

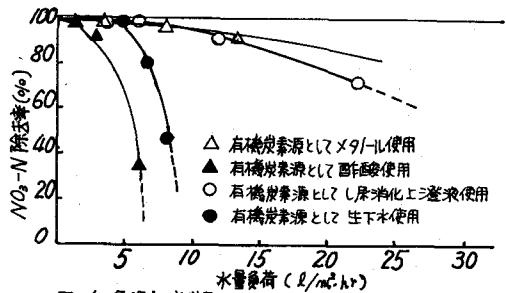
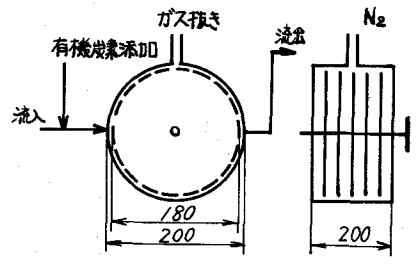
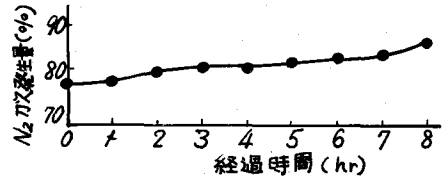
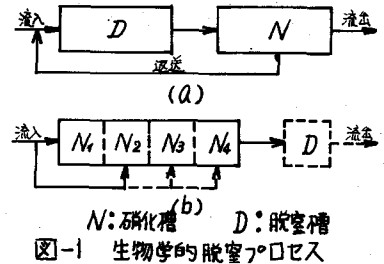
宮崎大学工学部 正員 石黒政儀 宮崎大学工学部 正員 渡辺義公
宮崎大学工学部 正員 増田純雄 宮崎大学工学部 学生員 新地卓

1. はじめに 生物学的脱窒法では従来有機炭素源としてメタノールを添加する方法が一般的であり、筆者らも有機炭素源としてメタノールを用いた回転円板脱窒法に関するいくつかの実験報告を行ってきた¹⁾。しかし、有機炭素源として廃水中の有機物を利用できれば非常に経済的である。固定生物膜を利用する回転円板法では、好気、嫌気性膜が共存し、硝化と脱窒が同時に起こる現象が存在する¹⁾。本論文では上記の諸点を勘案した回転円板法による新しい生物学的脱窒を提案し、あわせて有機炭素源として生下水、し尿消化上澄液等が有効であることを確認するための基礎的実験結果を報告する。

2. 新しい生物学的脱窒プロセス Wuhrmann方式とBringmann方式が一般的によく知られている。これらの方式には種々の欠点があり、この欠点を補う原廃水中の有機物を利用できる方法は図-1の2通りである。(a)は嫌気、好気性槽の順に設置し、好気部で硝化された処理水の一部を嫌気部へ返送する方式である。嫌気部では原水中の有機炭素を利用して脱窒が行われる。図-2に好気部における経時変化と N_2 ガス発生量の関係を示す。 N_2 ガスの増加によって、すでに筆者らが報告した好気部での硝化・脱窒現象が確認された(この実験結果の詳細は下水道研究発表会で報告する)。この好気性槽における脱窒に注目し、硝化が起こる部分に原水を添加し、脱窒を行う方法である。高い除去は望めないが、ある程度の処理も行え、必要に応じては、脱窒部を後段に設けて高度の処理も可能である。今後これらの方法は有効なものと思われるが、そのためには原水中の有機炭素の利用条件について十分研究することが課題となる。

3. 実験装置と実験条件 図-3に実験装置を示す。脱窒槽は密閉型で、円板枚数5枚、直径18cm、板厚4.0mm、材質耐水ベニヤ、間隔3.0mm、浸漬率100%、接触容積6.3ℓ、全円板面積0.265 m^2 、回転数14rpm(周速速度7.9m/分)である。流向は軸直角で完全混合型反応槽であり、水温は12~17℃に保った。原水には KNO_3 をそれぞれの条件に合わせ、有機炭素源としてはいし尿消化上澄液を希釈して用いた。

4. 実験結果及び考察 図-4に各種有機炭素源による水量負荷と NO_3-N 除去率を示す。メタノールの場合には水量負荷10ℓ/m²hr付近で脱窒率は徐々に低下し、酢酸は5ℓ/m²hr付近で急激に低下する。この原因としては表-1に示す様に、有機炭素源の分子量及び拡散係数が関係する。固定微生物膜による脱窒では有機炭素源の利用速度と拡散係数が非常に重要である²⁾。



また、生下水は6 l/m²hr付近から急激に低下し、酢酸と同様の曲線を描き、し尿消化上澄液は10 l/m²hr付近から徐々に低下し、メタノールにほぼ近い曲線となる。このことは生下水中の有機炭素源の分子量及び拡散係数が酢酸と同程度の値と推測され、し尿消化上澄液はメタノールと同様の有機炭素源を含んでいると考えられる。図-5はグルコースを有機炭素源とした経過日数と脱窒率の関係を示す。新しいグルコースを作成した後、急に脱窒率は悪化し、2日後には最低の値となる。それ以後は徐々に回復し、一週間後には定常状態となり70%程度の脱窒率を示す。表-1、図-4、図-5より生物学的脱窒法による有機炭素源としては分子量が小さく、拡散係数の大きいもの程、有効であると思われる。表-2にし尿消化上澄液の滞留時間と(除去TOC)/(除去NO₃-N)等の関係を示す。メタノールのC/Nは1.13と言われているが、し尿消化上澄液の場合は1.87~2.09とメタノールより大きい値が必要である。(除去TOC)/(除去NO₃-N)の値は1.13~1.33であった。図-6に流入流出水DO濃度と脱窒率の関係を示す。流入DO濃度は脱窒には影響を及ぼさないことが分る。これは固定生物膜による脱窒では、ある程度の流入DO濃度が存在しても、嫌気性生物膜表層に好気性微生物膜が発生し、DOを消費するためと考えられる。図-7に滞留時間とNH₃-N除去率の関係を示す。ごく僅かではあるがNH₃-Nが除去されている。滞留時間が短くなるにつれて、NH₃-N除去率は上昇し、滞留時間が2時間で最大の除去率30%を示している。以後滞留時間が短くなるに従い、除去率は低下する。これは滞留時間が短くなると、槽内DO濃度は増加するが、滞留時間が不足し、除去率は低下するものと思われる。図-6、図-7より、脱窒槽においても若干の硝化が起っていることが分る。槽内のNO₂-N、NO₃-N濃度の増加は微々たるものであり、生物膜内で生成されたNO₂-N、NO₃-Nは直ちに脱窒されるものと思われる。

5. おわりに 固定生物膜による脱窒では有機炭素源により、低水量負荷域及び、高水量負荷域まで用いられる炭素源が存在する。これは炭素利用速度と拡散係数に起因していることが分った。し尿消化上澄液は脱窒に利用されやすい低分子領域に分解されているため、高水量負荷域まで利用できる炭素源であるが、生下水は低水量負荷域に属し、炭素源として使用する場合は、低分子領域に分解した後、使用するのが望ましい。本法では汚水中に含まれるNH₃-Nもある程度除去されることも判明した。汚水中に含まれる有機炭素源が脱窒に利用される領域の解明は重要となり、今後流入流出水の分子分割を行い解明する必要がある。

表-1 各種有機炭素源の分子量及び拡散係数

炭素源	分子量	拡散係数(25℃) (cm ² /sec)
CH ₃ OH	32	1.52×10 ⁻⁵
CH ₃ COOH	60	1.058×10 ⁻⁵
C ₆ H ₁₂ O ₆	180	6.765×10 ⁻⁶

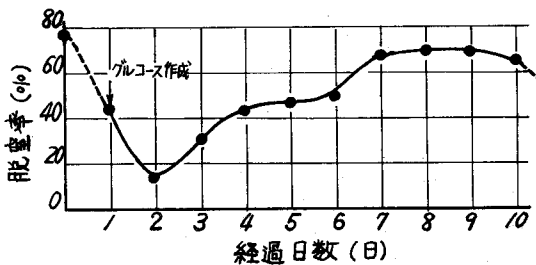


図-5 グルコースにおける経過日数と脱窒率の関係

表-2 し尿消化上澄液における滞留時間と(除去TOC)/(除去NO₃-N)の関係

滞留時間(h)	3.2	2.0	1.06
槽負荷(%/d)	4.03	6.20	22.4
TOC/N	1.87	2.01	2.09
除去TOC(%)	40.6	41.8	34.1
除去NO ₃ -N(%)	35.8	31.5	27.6
除去TOC / 除去NO ₃ -N	1.13	1.33	1.24

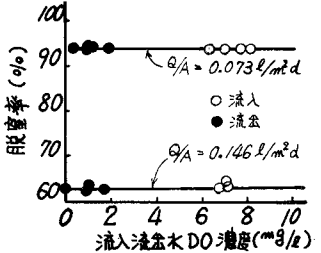


図-6 流入流出水DO濃度と脱窒率の関係

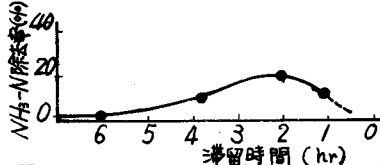


図-7 滞留時間とNH₃-N除去率の関係

参考文献: 1) 石黒政儀・渡辺義公・増田純雄: 回流水法による下水高度処理に関する研究(Ⅰ)(Ⅱ)(Ⅲ) Vol.12 NO.129 PP.46~64 1975; 2, Vol.14 NO.152 PP.32~41 1977; 1, Vol.14, NO.161 PP.53~59
2) Morten Rieman: Kinetics of Denitrification in Submerged Filters Department of Sanitary Engineering Technical University of Denmark 1977 Ph.D. thesis part II