

B-14 嫌気好気活性汚泥によるアミノ酸の取り込み特性

都立大学大学院工学研究科土木工学専攻

生方 悠

1. 始めに

都市下水中の有機物は、大部分は高分子の有機物であり、より具体的に言えば、活性汚泥とほぼ同じ大きさの固形性の有機物（大部分は蛋白質と炭水化物で構成される）である。従って高分子有機物は加水分解を受けて、低分子の有機物に分解されてから、活性汚泥微生物に取り込まれる。都市下水を処理する嫌気好気活性汚泥においては、如何なる有機物に取り込まれているかの情報は至って少ない。そこで本研究では、2種類の嫌気好気活性汚泥を用いて、アミノ酸等の有機物の取り込み特性を測定し、その結果を解析する。

2. 実験方法

実験に使用した活性汚泥は、都市下水を処理する嫌気好気活性汚泥と、都市下水中の主要有機物は蛋白質であることを考量して、ペプトンで長期間培養した嫌気好気活性汚泥である。実験時には、活性汚泥中の夾雑物を、425 μ mの篩いで除去し、13Lの水道水で洗い、1晩好気条件を保持した。翌日また13Lの水道水で2回洗い（硝酸塩除去のため）、沈殿した汚泥を20度の水で希釈し、200mlの三角フラスコを反応槽にして、20度の恒温槽で有機物の除去実験を嫌気条件下（窒素ガス注入）で行った。使用した有機物は、カザミノ酸（カゼインの加水分解産物で、遊離アミノ酸の混合物）、グルタミン酸、マルトース（澱粉の加水分解産物で細菌に取り込まれる）、酢酸塩である。

3. 実験結果と考察

3. 1 都市下水処理活性汚泥による有機物の除去とリン酸塩の放出

図-1に都市下水処理活性汚泥による有機物の除去とリン酸塩の放出量を示す。除去量は、マルトース、酢酸塩、カザミノ酸、グルタミン酸の順であった。マルトースの除去量が他の有機物より高いことは、ペプトン培養嫌気好気活性汚泥でも得られている。細菌細胞の外壁には多量の高分子炭水化物が存在しているので、細胞の崩壊時、炭水化物が常時供給されているものと推定される。

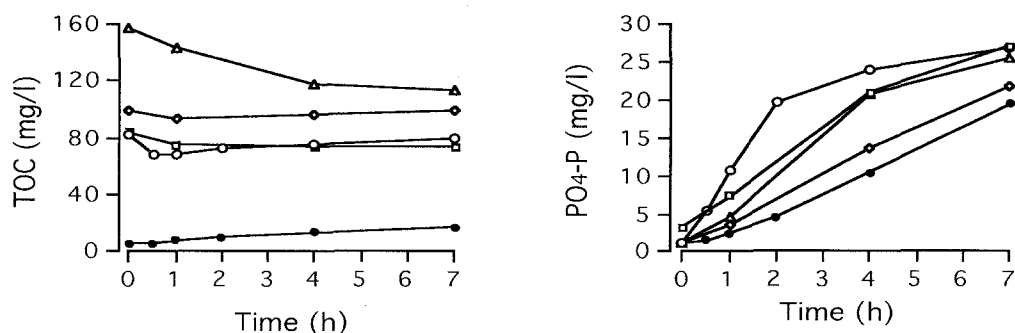


図-1. 都市下水処理活性汚泥による有機物の除去過程と放出リン酸塩濃度 ($X_0=3.5$ g/l)。

シンボル：マルトース (Δ)、酢酸塩 (○)、カザミノ酸 (□)、グルタミン酸 (◇)、ブランク (●)

3. 2 都市下水処理活性汚泥によるアミノ酸の除去

図-2に、都市下水処理活性汚泥によるカザミノ酸（アルギニンを少量添加している）中の各アミノ酸の除去過程を示す。カザミノ酸中のグルタミン酸の含有量は高いので、図-2では、20 mg を引いて示してある。グルタミン酸、アスパラギン酸、アルギニン、プロリン、リジンの除去量は各々 37, 20, 22, 4.7, 5.1 mg/l であった。ロイシン、アラニン、スレオニン、グリシン、ヒスチジンの除去量は、1.5 mg/l 以下であり、バリン、チロシン、イソロイシン、フェニルアラニンは全く除去されなかった。嫌気条件下でのカザミノ酸の除去量には実験毎に変動があったが、除去されたアミノ酸の割合はほぼ一定であった（同一処理場で3回、他所で1回）。

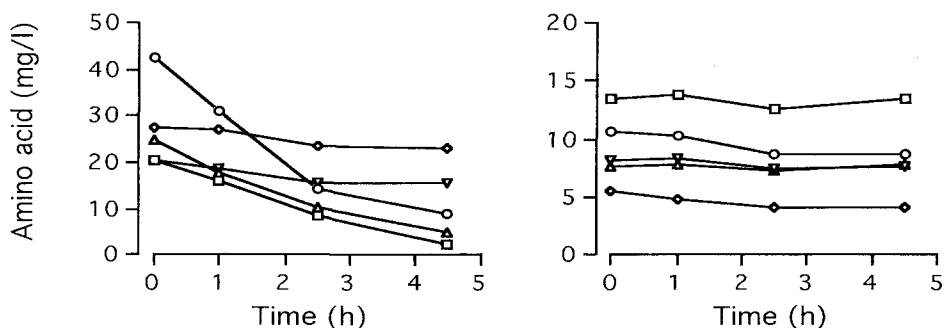


図-2. 都市下水処理活性汚泥による各アミノ酸の除去過程 ($X_0=3.3$ g/l)。 シンボル：
左：グルタミン酸 (○)、アスパラギン酸 (□)、アルギニン (△)、プロリン (◇)、リジン (▽)
右：スレオニン (○)、バリン (□)、イソロイシン (△)、グリシン (◇)、フェニルアラニン (▽)

3. 3 グルタミン酸の除去過程におけるピログルタミン酸の発生

図-3に、カザミノ酸とグルタミン酸の除去過程におけるピログルタミン酸の発生量を示す（右図）。アスパラギン酸とアルギニンは、ピログルタミン酸を発生させていなかった。左図の破線は、アミノ酸分析計で分析したアミノ酸量をTOC濃度に換算したものである。カザミノ酸には、アミノ酸以外の有機物が存在しているようである。

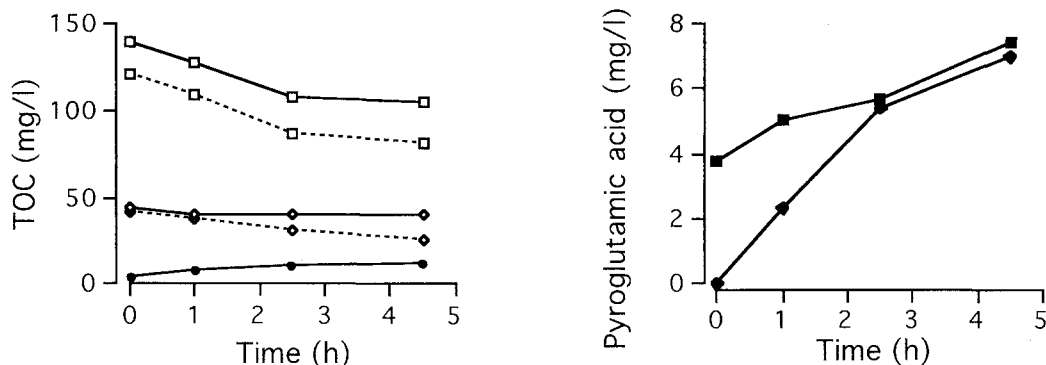


図-3. カザミノ酸とグルタミン酸の除去過程におけるピログルタミン酸の発生量 ($X_0=3.3$ g/l) シンボル：カザミノ酸 (□)、グルタミン酸 (◇)、ブランク (●)

グルタミン酸の除去過程において、アミノ酸分析計で得られたグルタミン酸の濃度とTOC濃度との間に大きな差が生じていた。そこで代謝産物を有機酸分析計で測定した。その結果、プロピオン酸と同じ保持時間にピークが生じていた。代謝産物をプロピオン酸と仮定すると、発生量が異常に高いことが計算された（TOC濃度が増加することになる）。そこで他の有機酸を検索したところピログルタミン酸であることが判明した。グルタミン酸と同量の水を加圧加熱すると、簡単にピログルタミン酸が生じる（生化学事典；東京化学同人）。それ故、カザミノ酸には、ピログルタミン酸が含有されているのであろう（図-3、右）

3. 4 ペプトン培養活性汚泥による各アミノ酸の除去

図-4に、ペプトンで10ヶ月培養した活性汚泥による各アミノ酸の除去過程を示す。リシン、アルギニン、プロリン、スレオニン、グリシン、ロイシン、セリン、アラニンの除去量は、図-2に示されたものより大幅に増加していた。一方、グルタミン酸、アスパラギン酸、フェニルアラニン、バリン、イソロイシンの除去量は、図-2に示されたものよりは増加していたが、増加の割合は大きくはなかった。また、グルタミン酸、プロリン、バリン、ロイシン、イソロイシンの残存量は多かった。

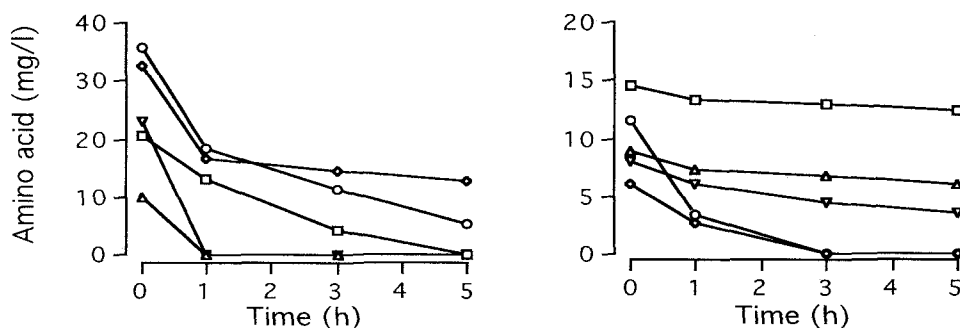


図-4 ペプトン培養活性汚泥による、各アミノ酸の除去過程 (Xo=3.4 g/l)
シンボルは、図-2に同じ

4. 結論

都市下水を処理する嫌気好気活性汚泥と、ペプトンで長期間培養した嫌気好気活性汚泥を用いて、嫌気過程での有機物の取り込み量を測定した。実験結果を次に示す。(1) 両活性汚泥とも、カザミノ酸の取り込み量より、マルトースの取り込み量の方が多かった。(2) 都市下水処理活性汚泥では、比較的多量のグルタミン酸、アスパラギン酸、アルギニンが、また少量のプロリンとリシンが取り込まれていた。ところが、ロイシン、イソロイシン、フェニルアラニン等の他の11種のアミノ酸は全く取り込まれていなかった。(3) この活性汚泥によるグルタミン酸の取り込み過程では、ピログルタミン酸が生成していた。(4) ペプトン培養活性汚泥では、都市下水活性汚泥より、より多くの数のアミノ酸が、より多量に取り込まれていた。従って、両活性汚泥の細菌相には、相違があるものと推定された。人工下水で培養された活性汚泥から得られた結果には、実際のものとは異なったものが、多々あるものと思われる。

本研究を遂行するにあたり、カザミノ酸除去時における各アミノ酸の濃度を測定して下さった、東京都衛生研究所・食品化学部の井部明広博士に、深く感謝申し上げます。