

II-507

分離リン除去細菌における貯蔵有機物の形態

都立大学・工学部 正会員 生 方 悠

1. 序論

グルコースや酢酸を培養基質とする室内活性汚泥実験の結果から、活性汚泥はグルコースや酢酸などの低分子有機物を取り込み、ポリグリコーゲンやPHBなどの高分子有機物を細菌細胞内に貯蔵するものと一般には考えられている。ところが沈殿下水中にはグルコースや酢酸などの低分子有機物はほとんど存在せず、主要な有機物は高分子化合物である蛋白質である。それ故に貯蔵有機物が高分子有機物であるかどうかは疑問のあるところである。

演者の分離したリン除去細菌は、比増殖速度が1.43/日と非常に遅いだけでなく、嫌気条件下では核酸(DNA)の合成は全く行われていないのにも関わらず、処理時間1時間以内に細胞の乾燥重量(MLSS)当たり20-25%のカザミノ酸を取り込むことが出来た。この時間における $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出量は、取り込み有機物の微生物代謝量の約40%を示すだけであり、残りのアミノ酸は脱アミノ反応を受けていなかった。それ故に低分子有機物であるアミノ酸の貯蔵と考えられる結果が得られたのでここに報告する。

2. 実験方法

前報(第28回水環境学会講演集, p.716-)を参照のこと。カザミノ酸と酵母エキスの比を5:1に訂正

3. 実験結果・考察

分離リン除去細菌による実験結果の1例を図-1に示す。好気過程初期、嫌気過程初期及び終期におけるpH値は6.8, 8.0, 6.8であり、これらのpH変動の主なる要因は $\text{PO}_4\text{-P}$ の取り込みと放出であった。

3-1. 無機炭素

炭酸ガスの発生に由来していると考えられるICが好気過程で16mg/l放出され、嫌気過程では放出量の約2/3の10mg/lが消失していた。好気過程では $\text{PO}_4\text{-P}$ の取り込みに伴ないpHがアルカリ側にあるので炭酸ガスは溶液中に補足されているものと考えられる。嫌気過程では炭酸固定の反応もあるかも知れないが、リン酸塩の放出に伴ないpHが低下するので炭酸ガスが気相中に移行したのであろう。

3-2. 嫌気過程での有機物の取り込み

嫌気過程1時間(30分でもほぼ同じ)と22時間におけるTOC取り込み量は各々44、73(mg/l)である。このTOC量をカザミノ酸量に換算すると129、215(mg/l)となる。この値は細菌の平均乾燥重量当たり25と41%に相当する。この細菌は、貯蔵物質量が著しく多いだけでなく、30分という短時間に最大貯蔵能力の60%に相当する多量の有機物を取り込むことが出来る。取り込み有機物当たりのリン放出量は嫌気3時間と9時間では他のものよりやや高い値を示していた。有機物を添加していない場合でもこの時間帯においてはリンが放出されていたので、その値を補正すると取り込み有機物当たりのリンの放出量はほぼ一定の値(0.5)を示した(図-1)。他の実験ではその値が倍くらいのことであ

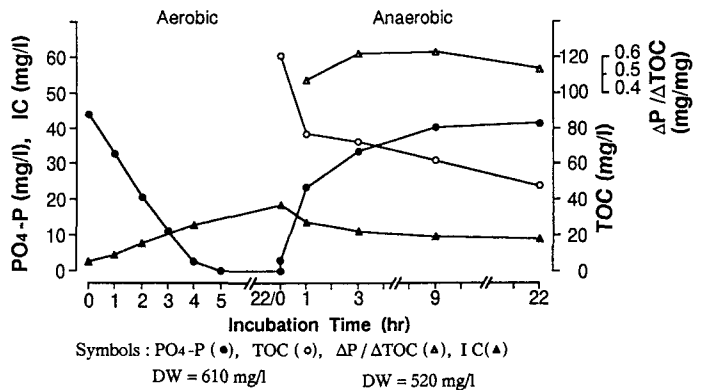


図-1 好気及び嫌気過程における各種物質の挙動

った。

3-3. DNAの合成

図-2に示すように、分離リン除去細菌のDNAは有機物の存在する嫌気過程では合成されず、有機物の存在しない好気過程において貯蔵有機物を用いて合成されていた。好気過程6時間までのDNAの合成速度は、その細菌の比増殖速度と一致していた。ポリリン酸加水分解エネルギーは主にカザミノ酸の取り込みに使われており、アミノ酸の高分子化には利用されていないようである。なぜならアミノ酸から蛋白質を合成するなら核酸を先に合成するのが細菌にとり経済的であると考えられるからである。

3-4. $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出

同一細胞溶液を二等分し、一方にはグルタミン酸塩を他方にはカザミノ酸を嫌気時に添加した。嫌気開始時における $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度を下げるためにリン酸塩を含有しない新たな食塩溶液に移し変えた。有機物の取り込みに伴うリン酸塩の放出があるため嫌気終了時におけるpHは6.75と5.96を示していた。溶液が酸性側になったため有機物の取り込み量とリン酸塩の放出量は通常の場合よりやや低下していた（図-3）。

どちらの有機物の場合でも、嫌気及び好気の両過程において $\text{NH}_3\text{-N}$ は放出されていた。嫌気過程におけるグルタミン酸塩の取り込み量は0.92mMであり、嫌気好気の両過程における $\text{NH}_3\text{-N}$ の総放出量は0.45mMであった。カザミノ酸に対するこの細菌の収量係数は約0.5であるので、この値をグルタミン酸塩に対しても代用すると、細胞内のN:C比はグルタミン酸と同じ値となる。微生物細胞のN:C比をグルタミン酸で代用することが多い。このことからグルタミン酸を基質とする場合の $\text{NH}_3\text{-N}$ の総放出量は妥当な値であると考えてよからう。

除去TOC当りの $\text{NH}_3\text{-N}$ の総放出量は、グルタミン酸塩で $6.36/55=0.1156$ 、またカザミノ酸で $8.32/88=0.0945$ であった。これらの値の比は1.22であるので基質当りの $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出量はほぼ同じであると考えて良からう。カザミノ酸を嫌気時に添加した場合の処理1時間における $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出量は1.96mg/lであった。この時間までに取り込まれたカザミノ酸が細菌により完全に代謝されるとすると $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出量は $8.32 \times 50/88 = 4.73$ と計算される。したがってカザミノ酸が嫌気1時間までに脱アミノ反応を受けた割合は $1.96/4.73 = 41\%$ となり、残りの59%のアミノ酸にはアミノ基が残存していることになる。なお嫌気一日後でも脱アミノ反応を受ける割合は61%であった。

4. 結論

分離リン除去細菌を用いた嫌気好気リン除去活性汚泥法の嫌気過程においては、有機物の取り込み量とリン放出量の比はほぼ一定であること、また核酸（DNA）の合成は行われないうこと、脱アミノ反応は40%程度であることから、カザミノ酸の取り込み時には低分子有機物であるアミノ酸の貯蔵が考えられた。

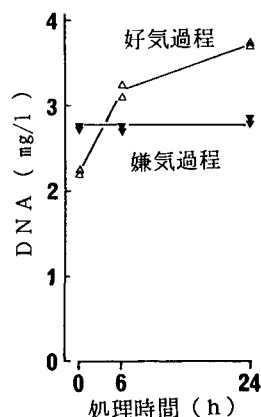


図-2 DNAの合成

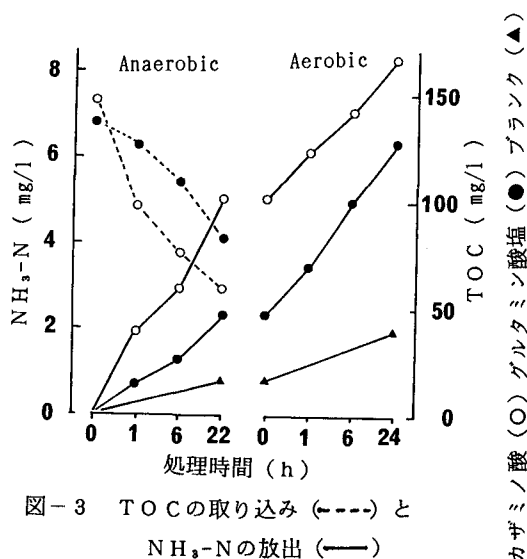


図-3 TOCの取り込み（---）と
 $\text{NH}_3\text{-N}$ の放出（—）

カザミノ酸 (○) グルタミン酸塩 (●) プラシク (▲)