

宮崎大学工学部 正 石黒政儀, 正 増田純雄, 学 和田正史
宮崎大学工学部 学 河村靖雄, 学 吉村省吾

1. はじめに 回転円板硝化部脱窒では付着微生物膜が厚く、生物膜最深部まで酸素が浸入することは稀であり、通常は嫌気性菌、硝化菌、有機物酸化菌が共存する。従って、本法では硝化、脱窒、有機物除去を同一槽内で同時に行なうことが可能である。本論文では C/N 比を変化させた場合の有機物(メタノール)除去、硝化、脱窒と気相酸素分圧の関係および回転円板硝化菌層上に成育した有機物酸化菌の回分実験により、円板表面生物膜が有機物酸化菌優占層であることを報告する。

表-1 実験条件

	$\text{NH}_3\text{-N}$ (g/m ² d)	CH_3OH (mg/l)	C/N	M.R.T. (hr)
RunI-1	1.00	332	3.5	11.0
RunI-2	1.00	664	7.0	
RunI-3	1.00	949	10.0	
RunII-1	1.00	166	3.5	5.5
RunII-2	1.00	332	7.0	
RunII-3	1.00	475	10.0	
RunIII-1	2.00	332	3.5	5.5
RunIII-2	2.00	664	7.0	
RunIII-3	2.00	949	10.0	

2. 実験方法と実験装置 実験装置はすでに報告した回転円板装置と同一型の完全密閉型であり、槽内水容量: 4.0L, 空中部容量: 7.5Lの槽と耐水ベニア製円板から成り、槽内には水温をコントロールするためのヒーターとサーモスタットが取り付けられている。実験方法は回転円板に硝化菌を付着成育させるため人工下水を供給し、約1ヵ月の馴致後、円板上に十分硝化菌が付着成育した時点で表-1の条件に従って実験を行なった。なお水中のメタノールはガスクロマトグラフィーを用いて検出し、各種の水質試験は下水試験法によった。

3. 実験結果と考察 3-1 気相酸素分圧と硝化、脱窒、有機物濃度の関係

図-1に通気孔を開後の気相酸素分圧と硝化、脱窒、有機物濃度の関係を示す。図-1(a)は $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷1.0g/L, 流量6%で有機物負荷を3.5, 7, 10に変化させた場合である。気相酸素分圧が21~12%程度までの硝化率は100%であるが、12%以下では硝化率が減少している。この程度の $\text{NH}_3\text{-N}$ 、有機物負荷であれば気相酸素分圧12%で硝化率100%を得るに十分な酸素が供給されるが、気相酸素分圧の減少に伴って硝化菌層への酸素の供給が不足し硝化率は図のように低下する。脱窒は気相酸素分圧21%で有機物負荷の増加に伴い、それとそれ21, 56, 84%と高率となり、また気相酸素分圧の低下に伴い増加する。このことは先に報告したように、酸素および硝化が律速になると考えられる。気相酸素分圧21%では有機物濃度がいずれの場合にも0である。 C/N 比3.5では気相酸素分圧10%まで有機物濃度は検出されない。この程度の $\text{NH}_3\text{-N}$ 、有機物負荷では、気相酸素分圧10%でも有機物を完全に除去することができるが、硝化が80%に低下する。

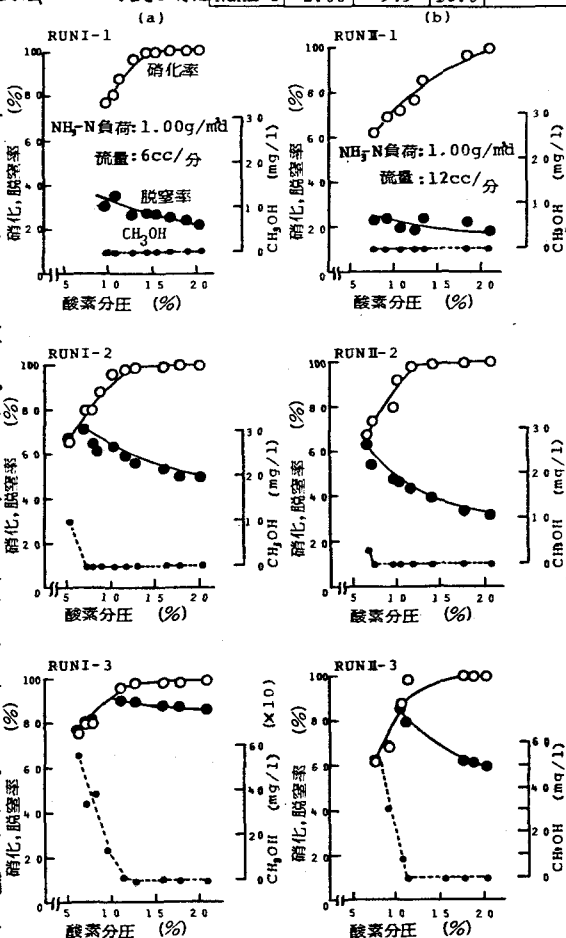


図-1 気相酸素分圧と硝化、脱窒、有機物濃度の関係

この場合の最適気相酸素分圧は約12%であり、硝化100%, 脱窒30%, 有機物除去100%となる。%比7では気相酸素分圧5%で有機物濃度10^{mg/l}が検出され、5%以上では有機物除去が完全に行なわれる。この場合の最適気相酸素分圧は7%である。%比10では気相酸素分圧12%から有機物濃度が検出され、気相酸素分圧の減少に伴って直線的に増加し、気相酸素分圧7%では586^{mg/l}の有機物濃度が検出される。この場合の最適気相酸素分圧は12%である。図-1(b)はNH₃-N負荷1^{g/l}, 流量12%で有機物負荷を3通りに変化させた場合である。硝化, 脱窒は図-1(a)および先の報告とほぼ同様な結果を示す。%比3.5では気相酸素分圧7.5%まで有機物濃度は検出されず、有機物除去100%である。%比7では気相酸素分圧7%で有機物濃度2^{mg/l}, %比10では気相酸素分圧11%から有機物が検出され、気相酸素分圧7%で50^{mg/l}となる。同負荷(RunIとRunII)で流量が2倍になっても有機物除去は気相酸素分圧が10%以上存在すれば100%である。以上のように硝化部脱窒は気相酸素分圧21%で有機物負荷3.5~10^{g/l}の範囲において有機物除去100%, 硝化100%, 脱窒20~84%が得られ、同一槽内で硝化, 脱窒, 有機物除去が同時に起こることが証明された。図-2は硝化菌が十分に付着成育した時点で有機物添加後の脱窒率と経日変化の関係を示す。%比3.5では有機物添加後5日目より脱窒が生じ、7日目で25%となる。%比7, 10では2日目から脱窒が生じ、%比7で4日目, %比10では5日目からはほぼ安定する。以上のように有機物添加後の脱窒は流入有機物濃度(%比3.5=332, %比7=664, %比10=949^{mg/l})により異なり、%比3.5では付着有機物酸化菌層の形成が遅いが、%比7, 10ではほぼ同程度の期間で形成される。

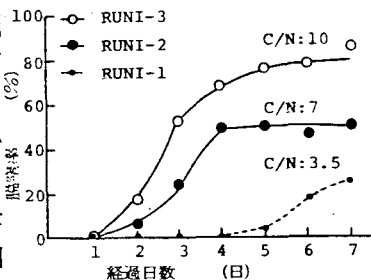


図-2 脱窒率と経日変化の関係

3-2 生物膜モデルの検証 図-3は硝化菌上に成育した有機物酸化菌層を剥取り、NH₃-N, CH₃OH濃度の混合液を用いた回分実験による反応時間とNH₃-N, CH₃OH濃度の関係を示す。図(a), (b)はいずれも%比3.5の場合であり、前者は実験番号RunI-1, 後者はRunII-1である。図(a)ではNH₃-N, CH₃OHが直線的に減少しO₂反応である。一方、図(b)ではCH₃OHのみが直線的に減少しNH₃-N濃度は一定である。またCH₃OHの酸化完了に伴ってDOが増加する。%比7, 10の回分実験結果では、いずれの場合にもNH₃-N濃度の変化は見られず、CH₃OH濃度のみが減少した。図(a)でNH₃-N濃度が減少した原因は、付着有機物酸化菌層が薄いため、剥取の場合に硝化菌層の一部も一緒に剥れた可能性がありこれは汚泥褐色を示していたことから推測できる。以上のことから円板上付着生物膜の表層は、有機物酸化菌優占層であることが判明した。従って先に報告した生物膜モデルによる有機物(BOD)酸化菌優占層が立証された。

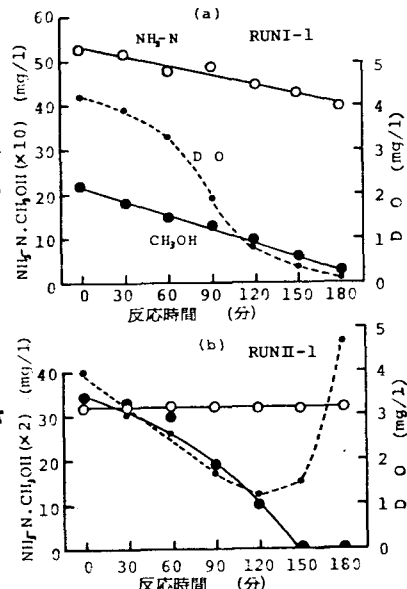


図-3 反応時間とNH₃-N, CH₃OH, DO濃度の関係

4. おわりに 回転円板硝化部脱窒では、同一槽内で有機物除去, 硝化, 脱窒を同時に行なうことができる。さらに有機物除去も硝化, 脱窒と同様に、気相酸素分圧に影響され、気相酸素分圧21%では%比3.5~10の範囲において有機物除去は100%達成されることが判明した。なお本論文のように人工下水を用いた回転円板付着生物膜は先に報告したように、嫌気性層、硝化菌優占層、有機物酸化菌優占層に分類することの妥当性が判明した。

- (参考文献) 1)石黒, 渡辺, 増田; 回転円板法による重炭酸除去に関する研究 (I), 下水道協会誌, Vol.16 NO.187 pp24~32 1971/12
2)石黒, 増田; 回転円板法による硝化部脱窒に関する研究 (II), 第2回回転円板法研究シンポジウム論文集(1980)