

VII-202

多段型高温UASBリアクターによる固形性有機物、脂質含有廃水の嫌気性処理特性

(I)パイロットプラントスタディー

長岡技術科学大学 学 ○多川 正、正 原田秀樹、大橋晶良、学 高橋弘希
(株) 荏原製作所 田中俊博、安達 晋

1.はじめに

UASB法は各種産業廃水処理装置として広く普及を重ねているが、更なる高速処理化と適用廃水種の拡大が今後の技術的課題となっている。これまでに筆者らの研究グループが開発した新規の多段型UASB反応器は、アルコール蒸留実廃水を供した長期連続実験において、有機物容積負荷 $100\text{ kg CODcr/m}^3 \cdot \text{d}$ （流入 $\text{COD}10,000\text{ mg COD/L}$ 、 $\text{HRT} 2.4\text{ hr}$ 、 COD 除去率90%）の超高速処理性能を達成した¹⁾。そこで本研究では適用廃水種の拡大と本装置の実現化を目的として、パイロットスケール多段型UASBリアクターを設置し、油揚げ製造廃水のオンサイト連続処理実験を行ったのでその結果を報告する。

2.実験装置及び運転条件

Fig.1に本実験施設のフローを示した。油揚げ製造工場から排出された廃水は原水槽（有効容積 15 m^3 ）に貯留され、原水移送ポンプによって汚泥沈降槽に移送される。続いて原水希釈槽において廃水を加温及び所定濃度まで希釈し、モノポンプによって多段型高温UASB反応器（全容積 $750\text{ L} \times 2$ 基、反応器内温度 55°C 、右下写真掲載）に供給される。反応器には高さ方向に6つのGSSを設置しており、生成バイオガスを発生原位置ですみやかに系外に排除される。

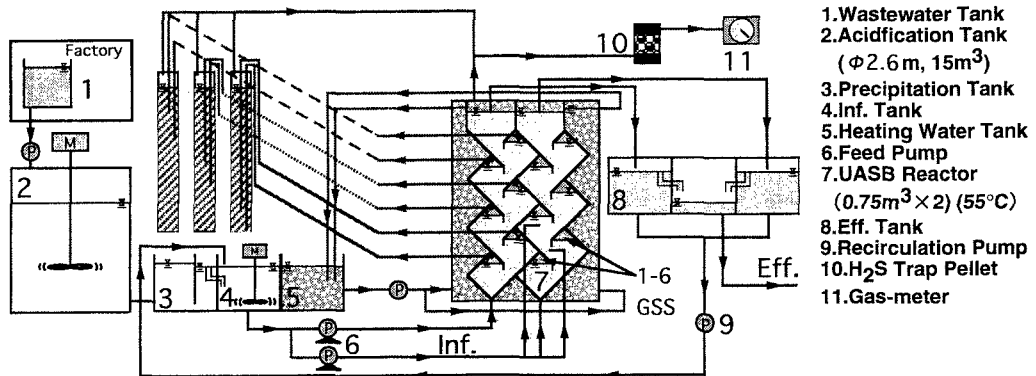


Fig.1 Flow diagram of the anaerobic treatment of soybean-curd manufacturing wastewater by a pilot-scale thermophilic multi-staged UASB reactor.

Table 1に油揚げ製造工場より排出される廃水の性状を示した。廃水の CODcr 濃度は約 $20,000\text{ mg COD/L}$ であり、タンパク質、炭水化物が主成分であるが、 $4,400\text{ mg COD/L}$ の脂質成分（全 CODcr の約2割）を含有しており、アルコール蒸留廃水のような糖系廃水と比較して高速処理が困難な廃水種であると言える。廃水中のSS成分は豆腐の細塊が主成分である。リアクターへの植種源としては、中温（ 35°C ）、高温（ 55°C ）培養グラニューールのコンボジット（混合比 中温：高温，20：1、乾燥重量ベース）を植種した。また、運転期間0～75日目（Phase 1）、170日目以降（Phase 3）は、廃水の希釈に処理水を循環して希釈を行い、76日目～169日の期間（Phase2）は水道水を用いた（図中に破線



キーワード：多段型高温UASB、油揚げ廃水、VFA、浮遊物質、スカム

〒940-2188 長岡市上富岡町1603-1

TEL:0258-46-6000 (6313)

FAX:0258-47-9600

〒251-8502 神奈川県藤沢市本藤沢4-2-1

TEL:0466-83-7440

FAX:0466-82-2859

で示した）。また、運転開始後125日目において、処理性能の向上のため、反応器の廃水流入部の改造（基質と汚泥との接触促進）を行った（図中に実線で示した）。

3.実験結果及び考察

Fig.2に多段型反応器のCODcr除去率、CODcr容積負荷、Fig.3に処理水中のVFA濃度の経日変化を示した。Phase 1では、容積負荷 $2\sim 12\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ で運転を行ったが、その間の平均COD除去率は50％程度と良好なCOD除去は得られなかった。この原因は処理水中にVFAが残存（主にプロピオン酸で、 $500\sim 1,700\text{mgCOD}/\text{L}$ まで蓄積した。）し、循環による濃縮が発生したためと考えられた。高温メタン発酵において、VFA基質では良好なグラニュールの形成は困難である²⁾ため、Phase 2において水道水による廃水の希釈を開始したところ、容積負荷 $25\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 、COD除去率93％（HRT 5.3hr）の高い処理性能が得られた。Fig.4に処理水中のVSS濃度の経日変化を示した。Phase 1～2においての流出VSS濃度は $150\sim 500\text{mgVSS}/\text{L}$ 程度で推移していた。

Phase 3で、処理水の循環による廃水の希釈を再開し、容積負荷 $30\sim 40\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ で運転を行ったところ、高粘性のスカムが反応器GSS部に蓄積、閉塞し、ガス放出を妨害する現象が観察された（運転開始後175～190日目）。このGSS部に蓄積したスカムの構成成分は主にタンパク質、脂質（高級脂肪酸）であった。しかしながら保持汚泥のメタン生成活性は廃水基質で $0.34\text{gCOD}/\text{gVSS}/\text{d}$ から $1.45\text{gCOD}/\text{gVSS}/\text{d}$ に上昇しており、メタンガス生成は活発に行われていた。その結果、ガス放出妨害による処理水中のSS濃度の上昇（ $1,000\sim 2,000\text{mgVSS}/\text{L}$ ）が観察された（Fig.4）。

Phase 3では廃水の希釈は処理水を循環することにより行っているため、処理水中のSS濃度が上昇するに付随して反応器流入水のSS濃度が上昇するため（Fig.4）、COD除去率が最大50％程度まで低下し（Fig.2）、処理水中に高濃度のVFA（HAc: $1,300\text{mgCOD}/\text{L}$ 、HPr: $1,200\text{mgCOD}/\text{L}$ ）の蓄積が観察された（Fig.3）。その後、循環水のSS成分を低下させるように反応器の改造を行い、運転を再開したところ、処理状況は回復し、容積負荷 $20\sim 30\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ を許容することが可能であった。

4.まとめ

パイロットスケール多段型高温UASBリアクターによる油揚げ製造廃水のオンサイト連続処理実験を行った結果、COD容積負荷 $20\sim 30\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 、COD除去率80～90％を許容した。しかしながら高負荷（高流入SS濃度）運転時には、反応器GSS部に高粘性のスカムが蓄積、閉塞し、ガス放出を妨害することが観察され、負荷上昇の障壁となった。

5.参考文献

- 1) 原田、珠坪ら：環境工学研究論文集、第34巻、p327～336、1997
- 2) 多川、大橋、原田：環境工学研究論文集、第35巻、p51～60、1998

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の新規産業創造型提案事業として研究助成を受けて遂行した。

Table 1 Characteristics of the soybean-curd manufacturing wastewater.

Parameter	Conc.
pH	5.3
Temp (°C)	57
CODcr (mgCOD/L)	total 20,100
	sol. 15,300
BOD ₅ (mg/L)	total 9,800
	sol. 7,200
SS (mg/L)	3,558
Protein (mgCOD/L)	total 7,528
	sol. 2,959
Carbohydrate (mgCOD/L)	total 7,256
	sol. 6,916
Lipid (mgCOD/L)	total 4,350
TKN (mgN/L)	total 713
	sol. 371

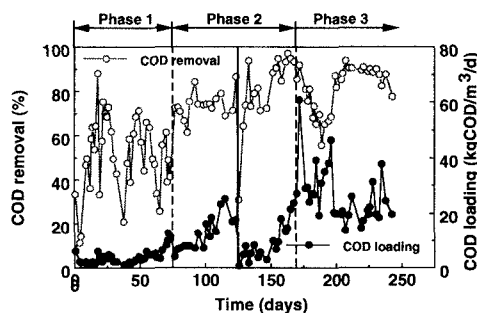


Fig.2 Changes in COD removal and COD loading.

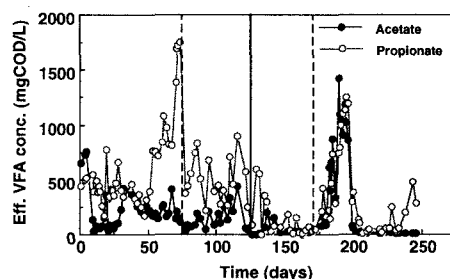


Fig.3 Changes in Eff. VFA concentration.

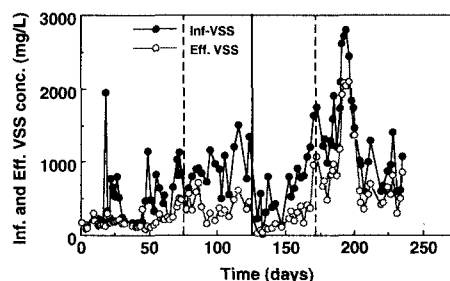


Fig.4 Changes in Inf- and Eff- VSS concentration.