

光依存性脱窒汚泥を用いた染料と窒素の連続除去

熊本大学大学院 (学生員)○黒木征一郎
 熊本大学環境システム工学科 (正会員) 古川憲治
 和歌山県工業技術センター 中岡元信

1.はじめに

染色工場より排出される染色排水は高濃度の染料と窒素を含んでいる。染色工程において用いられているアゾ系酸性染料ならびに反応性染料は難生物分解性であり、従来はオゾンによる酸化や活性炭への吸着などの物理化学的処理法が研究されてきたが、経済性に問題がある。また、閉鎖性水域の富栄養化防止の観点から、排水中からの窒素除去も求められる。染色工場から排出される染色廃水の効率的な処理を実現すべく、脱窒汚泥と光合成細菌の共生コンソーシアであり、光照射条件下で脱窒と染料分解を同時に行う事のできる「光依存性脱窒汚泥」¹⁾を用いた連続処理プロセスを構築する事を最終目的として研究を行なっている。

2.実験材料ならびに方法

2.1 染料と窒素の同時除去プロセスの構築

合成模擬染色排水の組成を表1に示す。実際に排出される染色排水の実態に合わせ、アゾ系酸性染料の他に、より難生物分解性である反応性染料を20%添加した(図1)。連続処理リアクターの模式図を図2に、運転条件を表2に示す。硝化槽は、合成模擬排水を用いて fill and draw 法で好氣的に馴養を行なった硝化活性汚泥(2 g/L)をポリエステル製不織布に担持させて槽内に吊下げ、連続的に硝化处理試験を行なった。さらに研究室で長期間馴養調製している光依存性脱窒汚泥を用い、脱窒リアクターにおいて汚泥濃度 1,300mg/L、光照射条件下での硝化处理模擬排水の連続脱窒・染料分解試験を行なった。着色度は和歌山県条例に拠った。²⁾

表1 模擬染色廃水の組成

組成	(mg/L)
アルギン酸ソーダ	10
<i>m</i> -ニトロベンゼン スルホン酸ソーダ	5.0
尿素	50
NaHCO ₃	10
NaCl	2.0
KCl	2.8
CaCl ₂	2.8
MgSO ₄ ・7H ₂ O	4.0
Acid Blue 92	4.0
Acid Black 1	4.0
Reactive Black 5	2.0

表2 運転条件

流入窒素濃度(mg/L)	23.3
流入染料濃度(mg/L)	10.0
HRT (h)	9.0
窒素容積負荷(mg/L・d)	62.3

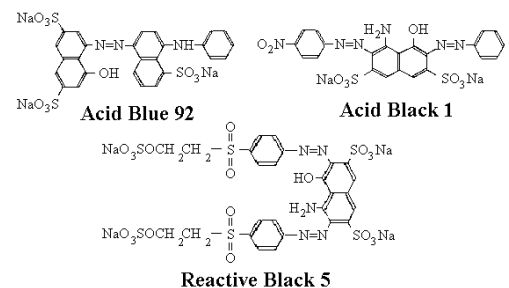


図1 供試染料の構造式

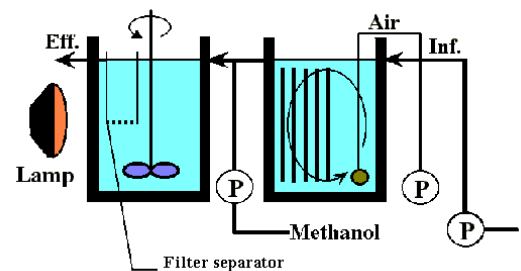


図2 連続処理リアクターの模式図

キーワード：光依存性 染料分解 硝化 脱窒 連続処理 連絡先 熊本市黒髪 2-39-1 096-342-3544

2.2 非硫黄光合成細菌の分離ならびに染料分解

光依存性脱窒汚泥のフロックを超音波破碎したのち、生理食塩水を用いて段階的に希釈した後、光合成細菌の培養に広く用いられている G-M 培地に接種し、嫌気明条件で培養した。光合成細菌の増殖により赤味を帯びて懸濁した培地を生理食塩水を用いて段階的に希釈し、1.5%の寒天を添加した固体 G-M 培地に接種し、嫌気明条件で培養し、シングルコロニーを得た。分離された複数の非硫黄光合成細菌についてアゾ系酸性染料 Acid Blue 92 を供試染料として嫌気明条件下での染料分解能について検討を加え、最も染料の分解に優れた菌株(以下、K-3 株)を選別し、同定を行った。

3.結果ならびに考察

3.1 模擬染色排水の連続処理

硝化槽における流入水の総窒素濃度と流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の関係を図 3 に示すが、硝化処理により流入する総窒素量に対し、概ね 50～90%の硝化効率となった。特に、運転期間後半においては 70～95%の硝化効率が得られた。一方、脱窒槽における光依存性脱窒汚泥による脱窒の結果を図 4 に示すが、流入する $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{NO}_2\text{-N}$ は 75%以上が安定して脱窒されるようになった。総窒素濃度を図 5 に示すが、除去率も当初は 30～50%であったが、最終的には 70%以上の除去率が安定して得られるようになった。また、流入水の着色度は 280 前後であったが、流出水では概ね 110～140 となり、50～60%が除去された。しかし、和歌山県条例に定める排出基準(着色度 80 以下)を大きく上回っており、これを下げるべく操作条件等の検討を行っている。

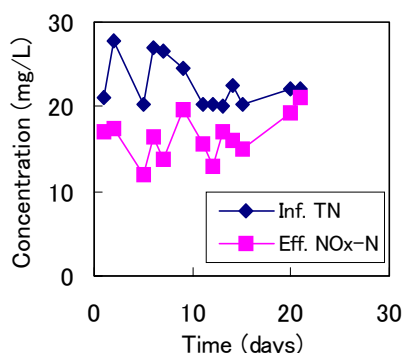


図3 硝化リアクターにおける
模擬染色廃水の硝化

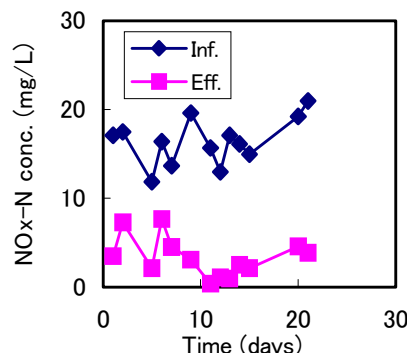


図4 脱窒リアクターにおけ
る $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度

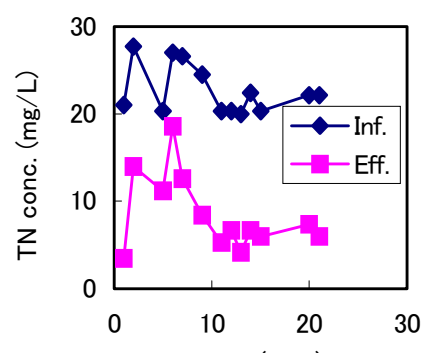


図5 TN濃度の変化

3.2 分離された非硫黄光合成細菌の同定

K-3 株は嫌気明条件下で Acid Blue 92 を速やかに分解し、光依存性脱窒汚泥による染料分解に非硫黄光合成細菌が深く関与している事が改めて明らかとなった。また、K-3 株は 16S rRNA 分析により、99.97%の相同率で *Rhodobacter sphaeroides* が最も近縁な菌群であるとの知見が得られた。

4.結論ならびに今後の課題

- 1)連続処理リアクターは、流入する窒素の 70%以上を硝化・脱窒し、着色度は概ね 50～60%程度除去された。
- 2)光依存性脱窒汚泥より分離された、嫌気明条件下で染料分解能を有する光合成細菌は *Rhodobacter sphaeroides* と同定された。

5.参考文献

- 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、40、775～781
- 2) 和歌山市排水の色等規制条例施行規則、規則第 54 号(1991)