

長岡技術科学大学 学 藤井 伸 夫
正 原 田 秀 樹
正 桃 井 清 至

1. はじめに 上昇流式嫌気性スラッジベッド反応器は、従来適用が難しかった低濃度廃水にも適用でき、かつ短滞留時間で高負荷にも対応できるという特徴を持っている。この反応器内汚泥は、粒径1mm前後の沈降性に優れた汚泥トラニュールを形成し、その結果極めて高い生物濃度の維持が可能となり、他者と比べて飛躍的に容積効率を向上させることができる。しかし本反応器システムの難点の1つは、汚泥トラニュールを形成するまでの過程のスタートアップ期間の運転条件にある。

そこで本研究は多段槽型UASBと、スロタイプ型UASB反応器を用いて、スタートアップ時の汚泥トラニュールの形成機構を比較検討したものである。

2. 実験方法 図-1に実験装置図を示す。反応器容積は7.06ℓである。供試汚泥は都市下水処理場の中温消化汚泥を使用した。基質は表-1に示す。反応器は恒温室内にて35℃に制御した。実験は2系列行い、1つは図-1に示すように多孔板により多段槽化し、各槽は10分間隔で30秒間8rpmで撹拌した。他方は多孔板も撹拌もなし以外は同一の反応器である。以後、後者を反応器A、前者を反応器Bと称することにする。

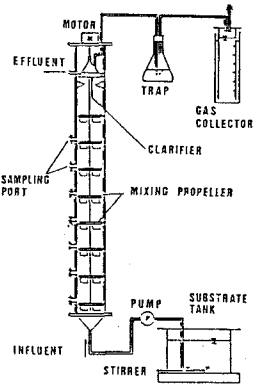


図-1 実験装置

表-1 基質組成

Sodium acetate	1,300 (mg-COD/l)
Lactic acid	1,500 (mg-COD/l)
Yeast extract	100 (mg-COD/l)
NaHCO ₃	800 (mg/l)
KH ₂ PO ₄	125 (mg/l)
(NH ₄) ₂ HPO ₄	700 (mg/l)
CoCl ₂ ·6H ₂ O	1.2 (mg/l)
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	1.0 (mg/l)
FeCl ₂	5.0 (mg/l)
CuSO ₄ ·5H ₂ O	5.0 (mg/l)
MgCl ₂ ·6H ₂ O	100.0 (mg/l)
MnSO ₄ ·4H ₂ O	15.0 (mg/l)
CaCl ₂	137.0 (mg/l)

3. 実験結果および考察 図-2に流出CODおよびCOD除去率の経日変化を示す。COD除去率が80%以上の安定した処理性能が得られるように、流入基質濃度を一定とし、撹拌速度を増加させることにより、容積負荷を増加させていった。

図-3にガス生成量の経日変化を示す。図-4に流出VFAの経日変化を示す。酢酸、プロピオン酸が若干残存している。図-5にMLSSとMLVSSの経日変化を示す。190日後の反応器内汚泥はA、BそれぞれMLSSで70、100 (g/l)にま

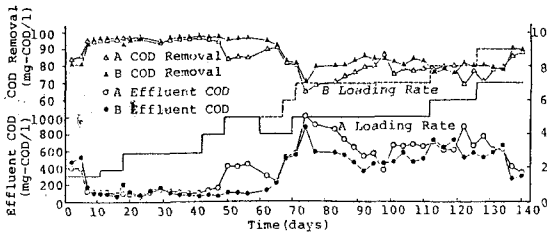


図-2 流出COD, COD除去率経日変化

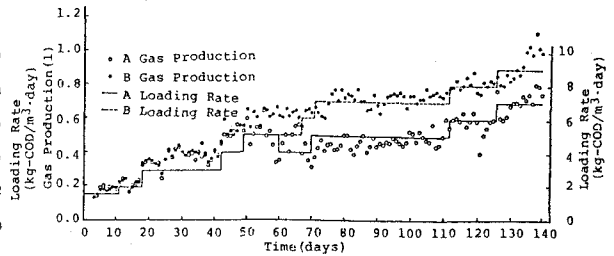


図-3 時間当リガス生成量経日変化

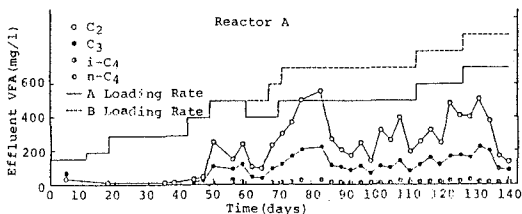


図-4(a) 流出VFA経日変化

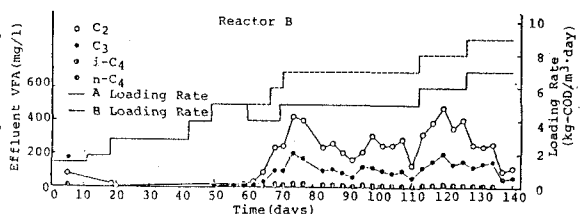


図-4(b) 流出VFA経日変化

で達している。図-6にはMLVSS/MLSS、およびSVIの経日変化を示す。MLVSS/MLSSは反応器Aでは140日後では65%であり、一方のBでは55%までなった。SVIはフタニールの形成に伴い減少し、140日後ではA、Bそれぞれ17、11 (ml/g)にまで達した。図-7に汚泥フタニール平均径の経日変化を示す。表-2に汚泥内無機成分組成の経日変化を示す。カルシウムは初期から7~8.8倍に増加し、リンは2.7~4.9倍にまで増加している。図8(a)~(e)に汚泥フタニールのSEMおよびXMAの写真を示す。(a)、(b)には糸状に増殖した *Methanothrix* が観察された((a)には *Methanosarcina* も認められる)。(c)はフタニールの低倍率の写真であり、フタニール内に棒状の結晶が埋もれている。(d)はその結晶に *Methanothrix* が、かさまて増殖している様子が観察される。(e)はその結晶のXMAによる点分析であり、カルシウムとリンの化合物であることを示している。

以上の結果より、本システムにおいてのスタートアップ期間における、カルシウム・リンの結晶物の蓄積がフタニール形成および沈降性の改善に大きく関与していることが推察される。なお本研究は、一部文部省科学研究費(奨励研究A)の補助を受けた。

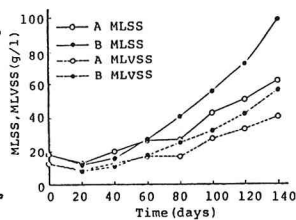


図-5 MLSS, MLVSS 経日変化

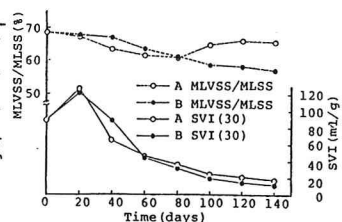


図-6 MLVSS/MLSS, SVI 経日変化

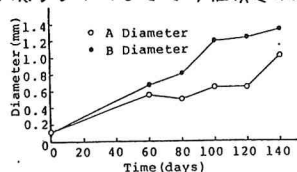


図-7 平均粒径経日変化

表-2 汚泥内無機成分組成

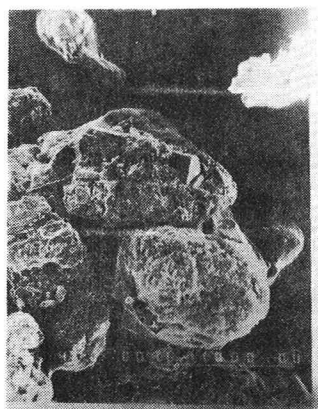
Time (day)	0	20	40	60	80	100	120	140
Element (mg/g-ss)								
Ca	A 12.7	16.8	28.6	55.3	68.0	68.0	73.3	99.0
	B 12.7	17.2	31.1	66.7	89.0	101.7	113.3	120.0
P	A 20.0	21.4	28.8	47.3	57.1	54.5		
	B 20.0	22.3	28.0	56.5	69.8	79.3		
Mg	A 4.0	3.2	2.8	2.3	1.9	1.8	1.9	1.7
	B 4.0	3.2	2.8	2.1	1.6	1.4	1.4	1.4
Fe	A 17.2	17.1	13.5	10.6	9.2	6.9	6.7	5.3
	B 17.2	17.0	14.9	8.1	6.3	4.8	4.7	3.0
K	A 1.8	2.2	3.2	2.8	3.0	3.0	3.2	3.0
	B 1.8	2.2	2.9	3.2	3.2	2.8	3.1	2.6
Zn	A 1.7	1.7	1.3	1.6	1.3	0.8	0.4	0.3
	B 1.7	1.6	1.6	1.1	0.6	0.4	0.2	0.1
Mn	A 1.2	2.0	3.4	3.1	2.8	2.2	2.0	1.7
	B 1.2	2.4	3.2	2.8	2.1	1.8	1.7	1.4
Na	A 0.9	10.3	10.3	6.9	3.7	3.7	4.1	2.6
	B 0.9	13.0	9.3	5.8	3.2	3.3	2.6	1.4



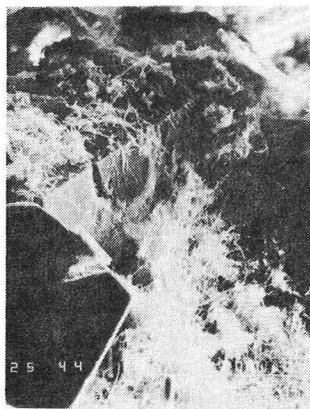
(a) 10 μm
A汚泥 4000倍



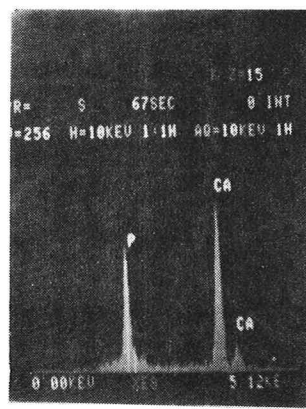
(b) 1 μm
A汚泥 10000倍



(c) 1000 μm
A汚泥 80倍



(d) 100 μm A汚泥 40倍



(e)

図-8 SEM, XMA写真