

UASB-DHS システムによる化学合成樹脂含有廃水の処理

水圏土壌環境制御研究室 谷口 涼子
指導教員 山口 隆司

1. はじめに

近年工業の発達により、工場から排出される廃水の性質も多様化していると共に、これら廃水に対する確実な処理が求められている。この際の廃水処理は、安価であることが望ましいため、微生物による生物処理が注目されている。

本研究の目的は、化学合成樹脂を含んだ廃水を微生物処理することである。しかし化学合成樹脂というのは、生命進化の過程において、ごく近年に登場したものである。そのため、ほとんどの微生物は、化学合成樹脂をエネルギー源として利用する事ができない。よって化学合成樹脂のほとんどは、微生物分解が非常に困難である。本研究では化学合成樹脂が含まれる廃水として、染色工場から排出される精練工程廃水を対象とした。この廃水には、水溶性化学合成樹脂であるポリビニルアルコール(PVA)に加え、易分解性有機物であるでんぷんが含まれている。

本研究では、嫌気性処理と好気性処理を組み合わせることで、PVA 含有廃水の効率的な処理を試みた。システム前段に嫌気性リアクターである Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (以下 UASB)を設け、廃水中に含まれる易分解性物質の分解を行った。そしてシステム後段の好気性リアクターである Dow-flow Hanging Sponge (以下 DHS)で PVA に対する基質選択性を高め、高効率に廃水中の PVA 分解を図った。

2. 実験方法

Fig.1 は本実験で使用した UASB 及び DHS の概略図である。UASB は、全容積 17 L で、ウォータージャケットによって 37°C に制御した。DHS は、容積 48 L で、カラム体積あたりのスポンジ担体充填率を 53% とし、無加温で実験を行った (冬期: 10~13°C)。

供試廃水は、でんぷん(Wako chemical)及び PVA (重合度 1700, けん化度 96%, Kuraray)を CODcr で 1:1 となるように配合し、これに無機栄養塩類を加えた。水理学的滞留時間 (HRT) は、Run1~Run5 において 12 時間 (UASB: 6 時間, DHS: 6 時間) とした。その後 Run6 では、新たに DHS を伸長したため、HRT18 時間 (UASB: 6 時間, DHS: 12 時間) とした。

PVA の解重合は、HPLC (検出器; 示差屈折検出器, カラム; Shodex Ohpak SB-806 HQ, 移動相; 0.1 M の硝酸ナトリウム)を使用し、ゲルろ過法によって分析した。

DHS 内の微生物群集構造の把握を目的としたク

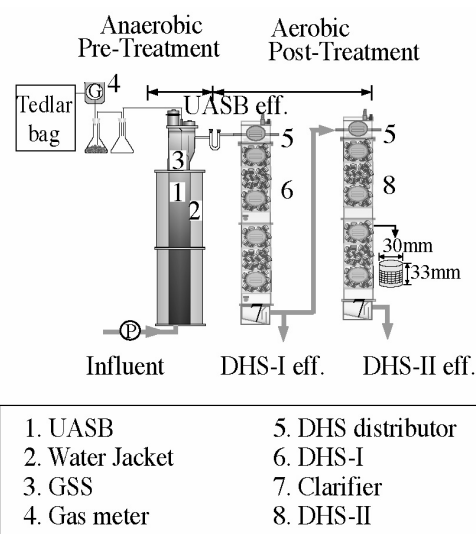


Fig.1 Reactor set-up.

ローン解析は、連続運転 129 日目および 424 日目のリアクター内のバイオマスに対して行った。各試料からの DNA 抽出には、ISOIL for Beads Beating (NIPPON GENE CO., LTD) を利用し、全真正細菌を標的とした EUB8F (5'-AGAGTTTGGATCCTGGCTCAG-3') と UNIV1500 (5'-GGTTACCTTGTACGACTT-3') のプライマーセットを使用し PCR をおこなった。得られた PCR 産物は、TOPO TA Cloning Kit (Invitrogen) によってクローン化し、シーケンス解析、相同性検索及び系統解析をおこなった。

3. 実験結果及び考察

Fig.2 は、UASB リアクターにおける BOD の除去率の推移である。この結果から、前段 UASB リアクターでは、でんぷんなどの易分解性有機物がおおよそ除去できた。これにより、後段 DHS リアクターには PVA 残存廃水が供給されたと推測される。

Fig. 3 は、COD 濃度の恵次変化を表した物である。この結果から、Run3 の後半及び Run4 にかけて、DHS 処理水が悪化した。そこで、この原因を解明するため、DHS リアクターのプロファイル試験を行った。

Fig.4 は、リアクター連続運転 212 日目におけるプロファイル試験の結果である。この際廃水は、でんぷん及びPVAがCODcrで 1:1 となるように配合してある。DHS流入水のCODが 780mg-CODcr・L⁻¹, UASB 処理水(DHS流入水)のBOD除去率は 83%だったことから、供給基質にばらつきが生じていることが示唆

された。そのため、Run5 では、基質供給タンク内に攪拌器を設置した。またCODcr濃度の推移の結果より、DHSリアクターの反応は遺跡が不足している事が示唆された。そのため、Run6 では、DHSリアクターの反応体積を17Lから34Lとした。

Run6において、DHSリアクターの反応体積を増設した結果、廃水中に含まれる残存PVAの更なる除去が行われ、処理水は、平均53mg-CODcr・L⁻¹となった。

Fig. 5は、全真正細菌の16S rRNA 遺伝子を対象としたクローン解析の結果を基にして、PVA分解菌に標的の推移をまとめたものである。リクター連続運転129日目には、PVA分解菌である*Pseudomonas* sp.及び*Alcaligenes* sp.などが、11%検出され、これらがPVAの分解を担っていたと推測される。一方、リアクター連続運転424日目では、PVA分解菌として*Pseudomonas* sp.および*Sphingopyxis* sp.などが7%検出され、これらがPVAの分解を担っていたと推測される。リアクター連続運転129日目に検出された*Comamonas* sp.はリアクター連続運転424日目では検出されなかった。また、*Sphingopyxis* sp.は、リクター連続運転129日目には、検出されなかったが、424日目には検出された。しかしながら、この差はわずが数クローンの違いであるため、この現象の考察には、Q-PCR等による定量的評価を行う必要がある。

4. まとめ

- 1) 前段UASBリアクターで、廃水中に含まれるおおよそのPVAを除去できた。
- 2) DHSリアクター反応体積を17Lから34Lとした結果、廃水中に含まれる残存PVAの更なる処理が行われ、処理水は平均53mg-CODcr・L⁻¹となった。
- 3) 全真正細菌の16S rRNA 遺伝子を対象としたクローン解析の結果、リアクター連続運転129日目では、PVA分解菌である*Pseudomonas* sp.などがPVAの分解を担っていたと推測される。一方リアクター連続運転424日目では、*Sphingopyxis* sp.などのPVA分解菌がPVAの分解を担っていたと推測される。

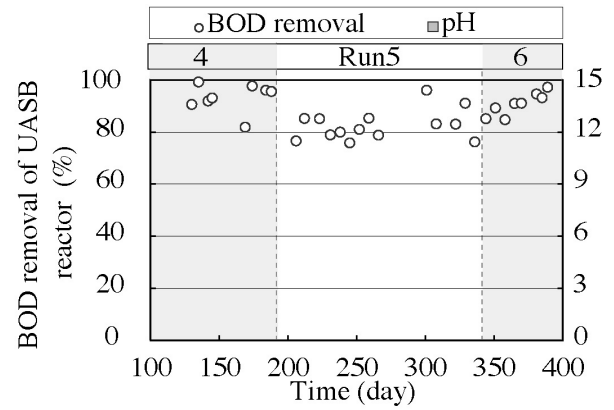


Fig. 2 Time course of BOD removal efficiency

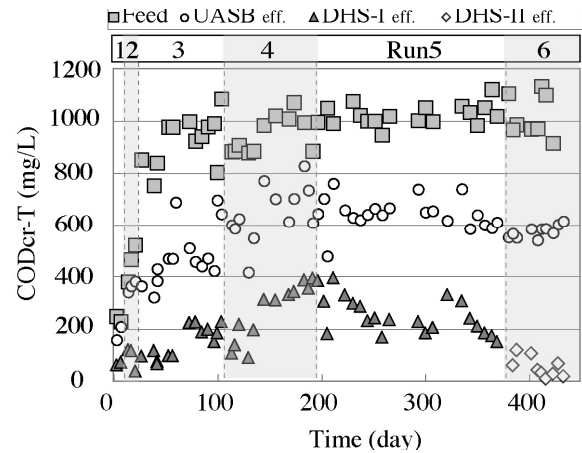


Fig. 3 Time course of COD conc

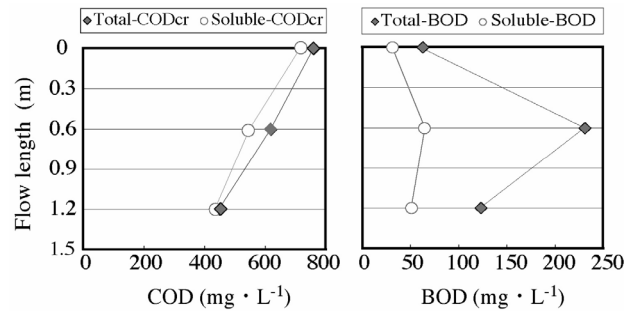


Fig. 4 CODcr and BOD profiles in the DHS reactor (Day 212).

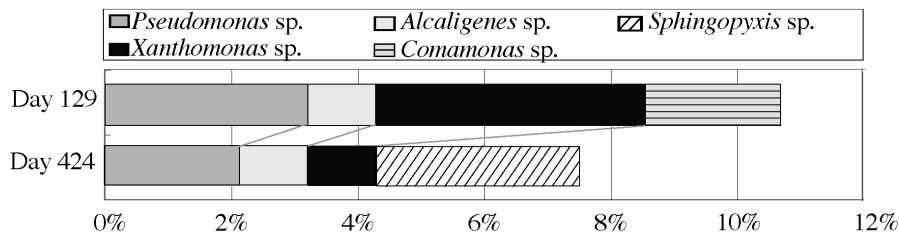


Fig. 5 Percentage of PVA degrading bacteria from clone analysis.