

II-479

上昇流嫌気性スラッジブランケット型反応器で形成した自己造粒汚泥のメタン生成活性(II)
—補酵素F₄₂₀含量と飢餓耐性について—

長岡技術科学大学 学 ○貝谷吉英
長岡技術科学大学 正 原田秀樹 正 桃井清至 正 滝沢智
(株)西原環境衛生研究所 正 外村雅生

1はじめに UASB反応器の高速処理性能は反応器に保持されるバイオマス現存量とその基質除去活性に依存している。また、自己固定化嫌気性汚泥のグラニューロ状構造形態の維持は、UASB法の水量、水質ショックロード、阻害物質の衝撃的流入、再スタートアップなどに対する安定性に大きく寄与していると思われる。そこで本報では、UASB反応器を異なる炭素源で運転し、そこで培養形成されたグラニューロ汚泥の種々のテスト基質に対するメタン生成活性を把握し、あわせて汚泥の補酵素F₄₂₀含量との相関関係を検討した。さらにグラニューロ汚泥のメタン生成活性に対する無基質保存(飢餓時間)の影響についても検討を行った。

2. 実験方法

2.1 メタン生成活性と補酵素F₄₂₀含量 メタン生成活性は、120ml容量のセルムバイアルを用い、実験操作は還元銅カラムを通した完全O₂フリーのN₂ガスにより、嫌気的に行った。使用したグラニューロ汚泥はUASB反応器で長期(少なくとも1年以上)連続培養したものである。また、対照として植種源である都市下水処理中温消化汚泥についても行った。なお、バイアル内は無機塩、還元剤、酸化還元指示薬、緩衝液(pH7.0)を含み、バイアル内の最終汚泥濃度は1500~2500mg-VSS/lに調整し、35±1°Cで培養した。補酵素F₄₂₀の測定は既報¹⁾に従った。

2.2 グラニューロ汚泥のメタン生成活性に対する無基質保存(飢餓時間)の影響 使用したグラニューロ汚泥は、酢酸培養汚泥(流入濃度 3000mg-COD/l, 容積負荷15kg-COD/m³·day), 牛乳培養汚泥(流入濃度 1500mg-COD/l, 脂質含有率50%-COD、容積負荷10kg-COD/m³·day)で35°Cにおいて長期連続培養したものである。供試汚泥は、グラニューロ状汚泥(intact)とそれを嫌気的にワーキング・ブレンダーで処理した分散状汚泥(dispersed)の2系で行った。テスト基質は酢酸(2500mg-COD/l), H₂+CO₂(4:1, 1atm 気相部80ml), ショ糖(2500mg-COD/l)を用い、バイアル内の最終汚泥濃度は1000mg-VSS/lとした。保存温度は5, 20, 35°Cで静置保存した。

3. 実験結果および考察

3.1 メタン生成活性と補酵素F₄₂₀含量の関係 表-1に種々のテスト基質のメタン生成活性と供試汚泥の補酵素F₄₂₀含量を示した。酢酸以外の基質で培養したグラニューロ汚泥の補酵素F₄₂₀含量は、植種汚泥(中温消化汚泥)のその7~23倍高くなっている。一方、酢酸培養グラニューロ汚泥では、他のグラニューロ汚泥よりもワンオーダー低い含量となっており、また、他の汚泥と比較してギ酸、H₂/CO₂からのメタン生成活性が著しく低かった。このことから酢酸培養グラニューロコンソーシア内の水素資化性メタン生成菌の割合は著しく小さく、酢酸資化性のMethanotrix属が優勢となっていることがわかる。メタノール培養グラニューロ汚泥では、テスト基質がショ糖、プロピオン酸および酢酸の時のメタン生成活性は小さく、それらを資化するバイオマスの存在割合が小さいことがわかる。また、H₂/CO₂からのメタン生成活性は大きく、Methanosarcina属がこのリアクターでは優勢となっていることがわかる。エタノール培養グラニューロ汚泥ではプロピオン酸分解菌の存在が非常に小さく、水素資化性メタン生成菌がバイオマス中で優勢となっていることがわかる。また、図-1にテスト基質としてギ酸を用いた場合のメタン生成活性と補酵素F₄₂₀含量の関係を示した。正の相関が認められるのは、テスト基質がギ酸の場合だけである。これは、水素あるいはギ酸利用のメタン生成菌の補酵素F₄₂₀含量が酢酸資化性メタン生成菌のそれよりワンオーダー以上高いことによるものと思われる。

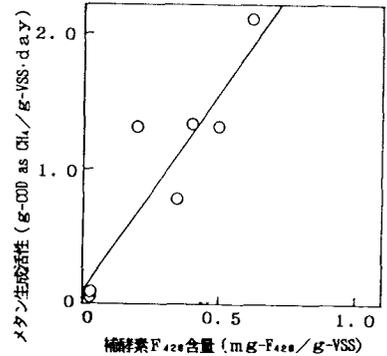


図-1 テスト基質としてギ酸を用いた場合のメタン生成活性と補酵素F₄₂₀含量の関係

表-1 種々のテスト基質のメタン生成活性と供試汚泥の補酵素F₄₂₀含量

培養基質	容積負荷 (kg-COD/ m ³ ·day)	F ₄₂₀ 含有率 (mg/g-VSS)	各テスト基質に対するメタン生成活性 (g-COD as CH ₄ /g-VSS·day)							
			ショ糖	ギ酸	プロピオン酸	酢酸	有機酸	H ₂ +CO ₂	エタノール	メタノール
有機酸	37	0.645	0.740	2.100	0.430	0.730	0.920	1.330	—	—
酢酸	26	0.030	0.180	0.086	0.035	2.100	1.800	0.110	—	—
米麹粉	9	0.402	0.600	1.330	0.230	0.900	0.710	1.300	—	—
ショ糖	8	0.206	0.500	1.300	0.160	0.620	0.600	1.370	—	—
エタノール	16	0.498	0.200	1.310	0.012	0.110	—	2.800	0.810	—
メタノール	30	0.345	0.110	0.780	0.014	0.011	—	1.700	—	0.220
消化汚泥①	—	0.028	0.100	0.060	0.034	0.045	—	0.213	0.110	0.022
消化汚泥②	—	0.022	0.044	0.055	0.013	0.017	0.010	0.032	—	—

3. 2 グラニュール汚泥のメタン生成活性に対する無基質保存(飢餓時間)の影響 図-2に酢酸培養汚泥

におけるテスト基質が酢酸の場合の結果を示す。保存温度35°Cの場合のメタン生成活性の低下は著しく大きく、続いて20°C、5°Cの順でメタン生成活性は減少している。また、グラニュール状と分散状のメタン生成活性に著しい差は生じなかった。図-3~6に牛乳培養汚泥の結果を示す。テスト基質が酢酸の場合(

使用記号	汚泥状態	保存温度
■	intact	35°C
□	dispersed	35°C
▲	intact	20°C
△	dispersed	20°C
●	intact	5°C
○	dispersed	5°C

図-3)、3~10日でメタン生成活性が増加している。これは牛乳培養グラニュール汚泥の細胞表面に吸着蓄積していた高級脂肪酸(HFA)が分解されてそのメタン生成活性へ及ぼす阻害効果が低減されたからであろうと思われる。保存温度35°Cのものは、著しくメタン生成活性が低下しているが、保存温度が5°Cおよび20°Cのものには活性の低下は認められない。これはHFAの阻害作用の低減効果がオートライシスによるメタン生成活性の低下をマスキングしているからであると思われる。また、グラニュール状より分散状のほうがメタン生成活性の低下が大きい。テスト基質が水素の場合(図-4)、初期にグラニュール状より分散状のメタン生成活性が大きいのは、水素基質の拡散移動抵抗によるものであろう。保存温度35°Cの場合、グラニュール状で66%、分散状で48%のメタン生成活性の低下が認められるが、5°Cおよび20°Cの場合は、著しい変化は認められない。テスト基質がショ糖の場合(図-5)、メタン生成活性の低下は、保存温度が高いほど大きい。図-6にグラニュール汚泥の無機質保存に対する平均粒径の変化を示した。粒径は保存温度にかかわらず変化しない。このことは長期飢餓状態にあってもグラニュール構造は崩壊することのない、安定した構造形態であることを示している。

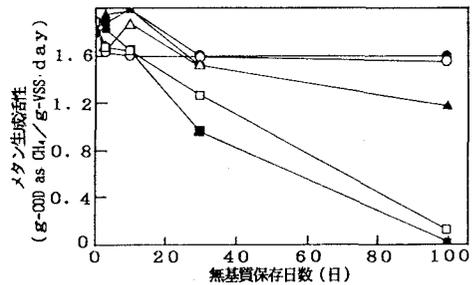


図-2 酢酸培養汚泥の無基質保存に伴うメタン生成活性の変化(テスト基質が酢酸の場合)

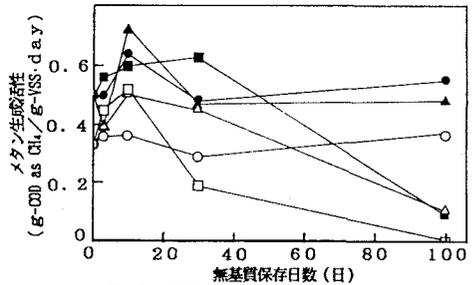


図-3 牛乳培養汚泥の無基質保存に伴うメタン生成活性の変化(テスト基質が酢酸の場合)

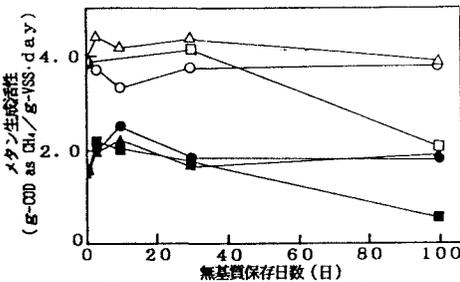


図-4 牛乳培養汚泥の無基質保存に伴うメタン生成活性の変化(テスト基質が水素の場合)

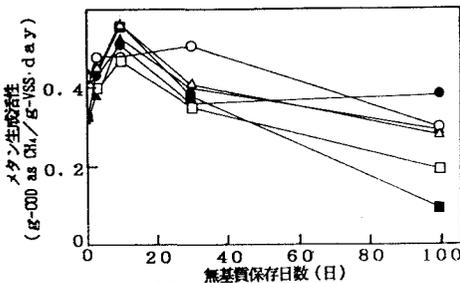


図-5 牛乳培養汚泥の無基質保存に伴うメタン生成活性の変化(テスト基質がショ糖の場合)

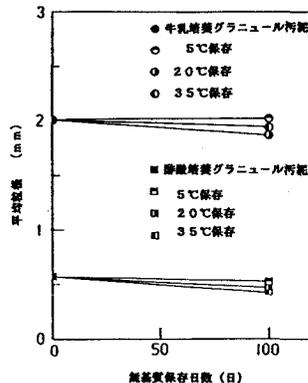


図-6 グラニュール汚泥の無基質保存日数に対する平均粒径の変化

4. まとめ 1) 種々の基質で培養形成したグラニュール汚泥のメタン生成活性と補酵素F₄₂₀含量は、テスト基質がギ酸の時のみに正の相関関係が認められた。2) 長期飢餓状態に放置した汚泥のメタン生成活性の低下は、保存温度が高い程著しかった。また、酢酸培養汚泥のグラニュール状と分散状では活性低下の大きさに差は生じなかった。牛乳培養汚泥では酢酸利用メタン生成菌の方が水素利用メタン生成菌より活性低下が著しかった。

5. 参考文献

- 1) 原田ら: 衛生工学研究論文集 Vol. 25 p161~170 (1989)