

焼酎蒸留粕からのエネルギー自立・資源循環型商品システムの開発(2)

- 多段式 UASB プロセスによる焼酎蒸留粕の超高速メタン発酵処理 -

長岡技術科学大学 山田真義, 大橋晶良, 原田秀樹 鹿児島高専 山内正仁

(株)荏原製作所 鈴木隆幸, 安田一司, 西本将明

化学・環境部 神野好孝*¹ 企画情報部 新村孝善*² (現 *¹企画情報部, *²化学・環境部)

1. はじめに

焼酎蒸留粕の処理方法は海洋投棄, 農地還元, 飼料, プラント処理(肥料化・飼料化, 生物処理, 焼却処理)などが挙げられるが¹⁾, コスト, 立地条件, 季節的変動要因などの制約から九州地域で発生する焼酎蒸留粕の約 25 % (約 12 万トン) が海洋投棄処分されている。液画分の処理方法では UASB 法を代表とする嫌気性メタン発酵処理が省・創エネルギーであることから, 焼酎蒸留粕処理施設である雲海リサイクルセンターや霧島リサイクル協同組合, サザングリーン協同組合において中温度域(35℃)の嫌気性メタン発酵処理(UASB リアクターを改良した IC リアクター)が導入されている。われわれの研究グループが開発を行ってきた高温域(55℃)の多段型 UASB リアクターは, 中温度域の 2~3 倍のメタン生成活性を有し, 生成バイオガスによる上昇線流速の低減機能, リアクター内水素分圧低減効果等の特徴がある。甘藷焼酎蒸留粕を対象としたベンチスケール長期連続処理実験で, 負荷 120 kg COD・m⁻³・d⁻¹ の超高負荷運転を達成した²⁾。

本研究では, パイロットスケールの多段型高温 UASB リアクターを焼酎メーカー敷地内に設置し, 季節稼働型の実廃水を用いたオンサイト実証実験の結果を報告する。

2. 実験方法

図 1 に本実験で用いた連続処理実験フローシートを示す。多段型 UASB リアクターは, 高さ 6.3 m, 内径 0.8 m, 容量 2.5 m³ (液浸総容積) である。リアクター内部には 5 段の GSS (Gas-Solids-liquid Separator) 装置と最上部に 1 段, 計 6 基の GSS 装置を設置した。リアクター内温度は 55℃ 付近に制御した。表 1 にデカンター処理後の麦及び甘藷焼酎蒸留粕の組成を示した。

3. 実験結果及び考察

図 2 にスタートアップから約 400 日間の連続処理特性を示す。Phase 1 の麦焼酎蒸留粕では運転開始 59 日目から流入 COD を 10,000 mg・L⁻¹ で固定し, HRT を短縮することで負荷上昇させた結果, 74 日目で負荷 60 kg COD・m⁻³・d⁻¹ (HRT4h) を達成し, COD 除去率 90 %, 処理水中の有機酸 100 mg・L⁻¹ 程度であった。Phase 2 の甘藷焼酎蒸留粕で再入

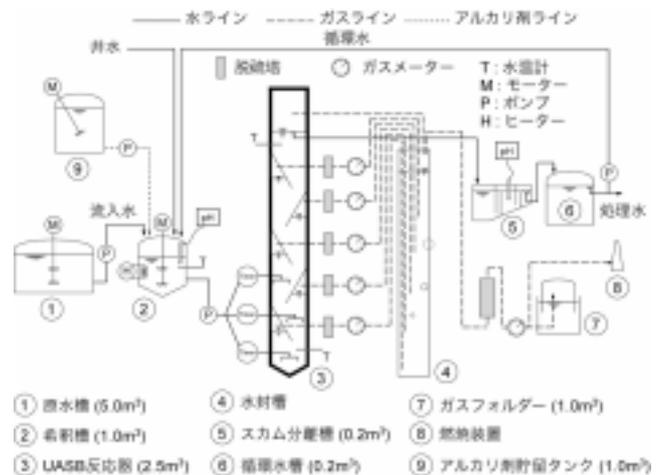


図 1 連続処理実験フローシート

表 1 デカンター処理後の焼酎蒸留粕組成

	Shochu distillery wastewater		
		Barley	Sweet potato
pH	[-]	4.0	3.6
SS	[mg L ⁻¹]	3,100	3,400
COD _{cr}	total [mgCOD L ⁻¹]	88,800	91,400
	soluble [mgCOD L ⁻¹]	82,500	47,900
TOC	[mgC L ⁻¹]	30,900	16,600
VFA	Acetate [mgCOD L ⁻¹]	2,630	6,260
	Propionate [mgCOD L ⁻¹]	230	716
	i-Butyrate [mgCOD L ⁻¹]	330	250
	n-Butyrate [mgCOD L ⁻¹]	200	130
	i-Valerate [mgCOD L ⁻¹]	66	N.D.
	n-Valerate [mgCOD L ⁻¹]	N.D.	N.D.
	i-Caproic acid [mgCOD L ⁻¹]	1,160	2,210
	n-Caproic acid [mgCOD L ⁻¹]	N.D.	N.D.
TKN	[mgN L ⁻¹]	4,200	900

タートアップを行った結果, HRT8h に固定し流入 COD を高くする方法で負荷を上昇させ, 29 日間で負荷 $60 \text{ kg COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (流入 COD $20,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) を達成し, COD 除去率 90 %, 処理水中の有機酸 $200 \text{ mg COD} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度であった。Phase 3 では, 負荷 $30 \text{ kg COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ で処理水循環による運転を行った。COD 除去率は 70-80 %, 処理水中の有機酸が最大で $2,000 \text{ mg COD} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度であった。発生バイオガスのメタンガス濃度は連続処理実験期間を通じて 70-80 % 程度であった。図 3 に汚泥量と汚泥負荷の経日変化を示した。汚泥負荷は連続処理実験期間を通じて $0.5-1.6 \text{ kg COD} \cdot \text{kg VSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ であった。甘藷焼酎蒸留粕を対象としたベンチスケール連続処理実験では, 負荷 $100 \text{ kg COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 運転時に汚泥負荷 $2.8 \text{ kg COD} \cdot \text{kg VSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ であった²⁾。Phase 2 の負荷 $50 \text{ kg COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 運転時の汚泥負荷は $1.1 \text{ kg COD} \cdot \text{kg VSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ で, まだ余裕があり, より高負荷運転が可能であることが示唆された。

4. おわりに

季節稼働型の実廃水を用いたオンサイト実証実験の結果, 麦及び甘藷焼酎蒸留粕廃液ともに実規模における多段型高温 UASB リアクターでは他に類を見ない負荷 $60 \text{ kg COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ を達成した。汚泥負荷から推察するとグラニユール汚泥の最大能力はまだ引き出せていない状態で, より高負荷運転が可能であると考えられた。

謝辞

本研究は経済産業省, 地域新生コンソーシアム研究開発事業(平成 14, 15 年度)として実施した。本研究を行うにあたり九州産業技術センターの吉田菁樹氏, 国分酒造協業組合の安田宣久氏に大変お世話になった。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 小幡孝之: 甘藷焼酎蒸留粕の生物的処理方法の開発, *J. Brew. Soc. Japan.* 89(5), 349-354, 1994.
- 2) ケンゾウ イライ パイヤ, 多川正, 関口勇地, 大橋晶良, 原田秀樹: 多段型 UASB リアクターによる焼酎蒸留粕廃液の超高速メタン発酵処理, 環境工学研究論文集, 39, 77-85, 2002.

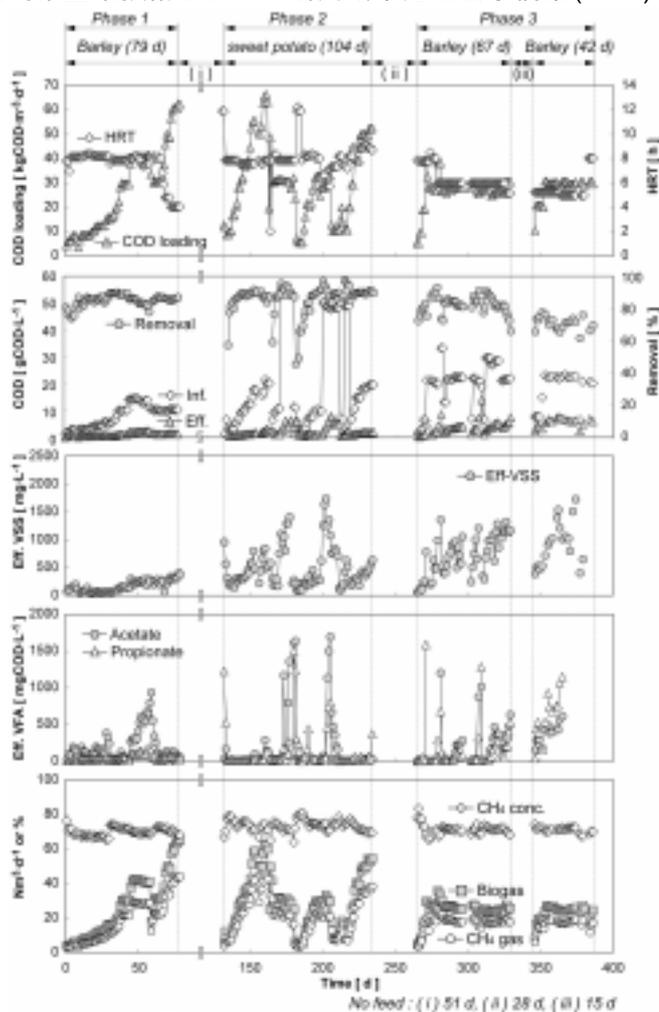


図2 連続処理実験結果

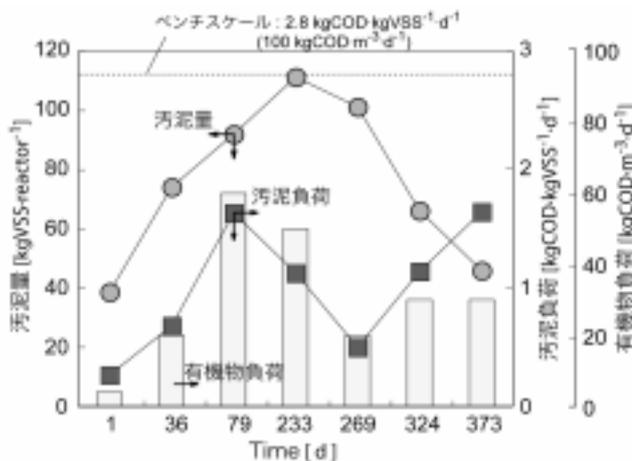


図3 汚泥量と汚泥負荷の経日変化