

II - 583

膜分離型反応槽における初沈汚泥の有機酸発酵に関する研究

京都大学工学部 学生員 岡田昭彦
 京都大学工学部 正会員 宗宮 功
 京都大学工学部 正会員 小野芳朗

1. はじめに

本研究では高度処理システム(水処理工程は凝集沈殿処理、オゾン処理、生物学的接触酸化工程、汚泥処理工程は有機酸発酵並びに回収、メタン発酵、残存固形物の脱水工程と焼却とで構成)の中心施設となる汚泥からの有機酸発酵及び有機酸の膜分離による回収技術を実用化レベルとするために、実下水処理場の凝集沈殿汚泥、初沈汚泥を利用して膜分離を用いた有機酸発酵に関する実験を行い、汚泥の違いによる有機酸発酵への影響を考察した。

2. 実験方法

実験装置を図1に示す。培養槽は開放系で撹拌されている。槽内は、空気曝気によりORPを制御し、温浴により温度を制御した。基質投入はチューブポンプを用いて連続的にを行い、培養液の引き抜きは日1回行った。

使用した膜分離装置は、ポリスルホン系合成樹脂、孔径 $0.4\ \mu\text{m}$ のMF平膜である。膜面洗浄のため膜モジュール下方より曝気を行った。ろ液はマイクロチューブポンプによるサクシオンによって引き抜かれる。ろ液引き抜きに伴う膜面閉塞の指標となる圧力損失を測定するためマノメーターをつけた。

用いた基質は、Run1ではR浄化センター初沈流入水凝集沈殿汚泥(凝集剤としてPAC、塩化第二鉄、ポリアクリルアミド系高分子凝集剤を使用)をアルカリ処理したもの、Run2ではF処理場の重力濃縮後の初沈汚泥(無処理)である。培養液量は8(L)である。基質投入量は2(L/day)で、ろ液引き抜き量は1.6(L/day)、培養液引き抜き量は0.4(L/day)としたので(ろ液率は0.8となる)、HRTは4(days)、SRTは20(days)となる。培養温度は30℃に保ち、ORPは300(mV)となるように空気曝気により制御した。R浄化センター初沈流入水凝集沈殿汚泥により約1ヶ月馴致した後Run1を行い、その後F処理場初沈汚泥により約3週間馴致した後Run2を行った。

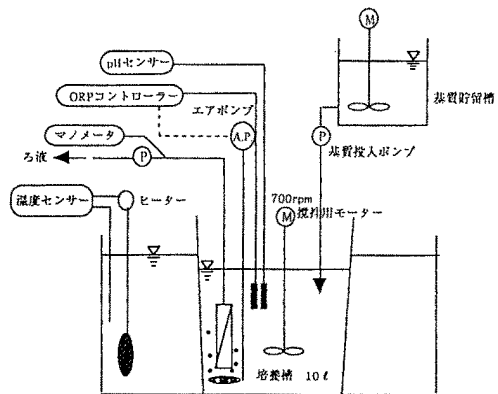


図1 実験装置図

3. 結果及び考察

基質として用いたR浄化センター初沈流入水凝集沈殿汚泥とF処理場初沈汚泥の性状を表1に示す。F処理場初沈汚泥の方が有機物の割合、特に全糖の割合が高いことがわかる。

得られたろ液の有機酸濃度を図2に、定常時における各測定項目の値を表2に示す。

pHに関して、Run1では7.1、Run2では5.1となった。一般的に酸生成の至適pH域は6.3～8.5といわれるが、Run2においては良好な有機酸生成の結果このpHになったと考えられるため、pH5.1付近でも良好な有機酸生成が行われることがわかった。

ORPに関しては、Run1、Run2共に若干のばらつきがあるもののほぼ300(mV)に保たれて、空気曝気によるORP制御は比較的うまく行えたと考えられ、生成した有機酸を消費するようなメタン細菌や硫酸塩還元菌等の細菌群を抑制できたと考えられる。

酸生成菌数は、Run1では 1×10^7 (cells/mL)、Run2では 5×10^5 (cells/mL)であった。Run2の値は若干低いもの

表1 基質汚泥の平均性状

	SS (mg/L)	VSS/SS	TOC (mgC/L)	DOC (mgC/L)	全糖/SS (gグルコース/SS)	タンパク質/SS (gアミノ酸/SS)
Run1	9050	0.68	1980	146	0.28	0.35
Run2	17133	0.79	4918	535	0.45	0.34

であるが、培養液のpHが7から5に変化したため酸生成菌の菌相が変わったと考えられる。

膜分離によって得られたろ液中の有機酸濃度は、Run1は573(mgC/L)、Run2は1582(mgC/L)であった。従って投入した有機物中、有機酸となった変換率はRun1 29%、Run2 32%となる。Run2の方が若干高い変換率となった。また有機酸の組成をみると、Run1の方が酢酸の割合が高いが、ともに酢酸、プロピオン酸の割合が高く、メタン発酵の基質、脱窒過程への投入有機物として利用しやすいものといえる。実際に再利用できる形、すなわちろ液として回収できる有機酸の量は有機酸濃度とろ液量を乗じたものである。投入基質に対する有機酸の回収率はRun1 23%、Run2 26%となる。またろ液のDOCの内有機酸の割合はRun1 80~88%、Run2 76~79%であった。使用した膜の孔径は0.4 μm であり、投入有機物の内0.4 μm 以下の大きさに加水分解されたものは速やかに有機酸に変換されたと考えることができる。

図3に炭素収支を示す。これはろ液または引き抜き培養液として系外に排出される炭素量を示したものである。ろ液または引き抜き培養液として把握できないものはガス化したと考えられる。ガス化率はRun1 13%、Run2 12%となった。

またろ液中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度はRun1 152(mgN/L)、Run2 503(mgN/L)であった。これは汚泥中に含まれるタンパク質が脱アミノ化して生成したものである。Run1、Run2のろ液の $\text{NH}_4^+\text{-N/DOC}$ 比は共に約0.24であり、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は有機酸濃度に比例して生じていることがわかった。

連続運転時の膜分離操作における圧力損失は、Run2において空気曝気と培養液攪拌により膜面洗浄が良好に行えたと考えられ、フラックスが0.12($\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$)において圧力損失が約0.04(atm)程度で安定してろ過が行えていた。

4.まとめ

- 1)pHが7あるいは5においても順調に有機酸生成が起きていると考えられ、約30%の有機酸変換率を得た。
- 2)有機酸組成は酢酸、プロピオン酸の割合が高く約80%となっている。
- 3)ろ液の内約80%が有機酸であり、孔径0.4 μm の膜により有機酸の精製が行われていると考えられる。
- 4)ろ液中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は有機酸濃度にはほぼ比例して生じている($\text{NH}_4^+\text{-N/DOC}$ は約0.24)。
- 5)膜分離操作においてフラックスが0.12($\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$)のとき、圧力損失0.04(atm)程度で安定したろ過が行えた。

【参考文献】 1)金東夏：下水の新高度処理システムにおける膜分離を用いた有機酸発酵に関する研究

京都大学学位論文(1995)

表2 定常時における各測定項目の値

	Run1	Run2	有機酸組成(%)	Run1	Run2
pH	7.1	5.1	酢酸	61	42
ORP(mV)	-300	-300	プロピオン酸	22	30
酸生成菌数 (cells/mL)	1×10^7	5×10^5	i-酪酸	8	4
有機酸濃度(mgC/L)	573	1582	n-酪酸	2	11
変換率	29%	32%	i-吉草酸	5	6
回収率	23%	26%	n-吉草酸	2	6

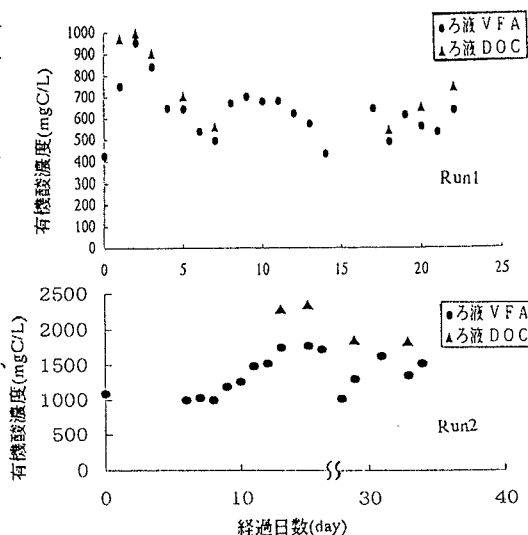


図2 有機酸濃度経日変化

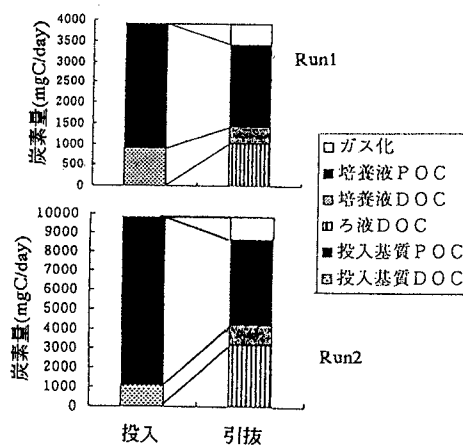


図3 炭素収支