

II-504

アクリルアミド包括固定化嫌気性細菌の活性と廃水処理への適用

東京設計事務所(株) 正員 ○ 武田 崇
 明星大学理工学部 学員 中山 久克
 明星大学理工学部 正員 田中 修三

1. はじめに

本研究は、アクリルアミドを用いて包括固定化した嫌気性細菌に対して、その包括ゲルの活性を調べ、さらに廃水処理に適用した場合の処理特性について検討することを目的としている。廃水処理においては、包括ゲルを充填した循環汙床型の系で、循環比と処理効率の関係を中心に実験的検討を行った。

2. 実験方法

嫌気性細菌のアクリルアミドによる固定化は、Acrylamide 20g、N,N-Methylen-bis-acrylamide 1g、3-dimethylaminopropionitrile 0.6ml、濃縮汚泥86.6ml、 $K_2S_2O_8$ 7%水溶液2.2mlをこの割合と順番で混合し、30℃に保ちながらビニールチューブに吸引後、24時間放置してゲル化させた。その後、チューブ状のゲルを切断して直径3mm、長さ3mmの円柱状のゲルを作成した。初期汚泥量はゲル重量に対して1%となるように調整した。使用した汚泥は、下水処理場の消化汚泥を種として、脱脂乳を基質として半連続方式により数ヶ月間培養した汚泥を遠心濃縮したものである。包括ゲルの活性実験は、容量約120mlのバイアルびんを用いた回分系(37℃)で行い、分配係数や有効係数の測定および揮発酸・メタン生成活性の非固定細菌との比較等について検討した。なお、有効係数は固定化細菌のメタン生成速度と固定化細菌を粉砕したときのメタン生成速度の比で表し、ゲルの粉砕はガラス-テフロン摺合わせのホモジナイザーで行った。廃水処理実験では、図1に示した容量400mlの上向流循環汙床を用い、数ヶ月間の前培養を行った包括ゲル215mlを充填した。供試排水は脱脂乳を水道水に溶かしたもので、表1に示した糖・蛋白質を主成分とするTOC230mg/l(CODで600mg/l)の人工廃水である。処理系は温度37℃、HRT24hrで運転し、流入水量(185ml/日)に対する循環水量の比を0, 4, 10, 20, 40と変化させていった。

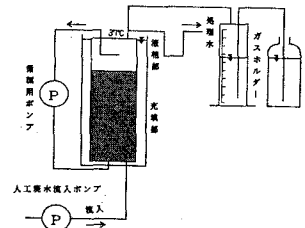


図1. 循環ろ床型実験装置

表1. 人工廃水の組成

炭水化物(乳糖)	290 (mg/l)
蛋白質(アルブミン)	185 (mg/l)
脂肪	6 (mg/l)
灰分	43 (mg/l)
D-ヒューゲル	適量

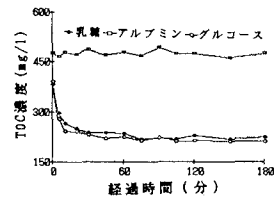


図2. 基質のゲル担体への拡散(分配係数)

3. 実験結果と考察

3.1 分配係数、有効係数

アクリルアミドゲルに対するグルコース、乳糖、アルブミンの拡散過程を、溶液TOC濃度の経時変化で示したのが図2である。グルコースと乳糖はゲルを入れてまもなくその濃度が大きく低下しており、30~60分後には平衡に達しているのに対して、アルブミンはほとんど変化しなかった。各基質の初期濃度と平衡濃度から分配係数を求めると、グルコース 0.878、乳糖 0.729、アルブミン 0.004となる。アルブミンの分配係数が小さいのは高分子であるためと考えられ、処理においては、ゲル表面の細菌による低分子化が反応速度の律速因子となろう。図3は脱脂乳を基質とした場合の包括ゲルと粉砕ゲルのメタン生成量の経時変化を追跡したものである。アルブミンの分配係数が小さい

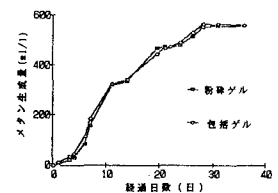


図3. 包括ゲルと粉砕ゲルのメタン生成活性の比較(有効係数)

のにもかかわらず、両者のメタン生性活性にはほとんど差がなく、有効係数は1.0であり、固定化細菌が効率的に機能していることがわかる。これは、包括ゲルの前培養を約1ヶ月間行っていたために、ゲル表面あるいは表層部に細菌が十分増殖していたこと、および脱脂乳中の乳糖がまず分解されるために、分配係数の影響が表面化してこなかったこと等が原因と考えられる。

3.2 包括ゲルと非固定化細菌の活性比較

脱脂乳を基質として、包括ゲルおよび非固定化細菌の揮発酸とメタンの生成の経日変化を調べたのが図4である。いずれも初期菌体量は同量に設定し、Phase2はPhase1終了後ゲルとゲル外のSS性増殖細菌を分離して、再び新しい基質を投与して活性を調べたものである。Phase1において、揮発酸生成に大差がないのに対してメタン生成は包括ゲルの方が活性が低く、しかも約10日の遅滞がみられた。図の直線部分の傾きから求めたメタン生成速度は、表2に示したように包括ゲルが1.5、非固定が3.0mmolCH₄/L/日であった。Phase2においては、包括ゲルのメタン生成活性はかなり回復しているが、同時にゲル外で増殖したSS性の細菌も同程度の活性を示した。

3.3 廃水処理への適用

包括ゲルを充填した循環汙床による廃水処理結果を表3に示し、さらに主要な項目を循環比に関して整理したのが図5である。TOC, VFA, SS いずれも循環比4~10にかけて一旦上昇し、その後低下する傾向を示している。これは、循環比0では基質中のSS成分が汙床内に蓄積され、見かけ上水質が良くなるが、循環比が増えるとSS成分の蓄積が減少し、処理水中に流出していくためと考えられる。実際、循環比0の場合汙床底部に基質らしきものの蓄積が観察された。しかし、さらに循環比を上げると基質と菌体(包括ゲル)の接触機会が増え、基質の分解率が高まるため、水質が良くなるものと考えられる。このことは、TOCとDOCの差であるSS性有機炭素や0.45~1.0μmのSS成分の減少からも裏付けられる。SS成分の分解には循環比40程度にする必要があり、そうすることにより透視度も改善されることがわかる。しかしながら、TOC除去率は、循環比20~40の間に改善はみられず、溶解性基質が残存しており、今後の課題を残している。

4.まとめ

アクリルアミドによる包括ゲルは、脱脂乳基質に対して有効係数1.0を示し、固定化細菌が比較的効率的に機能していると考えられる。また、循環汙床による廃水処理において、最適循環比が有機物除去とSS成分除去によって異なってくるのがわかった。

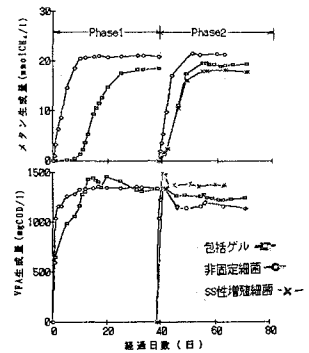


図4. 包括ゲルと非固定細菌の活性比較

表2. 包括ゲルのメタン生成活性

Phase	メタン生成速度 (mmolCH ₄ /L/日)			包括ゲルのメタン生成開始日数 (日)
	包括ゲル	SS性増殖細菌	非固定化細菌	
Phase1	1.5	-	3.0	約 10
Phase2	3.2	2.0	3.5	約 2

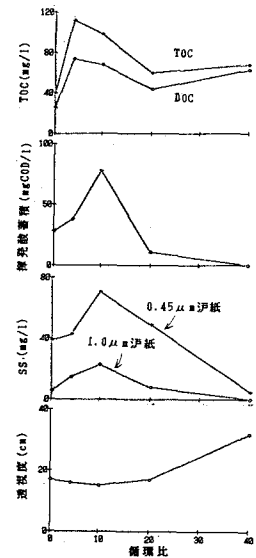


図5. 循環汙床の処理水質と循環比の関係

表3. 廃水処理結果

項目	処理系	流入水	循環比					
			0	4	10	20	40	
ガス生成	CH ₄ (ml/l)	-	3	2	3	0	0	
揮発酸蓄積量	(mgCOD/l)	-	28	38	78	11	0	
流出水質	TOC (mg/l)	230	40	112	98	60	68	
	DOC (mg/l)	170	26	74	68	44	63	
	*SS (mg/l)	-	6	15	23	8	0	
	*SS (mg/l)	-	39	43	71	49	5	
	pH	7.9	7.8	7.8	7.5	7.5	7.8	
	ORP (mv)	+15	-115	-160	-200	-200	-190	
	透視度 (cm)	-	17	16	15	17	32	
TOC除去率	(%)	-	83	51	57	74	70	

* 孔径1.0μmのグラスファイバー汙紙による分析
 * 孔径0.45μmのメンブランフィルターによる分析