

宮崎大学工学部 正員 石黒政儀 正員 増田純雄

宮崎大学工学部 学生員 〇足立哲伸 学生員 田中修成

1. はじめに 回転円板生物学的脱窒素法は、嫌氣的条件充足のため円板体を全水没とし、通性嫌氣性菌である脱窒菌を利用する。しかし、この方法では円板体を連結するシャフト類が絶えず水中にあるため腐食や維持管理上の困難さをもっている。筆者らはこの解決策として、装置を液内型とし、円板浸漬率を下げる場合による脱窒の検討、さらに $\text{NO}_3\text{-N}$ 円板負荷(g/m²d)と脱窒率の関係を明らかにする事を試みた。一般に、塵芥埋立地浸出水は $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高く、難分解性有機物(フルボ酸、フミン酸等)を含む廃水である。¹⁾²⁾³⁾塵芥埋立地浸出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 円板負荷(g/m²d)と硝化率の関係を明らかにすることは、硝化段階での設計 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷に適度の安全性をもたせることができ、システムの経済性あるいは豪雨時の処理に有意義であると考えられる。本文では、これらの硝化・脱窒に関する実験的結果に考察を加えて報告する。

2. 実験装置および実験条件 実験装置の概略を図-1に示す。実験装置は宮崎市の台塵芥埋立浸出水処理場に設置し、硝化部・脱窒部を一体として、円板体を8rpm(周速 $\approx 17\text{cm/min}$)で稼働させた。

1) 硝化部 硝化槽は槽容積 0.165m^3 、1軸3段円板枚数各段10枚、円板直径 0.5m 、円板厚 5mm 、円板間隔 2.5cm 、有効表面積 11.8m^2 、円板浸漬率は約50%である。本処理場最初沈殿池貯留の原水をポンプアップし硝化槽に流入させ、同時に原水中のリン不足を補うため KH_2PO_4 を添加した。2) 脱窒部 脱窒槽は1軸3段、円板枚数各段10枚、円板直径 0.5m 、円板厚 5mm である。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷を上げるため実装置回転円板の硝化処理水を実験装置脱窒槽に流入させた。表-1に実装置硝化処理水水质を示す。また、有機炭素源としてメタノールを1段目に投入した($\text{C/N}=3.0$)。脱窒部円板浸漬率を定常状態後100, 80, 50%に変化させた。各浸漬率に対する槽容積・円板浸漬表面積は $0.40\text{m}^3 \cdot 11.8\text{m}^2$ 、 $0.32\text{m}^3 \cdot 9.4\text{m}^2$ 、 $0.16\text{m}^3 \cdot 5.9\text{m}^2$ である。嫌氣的条件を充足させるため脱窒槽中部を密封し、サンプル採取の度に槽内ガスを採り、ガスクロマトグラフで分析した。

3. 実験結果と考察 3-1 硝化 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷と硝化率の関係を図-2に示す。水温は $29\sim 36^\circ\text{C}$ 、原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 $70\sim 90\text{mg/l}$ 、滞留時間 $6.9\sim 23\text{hr}$ である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ $6.5\text{g/m}^2\text{d}$ より硝化率は急激に低下し、 $8\sim 10\text{g/m}^2\text{d}$ はわずかの負荷変動で硝化に著しい影響を与える。硝化率90%以上を得るための $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷は約 $8.5\text{g/m}^2\text{d}$ である。 $10\text{g/m}^2\text{d}$ 前後の高負荷になると、この回転数では好気部円板初段で乳白色のイオウ細菌の増殖を観測し、その生物膜内部は黒色の嫌氣状態であった。これは初段において高有機物負荷がかかったためと考えられ、この対策としては、円板回転数を高める事である。

3-2 脱窒 図-3に脱窒率と $\text{NO}_3\text{-N}$ 浸漬円板負荷の関係を示す。滞留時間1浸漬率 $S=100\%$ で $13.9\sim 2.4\text{hr}$ 、 $S=80\%$ で $12.7\sim 1.3\text{hr}$ 、

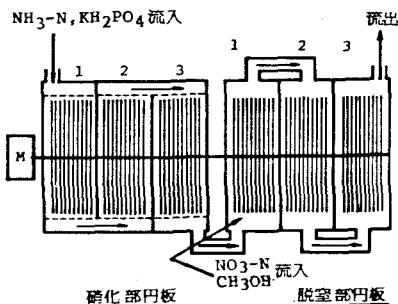
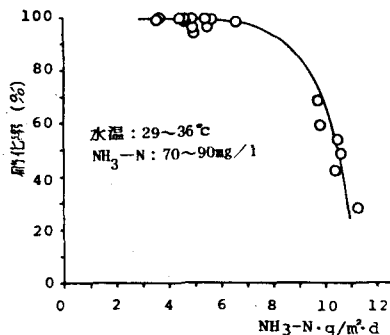


図-1 実験装置

表-1 硝化処理水水质

DO	6.8 - 9.0	T-N	42.5 - 87.3
PH	8.1 - 8.8	COD	44.0 - 65.8
$\text{NH}_3\text{-N}$	0.2 - 2.7	ALK	450 - 610
$\text{NO}_2\text{-N}$	0 - 0.11	TOC	60 - 113
$\text{NO}_3\text{-N}$	42.4 - 86.4	PH以外, mg/l	

図-2 硝化率と $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷の関係

$S=50\%$ で65~0.6 kg である。硝化水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度変化、流入量変動により測定値にバラツキを生じた。浸漬率100%では $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷14.0 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ までは94~100%の脱窒率となり、これより、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷の増加に伴い減少する。中畑らは、都市下水を用いて($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)と($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)除去率の関係を示しており、除去率90%を得るための($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)負荷は6~7 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ と結論づけているが、

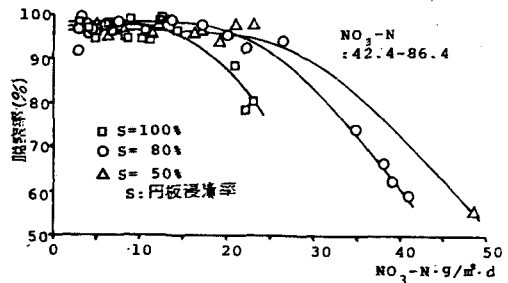


図-3 脱窒率と $\text{NO}_3\text{-N}$ 浸漬円板負荷の関係

今回の浸生汚水を用いた場合、除去率90%以上を得るための $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷は約17.0 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ である。浸漬率80%では $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷17.0 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ まで脱窒率95~100%を示し、これより、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷の増加に伴い減少する。脱窒率90%以上を得るための $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷は27.0 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ である。浸漬率50%では $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷23.8 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ で脱窒率95~100%を示し、それ以上では漸減する。除去率90%以上を得るための $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷は約27.8 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ と見られる。円板浸漬率を低下させると円板浸漬面積あたりの $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷限界が増加の傾向を示す。以上より、脱窒円板浸漬率を80、50%に下げても、浸漬面積あたりの $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷15.8 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ までは95%以上の脱窒が可能と判断した。従って硝化部で $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷6.5 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ (図-2参照)を付け、完全に硝化の起る場合に、浸漬率を変化させても十分な脱窒が可能であり、実装置回転円板に適用できる。

回転円板脱窒槽内の気体は浸漬率変更後測定したが、いずれの場合にも1~2日で酸素分圧は12~14%に減少し、窒素ガスおよびUnknown gasが増加した。高 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷(20~27.8 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)では槽内の気体は窒素ガスが減少し、Unknown gasが増加した。このことは脱窒が不完全脱窒($\text{NO}_3\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N}$)であり、Unknown gasのほとんどが NO_2 であると考えられる。すなわち、滞留時間を長く取った場合にはメタンガスの発生が認められた。表-1に示したように、実装置硝化処理水中には6.8~9.0 mg/l のDOが存在する。須藤らは回転円板脱窒による生物膜では従属栄養細菌が各段とも生物膜1 mg 中10~10³存在することを示している。したがって、本装置での流入原水のDO濃度は高いため、前段部ではある程度の有機物除去が行われ、脱窒のほとんどが後段部2、3段で起ると考えられる。流入DO濃度は脱窒システムの経済性の見地から望ましいものではなく、脱窒の場合には流入DO濃度を極力低下させる必要がある。

4. おわりに 本研究では、回転円板脱窒槽部の維持・管理軽減のため、脱窒部円板体を硝化部円板体と同程度の浸漬率まで過減させ、硝化水中に高DOが存在して十分な脱窒が生ずる率を確認し、脱窒率と $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷の関係、塵芥埋立地浸生水の硝化率と $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷の関係を明らかにした。なお、生物膜付着円板面積として取扱った脱窒については講演時のべる。本研究では、野外にパイロットプラントを設けたため、温度、DO、負荷等のパラメータを完全に制御できなかった。今後は実験室において基礎的研究を継続して行なう予定である。なお、本研究に対して多大な便宜を計った名古屋市清掃課の諸氏に衷心より謝意を表する。

参考文献

- 1) 石黒, 渡辺, 増田: 回転円板法による下水高度処理に関する研究(I)(II)(III)(IV), 下水道協会誌 Vol. 16, NO. 185, 1975, 2, PP46~54. Vol. 14, NO. 152, 1977, 1, PP32~41. Vol. 14, NO. 161, 1977, 10, PP53~59. Vol. 16, NO. 185, 1979, 10, PP40~48.
- 2) 石黒, 渡辺, 増田: 回転円板法による塵芥埋立地の浸生水処理, 環境技術, Vol. 7, NO. 6, PP3~11.
- 3) 岩井・楠本監修: 生物膜法 第4章 回転円板法, 産業用水調査会, 1980. 11 刊.
- 4) 中畑, 常盤, 渡部: 回転円板法による都市下水の2次・3次処理について, 第15回下水道研究発表会講演集, 1978, PP319~324.