

環境方正員 ○ 河崎 哲久  
 東京大学 正員 中西 季子  
 東京大学 学生員 楠井 隆史  
 公資研 正員 益永 茂樹

1. はじめに

我々はこれまで汚泥内蓄積物を実測する方法で活性汚泥に対する基礎的研究を進めて来た。これまでの易分解性基質に関する研究ではグルコースなどの糖類を使用し、活性汚泥の培養基質および培養方式の違いによる基質除去パターンの違いを調べて来た。しかし処理すべき下水・産業廃水中には他の多くの有機物が含まれており、その中でも蛋白質などの窒素化合物の割合が高いので、今回はアミノ酸を用いた研究を行った。アミノ酸は一般に生分解可能と言われているが、従来の研究は酸素摂取速度を測っているものが大部分で、汚泥内にはあるか、溶液中のアミノ酸も実測されていない。そこで、アミノ酸としてグルタミン酸を取り上げ、その除去と汚泥内蓄積の様子を調査した。

2. 実験用汚泥の培養と分析方法

実験用汚泥は3種類あり、その投与基質は表-1に示す。アミノ酸の定量にはニンヒドリン法<sup>(3)</sup>を用い、汚泥内アミノ酸

表-1 実験用汚泥の培養条件(すべて1日1回のfill and draw)

名 称	投与基質 (この他にリン酸緩衝液 5mg/l のみ培養液)
グルタミン酸汚泥	グルタミン酸 500mg/l (47.6mgN/l)
グルコース汚泥	グルコース 500mg/l + 尿素 20mg/l
グルコース・グルタミン酸汚泥	グルコース 500mg/l + グルタミン酸 50mg/l + 尿素 20mg/l

は、0°Cの過塩素酸で抽出した<sup>(3)</sup>。また、NH<sub>4</sub>-Nはインドフェノール法、NO<sub>2</sub>-NはGR法、NO<sub>3</sub>-Nはアルシン法、蛋白質はLowry-Folin法<sup>(4)</sup>で定量した。

3. グルタミン酸の単独投与

グルタミン酸汚泥の培養槽における窒素収支を調べた結果を図-1に示す。除去にはpHの低下に起因すると見られるうがが存在し、しだいにpHの上昇と共に速くなる。一方、汚泥中アミノ酸はほとんど増加せず、すぐに代謝されていることがわかる。投与された窒素のうち50%以上が無機化され、アンモニアの形で放出されているが、除去完了後は不完全ながら硝化が起きている。溶液中全窒素の減少に対応する汚泥中ケルゲル窒素の増加が認められる。

グルコース汚泥にグルタミン酸を投与した場合は、未馴致であるにもかかわらず、初期の除去速度は大きく、汚泥内にはグルタミン酸汚泥の場合よりも大きなアミノ酸の蓄積が見られた。溶液中へのアンモニアの放出はほとんど見られなかった。

4. グルタミン酸とグルコースの相互作用

グルタミン酸汚泥に対する同時投与については、グルタミン酸、グルコース共にコントロールとほぼ同じ速度で独立に除去された。ただし、アンモニアの放出は減少した。

グルコース汚泥にグルコースとグルタミン酸を同時投与した実験の結果を図-2に示す。除去は最初の5分間が最も速く、汚泥中アミノ酸も1.6mgN/lから29mgN/lへと増加した。アンモニアの放出はほとんど無く、時刻0で存在した硝酸がすぐに亜硝酸に変わり、除去完了と共に再び硝酸能になり、さらに溶液中から窒素が消失していく。除去された窒素(約12mg/l)

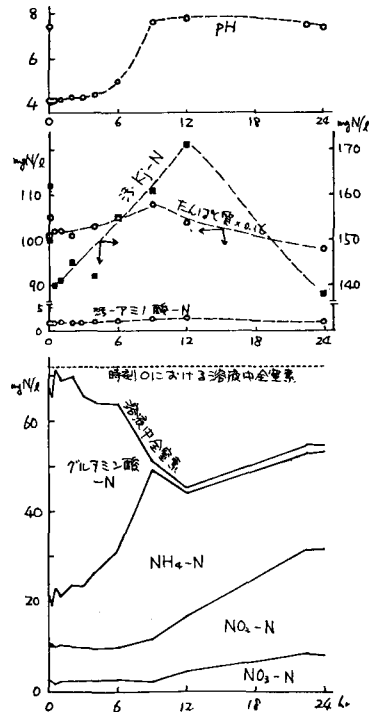


図-1 グルタミン酸汚泥にグルタミン酸 500mg/l (47.6mgN/l)を投与し MLSS = 1343mg/l

に対応して、汚泥中ケルゲール窒素と蛋白質の増加が認められる。

グルコース汚泥において、グルコースを同時投与することにより、一般にグルタミン酸の除去速度は速くなることが観察された(図-3)。しかし汚泥内アミノ酸の蓄積量はあまり影響を受けず、た(図-4)。一方、グルタミン酸負荷を変えて同時投与を行くと、汚泥内アミノ酸の蓄積量は明らかに負荷と正の相関があることがわかった(図-5)。しかし、グルタミン酸の除去速度は投与濃度に応じて pH が低下するために負荷との関係がつかぬかった。図-5にはグルコース-グルタミン酸汚泥を用いた同様の実験結果を併せて載せたが、グルコース汚泥の場合と同じ傾向であることがわかる。この汚泥のグルタミン酸除去速度は速すぎて(100mgN/gSS/hr以上)、実測できなかった。

### 5. 繰り返し投与による影響

グルコース汚泥を用いて、3時間毎に汚泥を沈殿させ上澄みを入れ換えてグルタミン酸を4回繰り返し投与する実験を行った。ひとつはグルコースとの同時投与でひとつは単独投与である。その結果から、最初の5分間と次の10分間に分けたグルタミン酸除去速度と汚泥内アミノ酸蓄積量について表-2にまとめた。これから、1回目の投与時はアミノ酸の蓄積スペースが大きく初期吸収が大きいが、次の10分間の除去は馴致の進んだ2回目以降の方が速いと言える。

### 6. グルタミン酸除去機構についての考察

グルコース汚泥において、グルコースとの同時投与により、グルタミン酸の除去速度が速くなることから(図-3)、次の2つの可能性がある。①「グルタミン酸の除去は能動輸送で、そのエネルギー源として外部のグルコースの存在は都合がよ

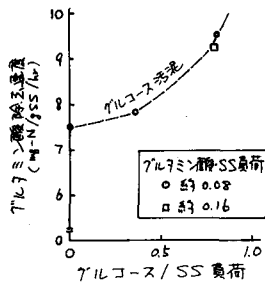


図-3 グルコース負荷と除去速度

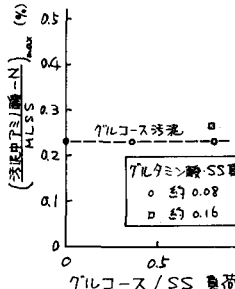


図-4 グルコース負荷と汚泥内アミノ酸蓄積量

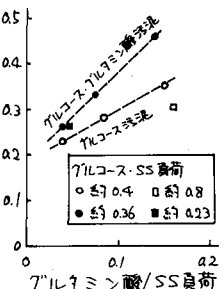
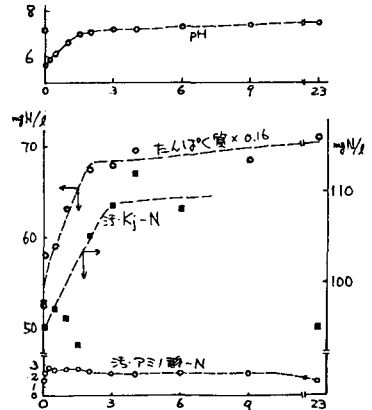


図-5 グルタミン酸負荷と汚泥内アミノ酸蓄積量

い」②「グルタミン酸の除去は代謝が律速になっているので、汚泥の増殖に応じて窒素が必要となる同時投与の方が代謝が速く、除去も速い。」もし①が正しいとすると、同時投与により汚泥内アミノ酸が増加するはずだから、図-4と矛盾し、また、図-5より、汚泥内アミノ酸濃度は外部のアミノ酸濃度により規定されると考えらるるので、②が正しいものと思われる。繰り返し投与実験の結果も、汚泥内アミノ酸濃度が投与濃度に依存し、除去速度は代謝律速になっているという②の機構を支持している。

〈参考文献〉(1)楠井・中面・益永・河崎：才34回土木学会年講 p.545.(1979).  
(2)益永・楠井・河崎・中面：才16回衛生工学研究討論会講演論文集 p43.(1980).

(3)Norris, et al.: Methods in Microbiology 5B p.334 (1971). (4)馬淵：用水と廃水 14[11] (1972).



時刻における溶液中全窒素

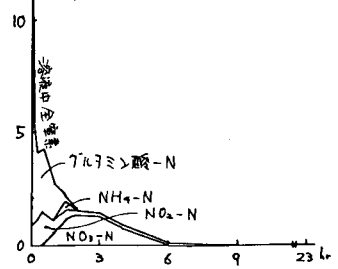


図-2 グルコースとグルタミン酸にグルコース500mg/gとグルタミン酸100mg/g(952mgN/g)を同時投与 MLSS<sub>0</sub> = 1261 mg/g

表-2 繰り返し投与実験の結果のまとめ

投与方法	投与回数	グルタミン酸除去速度(mg/gSS/hr)		汚泥内NH <sub>4</sub> -N MLSS (%)	(汚-汚内NH <sub>4</sub> -N) MLSS (%)
		0~5 min	5 min~15 min		
同時投与	1	75.5	9.4	0.195	0.350
	2	47.6	16.5	0.119	0.396
	3	44.2	17.1	0.122	0.356
	4	52.2	21.5	0.106	0.355
単独投与	1	95.6	-	0.177	0.335
	2	52.2	14.7	0.065	0.328
	3	51.6	20.0	0.111	0.310
	4	49.0	24.6	0.100	0.339