

報告

微生物による排水の脱色について

三好康彦 嶋津暉之 木村賢史

1 はじめに

排水の着色は放流先の河川等に違和感を与えるため、各地で問題として取り上げられているが、都内でいえば染料製造工場の排水を受け入れている下水処理場および染色工場の多い多摩地域がそれである。

全国的には関西、中部および関東の北部地域に染色工場が多く存在して排水の着色問題が生じている。

染色排水の脱色については従来から化学的、物理的、物理化学的方法があるが、生物学的的方法についての報告は少ない。

筆者らはこれまで微生物による脱色方法を検討してきたが、脱色の作用を効率よく示す微生物を担体上に増殖することにより、これを用いて比較的能率よくジアゾ系染料を含む着色排水を脱色できることを見出したので報告する。

2 実験方法

(1) 脱色微生物の増殖方法

乳製品を製造する工場の排水処理施設の活性汚泥約40ℓを30×30×60cmの透明、塩ビ製の槽に入れ、温度約35℃で、攪拌しながら赤い酸性染料(30mg/ℓ)と人工下水の粉末(10mg/ℓ)を投入した。投入した染料の色が数時間後に消失し始めた後(実験開始約30日後)、担体(ポリビニルアルコールの周囲に活性炭をコーティングしたもので比重1.02前後、径4-8mmの塊状、D社製)を約20kg入れた。攪拌には槽内の液を水ポンプで循環させて行った。約2週間この操作を行い、担体表面上に脱色微生物の増殖させた。

(2) 微生物による脱色の確認方法

上述の微生物の付着している担体に水を加えたものを超音波で2分間処理した上澄み液を滅菌した試験管(キャップ付き)に入れ、培地としてCGY(カシトン5g、グリセリン5g、イーストエキス1g、蒸留水1ℓ、

pH7.2)、0.5%グルコース及び蒸留水の3種類を用い、好気及び嫌気で培養を行った。培地は赤い反応性染料(C.I.Read120)で着色した。また、それぞれの培地について上澄み液を接種しないものを対照とし同様に培養した。

(3) 脱色実験装置及び脱色方法

脱色実験装置はバッチ式で図1に示したように30×15×50cmの透明な塩ビ製である。底部には(1)で述べた担体を保持するため、厚さ3mmの塩ビ製の板で径3mmの穴を100個開けた板を置いた。この装置に脱色微生物を増殖させた担体を有効容積(30×15×40)の2/3程度充填した。担体上の着色水は図のように上部から吸引し、底部へ押し込んで循環させた。

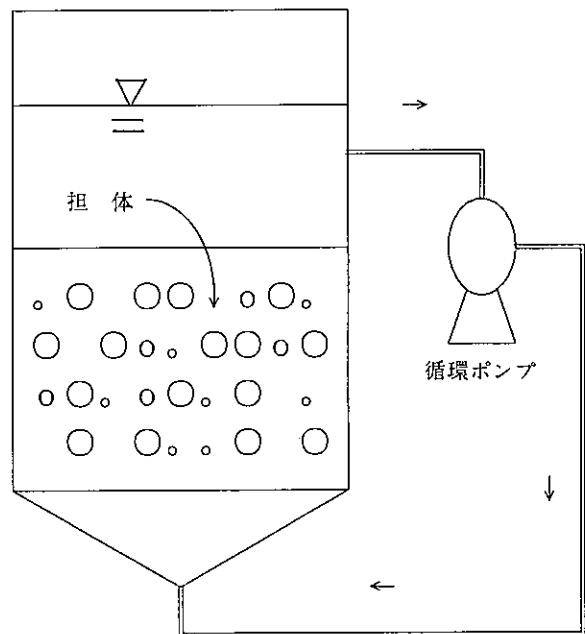


図1 脱色装置

着色水は蒸留水5ℓに染料を溶解させ、さらに0.5gの人工下水を加えたものである。この着色水を実験装置に入れ、循環ポンプを稼働し染料が均一に装置内に拡散

した後、50mlを採取し、GFCでろ過したろ液を試料No.1とした。以後、おおむね1～2時間経過後ごとに50mlを採取し同様な操作を行い、試料No.2、No.3とした。

(4) 着色測定法

着色測定は希釈法¹⁾と吸光光度法で測定した。

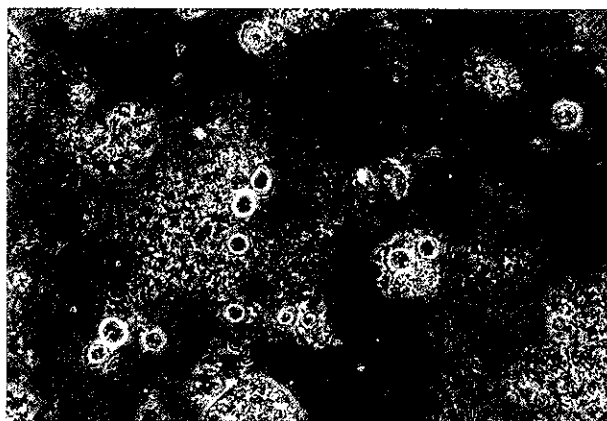
3 結 果

(1) 微生物による脱色の確認

ア CGY培地

① 好気培養

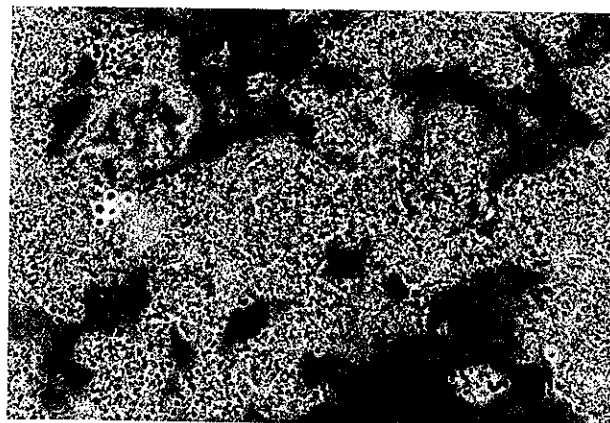
6日間培養：試験管底に赤色沈殿を形成し、上澄み液は対照に比べ脱色されていた。赤色沈殿は赤く染色された原生動物（繊毛虫及び有殻アメーバと思われる）であ



写真No.1 CGY培地, 6日間(好気)脱色培養

った(写真No.1)。上澄み液にも同様に、繊毛虫及び有殻アメーバが観察された。

10日培養：試験管底の沈殿の赤色はほとんど消失し、

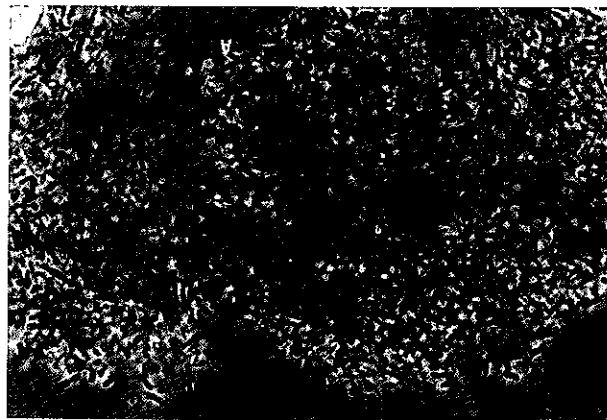


写真No.2 CGY培地, 10日間(好気)脱色培養

上澄み液も脱色された(写真No.2)。染色されていた原生動物は消失し、グラム陽性球菌、グラム陰性かん菌、グラム陰性糸状細菌、酵母が観察された。

② 嫌気培養

6日間培養：対照と同様に脱色されていないが、少量の赤色沈殿が認められた。また、原生動物が赤く染色さ

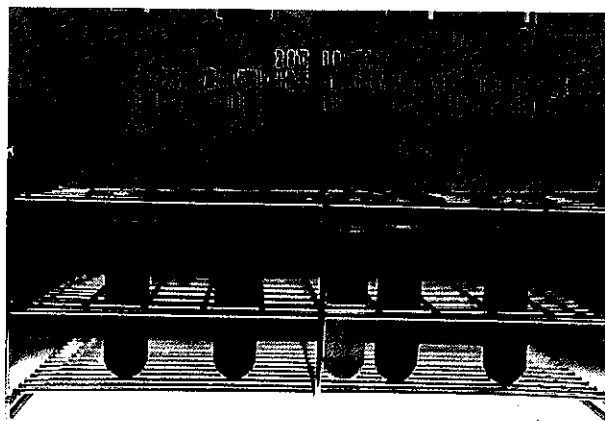


写真No.3 CGY培地, 6日間(嫌気)脱色培養

れていた(写真No.3)。

③ 嫌気後好気

6日間嫌気培養後4日間好気：試験管の上層から下層



写真No.4 CGY培地, 6日間嫌気後4日間好気脱色培養(右から2番目)

に向かって脱色した(写真No.4)。

イ 0.5%グルコース液

① 好気培養

6日間培養：試験管底に赤色沈殿が生成していたが、上澄み液の脱色は認められなかった。

10日間培養：上記と同様であった。

② 嫌気培養

6日間培養：対照と同様に脱色されなかった。

③ 嫌気後好気

6日間嫌気培養後4日間好気：上記②と同様であった。

ウ 蒸留水

前述したいずれの培養期間でも対照と同様に脱色されなかった。

(2) 各染料の脱色性

ア 酸性染料

染料名：C.I. Acid Red 138

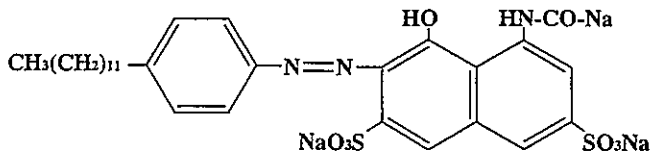


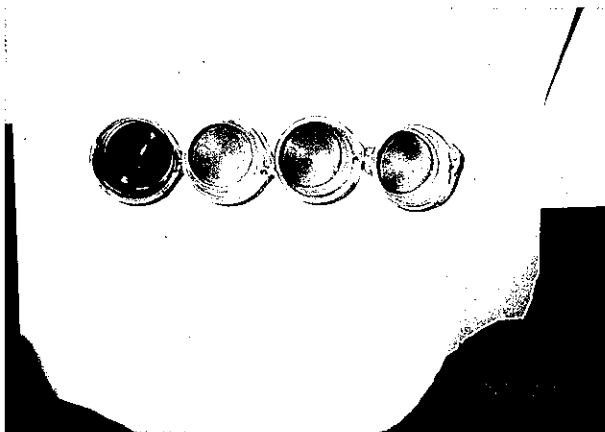
図2 C. I. Acid Red 138

色相：赤色

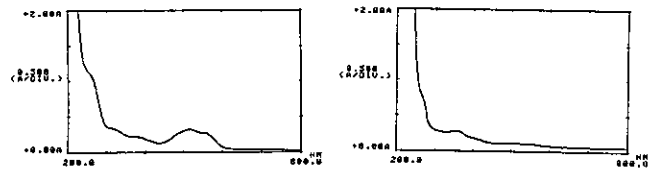
試料名	着色度	実験開始経過時間
No. 1	1100	開始直後
No. 2	28	2時間
No. 3	28	4時間
No. 4	28	6時間

実験開始後2時間で着色度1100から28まで低下した。着色度28では、赤色の色相はほとんど認められない。その後の着色度は28で一定であった。

以上を写真No.5に示した。図3に吸光度曲線を示したが、No.1に見られる赤色のピーク(500nm-560nm)はNo.2ですでに消えている。



写真No. 5 C. I. Acid Red 138 の脱色



No. 1 (開始直後)

No. 2 (2時間後)

図3 C. I. Acid Red 138 の吸光度

イ 反応性染料

①染料名：C.I. Reactive 120

色相：赤色

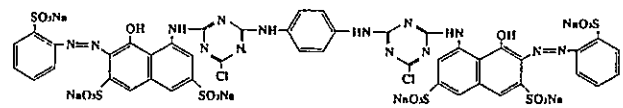
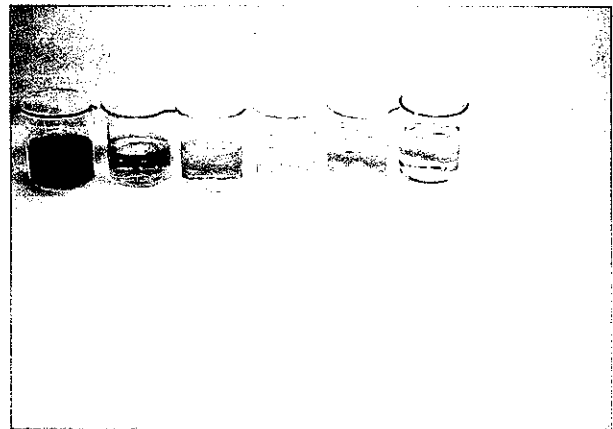


図4 C. I. Reactive Red 120

試料名	着色度	実験開始経過時間
No. 1	1400	開始直後
No. 2	56	1時間
No. 3	56	2時間
No. 4	24	3時間
No. 5	10	4時間
No. 6	1	蒸留水

実験開始後1時間で着色度1400から56までに低下した。さらに3時間後24、4時間後には10まで低下した。着色



写真No. 6 C. I. Reactive 120 の脱色

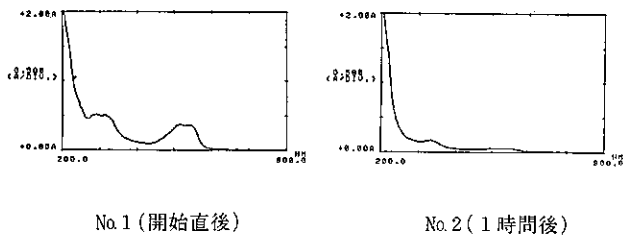


図5 C. I. Reactive 120 の吸光度

度56では赤色の色相はわずかにみとめられるが着色度24ではほとんどみとめられず、着色度10では赤色の色相は全く認められなかった。

以上を写真No.6に示した。なお、No.6は蒸留水である。これらの吸光度曲線は図5に示したが、実験開始後1時間で赤色のピーク(480nm-560nm)が極めて小さくなった。

② 試料名：C.I.Reactive Blue 5

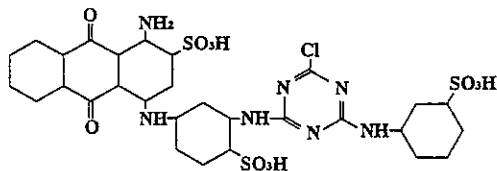


図6 C. I. Reactive Blue 5(Bright blue)

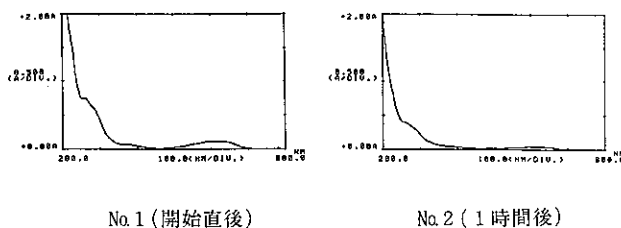
試料名	着色度	実験開始経過時間
No.1	280	開始直後
No.2	28	1時間
No.3	28	2時間
No.4	28	3時間
No.5	28	4時間
No.6	1	蒸留水

実験開始後1時間で着色度280が28に低下し、それ以後着色度の低下はなかった。着色度28ではブルーの色相はほとんど認められなかった。

以上を写真No.7に示した。なお、No.6は蒸留水である。これらの吸光度曲線は図7に示したが、実験開始後1時間でブルーのピーク(600nm前後)が消えた。



写真No.7 C. I. Reactive Blue 5 の脱色



No.1 (開始直後) No.2 (1時間後)

図7 C. I. Reactive Blue 5 の吸光度

ウ 直接染料

試料名：C.I.Direct Green 59 5-1340

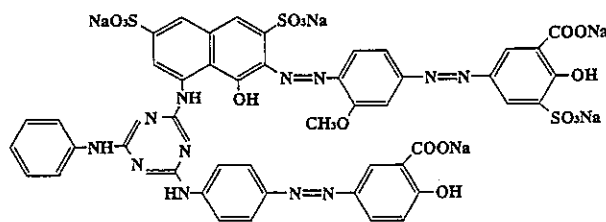


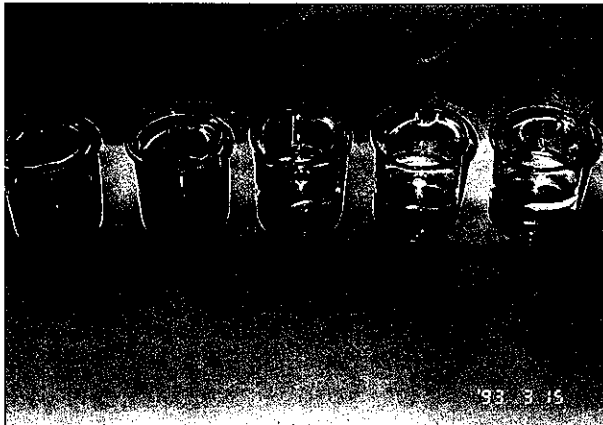
図8 C. I. Direct Green 59 5-1340

色相：緑色

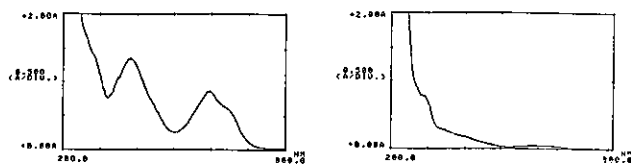
試料名	着色度	実験開始経過時間
No.1	1100	開始直後
No.2	280	1時間
No.3	56	2時間
No.4	56	3時間

実験開始後1時間で着色度1100から280に低下し、2

時間後56、3時間後も同様であった。2時間後から着色水が黄色の色相を帯びてきた。



写真No. 8 C. I. Direct Green 59 5-1340 の脱色



No. 1 (開始直後)

No. 2 (1時間後)

図9 C. I. Direct Green 59 5-1340 の吸光度

以上を写真No. 8に示した。これらの吸光度曲線は図9に示したが、実験開始後2時間でピークが消えた。

4 考 察

染料が微生物によって脱色されるメカニズムについては吸光度曲線から判断されるように、染料のジアゾ結合(-N=N-)が微生物のなんらかの働きによって切断されるものと考えられる。

酸性染料や反応性染料はよく脱色されるが、直接染料のC.I. Direct Green 59 5-1340については、緑色は消えるが黄色が出現し最後まで消えていない。これは緑がブルーと黄の重ね合わせで生じるため、染料分子は両方の色を現す構造を持っているが、ブルーを呈する構造のみが微生物で切断されたものと考えられる。

5 おわりに

脱色が微生物によって行われることを明らかにしたが、

さらに、微生物の特徴を詳細に明らかにしたいと考えている。今後、酸素濃度、温度、pH、栄養源、塩濃度の影響など実用化に必要な基礎的な調査、実験を行う予定である。

参考文献

- 1) 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1991, P. 160.