

平成22年 6月 1日現在

研究種目：若手研究(スタートアップ)

研究期間：2008～2009

課題番号：20860088

研究課題名(和文)酸性廃水を対象とした多点分散供給によるUASB反応器のアルカリ剤削減方法の確立

研究課題名(英文)Establishment of reduction in alkali supply through distributed feeding in lab-scale UASB reactor treating acid wastewater

研究代表者

山田 真義 (YAMADA MASAYOSHI)

鹿児島工業高等専門学校・土木工学科・助教

研究者番号：80469593

研究成果の概要(和文)：

原水には酸性廃水である焼酎蒸留粕廃水を用い、メタン発酵する際にアルカリ剤が不必要な運転方法を確立することを目的として実験を行った。酸性廃水に芋、麦焼酎蒸留廃水を用い、メタン生成菌の至適 pH の範囲である pH 6.5 に上昇させるために必要なアルカリ度は単位 COD 当たり(1 kgCOD) 0.08～0.12 kgCaCO₃が必要であった。各廃水をメタン発酵することにより、除去 COD 当たり約 0.1～0.2 kgCaCO₃のアルカリ度が生成されることが分かり、多点分散供給を行うことにより、原水に添加するアルカリ剤を削減可能なことが分かった。

研究成果の概要(英文)：

In this study, an experiment was conducted to establish the operating method in which alkali supply is reduced in methane fermentation, using sweet potato-based and barley-based *shochu* distillery wastewater as acid wastewater. In order to raise pH 6.5 optimal for methane fermentation bacteria, alkalinity was required to indicate 0.08–0.12 kgCaCO₃/kgCOD. It was found that methane fermentation in each wastewater generated approximately 0.1–0.2 kgCaCO₃/kgCOD removal in alkalinity. There is some possibility that distributed feeding will be an effective method of reducing alkali supply for the treatment of acid wastewater.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20年度	1,320,000	396,000	1,716,000
21年度	1,170,000	351,000	1,521,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,490,000	747,000	3,237,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木環境システム

キーワード：酸性廃水、メタン発酵、多点分散供給、UASB反応器、アルカリ剤

1. 研究開始当初の背景

産業廃水処理技術の一つである創・省エネルギー型嫌気性処理法の代表とも言える上向流

嫌気性スラッジブランケット(UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket、以下、UASBとする)法は、1970年代後半にオランダのLettinga博士

らの研究により開発されてから、食品・飲料廃水を代表とする多種多様な産業廃水に適用され多くのUASB 反応器が世界各地で建設され稼働している。日本国内においてもビール廃水など対象とした実機が多く稼働している。これらのUASB 反応器は酸生成菌とメタン生成菌の連携により、有機物からメタンエネルギーを回収が可能であるが、酸性廃水に対しては、アルカリ剤を添加し、pHをメタン生成菌の至適 pHである6.5～8.2に調整する必要がある。このアルカリ剤にかかるランニングコストは回収されるメタンエネルギーよりも大きく、アルカリ剤の削減は、非常に重要な課題である。このアルカリ剤の削減方法に、中温 UASB プロセスで処理水循環運転を行い、大幅に削減可能にした研究もあるが、循環方式を用いない新しい供給方法で完全にアルカリ剤を削減している手法はまだない。

2. 研究の目的

本研究では、産業廃水処理技術の一つである創・省エネルギー型嫌気性処理法の代表とも言える中温及び高温 UASB 法により、pH4の酸性廃水である焼酎蒸留粕廃液をアルカリ剤が不要な運転方法を確立することを目的とする。また、本研究の具体的な目的は、ラボスケール UASB 反応器により、UASB 反応器の高さ方向に廃水供給口を複数個設け、分散供給することにより酸生成とメタン生成のバランスを取り、アルカリ剤無添加運転を確立する事を目標とした。本研究では、高さ方向に分散供給するアルカリ剤削減方法を中温プロセスに適用させ、中温プロセスのアルカリ剤削減方法について明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、2基の液有効容積 10L のラボスケール UASB 反応器を使用し、実験を行った(図1参照)。実験に用いた改良型 UASB 反応器は、気・固・液三相分離装置部まで含めた全高 1.5m、液反応部高さ 1.0m、液有効反応容量 10L で、運転温度を一定に保つためにウォータージャケットを装着したものをを用いた。また、高さ方向にサンプリングポートを設け、最下部及び最下部から高さ方向に 0.1m 間隔で 3つの原水供給口を設けた。植種汚泥には、中温グラニュール汚泥を植種した。表1に甘藷焼酎粕液画分の廃水組成を示す。原水には、甘藷焼酎粕を固液分離した液画分を使用し、pH 3.6、全 COD 濃度 50,400 mgCOD/L、溶解性 COD 濃度 48,200 mgCOD/L、酢酸濃度 3,670 mgCOD/L、プロピオン酸濃度 1,570 mgCOD/L、酪酸濃度 4,960 mgCOD/L、吉草酸濃度 1,120 mgCOD/L、カプロン酸濃度

2,510 mgCOD/L である。また、グラニュール汚泥を対象としてメタン生成活性試験を行い、グラニュール汚泥のメタン生成活性値を測定した(図2参照)。生成ガスの分析には、TCD 型検出器のガスクロマトグラフィーを用いた。実験期間中の重炭酸塩アルカリ度の測定は、嫌気性消化槽内の緩衝能変化を表すのに使用されるエンドポイント pH5.75 で滴定する TBA5.75 で行った。また、酸性廃水である甘藷焼酎粕廃水を用いて嫌気性バッフル

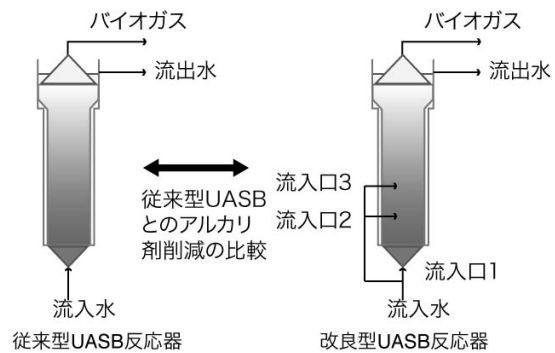


図1 従来型と改良型 UASB 反応器

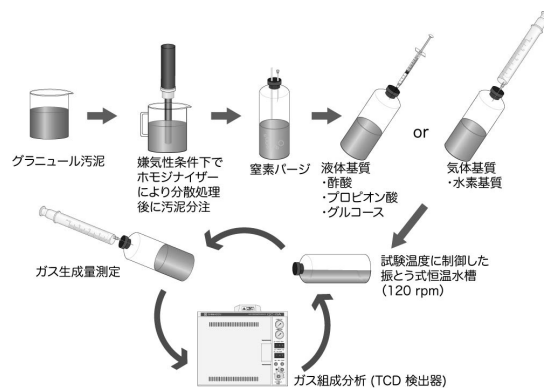


図2 メタン生成活性試験方法の概略図

表1 甘藷焼酎粕液画分の廃水組成

測定項目	単位	甘藷焼酎粕液画分
pH	[-]	3.6
SS	[mg/L]	4,960
COD _{Cr}	全	[mgCOD/L] 50,400
	溶解性	[mgCOD/L] 48,200
VFA	酢酸	[mgCOD/L] 3,670
	プロピオン酸	[mgCOD/L] 1,570
	i-酪酸	[mgCOD/L] 760
	n-酪酸	[mgCOD/L] 4,200
	i-吉草酸	[mgCOD/L] 490
	n-吉草酸	[mgCOD/L] 630
	i-カプロン酸	[mgCOD/L] 1,950
	n-カプロン酸	[mgCOD/L] 560

ド反応器を用いたアルカリ剤削減効果をベンチスケールの実験装置を用い、連続処理実験を行った。また、メタン生成活性試験に関連し、フェノール廃水を対象としているUASB反応器のグラニュール汚泥のメタン生成活性値を調査した。

4. 研究成果

甘藷焼酎粕液画分と麦焼酎粕液画分の単位COD量に対し、水酸化ナトリウム溶液を使用してpHの上昇効果を図3に示す。メタン生成菌の至適pHであるpH6.5に甘藷焼酎粕液画分及び麦焼酎粕液画分を上昇させるには、単位COD量当たり各々0.08 kgCaCO₃と0.12 kgCaCO₃が必要であることが分かった。

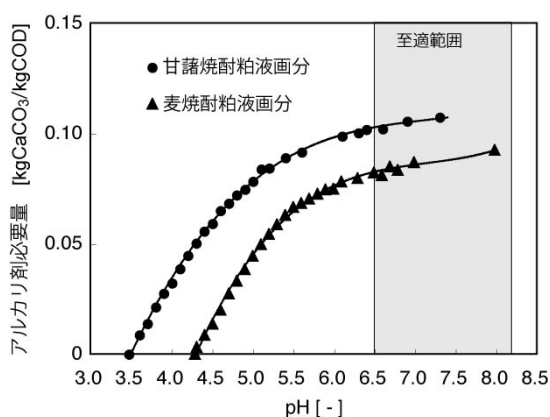


図3 甘藷、麦焼酎粕に対するアルカリ剤添加量とpHの関係

メタン発酵する際に生成されるアルカリ度は、タンパク質からアルカリ度が生成されるものと硫酸塩や亜硫酸塩からアルカリ度が生成されるもの、有機酸塩からアルカリ度が生成されるものがあるが、今回使用した焼酎粕液画分からは、有機酸塩から生成されるアルカリ度が多いことが考えられたため、TBA5.75でのアルカリ度の測定を行った。有機酸塩からの理論的なアルカリ度生成は、3モルの酢酸から1モルの重炭酸塩、1モルのプロピオン酸から3モルの重炭酸塩、1モルの酪酸から4モルの重炭酸塩が生成される。今回使用した焼酎粕液画分からの除去COD量と除去されたCODに対するアルカリ度生成量の関係から、除去COD量当たりアルカリ度生成量は0.17 kgCaCO₃/kgCODであった。

植種汚泥のメタン生成活性試験は、122mLセラムバイアル瓶を用いて、バイアル内COD濃度2,000 mgCOD/L、バイアル内汚泥濃度6,000 mgVSS/Lで調整し、実験を行った。この結果、メタン生成活性値は水素基質で0.21

gCOD/gVSS/day、酢酸基質で0.12 gCOD/gVSS/day、プロピオン酸基質で0.004 gCOD/gVSS/day、グルコース基質で0.14 gCOD/gVSS/dayが得られた。植種汚泥のメタン生成活性値は、順調に処理を行っている汚泥のメタン生成活性値と比較して、1/10程度のメタン生成活性値であった。また、甘藷焼酎粕液画分と類似する麦焼酎粕液画分、そば焼酎粕液画分、米焼酎粕液画分、黒糖焼酎粕液画分についても、メタン生成活性試験の基質として用い、どのくらいのメタン生成活性値があるが試験を行った。その結果、麦焼酎粕液画分では、1.51 gCOD/gVSS/day、そば焼酎粕液画分では、1.47 gCOD/gVSS/day、米焼酎粕液画分では1.53 gCOD/gVSS/day、黒糖焼酎粕液画分では1.40 gCOD/gVSS/dayのメタン生成活性値が得られた。中温メタン発酵処理から高温メタン発酵処理に変更する際に、メタン発酵処理における阻害要因として遊離アンモニア濃度が問題になる。今回使用した甘藷焼酎粕液画分や黒糖を原料とした黒糖焼酎粕液画分には、有機性窒素濃度が1,000 mgN/L程度であるため、阻害濃度までには達することはないが、焼酎の原料が麦やそば、米である焼酎蒸留粕液画分には有機性窒素濃度が3,000~6,000 mgN/Lと非常に抱負に含まれているため、メタン発酵の阻害要因になり得る。このため、各バイアル瓶にアンモニア性窒素濃度が1,000~5,000 mgN/Lで調整し、グラニュール汚泥の水素基質、酢酸基質、プロピオン酸基質のメタン生成活性値を調査した。メタン生成活性値は水素基質においてはアンモニア性窒素濃度が高くなるにつれ減少したが処理に影響を及ぼすようなメタン生成活性値の減少は見られなかった。酢酸基質では、アンモニア性窒素濃度3,000 mgN/L程度までは処理には影響がないと考えられたが、アンモニア性窒素濃度が5,000 mgN/Lではメタン生成活性値が10%程度まで減少し、明らかにメタン生成能に影響を及ぼしていた。また、プロピオン酸基質については、アンモニア性窒素濃度が1,000 mgN/Lでメタン生成活性値が50%まで低下し、アンモニア性窒素濃度が5,000 mgN/Lでは、メタン生成活性値が10%以下に減少し、明らかにメタン生成能に影響を及ぼしていた。また、本研究の幅を広げるためにも、UASB反応器だけではなく、甘藷焼酎粕を対象とした嫌気性バフフルド反応器のアルカリ剤削減効果及びフェノール廃水を処理しているUASB反応器のグラニュール汚泥のメタン生成能力についても、連続処理実験とメタン生成活性試験を実施した。甘藷焼酎粕を対象とした嫌気性バフフルド反応器のA

ルカリ剤削減効果を実施した結果、アルカリ剤削減効果が従来法と比較した場合、約75%削減できる可能性が分かった。フェノール廃水を処理しているUASB反応器のグラニュール汚泥のメタン生成能力を実施した結果、グラニュール汚泥を処理対象廃水で馴致することで様々な廃水に適用可能であることが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計2件)

1. 津曲讓太, 山田真義, 山内正仁, 長野晃弘, 山口隆司, 高橋優信. フェノール含有廃水を処理対象としたUASBリアクターのグラニュール汚泥の性能評価, 平成21年度土木学会全国大会. 2009年9月4日. 福岡大学.
2. 射手園章吾, 山田真義, 高橋優信, 原田秀樹, 山内正仁, 小松俊哉. 甘藷焼酎粕廃水を対象とした可逆流嫌気性バツフルド反応槽によるアルカリ剤削減効果に関する研究. 平成21年度土木学会全国大会. 2009年9月3日. 福岡大学.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 真義 (YAMADA MASAYOSHI)

鹿児島工業高等専門学校・土木工学科・助教

研究者番号: 80469593

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: