

## 可逆流嫌気性バッフルドリアクター(RABR)による焼酎蒸留粕のメタン発酵処理特性

長岡技術科学大学 ○(学) 窪田恵一、(学) 山田真義、(正) 遠山明、(正) 原田秀樹、(正) 大橋晶良  
鹿兒島工業高等専門学校 (学) 朝弘大輔、(正) 山内正仁

## 1. はじめに

現在の焼酎蒸留粕（以下、焼酎粕とする）処理方法は、農地還元、飼料、海洋投棄、プラント処理（肥料化、飼料化、焼却、生物処理）等がある。嫌気性メタン発酵法は少・創エネルギー型処理プロセスであり、焼酎粕処理において外的要因が小さく、メタンとしてエネルギー回収できることから、近年注目されている。

現在、南九州地方では実規模 UASB リアクターや IC リアクター等が焼酎粕処理に導入されている<sup>1),2)</sup>が、焼酎粕固液分離後の液画分のみを対象に処理されている。しかし、高濃度に SS を含有する焼酎粕を固液分離するのはイニシャル及びランニングコスト等に多くの費用がかかるため、固液分離なしで直接処理可能な処理技術の確立が望まれる。嫌気性バッフルドリアクター（ABR）法は、バッフルプレートを交互に配置しコンパートメント化することで畜産廃水等の高濃度 SS 廃水に適用可能である<sup>3)</sup>が、単一流入方式のためリアクター内の保持汚泥が移動し、最終的に保持汚泥が流出する等の問題がある。そこで筆者らは、従来型 ABR 法を改良した可逆流嫌気性バッフルドリアクター（RABR : Reversible-flow Anaerobic Baffled Reactor）を新たに考案した。

本研究では、甘藷焼酎粕の分解特性と RABR 処理特性を把握することを目的として、中温（37°C）条件下での RABR による甘藷焼酎粕連続処理実験を行った。

## 2. 実験方法

## 2.1 RABR 処理システム

表 1 に本実験で使用した甘藷焼酎粕組成を示す。焼酎粕は、pH 4 程度の酸性廃水であり、COD<sub>Cr</sub>(以下、COD とする)を 110,000mgCOD・l<sup>-1</sup> 程度、SS 濃度を 37,000mg・l<sup>-1</sup> 程度含有する高濃度 SS 含有廃水である。

RABR 処理フローを図 1 に示す。RABR は 3 つのバッフルプレートとコンパートメントから構成され、液有効容積は 1.38m<sup>3</sup> である。リアクター内温度はウォータージャケットにより中温（37°C）条件に制御し、廃水の供給方向は 1HRT 毎に変更した。また、HRT を約 10 日に固定し、廃水濃度を変更することで COD 容積負荷（以下、負荷とする）を設定した。

## 2.2 甘藷焼酎粕の分解性試験

供試基質は甘藷焼酎粕の全面分と液画分、供試汚泥は 39 日目のリアクター内保持汚泥を使用した。バイアル全量は 122ml で、バイアル内ガス相体積は 72ml、液相体積は 50ml に設定した。液相内の pH は 7、基質濃度は 2,000mgCOD・l<sup>-1</sup>、汚泥濃度は 5,500mgVSS・l<sup>-1</sup> に調整した。インキュベータにより中温（37°C）で培養し、定期的にガス生成量とガス組成分析を行った。基質分解率は以下の式で算出した。

$$\text{基質分解率 (\%)} = (\text{発生メタンガス量 [COD 換算]}) / (\text{バイアル内初期 COD 量}) \times 100$$

表 1 甘藷焼酎粕組成

pH	3.8	TOC (mgTOC l <sup>-1</sup> )	16,600
SS (mg l <sup>-1</sup> )	37,400	Acetate (mgCOD l <sup>-1</sup> )	5,300
COD-total (mgCOD l <sup>-1</sup> )	107,100	Propionate (mgCOD l <sup>-1</sup> )	720
COD-soluble (mgCOD l <sup>-1</sup> )	51,900	TKN (mgN l <sup>-1</sup> )	2,700

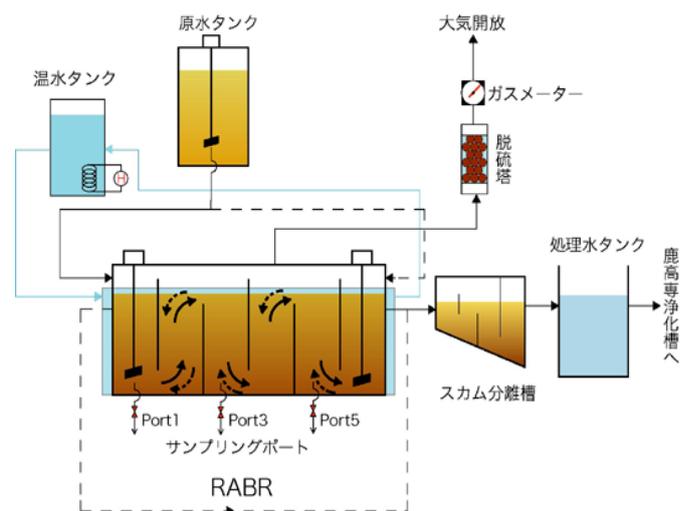


図 1 RABR 処理システムフロー

キーワード：RABR、メタン発酵、焼酎蒸留粕、分解性試験

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

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 RABR による甘藷焼酎粕連続処理特性

図 2 に RABR による甘藷焼酎粕の連続処理実験結果を示す。上段は負荷と HRT、中段は流入水と処理水の pH、下段は COD 除去率、総バイオガス量とメタンガス量である。

実験開始直後は負荷を  $2\text{kgCOD}\cdot\text{d}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$  に設定し、廃水の pH 調整なしで供給を開始したが、リアクター内の pH が低下したため、それ以降は廃水を NaOH により pH6~7 に調整した。27 日目に負荷  $2\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$  から  $5\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$  に増加した。その後 34 日目にリアクター内に浮上汚泥が観測され、浮上汚泥発生後は pH 低下やバイオガス生成量が減少するなど処理性能が一旦低下したが、次第にバイオガス生成量が増加し処理性能が向上した。しかし、65 日目に浮上汚泥による配管詰まりによって、処理水が排出できずに汚泥が処理層上部の水封槽より越流し流失した。これにより、処理能力が急激に低下しリアクター内が酸敗化寸前 (pH5.5) まで低下した。このため、82~92 日の期間はリアクター内に NaOH 添加と廃水の pH 増加 (pH8~9) を行った。また、汚泥流失以降は定期的にスカム分離槽から RABR へ汚泥返送を行った。

この浮上汚泥の問題は、甘藷焼酎粕の繊維質と保持汚泥が混合し、負荷増加によるガス線流速の上昇によって、保持汚泥と発生ガスとの分離が困難になったため発生したと考えられる。この対策として、97 日以降から循環ポンプにより内部循環を行い、リアクター内の線流速を増加することで汚泥の接触効率を高めると共に、発生ガスと保持汚泥の分離を試みている。

#### 3.2 甘藷焼酎粕の分解性試験

図 3 に甘藷焼酎粕の分解性試験結果を示す。実験開始 3 日後には両基質において 50%以上の分解率を示し、実際のリアクター内の HRT と同じ 10 日目には、全画分で 80%程度、液画分で 90%程度の分解率を示した。液画分と比べて全画分の分解率が 10%程度低いのは、甘藷焼酎粕繊維質の難分解性成分であるリグニンがほとんど分解されなかったためだと考えられる。

#### 4. おわりに

中温条件下での RABR による甘藷焼酎粕連続処理を行った結果、リアクター内で浮上汚泥が発生したため、リアクター処理性能が非常に不安定となった。今後は、内部循環等で浮上汚泥の問題を解消し、その後、最大許容負荷を追求する。また、焼酎粕は季節稼働型廃水であるため甘藷と麦焼酎粕が排出されることから、麦焼酎粕についても連続処理実験を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 多田羅昌浩 (1990). 焼酎粕の高温メタン発酵処理実証実験, 鹿島技術研究所年報, Vol. 46, pp.203-208.
- 2) 山田真義, 山内正仁, 大橋晶良, 原田秀樹 (2004). 多段型高温 UASB リアクターによる焼酎蒸留液画分の高速メタン発酵処理, 環境工学研究論文集, Vol. 41, pp.31-40.
- 3) Boopathy, R. (1998). Biological treatment of swine waste using anaerobic baffled reactors. *Biores. Tech.* Vol. 64, pp.1-6.

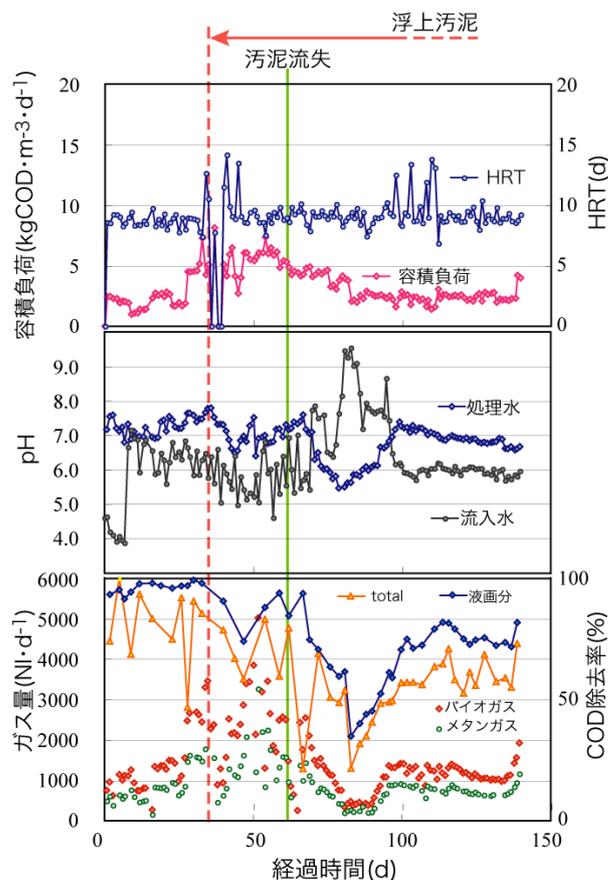


図 2 RABR による甘藷焼酎粕連続処理特性

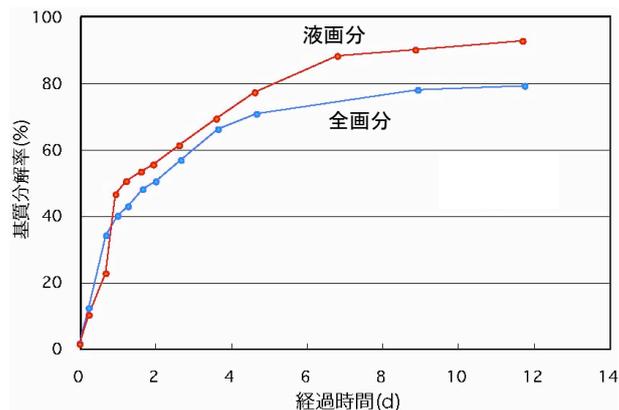


図 3 甘藷焼酎粕の分解特性