醤油製造廃水を対象とした新規嫌気性処理プロセスの適応性評価

長岡技術科学大学 ○(学) 出濱和弥 (学) 片沼拓士 (正) 山口隆司
香川高等専門学校 松原三郎 (正) 多川　正

1. 序論

UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 法 (以下 UASB と称す) は、複合嫌気性微生物群によって構成されるｸﾞﾗﾆｭｰﾙ汚泥をﾘｱｸﾀｰ内に高濃度に保持することにより、生物分解性の高い食品系の産業廃水に対して高速処理が可能な優れた技術として広く用いられている。しかしながら、廃水中に高濃度に含まれる油分･浮遊物質（SS）などは、UASB の健全な運転を阻害するため、UASB 単独で処理可能な廃水種は限定される。そのため、低ｺｽﾄ･創ｴﾈﾙｷﾞｰなどの嫌気性処理のﾒﾘｯﾄを損なうことなく、UASB において処理可能な廃水種の拡大および安定的な処理水質の維持を可能とする技術開発が求められる。

本研究ではこれまでの UASB の有する脆弱性の解決を目的とし、油分及び SS 成分の捕捉･可溶化 (基質化) が期待できる新規の An-CDHS (Anaerobic Circulation Downflow Handing Sponge) 酸生成槽 (以下 CDHS と称す) を UASB の前段に設置することで、新規の 2 相型嫌気性処理ﾌﾟﾛｾｽの適応性を連続処理実験にて評価したものである。

2. 実験方法

2.1 基質性状

連続処理実験には、現在は焼却処分されている香川県小豆島の醤油製造廃液を使用基質として用いた。醤油製造廃液は TS で 36 %のｽﾗﾘｰ状の廃棄物であり、n-ﾍｷｻﾝ抽出物質は 48,929 mg/L と非常に高濃度の油分を含んでいた。有機物濃度や SS の分析のため、醤油製造廃液 5 g を溶解して蒸留水 1 L にて調整したものを分析に供した結果、CODcr 5,060 mg/L, BOD_5 2,655 mg/L, SS 1,869 mg/L といずれも高濃度な廃棄物であり、嫌気性処理を適応することで多量のﾒﾀﾝｶﾞｽｴﾈﾙｷﾞｰが回収可能であると予想される。

ｽﾗﾘｰ状の醤油製造廃液を無加水にて処理するのは困難であるため、既設の活性汚泥処理水（他工程の総合廃水を処理）を醤油製造廃液の濃度調整の希釈水として用いるﾌﾟﾛｾｽを想定した。そこで本研究では、醤油製造廃液を水道水にて希釈を行い、原水として供給した。

2.2 実験装置

実験に用いた実験装置の概要を図 1 に示した。主な装置は、原水槽、ﾌｨｰﾄﾞﾀﾝｸ、CDHS、UASB から構成される。醤油製造廃液を水道水にて希釈(40ー100 倍)し、苛性ｿｰﾀﾞを用いて pH を 7.0~7.5 に調整された原水は原水槽にて一時的に貯留され、処理量だけﾎﾟﾝﾌﾟによりﾌｨｰﾄﾞﾀﾝｸに移送される。ﾌｨｰﾄﾞﾀﾝｸからは原水と CDHS 処理水の混合原水がﾎﾟﾝﾌﾟにより CDHS 上部より常に循環・散水されて浄化・酸生成が行われる。ﾌｨｰﾄﾞﾀﾝｸにて原水の pH および温度を適切（pH 6 程度、温度 30℃程度）に管理することにより、CDHS は主に浮遊物質の可溶化、脂質等難分解性物質の低分子化（β 酸化）および酸生成を行う。酸生成された原水は後段の中温(35℃)UASB に供給され、残存有機物の更なる分解と発生したﾒﾀﾝｶﾞｽの回収を行った。

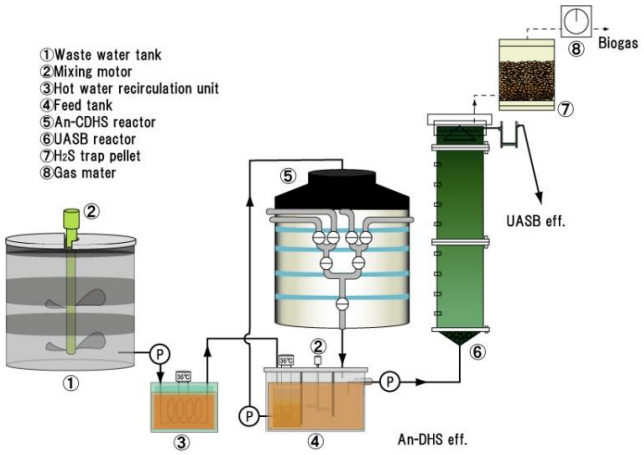

図 1 実験装置フロー

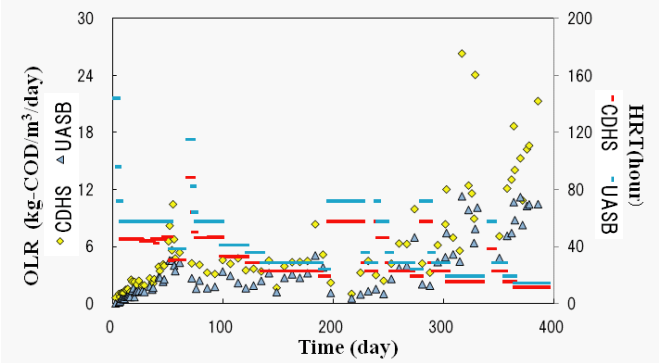

図 2 運転条件の経日変化

キーワード　嫌気性処理, An-CDHS, UASB, 醤油製造廃水
連絡先　〒940-2188　新潟県長岡市上富岡 1603-1　長岡技術科学大学　環境・建設系
水圏土壌環境制御工学研究室 TEL 0258-47-1611 (内線 6466)　E-mail：dehama4c19@mail.goo.ne.jp

3. 実験結果および考察

3.1 滞留時間および許容容積負荷

図 2 に水理学的滞留時間(HRT)および CODcr 容積負荷(OLR) の経日変化を示した。HRT の算出は、原水処理量に対して、CDHS ｽﾎﾟﾝｼﾞ充填体積（0.96m^3）および UASB 容量(1.2m^3)を基準として計算を行った。原水処理量 2m^3/日時において、CDHS では 11.5 時間、UASB では 14.4 時間、ﾄｰﾀﾙとして 25.9 時間の滞留時間において良好な COD 分解能力を維持しながら処理を許容することが可能であった。CODcr 容積負荷は原水濃度および処理水量の両方を増加させることで段階的に上昇させ､原水処理量 2m^3/日時における CODcr 容積負荷は、CDHS において 14ー17kgCODcr/m^3・d、UASB において 11 kgCODcr/m^3・d と、これまで UASB では処理ができない醤油製造廃液においても通常の UASB の容積負荷の 2 倍程度の高い CODcr 容積負荷を許容することが可能であった。

3.1 醤油製造廃水の嫌気性処理特性

図 3 に有機物処理特性（CODcr 濃度および除去率）の経日変化を示した。全実験期間を通して、流入原水に対する最終 UASB 処理水の CODcr 除去率の平均は、ﾄｰﾀﾙ 86 %、溶解性 94 %で安定していた。約 370 日間の連続実験中、流入原水の SS 濃度は醤油製造廃液の性状変動に伴って変化が大きく、最小で 40 mg/L、最大で 4,130mg/L であった。また流入原水中には n-ﾍｷｻﾝ抽出物質（油分）が約 1,200 mg/L 程度含まれ、通常ならば UASB 単独では高速処理が困難な廃水種および変動幅であるが、UASB の前段に設置した新規の CDHS により SS 成分の補足・可溶化および酸生成が行われたため、後段の UASB の処理が安定的に行われたと考えられる。また、UASB における除去 CODcr に対するﾒﾀﾝｶﾞｽ発生量は 0.254 m^3･kgCOD$^{-1}_{rem}$･d^{-1}、発生ﾊﾞｲｵｶｽ中のﾒﾀﾝｶﾞｽ濃度は常に 70 %以上と、廃棄物からの高効率なﾒﾀﾝｴﾈﾙｷﾞｰ回収が可能であった。

3.2 CDHS における酸生成

図 4 に各処理条件下における全揮発性有機脂肪酸 (VFA) の経日変化および組成を示した。実験期間を通し、原水および CDHS 処理水中の全 VFA 値は高濃度かつ大きな変動が見られ、CDHS 処理水中において全 VFA 中の約 40%は酢酸であった。後段の UASB では CDHS にて生成した酢酸や VFA はすみやかに分解され、処理水中の VFA はほとんど残存しておらず（平均 6 mgCOD/L）、原水の成分（SS、油分含有）および変動に対しても新規の 2 相型嫌気性処理ﾌﾟﾛｾｽは適応可能であることが検証できた。

4. 結論

本研究により開発された嫌気性処理ﾌﾟﾛｾｽは、油分や SS 成分を多く含有する高濃度有機性廃水に対しても､安定的に高い有機物除去性能を発揮し、同時に有用なﾒﾀﾝｶﾞｽｴﾈﾙｷﾞｰの回収が可能であった。これまで嫌気性微生物の流出により処理を断念していた廃水種に対して、簡易な本ﾌﾟﾛｾｽにて嫌気性処理の適応性が飛躍的に拡大する可能性を秘めている。

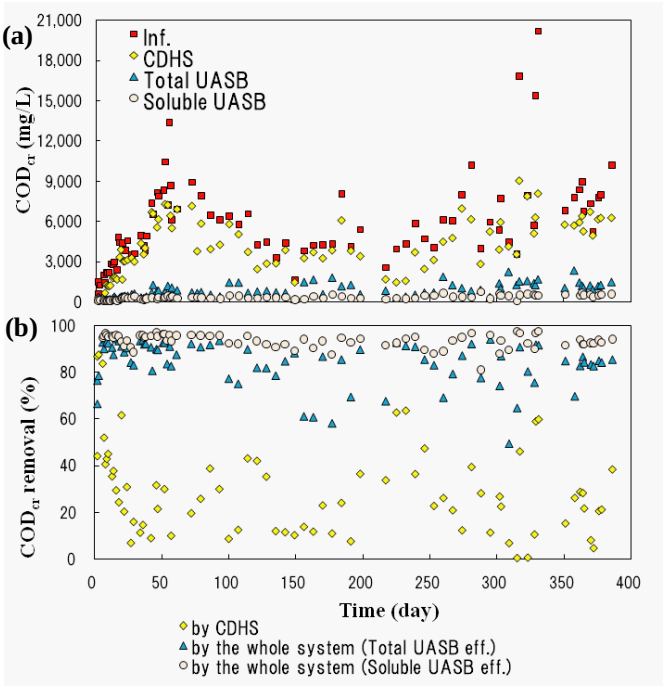

図 3 醤油製造廃水処理特性の経日変化

(a) COD$_{cr}$ 濃度, (b) COD$_{cr}$ 除去率

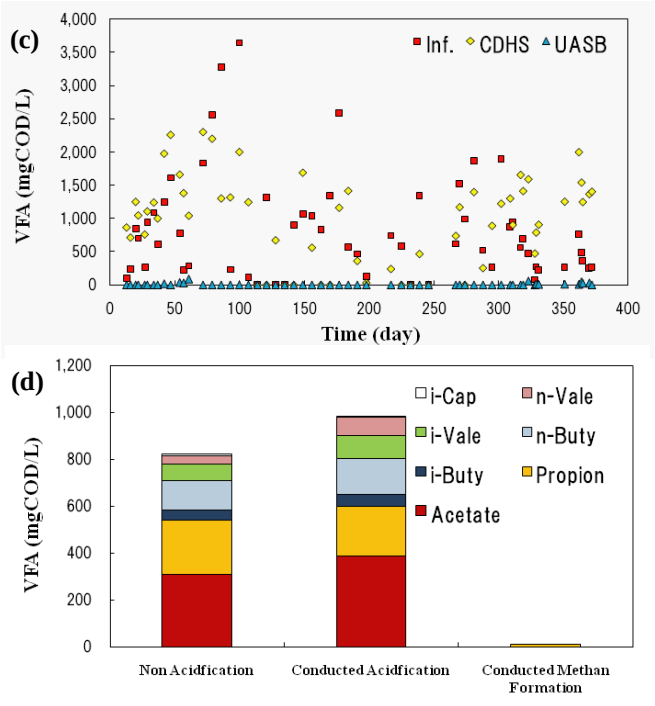

図 4 VFA 濃度経日変化

(c) VFA 濃度, (d) VFA 組成