

九州大学 工学部 学生員○重藤恵昭 学生員 久米秀俊
学生員 森山克美 正 員 栗谷陽一

1. はじめに 従来、生物学的廃水処理における浄化機構の研究では、基質濃度を主な因子としてきた。しかし Krishnan¹⁾等は基質の一部は代謝に際し中間代謝産物として液本体に蓄積し、やがて再び代謝除去されると報告している。このことは、実際の下水処理において流入水中にない有機物が処理水中に存在することを意味しており、流入水中、処理水中のBOD成分を同一視した従来の解析法では、生物処理の運転操作あるいは浄化効率の評価に限界のあることが考えられる。従って廃水の浄化過程を解析する上では、中間代謝産物の挙動を考慮する必要があると思われるが、中間代謝産物の生成、除去の機構は、ほとんど解明されていない。そこで本研究は、中間代謝産物を考慮した浄化機構の基礎的知見を得るために、前培養時の基質負荷及び基質種が中間代謝産物に及ぼす影響について検討するものである。

2. 実験方法 実験に用いた活性汚泥は、都市下水処理場返還汚泥を表-1に示す培地で約半年から1年培養したもの、及び表-1の汚泥を種汚泥とし、更に約1ヶ月表-2の培地で培養したものを用いた。培養はfill and draw方式で行ない、糖類の他に無機塩類を加えた。以後表-1の汚泥は前培養時の F/M を0.05として、それぞれ $G_{0.05}$, $GF_{0.05}$, $F_{0.05}$ 汚泥と記し、表-2の汚泥は表中の汚泥名で記す。実験は回分式で行ない、各汚泥による単一基質の除去特性、中間代謝産物の生成と除去特性及び汚泥内炭水化物の蓄積状態を調べた。培養、回分実験共に20℃恒温槽にて行なった。実験に際し汚泥は20℃水道水で3回洗浄後、実験に用いた。投与基質は、グルコース、フラクトース(以下 g_l , f_l と記す)の2種類を用いた。分析項目及び分析手法は表-3に示す。なお、表-3中、フェノール硫酸法は投与基質(g_l , f_l)の種類によらずと、その中間代謝産物の全量を投与基質換算で定量しうるものとみなす。アンスロン硫酸法(以下、アンスロン法)は g_l のみを、レゾルシン硫酸法(以下、レゾルシン法)は f_l のみを定量しうるものとみなす。本研究で、中間代謝産物の生成量は、フェノール硫酸法による定量値と、アンスロン法、レゾルシン法による定量値との差としている。

3. 実験結果と考察 (1) 前培養時の F/M が中間代謝産物の生成量に及ぼす影響

図-1は $G_{0.05}$, $G_{0.1}$, $G_{0.3}$ 汚泥を、図-2は $GF_{0.05}$, $GF_{0.2}$ 汚泥を用いた実験結果である。図-1の $G_{0.1}$ 汚泥による結果を除けば、図-1においても、図-2においても、中間代謝産物の最大生成量は、ほとんど差がないことがわかる。即ち、培養基質が同一で、初発MLSS, 初発濃度が、ほぼ等しければ、前培養時の F/M に関係なく中間代謝産物の最大生成量は、ほとんど差がないことがわかる。なお中間代謝産物の除去形態については後で考察を加える。

(2) 基質の違いが中間代謝産物の生成量に及ぼす

表-1 前培養培地

汚泥名	F/M	基 質	濃度(mg/l)
G	0.05 ~0.06	グルコース	500
GF	0.05 ~0.06	グルコース フラクトース	各250
F	0.05 ~0.06	フラクトース	500

表-2 前培養培地

汚泥名	F/M	基 質
$G_{0.1}$	0.1	グルコース
$G_{0.3}$	0.3	フラクトース
$GF_{0.2}$	0.2	グルコース, フラクトース

表-3 分析項目と分析方法

分析項目	分 析 方 法
グルコース	フェノール硫酸法
中間代謝産物	アンスロン法 フェノール硫酸法
フラクトース	レゾルシン法
汚泥内炭水化物	アンスロン法
汚泥内蛋白質	年血アルブミン標準 ビュレット法

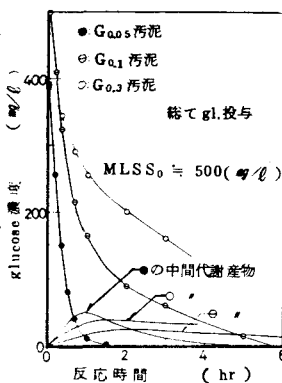


図-1 G汚泥による基質除去

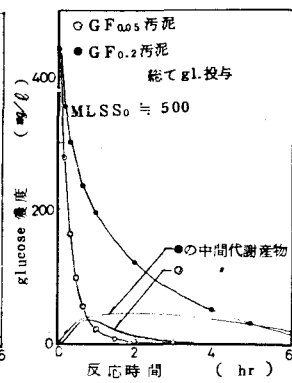


図-2 GF汚泥による基質除去

影響 (1)の結果より、前培養時の F/M は中間代謝産物の生成量に、ほとんど影響しないことが明らかになったので、ここでは $G_{0.05}$, $G_{F0.05}$, $F_{0.05}$ 汚泥に gl , fr を投与した実験結果である図-3, 4及び5に考察を加える。図-3の fr 投与及び図-5の gl 投与は培養基質と異なる基質の投与である。一方、図-3の gl 投与、図-4の fr , gl 投与及び図-5の fr 投与は培養基質と同じ基質の投与である。図-3~5の fr 投与による中間代謝産物の最大生成量を比較すると、図-5の最大生成量が他の2図の最大生成量より若干大きいことを除けば、ほとんど差がないことがわかる。また gl 投与による中間代謝産物の最大生成量を比較すると、どの最大生成量も、ほとんど差がないことがわかる。一方、同一汚泥の gl , fr 投与による中間代謝産物の最大生成量を比較すると、いずれも fr 投与による最大生成量 gl 投与による最大生成量を上まわっていることがわかる。また、初期の基質除去速度は、総ての場合で、ほとんど差がないことがわかる。これらの結果から、 gl 投与と fr 投与の場合で生じる中間代謝産物の生成量の差は、基質の違いによるものと考えられ、Krishnan等¹⁾が報告したような、“質的な shock load” による影響は、みられなかった。

(3) 基質と中間代謝産物の除去速度についての考察 図-1~6の基質及び中間代謝産物の挙動から分るように、基質除去が基質投与直後の急激な除去から、ゆるやかな除去に変わる頃、中間代謝産物の生成量は最大になっている。その後、中間代謝産物は基質が液本体中に存在している間は、ゆるやかに減少し、基質が存在しなくなると急速に減少している。中間代謝産物は、基質が細胞内に取り込まれた後に生じるか、あるいは、取り込まれる前に生じるかは本実験結果では不明である。しかし、上述の現象から、汚泥による基質の取り込みと中間代謝産物の生成及び除去は、互いに独立ではないことが考えられる。

(4) 初発比消費速度 ($\mu_{t=0}$) と初期汚泥内炭水化物含量 ($\%MLSS$) との関係 図-6は $\mu_{t=0}$ と $\%MLSS$ の関係を示す図である。この図から、 $\mu_{t=0}$ は、 $\%MLSS$ の増加に伴い減少する傾向が認められ、基質除去過程を解析する上で考慮すべき因子と考えられる。

4. おわりに 本研究における実験の結果、炭水化物を基質とした生物処理において、中間代謝産物が放出されることが認められた。このことは、処理システムをBOD等の総合的有機物指標で運転、評価することを再考させるものであり、汚泥内炭水化物等の影響と共に更に検討を加えてゆきたい。

参考文献

1) P. Krishnan et al.: Studies on The Response of Activated Sludge to Shock-loadings, Biotechnology and Bio-engineering, Vol. VII, pp. 433-470, 1965

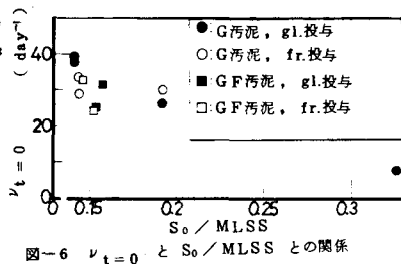


図-6 $\mu_{t=0}$ と $S_0 / MLSS$ との関係

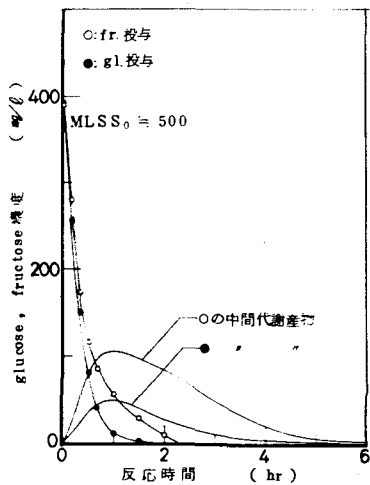


図-3 $G_{0.05}$ 汚泥による基質除去

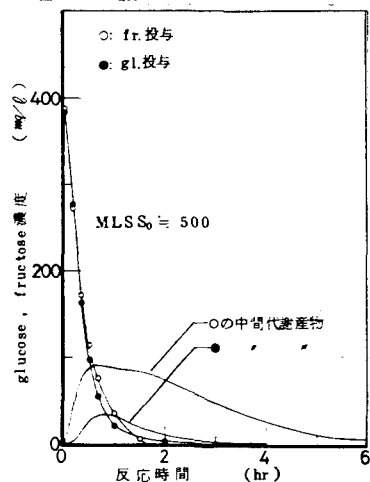


図-4 $GF_{0.05}$ 汚泥による基質除去

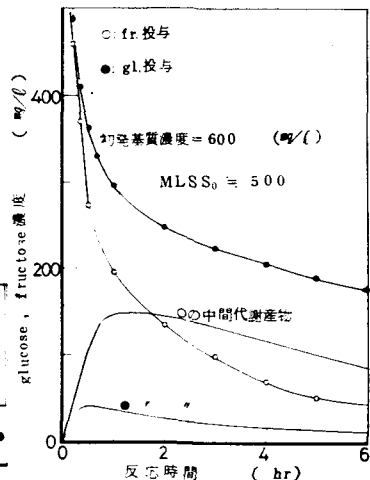


図-5 $F_{0.05}$ 汚泥による基質除去