

間欠曝気方式によるオキシデーションディッチの硝化・脱窒特性に関する基礎的研究

佐賀大学 工学部 学○松田 真 永吉 茂
 佐賀大学 工学部 正 荒木 宏え 古賀 憲一
 佐賀大学 工学部 正 井前 勝人
 九州大学 工学部 正 楠田 哲也 栗谷 陽一

1. まえがき

オキシデーションディッチ(O.D.)法による窒素除去法には、次の様な方法がある。①ディッチ内に形成される好気-嫌気ゾーンを利用する。②エアレーターを間欠的に運転し、ディッチ内を交互に好気-嫌気状態とする。どちらの方法も硝化、脱窒を単一汚泥で行うSingle-Sludge法であるため、硝化菌、脱窒菌が繰り返し好気-嫌気状態にさらされる。その為、これら酸素要求性の異なる両菌は、サイクリックなDO環境の変化に応じて代謝の変換が起こるものと思われる。間欠曝気方式による窒素除去の最適運転条件(サイクル時間、好気-嫌気時間比)を定めるためには、上記のようなDO環境のストレスを考慮した硝化、脱窒特性を知る必要がある。

本研究は、回分実験により、好気培養汚泥(硝化菌)に及ぼす嫌気時間の影響、及び嫌気培養汚泥(脱窒菌)に及ぼす好気時間の影響を明らかにし、窒素除去を目的としたO.D.法の最適運転操作条件、更には合理的設計条件を確定するための、基礎的知見を得ようとするものである。

2. 実験方法及び装置

本研究室のO.D.より採取した活性汚泥を、恒温室(20℃)に於いてFill and Draw方式によりF/M=0.05で4ヶ月馴致し、実験に使用した。その前培養基質組成を表-1に示す。実験に用いた容器は、容量3.5ℓで、攪拌装置、N₂ガス及び空気曝気装置を有している。

(1) 前嫌気時間が硝化に及ぼす影響

好気培養した汚泥を、MLSS=500 mg/ℓになるように調整した。嫌気状態にするためN₂ガスで所定の時間(これを前嫌気時間と称する)だけ曝気し、前嫌気(N₂ガス)終了後、好気状態にするための曝気を行う。曝気開始時点に、NH₄Cl, NaHCO₃を初期濃度が20 mg/ℓになるように投入した。前嫌気時間は、0, 15 min, 30 min, 1 hr, 2 hr, 4 hr, 8 hr, 12 hrとした。

(2) 前好気時間が脱窒に及ぼす影響

嫌気培養した汚泥を、好気状態にするための所定の時間(前好気時間と称する)だけ曝気すると同時に、ペプトンをCODcr換算で250 mg/ℓ投入した。前好気の曝気終了後、N₂ガスで曝気し嫌気状態に戻しDOが0.1 mg/ℓ以下となった時点で、KNO₃を初期濃度が20 mg/ℓとなるように投入した。前好気時間は、0, 15 min, 30 min, 1 hr, 2 hr, 4 hr, 8 hr, 12 hrとした。

3. 結果と考察

(1) 前嫌気時間が硝化に及ぼす影響

図-1, 2は、前嫌気時間0 hr, 及び6 hrの場合について、単位MLSS

表-1 前培養基質組成

(水道水1ℓ当たり)

好気	NH ₄ Cl	25.0
	PEPTONE	60.0
嫌気	PEPTONE	70.0
	KNO ₃	55.0
無機	KH ₂ PO ₄	75.0
	K ₂ HPO ₄	260.0
	NaCl	13.0
塩	MgSO ₄ ·7H ₂ O	100.0
	CaCl ₂ ·2H ₂ O	72.8
類	FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.5

(mg)

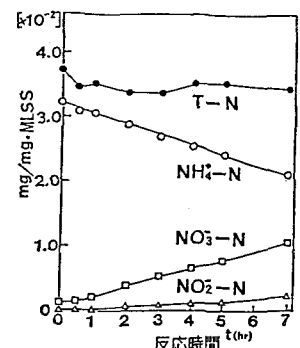


図-1 前嫌気時間 0 hr

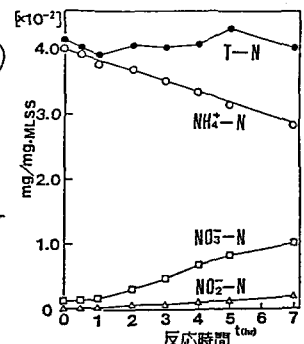


図-2 前嫌気時間 6 hr

当たりの窒素系の変化を示したものである。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は直線的に減少し、それに伴い $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ も直線的に増加している。 $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積は少く、硝酸型の硝化反応を表している。前嫌気8時間までは $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少速度は、ほぼ一定であった。図-6に前嫌気時間に対する硝化速度の変化を示す。硝化速度は、前嫌気12時間でわずかに減少している様であるが、前嫌気8時間までは、ほぼ一定とみなせる。この様に、嫌気時間が硝化速度に及ぼす影響はほとんど無く、通常考えられるサイクル時間に於いては、サイクル時間によらず硝化速度を一定として取り扱って良いものと考えられる。

(2) 前好気時間が脱窒に及ぼす影響

図-3, 4, 5は、前好気時間0 hr, 1 hr, 8 hrの窒素系の変化をそれぞれ示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は、ほぼ直線的に減少しており、前好気時間が長くなると共に、その減少速度は急激に低下している。この $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少は環元によるもので、ほとんどは $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ に還元されている。これらのT-N収支に関しては、一割程度の誤差がある。 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積は、前好気時間と共に減少し、前好気2時間以後では、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積がほとんど見られなくなる。また汚泥の色が、前好気3時間から4時間でやや白っぽくなり、前好気12時間で白味を帯びた褐色となった。この様に $\text{NO}_3\text{-N}$ の変化から、脱窒速度(異化的脱窒速度)を求めることはできない。窒素除去速度をT-Nの変化から求めた。その結果を図-6に示す。これより窒素除去速度は、前好気時間が2時間まで急激に減少し、その後はほぼ一定となっている。これは、環境の変化により、脱窒菌が酸素呼吸から硝酸呼吸へと代謝の变换を行うためであると考えられる。以上の様に、脱窒速度は前好気時間に強く影響を受け、前好気1時間に於いて窒素除去速度は、約2分の1に減少することがわかる。このようなことから、好気-嫌気時間の設定にあたっては、硝化速度、脱窒速度のバランス、及び前好気時間が脱窒速度に及ぼす影響を考慮しなければならない。

4. まとめ

室内回分実験により、硝化速度及び脱窒速度に及ぼす前嫌気・前好気時間の影響について調べた。硝化速度については、前嫌気時間の影響がほとんど無いことが明らかになった。一方、脱窒速度は前好気時間の履歴が残る、急激な速度低下をきたすことが明らかになった。今後は、これらの知見をもとに、好気-嫌気の繰り返し脱窒菌に及ぼす影響、特に同化的脱窒、異化的脱窒についても明らかにし、検討を加えていきたい。最後に本研究を遂行するに当たり、御教示頂いた鹿児島高専 森山先生に感謝の意を表します。なお本研究は、科学研究費(奨励研究A)、及び日本生命財団の補助を受けて行ったものである。

参考文献1) "Transient Characteristics of *Paracoccus denitrificans* with Changes between Aerobic and Anaerobic Conditions" Tetsuro Waki, Keiichi Murayama, Yoshihiko Kawato, and Kunisuke Ichikawa J. Ferment. Technol., Vol. 58, No. 3 1980

2) "Dynamic Characteristics of *Paracoccus denitrificans* in Alternate Aerobic-anaerobic Continuous Cultivations" Tetsuro Waki, Yoshihiko Kawato, Yoichi Shimatani, and Kunisuke Ichikawa J. Ferment. Technol., Vol. 58, No. 3 1980

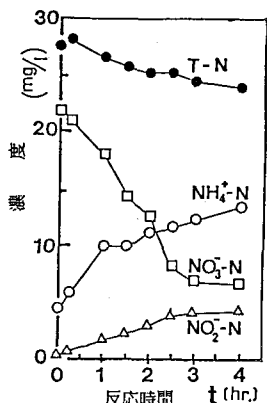


図-3 前好気時間 0 hr

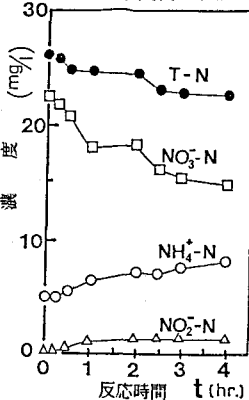


図-4 前好気時間 1 hr

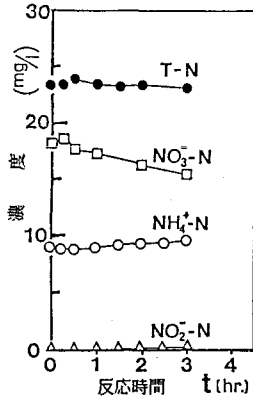


図-5 前好気時間 8 hr

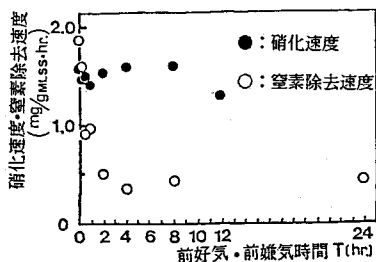


図-6 硝化速度 窒素除去速度