

回転円板法による硝化部脱窒に関する研究

宮崎大学工学部 ○学 高井敦紀 学 問宮健臣
宮崎大学工学部 正 増田純雄 正 石黒政儀

1. はじめに 筆者らは回転円板法硝化部に尿尿脱離液を適用し実験を行なったが、硝化部脱窒はあまり生じなかった。これは一度生物分解過程を経ている脱離液を用いたので、含有有機物が生物難分解性であったためと考えられる。本文ではこの尿尿脱離液の有機物評価をTOCだけでなくゲルクロマトグラフィーを用いて行ない、さらに有機源として、尿尿脱離液に生下水を添加した実験を行なった。また筆者らが先に報告したようにエチレングリコールを有機炭素源として用いた場合、低S/N比で硝化部脱窒率は高率となるのでエチレングリコールを用いて好気性生物膜と嫌気性生物膜における反応速度を測定計算しその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 回転円板実験装置は、表-1に示すような諸元の完全混合型2段直列円板槽を用い、流入量を一定(5ml/min)にした。原水は宮崎市衛生センターの尿尿脱離液10倍希釈したものをを用いた。またゲルクロマトグラフィー実験条件は、表-2に示すとおりであり添加試料は、流入、I段流出、II段流出、ととに10倍濃縮したものである。

3. 実験結果および考察 尿尿脱離液を原水とした実験では、脱窒がほとんど期待できないことがわかった。図-1は左からa;流入b;一段流出、c;二段流出のゲルクロマトグラムである。各段のTOCの値は、流入;321.5ppm、一段流出;259.3ppm、二段流出;195.6ppmと減少している。図よりE220のグラフにはそれぞれ3つの顕著なピークが現われている。(ここでは高分子域のピークよりピーク1、ピーク2、ピーク3とする)。図1aとbを比較するとピーク1が多少右にずれ(低分子化し)ピーク2が減少し、さらにピーク3が増大していることがわかる。このピーク3の増大の原因は、 $\text{NO}_2\text{-N}$ (43ppm)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (55ppm)の影響が大きいと思われる。また図-1bとcを比較すると、ピーク1が減少しピーク2、3は増大している。このピーク3の増大は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (224.5ppm)の発現のためである。丹保、亀井らは好気性生物分解性は、ゲルクロマトグラムによる、 $\text{DOC}/\text{E}_{260}$ の比で表わされることを報告し、図-2のように $\text{DOC}/\text{E}_{260}$ 比とDOC除去率の関係を示した。これより $\text{DOC}/\text{E}_{260}$ 比の値が高いとDOC除去率が上がり有機物分解性がよくなる。図-3に図-1の各段のゲルクロマトグラムの $\text{TOC}/\text{E}_{260}$ 比とフラクションNo.の関係を示した。これよりフラクションNo.22付近で $\text{TOC}/\text{E}_{260}$ の値はしだいに減少し、これ以上の分解性が期待できないことを示している一方、フラクションNo.30,40付近の $\text{TOC}/\text{E}_{260}$ の値は増加傾向にあり、有機物分解性が向上してきていることを示している。このことは、円

表-1 回転円板装置諸元

円板枚数	10 枚	槽内容積	2.36 l
円板直径	16 cm	円板面積	0.41 m ²
円板厚	0.5 cm	回転数	7 rpm
円板間隔	1 cm	浸漬率	50 %

表-2 ゲルクロマトグラフィー実験条件

ゲル	セファデックス G-15
カラム	$\phi=26.4 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$
押し出し液	蒸留水
押し出し速度	70 ml/h
試料添加量	5 ml
分取液量	1 fraction = 10 ml

原水	$\text{NH}_3\text{-N}$: 168.5mg/l	一段流出	$\text{NH}_3\text{-N}$: 16.7mg/l	二段流出	$\text{NH}_3\text{-N}$: 0.3mg/l
	$\text{NO}_2\text{-N}$: 0 mg/l		$\text{NO}_2\text{-N}$: 43.0mg/l		$\text{NO}_2\text{-N}$: 0.9mg/l
	$\text{NO}_3\text{-N}$: 0 mg/l		$\text{NO}_3\text{-N}$: 55.1mg/l		$\text{NO}_3\text{-N}$: 224.5mg/l
	TOC : 321.5mg/l		TOC : 259.3mg/l		TOC : 195.6mg/l

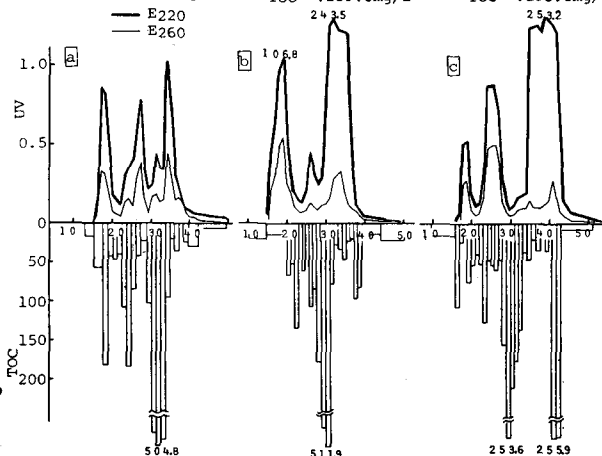


図-1 尿尿脱離液のゲルクロマトグラム

板装置を3段、4段と付加すればさらに有機物分解性がよくなることが期待できる。しかし有機物分解性が向上してもその有機物が生物膜表面の好気性他栄養性細菌により酸化されてしまい、脱窒反応の有機源として使われるまでに至っていないと思われる。そこで宮崎市内の処理場の下水水を実験装置第Ⅱ段に5cc/min, 10cc/min注入して実験を行なった。なおこの下水水の水質は、平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度44ppm, TOC 33ppm, TN 48ppmである。この結果5cc注入の場合平均脱窒率25%, 10cc注入の場合30%という結果を得た。このように有機源として下水水を添加すると硝化部脱窒が生じるので、尿尿脱離液で硝化部脱窒が起こらなかったのは明らかに有機物の大部分が生物難分解性であったためと、分解性が向上してもその有機物が他栄養性細菌により酸化されてしまったためと考えられる。

4. 硝化部脱窒反応における有機炭素源の検討 尿尿脱離液の場合のように有機物が難分解性であったり、分解性が向上しても好気性他栄養性細菌によって酸化されてしまう時、硝化部脱窒はあまり生じない。硝化部脱窒反応における理想的な有機炭素源は拡散係数が大きく、好気性他栄養性細菌にはあまり分解されず、通性嫌気性脱窒菌に分解されやすい物質であると考えられる。拡散係数のほぼ等しいメタノールとエチレングリコールを硝化部脱窒反応の有機源として用いた場合と比較すると、前者は C/N 比=7付近、後者はかなり低い C/N 比=2付近で硝化部脱窒率が最大となった。これはエチレングリコールが好気性他栄養性細菌にあまり分解されることなく脱窒菌の有機源として有効に作用したと考えられる。そこでエチレングリコールの好気性生物膜と嫌気性生物膜での分解性を比較するためにそれぞれの膜での反応速度を求めた。好気性槽には好気性他栄養性細菌を、嫌気性槽には $\text{NO}_3\text{-N}$ を水素受容体とする脱窒菌を付着育成させた。図-4、5にそれぞれ好気性、嫌気性生物膜におけるエチレングリコール FLux と生物膜表面エチレングリコール濃度の関係を示す。図-4は渡辺らの定常動力学理論より傾き $1/2$ の理論直線の $\text{C}_s=1$ の時の FLux より反応速度を求め R は1004g/m³hとなった。図-5は同様に $\text{C}_s=1$ の時の FLux から求めた反応速度 R_1 は2430g/m³hとなり、また最大 FLux に到達するとその生物膜表面濃度 C_s^* より求めた反応速度 R_2 は2452g/m³hが求められれば $R_1=R_2$ となった。図中の白丸は実験開始初期のデータであり生物膜があまり馴致していないために FLux が低くなったと考えられる。このように他栄養性細菌層と脱窒菌層での反応速度を比較すると脱窒菌層での反応速度が約2.5倍大きい。よってエチレングリコールは硝化部脱窒反応の有効な有機源と考えられ、低 C/N 比で高率の硝化部脱窒が生ずることが裏づけられた。

5. おわりに 尿尿脱離液を用いた場合は有機物が難分解性あるいは分解性が向上しても好気性他栄養性細菌に分解されてしまうので硝化部脱窒はあまり生じない。また好気性他栄養性細菌より脱窒菌に分解され易いエチレングリコールのような有機物が硝化部脱窒反応の有機源として有効であることが判明した。最後に本研究の一部は鹿児島財団の助成によることを付記する。

参考文献 1) 間宮健臣, 石黒政義, 渡辺義公, 増田純雄, 「回転円板法による脱窒の有機源に関する基礎的研究」1982, 土木学会西部支部。2) 丹保恵仁, 亀井翼, 「処理性評価のための水質変換マトリックス」(Ⅱ)水道協会雑誌 Vol. 53, 553-553. 12. 3) 渡辺義公, Chalermpaj Thuranantaseth, 「回転円板法における有機物酸化および硝化過程の解析」下水道協会誌 Vol. 10, No. 221, 1982. 10.

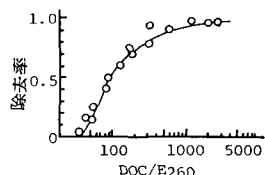


図-2 DOC/E260比とDOC除去率の関係

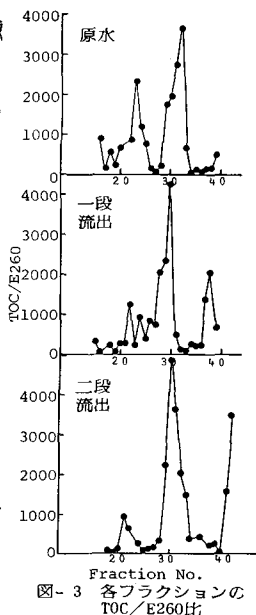


図-3 各フラクションのTOC/E260比

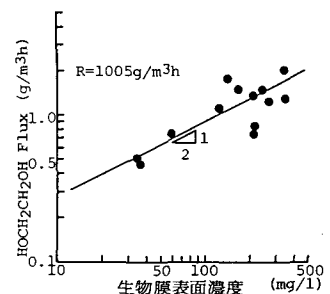


図-4 好気性生物膜におけるエチレングリコール FLux と生物膜表面濃度の関係

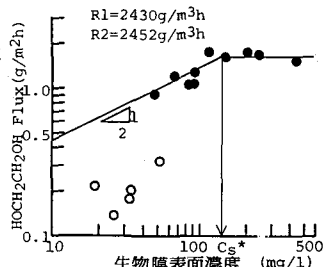


図-5 嫌気性生物膜におけるエチレングリコール FLux と生物膜表面濃度の関係