

第 VII 部門

オゾン処理による模擬バティック排水の脱色と生分解性の向上

立命館大学工学部 学生員 ○後藤 慎平
 立命館大学工学部 正会員 惣田 訓
 立命館大学工学部 正会員 清水 聡之
 立命館大学大学院 AHSIN PRAMUGANI

1. はじめに

バティックはインドネシアのろうけつ染めであり、カラフルなデザインが特徴の生地である。2009年にユネスコの無形文化遺産に認定され、バティック産業はインドネシアの経済発展に寄与している。一方、その製作過程で発生する排水は、一般的に pH が高く、ろうや樹脂、難分解性の有機染料を含んでおり、十分な処理を受けずに河川に放流されると、水質汚濁の原因となる。バティック排水中のろうや樹脂は、浮上分離や沈殿で除去できるが、活性汚泥法に代表される生物処理だけでは、染料の除去に限界がある。そこで、高コストではあるものの、バティック排水を確実に脱色できる最小限のオゾン処理を行い、生分解性の高まった副産物に低コストの生物処理を施すことを提案する。本研究では、反応性アゾ染料を用いた模擬排水のオゾンによる脱色と生分解性の向上を検証した。

2. 実験方法

リアクティブブラック 5:96mg/L, リアクティブオレンジ 16:96mg/L, ケイ酸ナトリウム :3g/L で構成される模擬バティック排水(pH11.6)を作成した。2L の模擬バティック排水に対してオゾンガス (8.1g/m³, 4L/min) を注入するバッチ処理を行った。その後、pH を 7.1 に調整し、適量の栄養塩類と活性汚泥を 60mg/L となるよう添加した模擬排水またはオゾン処理後の排水 420mL を 14 日間攪拌 (20°C) し、生物化学的酸素要求量 (BOD) を測定した。処理前後の全有機炭素(TOC)分析と三次元蛍光スペクトル分析を行った。

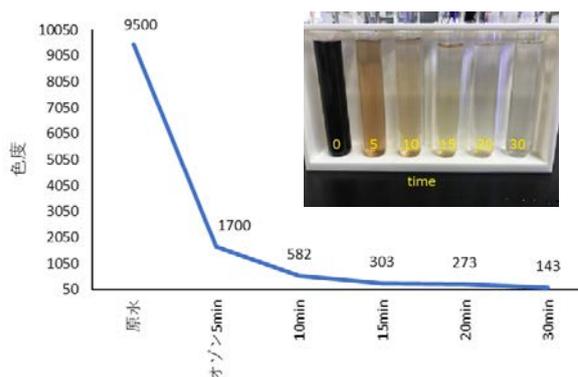


図 1 オゾン処理による模擬バティック排水の色度の変化。

3. 結果と考察

3-1. バティック廃水の脱色と生分解性の向上

オゾン処理による模擬バティック排水の色度の変化を図 1 に示す。オゾン処理によって色度は 9500 から 5 分後には 1700 まで、30 分後には 143 まで低下した。

図 2 に模擬バティック排水の BOD の変化を示す。活性汚泥による 14 日間の生分解性試験の結果、模擬排水の酸素消費速度は、排水成分を含まないブランク水よりも小さく、微生物呼吸が阻害されたことが示唆された。一方、オゾン処理後の排水は、酸素消費速度がブランク水よりも大きく、毒性が緩和され、生分解性が向上したことが示された。

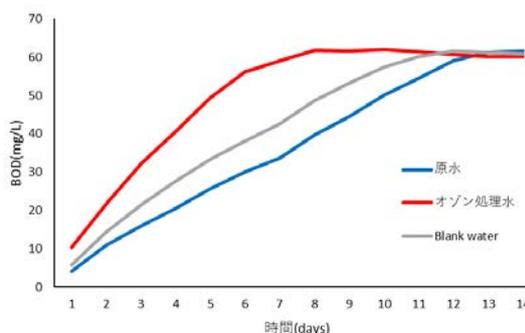


図 2 オゾン処理と生物処理による模擬バティック排水の BOD の変化。

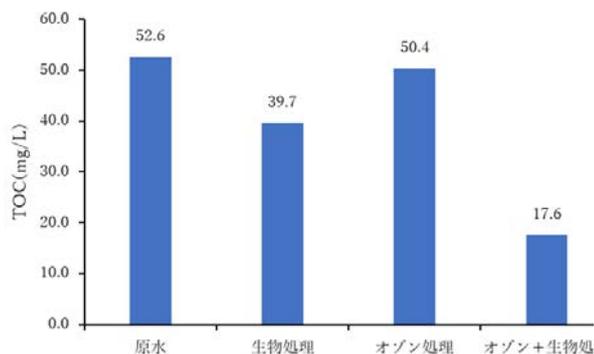


図3 オゾン処理と生物処理による模擬バティック排水のTOCの変化。

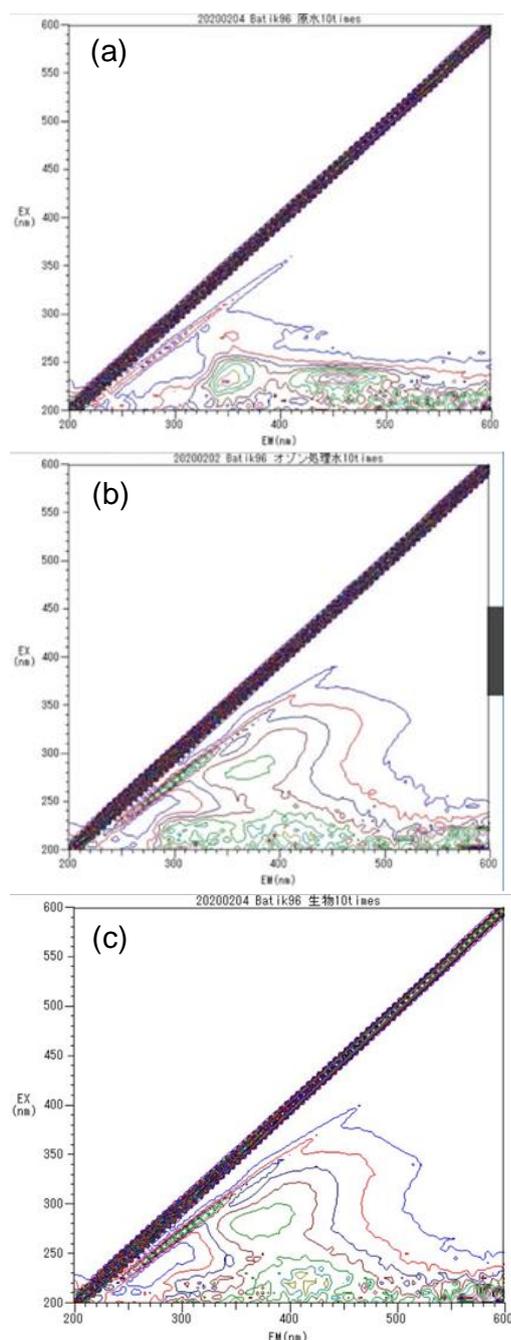


図4 三次元蛍光スペクトルの変化。(a)模擬バティック排水、(b)オゾン処理30分後、(c)オゾン処理30分+生分解性試験14日間後。

3-2. 排水中の有機成分の変化

図3に模擬バティック排水のTOC濃度の変化を示す。オゾン処理単独では、TOC濃度は顕著には減少しなかったが、その後の活性汚泥による生物処理によって17.6mg/Lにまで減少した。生物処理単独によるTOC濃度の減少は、微生物細胞への染料の吸着によるものと考えられる。

三次元蛍光スペクトル分析の結果を図4に示す。模擬バティック排水は、励起/蛍光波長 Ex/Em=230/350nm, 230/460nmの二つのピークを示し、オゾン処理によってその蛍光強度が減少した。一方、オゾン処理によって新たに Ex/Em=300/400, 220/400nmの二つのピークが出現した。この二つのピークは生物処理を行っても、蛍光強度は減少せず、残留していた。

このことから、反応性アゾ染料の発色団や助色団がオゾン処理によって分解され、生分解性の高い副生成物に変化したものの、その一部は残留することが明らかとなった。

4. 結論

バティック排水に含まれる反応性アゾ染料は、微生物の酸素消費を阻害する毒性があり、生分解性が低い。しかし、オゾン処理によって、反応性アゾ染料の発色団や助色団が分解されることで脱色が生じ、毒性も緩和され、生分解性が向上することが検証できた。反応性アゾ染料から、オゾン処理によって発生する分解副産物を同定し、その生物学的排水処理プロセスを構築することが、今後の研究課題である。

キーワード

バティック排水 (batik dye wastewater), リアクティブブラック (reactive black), リアクティブオレンジ (reactive orange), オゾン処理 (ozone treatment), 生分解性試験 (biological treatment)

参考文献

1) Rashidi, H.R., Sulaiman, N.M.N, Hashim, N.A., Hassan, C.R.C., Emami, S.D. (2016) Simulated textile (Batik) wastewater pre-treatment through application of a baffle separation tank. *Desalin. Water Treat.*, 57 (1): 151–60