

焼酎蒸留粕廃水を対象としたパイロットスケール
新規多段型高温 UASB リアクターによるオンサイト実証実験

長岡技術科学大学（学） ○山田真義、（正） 大橋晶良、（正） 原田秀樹
鹿児島高専（正） 山内正仁

1. はじめに

近年の焼酎ブームにより本格焼酎消費量が増加し、本格焼酎生産量も増加する傾向にある。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 50.9 万トン（平成 14 酒造年度）にもなる。近年、焼酎蒸留粕の処理方法は陸上処理へ移行しつつあるが、未だに 12 万トン近くの焼酎蒸留粕が海洋投入処分されている¹⁾。特に鹿児島県では、九州地区で海洋投入される全体量の 89 %を占めている。焼酎蒸留粕は産業廃棄物に区分されるため、今後、ロンドン条約に批准し、海洋投入全面禁止の方向に進むと考えられ、海洋投入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²⁾。また、鹿児島県における焼酎生産は主に甘藷であるが、季節的生産物であり保存が利かないため、甘藷を原料とした焼酎生産は通年操業が困難である。そこで原料の保存が利く麦と切り替えられる。焼酎生産によって排出される焼酎蒸留粕は原料によって異なり、年 2 回切り替わる典型的な季節稼働型廃水である。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新規多段型高温 UASB リアクターを設置し、季節稼働型の実廃水を用いて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 にオンサイト実証実験のフローシートを示す。リアクター容積は 2.5 m³(液浸総容積)である。リアクター温度は 55 ℃に制御した。供給廃水は麦及び甘藷焼酎蒸留粕を遠心分離機で固液分離後の液部を用いた。COD 容積負荷は HRT の短縮及び流入 COD 濃度の増加により段階的に増加させた。麦及び甘藷焼酎廃水の組成を表 1 に示す。本連続処理実験に使用した焼酎廃水は COD 濃度 50,000-90,000 mg・L⁻¹、蒸留行程から排出されるため 90 ℃を越える高濃度高温有機性廃水である。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 38.5 kgVSS であった。

キーワード：パイロットスケール、UASB リアクター、高温メタン発酵、焼酎蒸留粕廃水、実証実験

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系

Tel.0258-46-6000 (ext. 6646) Fax.0258-47-9600 E-mail myamada@stn.nagaokaut.ac.jp, ecohara@vos.nagaokaut.ac.jp

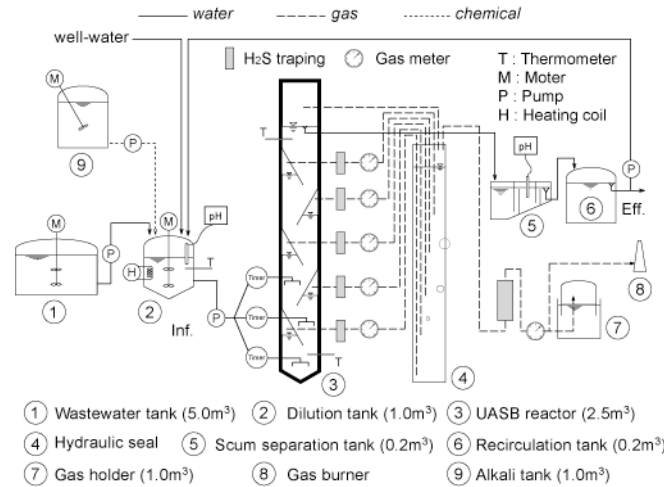


図 1 オンサイト実証実験のフローシート

表 1 麦及び甘藷焼酎廃水の組成

			Shouchu distillery wastewater	
			Barley	Sweet potato
pH	[-]		4.0	3.6
SS	[mg・L ⁻¹]		3,100	3,400
COD _{Cr}	total	[mgCOD・L ⁻¹]	88,600	51,400
	soluble	[mgCOD・L ⁻¹]	82,500	47,900
TOC	[mgC・L ⁻¹]		30,900	16,600
VFA	Acetate	[mgCOD・L ⁻¹]	2,530	5,260
	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]	56	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

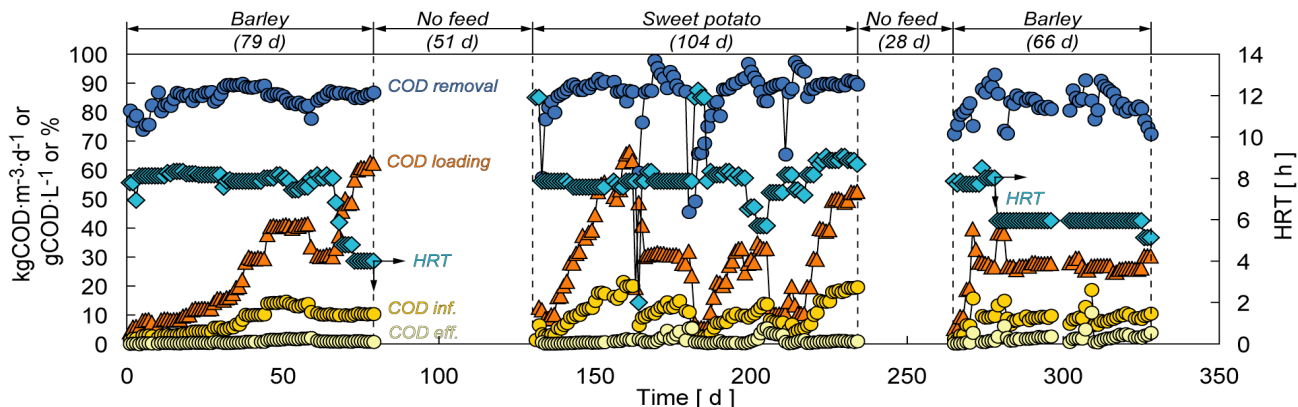


図2 新規多段型高温 UASB リアクターの連続処理実験結果

3. 実験結果及び考察

図2に連続処理実験結果を示す。麦焼酎廃水では運転開始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、74日目で負荷 $60 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (HRT4h)を達成し、COD除去率90%、処理水中の有機酸 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度であった。甘藷焼酎廃水で再ス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 $60 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (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。

図3にリアクター内グラニュール汚泥量と汚泥負荷の変化を示す。甘藷焼酎廃水で負荷 $50 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 運転時(233日目)の汚泥負荷は $1.1 \text{ kgCOD} \cdot \text{kgVSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ であった。既報³⁾では、汚泥負荷 $2.8 \text{ kgCOD} \cdot \text{kgVSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ で負荷 $100 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ を許容しており、本連続処理実験では汚泥負荷に余裕があり、より高負荷運転が可能であると考えられる。

図4に連続処理実験期間中の除去COD速度とメタン生成速度の関係を示す。除去COD速度とメタン生成速度には正の相関が見られ、傾きが0.92であった。このことから、除去CODの92%がメタンガスへと転換され、残りの8%程度が菌体の増殖に使われたことが分かった。

4. おわりに

麦及び甘藷焼酎廃水ともに他に類を見ない負荷 $60 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ を達成したが、グラニュール汚泥の最大能力はまだ引き出せておらず、より高負荷運転が可能であると考えられた。連続処理実験期間中、除去CODの92%がメタンガスに転換され、8%程度が菌体増殖に使用されていたことが分かった。

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14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、2003
- 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

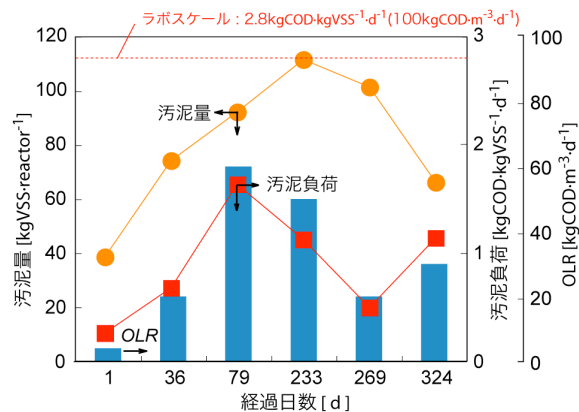


図3 リアクター内グラニュール汚泥量と汚泥負荷の変化

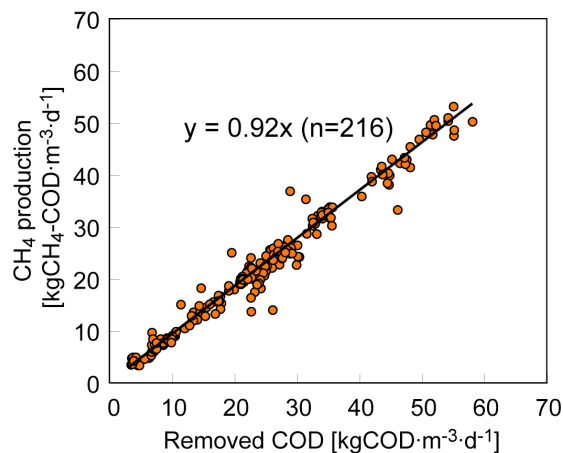


図4 実験期間中の除去COD速度とメタン生成速度の関係