

II-388

飢餓時間が活性汚泥の増殖に与える影響

東京大学 ○学生員 松澤 裕

東京大学 正 員 味埜 俊

1. はじめに

活性汚泥中における糸状菌は運転方式によって消長する。この糸状菌の消長は汚泥中の微生物が基質との接触を断たれている時間すなわち飢餓時間の長さに関連があると報告されている¹⁾。現実のプラントではプラグフローに近い設計をされていることが多く、汚泥が曝気槽を流下する過程では菌の基質摂取速度が優占種を決定する。この過程を実験系で再現するには、反復回分培養が適当である。そこで本研究では、反復回分培養の周期を3時間とする系と12時間とする系、即ち飢餓時間の違う系を設定し、この二つの系における、基質摂取速度・糸状菌の消長についてグルコースを主基質として実験的に検討を行った。

2. 培養系の設定と実験方法

(1) 培養系： 基質投与・曝気・汚泥引き抜き・曝気停止(沈澱過程)・上澄水排水を繰り返す反復回分培養を図1の装置・表1の設定で行った。二つの系では1日当り投与量をそろえ、SRT等の諸条件を等しくしている。系1は12時間に1度、1日投与量の1/2の基質を投与し、系2は3時間に1度、1日投与量の1/8の基質を投与する系である。つまり、系1は飢餓時間が長く接触負荷の高い系であり、系2はその逆の系である。

(2) 実験方法：系が、定常状態となった後のあるひとつの周期について経時的にサンプリングを行い、液相中のグルコースが汚泥中に摂取され、代謝される過程を解析した。採取した混合液、および、混合液を採取後直ちにろ過して得たろ液(8 μ mのメンブレンフィルター使用)について、アンスロン硫酸法で糖類を定量し、この差から汚泥中の糖類の量を得た。投与基質はグルコースであるから液相中の定量される糖類はグルコースそのものであり、汚泥中の定量される糖類はグルコースの貯蔵形態であるグリコーゲンの他、細胞構成成分の糖類も含むが、回分過程の変化量はグリコーゲンの変化量としてさしつかえないと判断される。

3. 結果及び考察

(1) 糸状菌の消長と飢餓時間の関係 飢餓時間の短い系2においてバルキングがみられた。系1と系2の汚泥を顕微鏡で観察すると系2のみ糸状菌がみられた。またこのときの沈降性の指標・飢餓時間等は表2のようになり、系2の沈降性が著しく悪いことがわかる。この結果は、糸状菌の基質貯蔵能力がフロック形成菌に比べ小さいとし、両菌の競合増殖をシミュレートし飢餓時間の短い系で糸状菌が増殖する可能性があるとする松井らの説²⁾に一致するが、系1では投与負荷が高く基質接触時に嫌氣的になったと考えられ、この為糸状菌の増殖が抑

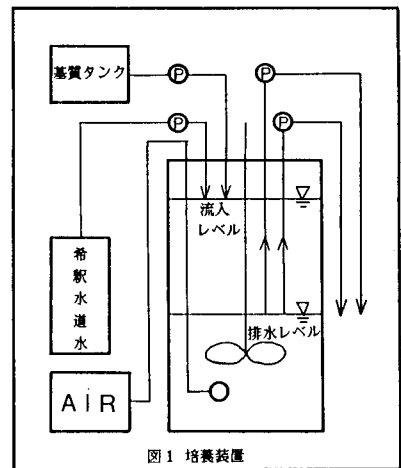


図1 培養装置

表1 培養条件

	系1	系2
1日当り	グルコース	1.6g
投与基質量	ペプトン	0.32g
	酵母エキス	0.16g
	KH ₂ PO ₄	0.26g
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.48g
	Mg・Mn・Fe・Ca塩	
SRT	5日	
反応液量	1.6L	
反応液		
入れ替え量	0.8L	
沈澱時間	1時間	
水温	20℃	
期間	1986 11・17 ~ 1987 2・20	
グルコース	500	125
初期濃度	mg/l	mg/l
培養周期	12時間	3時間
1周期当り		
曝気時間	634分	97分

制された可能性がある。一方、基質接触時間と飢餓時間の比（飢餓時間比）は系1・系2とも大きな値であり、飢餓時間比がSphaerotilus sp.の消長要因とする飢餓時間比説¹⁾では、系2での糸状菌の増殖は、説明されない。つまり、飢餓時間の絶対的長さが、糸状菌の消長要因といえる。

（2）グルコース摂取速度と代謝速度 系1・系2のグルコース摂取・代謝過程は図2、3のようになった。投与されたグルコースは系1では15～20分で、系2では1～2分で液相中から除

表2汚泥の性状と飢餓時間

	系1	系2
SV ₃₀	15%	66%
SVI	47	200
MLVSS	3300	4600
	mg/l	
基質接触時間	20 min	1 min
飢餓時間	614 min	96 min
飢餓時間比	31	96

去される。この後汚泥中にとりこまれた糖（グリコーゲン）は徐々に代謝される。図より、液相中のグルコースの除去、汚泥中糖類の代謝はともに0次反応で近似できるので、次式で評価する。ここで、
S：液相中糖濃度(mg/l)
Ts：系内全体の糖濃度(mg/l)
Ms：汚泥中糖濃度(mg/l)
Ma：MLVSS(mg/l)とする。
Sが十分に存在するときはSは汚泥中に貯蔵（グリコーゲン合成）されるとともに貯蔵を経ずに代謝される。

$$-dS/dt = k_1 \cdot Ma \quad (1)$$

$$-dT_s/dt = k_2 \cdot Ma \quad (2)$$

量論関係 $T_s = S + Ma$ より

$$dMs/dt = (k_1 - k_2) \cdot Ma \quad (3)$$

Sが低濃度（もしくはS=0）のときは汚泥中に貯蔵されたグルコース（グリコーゲン）が代謝される。

$$-dT_s/dt = -dMs/dt = k_3 \cdot Ma \quad (4)$$

ここで得られた速度定数 k_1, k_2, k_3 、及び、 $k_1 - k_2$ を表3に示す。

飢餓時間のある系では、活性汚泥は摂取した基質を貯蔵する能力を有するようになり、この貯蔵能力は系1の汚泥が卓越すると推察される。また貯蔵能力が高い程摂取速度が速くなるとすれば、系1の方が系2より摂取速度が速いと予想される。しかし、実際には摂取速度(k_1)は系1より系2の方が大きかった。これは、系1が基質接触時に嫌氣的になっていたためと思われる。

参考文献：1)安田、能登「Sphaerotilus sp.を原因とする糸状性バルキングと飢餓時間比の影響」下水協誌Vol.18 No.208 1981/9
2)山本、松井「活性汚泥の多糖類貯蔵能力と糸状性細菌の増殖」第41回年講

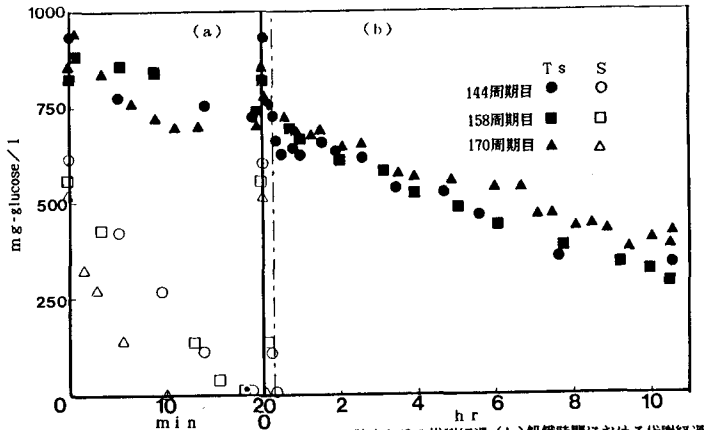


図2 系1 (a) グルコースの液相よりの除去とその代謝経過 (b) 飢餓時間における代謝経過

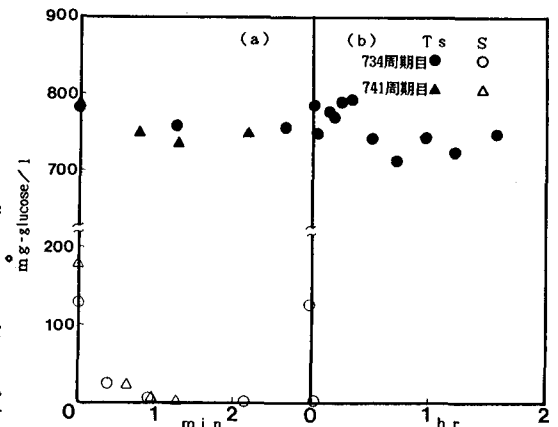


図3 系2 (a) グルコースの液相よりの除去とその代謝経過 (b) 飢餓時間における代謝経過

表3速度定数の値

	系1	系2
k_1	1.1	3.7
(mg/mg·hr)		
k_2	0.27	0.42
(mg/mg·hr)		
k_3	1.7×10^{-2}	5.7×10^{-3}
(mg/mg·hr)		
$k_1 - k_2$	0.8	3.3
(mg/mg·hr)		