

宮崎大学工学部 正 石黒政徳 正 増田純雄
宮崎大学工学部 学○藤本芳敬

1. はじめに 回転円板硝化部脱窒に関する研究は筆者らや他の研究者が精力的に行っているが、有機物として一般にメタノールを使用している。有機物としてグルコースを用いた松尾らの研究では硝化部脱窒が起こり難いことを報告している²⁾。したがって、本文では有機物としてメタノール、グルコースを用いた硝化部脱窒の難易を解明するため、浮遊性微生物と固定生物膜を用いた回分実験により、有機物除去速度の相違及び水温の影響について考察を加え報告する。

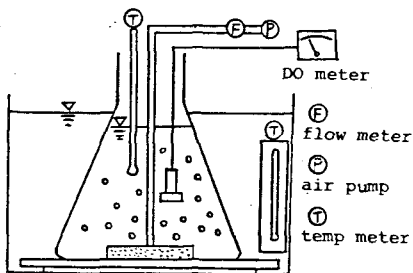


図-1 実験装置

2. 実験装置と実験方法 a) 浮遊性微生物 実験装置は図-1に示すような容量3ℓのフラスコにロロメーター、温度計及び曝気量を調整する流量計が付属されている。水温はウォーターバスにより一定に保持した。実験に使用した汚泥は宮崎市終末処理場の返送汚泥をメタノールとグルコース基質でそれぞれ Fill and Draw 方式により1ヶ月以上培養した。実験は微生物量(MLSSとVSSで表示)と水温をパラメータとして一連の回分実験を行なった。なお、グルコースはフェニール硫酸法で測定し、曝気量はすべて1ℓ/分で行った。

表-1 回転円板装置諸元

段数	1段
枚数	11枚
直径	18cm
容量	3.6ℓ
浸漬率	約50%
回転数	14rpm
円板面積	0.553㎡

b) 固定生物膜 表-1に示すような装置概要の回転円板を用い、メタノールとグルコース基質でそれぞれ7日間連続培養(回転数14rpm, 平均滞留時間90分)し、浮遊性微生物と同様に回分実験を行った。なお、メタノールはガスクロマトグラフィー(充填剤PEG-1000, Flamin T)により測定し、いずれの場合にも初期有機物濃度は200mg/ℓ、水質分析には遠心分離上澄水を用いた。

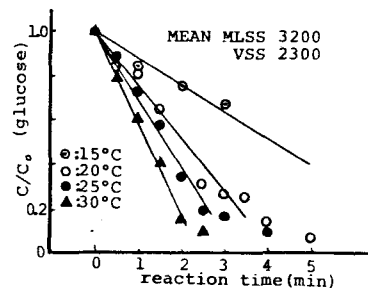


図-2 反応時間とグルコース濃度の関係

3. 実験結果と考察 3-1 浮遊性微生物による有機物除去

図-2に温度をパラメータとした場合の反応時間と残存グルコースの関係を示す。この時の平均MLSSは3200mg/ℓであり、水温20℃から15℃では除去速度がほぼ半分に減少しており、温度に影響される。また、初期においてはゼロ次反応であることがわかる。図-3は先に報告した³⁾メタノール残存量と反応時間の関係であり、平均MLSSは3200mg/ℓである。この場合にもグルコースと同様な傾向を示す。有機物除去速度係数(k_d mg/ℓ・h・VSS)はグルコース、メタノールの場合、水温20℃でそれぞれ、 7.4×10^{-1} 、 5×10^{-2} (mg/ℓ・h・VSS)となり、グルコースの除去速度が約14倍速く、水温20℃～30℃における平均除去速度は約16倍となる。なお、表-2に示すようにMLSS濃度を変化させた同様の実験を行ったが、除去速度はグルコースの方が速い。グルコース汚泥の場合、MLSS濃度が高くなる程温度係数(θ)と活性化エネルギー(E)が減少した。メタノール汚泥の場合、MLSS1500mg/ℓの時のθとE値がかなり高くなっており、これはメタノール汚泥の活性度が低かったためと考えられる。したがって、MLSS1500mg/ℓの

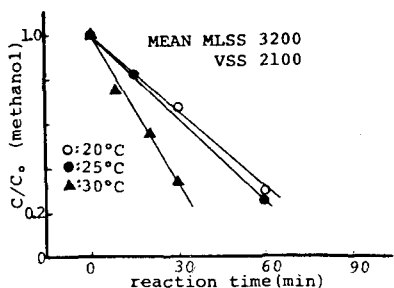


図-3 反応時間とメタノール濃度の関係

メタノール汚泥について再検討する必

表-2 浮遊性回分実験結果

要があるが、MLSS 3000 ^{mg} 宛については	mean		temp	glucose			methanol		
	MLSS	VSS	(°C)	R_d (mg/hvss)	θ	E (kcal/mol)	r_d	θ	E
温度係数 1.04 とグルコースの場合とほぼ同一であるため妥当であると考えられる。	1500	1100	15	4.9×10^{-1}	1.06	10800	0.8×10^{-1}	1.12	19200
			20	7.0 "			1.3 "		
			25	10.0 "			2.5 "		
			30	10.3 "			4.2 "		
3-2 固定生物膜による有機物除去	3200	2200	15	3.9 "	1.05	9100	5.1 "	1.04	6900
			20	7.4 "			—		
			25	9.9 "			6.0 "		
			30	12.3 "			7.5 "		
式 図-4, 5 に回転円板法によるグルコースとメタノールの回分実験結果	4100	2900	15	4.5 "	1.04	6500	—	—	—
			20	5.3 "			—		
			25	6.8 "			—		
			30	7.1 "			—		

3-2 固定生物膜による有機物除

去 図-4, 5に回転円板法によるグルコースとメタノールの回分実験結果を示す。図-4の換算MLSSは、1100^{mg}であり、浮遊性微生物と同様に初期においてはゼロ次反応である。

図-5は換算MLSS1100^{mg}であり、初期状態ではゼロ次反応を示し除去速度は温度に影響される。両図の実験結果を表-3に示す。浮遊性微生物と固定生物膜によるグルコース除去速度は20℃でそれぞれ、 7.0×10^{-1} , 9.76×10^{-1} (mg/h.vss)であり、前者の方が除去速度が速い。これは微生物フロックが基質水中に存在し、基質がフロック中へ三次元的に浸入する一方拡散層がほとんど無視できるためである。後者では微生物が円板体へ付着しているため、生物膜への基質浸入は一方のみかつ拡散層が存在することにより、除去速度が遅くなる。メタノールの場合、浮遊性微生物と固定生物膜による基質除去速度はオーダー的に一致している。固定生物膜では基質が深く浸入し、有効膜厚が厚くなることと、浮遊性・固定生物膜では微生物の種類が異なるためと考えられる。固定生物膜による基質除去速度はグルコース、メタノールとも同じオーダーである。このことはグルコース、メタノールの拡散係数が20℃でそれぞれ 6.94×10^{-6} , 15×10^{-6} cm²/sec であり⁴⁾、有機物除去速度が16:1の割合であることと考え合わせると理解できる。以上のように、固定生物膜による有機物除去速度は基質の拡散速度と分解難易度と重要な因子であることが判明した。したがって、回転円板硝化脱窒において、有機物としてグルコースを使用した場合に脱窒が起る原因は、グルコースの分解速度が遅く拡散速度が遅いため生物膜表面で有機物のほとんどが分解され、嫌気性部では有機源律速となるためである。

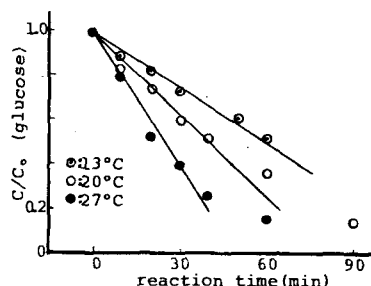


図-4 反応時間とグルコース濃度の関係

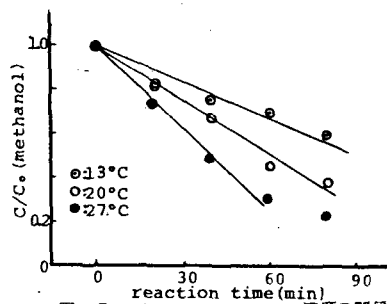


図-5 反応時間とメタノール濃度の関係

表-3 回転円板回分実験結果

temp (°C)	glucose			methanol		
	r_d (mg/hvss)	θ	E (kcal/mol)	r_d	θ	E
13	6.87×10^{-1}	1.08	11300	4.74×10^{-1}	1.06	7300
20	9.76 "			7.84 "		
27	18.67 "			9.59 "		
(生物重量)		10.8 (g/m ²)				

4. おわりに 有機物除去としてグルコース、メタノールの2種について、浮遊性微生物及び固定生物膜による実験結果を報告したが、有機物除去速度は水温、菌濃度、微生物除去機構及び基質の物性に左右されること

が判明した。また、有機物により回転円板硝化脱窒率が左右される原因も、ある程度基質の物性で説明できた。今後は、各種有機物による除去速度について検討したい。なお、本研究は住友重機械工業KKの奨学金付金の一部を使用し遂行された事を記す。

参考文献: 1) 増田, 石黒, 渡辺: 回転円板法による産業廃水に関する研究(2) 下水道協会誌 Vol. 16 No. 187 1979 (2) PP24~32

2) 伊藤和夫, 松尾友矩: 回転円板法による硝化と脱窒について 土木学会 第35回年報 PP674~675

3) 石黒, 増田, 永野, 野口, 高木: 有機物除去及び脱窒反応に関する基礎的研究 昭和54年度 西部研究発表論文 PP41~42

4) Kenneth Williamson and Perry L. McCarty: A model of substrate utilization by bacterial films Journal WPCF Vol. 48 No. 1 January 1976 PP9~24