

II-491

デキストリン馴致活性汚泥の基質除去特性

都立大学工学部 正会員 生方 悠

都市下水中の有機物は低分子有機物（モノマー）でなく高分子有機物（ポリマー）であろうことは一般的には理解されている。しかし活性汚泥処理実験において基質を高分子有機物であると強く意識している研究者は外国ではBanerjiら(1)だけである。

筆者は先に下水中の溶解性高分子有機物をタンパク質に対してはペプトンをまた炭水化物に対してはデキストリンを代用して行った活性汚泥処理実験において、高分子有機物の加水分解の過程が有機物除去における律速段階になっており、見かけ上高分子有機物の除去は1次反応式で、また高分子有機物の加水分解物質の除去は零次反応式で表示できることを明らかにした(2)(3)。

一方デキストリン馴致活性汚泥によるマルトオリゴ糖およびグルコース除去実験においてオリゴ糖の除去速度がグルコースのそれより速いとの結果が得られている。このことは高分子有機物の除去は加水分解律速であるとしている筆者の結論と矛盾しており、この現象の解明には問題が残されていた。そこで実験方法を変更することにより、マルトオリゴ糖がグルコースより一見早く除去されるのはマルトオリゴ糖が活性汚泥に吸着された結果であり、その後は高分子有機物の加水分解の過程が有機物除去における律速段階となっていると考えられる実験結果が得られたのでここに報告しておく。

1. 実験方法

デキストリン馴致活性汚泥は、都市下水処理場の返送汚泥をデキストリン：ペプトン＝3：1（重量比）に調合した基質を長期間投与したものである。この活性汚泥には糖類を好む真菌の黒いフロックが見られた。有機物除去に用いた基質は溶性デンプン、デキストリン（Gn）、グルコース残基が7～2個直鎖結合したマルトヘptaオース（G7）～マルトオース（G2）などのマルトオリゴ糖、グルコース（G1）である。なお基質濃度の測定にはT O C計を用いた。グルコースなどの炭水化物の実測T O C値はほぼ理論値を示していた。活性汚泥処理実験は20℃の恒温室で行った。濾過にはWhatmanのGF/Fを用いた。

2. 実験結果および考察

1) デキストリン馴致活性汚泥によるグルコース、デキストリン、溶性デンプンおよび加熱処理デンプンを加熱処理して透明になった溶液の有機物除去実験の結果を図-1に示す。添加基質濃度は各々200mg/l、初期活性汚泥濃度は500mg/lである。グルコース濃度は低基質濃度になるとやや低下するものの一定速度で減少する。一方デキストリンおよび加熱処理デンプンの濃度は片対数グラフでほぼ直線で示された。デキストリンは基質の除去速度および呼吸速度の点から加熱処理デンプンよりも加水分解されやすいものと考えられる。加熱処理デンプンの有機物除去過程は初期吸着とその後の直線減少とみなすこともできる。測定機器の精度が悪く、また測定点が少なく、さらにグルコースの除去を対比させてない場合には、デンプンの除去においては加水分解の効果も現れずまた零次反応式と解釈してしまいう可能性もあるものと考えられる(1)。

溶性デンプンは水にはほとんど溶解せず、活性汚泥の呼吸速度もほとんど増加しないので、活性汚泥による微生物学的な分解はあまり期待できない。

初期基質および活性汚泥濃度を変化させた場合の単位汚泥当りのグルコース除去速度と呼吸速度は一定であり、また除去基質当りの酸素消費量は理論値（完全酸化を仮定）の15-18%とほぼ一定であった。これらのことからデキストリン馴致活性汚泥はグルコース馴致汚泥に似ているものと考えられる。

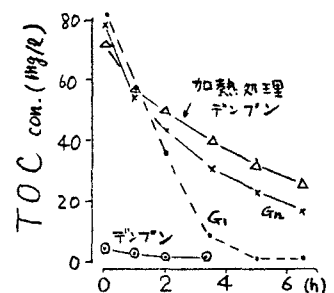


図-1 各糖類の除去

2) 初期基質濃度を变化させた場合の基質濃度の経時変化を図-2に示す。初期基質濃度が50mg/lと低い場合にはデキストリンの除去速度はグルコースのそれより明らかに低く加水分解律速であることは明白である。一方初期基質濃度が400mg/lと高い場合にはグルコースとデキストリンの初期除去速度には差がない。デキストリンの除去速度と基質濃度との関係は、活性汚泥への基質の吸着に影響されていて、簡単には表示できない。

図-1, 2からも予想されることであるが、デキストリンの除去過程は基質濃度が高い場合には除去速度も高く零次反応で示せ、また基質濃度が低くなると除去速度が低下し1次反応式で示せるようになり、全体としての基質除去は片対数グラフで下に凸の n ($n>1$) 次式となっていた。複合有機物除去において n 次反応式になるとする考え(4)もあるが、単一有機物であるデキストリンの除去においても n ($n>1$) 次式となることが実験的に示された。

3) デキストリン馴致活性汚泥によるグルコースとマルトオリゴ糖の除去を図-3(A)に示す。添加基質濃度は200mg/lである。マルトオリゴ糖の除去がグルコースより速く、吸着によるものかそれとも活性汚泥による取り込みに原因があるものか不明である。図-4に各マルトオリゴ糖とグルコースの添加基質濃度を400mg/lとした場合の初めの1時間および(1-5)時間における各糖類の除去速度を示す。グルコースの除去速度は全体を通して一定である。一方マルトオリゴ糖の除去速度は初めの1時間まではグルコースのそれのほぼ2倍を示すが、(1-5)時間においてはグルコースのそれより低い値を示している。初期除去を物理的吸着と考えると吸着量はオリゴ糖の鎖長比例となるはずである。G4とG5の吸着量がG3より低いものの、全体としての吸着量の傾向はマルトオリゴ糖の鎖長と比例しているものと見なすことができる。したがって、図-3(A)に示すように初期基質濃度が低い場合にマルトオリゴ糖の除去速度がグルコースのそれより速く見えることはマルトオリゴ糖の活性汚泥への吸着に原因があるものと考えられる。なおマルトオリゴ糖除去にともなう呼吸速度はグルコースのそれより2-3割高い値を示す期間があった。

図-3(B)にデキストリン馴致活性汚泥によるグルコース、マルトオリゴ糖、デキストリンの除去結果を示す。添加基質濃度は400mg/l、汚泥濃度は500 mg/lである。グルコースの除去は零次反応式で示された。マルトオリゴ糖は初期吸着による急激な基質低下の後に、グルコースより基質除去速度が低い状態が数時間継続して、最終的にはそれらの基質濃度はグルコース濃度よりも高くなった。このことから、マルトオリゴ糖においても有機物の加水分解の過程が有機物除去における律速段階となっていることが実験的にも確認された。

引用文献

- (1) Banerji et.al : JWPCF, Vol.40, No1,2,1968.
- (2) 生方：衛生工学研究論文集、Vol.24, 1988
- (3) 生方：水質汚濁学会講演集、Vol.22, 1988
- (4) P.Grau et.al : W.R., Vol.9, 1975

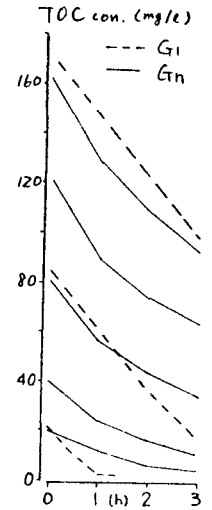


図-2 グルコースとデキストリンの除去

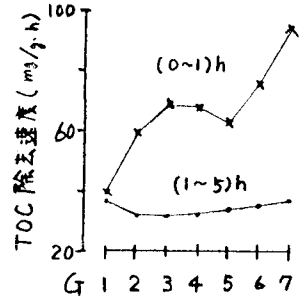


図-4 オリゴ糖の除去速度

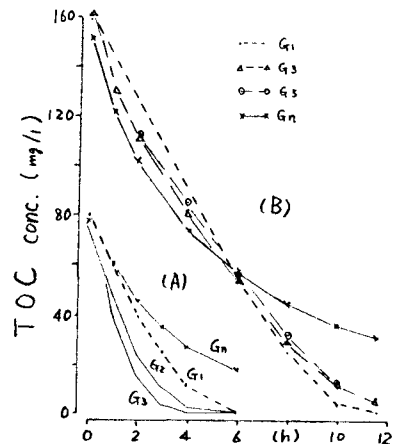


図-3 各種糖類の除去