

東京大学 学生員 楠井 隆史 学生員 益永 茂樹
正 員 中西 準子 河崎 哲久

1. はじめに

筆者らは汚泥中蓄積物を直接定量することにより汚泥の吸着・分解作用を分離して評価できると考え、活性汚泥の浄化機構について研究を行ってきた。そして、糖類の除去において、汚泥中にGlycogenを蓄積する場合としない場合が存在し、Glycogenを蓄積する場合、汚泥中Glucoseと除去速度の間に負の相関がみられることを明らかにした⁽¹⁾。そこで、今回は主にGlycogenを蓄積しない場合の汚泥中蓄積物について様々な分析法を用いて調べたのでその結果を報告する。

2. 実験方法

実験用汚泥は脱脂粉乳で培養した汚泥を更に糖500 ppm(Xylose又はGlucose)と栄養塩を与え1日1回のfills drawで培養した。(以下、Xylose汚泥、Glucose汚泥)分析方法としては図-1に示した手順で行なった。糖の分析は、アンスロン法⁽⁵⁾、オルシフ-Fe³⁺-HCl法⁽⁶⁾、ケルヒス法による分析法を用いた。

3. 実験結果と考察

(1). Xylose汚泥にXyloseを投与した場合(図-2)

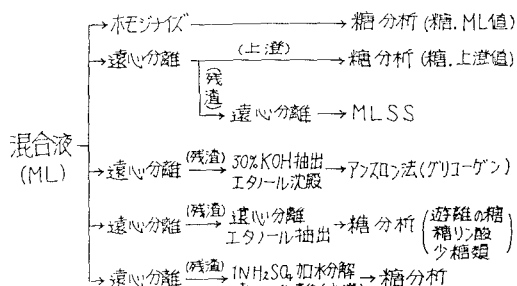
投与されたXyloseは上澄から0次反応的に除去されている。その間、汚泥中Xyloseは大きな変化は示していない。上澄からのXylose除去が完了する時点で、汚泥中Glucose、Glycogenの蓄積量が最大となっている。投与量に対する合成率はGlucose 31%, Glycogen 7%で汚泥中Glucoseの変化の約75%はGlycogenより重合度の低いGlucoseの重合体と推定される。

(2). Xylose汚泥にGlucoseを投与した場合(図-3)

汚泥はGlucoseに馴致していないが、Xyloseの場合よりも急速に除去されている。上澄からの除去完了後に汚泥中Glucoseが最大値を示しているがGlycogenはほとんど変化していない。(投与量に対する合成量は各々56.2%, 2.9%)従って汚泥中Glucoseの変化の大部分はGlycogenよりも重合度の低いGlucoseの重合体と考えられる。

(3). Glucose汚泥にXyloseを投与した場合(図-4)

投与直後、上澄からの急速な除去がみられる。同時



注：汚泥中の糖の値は(汚泥)=(ML)-(上澄)

図-1. 分析の手順

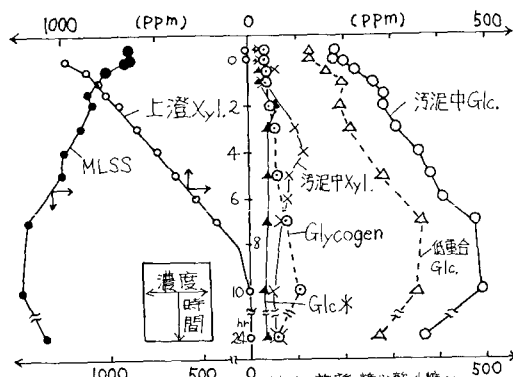


図-2. キシロースバッチ実験(キシロース汚泥)

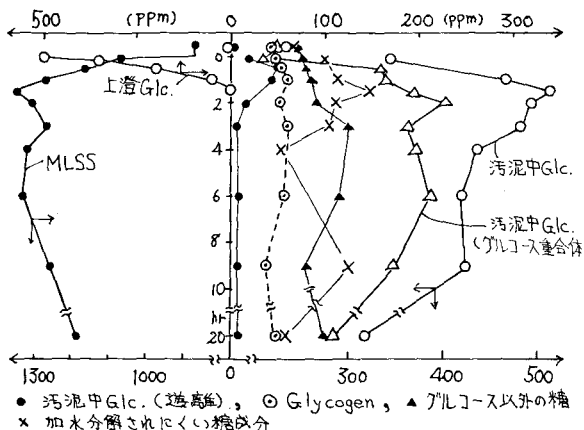


図-3. グルコースバッチ実験(キシロース汚泥)

に、汚泥中Xylose(遊離, リン酸, 少糖類)が増加している。ML-Xyloseは減少していないこと。一般にXyloseは代謝されにくいことから考えると、初期の汚泥中Xyloseの増加は非代謝的な吸着でないかと考えられる。1時間以後にみられる上澄からのXyloseの除去はXyloseを代謝する酵素を合成した結果、Xyloseの代謝が行われたためと考えられる。図-5に、比較のために、Glucose汚泥にGlucoseを投与したバッチ実験結果を示す。

4. 議論

表-1に蓄積物のパターンを示した。一般にアンスロン法で測定されている汚泥中蓄積物にも様々な蓄積パターンがあることがわかる。大まかに蓄積型パターンを示すもの(Glycogen型: ④⑤, 低重合Glucose型: ①②), 蓄積パターンを示さないもの(③)とに分類できる。

このような差は基質の代謝の難易, 汚泥の馴致の程度(酵素系)によって生じたと考えられる。Glycogen蓄積型の場合、六炭糖を六炭糖に馴致した汚泥に投与した場合にみられる。今回実験に用いたGlucose, Fructoseは代謝経路の上でも共通部分が多く(解糖系)ため、同様の経路で代謝されたと考えられる。汚泥中Glucose(主としてGlycogen)と除去速度との間に負の相関がみられたこと(4)からGlycogenは代謝上一定の役割を果たしていると考えられる。Xylose汚泥の場合、汚泥の性状、色などからGlucose汚泥と異なることから、生物種も異なる代謝特性にも差を生じたと考えられる。そのため、Glycogenよりも重合度の低いGlucoseの重合体が合成されたと考えられる。しかし、汚泥中Glucoseと除去速度の負の相関が弱いことから、この重合体の機能は明らかでない。最後に、汚泥中蓄積物の合成がない場合であるが、汚泥に代謝効率の悪い未馴致基質を与えた場合に生ずると考えられる。細胞膜透過代謝に必要な酵素を合成するのに大きなエネルギーを要し、蓄積物を生ずる余裕がないと思われる。

以上、主に汚泥中蓄積物を分析方法によって分類したが、基質・汚泥の性質によって蓄積パターンに相違のあることが明らかになった。活性汚泥の代謝モデルを考える際、これらの点を考慮する必要があると考えられる。

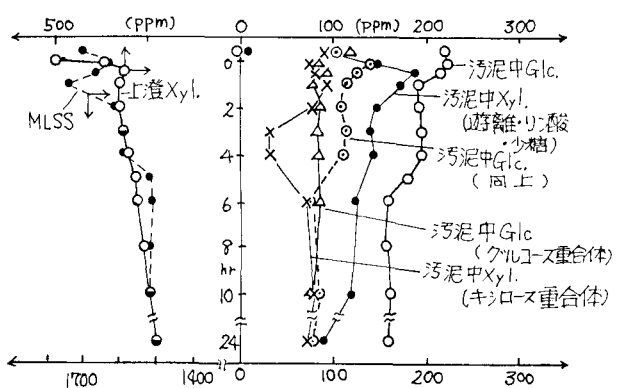


図-4. キシロースバッチ実験(グルコース汚泥)

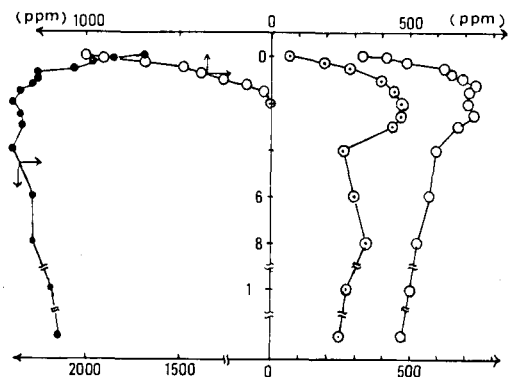


図-5. グルコースバッチ実験(グルコース汚泥)

表-1. 蓄積パターンのまとめ

汚泥の種類	投与基質	合成率(蓄積物増加量/投与量)			主な蓄積物
		汚泥グルコース A	グリコーゲン(B)	その他(C)	
キシロース汚泥	キシロース	31%	7% (0.23)	重合度の低いグルコース 23% (0.73)	重合度の低いグルコース
	グルコース	56%	3% (0.05)	重合度の低いグルコース 29% (0.52)	
グルコース汚泥	キシロース	なし	なし	特になし	キシロース(非代謝的吸着)
	グルコース	42%	40% (0.95)	グリコーゲンの増殖は変化せず	
フラクトース汚泥	フラクトース	32%	25% (0.78)	同上	グリコーゲン

<参考文献> (1). 中田・益永・杉淵・坂口: 第14回下水道研究会講演集 (2). 益永・楠井・中田: 第33回土木学会年講 P.219
 (3). 益永・楠井・河崎・中田: 同. P.221 (4). 河崎・益永・楠井・中田: 第16回下水道研究会講演集
 (5). Gaudy, Jr.: Ind. Water and Wastes 7[1] (6) Methods in Microbiology. Vol. 5 B.p.289.