

人工染料由来の着色廃水の生物学的脱色に関する研究

山口大学大学院 ○佐藤知里、今井剛、向修平、
樋口隆哉、関根雅彦、浮田正夫

1. はじめに

現在、生活廃水、工場廃水などによる水環境の汚染が深刻化している。これらの廃水の多くは有害かつ難分解性の物質を含有し、その処理にかかるコストも高額なため、これらの着色までは対策が及ばない状況にある。しかしながら、着色の残る処理水の放流は地域住民に廃水の処理・管理状況について懸念を抱かせるため、着色したままの処理水を地域河川へ放流することは避けねばならない。このような背景から、脱色処理技術に対する要望は強く、より合理的で安価な脱色方法が求められている。しかし、既存の脱色方法では、ランニングコストや廃水処理過程で排出される二次汚泥の処理などの問題がある。また、難分解性有機化合物を含む廃水に対しては、易分解性物質に変換するための前処理なども必要となるため、効率的な処理が難しい。これらの問題を解決する方法の一つとして、低コストで比較的大量の廃水を処理することができるという利点を持つ生物学的処理法に着目した。本研究では、生物学的処理法の中でも代表的な嫌気性処理法を用いて易分解性基質添加による脱色実験を行う。易分解性基質を添加する理由は、嫌気性菌が活性化され、脱色を促進させることができるからである。

昨年度の研究結果より、嫌気性処理過程における着色廃水の色素成分の分解には、酸発酵段階に關与する菌群が大きく関わっていることが示唆された。そこで本年度の研究では、酸発酵段階の微生物の活性を促進させる基質について、これまで用いてきたグルコースに加え、*n*-酪酸、プロピオン酸とさらに細分化してそれぞれ用い、嫌気性処理過程においてどの分解経路が脱色に關与しているか検討することを目的とする。

2. 酸発酵段階の基質分解経路に着目した脱色実験

2. 1 実験方法及び条件

本実験では、染料として広く用いられているアゾ系染料のメチルオレンジを対象染料として用いた。実験方法としては、バイアルビン(500mL)を用いた回分試験を0.1%、0.2%、0.3%(実廃水例：染色後の水洗水中の染料濃度がおおよそ0.01%)の各染料濃度について行った。

嫌気性消化汚泥(50mL)と消化汚泥の上澄み液(200mL)を入れた4本のバイアルビンを用意し、気相部はアルゴンで置換した。4本のうち3本に、基質となるグルコース、*n*-酪酸、プロピオン酸を初期基質濃度が2000mg-COD/Lとなるようにそれぞれ27.5mLずつ注入し、1本はコントロールとして、基質を入れずに同量の蒸留水を注入した。経時的にサンプルを採取し、吸光度(470nm)、VFA(酢酸、*n*-酪酸、プロピオン酸)を測定した。回分試験装置を図1に、実験条件を表1に示す。

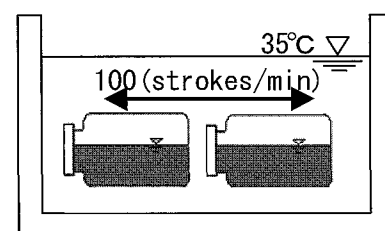


図1 回分試験装置の概略

表1 実験条件(脱色に關与する分解経路の検討)

槽内温度	35°C
振とう速度	100strokes/min
染料濃度(w/v)	0.1%, 0.2%, 0.3%
基質濃度	2000mg-COD/L

2. 2 実験結果及び考察

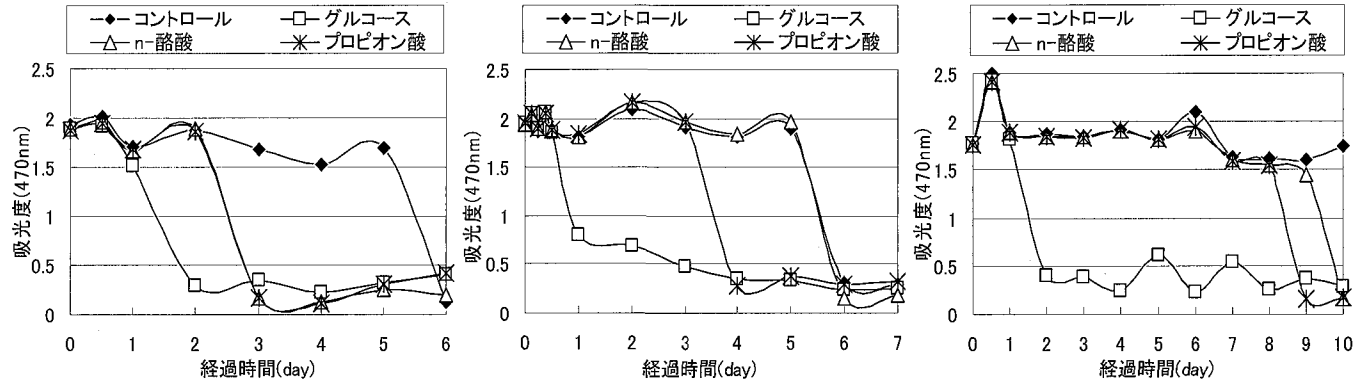
コントロールについて、図2(a)～(c)より、染料濃度0.1%、0.2%では基質を入れたものと比べ、時間はかかったものの脱色できた。一方、染料濃度0.3%における脱色は確認できなかった。このことから、染料濃度が高くなったことで、微生物が色素成分を分解することが困難になったと考えられる。

グルコース添加系では、すべての染料濃度において1～2日で脱色できた。図示していないが、それと同時にグルコースの分解生成物である酢酸、*n*-酪酸、プロピオン酸も増加する傾向がみられたことから、基質を入れたことにより酸生成菌が活性化され、早い段階で脱色できたと考えられる。

n-酪酸、プロピオン酸添加系に関しては、図2(a)～(c)より、染料濃度が0.1%から0.3%と高くなるにつ

れて、脱色できるまでに長時間を要するようになったものの、脱色は確認できた。また、図示していないが、染料濃度 0.1%では脱色と同時に基質の消費が確認できたが、染料濃度 0.2%、0.3%では、基質濃度はほぼ横ばいで、大きな変化は見られなかった。基質の消費が見られなかったにもかかわらず脱色が生じたことから、n-酪酸、プロピオン酸の分解によって脱色が起こったわけではないということが示唆された。

以上の結果から、酸発酵段階における分解経路については、グルコースを n-酪酸と酢酸、またはプロピオン酸と酢酸に分解する経路が脱色に深く関与していると考えられる。



(注) 吸光度計で測定した値は 2.0 付近で頭打ちになるという特性から、初期吸光度の値はすべて 2.0 付近となっている。

図 2 各染料濃度における吸光度の経時変化(脱色に関する分解経路の検討)

3. グルコース基質添加による染料濃度変化に着目した脱色実験

3. 1 実験方法及び条件

2.の実験より、酸発酵段階の中でもグルコースを分解する菌群が脱色に深く関与していることが示唆された。そこで、グルコース基質を添加することでどのくらいの濃度までの脱色が可能であるかについて検討するための実験を行った。実験では、2.と同様にメチルオレンジを対象染料として用いた。また、実験方法も2.と同様に、各染料濃度について回分試験を行った。実験条件を表2に示す。

3. 2 実験結果及び考察

各染料濃度における吸光度の経時変化を図3に示す。

染料濃度 0.075%～0.30%に関しては、1～2 日間で脱色できた。また、染料濃度 0.50%、0.70%については、脱色までに時間はかかったものの、脱色は確認できた。これらの結果から、グルコース添加系において、染料濃度 0.30%程度までであれば早い段階で脱色することができるが、染料濃度が高くなるにつれて、微生物によって色素成分が分解脱色されるまでには長時間を要するものと考えられる。しかしながら、染料濃度が高い場合でも、馴致時間を長くすることや、酸生成菌をより高濃度に保つことでその生分解性を高めることができると考えられる。また、基質の濃度を上げることによって、脱色までの時間を短縮することができる可能性もあり、今後確認の必要がある。

4. まとめ

- 酸発酵段階における分解経路については、グルコースを n-酪酸と酢酸、またはプロピオン酸と酢酸に分解する経路が脱色に深く関与していることが示唆された。
- グルコースを添加した嫌気性処理によって、染料濃度が高くなると脱色が確認できるまでに時間はかかるものの、脱色は可能であることがわかった。

表 2 実験条件

(グルコース基質添加)

槽内温度	35℃
振とう速度	100strokes/min
染料濃度 (w/v)	0.075%,0.1%,0.2%, 0.3%,0.5%,0.7%
基質濃度	2000mg-COD/L

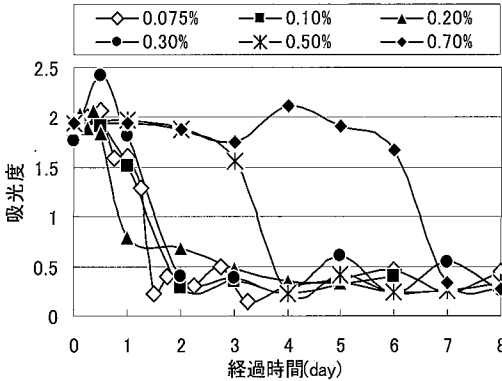


図 3 各染料濃度における吸光度の経時変化(グルコース基質添加)