

PVA を担体とするエチレングリコール排水の高負荷嫌気処理の研究

熊本大学工学部 学生員 古賀靖教 熊本大学大学院 非会員 張 文杰
(株) クラレ 非会員 Rouse.D.Joseph 熊本大学大学院 正会員 古川憲治

1. はじめに

高濃度の有機性排水を嫌気処理することは、好気処理に比べて省エネルギーでの運転が可能である。そこで、近年世界各国で注目を集めている上向流嫌気性汚泥床（UASB）法を用いた。UASB法は高負荷運転や、運転コストの削減及びエネルギーの回収が可能であるが、その一方で、運転開始時の微生物の自己造粒に時間を要する点や、ガス汚泥分離器（GSS）の製造コストが高い等の問題を抱えている。そこで、微生物の自己造粒の核としてポリビニルアルコール（PVA）ゲルビーズ（(株)クラレ製）を微生物付着固定化担体として使用した。PVAゲルビーズは微生物の保持能力に優れ、自己造粒の速度を速める効果や、沈降速度が速いことが確認されており¹⁾、UASB法でコーンステイプリカーを主成分とする排水を用いて実験を行ったところ、短時間での自己造粒が可能であること、沈降速度が速いためGSSの設置が不要であるという結果を得ている²⁾。

そこで本研究では、エチレングリコール（EG）排水を用いて連続実験を行い、嫌気処理での適用について検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

2. 1 供試合成排水

表-1 に流入水の組成を示す。EGは有機化学製品や溶剤、添加物の製造などで年間約 70 万トンが国内で生産されており、約 2 万 5 千トンが環境中に排出されている³⁾。流入水は所定のCOD濃度（500～3,500mg/L）になるようにEGを水道水で希釈し、COD:N:Pが 100:7:2.5 の濃度になるように調整した。

表-1 合成排水の組成

Component	mg/L	Component	mg/L
EG	350-2650	MgCl ₂ ・6H ₂ O	10-72
NaHCO ₃	200-1500	FeCl ₂ ・4H ₂ O	9-61
CO(NH ₂) ₂	35-245	CoCl ₂ ・6H ₂ O	2-11
KH ₂ PO ₄	12-87	NiCl ₂ ・6H ₂ O	1-7

2. 2 実験装置及び実験方法

PVA ゲルビーズは直径 4mm の球形で、多孔質であるため微生物付着機能に優れる、沈降速度が大きいなど、排水処理において優れた特長を持つ。実験装置に用いた UASB リアクタの模式図を図-1 に示す。有効容積が 12.5L のアクリル製リアクタを用いて、リアクタの有効容積の約 10%になるように PVA ゲルビーズを充填した。供試汚泥として、1L の K 市下水処理場の嫌気性消化槽の汚泥と 1.5L の PVA ゲルビーズをリアクタ内に投入し、回分式で攪拌しながら付着固定させた。その後、コーンステイプリカー（(株)サンエイ糖化）を主な基質とする合成排水を用いて回分式にて 1 ヶ月間馴養させたものを使用した。また、運転条件を表-2 に示す。運転は滞留時間（HRT）を減少させ、濃度を増加させることで、段階的に有機物負荷量（OLR）を上昇させた。

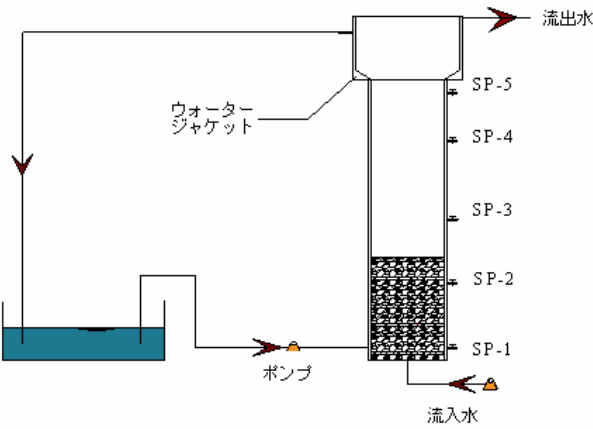


図-1 実験装置模式図

表-2 運転条件

Phase	Time (day)	OLR (kg-COD/L・day)	HRT (h)	CODin (mg/L)
1	0-11	1.0	14	549±37
2	12-19	2.0	14	591±73
3	20-25	4.0	14	1160±52
4	26-49	5.7	14	2275±172
5	50-60	6.0	14	3558±376
6	61-113	10.0	8	3587±450

3. 実験結果, 考察

3. 1 COD 除去能力

図-2 にCOD濃度, COD除去率の経時変化を示す。流入水のCOD濃度を上昇させた直後はCOD除去率の低下が見られたが、同一条件で運転を継続すると、EG分解微生物の馴養が進み除去率が上昇した。有機物負荷量が $10.0\text{kg-COD}/\text{m}^3/\text{day}$ (COD濃度: $3,500\text{mg}/\text{L}$ 、HRT: 8 時間) の条件下で、95%以上のCOD除去率を達成することができた。

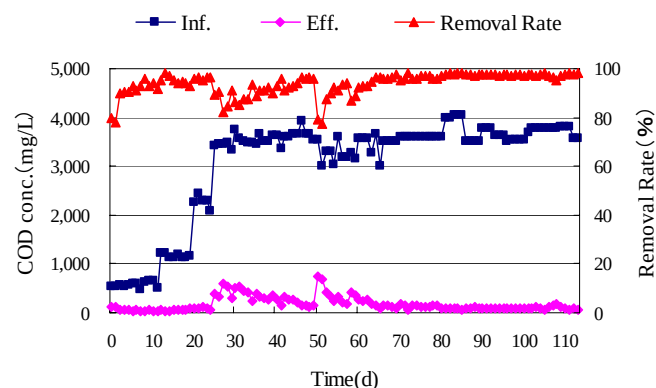


図-2 COD 濃度, COD 除去率の経時変化

3. 2 処理水中の全 VFA

図-3 に処理水に含まれる全 VFA (揮発性脂肪酸) の経時変化を示す。実験の期間中、処理水中に VFA はほとんど確認されなかった。しかし、数回リアクタトラブルにより、微生物の活性が低下してメタンまで分解されず、VFA のまま流出した。トラブルの回復後は VFA の流出は確認されなかった。

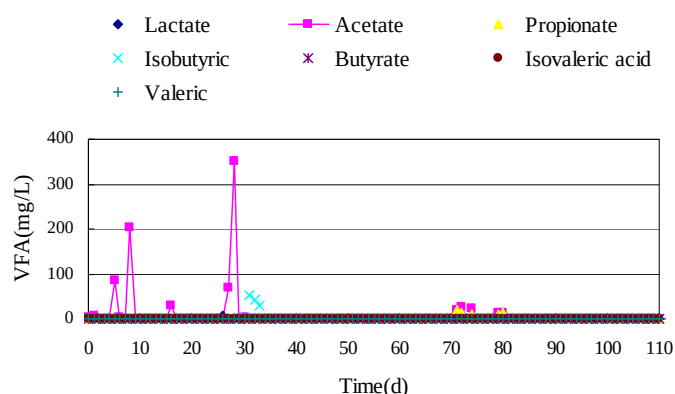
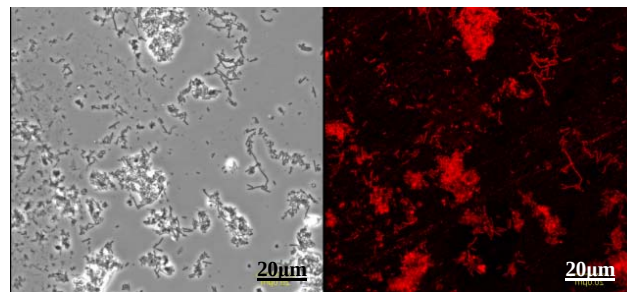


図-3 処理水中の全 VFA 濃度の経時変化

3. 3 FISH 法による微生物の解析

110 日目にリアクタ内のPVAゲルビーズを採取し、PVAゲルビーズに付着した微生物の様子をFISH (Fluorescent In Situ Hybridization) 法にてメタン生成菌を赤色に染色し

て観察した。図-4 にFISH法を用いた顕微鏡写真を示す。微生物の多くがメタン生成菌であり、安定したCOD除去率が得られたのはこのためであると思われる。また、グラニュール形成時の核になりやすいと言われている球状の *Methanosarcina mazei*⁴⁾を確認することができた。



a) 蛍光発色前

b) 蛍光発色後

図-4 FISH 法を用いた顕微鏡写真

4. まとめ

PVAゲルビーズを付着固定化担体として活用するUASBリアクタにて、OLRが $10.0\text{kg-COD}/\text{m}^3/\text{day}$ という高負荷の条件下でEG排水を効率的に処理することができ、95%以上のCOD除去率を達成できた。また、FISH法により、多くのメタン生成菌がPVAゲルビーズに付着生育することを認めた。

PVAゲルビーズを核としないグラニュールは形成されなかったが、PVAゲルビーズを核にしたEG排水の高負荷嫌気処理は成功した。また、PVAゲルビーズは常にリアクタの下部で滞留しており、流出することはないことが明らかになった。

【参考文献】

- 1) Rouse J. D., Fujii T., Sugino H., Tran H. and Furukawa K. : PVA-gel beads as a biomass carrier for anaerobic oxidation of ammonium in a packed-bed reactor. In : *Proceedings of 5th International Exhibition and Conference on Environmental Technology, : Heleco'05*. Athens, Greece. (2005)
- 2) Zhang Wenjie, Joseph D. Rouse, and Kenji Furukawa : Bench-scale study using PVA gel as a biocarrier in a UASB reactor treating corn steep liquor wastewater, *Water Science & Technology* 56(7), pp.65-71 (2007)
- 3) http://www.env.go.jp/chemi/report/h16-01/pdf/chap01/02_2_4.pdf
- 4) L. W. Hulshoff Pol, S. I. de Castro Lopes, G. Lettinga and P. N. L. Lens : Anaerobic sludge granulation, *Water Research*, 38(6), pp. 1376-1389 (2004)