多点分散供給方式による高温及び中温 UASB 反応器の アルカリ度削減運転の性能調査

鹿児島高専　○学　小丸哲斉，正　山田真義，正　山内正仁

1.　はじめに

現在，UASB 反応器は食品，飲料水を代表とする多種多様な産業廃水に適用され広く用いられている．しかし，特定の廃水種（炭水化物系廃水）では十分なアルカリ度が確保できないため，供給廃水にアルカリ度の添加が必要となる場合がありランニングコストが高くなるというデメリットがある[1)]．

従来の単一供給方式の UASB 反応器は酸生成速度とメタン生成速度のバランスが崩れると流入口付近で酸生成が優先し，pH の低下を招く可能性がある．その結果，メタン生成細菌の至適 pH 範囲外となり，メタン生成活性が低下して揮発性有機酸が蓄積するため，メタン発酵プロセスが破綻する可能性がある．そこで，単一供給方式から多点分散供給方式にすることで酸生成速度とメタン生成速度のバランスをとる．また，高さ方向に分散供給することにより，処理水循環を行うこと無くメタン生成より生成されたアルカリ度の再利用を行い，アルカリ剤の削減を行う．

本研究では，芋焼酎蒸留廃水液画分を処理対象として高温（55℃）及び中温（35℃）のラボスケール UASB 反応器における多点分散供給方式でのアルカリ度削減運転について調査を行った．

2.　実験方法

図-1 にラボスケール UASB 反応器のフローシートを示す．

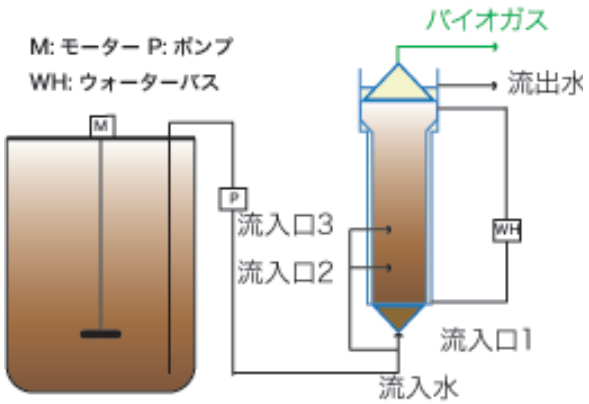


図-1 実験装置のフローシート

UASB 反応器は液容積 10 L（高さ 100 cm，GSS を含めると 120cm）を高温および中温 UASB 反応器 2 基を用いた．多点分散供給方式として，流入口を反応器最下部，最下部より 20 cm，40 cm の部分へ設置した．

本研究に用いた供給廃水（芋蒸留廃水液画分）の組成を**表-1** に示す．

運転条件は次の**表-2** に示す．なお，実験温度は，高温 UASB 反応器で 55℃，中温 UASB 反応器で 35℃とした．アルカリ剤は，重炭酸ナトリウムを用い，塩化コバルト六水和物と塩化ニッケル六水和物をそれぞれ 0.17 mg/L，0.04 mg/L となるように添加した．

分析は，反応器の温度測定，pH 測定，ガス生成量，ガス組成，COD 濃度，アルカリ度(TBA5.75)[2)]，SS，VSS，VFA について分析を行った．

以下にアルカリ度の算出式(100ml の場合)を示す．

$$\text{アルカリ度 [TBA 5.75] (mgCaCO}_3\text{ / L)}$$
$$= a \times F \times 1000 / \text{試料(ml)} \times 5 \times 1.25$$

ここで A：0.1mol/L 塩酸の滴定量，F：0.1mol/L 塩酸のファクター（ F = 25 / a ）

表-1 供給廃水の組成

項目(単位)		芋蒸留廃水液画分
pH		4.71
COD(mg/L)	total	53,600
	soluble	49,000
SS(mg/L)		2,767
VSS(mg/L)		2,450

表-2 運転条件

Run	運転期間 (日)	HRT (hr)	設定COD容積負荷 (kgCOD/m³/日)	アルカリ度添加率 ($gCaCO_3$/gCOD)
1	0~14	12	1	0.15
	15~45	12	2	0.15
2	46~62	12	3	0.15
	63~79	12	4	0.15
	80~94	8	8	0.15
	95~115	8	10	0.15
	116~139	8	15	0.15
	140~146	8	10	0.15
3	147~187	8	15	0.125
	188~208	8	15	0.1
	208~214	8	15	0
4	215~226	22	5	0.1
	227~231	12	10	0.1
	232~238	8	15	0.1
	239~	8	20	0.1

キーワード：アルカリ度削減，酸性廃水，高温 UASB，中温 UASB
連絡先：〒899-5193　鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1　鹿児島高専専攻科　土木工学専攻 Tel.0995-42-9123

3. 実験結果及び考察

連続処理実験結果を図-2 に示す．Run 1 はスタートアップ期間である．Run 1 では，はじめ重炭酸ナトリウムの濃度を 0.1 $gCaCO_3/gCOD$ で運転を行っていたが，高温 UASB 反応器で pH の低下が見られため，0.15 $gCaCO_3/gCOD$ に変更し運転を行った．139 日目(Run 2)にウォータージャケット供給ポンプの故障により高温 UASB の温度が低下してしまった．139 日目の温度低下の際，急激に pH が低下し処理に支障をきたす可能性があったため負荷を低下させ，処理性能を安定させるため運転した．

運転期間を通して高温及び中温 UASB の全 COD 除去率が突発的な汚泥の流出のために低下した．Run1 を除いた全 COD 除去率は平均すると高温 UASB で約 79 %，中温 UASB で約 76 %となった．溶解性 COD 除去率は高温 UASB，中温 UASB 共に約 88 %となり実験期間を通して良好であった．

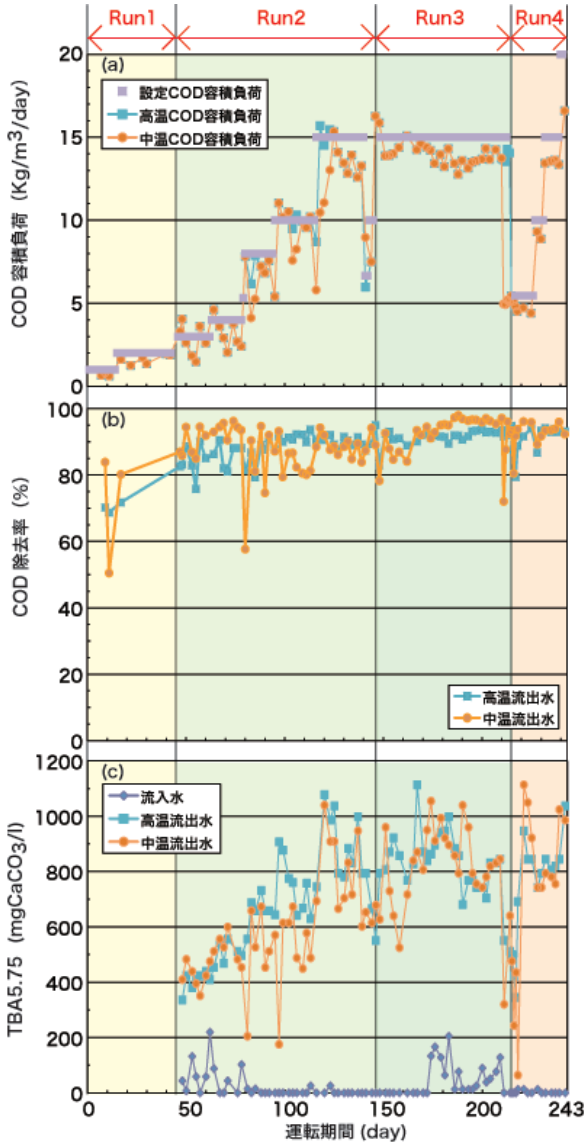
Run 3 は COD 容積負荷 15 $kgCOD/m^3/day$ においてアルカリ度削減運転を行った期間である．アルカリ度削減運転期間中に明確な処理性能の低下はみられず良好な処理性能を示した．また，実験当初のアルカリ度添加率 0.15 $kgCaCO_3/kgCOD$ を比較対象としてアルカリ度削減率約 67 %を達成した．208 日目よりアルカリ度無添加運転を行ったが，中温 UASB は 210 日目に，高温 UASB は 214 日目にアルカリ度の不足により，それぞれ pH が 6.78 と 6.70COD 除去率が 74 %と 72 %まで低下したため，アルカリ度を供給し低負荷運転を行い処理性能の回復を図った．

224 日目にプロファイルを行ったところ．また，このときの汚泥負荷量が高温 UASB で 1.18kgCOD/kgVSS/day，中温 UASB では 0.88 kgCOD/kgVSS/day となり余裕のある状態であったが，図-3 の様に高温 UASB は中温 UASB と比べ高さ方向に十分な汚泥量を確保できていえなかったため高温UASBでは最上部の流入口からの流入水は汚泥と接触することなく流出していたため大きな負担となっていた．このことから汚泥量を増加させるために，Run4 において COD 容積負荷 30$kgCOD/m^3/day$ での定常運転を行う．

4. おわりに

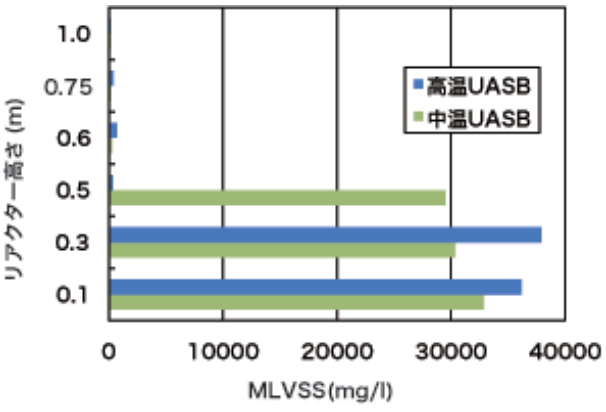
COD 容積負荷 15 $kgCOD/m^3/day$ において，アルカリ度削減運転を行った結果，約 67 %の削減を達成した．また，削減運転期間中の高温及び中温 UASB の全 COD 除去率は約 80%，溶解性 COD 除去率は約 88 %となり良好な処理を示した．

今後の展開としては，COD 容積負荷 30 $kgCOD/m^3/day$ まで負荷を増加し汚泥量の増加を待ち再びアルカリ度削減運転を行い評価する．また，メタン生成速度，酸生成速度を測定し UASB 反応器高さ方向のグラニュール汚泥の評価を行う．



(a) COD 容積負荷，(b) COD 除去率，
(c) アルカリ度(TBA5.75)

図-2 連続処理実験



参考文献

1) R.E.Speece 原著，松井三郎，高島正信監訳.(1996)，産業廃水処理のための嫌気性バイオテクノロジー.

2) Jenkins,S.R.Morgan,J.M.,and Sawaer,C.(1983)， Measuring anaerobic sluge digestion and growth by a simple alkalimetric titration, Biological Wastes,25(1),51-59.