

可逆流嫌気性バッフルドリアクター(RABR)による焼酎蒸留廃水の連続処理特性

鹿児島高専 ○朝弘大輔、窪田恵一、山内正仁
長岡技科大 遠山 明、山田真義、原田秀樹

1. はじめに

近年、焼酎ブームで本格焼酎の生産量が増加するのに伴い、焼酎蒸留粕（以下、焼酎粕とする）の発生量も増加している。2004 酒造年度では、九州地区で年間約 84 万トンの焼酎粕が排出されている。特に、本格焼酎の生産量が全国第一位である鹿児島県では年間約 47 万トン排出され、このうち、約 17 万トンが海洋投棄処分されている¹⁾。2004 年に「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律（海防法）」が一部改正され、2007 年に法適用され、焼酎粕の海洋投棄は、今後全面的に禁止される可能性がある。このことから、適切な陸上処理法の確立が急務である。

焼酎粕は水分を約 90%含むため、固液分離装置で固形画分と液画分に分離後、固形画分は乾燥後に肥料・飼料として利用、液画分については嫌気性メタン発酵処理（UASB、IC リアクター）が適用されている。しかし、経済性などを考慮した場合、焼酎粕を直接メタン発酵可能なリアクターが望ましい。高濃度 SS 含有廃水に対応した可逆流嫌気性バッフルドリアクター（RABR: Reversible Flow Anaerobic Baffled Reactor、以下、RABR とする）は、焼酎粕の固液分離を必要とせず、シンプル、かつ低コスト型のリアクターである。

本研究では、焼酎粕を対象とした RABR の連続処理特性の把握と最大許容 COD 容積負荷の把握を目的として連続処理実験を行った。

2. 実験方法

2.1 連続処理実験方法

図 1 に RABR システムフロー図を示す。リアクター容積は 1.4 m³(液浸総容積)であり、リアクター内の温度はウォータージャケットで 37℃に制御した。廃水の投入方向は、リアクター保持汚泥が流出端に片寄って流出するのを防ぐため、廃液流入口と流出口を 1HRT 毎に切り替えた。COD 容積負荷（以下、負荷とする）は、リアクターの液浸総容積を基準として、HRT 及び COD 濃度によって算出した。流入植種汚

泥は尿尿処理場中温(36℃)消化汚泥を 1.4 m³ (VSS/SS 比 0.75, 37.1 kgVSS) 投入した。供給基質は甘藷焼酎粕廃水を使用した。表 1 に甘藷焼酎粕廃水組成を示す。この廃水は、pH3.8 の酸性領域、COD 濃度は約 150,000 mg・L⁻¹、SS 濃度は 47,000 mg・L⁻¹ の高濃度 SS 含有有機性廃水である。

投入 pH は実験開始から 7 日目までは無調整、8 日目から 24%NaOH 溶液により pH 7.0 前後に調整した。

2.2 メタン生成活性試験方法

メタン生成活性試験（試験温度 37℃）はスタートアップ（植種汚泥）、負荷上昇前（25 日目）のリアクター保持汚泥について行った。試験基質には水素、酢酸、プロピオン酸、甘藷焼酎粕、麦焼酎粕を用いた。詳細は既報²⁾に準じた。

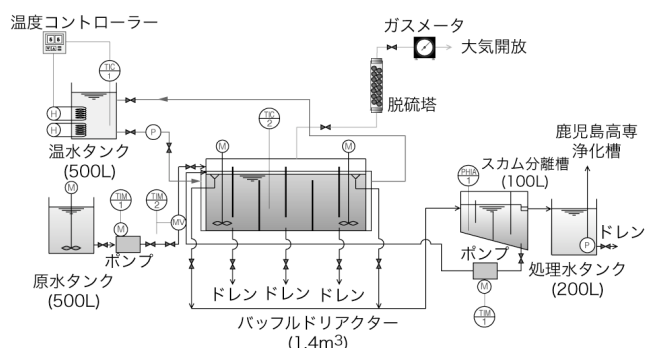


図 1 RABR システムフロー図

表 1 甘藷焼酎粕廃水組成

pH	[-]	3.8
SS	[mg・L ⁻¹]	47000
VSS	[mg・L ⁻¹]	46500
VSS/SS	[-]	0.99
CODcr	total [mg・L ⁻¹]	146800
	soluble [mg・L ⁻¹]	83000
TOC	[mg・L ⁻¹]	36100
VFA	Acetate [mgCOD・L ⁻¹]	2800
	Propionate [mgCOD・L ⁻¹]	N.D.
TKN	total [mg・L ⁻¹]	2700
	soluble [mg・L ⁻¹]	740

※N.D. ; Not detectable

3. 実験結果及び考察

3.1 連続処理特性

図 2 に RABR の連続処理実験結果を示す。スタートアップは、負荷を $2 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ に設定し、投入 pH を無調整の状態で行った。しかし、リアクター内 pH の低下 (pH6.0 以下) が観察されたため、リアクターの酸敗を防ぐため、8 日目から焼酎粕に 24%NaOH 溶液で投入 pH を 7.0 前後に調整し、リアクター内 pH をメタン生成細菌の至適 pH 範囲内になるようにコントロールし、連続実験を継続した。負荷上昇前までの COD 除去率は Soluble で約 95%、total で約 70~85%であった。約 3HRT の期間で安定した処理性能が得られたので、27 日目に負荷を $5 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ に上昇させた。負荷上昇後、一時的にプロピオン酸濃度の上昇が観察され、COD 除去率と発生バイオガス中のメタン濃度が低下 (約 46%、約 55%) した。34 日目には、処理性能の回復し、COD 除去率は Soluble で約 98%、total で約 85%であった。しかし、負荷上昇後の処理特性を把握するには実験期間が短いため、連続処理実験を継続する。

3.2 メタン生成活性試験

図 3 にメタン生成活性試験結果を示す。スタートアップ (植種汚泥) と 25 日目のメタン生成活性値を比較すると、水素基質で約 4.2 倍、酢酸で約 1.5 倍、プロピオン酸で約 2.9 倍、甘藷焼酎粕で約 1.6 倍、麦焼酎粕で約 1.9 倍となり、全ての試験基質でメタン生成活性値が上昇した。

4. おわりに

甘藷焼酎粕を対象とした連続処理実験で、負荷 $2 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ を達成した。負荷 $5 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ の連続処理特性を把握するにはまだ実験期間が短いため、今後も実験を継続する予定である。

参考文献

- 1) 鹿児島県酒造組合連合会：平成 16 酒造年度本格焼酎原料別製成数量と蒸留粕の処理別・月別数量、2005。
- 2) 珠坪一晃，原田秀樹，曾怡慎，桃井清至：高温 UASB リアクター保持汚泥のグラニュール形成過程における構造的な特性とメタン生成活性の推移，環境工学研究論文集，31，57-67，1994。

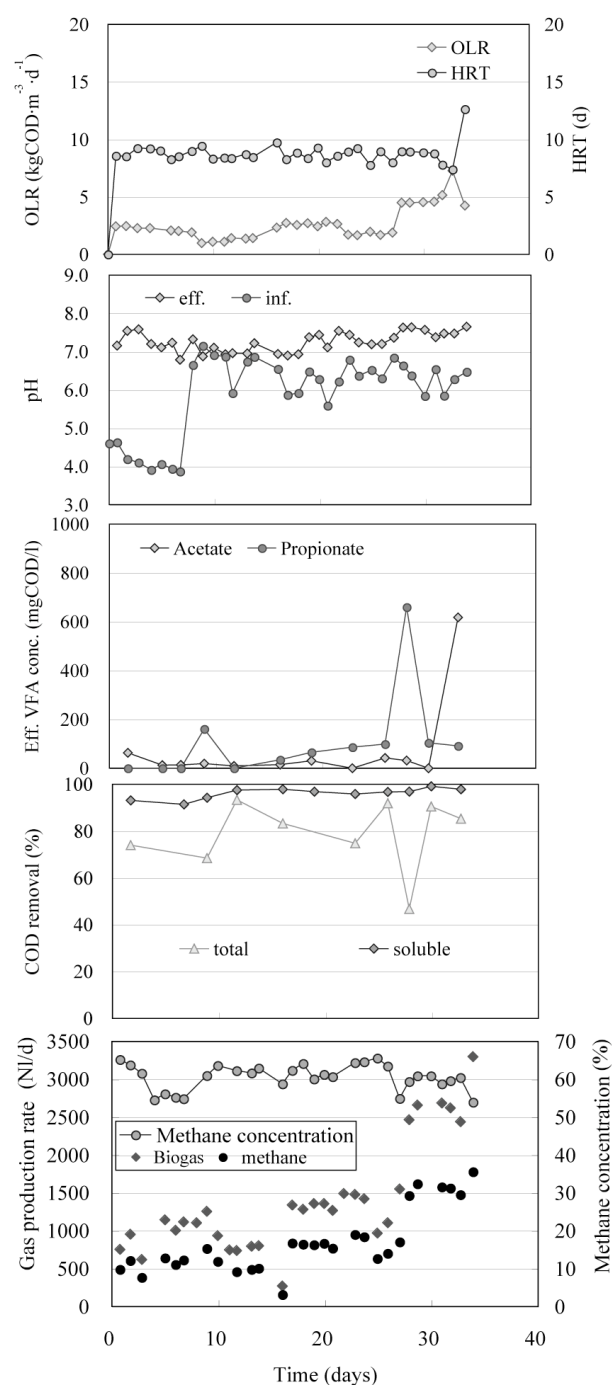


図 2 連続処理実験結果

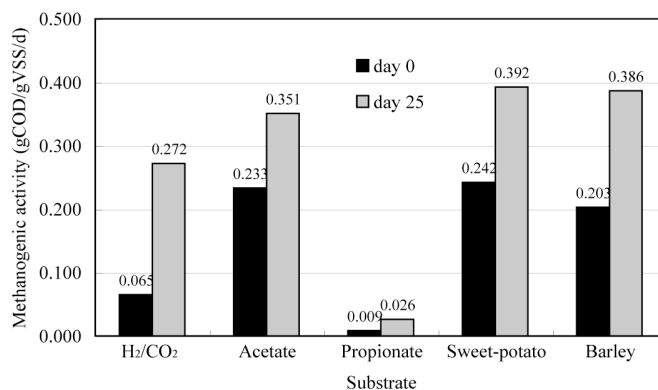


図 3 メタン生成活性試験結果