

II-472 メタン発酵リアクターの嫌気性細菌群の代謝活性に及ぼす高級脂肪酸の阻害効果

積水化学工業 正 ○津恵直美
 長岡技術科学大学 正 原田秀樹 正 桃井清至 正 滝沢智
 長岡技術科学大学 学 亀井昌敏

1. はじめに

脂質含有廃水を嫌気性処理に適用すると、加水分解生成物である高級脂肪酸が嫌気性細菌群に吸着し、その代謝反応を阻害する可能性がある。そこで、上昇流嫌気性スラッジブランケット(UASB)型反応器内の汚泥を用いて、嫌気性処理において重要な働きを担う酸生成菌、酢酸資化性メタン菌、水素資化性メタン菌の3つの菌群について、高級脂肪酸の及ぼす阻害効果を検討した。また、高級脂肪酸の種類による阻害程度の差異、種汚泥の種類による阻害抵抗性の差異を比較検討した。

2. 実験方法

実験条件を表-1に示した。供試汚泥は、ショ糖馴養UASB反応器(流入濃度3000mg COD/l, 容積負荷11kgCOD/m³dayで運転)からのグラニユール汚泥とそれを嫌氣的に分散処理した汚泥、及び牛乳馴養UASB反応器(流入濃度3000mgCOD/l, 容積負荷10kgCOD/m³dayで運転)からのグラニユールを嫌氣的に分散処理した汚泥の3種である。酸生成活性及びメタン生成活性は、セラムバイヤル(容量122ml, 反応液量50mlただしH₂+CO₂からのメタン生成活性を求める場合は20ml)に嫌氣的操作(完全O₂freeN₂ガス噴射法)で汚泥、基質、高級脂肪酸ナトリウム塩、無機塩類を投入し35±1°Cで振とう培養し、経時的にVFA濃度、ガス組成、生成ガス容積を測定することにより求めた。また、酸生成活性は、2-プロピオン酸(CoenzymeMアナログ物質、2-BESAと略す)を添加するものと無添加系で行った。

表-1 実験条件

対象活性	酸生成		メタン生成		
	基質	Glucose	Acetate		H ₂ +CO ₂
反応液1l当りの基質量(mgCOD)		2500	2500		2570
汚泥	馴養基質	ショ糖	ショ糖	牛乳	ショ糖
	状態	分散	分散	グラニユール	分散
濃度(mgCOD/l)	1000	1000	1000	1000	1000
高級脂肪酸 (○:活性測定)	C ₈	○			
	C ₁₀	○			
	C ₁₂	○			
	C ₁₄	○			
	C ₁₆	○			
	C ₁₈	○			
	C _{18:1}	○	○	○	○

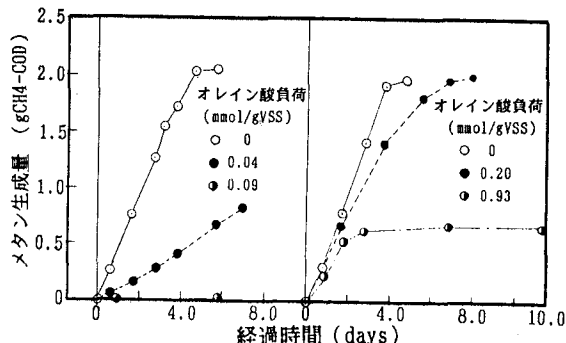


図-1 メタン生成の経時変化 (from Acetate)

3. 実験結果及び考察

図-1にショ糖分散汚泥とショ糖グラニユール汚泥の、酢酸からのメタン生成活性に及ぼすオレイン酸C_{18:1}の影響を検討したバイヤル実験の一例を示す。分散状では高級脂肪酸の濃度増加とともにメタン生成活性の低下がすぐに現れた。グラニユール状では液相の高級脂肪酸がグラニユール内部まで浸透吸着されるのに2~3日の時間を要し、その後メタン生成活性が低下した。

図-2にオレイン酸を添加した時のショ糖分散汚泥のH₂/CO₂からのメタン生成量の経時変化の一例を示した。水素資化性メタン菌に対する阻害はlag timeの増加と、その後のメタン生成活性の低下という2つの形で現れた。

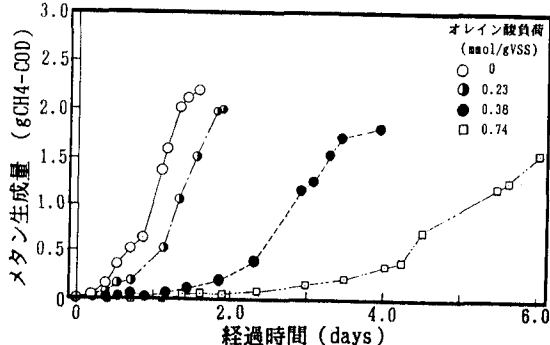


図-2 メタン生成の経時変化 (from H₂+CO₂)

図-3にシヨ糖分散汚泥及び牛乳分散汚泥における、 H_2/CO_2 メタン生成活性に対するオレイン酸負荷とlag timeの関係を示した。lag timeは、1gVSSあたり0.25COD(投与CODの約10%)に相当するメタン生成がされるまでの時間とした。lag timeが直線的に増加していることから、投与した高級脂肪酸がある程度分解されてからメタン生成が始まることが予想される。

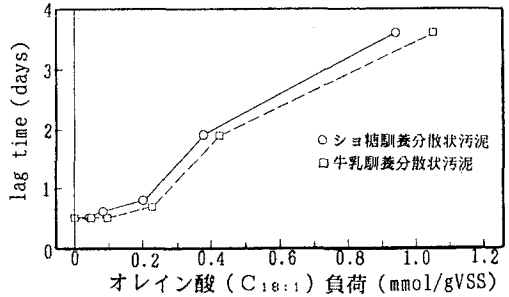


図-3 オレイン酸 (C_{18:1}) 負荷と H_2/CO_2 メタン生成活性発現の遅れ時間の関係

図-4に各種菌群の代謝活性にオレイン酸の及ぼす影響を示した。図より酢酸資化性メタン菌が最も高級脂肪酸の阻害を受けやすく、次いで水素資化性メタン菌、酸生成菌の順であることがわかる。このような阻害抵抗性の差異は、菌種により細胞表面構造が異なるために生じたと考えられるがその阻害メカニズムの解明は今後の課題である。

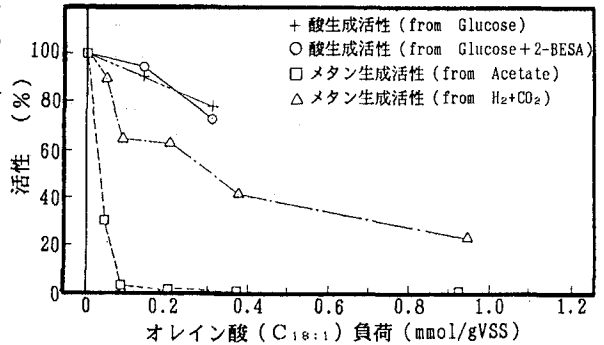


図-4 各種菌群の代謝活性にオレイン酸 (C_{18:1}) の及ぼす影響

図-5にシヨ糖分散汚泥、酢酸基質の場合の高級脂肪酸種類による阻害性の差異を示した。図より、阻害性の強さは、 $C_{18:1} > C_{14} > C_{12} > C_{16} > C_{18} > C_{10} > C_8$ の順であることがわかる。またこの順は35°Cにおける、各ナトリウム塩の疎水面への吸着性の強さの順に一致しており、阻害効果の大きさは吸着量に支配されるものと考えられる。

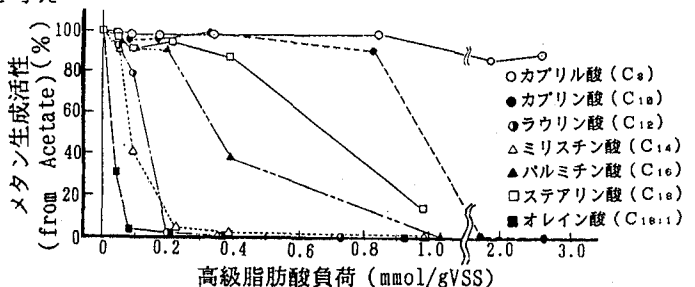


図-5 各種高級脂肪酸付加による酢酸からのメタン生成活性(汚泥:シヨ糖分散)

4. おわりに

各種細菌群に及ぼす高級脂肪酸の影響を調べた結果、阻害は、活性の低下及びlag timeの増加という形で現れ、酢酸資化性メタン菌 > 水素資化性メタン菌 > 酸生成菌の順で阻害を受け易いことがわかった。また、酢酸からのメタン生成に対して、阻害は、炭素数12, 14のものが強く、また飽和脂肪酸よりも不飽和脂肪酸の方が強いことがわかった。さらに、分散状汚泥よりもグラニュール状汚泥、シヨ糖馴養汚泥よりも牛乳馴養汚泥の方が阻害抵抗性があることがわかった。

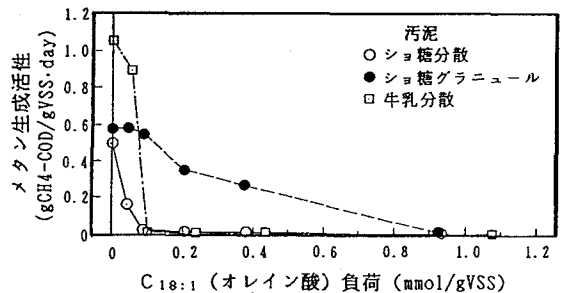


図-6 供試汚泥による阻害程度の比較(テスト基質:酢酸)

なお、本研究は科研費試験研究(1)の補助を受けたことを付記する。