

PSII-29 上昇流嫌気性スラッジブランケット反応器による脂質含有廃水の嫌気性処理

長岡技術科学大学 学 ○亀井昌敏
 長岡技術科学大学 正 原田秀樹 正 桃井清至 正 滝沢智
 積水化学工業 正 津恵直美

1. はじめに

現在、上昇流嫌気性スラッジブランケット(UASB)法は、主に炭水化物系など容易に低級脂肪酸(VFA)化される産業廃水に対して実用化され10~15kgCOD/m³・dayという大きな処理性能を発揮し多大な評価を得ている。しかし、現状のUASB技術は脂質や浮遊性物質を多量に含む廃水は最も不得手とする廃水種のひとつである。そこで、脂質成分を豊富に含む廃水をUASB反応器に流入させ、脂質のメタン発酵処理法への適応性を検討した。

2. 実験方法

実験は、同型の反応器を2基使用した。図1に実験に使用したUASB反応器(塔高3m、内径20cm)を示した。反応器内温度は、36°Cに設定した。流入基質濃度とHRTをそれぞれRUN 1は1500mgCOD/l, 3.6hr、RUN 2は3000mgCOD/l, 7.2hrとした。脂質負荷は基質中のショ糖と牛乳の含有量を調整することで、脂質含率を流入トータルCODの20%, 40%, 50%(COD基準)と3段階に設定した。実験開始時の両反応器の状態は、脂質含率20%を含むショ糖・牛乳の合成基質で培養したもので、COD除去率90%以上であった。

3. 実験結果および考察

図2にRUN 2における流入、流出(total, filtrate) CODの推移を示した。流出totalは脂質負荷2kgCOD/m³・dayで200mgCOD/l程度だったが、脂質負荷5kgCOD/m³・dayでは500mgCOD/lに増加した。これは、脂質の増加による浮上汚泥発生のためである。しかし、流出filtrateは脂質負荷に関係なく良好で、100mgCOD/l程度の値を示した。流出水中の残存VFAは、脂質負荷5kgCOD/m³・day(有機物負荷10kgCOD/m³・day)では50mgCOD/l以下であった。

図3にメタン転化率と脂質負荷との関係を示した。ここで、メタン転化率とはメタンガスとして回収されたCODを流入基質CODで除した値である。RUN 1は、脂質負荷2kgCOD/m³・dayから5kgCOD/m³・dayで64%から59%に減少し、RUN 2は、脂質負荷2kgCOD/m³・dayから5kgCOD/m³・dayで80%から64%に減少した。また、メタン転化率は各負荷とも、RUN 1よりRUN 2の方が優れていた。これはHRTの増加で汚泥と基質との接触時間が増加し、脂質の分解性が増加することによるものと思われる。図4にRUN 2における汚泥ベッド部の脂質及び高級脂肪酸(HFA)の推移を示した。高級脂肪酸は実験開始時、90mgCOD/l程度であったが、脂質負荷の増加にもとない138日目まで1100mgCOD/lまで増加し、その後ほぼ一定水準を維持した。脂質負荷5kgCOD/m³・dayでは、HFA/VSSは0.8~1.0%、LIPID/VSSは6%台であった。

図5にRUN 2における229日目の高級脂肪酸(HFA)及びVFAの反応器軸方向プロファイルを示した。VFAは汚泥ベッド部分において検出されなかった。これは牛乳基質では、酸生成速度≦メタン生成速度となっていると考えられる。高級脂肪酸はC₁₆(パルミチン酸) > C₁₈(ステアリン酸) > C_{18:1}(オレイン酸) > C₁₄(ミリスチン酸)の順に検出されたが、牛乳基質中の高級脂肪酸濃度の順C_{18:1} > C₁₆ > C₁₈ > C₁₄とは異なっている。これはC_{18:1}が速やかにC₁₈さらにC₁₆まで分解されることを示唆している。

図6にRUN 2の反応器内汚泥量とSVIの推移を示した。反応器内汚泥量は実験開始時1172gVSSであったものが111日目に658gVSSまで減少した。その後汚泥量は増加に転じ、229日目は1410gVSSまで増加した。SVIは実験開始直後27ml/gSSであったものが、増減しながら20~22ml/gSSで安定した。

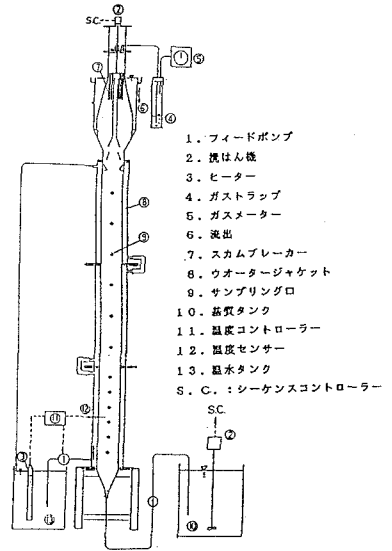


図1 実験に使用したUASB反応器システム

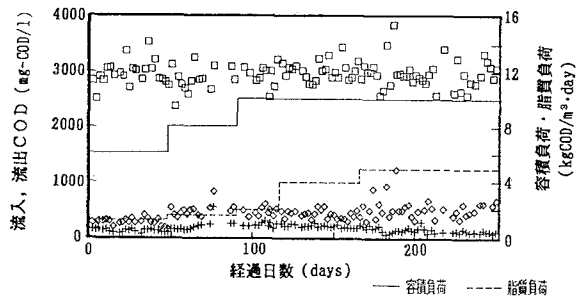


図2 流入、流出CODの推移 (RUN 2: 流入COD 3000mg/l)

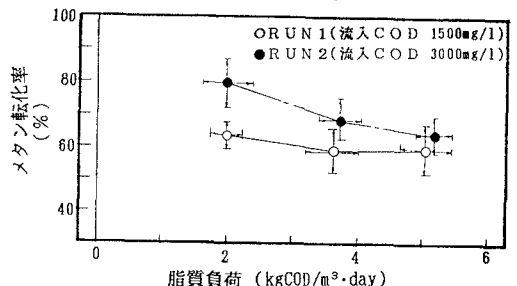


図3 メタン転化率と脂質負荷の関係

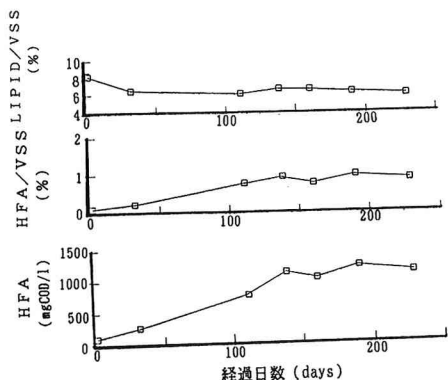


図4 汚泥ベッド部の脂質及び高級脂肪酸の推移 (RUN 2)

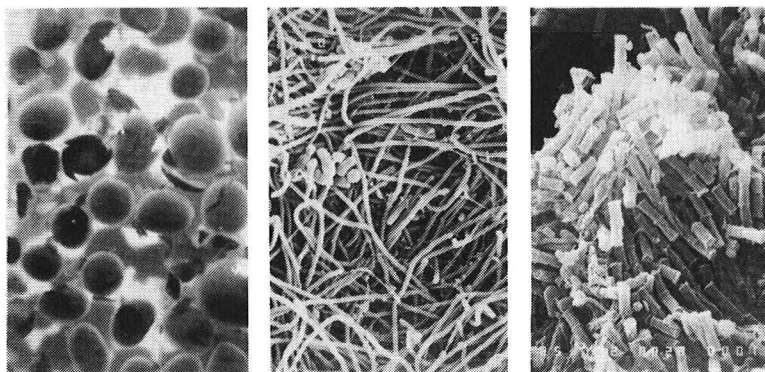
実験の後期(負荷10kgCOD/m³day)において、反応器上部に浮上汚泥が大量発生する現象がみられた。表1に250日目にRUN 2のG.S.S内から採取した浮上汚泥の分析結果を示した。浮上汚泥中の有機成分は、ほとんど高級脂肪酸であった。牛乳基質中にはカゼインと結合しているカルシウムが存在することから(RUN 2:3000mgCOD/lで15mg/l程度)、その高級脂肪酸がすべてカルシウム塩として計算すると(高級脂肪酸のCOD当量2.9mgCOD/mg, 分子量260とした)、高級脂肪酸と結合するのに必要なカルシウムは55mgであり、浮上汚泥の高級脂肪酸はほとんどがカルシウム塩であるといえる。このように、上昇流リアクターでは反応器中で形成された不溶性の高級脂肪酸塩を浮上させる機能を有し、その結果高級脂肪酸の阻害機構の低減となると考えられる。

RUN 2のベッド部から採取した汚泥の実体顕微鏡写真及び、表面、内部の走査電子顕微鏡写真を示す。表面は脂質を分解する酸生成菌の糸状増殖体がグラニュール表面をネットワーク状に覆っている。内部はMethanotrix属と思われる細菌が集積している。

4. まとめ

1. 同じ脂質負荷の場合(5kgCODLipid/m³·day, 有機物負荷10kgCOD/m³·day)、HRT3.6hrよりも7.2hrのほうがメタン転化率は優れていた。
2. 脂質負荷の増加に伴ってメタン転化率(流入CODベース)は減少するが、メタン回収率(除去CODベース)はほぼ一定であった。
3. 反応器内の高級脂肪酸の蓄積レベルは、常に流入脂質成分以下であった。これは、上昇流により高級脂肪酸の汚泥内蓄積が軽減される効果によるものと思われる。

なお本研究は科研費試験研究(1)(昭和62-63年度)の補助を受けたことを付記する。



全体像 5mm
表面 5µm
内部 5µm

グラニュールの実体顕微鏡及び走査電子顕微鏡写真

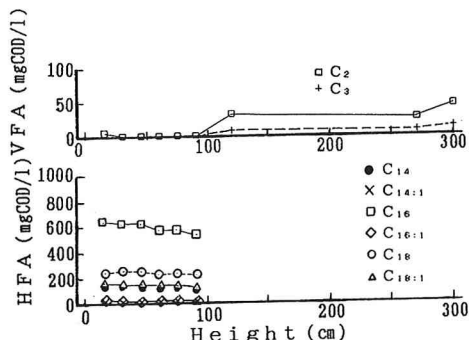


図5 高級脂肪酸(HFA)及びVFAの反応器軸方向プロフィール(RUN-2,229日目)

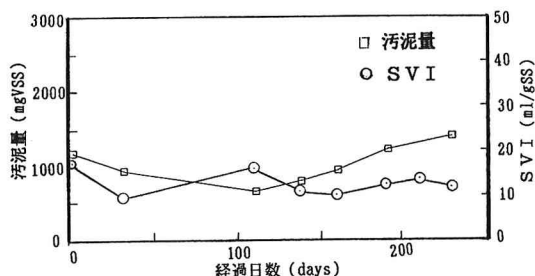


図6 反応器内汚泥量とSVIの推移 (RUN 2)

表1 浮上汚泥の分析結果

| | | | |
|------|-----------|---------------|----------|
| 有機成分 | 糖質 | 27 mg·COD | 1.1 % |
| | 蛋白質 | 163 mg·COD | 6.7 % |
| | 脂質 | 2123 mg·COD | 87.2 % |
| | (うち高級脂肪酸) | (2082 mg·COD) | (85.5 %) |
| | 不明 | 122 mg·COD | 5.0 % |
| | 計 | 2435 mg·COD | 100 % |
| 灰分 | Ca | 66 mg | |
| | Mg | 1.2 mg | |
| | DNA | 3.8 mg | |