

II-427

上昇流スラッジベット（UASB）反応器による高速メタン発酵特性（Ⅱ）

汚泥グラニュール性状

長岡技術科学大学 正 原田 秀樹
 長岡技術科学大学 正 桃井 清至
 （株）日水コン ○種市 尚仁

1. はじめに

前述（61年 年講Ⅰ報および60年 年講Ⅰ、Ⅱ報）のように、UASB法の成否は、いかに高活性で高濃度の菌体を反応器に保持しうるか、すなわちメタン生成菌のペレット状もしくはグラニュール状増殖の機能によっている。いいかえれば、UASB法とは、汚泥自身の持つAggregation機能を積極的にひき出し利用しようとする自己固定化菌体（Self-immobilized microorganisms）法ともいえる。

ここでは、種々の基質で培養形成したグラニュール汚泥の沈降特性、メタン生成活性、電頭によるグラニュール構造の形態学的観察等の比較検討した結果を述べる。

2. 実験方法

植種汚泥は、都市下水処理場中温消化槽から採取した。

スターチ+シュクロース基質、蔗糖蜜基質グラニュール汚泥の培養条件はⅠ報のとおりである。

酢酸基質系は、流入COD 3,000mg/l（酢酸2,900mgCOD/l+酵母エキス100mgCOD/l）,

有機酸混合液基質系は流入COD 5,000mg/l（乳酸1,500mgCOD/l, 酢酸1,300mgCOD/l, プロピオン酸 1,000mgCOD/l, n-酪酸1,000mgCOD/l, 酵母エキス200mgCOD/l）で、35°Cで培養した。

シュクロース基質系は流入COD3,400mg/l（シュクロース3,000mgCOD/l, スキムミルク400mgCOD/l）で35°Cで培養した。

3. 実験結果および考察

UASB反応器の処理性能の一例として図-1に有機酸混合液基質系のCOD除去率とCOD容積負荷の関係を示す。容積負荷は、水理学的滞留時間を短縮させることで段階的に増加させた。70KgCOD/m³・dayの高負荷でも80%前後の除去率を示し、きわめて高速の処理性能を示している。

ベッド内には40,000-50,000 VSS/l程度の生物が保持されていた。

図-2に種々の基質で培養したグラニュール汚泥の粒径分布と沈降性指標SVIを示す。種汚泥である消化下水汚泥のSVIは約100ml/gであったものが、グラニュール化によって平均粒径は0.5-2.5mm程度になり、その結果SVIは17-34ml/gにまで改善され優れた沈降性を示し高濃度の生物維持が可能になる。

酢酸基質、有機酸混合液基質系ではグラニュール径自体は糖系基質のものと比較して小さいにもかかわらずSVIはより小さくなっている。

表-1は、種々の基質で培養したグラニュール汚泥のメタン生成活性をバイアル実験から評価したものである。植種源である消化下水汚泥のメタン生成活性が0.09（g CH₄ COD/g VSS・day, 酢酸基質）であるのに対し、グラニュール汚泥のメタン生成活性は5-19倍程度増加している。特に酢酸培養、有機酸混合液培養では酢酸資化性メタン活性の増加が著しいのに対し、シュクロースから酢酸生成までの段階を担う細菌群の集積効果は小さいことがわかる。

このようにUASB反応器による汚泥のグラニュール化は単に汚泥の沈降性改善による生物量保持能の増加のみならず、メタン生成菌の高密度の集積化によるメタン生成活性の質的向上もなされている。

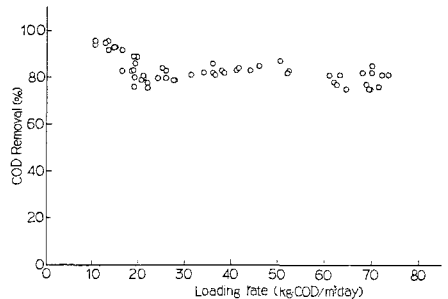


図-1 有機酸混合液基質UASB処理性能

表-1 グラニュール汚泥のメタン生成活性

汚泥	*メタン生成活性 (g CH ₄ -CO ₂ /g VSS·day)	容積負荷 (kg·COD/m ³ ·day)	HRT (hr)
消化汚泥	0.09	---	--
	0.07		
酢酸培養	1.30	17	4.2
	0.30		
VFA培養	1.70	26	4.6
	0.33		
スターチ+シュクロース培養	0.77	17	4.2
	0.75		
蔗糖培養	1.10	13	4.2
	0.68		
シクロース培養	0.38	6	12.0
	0.33		

* 1段ニニ酢酸基質ニ基質

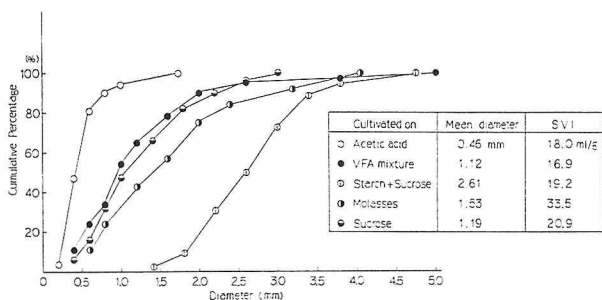


図-2 グラニュール汚泥の粒径分布と沈降特性SVI

写真1,2はそれぞれスターチ+シュクロース系基質、酢酸基質で培養形成したグラニュールの電顕写真である。スターチ+シュクロース系基質(写真-1)ではグラニュールの表面はかん菌状の加水分解、酸生成を担う細菌群が活発に細胞外ポリマーを分泌しそれが細胞同志のAdhesive substanceの役割をしていることが写真1-a, bから観察される。グラニュール内部には写真1-cに見られるように酢酸資化性メタン菌であるMethanotherix属の糸状増殖によって構成されている。

一方、酢酸培養グラニュール(写真-2)ではグラニュール表面も内部もMethanotherix属がほぼ単一培養のごとく極めて高密度に繁殖している様相が観察される。

4. おわりに

UASB反応器の高濃度生物保持能、高速処理特性を保證する嫌気性細菌群のグラニュール状増殖体の形成メカニズムを種々の基質で検討した。

その結果、汚泥はベッド内に40,000-50,000 mg VSS/l程度の高濃度に保持され、きわめて高い容積負荷で高速のメタン発酵処理を許容することができた。

嫌気性細菌群のグラニュール形成には加水分解菌、酸生成菌の分泌する細胞外ポリマーとMethanotherix sp.の糸状増殖が主要なメカニズムとして働いていることが電顕観察より判明した。

本実験は文部省科研費(試験研究(1))によって補助を受けたことを付記する。

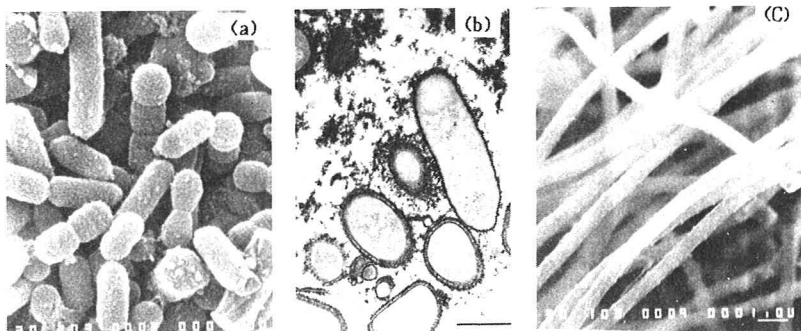


写真1 スターチ+シュクロース基質培養グラニュール電顕写真
(a) グラニュール表面の走査電顕写真 (*20,000, bar:1 μm)
(b) グラニュール表面近傍の超薄切片の透過電顕写真 (*20,000, bar:1 μm)
(c) グラニュール内部の走査電顕写真 (*10,000, bar:1 μm)

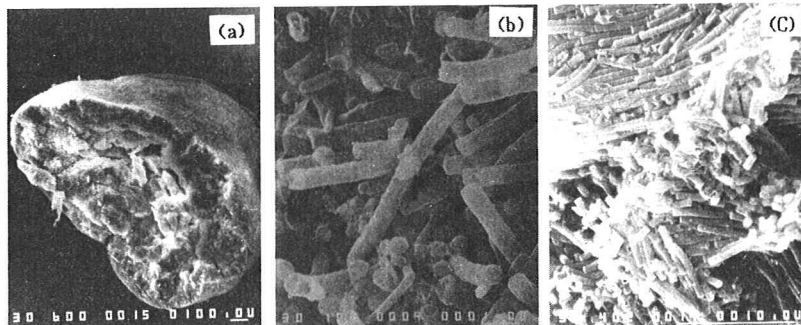


写真2 酢酸培養グラニュール走査電顕写真
(a) グラニュール全体像 (*60, bar:100 μm)
(b) グラニュール表面 (*10,000, bar:1 μm)
(c) グラニュール内部 (*4,000, bar:10 μm)