

光合成細菌の細胞由来物質による染料の光分解特性

Photodegradation of Dye by Extracellular material of Photosynthetic Bacteria

0030102 江守寛子 大瀧雅寛

Hiroko Emori and Masahiro Otaki

お茶の水女子大学 環境工学研究室

1 はじめに

現在、工場から排出される染色廃水による難分解性有機化合物や富栄養化物質など、環境に対する悪影響が問題となっている。光合成細菌共存型脱窒汚泥(photosynthetic bacteria coexisting in denitrifying sludge;以下 PBCDS と略す)は、高い脱色速度をもつ光合成細菌と脱窒汚泥とが安定して共存する生物群であり、可視光照射条件下でアゾ系酸性染料の分解と脱窒を同時に行うことができるものである。これまでの実験結果から光合成細菌については、可視光照射下において脱色反応を生物学的に行うことが観察されている。

本研究では、光合成細菌の菌体外に分泌される細胞由来物質に注目し、この物質による染料の分解特性を検討する。この反応が効率良くできれば、光合成細菌を培養することなく、脱色処理を行えることができ、生物反応ではなく化学反応を利用した排水処理システムの実用化が可能となる。

2 実験方法

PBCDS から光合成細菌を単離培養し、遠心分離(5800rpm×4分)した後の上澄みを取り出し、さらに濾過(0.45 μ m)して、細胞由来物質を抽出した。この細胞由来物質含有液を用いて、以下の条件で実験を行い、各時間における試料の吸光度を測定した。分解対象試料として Acid Blue 92(AB92)と methylene blue (MB)、光源として蛍光灯(FL)とブラックライト(BL)を使用した。それぞれの条件を以下にまとめた。またその他の因子を①の条件において変化させ、実験を行った。

((i)~(vi)参照)

表1 それぞれの実験条件

| No, | 細胞由来物質 | 対象 | 光源 |
|-----|------------|------|---------|
| ① | 有 | AB92 | FL |
| ② | 有 | MB | FL |
| ③ | 有 | AB92 | BL |
| ④ | 有 | AB92 | 無(Dark) |
| ⑤ | 無(G-M培地のみ) | AB92 | FL |

i) 染料分解能の連続性: AB92の処理後、細胞

由来物質を新たに投入せずに AB92 を投入し処理する実験を 3 回繰り返した。

- ii) 細胞由来物質濃度の影響: 抽出した細胞由来物質含有液を原液として、その 2 倍希釈、4 倍希釈、G-M 培地のみ溶液を用いた。
- iii) 光強度による影響: 蛍光灯照射強度を 0、3、6、12klux に設定した。
- iv) 温度の影響: 温度を 5 $^{\circ}$ C、10 $^{\circ}$ C、20 $^{\circ}$ C、37 $^{\circ}$ C、50 $^{\circ}$ C に設定した。
- v) pH による影響: pH 値を 5.5、7、8、8.7 に調整した。調整にはリン酸緩衝溶液を用いた。
- vi) A92 濃度の影響: 添加 AB92 を 5.0、9.9、20、38、74mg/L に変えた。

3 実験結果及び考察

3.1 光源の種類について

蛍光灯照射下においては、細胞由来物質により AB92・MB 共に吸光ピーク(560nm、660nm)が低くなり、脱色が進んだ。BL、Dark 条件下においては AB92 はほとんど分解されず、G-M 培地のみ FL を照射しても分解反応は起こらなかった。よって、AB92 の分解反応は細胞由来物質に FL 照射した時のみに起こることがわかった。

3.2 分解能の連続性

細胞由来物質含有液に AB92 を 3 回連続投入した結果、3 回とも AB92 は分解され、細胞由来物質には分解能の連続性があると考えられる。しかし 2 回目以降は 1 回目に比べ分解に時間がかかった。これは細胞由来物質の活性が低くなったためか、残存した反応生成物による阻害効果のためと考えられた。

3.3 細胞由来物質濃度と反応速度係数 k の関係

Fig.1 に結果を示す。分解反応が擬一次反応に従うと仮定し、その分解速度係数 k を用いた。これより細胞由来物質濃度が大きくなると反応速度も大きくなるのがわかる。しかしその関係は比例ではなく、飽和型の傾向を示すことがわかった。

3.4 光強度と反応速度係数 k の関係

Fig.2 に結果を示す。これより、光強度が強くなると反応速度も速くなることがわかる。また 0 ~ 6klux の間ではほぼ比例の関係がみられた。

3.5 温度と反応速度係数 k の関係

Fig.3 にアレニウス式による結果を示す。これより、0~50℃の範囲においては、温度が高くなるにつれて反応速度も大きくなり、アレニウス式に従っていることがわかった。

3.6 反応速度定数 k と pH の関係

Fig.4 に結果を示す。pH8 付近で最も反応速度が大きくなった。PBCDS によるアゾ系酸性染料の分解の場合、最適 pH は 8 あることがわかっている。

3.7 反応速度定数 k と AB92 濃度の関係

Fig.5 に結果を示す。AB92 の濃度が低いほど k の値が大きくなるという結果が得られた。5.0ml/L と 74mg/L の場合を比べると透過率は 5 倍以上異なっていた。光の透過効率が分解反応に影響していると考えられる。

5) まとめ

細胞由来物質は蛍光灯照射下において染料 AB92 の分解能力をもち、その反応には連続性がみられた。分解反応は 6klux までの範囲では光強度が高くなるほど、温度は 50℃までの範囲では高くなるほど、細胞由来物質濃度が高くなるほど、pH は 8 付近であるほど、染料濃度が低いほど反応効率が高くなることがわかった。

6) 参考文献

- 1) 洪静蘭ら：薄膜固定光触媒を利用した脱窒菌共存光合成細菌による脱色リアクターの高効率化 (土木学会論文集, No.734.111-118.2003.5)
- 2) 松尾友ら「水環境工学」 オーム社, 1999.

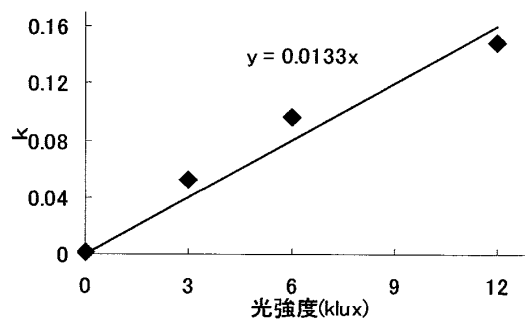


Fig.2 光強度と k の関係

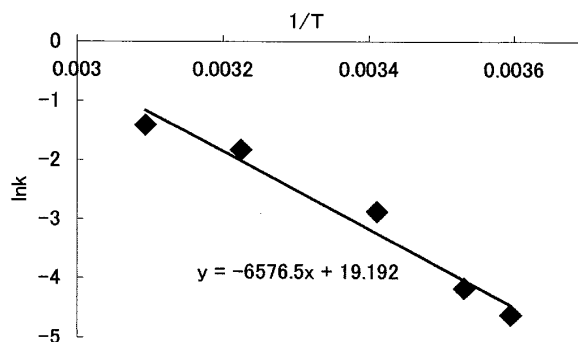


Fig.3 $\ln k$ と $1/T$ の関係

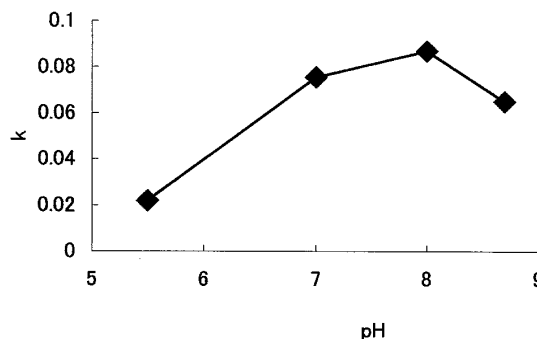


Fig.4 pH と k の関係

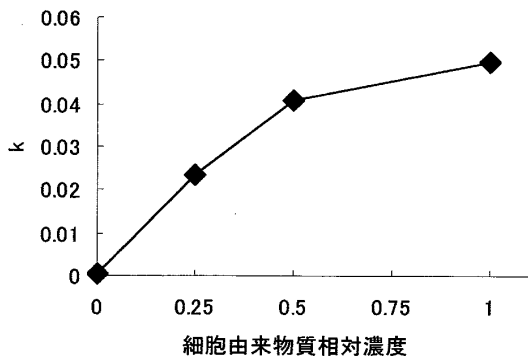


Fig.1 細胞由来物質相対濃度と k の関係

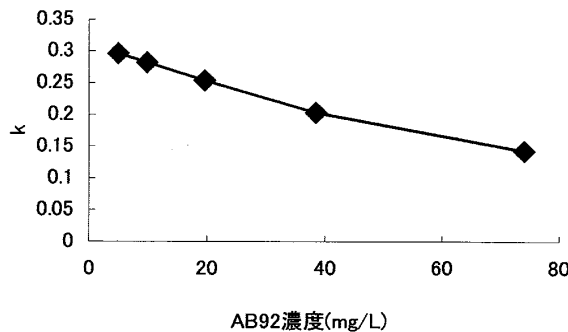


Fig.5 AB92 濃度と k の関係