

# 染色排水の微生物脱色に関する研究

三 好 康 彦 嶋 津 暉 之 木 村 賢 史

## 1 はじめに

水辺との豊かな触れ合いを確保するためには、BODやCOD等の水質は重要なものであるが、同時に水の着色や臭い等の感覚的な水質も重要な要素である。すでに一部の地方自治体では工場・事業所の着色排水に対する規制を実施しているところもあるが、今後、他の自治体でもますます関心が高まることが予想される。

ところで、着色排水に対する脱色技術には、物理的方法、化学的方法あるいは物理化学的方法などが一部で実用化されているが、生物的方法によるものは少ない<sup>1)</sup>。生物的方法による脱色の特徴は維持管理費用が安いこと、凝集剤を用いる物理化学的脱色法と比較すると汚泥の発生量が少ないことおよび維持管理が簡単であることなどが特徴である。

現在、脱色微生物に関する基礎的研究<sup>2)</sup>と併行して実際の染色工場排水について小規模実験装置を設置して脱色実験を行っているが、これらの結果の一部を報告する。

## 2 実験方法及び装置

### (1) 試験管による脱色実験

ア 目的：BOD濃度と脱色の関係の明確化

イ 実験方法：

試験管に微生物を付着させた担体（3～10mm程度のポリビニールアルコールの不定形の塊状でその表面に粉末活性炭をコーティングしたもの<sup>3)</sup>を約10ml入れ、BOD源として、デンプンを使用し、染料としてC.I.Reactive 120を用いた。BOD濃度の異なる試験管に同一濃度の染料着色水を等量入れて濃度を0.11mg/ℓとし、経過時間と吸光度を測定した。

### (2) 小規模装置による脱色実験

ア 目的：工場排水に対する微生物脱色の有効性の実証

イ 実験装置：実験装置は図1に示したように、原水

槽、原水ポンプ、循環ポンプ（約40ℓ/分）、脱色槽（130ℓ）及び脱色槽中の担体から構成されている。原水槽は染色工場排水の最終中和槽である。なお、脱色槽は透明塩ビを使用した。担体は、(1)で使用したものと同一のものである。担体の使用量は脱色槽の2/3程度になるように充填した。

### ウ 設置場所

実験装置はH市の染色工場に設置した。当工場では、被染色物は主にメリヤスで、染料としては反応性染料を使用している。工場にはウインス染色機6台、チーズ染色機6台、液流式染色機2台（常圧式1台、高压式1台）、噴射式染色機2台、充填式染色機8台がある。規模としては、比較的小規模な工場である。最近では不況の影響で日によって染色機の稼働率が異なるが、50%を切ることもある。排水量は1日50～100m<sup>3</sup>前後である。排水は中和処理のみで生物処理は行われていない。

なお、実験装置に供給する原水は中和処理後の排水を用いた。

### エ 装置運転方法

実験装置の設置後、実験装置に原水を入れて通水をとめ、あらかじめ微生物の付着した担体を約10ℓと水に溶かした人工下水の粉末約30g及び染料（赤色反応性染料：C.I.Reactive 120）10gを入れて、循環ポンプを稼働させた。染料の着色が脱色した約1ヵ月後から通水を開始した。通水量は650～1200ml/分に設定した。

なお、運転中には人工下水粉末は添加しなかった。

### オ 試料採取及び着色測定

実験装置入口の試料は原水槽から、実験装置出口の試料は図1のA点からそれぞれ採取した。

着色測定は吸光度法と希釈法<sup>34)</sup>で行った。

### 3 実験結果及び考察

#### (1) 試験管による脱色実験

吸光度の減少で示した脱色は、図2に結果を示したようにBOD濃度の影響を大きく受けることは明らかである。脱色とBOD濃度の関係は染料濃度と関係する。この実験では染料濃度は0.11 mg/lであるが、BOD濃度は350 mg/l以上で、脱色のBOD濃度依存率は大きく減少している。

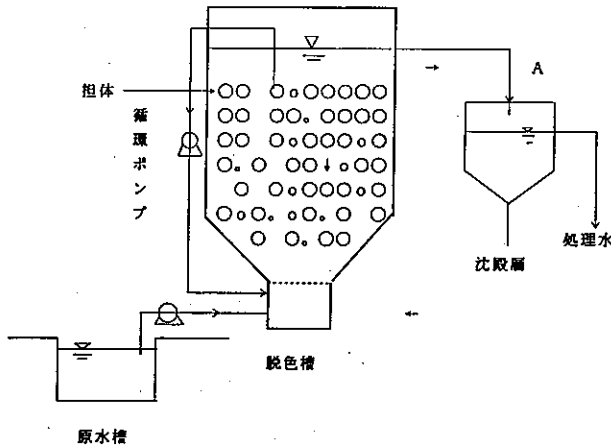


図1 実験装置の概念図

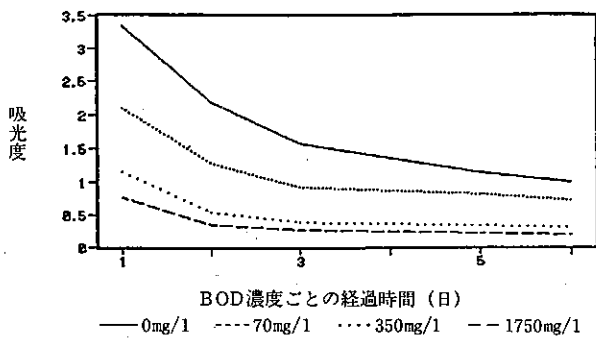


図2 BOD濃度ごとの経過時間と脱色の関係

#### (2) 小規模装置による脱色実験

1) (ア) 実験期間：平成6年4月19日

(イ) 実験条件：実験装置への通水量：1.2 l/分  
pH：8.0  
平均水温：26℃

##### ① 着色度

図3に着色度の測定結果を示した。原水の着色度は、14時までは最も高く113であった。それに対して処理水の着色度は14時までは28程度であった。14時から原

水の着色度が急激に560度まで上昇し、17時には282に減少した。それに対して処理水の着色度は14時から次第に高くなり16時で282となったが、やがて原水の着色度の減少とともに減少した。

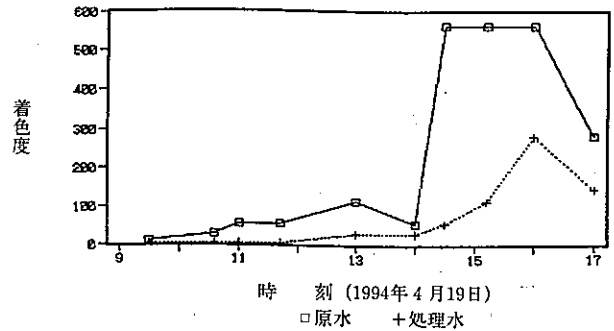


図3 原水及び処理水の着色度の時刻変化

ただし、この実験装置における原水と処理水の水質の時間的なずれは、通水量が1.2 lであること、担体が実容積の2/3 充填されていることからほぼ42分程度と考えるとよい。なお、実験装置内に供給された着色原水は循環ポンプによる循環量(40 l/分)から数分で均一になる。

##### ② 色相

原水の色相は11時までは灰白色であったが、次第に黒色に加わり、13時から赤紫色になった。14時30分から17時までは再び最も着色度の高い黒赤色となった。それに対し処理水の色相は無色であったが、やがて13時ごろから薄い桃色となり、次第に薄赤色となり、16時には黒赤色となった。17時には再び着色度が下がり薄赤色となった。

##### ③ 吸光度

図4に15時15分の原水と16時の処理水の吸光度を示した。ともに着色度が最も高い時の吸光度である。処理水では原水に見られる大きなピークはわずかに認められる程度となっている。

##### ④ BODについて

表1に原水と処理水のBOD濃度を示した。

なお、脱色作用が微生物によるものであるから、(1)に示したように脱色とBOD濃度に密接な関係があるので、COD濃度は参考として示した。いずれの時刻においても処理水濃度の方が低かった。原水濃度について、当該染色工場の調査中には、糊付けのないメリヤスを中心

に染色していたこと、また用水は井戸水を使用していたことから、当工場の使用水量は多いと考えられるため原水のBOD濃度は比較的低いと考えられる。

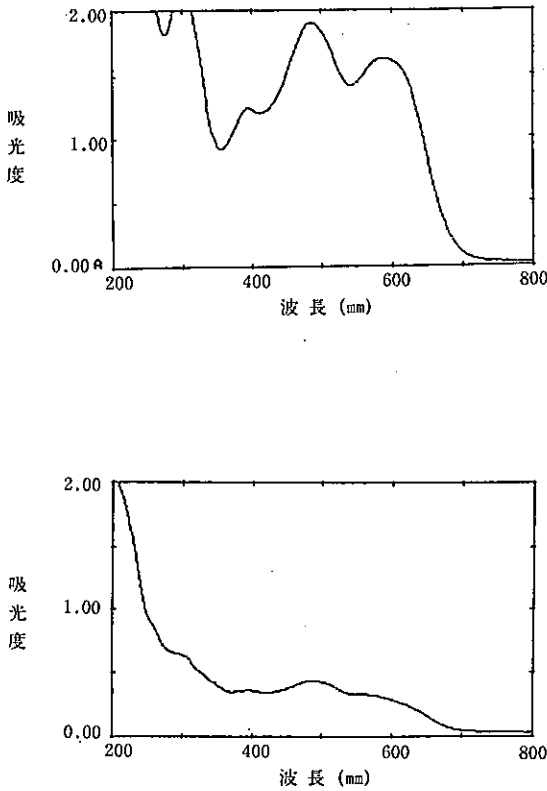


図4 原水(上:15時15分)と処理水(下:16時)の吸光スペクトル

表1 4月19日のBOD及びCOD濃度(mg/l)

時刻	原水		処理水	
	BOD	COD	BOD	COD
11:45	74	120	58	56
14:30	51	92	43	50
16:00	63	98	43	48

イ(ア) 実験期間: 平成6年5月18日

(イ) 実験条件: 通水量: 0.6 l/分

pH: 7.5.

平均水温: 27℃

① 着色度

図5に着色度測定結果を示した。原水の着色度の最高は15時~16時及び18時に出現し、その値は282であった。一方、処理水について、15時までの着色度は28で変化なく、15時以後56の一定値となった。

なお、実験装置における原水と処理水の水質の時間的なずれは、通水量が0.6 ml/分であるから、約1時間4分と考えてよい。

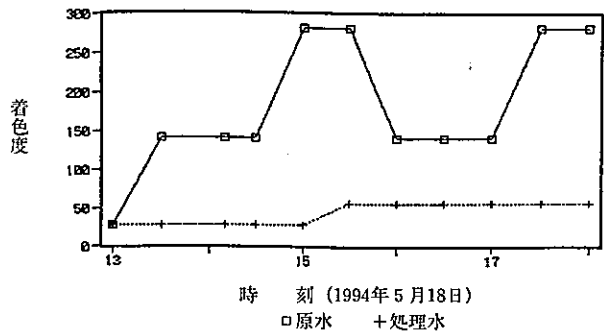


図5 原水及び処理水の着色度の時刻変化

② 色相

原水の色相は無色から13時30分に薄黒紫に変化し、15時から15時30分までは最も着色度の高い黒紫であった。16時から17時までは再び薄黒紫となった。一方、処理水は15時までは無色であった。15時30分から17時までは薄いピンクに着色したままであった。

③ 吸光度

図6に15時30分の原水と1時間経過した処理水の吸光度を示した。原水のピークは処理水ではほぼ消失していた。

ウ(ア) 実験期間: 平成6年5月24日

(イ) 実験条件: 通水量: 0.7 l/分

pH: 7.5

平均水温: 26℃

① 着色度

図7に着色度測定結果を示した。原水の着色度は12時過ぎから15時まで560の一定値を示した後、16時過ぎ

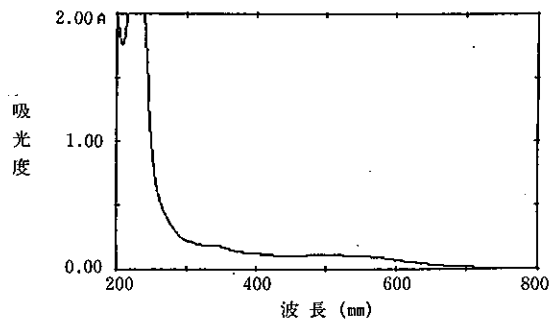
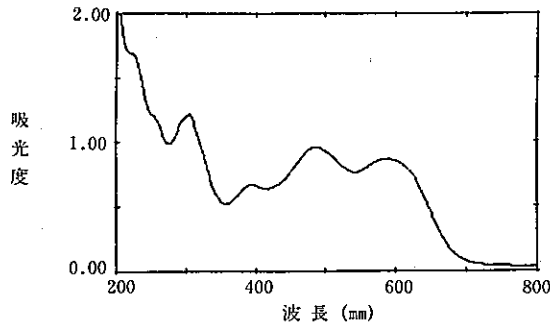


図6 原水(上:15時30分)と処理水(下:16時30分)の吸光スペクトル

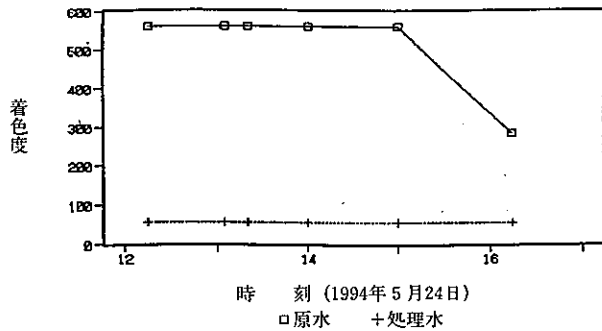


図7 原水及び処理水の着色度の時刻変化

には 282 に低下した。一方、処理水の着色度は 56 の一定値であった。なお、脱色装置における原水と処理水の水質の時間的なずれは、通水量が 0.7 ml/分であるから、約 1 時間 12 分と考えてよい。

② 色相

原水の色相は着色度が大きいためすべて黒赤色であった。一方、処理水はすべて薄いピンク色であった。

③ 吸光度

図 8 に着色度の高い 12 時 15 分の原水と 13 時の処理

水の吸光度を示した。処理水の吸光度では原水に見られるピークはほとんど消失していた。

④ BOD について

表 2 に BOD 及び参考に COD 濃度を示した。BOD 濃度は 4 月 19 日の原水よりもかなり高い。5 月 24 日の処理水の着色度が安定して小さい理由は、この高い BOD 濃度にあると考えられる。

エ (ア) 実験期間: 平成 6 年 6 月 22 日

(イ) 実験条件: 通水量: 0.65 l/分

pH: 7.0

平均水温: 28 °C

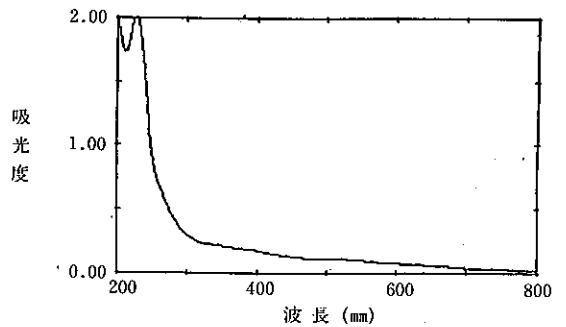
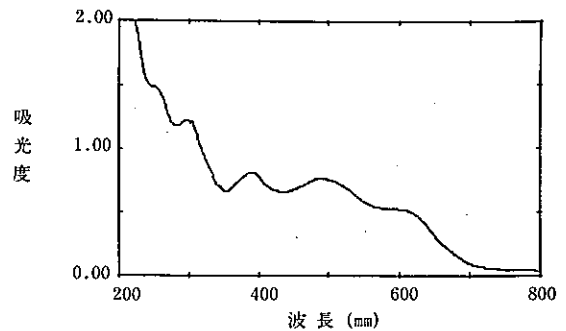


図8 原水(上:12時15分)と処理水(下:13時00分)の吸光スペクトル

① 着色度

図 9 に着色度の測定結果を示した。原水の着色度は前と午後に 560 の最高値を示した。一方、処理水について、午前 10 時にはすでに着色度 300 程度あり、かなり着色していた。やがて原水の着色度の減少とともに処理水の着色度も減少したが、11 時から 13 時まで原水と処理水の着色度は同一となった。これは次の②で述べているよ

うに原水の色相が黒黄緑—薄黄緑であるのに対し、処理水の色相が人の目に敏感な赤味がかっていたためであろう。

処理水の着色度が100以上でかなり高くなっているが、原因として原水のBOD濃度が表3で示したように低かったことが考えられる。

なお、実験装置における原水と処理水の水質の時間的なずれは、通水量が0.65 ml/分であるから、約1時17分と考えてよい。

表2 5月24日のBOD及びCOD濃度 (mg/l)

時刻	原水		処理水	
	BOD	COD	BOD	COD
12:15	355	82	345	68
13:05	212	102	205	76
16:14	134	52	122	56

表3 6月22日のBOD及びCOD濃度 (mg/l)

時刻	原水		処理水	
	BOD	COD	BOD	COD
9:55	90	114	43	108
13:15	61	66	34	60
14:50	70	108	36	62

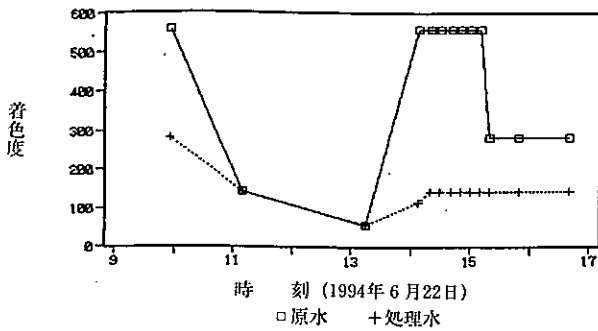


図9 原水及び処理水の着色度の時刻変化

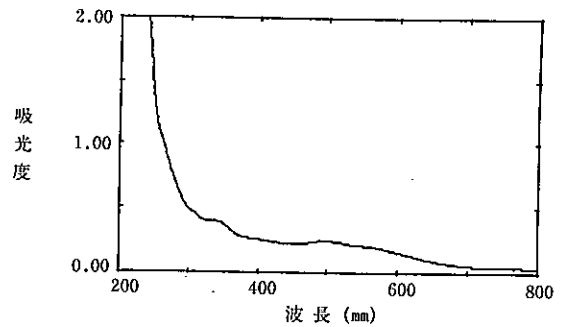
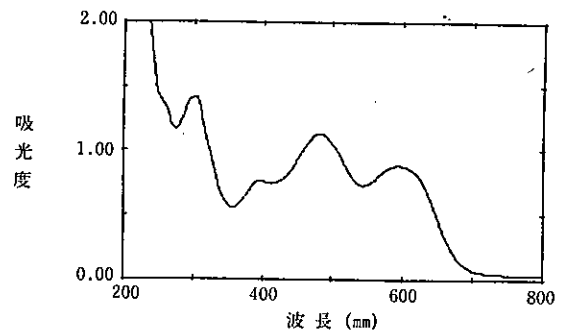


図10 原水 (上: 14時50分) と処理水 (下: 15時10分) の吸光スペクトル

② 色相

原水の色相は11時頃から13時頃にかけて黄緑色の着色が見られたが、それ以外は10時から16時40まではすべて黒赤色であった。一方、処理水の色相は11時頃から13時頃にかけてピンク色になったが、それ以外は10時から16時40分まですべて赤黒色であった。

③ 吸光度

図10に14時50分の原水と15時10分の処理水の吸光度を示した。処理水では原水にあるピークはほとんど見られないが、フラットな吸収が吸光度0.21程度で400~600 nmに存在しているのが特徴であった。

#### 4 まとめ

染色工場排水での小規模な実験結果からは、次のことが明らかになった。

① 色相が黒色～黒赤色の排水に対して微生物による脱色効果のあることが明らかになった。

② 脱色はBOD濃度に大きく依存し、200～300 mg/ℓ以上の高いBOD濃度で効率的に行われることが明らかになった。

③ BOD濃度が100 mg/ℓ以下では黒色～黒赤色の反応性染料に対して原水の着色度が500以上になると、処理水の着色度も100以上にはならず、脱色能が低下した。

#### 参考文献

- 1) 前田嘉道ら：固定床を用いる染色排水の嫌気性処理、環境技術、23, No.7、P 437(1994)。
- 2) 三好康彦ら：微生物による排水の脱色について、東京都環境科学研究所年報 1993、P 191(1993)。
- 3) 三好康彦ら：着色排水の色の測定法(希釈法)について、東京都環境科学研究所年報 1993、P 160(1991)。
- 4) 三好康彦ら：排水の着色測定の方法と問題点、公害と対策、27、No.8、P 723(1991)。