

メタノール系製紙工場排水の UASB 処理とグラニューール形成

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○高橋慎太郎

東北大学大学院環境科学研究科 正会員 李玉友

東北大学大学院工学研究科 正会員 原田秀樹

1. はじめに

メタノールは化学工業、製紙工業排水の主要成分である。嫌気性によるメタノール排水処理は省エネルギーだけでなく、メタンガスの回収によってエネルギー獲得も可能であるため、その利点は大きく、高効率な処理に向けて研究が行われている。一方で、製紙工場から排出される廃棄物は有機性排水だけでなく、処理工程で生じたでんぷんや焼却灰などがある。これらの廃棄物が有機性排水と同時に処理することが可能であれば、省エネルギーかつ廃棄物処理コストの削減も可能であり、その有用性は非常に大きいと考えられる。しかしながら嫌気性処理を行う製紙工場においてグラニューールの微細化が報告されており、高効率な処理を行うための課題となっている。

そこで、本研究では UASB 法を用いて製紙工場の実排水とでんぷん溶液の同時処理を行い、連続実験によって処理能力を評価した。また、栄養塩の一部を製紙工場由来の焼却灰で代替することによる処理性能への影響も連続実験によって評価するとともに、各系において形成されたグラニューールについて分子生物学的手法を用いて解析を行った。

2. 実験方法

2.1 実験条件

本研究で用いた UASB リアクターの概要を図-1 に示す。リアクターは有効容積 5 L であり、製紙工場と食品工場のグラニューール汚泥を植種源として 37°C の中温条件で連続運転を行った。基質の投入はタイマー制御による間欠投入で、製紙工場の実排水に表-1 (a) に示す栄養塩を添加したものを用了。本研究では 2 基のリアクターを使用し、1 基目はでんぷん添加による影響評価を目的とし、運転開始から 41 日目より基質の COD 濃度の 5% となるようにでんぷん添加を開始した。2 基目は焼却灰添加による影響評価を目的とし、運転開始 72 日目から添加している一部の栄養塩を表-1 (b) に示すように焼却灰への代替を開始した。HRT は 2 日より開始し、25 日目より 1 日に変更し、47 日目より 12 時間に変更し、133 日目より 8 時間に変更した。また、運転香椎から 132 日目の両リアクター最下部からサンプリングしたグラニューールの解析を行った。

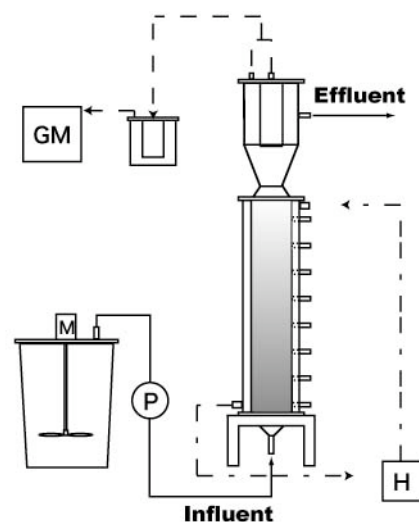


図-1 実験装置概要

表-1 添加した栄養塩 (mg/L)

成分	(a)	(b)
K ₂ HPO ₄	250	250
KH ₂ PO ₄	100	100
NH ₄ Cl	850	850
KCl	750	0
MgCl ₂ ・6H ₂ O	125	0
FeCl ₂ ・4H ₂ O	84	0
CoCl ₂ ・6H ₂ O	4.2	0
NiCl ₂ ・6H ₂ O	4.2	0
CaCl ₂	15	0
NaHCO ₃	*5000	*5000
焼却灰	0	1000

*83 日目より 2000 に変更

2.2 分析

処理性能を把握するために、ガス生成量、生成ガスにおけるメタン濃度、流入水と流出水における SS、VSS 濃度、COD_{Cr}濃度、メタノール濃度および pH を測定した。

解析に用いたサンプルは両リアクターの最下部からサンプリングし、採取直後に 4%パラホルムアルデヒドで固定を行った。

キーワード：製紙工場排水、メタノール、UASB 法、グラニューール

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06

環境保全工学研究室 TEL : 022-795-3584 FAX : 022-795-7465

3. 結果と考察

3.1 でんぷん添加による処理性能への影響評価

図-2 にでんぷん添加系の実験結果の経日変化を示す。90 日目より汚泥が安定し、処理水質も安定したため評価を行った。COD_{Cr}分解率は Total で $84.5 \pm 9.0\%$ 、Soluble で $93.4 \pm 4.2\%$ となり、流出水における平均はそれぞれ 495 ± 178 mgCOD/L、 203 ± 94 mgCOD/L であった。ガス生成量は基質の COD 濃度及び分解率によって変動が見られたが、生成ガスにおけるメタン濃度は安定後で $84.1 \pm 1.9\%$ となった。

基質中におけるメタノールは流出水において 99%以上分解されていた。また、添加したでんぷんはヨウ素液の反応により分解されていることが示唆された。

3.2 焼却灰添加による処理性能への影響評価

図-3 に焼却灰添加系の実験結果の経日変化を示す。でんぷん添加系と同様に汚泥の安定化した 90 日目以降について評価を行った。COD_{Cr}分解率は Total で $86.7 \pm 11\%$ 、Soluble で $94.5 \pm 3.0\%$ となり、COD 濃度の平均はそれぞれ 446 ± 207 mgCOD/L、 185 ± 79 mgCOD/L であった。ガス生成量はでんぷん添加系と同様に変動が見られたが、生成ガスにおけるメタン濃度は安定後で 86.9% となった。連続運転中にリアクター内に焼却灰の蓄積がみられたが、焼却灰蓄積による処理能力への影響は実験期間内では見られなかった。

3.3 グラニユールの解析

図-4 に本研究で得られたグラニユールを示す。(a) はでんぷん添加系グラニユール汚泥であり、粒径はおおよそ 1~2mm であった。(b) は焼却灰添加系グラニユールであり、粒径はおおよそ 1~2mm であった。どちらの系においてもリアクター最下部においてグラニユールの維持が確認された。

両グラニユールに分散処理をしたものに ARC915 プローブ (5'-GTGCTCCCCCGCCAATTCCT-3') と EUB338 プローブ (5'-GCTGCCTCCCGTAGGAGT-3') を用いて FISH 法を適用し観察を行った。

4. 結論

UASB リアクターを用いて製紙工場実排水にでんぷん溶液を添加及び焼却灰を添加した両基質において低負荷及び高負荷条件で良好に処理することが可能であった。処理能力として、でんぷん添加系における COD_{Cr}分解率は Total で 84.5%、Soluble で 93.4%であり、焼却灰添加系における COD_{Cr}分解率は Total で 86.7%、Soluble で 94.5%であった。本実験条件下において良好なグラニユールの形成と維持が確認された。

参考文献

- 1) 種田英孝, 浅田修, 村田雅広, 飯島夕子, 門間孝英, 塗木豊, 小野寺勇雄: KP エバドレン水の嫌気性処理設備状況, 紙パ技協紙, 第 60 巻第 2 号, pp220-224, 2006

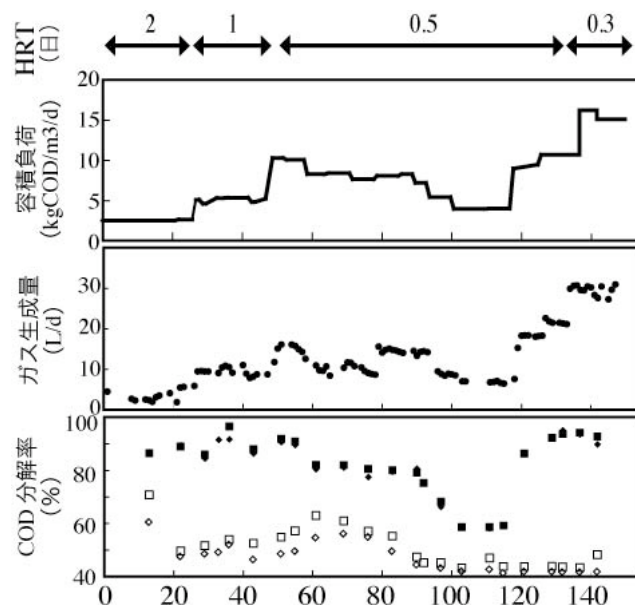


図-2 デンプン添加系水質経日変化

(a)容積負荷, (b)ガス生成量, (c)COD 分解率

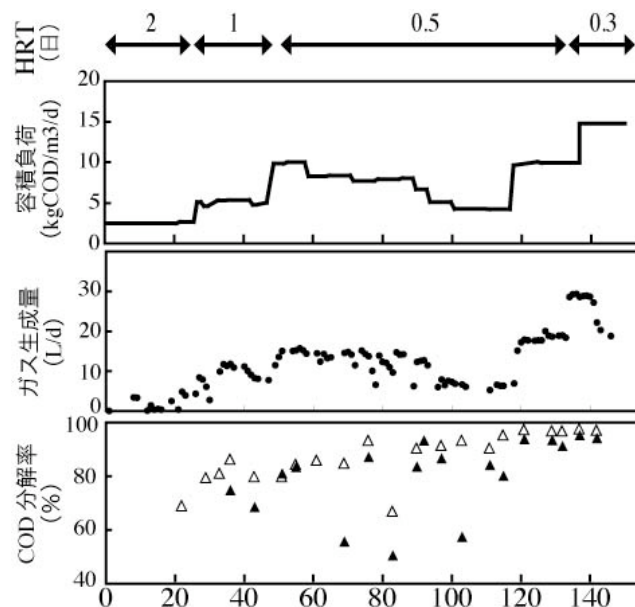


図-3 焼却灰添加系水質経日変化

(a)容積負荷, (b)ガス生成量, (c)COD 分解率

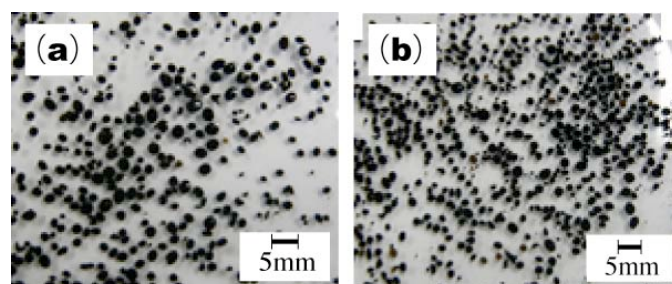


図-4 グラニユール写真

(a)でんぷん添加系, (b)焼却灰投入系