

太陽光と光依存性脱窒汚泥を利用した染色排水処理

熊本大学工学部 正会員 黒木 征一郎
 (株)クラレ 非会員 高見 優子
 和歌山県工業技術センター 非会員 中岡 元信
 熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1. はじめに

染色工場から排出される染色排水には難生物分解性の染料と高濃度の窒素が含まれる。脱窒活性汚泥と光合成細菌の安定した共生コンソーシアである光依存性脱窒汚泥(Photo-Dependent Denitrifying Sludge, 以下 PDDS)は、光照射脱窒条件下で硝酸性窒素と染料による着色を除去する能力を有する¹⁾。これまで、PDDS を用いた染色排水の連続処理システムを構築し、合成染色排水を処理対象排水として連続処理試験を行ない、脱窒槽の表層に白熱灯により光を照射する条件下(約 10,000 lx)で脱窒と並行して着色の除去を順調に行なうことができたが²⁾、今回、白熱灯に代えて太陽光採光システムを連続処理システムに導入し、これにより染色排水の効率的な処理が可能かどうか検討を加えた。

2. 実験方法

供試排水としては、表1に示す合成染色排水を用いた。また、供試染料はアゾ系酸性染料 Acid Blue 92 (C. I. 13390、吸光特性波長 560nm)と Acid Black 1 (C. I. 20470、吸光特性波長 630nm)を各 40%、アゾ系反応性染料 Reactive Black 5 (C. I. 20505、吸光特性波長 597nm)を 20%の割合で混合して用いた。

連続処理リアクターは、硝化槽(容量 5L)および脱窒槽(容量 5L)からなり(図 1)、表 1に示す運転条件で合成染色排水の連続処理試験を行なった。水理学的滞留時間(HRT)はそれぞれのリアクターで 1 日、リアクター全体では 2 日とした。硝化槽は 1.5L/min で曝気を行ない、槽内には合成染色排水で長期間 fill and draw 法で馴養した硝化活性汚泥をポリエステル製不織布(日本バイリーン社製)に付着固定化し、槽内に吊り下げた。硝化槽において硝化処理された処理水に脱窒のための水素供与体としてのメタノールを C/N 比が 1.5 となるよう添加した後脱窒槽に導き、脱窒処理および着色の除去を行なった。

脱窒槽は攪拌器(東京理化 MAZELA Z-1300)を用いて直径 60mm のタービン翼 2 枚により 150rpm で緩速攪拌を行なった。供試脱窒汚泥の PDDS を PVA ゲルビーズ(クラレ製、商品名:クラゲール、直径約 3.5mm)へ付着固定化し、この PVA ゲルビーズを容積に対して 7% 充填した。固液分離は直径 60mm のアクリル製の円筒の底部に工業用パッド(住友 3M 製、スコッチブライト印工業用パッド、タイプ A、very fine)を装着したフィルターセパレーターで行なった。

太陽光採光システム(ラフォーレエンジニアリング社製、ひまわり XD-40S/6AS)は集光部、光ファイバーケーブル、太陽光出力端末からなっており、太陽光のうち紫外部と赤外部を除いた可視光部のみを効率的に導入することができる。

表 1 合成染色排水組成

	Composition (mg/L)	
	Run 1	Run 2
Sodium Alginate	100	
<i>m</i> -Nitrobenzenesulfonic acid sodium	50	
Urea	500	
NaHCO ₃	400	
NaCl	2.0	
KCl	2.8	
CaCl ₂	2.8	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	4.0	
Acid Blue 92	12	20
Acid Black 1	12	20
Reactive Black 5	6	10

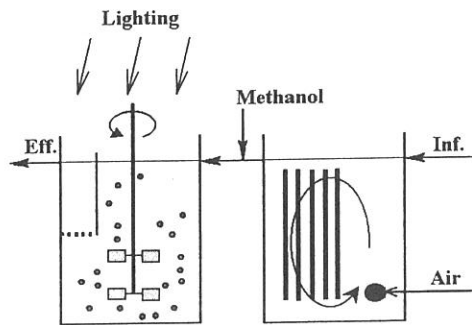


図 1 連続処理システムの模式図

3. 実験結果と考察

白熱灯と太陽光採光システムの連続試験における着色除去能について比較を行なった。白熱灯は 110W のランプにより脱窒槽上部から約 10,000lx で光照射を行なった。晴天時に用いた太陽光採光システムを活用する処理システムで光源を脱窒槽内の水面下 10cm の位置に設けた。実験にあたっては、予め 3 日間光照射を停止して着色の除去を抑えて、ゲルビーズに飽和状態まで染料を吸着させ、槽内の着色度を流入水の着色度に近付けた後、脱窒槽に再び光照射を行なった。その結果図 2 に示す結果を得た。実験開始後にいずれの光照射条件についても着色度の除去率は時間の経過とともに上昇した。しかし太陽光採光システムによる除去率の上昇は白熱灯と比較して急激なものとなり、実験開始後 10 時間でほぼ 60% の着色度の除去率が得られた。

太陽光採光システムを用いた連続処理リアクターによる染色排水の連続処理について検討した。T-N 濃度の除去率は図 3 に示すように 60% 程度で推移した。この結果は白熱灯を用いた連続処理において同様の条件で行なった T-N 除去率と比較して有意な差は認められず、太陽光の導入は窒素除去に影響を及ぼさないことが示された。着色度の除去率は概ね 60% 程度で推移したが、充分な日照時間が得られない期間中には処理効率は若干悪化した。日照時間が比較的短い場合でも、処理水中の着色度は約 40~50% の効率で除去されているが、これは、PVA ゲルビーズ内に生息する嫌気性菌が光を照射しない条件下でも染料を分解するとともに、PVA ゲルビーズへ染料が吸着されたためと考えられる。このことから PVA ゲルビーズを付着固定化担体として用いることで、天候による日照時間の変動にも対応できることが示された。

4. まとめ

PVA ゲルビーズ付着固定化 PDSS を脱窒槽に利用した染色排水の連続処理システムに、これまで用いていた白熱灯に代えて新たに太陽光採光システムを用いて太陽光を導入し、以下の結果を得た。

- 1) 太陽光採光システムにより得られた太陽光を脱窒槽に導入することにより、安定して合成染色排水の着色度を除去できた。
- 2) 太陽光採光システムは同一の光照射時間では白熱灯と比較して高い着色度の除去率が得られた。
- 3) PVA ゲルビーズへの染料の吸着を利用することにより、夜間や悪天候等、太陽光が得られない条件下でも一定の着色除去が可能であった。

(参考文献)

- 1) 古川憲治、黒木征一郎、中岡元信: 光依存性脱窒条件下での染料の微生物分解、用水と廃水(産業用水調査会) Vol. 40 (9), pp. 775-781 (1998)
- 2) 黒木征一郎、水静蘭、中岡元信、古川憲治: 光依存性脱窒汚泥によるアゾ系酸性染料と窒素の連続処理、日本水処理生物学会誌 Vol. 38 (4), pp. 183-192 (2002)

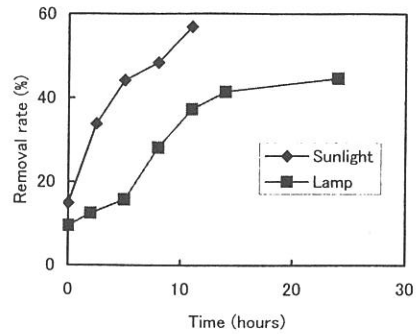


図 2 白熱灯と太陽光採光システムの着色除去率に及ぼす影響の比較

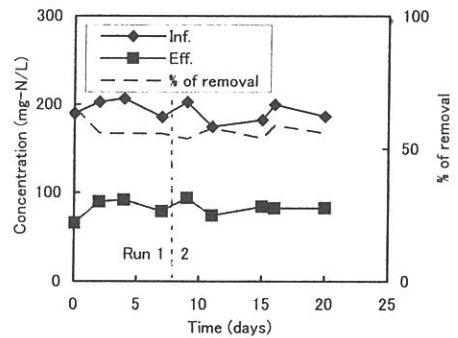


図 3 太陽光採光システムを用いた連続処理リアクターにおける T-N 除去

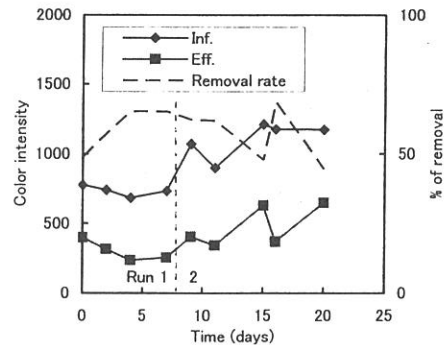


図 4 太陽光採光システムを用いた連続処理リアクターにおける着色除去