

II-631

馴養汚泥を用いたアゾ染料の微生物分解

ー脱色に対する操作条件の影響についてー

京都大学工学部 学生員 呉 楓 正員 尾崎博明 正員 寺島 泰

1. はじめに

アゾ染料は染色に関わる多くの工場廃水など中に含まれ、環境中へ排出されている。アゾ染料自体及びそのアミン類分解生成物が環境変異原性を有するものが多いことが報告されている。従来の研究により、難分解性物質であるアゾ染料は微生物作用によって脱色・分解されることが明かになってきた¹⁾。本研究は、馴養汚泥を用いて、脱色に影響を与える因子などについて検討し、その脱色機構の解明について基礎を得ようとするものである。

2. 脱色に影響を及ぼす因子

2-1. 実験方法：アゾ染料の一種であるReactive Red 22（図1）を対象として、下水処理汚泥と庭園土壌中からの混合微生物を、表1の組成を有する基質及び栄養塩を加えて馴養した。アゾ染料の脱色に必要な条件とくにORP、易分解物質の存在を明かにするために、嫌氣的条件下で回分方式による脱色実験を行った。用いた人工廃水は表-1と同様の組成のものである。ORPの影響について、反応系のORP値はデジタルORPコントローラを用いて-40mv~-50mv, -10mv~0mv, 10mv~20mv, 50mv~60mv, 100mv~110mvの間にばつきによってそれぞれ制御した。対照実験は嫌気攪拌の条件下で行った。また、易分解の存在の影響については、その有無と易分解性物質の種類について検討した。

2-2. 実験結果と考察

2-2-1. ORPの影響：それぞれの反応系での染料濃度変化を図2に示す。対照とする反応系のORP値はほぼ-100mvであり、脱色速度は約1.23mg/L・hr・gMLSSであり、ORP値を-40mv~-50mvの間に変動させた反応系の脱色速度は0.74mg/L・hr・gMLSS、ORP値を-10mv~0mvの間変動させた反応系の脱色速度は0.2mg/L・hr・gMLSSと計算される。ORP値を0mv以上にコントロールした結果、脱色速度が時間とともに遅くなり、一定時間以降脱色反応は停止状態になった。したがって、ORP値は脱色速度に影響を与える重要な因子であり、同じ条件下では、ORP値が低いほど脱色速度が速いと言える。しかし、脱色反応の起こり得る最適ORP値を決めるのは困難で、反応系のORP値をほぼ0mv以下に保持することが望ましい。

2-2-2. 易分解物質の役割：従来の研究によって、馴養汚泥系におけるアゾ染料の脱色反応はグルコースとのco-metabolismにより進行するものと考えられる¹⁾。1週間連続的にグルコースを添加しなかった場合、アゾ染料の脱色反応は進行せず、同時に、反応系

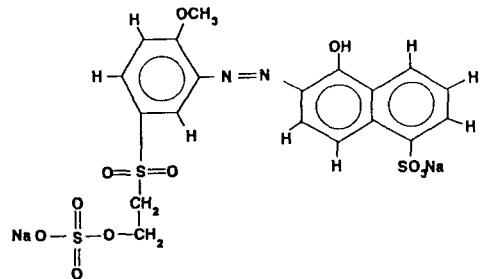


図1 Reactive Red 22(Red B)の推定構造式

組 成	濃度(mg/L)
NH ₄ Cl	600
MgCl ₂ · 6H ₂ O	100
MnCl ₂ · 4H ₂ O	0.5
FeCl ₃ · 6H ₂ O	0.5
CaCl ₂	7.5
KH ₂ PO ₄	454
Na ₂ HPO ₄	944
Reactive Red 22	40
Glucose	700

表1 人工廃水の組成

のORP値も0mv以上に上昇したことが観察された。したがって、グルコースはその利用によって微生物にエネルギーを供給する他に、染料の脱色に重要な還元状態を作るなどという役目を果たしていると推定される。

グルコースの代わりに、マルトース、果糖、蔗糖を易分解物質として反応系に与えたところ、図3に示すように、それらの糖の利用によってアゾ染料が脱色されることがわかった。

3. Red B以外のアゾ染料の脱色: Red B染料で長期間馴養した汚泥を用いて Acid Orange 6及び Sunset Yellow FCF染料に対する脱色実験を行った。実験結果を図4に示す。脱色速度はそれぞれ異なったが、アゾ染料に限れば一つのアゾ染料を脱色しうる微生物は他のアゾ染料の脱色にも有効である可能性があることを示唆している。

4. アゾ染料の脱色に関する微生物: 馴養汚泥より11種の細菌を単離した。単離菌によるRed Bに対する脱色実験を行ったところ、Red B染料に対する脱色能力はそれぞれ異なっていた。これらの中には生成物が褐色のものもあり、異なる脱色反応が起こっていると考えられた。Red Bに対する脱色能力が強い菌は3種類存在し、これらの菌のグルコース資化能力は他の単離菌より強いことも判明した。

5. おわりに

本研究で得られた結論は次の通りである。

1. ORPはアゾ染料の脱色速度に影響を与える重要な因子であり、ORP値が低いほど脱色速度が速いアゾ染料の還元反応を進行させるために、0mv以下が望ましい。

2. 馴養汚泥系では、糖類などの易分解物質の利用されることにより微生物の増殖を維持するとともに還元状態がつくられる。

3. Red Bで馴養した汚泥はいくつかの他のアゾ染料の分解にも有効である。

4. 馴養汚泥中には脱色に関連する菌が多数存在し、脱色能力の強い菌はグルコースを資化能力も強い。

[参考文献]

1)寺島 泰、尾崎博明, アゾ染料の微生物による分解, BIO INDUSTRY Vol.9 No.4

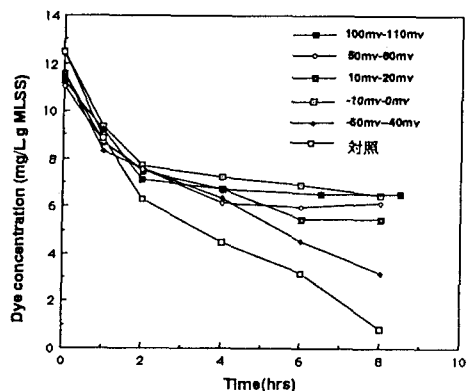


図2 ORP制御実験における染料濃度の経時変化

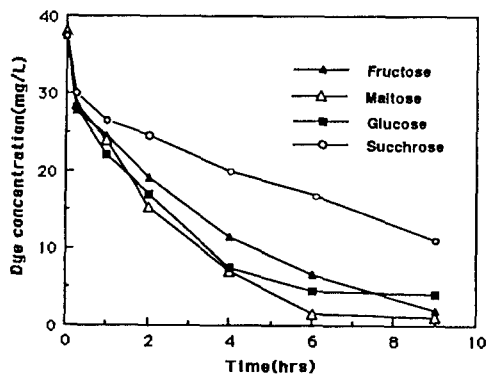


図3 各種糖を用いた染料の脱色実験

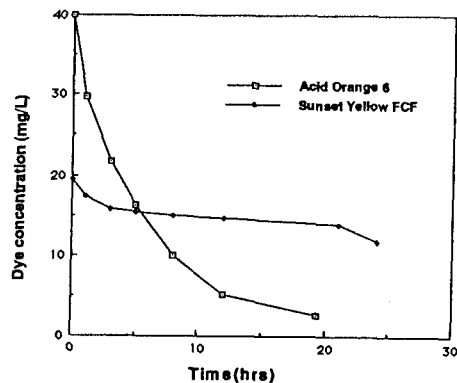


図4 Acid Orange 6 & Sunset Yellow FCF 染料の脱色実験