

製麺废水のメタン発酵について

東北大学工学部 学生員 ○ 李 玉友
 東北大学工学部 学生員 木 木 亨
 東北大学工学部 正 員 野池達也

1. ま え が き

製麺废水には溶解性糖類が多量に含有しているが、窒素とリンが少ないので、嫌気性生物処理法を用いれば、活性汚泥法で処理することより、窒素とリンの添加量および余剰汚泥生成量の減少することが期待されるだけでなく、反応の最終生成物として生成されたメタンガスは燃料として利用できる。また製麺废水そのものはもともと加熱されて排出されたものであるので、消化槽の保温も容易である。上記の製麺废水の特性を考慮すれば、メタン発酵を行うことは合理的で、経済的にも有益であるので、積極的に応用すべきと考えられる。そこで、本研究は基礎的な参考資料を取るために、半連続実験と連続実験を用い、製麺废水のメタン発酵について実験的な検討を行ったものである。

2. 実 験 材 料 および 方 法

半連続実験の装置は120 mlのバイアル瓶を用い、1日3回の基質投入を行なった。連続実験の装置は図1に示したような二段消化プロセスを用いた。反応槽Aと反応槽Mの容積はそれぞれ1.45ℓ、6.0ℓと設定した。反応温度を35℃±1℃と設定した。用いた废水は久々製麺工場から採取したもので、その废水の化学性状は表1に示した。上記の废水に表2に示した比率で無機塩分を添加して基質とした。

種汚泥は余剰汚泥の消化

汚泥に上記の調節された废水を加えて三カ月以上馴致したものをを用いた。

3. 実験結果および考察

(1) 半連続実験: 用いた基質は表1に示したサンプルAであり、表3に定常状態でのPH値を示した。図2には半連続実験におけるCOD物質収支を示した。これによれば、HRT 1.0日の場合、基質の

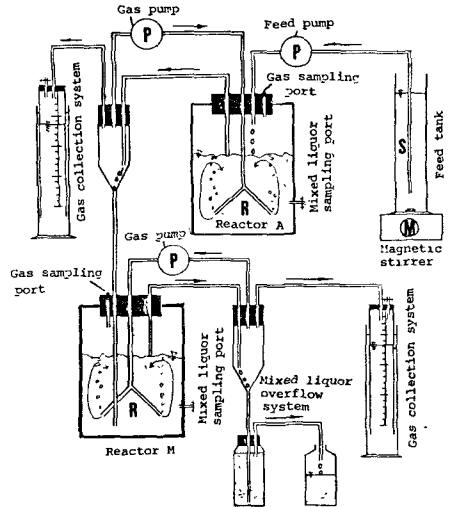


図 1 連続実験の装置

表 1 製麺废水の化学性状

Samples	A	B
pH	5.70	6.29
T-COD (mg/l)	7677	4843
S-COD (mg/l)	5959	4000
SS (mg/l)	1000	--
VSS (mg/l)	966	--
T-carbohydrate (mg/l)	6844	4507
T-protein (mg/l)	466	310

表 2 無機塩分の添加比率

Component	Concentration (mg/l)
COD	10000
NH ₄ HCO ₃	5254
K ₂ HPO ₄	125
MgCl ₂ ·6H ₂ O	100
MnSO ₄ ·4H ₂ O	15
CuSO ₄ ·5H ₂ O	5
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.125
FeSO ₄ ·7H ₂ O	25

表 3 各HRTにおけるPH (半連続実験)

HRT (days)	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0
pH	5.0	5.0	5.9	6.1	6.3	6.3	6.8	6.8

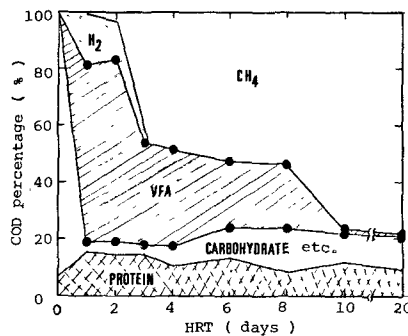


図 2 半連続実験におけるCOD物質収支

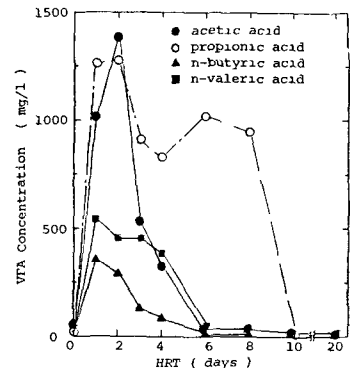


図 3 HRTによるVFA組成の変化 (半連続実験)

約80%がすでに揮発性有機酸(VFA)に転化されたが、PHの値は5.00とな、
ていので、メタン菌の増殖が抑制され、メタン生成段階が進行できずに
酸生成段階のみが進行していた。HRT3.0以上の場合には、PHが6.0前後
になるにもかかわらず、メタン発酵が進行している。HRT8.0日以上にな
ると、CODの約80%はメタンになる。また、VFAの变化に着目すると、図3
に示したように、HRT4.0日以上においては残留するVFAの大部分はプロ
ピオン酸であることが知られている。このことはプロピオン酸が蓄積し
やすいあるいは分解しにくいことを示唆している。表4にHRT1日と
HRT2日条件における酸生成相の産物の収率を示した。ここでバイオマス
の量は増殖したタンパク質の濃度から推算したものである(増殖したバ
イオマス=増殖したタンパク質×2と仮定)。表4によれば、プロピオ
ン酸の収率は0.25でVFA中一番高い値となっている。一方、Zoetemeyer⁹⁾
はグルコース10000mg/lを基質としてPH調整の実験を行、ている。それ
によれば、PH5.0前後ではプロピオン酸が微量しか生成されなかった。こ
のよう酸生成相産物の差異は酸生成時の代謝経路の多様性を反映していると
考えられる。写真1はPH5.0条件において増殖した酸生成菌の走査型
電子顕微鏡写真である。

表 4 酸生成相における産物の収率
(pH=5.00)

Component	Yield (as COD)	
	HRT=1.0 (day)	HRT=2.0 (day)
CH ₄	--	0.03
H ₂	0.18	0.12
Acetic acid	0.14	0.19
Propionic acid	0.25	0.25
n-Butyric acid	0.08	0.07
n-Valeric acid	0.15	0.12
Biomass	0.18	0.14

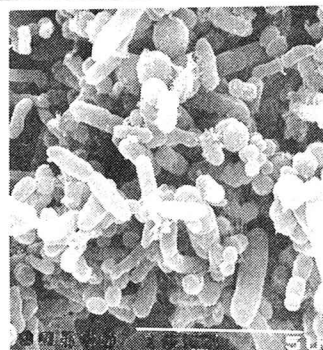


写真 1 pH5.00条件における酸生成菌
の電顕写真 (×8000)

(2).連続実験: 用いた基質とHRTの違いによ
って実験Run.1と実験Run.2に分けられる。
Run.1とRun.2の基質はそれぞれ表1に示
したサンプルB、サンプルAを用いた。表5
には連続実験の結果およびパラメータを示し
ている。Run.2の実験では反応槽A(HRT
1.08日、基質負荷4.1g/l・日)におけるT-COD
除去率は55%、生成されるガス中のメタン含有
率は60%に達している。また反応槽Aから排
出した混合液はさらに反応槽Mで発酵させる
ことにより、T-COD除去率は80%まで

表 5 連続実験の結果

Experiment Parameters	Run.1 (Sub.: Sample B)		Run.2 (Sub.: Sample A)	
	Reactor A	Reactor M	Reactor A	Reactor M
HRT (days)	0.86	3.57	1.08	4.49
pH	6.40	7.04	6.61	7.00
T-COD (mg/l)	2218	1007	3436	1467
S-COD (mg/l)	1296	592	2132	824
T-Carbohydrate (mg/l)	358	235	338	75
T-Protein (mg/l)	762	556	1123	714
TOA (mg/l)	1224	168	491	38
Gas composition (mole%)				
N ₂	6	2	2	5
CH ₄	51	65	60	66
CO ₂	43	32	38	29
Gas production rate (ml/day·L)	1515	168	2176	110
T-COD removal (%) efficiencies	54.0	79.0 (accumulated)	55.0	80.9 (accumulated)

とやられる。Run.1の実験では、反応槽A(HRT0.86、基質負荷5.63
g/l・日)におけるT-COD除去率は54%であり、反応槽Aと反応槽
Mを併せてT-COD除去率も79%に達したが、反応槽Aにおいては
TOA濃度がRun.1の場合より高くなり、メタンガスの含有率も約
10%下がった。上記の結果より判断して製麹液のメタン発酵を行う
場合、HRT1.0日の単相メタン発酵プロセスを用いると、T-COD除去
率55%、メタン含有率50~60%の消化ガスが期待でき、また上記の
2段プロセスを用いれば、T-COD除去率80%、消化ガスのメタン含
有率60%の成績が期待できる。写真2はメタン菌Methanocarcina
の走査型電顕写真であり、この属のメタン菌は反応槽で多量に増殖し
ていることから、メタン発酵に大きく貢献していると推察される。

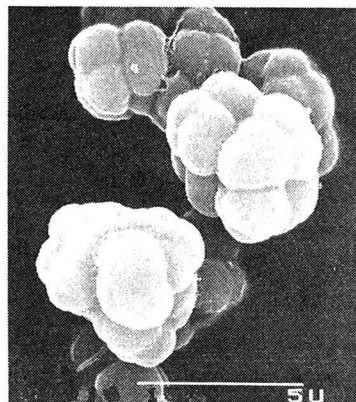


写真 2 メタン菌 Methanocarcina の電顕写真

〈参考文献〉 1) R.J.Zoetemeyer et al.(1982): Water Res. Vol.16,303