

II-479

合成基質による嫌気性処理法に関する基礎的研究

大日本土木(株)技術研究所 正会員 奈良松範
日本大学生産工学部 正会員 永田、金成
早稲田大学理工学部 正会員 遠藤郁夫

1. 緒論— 有機性廃水の好気性処理については数多く研究されてきたが、嫌気性処理法に関する研究は余り多くないのが現状である。特に、嫌気性活性汚泥法に関する基礎的資料が少なく、体系的研究が十分成されていない。本研究では、合成基質を用いた嫌気性活性汚泥法に関する実験的研究を行い、主として滞留時間について反応動力学的解析を試みたものである。

2. 実験方法

実験装置は図-1に示したように反応槽を恒温水槽中に設置し、その温度を一定に維持した。流入水は定量ポンプにより反応槽に連続的に供給し、完全混合状態を維持した。表-1は実験に用いた合成基質の成分と流入水の水質を示した。水温20℃、滞留時間14,16,18,20,24及び30時間とした。各々の実験期間は7~8週間であった。処理水の水質は、4~6週間動的平衡状態を維持した。従って、実験結果の解析には最後の10日間の測定値の平均値を用いた。

3. 実験結果及び考察

滞留時間とMLSS飽和濃度との関係を把握するために、滞留時間14,24及び30時間として7週間実験を行った結果を図-2に示した。B-C区間でMLSSは近似的に飽和濃度であることが認められた。近似的飽和MLSS濃度は滞留時間14~24時間では444~468mg/l、30時間で322mg/lであった。この結果を踏まえて初期濃度を約440mg/lとして、滞留時間16,18及び20時間の場合について8週間実験を行い運転日数とMLSSとの関係を図-3に示した。滞留時間16~20時間の範囲では、MLSS飽和濃度は400~500mg/lの範囲であることが認められた。すなわち、反応槽内のMLSS増殖は近似的定常状態が成立しているものと考えられた。ここで反応槽内汚泥(MLVSS)増殖量を k 、流出水中のVSS量を ke とすれば、汚泥比増殖量は $k/(k+ke)$ として表すことができるが、近似的定常状態における $k/(k+ke)$ の値は5.8~8.1%の範囲であった。従って、近似的定常状態においては汚泥増殖量のうち92%が流出水中VSSとして流出し、反応槽内のMLVSSが事実上動的平衡状態にあるものと考えられた。

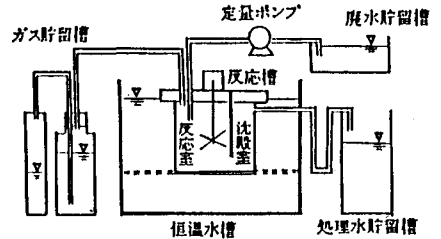


図-1 実験装置

表-1 合成基質成分表

構成成分	成分比 (%)
酢酸	34.88
プロピオン酸	15.48
n-酪酸	8.94
リン酸二水素アンモニウム	2.72
塩化アンモニウム	8.31
硫酸マグネシウム	0.97
塩化カリウム	2.92
塩化マグネシウム	3.16
塩化第二鉄	1.63
炭酸水素ナトリウム	26.13
塩化コバルト	0.07

合成基質の流入水水質

項目	水質
pH	4.5
COD	194 mg/l
BOD	150 mg/l
T-N	3.76 mg/l
NH ₄ -N	3.66 mg/l
T-P	1.68 mg/l
有機酸	139 mg/l
透明度	30 度
理論的酸素要求量	200 mg/l

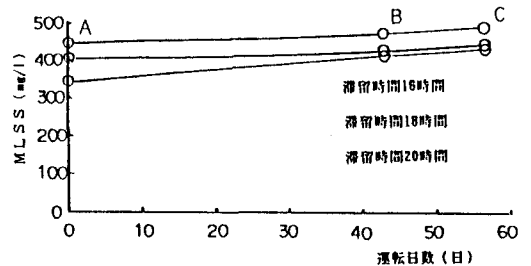


図-2 運転日数とMLSS

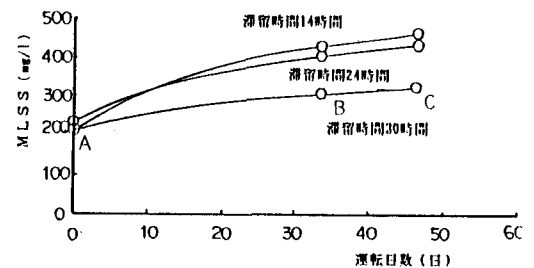


図-3 運転日数とMLSS

図-4 は近似的定常状態出の滞留時間と汚泥比増殖速度との関係を示した。最大増殖速度は滞留時間18時間付近に存在し、約 0.03day^{-1} であると考えられた。また、24時間以上では比増殖速度は 0.018day^{-1} でほぼ一定であった。図-5は近似的定常状態における処理水BOD及びCODと比増殖速度との関係を示した。この関係はMonod飽和曲線に酷似しているが認められた。また、基質(BOD)濃度が 20mg/l 以下となるための比増殖速度は 0.0216day^{-1} 以下であり、このときの滞留時間は図-4から22時間以上であることが認められた。

また、完全混合型反応槽の定常状態における微生物及び基質に関する物質収支式より応動力学モデル定数(k^d ;比死滅速度, Y^0 ;菌体収率, k^s ; $k^m/2$ のときの基質濃度, k^m ;最大比増殖速度)を求め、表-2に示した。図-6はBODの場合のMonod飽和曲線と実験から直接求めた比増殖速度とを示した。両者の間には極めて高い近似性が認められた。さらに、

希釈率 $D = F / V$ (F :流入量, V :反応槽容積)とすれば、最大増殖速度が得られる希釈率(D^m)は 1.328day^{-1} であることが認められた。このときの滞留時間は18.1時間であった。従って、図-4及び図-5と考え合わせれば、処理水BOD 20mg/l 以下で安定した処理を行うためには滞留時間18時間以上必要であることが認められた。

反応槽内の微生物がすべて槽外へ流出してしまう現象を表すWash-outが発生する滞留時間(θ^*)は、

$$\theta^* = \frac{\alpha}{(k^m X^s_0 / (k^s + X^s_1)) - k^d}$$

X^s_0 :流入基質濃度, X^s_1 :反応槽内基質濃度, α :流出水中(X^s_0)と反応槽内の微生物濃度(X^s_1)との比(X^s_0/X^s_1)で与えられる。合成基質の嫌気性活性汚泥法では14.5時間であることが認められた。

以上のことから、実際の嫌気性処理法では良好な処理水を得るためには滞留時間18時間以上で施設を設計することが重要であることがわかる。この結果は、都市下水の嫌気性処理法で得られた結果と極めて良く一致していることが認められた。

4. 結論

合成基質を用いた嫌気性活性汚泥法についての実験的研究を行い、次のような結論が得られた。

- (1) Monod式による反応動力学の解析が可能であると考えられた。また、実験から直接求めた最大比増殖速度は 0.03day^{-1} であった。
- (2) 反応動力学の解析から滞留時間18.1時間のときに最大比増殖速度が得られ、Wash-outは滞留時間14.5時間において発生する、とが認められた。従って、良好な処理を行うためには滞留時間18時間以上必要であると考えられた。最後に、都市下水の嫌気性処理法でもこれと同様の結果が得られている。

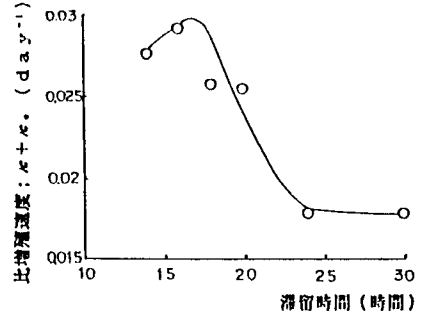


図-4 反応槽内 MLVSSが近似的定常状態に達している場合の滞留時間と比増殖速度

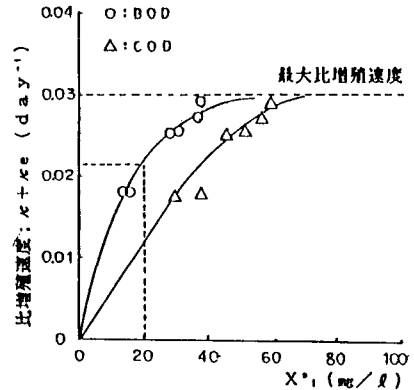


図-5 反応槽内 MLVSSが近似的定常状態に達している場合の処理水(流出水) X^s_1 と比増殖速度

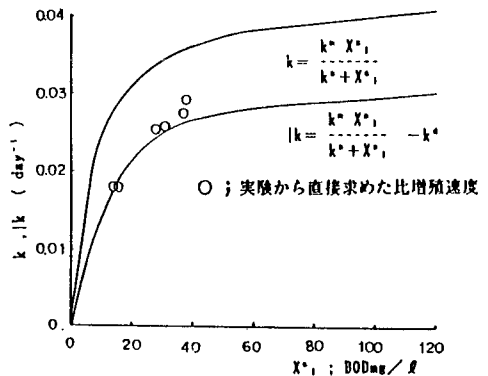


図-6 Monodモデル曲線と実験から直接求めた比増殖速度(基質:BOD)

表 2 反応動力学モデル定数

k^d (day^{-1})	Y^0 (mgMLVSS/mg)	k^m (mg/l)	k^s (day^{-1})	$k^m - k^d$ (day^{-1})	備考
0.0104	0.0831	7.43	0.0433	0.0329	BOD MLVSS
0.0105	0.0708	26.5	0.0524	0.0419	COD MLVSS