菌は水中に酸素が存在すればそれを取り込み消費するが、存在しなければ、次式のように硝酸塩の酸素を取り込み、硝酸態窒素を窒素ガスに還元し、脱窒が進行する²⁾。

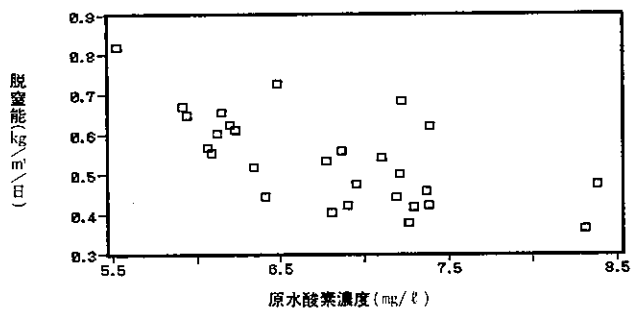
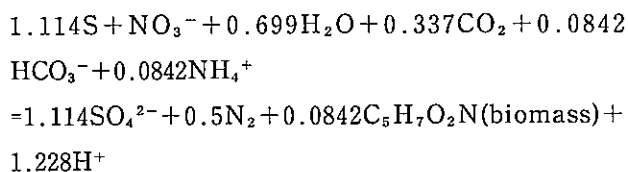


図8 原水酸素濃度と脱窒能



従って、水中の酸素濃度が低いほど脱窒能が向上するはずである。

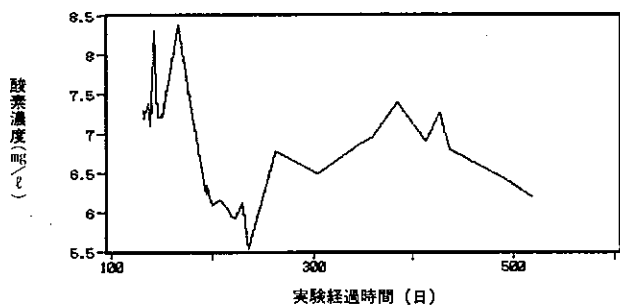


図9 原水の酸素濃度

図9に酸素濃度の変化を示した。夏期のうち8月、9月(実験開始後200-240日に該当)が最も低い。水温は反対にこの期間で最も高い。従って、脱窒能は両方の影響を受け、この期間が最も高くなると言える。実験の結果はばらつきはあるが、このことを示していると言える。

今後、原水の酸素濃度を減少させる方法を検討し、脱窒能の向上を図る予定である。

(3) pH

処理水pHが260日前後で5.5まで低下したが、原因は不明である。前述した反応式から脱窒が進行すると硫酸が生成してpHが低下するが、炭酸源として用いた石灰石が溶解してpHを上昇させるはずであるから、硫黄酸化菌が影響を受けるpH5.0までの低下はないと考える。

(4) 流量

原水に溶存酸素が存在すると、脱窒能は処理水量の増

加によって低下する。この実験では処理水量は通常4-5 l/分で、脱窒能は0.5-0.55kg/m³/日である。処理水量を9.8 l/分に増加したところ、脱窒能は0.27kg/m³/日に低下した。処理水量を8.8 l/分では0.44kg/m³/日に増加した。

処理水量5 l/分前後が最も高い脱窒能を示す処理水量と予想されるので、今後、この処理水量で実験を行う予定である。

6 おわりに

硫黄酸化を使用した脱窒装置の長期稼働の結果、脱窒率(T-N)は夏期52%、冬期32%であった。脱窒能は夏期0.55kg/m³/日、冬期0.50kg/m³/日であった。脱窒能を向上させるために原水の酸素濃度を減少させ同時に最適処理水量で、今後、実験を継続する予定である。

参考文献

- 1) 三好康彦ら：硫黄酸化菌を利用した脱窒法、東京都環境科学研究所年報1991、p.165.
- 2) 三好康彦ら：硫黄酸化菌による脱窒に関する研究、東京都環境科学研究所年報1992、p.146.