

II-399

膜分離活性汚泥法における曝気槽内の炭水化物と蛋白質

通商産業省

正員 ○淵上 善弘

東京大学工学部都市工学科 正員 山本 和夫，正員 松尾 友矩

1. はじめに 固液分離を膜を用いて行なう膜分離活性汚泥法には、汚泥のみならず溶解性の高分子物質も流出させないという特徴がある。そのため槽内の生物濃度を高めることができる一方、様々な物質も槽内に蓄積されることが考えられ、それによって汚泥の性質が通常の方法に對しどう変わってくるのか調べるため、曝気槽内の上澄水及び汚泥各部の炭水化物と蛋白質を測定し、若干の知見を得たのでここに報告する。

2. 実験装置と方法 図1に示す実験装置を用い、20℃の恒温室内で好気性生物処理実験を行なった。曝気槽の容量は2ℓで、COD容積負荷が一定となるように基質を一定量ずつ供給し、曝気槽の水位が一定となるように不足分だけ水道水が補給されるようにした。実際の水温は22~28℃の範囲で、pHは7になるように制御し、実際は6.8~8.2の範囲であった。基質組成は表1に示す通りで、設定するCOD容積負荷に合わせて濃度と流入量を変更した。実験装置は2系列運転し、それぞれCOD容積負荷を段階的に変化させ、表2に示すようにした。膜は期間IV以外は公称の分画分子量が100万と300万の限外ろ過膜UF-1000とUF-3000、期間IVは表面の平均孔径が0.1μmで裏面がその100倍程度の孔径分布を持つ非対称な精密ろ過膜MF-0.1を使用した。筆者らはこれらの膜の透過水の有機成分組成に違いがみられないという結果を得ている¹⁾。炭水化物は槽内混合液全体、上澄水、汚泥の水蒸気抽出物、KOH抽出物について測定し、蛋白質は槽内混合液全体としてNaOH抽出物、他に上澄水、汚泥の水蒸気抽出物を測定した。炭水化物定量にはアンスロン法、蛋白質定量には色素結合法を用いた。水蒸気抽出は松井ら²⁾の方法により、オートクレーブ中105℃で30分間行い、KOH抽出は水蒸気抽出後の汚泥について30%KOHを加え、100℃で3時間還流しエタノール沈殿させて行なった。NaOH抽出は、槽内混合液に5NのNaOHを最終濃度0.5Nになるように加え90℃で5分間加熱して行なった。

3. 実験結果と考察 図2に期間IとIVの汚泥単位重量当りに基準化した炭水化物量、蛋白質量の平均を示す。期間IはCOD容積負荷が平均

0.8kgCOD/m³・dayと全期間を通して最も低くMLSSが5000mg/l程度で安定していたが、他の期間に比べ槽内混合液全体、上澄水、水蒸気抽出物の炭水化物が多く、蛋白質については水蒸気抽出物の値が大きい。このことから膜分離活性汚泥法における汚泥の炭水化物量、蛋白質量はCOD容積負荷よりも汚泥の経過日数に大きな影響を受けると考えられる。期間IVではCOD容積負荷が3.2kgCOD/m³・dayと高くMLSSが32,000mg/lに達し嫌氣的になって処理水質が悪化した。図4はCOD容積負荷2.0kgCOD/m³・dayの期間IIIにおける炭水化物と蛋白質量の変化を示したものであるが、日数が経過していくに従って上澄水と汚泥各部に炭水化物と蛋白質の蓄積がみられる。特に水蒸気抽出物と上澄水の蛋白質量の増加が著しい。図3は、基

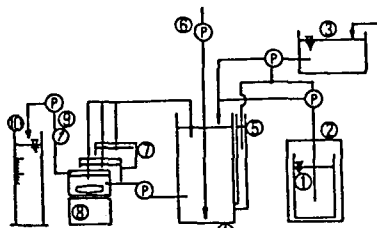


図1 実験装置概略図

1. 基質タンク
2. 冷蔵庫
3. 水道水タンク
4. 曝気槽
5. 水位計
6. 空気
7. 膜モジュール
8. マグネチック スターラー
9. 差圧計
10. 処理水

表1 流入水組成

グルコース	100mg/l
ペプトン	100mg/l
酵母エキス	10mg/l
KH ₂ PO ₄	16mg/l
NH ₄ Cl	64mg/l
MgSO ₄ ・7H ₂ O	20mg/l
MnSO ₄ ・4H ₂ O	1.8mg/l
FeCl ₃ ・6H ₂ O	0.1mg/l
CaCl ₂ ・2H ₂ O	2mg/l

上記の濃度でCOD250mg/l

表2 実験期間とCOD容積負荷

装置	期間	平均COD容積負荷	基質流入停止	COD容積負荷
装置1	0~ (汚泥経過日数)	0.8kgCOD/m ³ ・day	~168~	2.0kgCOD/m ³ ・day
装置2	0~ (汚泥経過日数)	3.2kgCOD/m ³ ・day	~68~	3.0kgCOD/m ³ ・day

質の流入を停止した期間IIにおける炭水化物量と蛋白質量の変化を示したものである。MLSSの減少に関わらず槽内混合液の汚泥単位重量当たりの炭水化物量はほとんど変化しなかった。また上澄水、汚泥各部の炭水化物量の比率もほとんど変わらなかった。このことから、炭水化物は上澄水と汚泥各部の間での動きが容易に行なわれ、上澄水と汚泥各部でバランスを保ちながら分解されると考えられる。蛋白質についてはMLSSの減少に伴って槽内混合液全体のNaOH抽出物の値も減少し、その中で上澄水の値が最初に減少、水蒸気抽出物の値が最後に減少した。これは水蒸気抽出物内の蛋白質が細胞外分泌酵素であると考えれば、細胞外分泌酵素が一般に細胞内酵素に比べ安定であるという報告³⁾に合致する。図5はCOD容積負荷が $3.0\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{day}$ の期間Vにおける炭水化物と蛋白質量の変化を示したものである。24日過ぎてから爆氣的になり処理水質が悪化した。期間IVとともに上澄水の蛋白質量が多いことが特徴的である。表3に各汚泥の炭水化物量と蛋白質量の比較を示す。膜分離活性汚泥法において、水蒸気抽出物と上澄水に炭水化物と蛋白質の蓄積がみられる。

4. まとめ 膜分離活性汚泥法の長期の運転により、上澄水と汚泥各部に炭水化物と蛋白質の蓄積がみられた。特に上澄水と水蒸気抽出物への蛋白質の蓄積が大きく、水蒸気抽出物中の蛋白質は細胞外分泌酵素と考えられる。

5. 参考文献 1) 測上・山本 “膜分離活性汚泥法の処理特性” 衛生工学研究論文集、第23巻、1987
2) 松井・山本 “活性汚泥における細胞内外への炭水化物の蓄積” 第17回水質汚濁学会、1983
3) A. WISEMAN, 辻阪 訳 “酵素工学ハンドブック” 講談社
4) 山本・松井 “活性汚泥微生物の吸着・蓄積・代謝サイクルと糸状性バルキング” 第18回水質汚濁学会、1984

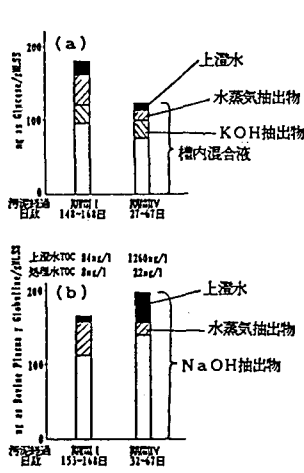


図2 期間I、IVにおける汚泥単位重量当たりに基準化した炭水化物量(a)と蛋白質量(b) (平均)

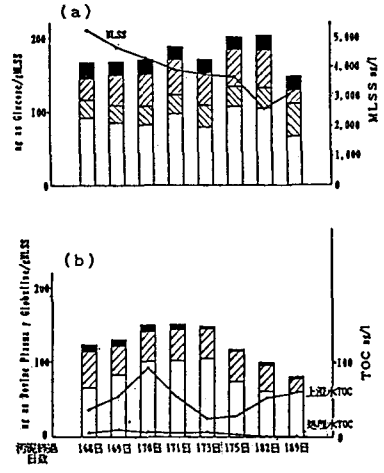


図3 期間IIにおける汚泥単位重量当たりに基準化した(a)炭水化物量(b)蛋白質量とMLSS、上澄水TOC、処理水TOC

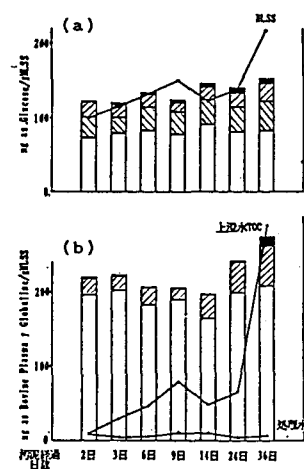


図4 期間IIIにおける汚泥単位重量当たりに基準化した(a)炭水化物量(b)蛋白質量とMLSS、上澄水TOC、処理水TOC

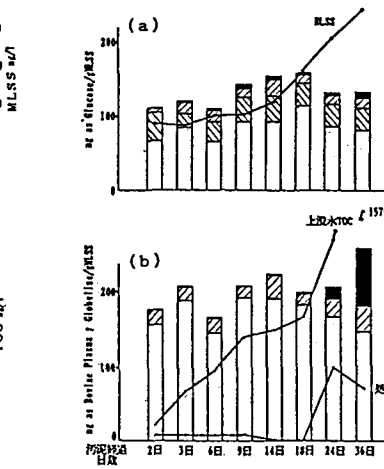


図5 期間Vにおける汚泥単位重量当たりに基準化した(a)炭水化物量(b)蛋白質量とMLSS、上澄水TOC、処理水TOC

表3 各汚泥の炭水化物量、蛋白質量の比較

炭水化物量 $\text{mg as Glucose}/\text{gMLSS}$
蛋白質量 $\text{mg as Bovine Plasma Protein}/\text{gMLSS}$

	混合液全体 炭水化物	混合液全体 蛋白質	KOH抽出物 炭水化物	水蒸気抽出物 炭水化物	水蒸気抽出物 蛋白質	上澄水 炭水化物	上澄水 蛋白質
膜分離汚泥 ¹⁾	180.5	167.0	24.5	41.3	46.1	18.5	8.2
培養汚泥 ²⁾	195.2	254.0	58.7	14.5	12.7	0.9	N.D.
培養汚泥 ³⁾	86.0	68.9	36.7	11.6	4.1	0.6	N.D.
培養汚泥 ⁴⁾	137.3	239.9	23.7	12.1	13.7	1.4	1.3
培養汚泥 ⁵⁾	138.5	186.0	17.7	24.8	38.1	2.4	0.8
培養汚泥 ⁶⁾			14.1	41.4	56.9		
培養汚泥 ⁷⁾				22.8			

¹⁾ 期間I汚泥経過日数148~168日の平均 ²⁾ fill and draw方式 24hrサイクル
COD容積負荷 $0.6\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{day}$ ³⁾ 連続方式 COD容積負荷 $1.0\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{day}$ HRT8hr
SRT10日 ⁴⁾ 連続方式 COD容積負荷 $0.2\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{day}$ HRT8hr SRT20日 ⁵⁾ fill
and draw方式 6hrサイクル ⁶⁾ 完全混合連続型 曝気4hr 沈殿8hr