

DHS リアクターによる下水に含まれるジクロフェナクの除去性能評価

長岡技術科学大学大学院 非会員 ○曾我友希乃

正会員 渡利高大, 山口隆司, 幡本将史

木更津工業高等専門学校 正会員 大久保努

1. はじめに

近年、人口増加と医薬品使用量の増加に伴い、医薬品による水質汚染が新たな環境問題として注目されている。非ステロイド性抗炎症薬（NSAIDs）の一種であるジクロフェナク（DCF）は、世界的に広く使用されており、下水処理水や河川水中で頻繁に検出されている⁽¹⁾。低濃度でも水生生物への生物濃縮や毒性が報告され、微生物群集における薬剤耐性遺伝子（ARGs）の拡散が懸念されている⁽²⁾。

DCF は芳香族構造と塩素基を有する難分解性物質であり、通常の活性汚泥処理では除去が困難である。一方、特定の細菌（*Pseudomonas* spp., *Sphingomonas* spp.）や白色腐朽菌（*Trametes versicolor*）がリグニン分解酵素を介して部分的に分解可能であるが、中間生成物の毒性が高い場合もある。さらに、不適切な医薬品廃棄により下水への流入が増加し、薬剤耐性菌の発生が懸念されている。

本研究では、好気・嫌気環境を併せ持つ Downflow Hanging Sponge (DHS) リアクターおよび upflow anaerobic sludge blanket (UASB)-DHS システムを用い、DCF を含む下水流入水の処理特性を評価した。特に、DCF 濃度および COD 濃度の変化に着目し、リアクター構成による除去性能の違いを検討した。

2. 実験方法

本研究では、DHS リアクターおよび UASB-DHS システムの2つのリアクターを設置した。図1にそれぞれのリアクターの概略図を示す。

2.1 DHS リアクター

DHS リアクターの微生物保持担体は、直径及び長さが 33 mm のポリウレタンスポンジを使用した。19 個の担体を1列に繋ぎ合わせ、総スポン

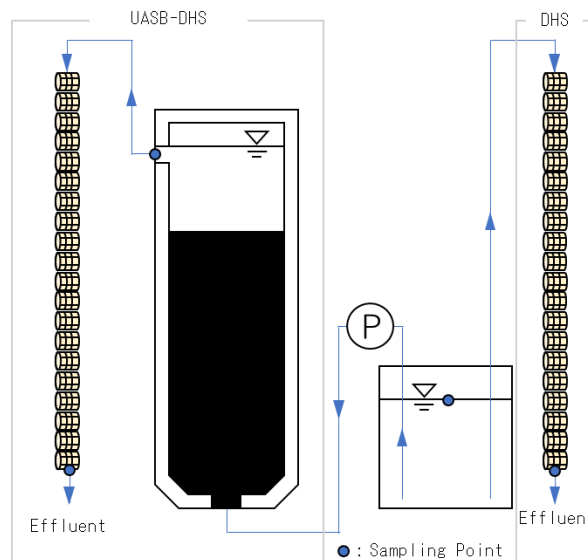


図1 リアクターの概略図

表1 リアクターの運転条件

リアクター	フェーズ	運転期間 (day)	HRT (h)	流量 (ml/h)	DCF濃度 (ppm)
DHS	Phase 1	0-42	8.0	4.2	0.1
	Phase 2	43-79	33.6	1.0	0.1
	Phase 3	80-120	33.6	1.0	10.0
UASB-DHS	Phase 1	0-42	10.7	4.2	0.1
	Phase 2	43-79	33.6	1.0	0.1
	Phase 3	80-120	33.6	1.0	10.0

ジ容積を約 0.7L とした。

2.2 UASB-DHS システム

UASB リアクターは、2L 容量のカラムを用い、汚泥投入量はリアクター容積の約 60%とした。DHS リアクターは 2.1 の DHS リアクターと同様の設計とした。

2.3 リアクターの運転条件

表 1 にリアクターの運転条件を示す流入水に用いる合成廃水の組成は, Choolaka ら⁽³⁾を参考にし, DFC を添加した. 室温が 25℃程度に調整された部屋で運転を行った.

2.4 水質分析

週に 2 回, 流入水, DHS リアクターの流出水, UASB-DHS リアクターの UASB, DHS それぞれからの流出水の 4 つのサンプルを採取した. 分析項目は, DO, 水温, ORP, pH, DCF 濃度, 全 COD, 溶解性 COD, NH₄濃度, NO₂濃度, NO₃濃度とした.

3. 結果および考察

リアクター処理性能

図 2, 図 3 にそれぞれ, 流入水および各リアクターからの流出水の DFC 濃度の経日変化, 流入水および各リアクターからの流出水の COD の経日変化を示す. また, 表 2 に各フェーズでの DFC および Soluble COD の平均除去率を示す. COD 除去率はすべてのリアクターで 50%以上が維持されたことから, DFC は生物処理性能を阻害していないといえる. また, UASB リアクターの処理水では, 2 mg/L 程度の除去が確認された. 一方で, 両システムで処理後に DFC 濃度の上昇がみられたが, これはリアクター内に蓄積した DFC が流出していることが考えられる.

4. おわりに

本研究では, DHS リアクターおよび UASB-DHS システムによる DFC の除去は確認できなかった. 流入水に前処理を行うことや, DGC 生物分解を促す方法を検討し, 引き続きリアクターの運転を行う.

参考文献

(1)Kawase,A et al., Involvement of Reactive Metabolites of Diclofenac in Cytotoxicity in Sandwich-Cultured Rat Hepatocytes. Int. J. Toxicol. 2017, 36, 260–267.

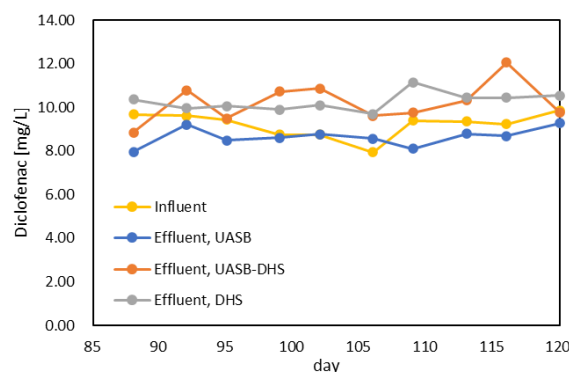


図 2 流入水および各リアクターからの流出水の DFC 濃度経日変化

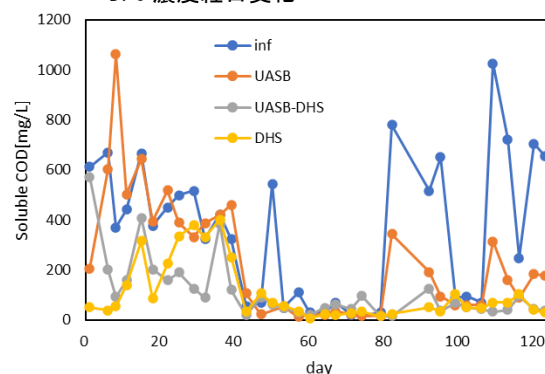


図 3 流入水および各リアクターからの流出水の COD 経日変化

表 2 各フェーズでの DFC および Soluble COD 平均除去率

	フェーズ	DHS	UASB-DHS
DFC removal rate [%]	Phase 1	-	-
	Phase 2	-	-
	Phase 3	-12.4	-10.9
sCOD removal rate [%]	Phase 1	53.9	52.2
	Phase 2	61.3	55.9
	Phase 3	86.7	85.0

- (2)Kylie B. Bodle et al., Treatment performance and microbial community structure in an aerobic granular sludge sequencing batch reactor amended with diclofenac, erythromycin, and gemfibrozil. Frontiers in Microbiomes, 2, 1242895.
- (3)Choolaka et al., Optimization of rotational speed and hydraulic retention time of a rotational sponge reactor for sewage treatment. Journal of Environmental Management 222, 2018, 155–163.