

基質浄化反応に及ぼす培養条件の影響

鹿児島工業高専 正 員 森山克美 西留 清
鹿児島工業高専 学生員 〇中島照美

1. はじめに 生物学的廃水処理における基質除去速度の最大値が基質の種類により異なることは、一般に知られていることである。しかしながら、都市下水のような同一の基質を処理対象とする各種活性汚泥法において、BOD-SS負荷、BOD容積負荷等の違いにより、曝気時間やSRTが異なることを、基質濃度だけを基質除去速度の支配因子とした一相説や二相説だけで説明することは困難である。この場合、処理システムが一定の有機物負荷率でかなり長期間運転されることにより、活性汚泥法の浄化特性を示す基質除去速度や除去された基質の活性汚泥内での代謝速度、および活性汚泥微生物の比増殖速度等が影響を受け、変化することを考慮する必要がある。また、有機物負荷率と培養期間の違いにより浄化特性がどのように変化するかを知っておくことは、活性汚泥法の浄化機構解析にあたり重要なことである。本研究は、以上のような観点から活性汚泥による基質浄化反応に及ぼす有機物負荷率と培養期間という二つの培養条件の影響について検討を加えたものである。

2. 実験方法 実験には、表-1に示す条件で培養された活性汚泥を用いた。培養は1日1回のfill and draw方式で行った。実験時には前培養基質投与後、24時間経過した汚泥を20℃の無機塩溶液(組成は表-1の無機塩類に同じ)で洗浄したものをを用いた。実験は、以下に示すRun-1、Run-2から成る回分実験であり、基質除去特性、基質の汚泥内蓄積と代謝、および生物増殖について調べた。

Run-1:F/M比、培養期間の異なるGP汚泥によるグルコース・ペプトン複合基質除去

Run-2:F/M比、培養期間の異なるG汚泥によるグルコース基質除去

各実験の初期条件および基質組成を表-2に示す。グルコースと汚泥内炭水化物(P_g)はアンスロン硫酸法、液相中タンパク質と汚泥内タンパク質(P_n)はLowry-Folin法、生物量の指標としてのDNA(X)はジフェニルアミン-ブルトン変法で求めた。

表-1 前培養基質組成(水道水1ℓ当たり)

汚 泥 名	グルコース・ペプトン複合基質培養汚泥		グルコース培養汚泥		
	GP _{0.1}	GP _{0.3}	GP _{0.5}	GP _{0.2}	GP _{0.2}
F/M比	0.3***	0.1***	0.05*	0.2*	0.2*
培養期間	0, 20, 40, 70, 150日	1年	40日	50日	50日
種 汚 泥	***		***	GP _{0.5}	GP _{0.2}
グルコース	450mg	150mg	500mg	1000mg	1000mg
ペプトン	750mg	250mg	—	—	—
MLSS	5000mg	5000mg	10000mg	5000mg	5000mg
NH ₄ Cl	300mg	100mg	200mg	400mg	400mg
無 機 塩 類	KH ₂ PO ₄ 75mg K ₂ HPO ₄ 260mg NaCl 13mg	MgSO ₄ ・7H ₂ O 100mg CaCl ₂ ・2H ₂ O 75mg FeCl ₃ ・6H ₂ O 0.5mg			

・ :グルコース/MLSS比
** :CODcr/MLSS比
***:都市下水処理場活性汚泥(返送汚泥)

表-2 実験条件(mg/ℓ)

Run No.	Run-1	Run-2
汚 泥 名	GP	G
グルコース	150	600
ペプトン	250	—
NH ₄ Cl	100	240
MLSS	500	500
無 機 塩 類	表-1に同じ	

3. 実験結果ならびに考察 3-1 Run-1について

実験結果を図-1~6に示す。図-1によると液相中タンパク質の除去速度は、20日間の培養により培養前に比較して速くなっており、また高いF/M比で培養したGP_{0.3}汚泥の除去速度が大きい。グルコース・ペプトン複合基質を用いた場合、グルコース除去の結果としてのP_gとペプトン除去の結果としてのP_nの二種が汚泥内蓄積物となる。図-2(b)に示すように、培養経過日数20日以内でP_g/Xの挙動はそれ以降と変わりなくなる。一方、GP_{0.1}汚泥では、培養経過日数40日以降でGP_{0.3}汚泥の場合と同じ挙動を示している。図-3によるとP_n/Xの挙動も、P_g/Xの場合と同様に、GP_{0.3}汚泥で差異がある。またGP_{0.3}汚泥の方がP_n/Xの最大値がやや低い。以上の結果は高い有機物負荷で培養されている汚泥が、短い培養期間

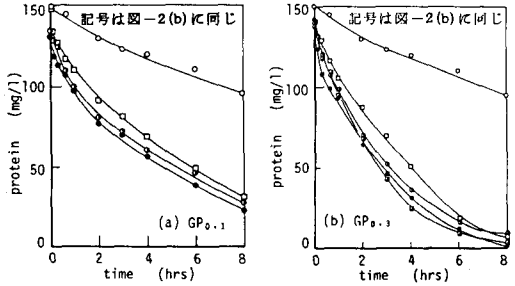


図-1 液相中タンパク質の変化

で基質除去速度、汚泥内蓄積基質の代謝速度が大きくなることを示している。図-4に、培養期間とグルコースの最大除去速度定数($\hat{v}_c$)、MLSS中に占めるDNAの割合の関係を示す。図-5に、培養期間とDNAの最大比増殖速度定数の関係を示す。いずれの図においても培養期間が40日程にならないと、それぞれの値が一定値に収れんしていない。

3-2 Run-2について 実験結果を図-6~10に示す。液相中グルコースの除去過程は、 $G_{0.05}$ と $G_{0.2}$ 汚泥の場合、同様であり、 $G_{0.2}$ 汚泥の場合、除去速度がやや遅いことが図-6よりわかる。このときの P_g/X の変化を図-7に示す。 P_g/X の最大値に各汚泥で大きな差があり、また、その代謝速度も大きく異なっている。この代謝速度とそのときの汚泥内基質蓄積量($A = (P_g/X) - (P_g/X)_0$)の関係を求めた結果が、図-8である。 $G_{0.2}$ と $G_{0.2}'$ では、代謝速度はMichaelis-Menten型関数で近似できるが、 $G_{0.05}$ では、 P_g/X に関する1次反応で近似できることがわかる。図-9に、このときのDNAの変化を示す。代謝速度の大きい $G_{0.2}$ 、 $G_{0.2}'$ の場合、DNAの増加速度も大きく、代謝速度の小さい $G_{0.05}$ では、増加速度も小さい。グルコースを基質とした場合、基質除去速度($-dC/dt/X$)と汚泥内基質蓄積量 A の間には、基質濃度が飽和定数より十分高い濃度域において次の関係式が成立することが筆者らにより報告されている。¹⁾

$$-\frac{1}{X} \frac{dC}{dt} = \hat{v}_c \left(1 - \frac{A}{A_t}\right) \quad \text{----- (1)}$$

そこで、式(1)の左辺と A の関係について、Run-2の実験結果を整理すると図-10が得られる。これより得られる動力学定数 $\hat{v}_c$ 、 A_t は培養条件により著しく異なる。以上のように液相中基質の除去過程がほぼ等しい場合でも培養条件により汚泥内基質代謝速度や増殖速度が異なることが明らかとなった。

4. おわりに 結果を要約すると次の通りである。

- 1) 高い有機物負荷率で培養された活性汚泥程、基質代謝速度、比増殖速度が大きい。
- 2) 培養期間が長くなるにつれ基質除去速度、代謝速度、比増殖速度が大きくなり、ある一定値に収れんする。

—参考文献— 1) 森山, 栗谷ら: 活性汚泥の基質除去・代謝に関する動力学モデル, 土木学会論文報告集, No.339, pp.89~98, 1983.

図-8 汚泥内炭水化物代謝速度と A の関係

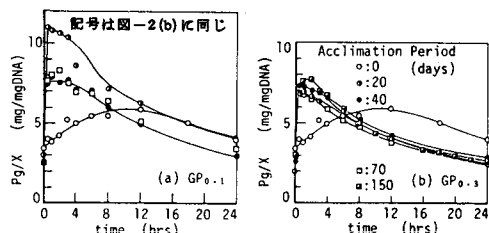


図-2 汚泥内炭水化物の変化

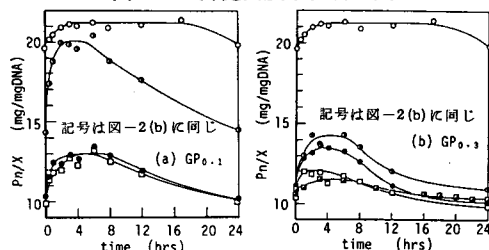


図-3 汚泥内タンパク質の変化

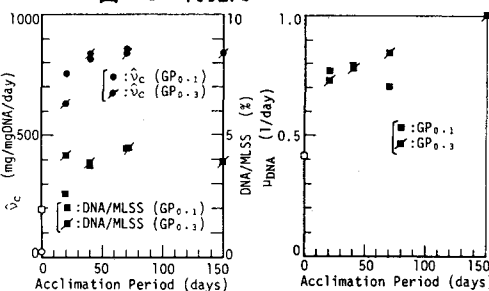


図-4 $\hat{v}_c$ 、DNA/MLSSの変化 図-5 比増殖速度の変化

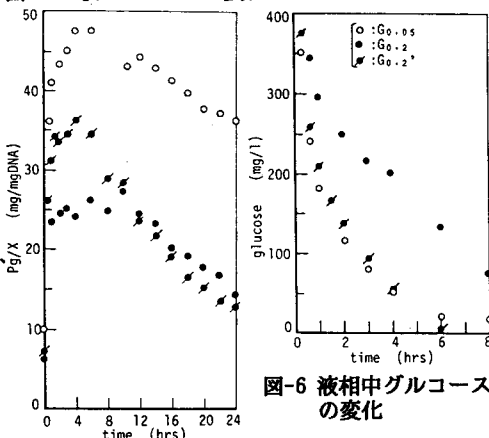


図-6 液相中グルコースの変化

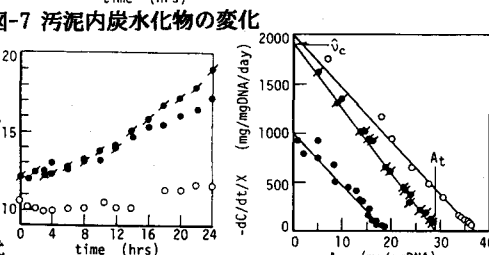


図-7 汚泥内炭水化物の変化

図-9 DNAの変化 図-10 基質除去速度と A の関係