

焼酎蒸留粕のバイアル実験による嫌気性分解特性の基礎研究

長岡技科大 (学) ○内木場正樹、(学) 山田真義、(正) 大橋晶良
 鹿児島高専 (学) 射手園章吾、(正) 山内正仁
 東北大学 (正) 原田秀樹

1 はじめに

近年、本格焼酎のブームにより本格焼酎生産量が増加している。特に本格焼酎の生産が盛んである九州地区では著しい増加が見られる。平成17年酒造年度の焼酎製成量の各県の内訳は、福岡県 57,505KL、佐賀県 2,400KL、長崎県 4,506KL、熊本県 31,997KL、大分県 80,991KL、宮崎県 123,690KL、鹿児島県 255,822KL で鹿児島県が最も多く焼酎を製造している。これは、九州地区全体の総製成量 556,911KL の約 50% を占める。このように製成量が増加し産業が活性化する反面、焼酎製造過程で発生する焼酎蒸留粕が急激に増加したため陸上処理が間に合わず海洋投棄処分量が増加し、環境に悪影響を及ぼしている。この問題の解決策として未利用資源からのエネルギー回収と環境保全の観点から、焼酎蒸留粕のメタン発酵処理が注目されている。実際に鹿児島県のサザングリーン協同組合では、麦、芋焼酎粕液画分のメタン発酵処理が行われている。このように、麦、芋焼酎粕液画分についてはメタン発酵処理され、嫌気性分解特性もデータの蓄積がされている。しかし、九州地区の本格焼酎は麦、芋焼酎以外にそば、米、さとうきびなどを原料とした焼酎が製造されているため、麦、芋以外の焼酎粕も排出されている。

鹿児島県において、平成17年酒造年度では、麦焼酎 78,720KL、芋焼酎 154,852KL、そば焼酎 1,974KL、米焼酎 3,787KL、黒糖焼酎 16,290KL 製成している。このように多種の原料から焼酎を製成している鹿児島県では、焼酎製造過程で排出される焼酎蒸留粕も多種なものとなっている。しかし、そば、米、黒糖焼酎の嫌気性分解特性のデータは未だ乏しい。そこで、麦、芋焼酎蒸留粕廃液とそば、米、黒糖焼酎蒸留粕廃液の嫌気性分解特性とを比較するため、これら5種の焼酎蒸留粕の液画分を対象とした嫌気性分解試験を行い、各焼酎蒸留粕廃液の高温条件下でのメタン発酵処理特性を評価した。

2 実験方法

2-1 廃水サンプル作成方法

本実験は液画分を対象としており、サンプルは遠心分離機を用い 10000rpm で3分間遠心分離を行い、粗い固形画分を取り除き、上澄みを 0.4 μm のガラス繊維ろ紙でろ過を行ったろ液を用いた。これらの廃水サンプルの性状を表1にまとめた。

表1 5種焼酎蒸留粕廃液の性状

			麦焼酎	芋焼酎	そば焼酎	米焼酎	黒糖焼酎
COD _{Cr}	全画分	[mg・L ⁻¹]	167,500	84,250	192,500	126,400	75,300
	溶解性	[mg・L ⁻¹]	118,000	48,050	112,400	88,000	68,200
MLSS		[mg・L ⁻¹]	27,620	29,570	43,050	21,690	2,635
MLVSS		[mg・L ⁻¹]	27,210	28,840	42,580	21,580	2,522
VFA	酢酸	[mgCOD・L ⁻¹]	1,558	177	629	56	956
	プロピオン酸	[mgCOD・L ⁻¹]	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	酪酸	[mgCOD・L ⁻¹]	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	吉草酸	[mgCOD・L ⁻¹]	43	44	58	N.D.	N.D.
	カブロン酸	[mgCOD・L ⁻¹]	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
TKN	全画分	[mg・L ⁻¹]	4,890	4,440	870	6,060	1,463
	溶解性	[mg・L ⁻¹]	4,425	3,615	660	5,610	1,377

N.D.=検出限界以下値

2-2 バイアル実験による嫌気性分解性試験方法

試験汚泥は UASB 高温 (55°C) グラニュール汚泥を用いた。試験汚泥は芋焼酎蒸留粕廃液を 30kgCOD・m⁻³・d⁻¹ 以上の負荷で約 2 ヶ月弱連続処理をしており、バイアル実験を行う際は、溶解性 COD 除去率が 90% 程度の汚泥を使用した。

バイアル実験には、容積 122ml のセラムバイアルに、あらかじめ煮沸、脱酸素操作を行った培地 (無機栄

養塩類 NH_4Cl 、 $\text{MgCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、及び微量元素を含むリン酸緩衝溶液(バイアル内最終濃度 25mM)、窒素気流下でホモジナイザーにより分散を行った試験汚泥を窒素気流下試験温度 55°Cで投入した。気相部を窒素ガスでパージし、ブチルゴム栓とアルミキャップでシールをした後、レサズリン(バイアル内最終濃度 $1\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)、還元剤 (Na_2SO_4 ; バイアル内最終濃度 $250\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) を加えた。試験温度 55°Cで設定した恒温振とう器に入れ、1時間程度振とうを行い、バイアル内の温度が安定したところで、5種類の廃水サンプルをバイアルに投入した。その際、各バイアルから 3ml のサンプルを採取し、15,000rpm、4°C、10分間で遠心分離を行い、上澄み液を実験開始時の COD_{Cr} 濃度、VFA 濃度の測定に用いた。試験中にバイアル内の気相部に蓄積するメタンの量を経時的に測定した。試験終了後、実験開始と同様に残存 COD_{Cr} 濃度と VFA 濃度を測定した。以上の実験結果より、メタン生成活性値を求め、嫌気性分解性能を評価した。

3 実験結果、考察

図1(a-e)に各廃水サンプルを供したバイアルからの試験汚泥 gVSS 当たり蓄積したメタン生成量の経時変化を示した。図1の結果よりまとめた廃水サンプルからのメタン生成活性値の結果を図2に示した。廃水サンプルからのメタン生成活性値は、麦焼酎蒸留粕 1.44 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 、芋焼酎蒸留粕 1.48 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 、そば焼酎蒸留粕 1.40 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 、米焼酎蒸留粕 1.46 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 、黒糖焼酎蒸留粕 1.33 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ であった。この結果、麦焼酎蒸留粕、芋焼酎蒸留粕及び米焼酎蒸留粕が同程度の分解速度を示し、そば焼酎蒸留粕、黒糖焼酎蒸留粕はそれらと比べ若干分解速度が遅いことがわかった。しかし、すべての廃水サンプルの分解速度に大きな違いは見られなかった。このことから、すべての焼酎蒸留粕廃液は嫌気性処理が行えると考えられる。

鹿児島県には約 100 社もの酒造メーカーが存在しており、製造方法の違いから減圧、常圧など焼酎蒸留粕廃液も千差万別であると考えられる。焼酎蒸留粕廃液を嫌気性処理しようとするときは、本実験のような簡易的な嫌気性分解試験を事前に行い適しているかチェックする必要がある。

4 おわりに

本実験結果から全ての焼酎蒸留粕廃液のメタン生成活性値は 1.3~1.5 $\text{gCOD-CH}_4\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 程度であり、良好なメタン発酵処理が行えることが分かった。UASB では 40,000~50,000 $\text{mgVSS}\cdot\text{L}^{-1}$ の汚泥保持能力を有するので全ての焼酎蒸留粕廃液を 50~80 $\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ の負荷で処理が可能であることが示唆された。

今後、温度や pH を変化させ嫌気性分解試験を行い、それぞれの嫌気性分解特性を比較していく予定である。

参考文献

鹿児島県酒造組合連合会：平成 17 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、2006

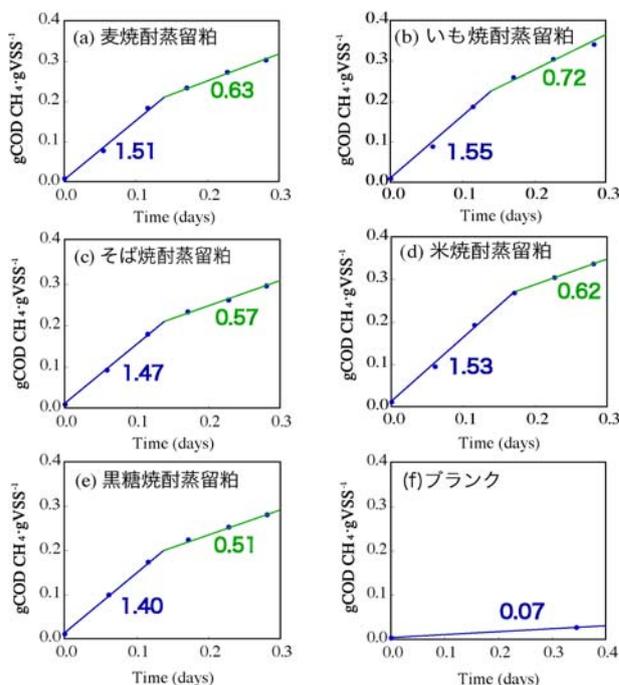


図1 5種廃液のメタン生成量の経時変化

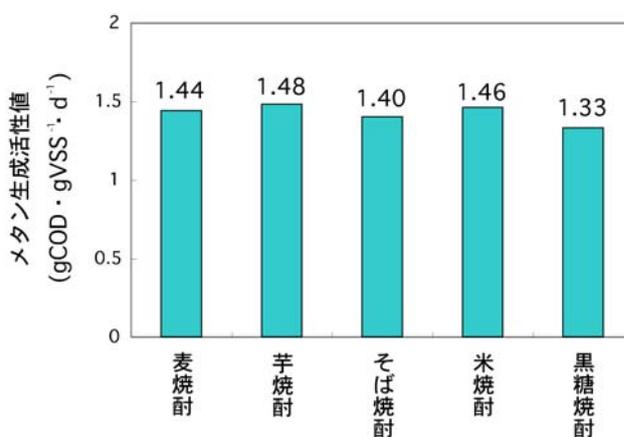


図2 5種廃液のメタン生成活性値