

II-362 有機酸を水素供与体とした脱窒反応

群馬大学工学部 正員 黒田正和
 群馬大学工学部 学員 菅野谷慎一
 藤島健一

1. はじめに

生物脱窒法ではいろいろな有機物が水素供与体として利用されているが、高級有機酸の使用例は見受けられない。メタン発酵の酸性成菌と脱窒菌同棲による有機物と窒素の同時除去法^{1,2)}では、メタン発酵の中間代謝産物である高級有機酸が水素供与体として利用される。よって本研究では脱窒菌を固定化した生物膜反応器で、プロピオン酸や酪酸を使用して NO_3^- イオンの除去処理を行い、C/N比、速度定数などを実験的に検討し基質利用について酢酸等との比較を行った。

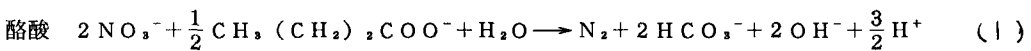
2. 実験装置及び方法

反応器容積は2.5 l(完全混合型で回分式操作に使用)及び1.5 l(押し出し流型で連続式操作に使用)で、生物膜の比表面積は略1.48/cmとした。回分式操作ではpHコントローラーにより液のpHを所定の値に維持した。温度は $20 \pm 1^\circ\text{C}$ に制御した。反応器には表1に示した無機塩溶液とC/N比が1.0~2.0となるように硝酸イオン及び有機酸濃度を調整した基質を供給した。生物膜の培養法及び実験方法、 N_2 ガス発生量、 NO_3^- 、 NO_2^- 、有機酸濃度の測定方法は前報²⁾と同様である。なお、本実験では NO_2^- イオンの生成は見られなかった。

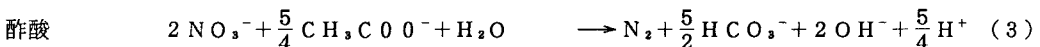
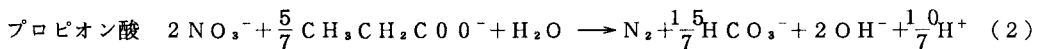
3. 実験結果

(1) 回分式操作の結果と速度定数

酪酸を水素供与体とし、硝酸イオンが制限基質となるようにC/N(酪酸のCmg/ NO_3^- のNmg)比を2.0として回分式操作による脱窒反応の結果を図1に示した。酪酸の減少にともない NO_3^- イオンは減少し N_2 が発生し、 NO_3^- の減少量と N_2 発生量の量論関係より脱窒反応式は次式で表された。



式(1)の反応式ではC/N比は0.86となるが、測定された酪酸及び NO_3^- の減少量より得られたC/N比は2.04あった。式(1)と実験で得られたC/N比の差は菌体の増殖のため同化代謝に使用されたものと考えられる。同様にプロピオン酸及び酢酸の脱窒反応式は次式で表された。



式(2)、(3)より得られる理論的C/N比は酢酸、プロピオン酸に対して1.07及び0.92であるが実験で得られたC/N比は酢酸に対して1.71、プロピオン酸に対して1.05であった。酢酸のC/N比は、酢酸、プロピオン酸、メタノールやグルコース等のC/N比より大きく、実験でもMLVSSの増加が非常に大きかった。

脱窒反応速度式はMonod型速度式で次式で表されるとする。

$$\frac{dC_N}{dt} = \mu_{mn} \times \frac{C_N}{K_N + C_N} \quad \frac{C_c}{K_c + C_c} \quad (4) \quad \frac{d\varepsilon}{dt} = \gamma \frac{dC_N}{dt} \quad (5) \quad \gamma \text{はC/N比である。}$$

$\mu_{mc} = \gamma \mu_{mn}$ とし $K_N \ll C_N$ では

$$\frac{dC_c}{dt} = \mu_{mc} \times \frac{C_c}{K_c + C_c} \quad (6)$$

回分実験の結果より求められた速度定数を表-2に示した。表-2の速度定数を用い式(2)による酪酸、 NO_3^- 、 N_2 ガスの時間変化の計算値を図1に実線で示した。プロピオン酸、酪酸を水素供与体とした場合、最大硝酸分解速度はメタノールやグルコースに比べ大きく脱窒速度は速いが、飽和定数が大きいため反応器内の基質濃度が低下すると、脱窒速度の減少が大きい。

(2) 連続操作による脱窒

プロピオン酸を水素供与体とした脱窒反応の表3に示した操作条件による変化を図2に示した。図中P-②、P-④の実験で初期の濃度変化が大きいのは負荷量の変化によるものである。液のpH及びOPRは8.5~9.0及び $-60 \pm 40 \text{ mV}$ であった。図3より得られるC/N比は 1.05 ± 0.11 である。

4. まとめ

- 1、酢酸、プロピオン酸、酪酸の脱窒反応式による理論的C/N比はそれぞれ1.07、0.92、0.86であるが、同化代謝を含むC/N比はそれぞれ1.71、1.05、2.04である。
- 2、最大硝酸分解速度及び有機酸飽和定数は酢酸に対して表2の結果が得られた。

参考文献

- 1) 黒田、島、榊原：メタン発酵菌及び脱窒菌固着微生物による有機物・硝酸性窒素同時除去に関する基礎的研究、衛生工学研究論文集24、231（1988）
- 2) 黒田、島、榊原：メタン発酵菌・脱窒菌混合固定化生物膜による有機炭素・窒素の同時除去、第26回下水道研究発表講演集。福岡（1989）

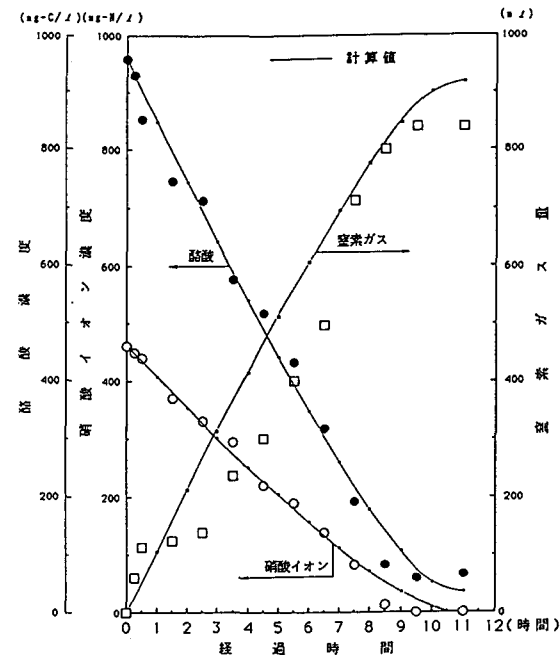


表1 無機塩溶液の組成

成分	濃度 (mg/l)
K_2HPO_4	5.5
KH_2PO_4	6.5
NaCl	3.0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	12.5
CaCl_2	3.5
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	6.0

表2 速度定数

	酢酸	プロピ	酪酸
菌体濃度	1500	3520	2600
最大硝酸分解速度	0.0220	0.0625	0.0231
最大有機酸分解速度	0.0373	0.0625	0.0462
硝酸飽和定数	1	1	1
有機酸飽和定数	24	260	120

表3 実験条件

	プロピオン (mg-C/l)	硝酸イオン (mg-N/l)	流量 (l/day)
P-①	850	612	19.14
P-②	387	316	19.15
P-③	777	547	13.32
P-④	445	324	11.88

図1 回分実験結果 (酪酸)

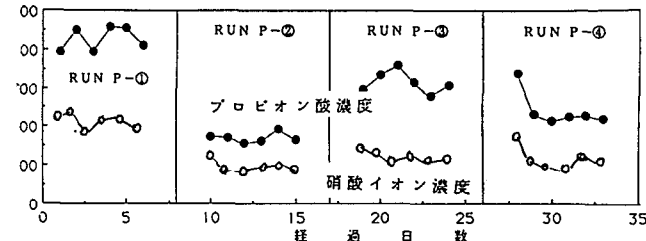


図2 連続実験結果 (プロピオン酸)