

II-481

嫌気性消化における水素資化性メタン菌の活性維持効果

大成建設株式会社 生物工学研究所 正会員 新村泰子 友沢孝

1.はじめに

嫌気性発酵槽では、有機物低分子化に伴い発生する水素によって水素分圧が上昇すると、高分子有機物の分解反応に寄与する水素生成性共生酢酸生成菌の活性が低下する。その結果、酢酸資化性のメタン生成菌の増殖活性が低下し、発酵槽全体の効率に影響を与える。そこで水素分圧を菌構成から制御する目的で水素資化性メタン生成菌に着目し、発酵槽内のその役割について検討した。

2.実験方法

2.1.培養基質によるメタン発酵の条件評価

供試菌体は、下水処理場より採取した消化汚泥を使用した。それぞれ6ℓずつ3本のリアクターに投入した。リアクターは有効容積8.1ℓを用い、HRTは20hrとし、投入汚泥のMLSSは38200mg/l、MLVSSは19200mg/lであった。培

養基質の単一炭素源¹⁾はそれぞれギ酸ナトリウム、酢酸ナトリウム、グルコースとした。培養温度は30℃である。評価は、電子運搬体の役割を果たす補酵素F420²⁾と、生菌数を表すATP³⁾のリアクター内菌培養液の経時変化及び、TOCとpHの原水、処理水の経時変化で行った。

2.2.水素資化性メタン菌の添加による発酵促進

2.2.1.水素資化性メタン菌によるプロピオン酸の分解促進

供試菌体は、下水処理場より採取した消化汚泥^①と、2.1.でグルコース培地で培養した菌^②を使用した。実験は、125mlバイアルを用いたバッチテストにより評価を行った。使用菌体、菌体濃度、基質濃度、プロピオン酸添加濃度等を変えた8種類の条件を表-1に示す。括弧内はプロピオン酸の換算濃度である。37℃にて振とう培養し、途中で水素資化性メタン菌(*Methanobacterium Formicium*)とその基質であるギ酸を添加した。コントロールとして、No.7、8にはそれぞれの菌体にプロピオン酸を加えないものを用意した。経時的にサンプリングを行い、有機酸、F420、ATP、TOCについて測定した。

2.2.2.水素資化性メタン菌添加によるメタン発酵リアクターの反応促進

2.2.1.のバッチテスト結果を2.1.のリアクター実験に適用し、リアクター内の反応促進について検討した。

3.実験結果及び、考察

3.1.培養基質によるメタン発酵の条件評価

図-1に、3種のリアクターについてのTOC除去率の経時変化を示す。ギ酸基質におけるTOC除去率は高く、メタン発酵が効率よく行われている。グルコース基質の場合、TOC除去率は低下している。また、グルコース基質における原水はpH9を示し、処理水はpH6であった。TOC除去率、pHの挙動から、グルコース基質のリアクター内部には有機酸が蓄積をし始め、培養液が酸性に傾いているということが考えられる。

図-2に、3種の培養基質のF420/ATPの経時変化について示した。ギ酸基質の場合、増加を続け、ある一定値をとるようになった。また、それに対して

表-1 実験条件

(単位:mf)

サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8
菌体①	40.0	40.0	40.0	40.0	3.0	3.0	40.0	3.0
菌体②	--	--	--	--	40.0	40.0	--	40.0
プロピオン酸 (ppm換算)	2.5 (50)	5.0 (250)	10.0 (500)	15.0 (750)	5.0 (250)	10.0 (500)	--	--
バッファー	57.5	55.0	50.0	45.0	52.0	47.0	60.0	57.0

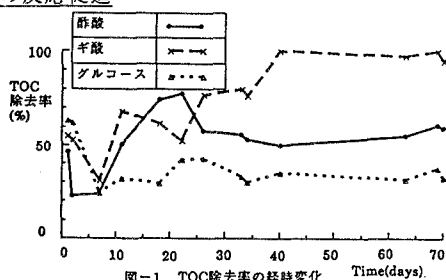


図-1 TOC除去率の経時変化

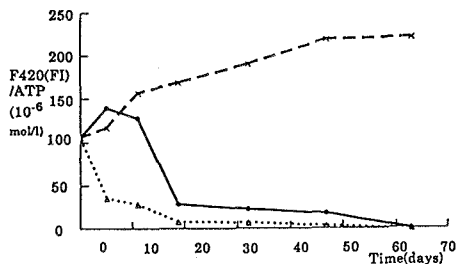


図-2 培養基質別F420/ATPの経時変化

酢酸やグルコース基質の場合は、経時的に減少し続け、遂にはゼロになってしまった。グルコース基質の場合は、理論的には、グルコースが低分子化して、直接的には酢酸系または水素+二酸化炭素(ギ酸)系の両方よりメタンを生成するはずである。したがってギ酸を基質とするメタン菌も生育しているわけであるが、実際にはグルコース基質におけるF420は減少し2ヵ月後にはゼロになってしまった。このことは、グルコース基質の培養液中で有機酸が蓄積し酸性化すると、培養液中で酸生成菌などが増殖し、増殖の遅いメタン菌より優先種となり、メタン菌の増殖を阻害したと推察できる。これらのことよりF420は、酢酸資化性メタン菌には存在せず、水素資化性(ギ酸資化性)メタン菌のみに存在するものと考えられる。

3.2.水素資化性メタン菌の添加による発酵促進

3.2.1.水素資化性メタン菌によるプロピオン酸の分解促進

図3~4にバッチ実験におけるプロピオン酸の分解と、F420/ATPの経時変化を示した。8日目にプロピオン酸の負荷をさらに大きくするために、それぞれプロピオン酸を添加した。水素資化性メタン菌を添加することによって、プロピオン酸の分解は促進され、F420/ATP値は上昇した。このことより、水素資化性メタン菌により水素が消費され、有機酸の分解が進み、さらに水素資化性メタン菌が活性化したことを示している。また、その後に添加したギ酸によって、水素資化性メタン菌の活性は維持もしくは上昇した。

3.2.2.水素資化性メタン菌添加によるメタン発酵リアクターの反応促進

図5に、リアクターにおける水素資化性メタン菌添加実験の結果を示した。グルコース基質のリアクターのTOC除去率が低下したことを確認した上で、水素資化性メタン菌を加えると、TOC除去率は回復し、F420も活性化した。さらに、ギ酸を添加するとその傾向が強くなり、ギ酸添加を止めるとまた処理性能が悪化した。以上の結果より、メタン発酵の処理能維持のために、水素資化性メタン菌を添加し水素分圧上昇を抑え、その活性をギ酸によってコントロールする方法は有効であると考えられる。

本研究は建設省土木研究所汚泥研究室との共同研究の一環として実施したものであることを追記する。

4.参考文献

- 1)山里一英ら編集 微生物の分離培養 R&Dプランニング p.679-687,1986
- 2)外山立人 松本隆任 田口裕一 ATPBioluminescence(luciferase Assay)を用いた細菌増殖率の評価 北海道医学雑誌 60(1)125-133,(1985)
- 3)J.Dolfing et.al. *Applied and Env. Microbiology*, 49(45)1142-1145(1985)

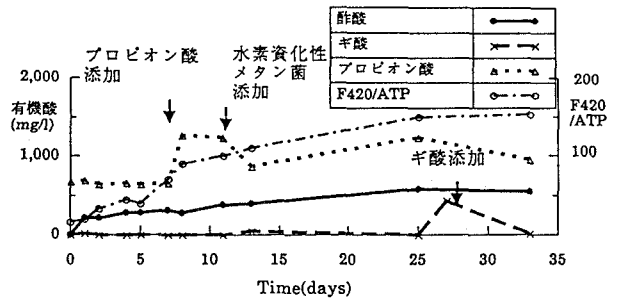


図-3 No.3における有機酸とF420/ATPの経時変化

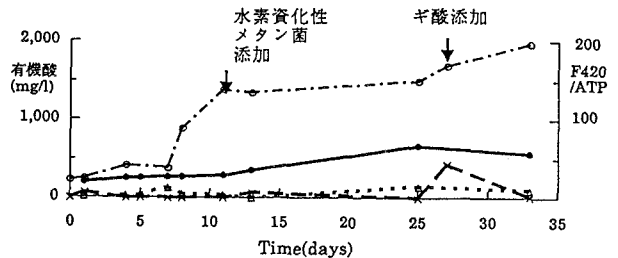


図-4 No.7(Control)における有機酸とF420/ATPの経時変化

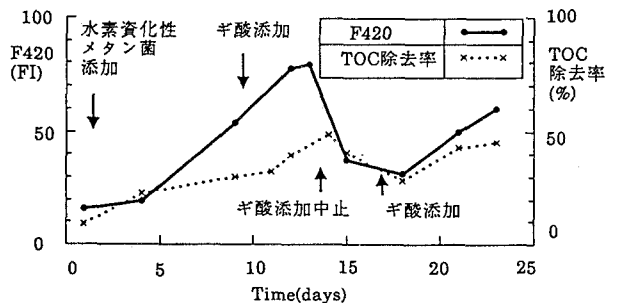


図-5 グルコース基質におけるF420とTOCの関係