

活性汚泥の浄化機構に関する一考察

東北大学大学院 工学部 環境化学科

工学部 大島 吉雄

多-1 はじめに

活性汚泥の浄化機構については、これまで様々な角度から多くの研究が行われて来ており、次第に明らかにされてきたが、活性汚泥の多くの微生物の混合集団であるため、一般的にその浄化機構を論ずるに多くの困難がある。

活性汚泥と基質との反応は、基本的には生物反応を主としており、その他物理的・化学的反応も一部その浄化に寄与していると考えられる。浄化反応の主役である生物反応は、微生物をとりまく多くの因子によって影響される。

本報告は、活性汚泥を種々の F/M 比で馴致し、馴致 F/M 比の相異によって活性汚泥の基質除去作用がどのように影響されるかについて考察し、更に、基質の種類による除去作用の相異についても検討した。

多-2 実験装置および実験条件

活性汚泥の馴致は、図-1 に示した円筒形の沈殿槽と兼ねる曝気槽（容量10L）を用い、半連続式で行った。馴致時の処理成績および $MLSS$ 濃度、 F/M 比を馴致期間中の平均値で表-1 に示した。その他の条件は、曝気時間4分、沈殿時間1分、給排水量5L、送风量0.35L/minで行った。

用いた基質は、グルコース、グルタミン酸、リブースを主成分とし、その他 $NaCl$ 、 $CaCl_2$ 、 $MgSO_4$ とリン酸緩衝液を適量加えたものである。尚、この基質の PH は約7.5、馴致は室温で行った。（実験期間10月～12月）

多-3 実験結果および考察

多-3-1 馴致 F/M 比とバクテリアの関係

図-3 は、馴致 F/M 比とバクテリア日増しの関係を示したものである。ここで、バクテリア日増しは、 SVI が100 になるまでの馴致日増しとした。上記成分の人工下水では、 F/M 比が高くなるほどバクテリアを生じやすい事がわかった。バクテリアについて、その原因は、基質成分による場合や、 g/N の大きい培養液の性質による見解がある。今回の実験で最も負荷の高い実験シリーズ $NO.3$ と同条件で、 g/N を酸素の添加によって10から2

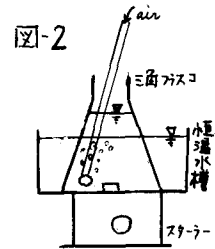
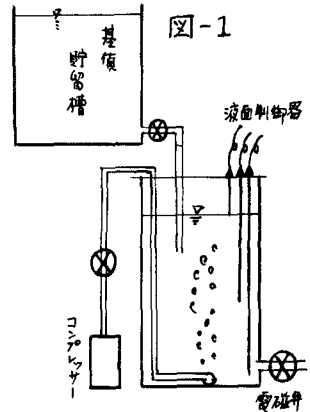
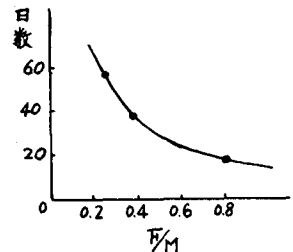
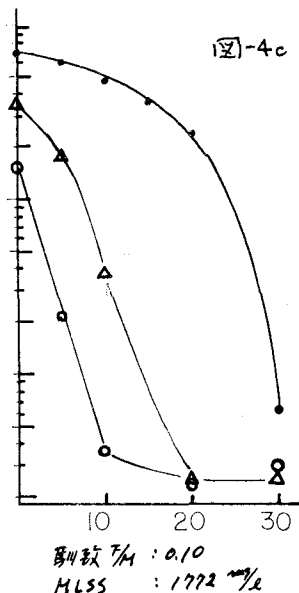
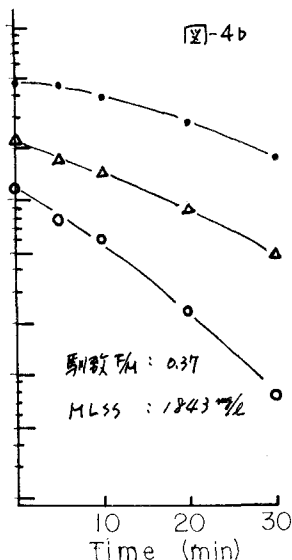
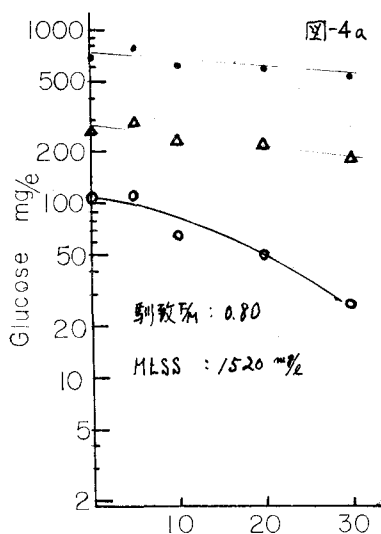


表-1

実験 シリーズ No.	投入 BOD mg/L	BOD 除去率 %	MLSS mg/L	F/M
NO.1	203	98	3045	0.10
NO.2	650	97	2650	0.37
NO.3	1280	98	2400	0.80

図-3





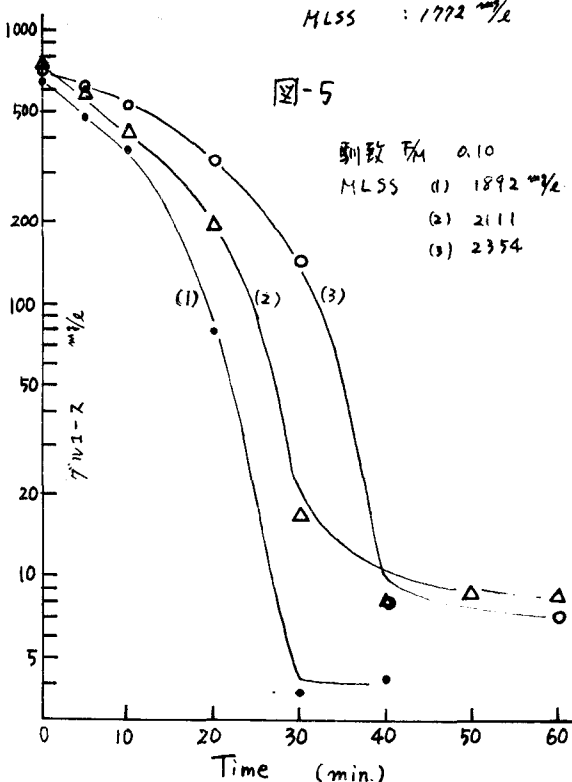
にして馴致した結果、バルキングに関する改善はみられなかった。尚、バルキングを生ずるまでのSVIは、各シリーズとも平均40~50で安定していた。

3-2 基質除去作用について

基質除去に関する実験は、図2に示した装置を用いて行った。実験条件は、温度を20℃にコントロールし、汚泥攪拌のためスターラーを用いた他は馴致条件に準じて行った。又、以下の実験でグルコースの定量はアンスピロ法、CODは電クロム酸法で行った。その他は下水試験法に準拠した。実験に供した汚泥は、馴致曝気槽から採取後、遠心分離し、蒸留水で3回洗浄して用いた。

3-2-1 馴致F/M比がグルコース除去に与える影響

図4は、各々のF/M比で馴致した汚泥を用いて、基質投入後の溶液中グルコース濃度の経時変化を示したものである。これによる



と、微生物がグルコースを摂取する速さはかなり速く、30分~60分で溶液中からほとんど除去される。従って、30分後又は60分後の濃度を用いて除去速度を表わせば、大きな差はなくなるが、その間の除去の大小方は、汚泥の状態によってかなり影響を受けることがわかった。又、高濃度基質で馴致することによって汚泥の基質除去能力が低下した。

図5は、(1)の曲線が馴致時の約6倍濃度のグルコース、CODを与えた時の除去曲線であり、それをいっしょに混ぜ、7時間後、汚泥を遠心分離、洗浄し、同濃度の基質を投入した時の除去曲線が(2)である。更に(3)は次の7時間後の除去曲線である。このように、高濃度基質を与えて反応を高くした回分サイクルを連続させると、次第に除去能が低下することが観察された。

3-2-2 グルコース除去量とF/M比の関係

図6は、同じ汚泥を用いて、MLSS濃度を変えた時のF/M比と30分間のグルコース除去量との関係を示したものである。F/M比が高なるにつれて、除去量は一定レベルに漸近する傾向がみられた。

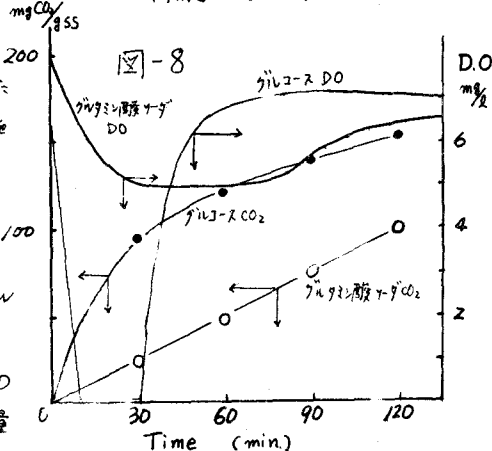
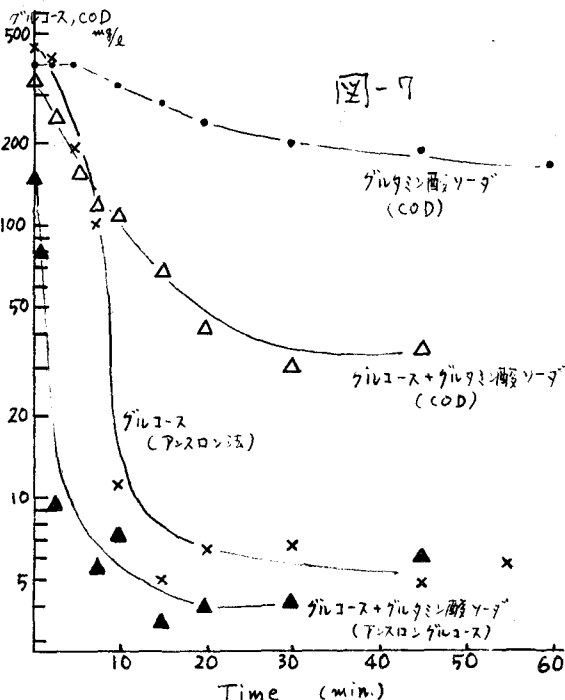
3-2-3 グルコースとグルタミン酸ソーダの除去について

グルコースとグルタミン酸ソーダ両方に馴致させた汚泥に、グルコースのみ、グルタミン酸ソーダのみを与えた時のアンスロン-グルコース量と重クロム酸CODの経時変化を図7に示した。尚、重クロム酸COD法でグルタミン酸ソーダのCODを測定すると、 $\text{COD}/\text{グルタミン酸ソーダ}$ が約103%となり、CODの変化でグルタミン酸ソーダの変化を表わし得ることを認めた。

更に、両者を等量づつ含んだ基質を与えた時のCOD値と、同サンプルのアンスロン法によるグルコース量も併せてプロットした。この場合、グルコースの $\text{COD}/\text{グルコース}$ (COD値とグルコースが完全に酸化されて CO_2 と H_2O に分解すると仮定した時の O_2 量之比)は、約96%であるので、CODからグルコース量を引いたものが大略グルタミン酸ソーダ量を表わすこととみることが出来る。

この結果では、微生物によるグルコースとグルタミン酸ソーダの取り込みについて、その速度にはかなりの差がみられた。

図8は、同様にグルコースのみ、グルタミン酸ソーダのみを与えた時の CO_2 の発生と、 DO 濃度の変化を表わしたものである。グルコースのみを与えた場合、投入後初期の30分間の酸素消費と CO_2 の発生がかなり激しく、 CO_2 発生量は2時間が発生した全 CO_2 量の約65%が初期の30分間で発生した。それに対して、グルタミン酸ソーダのみを与えた場合、2時間の間ほぼ等速度で CO_2 の発生がみられ



た。

3-4 まとめ

一般に、微生物が細胞外の基質を利用する場合、下に記した図式のように、まず細胞内へ基質を取り込む必要がある。これには単なる拡散作用だけでなく、能動輸送といわれるエネルギー消費作用が働くとされている。そしてこれに関与する酵素を permease と呼んでいる。このようにして細胞内に取り込まれた炭水化物は、解糖系又は、ペントース・リブ糖経路を経てTCAサイクルに入り、順次 CO_2 と H_2O に分解されると言われている。

グルコース除去量

mg/gss

200

100

0

0.1

0.2

0.3

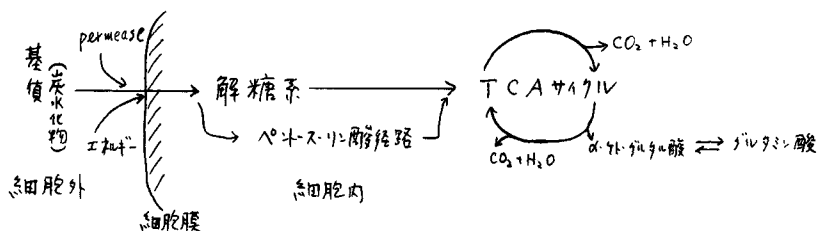
0.4

0.5

0.6

F/M

図-6



活性汚泥の場合も、全体的にみればこのような図式によってエネルギー代謝を行っているものと思われる。

又、摂取された炭水化物のうち、一部はエネルギー獲得のため分解されて CO_2 と H_2O になり、一部は、新しい細胞構成成分として使われ、更にまたグリコーゲン、PHB などの物質として細胞中に貯えられるとされている。Porges 等は、19.3% のグリコーゲンを含んだ活性汚泥を観察している。¹⁾

又、C.F. Walters 等は、F/M 比と CO_2 比が基質貯蔵に与える影響について研究し、F/M 0.78 ~ 4.70, CO_2 16.5 ~ 31.4 の範囲で比の増加につれて炭水化物と PHB の細胞含量が増加したと報告している。²⁾

今回の実験で得られた F/M 比の変化による除去速度の変化は、貯蔵物質量の多少のみならず汚泥自身の状態が、基質濃度等の外因と共に除去速度に影響するためと思われる。従って今後、汚泥の状態を表わしうる指標を導入することが必要であると考えられる。

単位汚泥当りのグルコース除去量(単位時間)には最大値が存在するものと思われる。

基質の種類によって除去速度はかなり異なる。従って、二成分以上を含む基質に対して、COD, BOD のような基質濃度を総体的に表わす指標を用いて除去速度を論ずる場合、留意する必要があると思われる。

最後に、本実験を行うに当り協力して頂いた大島君はじめ諸氏に感謝します。

参考文献 1) Proceedings, 10th Industrial Waste Conf. Pand. Univ. Ext. Ser. 89, 1963, p. 135

2) Proceedings of A.S.C.E. SA, April, 1968, p. 257