

パイロットスケール高温 UASB リアクターによる麦、甘藷焼酎蒸留粕廃液の処理特性

鹿児島高専 ○下園晋一郎、西村美耶、下堂園昭信、山内正仁
長岡工科大 山田真義、原田香樹

1. はじめに

近年の焼酎ブームの影響等より国税庁の本格焼酎（しょうちゅう、乙類）の課税数量の推移は平成 4-14 年の 10 年間で 4.3 ポイントの上昇傾向にある。全国の本格焼酎生産量の 98%を占める九州地区で排出される焼酎蒸留粕は年間 48.3 万トン（2000 酒造年度）にもなる。近年では焼酎蒸留粕の陸上処理へ移行しつつあるが、未だに 15 万トン近くの焼酎蒸留粕が海洋投棄処分されている¹⁾。しかし、近い将来我が国でもロンドン条約に批准する方向に進むと考えられるため²⁾、海洋投棄に代わる高効率かつ経済的でエネルギー回収可能な環境低負荷型の陸上処理技術の開発が迫られている。

パイラヤらは、甘藷焼酎蒸留粕廃水を対象にラボスケールの多段型高温 UASB リアクターの 1,000 日を越える長期連続処理実験で超高負荷（COD 容積負荷 $100\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{day}^{-1}$ 、以下、負荷とする）を達成し、安定した処理結果を得た³⁾。しかし、鹿児島県では、麦及び甘藷焼酎蒸留粕廃水（以下、麦及び甘藷焼酎廃水とする）は、年 2 回麦焼酎と甘藷焼酎が切り替わる典型的な季節稼働型廃水であるため、麦及び甘藷焼酎廃水を対象とした連続処理実験を行い、廃水切り替え時の処理特性を把握する必要がある。本研究では焼酎メーカーにパイロットスケールの高温 UASB リアクターを設置し、季節変動のある実廃水を用いたオンサイト実証実験を行った結果を報告する。

2. 実験方法

図 1 にパイロットスケール実験装置の外観写真、図 2 にパイロットスケール高温多段型 UASB リアクターのフローシートを示す。リアクター容積は 2.5m^3 （液浸総容積）である。リアクター温度は 55°C に制御した。麦及び甘藷焼酎廃水を遠心分離機で固液分離後の液部を供給廃水に用いた。廃水組成を表 1 に示す。COD 濃度 $50,000\text{--}90,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ の高濃度有機性廃水である。植種汚泥は中温及び高温グラニュール汚泥を各々 80%、7%、中温消化汚泥を 13% 投入した。スタートアップ時のリアクター汚泥量は 38.5kgVSS であった。

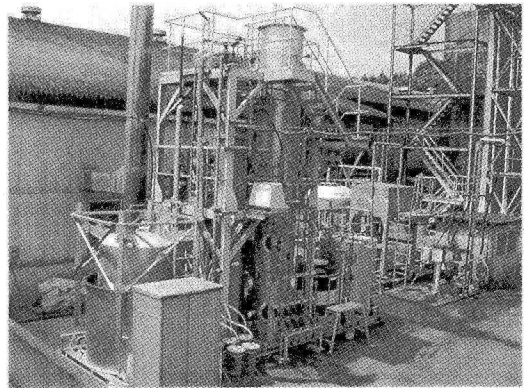
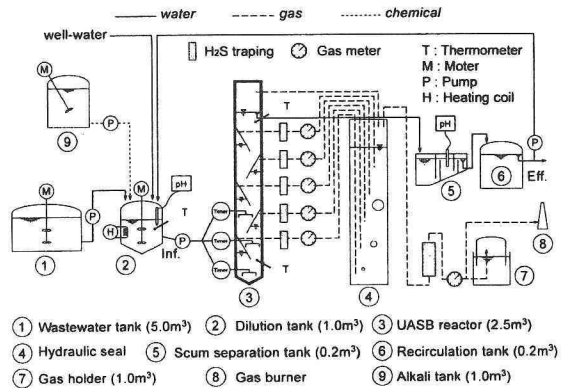


図 1 パイロットスケール実験装置の外観写真



- ① Wastewater tank (5.0m³)
- ② Dilution tank (1.0m³)
- ③ UASB reactor (2.5m³)
- ④ Hydraulic seal
- ⑤ Scum separation tank (0.2m³)
- ⑥ Recirculation tank (0.2m³)
- ⑦ Gas holder (1.0m³)
- ⑧ Gas burner
- ⑨ Alkali tank (1.0m³)

図 2 パイロットスケール高温多段型 UASB リアクターのフローシート

表 1 焼酎蒸留粕遠心分離液の廃水組成

		Shochu distillery wastewater	
		Barley	Sweet potato
pH	[-]	4.0	3.6
SS	[mg·L ⁻¹]	3,100	3,400
COD _{Cr}	total	88,600	51,400
	soluble	82,500	47,900
TOC	[mg·L ⁻¹]	30,900	16,600
VFA	Acetate	5,508	4,930
	Propionate	370	473
	i-Butyrate	0	136
	n-Butyrate	18	71
	i-Valerate	63	0
	n-Valerate	2	0
	i-Caproic acid	0	0
	n-Caproic acid	0	0
	TKN	[mg·L ⁻¹]	3,060

3. 実験結果と考察

3.1 表、甘藷焼酎廃液のスタートアップ処理特性

図 3 にパイロットスケール高温多段型 UASB リアクターの連続処理実験結果を示す。連続処理実験では 79 日間麦焼酎廃水、51 日間廃水供給停止、104 日間甘藷焼酎廃水を供給した。麦焼酎廃水では運転開始後、58 日目まで HRT8h に固定し、流入 COD 濃度を高くすることで負荷を上昇させた。運転開始 59 日目から流入 COD を $10,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ で固定し HRT を短縮することで負荷上昇させた結果、HRT4h、74 日目で負荷 $60\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ を達成し、COD 除去率 90%、処理水中の有機酸 $100\text{mgCOD}\cdot\text{L}^{-1}$ 程度であった。甘藷焼酎廃水の再スタートアップは HRT8h に固定し流入 COD 濃度を高くする方法で負荷を上昇させた。廃水供給開始 29 日間で負荷 $60\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ (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 $200\text{mgCOD}\cdot\text{L}^{-1}$ 程度であった。甘藷焼酎廃水は麦焼酎廃水と比較し流入 COD 濃度 $20,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ を許容し、負荷 $60\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ を達成する日数を 45 日間短縮することが可能であった。

3.2 リアクター内グラニューール汚泥量の経時変化

図 4 に汚泥量、汚泥負荷の経時変化を示す。リアクター保持汚泥量はスタートアップ時 38.5kgVSS であったが、麦焼酎廃水の終了する 79 日目には 91.9kgVSS と約 2.4 倍程度に増加していた。その後、51 日間の廃水供給停止後、甘藷焼酎廃水でスタートアップし、104 日間の甘藷焼酎廃水終了時の 233 日目には 111.3kgVSS まで増加した。また、汚泥負荷は負荷 $50\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ で $1.35\text{gCOD}\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ であった。パイラヤらの報告によれば、負荷 $100\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ に $2.8\text{gCOD}\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ の汚泥負荷を許容している。本連続処理実験では、汚泥負荷に余裕があり負荷 $100\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ を達成可能であると考えられる。

4. まとめ

新規の多段型高温 UASB プロセスのパイロットスケール実験で表、甘藷焼酎廃水とともに、他に類を見ない負荷 $60\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ の超高速処理性能を達成した。汚泥負荷を上昇させ、更なる高速処理性能の追求と及びマルチフィード処理特性を把握する予定である。

謝辞

本研究は経済産業省の地域新生コンソーシアム研究開発事業(平成 14, 15 年度)として実施したもので

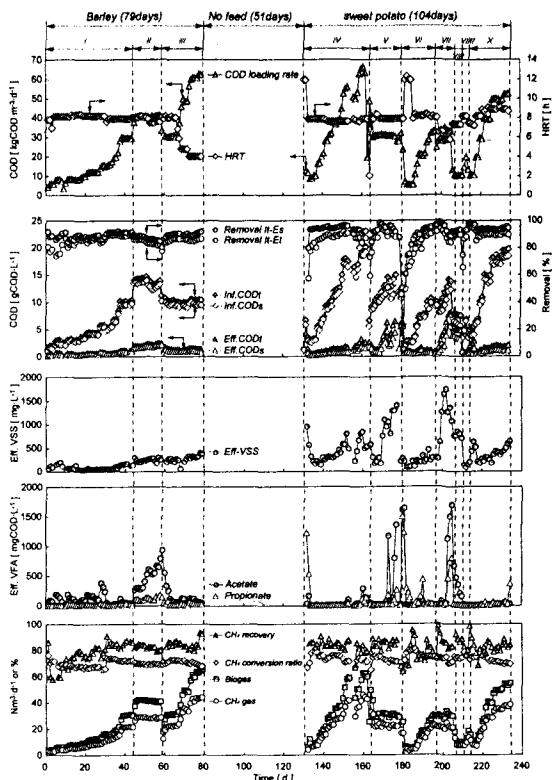


図 3 パイロットスケール高温多段型 UASB リアクターの連続処理実験結果

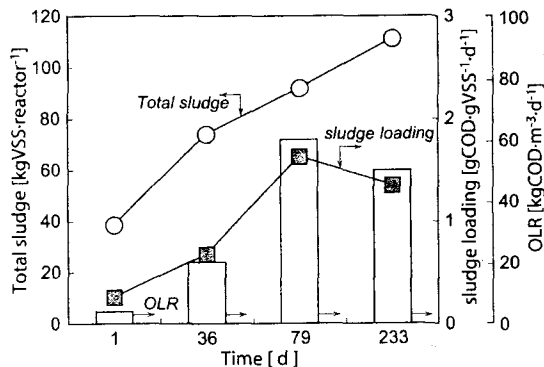


図 4 汚泥量、汚泥負荷の経時変化

ある。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鹿児島県酒造組合連合会：平成 12 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、2001
- 2) 山内ら：焼酎蒸留粕を用いた資源循環型製品の開発に関する研究、環境工学論文集、38、111-122、2001
- 3) パイラヤら：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、環境工学論文集、39、77-85、2002