

染色廃水処理を促進する新規微生物固定化担体の開発

長岡技大・院 ○(学) Vo Tien Thong, (非) Nguyen Thu Huong
(正) 渡利高大, (正) 幡本将史, (正) 山口隆司

1. はじめに

染色産業は、東南アジアなどの開発途上国で主要な産業であり、大量の着色された廃水が排出される。この廃水には、生物が分解できない有機物が多く含まれており、難分解性である。これまでの研究から、染色廃水の嫌気性処理には、長い処理時間や色成分の分解には易分解性の有機物が必要である¹。近年、ポリビニルアルコール (PVA) は微生物保持が優れた担体で²、酸化鉄 (Fe_3O_4) などの導電性材料は嫌気性処理を促進することが報告されている³。そのため、我々は易分解性のデンプンと酸化鉄を PVA ゲルに混合させた PVA/Fe/starch ゲルビーズを作製した。この PVA/Fe/starch ゲルビーズを嫌気性リアクターに投入することで有用微生物の共生関係の形成を補助し、染色廃水の脱色を促進することを構想した。易分解性デンプン (starch) はゲルビーズ内の微生物の移動促進を目的として添加した。本研究は、PVA/Fe/starch ゲルビーズ中のデンプン濃度を決定する目標として、混合させるデンプン濃度による PVA/Fe/starch ゲルビーズの染色廃水の処理性能をバッチ実験によって評価した。

2. 実験方法

2.1. PVA/Fe/starch ゲルビーズの作製

PVA/Fe/starch ゲルビーズは以下の手順で作製した。(図 1)

- 70-80°Cに加熱した蒸留水に 10% (w/v) PVA, 0.5% (w/v) アルギン酸ナトリウム, 0.25~1% (w/v) デンプン, 5% (w/v) 四酸化三鉄を溶解させた後、冷却して 50°Cに保つことで matrix solution を調製した。
- Cross-linkage solution は 8% (w/v) ホウ酸と 0.5% (w/v) 塩化カルシウムを 30-40°C の蒸留水に溶解させて作製した。
- Cross-linkage solution にシリンジを用いて、matrix solution を 1 滴ずつ添加し、マグネチックスターラーを用いて攪拌した。その後、形成されたゲルビーズを一晩放置した。
- 最後に、ゲルビーズを 1M 硫酸ナトリウム溶液に移して安定化させ、使用するまで保存した。

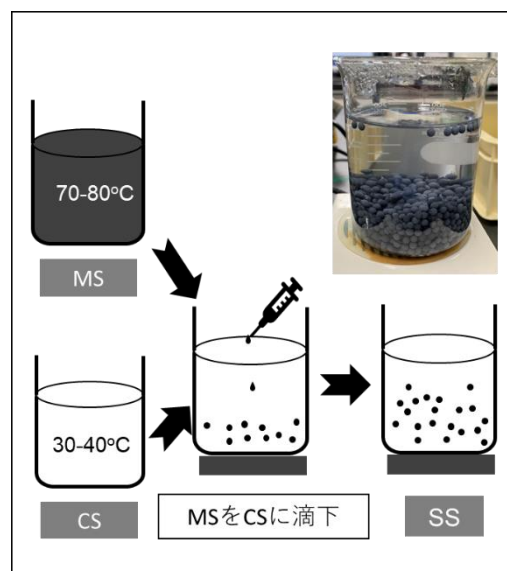


図 1 PVA/Fe/starch ゲルビーズの手順

表 1 バッチ実験の条件

実験条件	バイアル瓶			
	1	2	3	4
温度(°C)			30	
模擬染色廃水(ml)			400	
汚泥 (ml)			60	
ゲルビーズ (g)	0	10	10	10
ゲルビーズ中 デンプンの濃度(%)	-	0.25	0.5	1

表 2 各 Phase での模擬アゾ染色廃水の組成

	Phase				
	1	2	3	4	5
期間(days)	11	11	10	11	10
S-COD(mg.L ⁻¹)	165	160	160	210	240
Reactive Black 5 (mg.L ⁻¹)	50	30	100	200	200

キーワード 染色廃水, 嫌気性処理, 脱色, PVA/Fe/starch ゲルビーズ

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境研究室 TEL 0258-47-1611-6646

2.2. バッチ実験

表1にバッチ実験条件, 表2に各Phaseでの模擬アゾ染色廃水の組成を示す. 本実験は, 500 mlのバイアル瓶に異なる濃度のデンプン(0.25, 0.5, と1%)を含む10gゲルビーズ(比較対照にゲルビーズがを添加しないバイアル瓶)を用いてバッチ実験を行った. また, バイアル瓶に60ml嫌気性汚泥と400ml模擬アゾ染色廃水を投入した. 種汚泥は産業廃水を処理するUASBリアクターから採取した汚泥を使用した. 模擬アゾ染色廃水は, アゾ染料(Reactive Black 5)と有機物(水溶性デンプン)の濃度を表2のように5段階的に変化させた. 各実験は全体で53日間, 30°Cで行い, 各phase開始時に, 表2の濃度に調整した模擬アゾ染色廃水を添加した.

3. 実験結果と考察

図2, 3にS-CODと色度の経時変化を示す. Phase1では, すべてのバイアル瓶でS-COD濃度の増加がみられた. この原因は, アゾ染料の毒性による微生物が死滅し溶菌したためと考えられる. Phase2では, 流入水のS-CODとアゾ染料の濃度を, 160と30 mg.L⁻¹としたところ, 全てのバイアル瓶で70%以上のS-COD除去率を達成した. ただし, 4つのバイアル瓶で大きな処理能力の違いは明らかではなかった. そのため, Phase4と5では, 流入水のS-CODとアゾ染料はそれぞれ210~240 mg.L⁻¹と200 mg.L⁻¹とした. 実験開始53日目のPVA/Fe/starchゲルビーズ(0.25, 0.5及び1%デンプン)含むバイアル瓶でのS-COD除去率と脱色率はそれぞれ53%, 62%と49%及び82%, 93%と79%であった(比較対照は47%と73%). そのため, PVA/Fe/starchゲルビーズを添加することによってS-COD除去率と脱色率は向上した. また, 0.5%のデンプンを含むゲルビーズは最も良好な処理性能を示した. 0.5%のデンプンを含むゲルビーズでは, ゲルビーズ中のデンプンの溶出が遅く, ゲルビーズ内の微生物の移動を促進することで, より良好な嫌気性処理を行ったと考えられる.

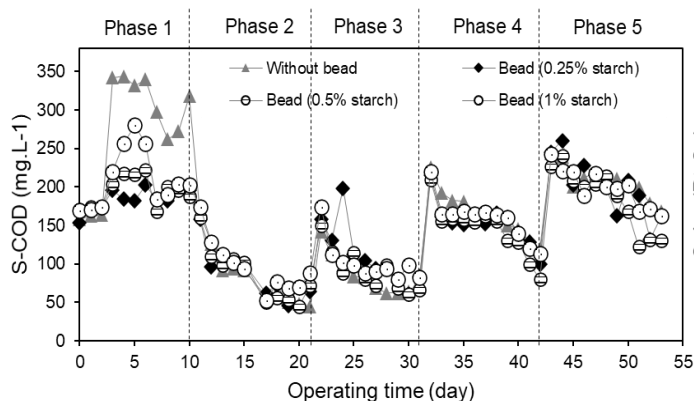


図2 バッチ実験でS-CODの経日変化

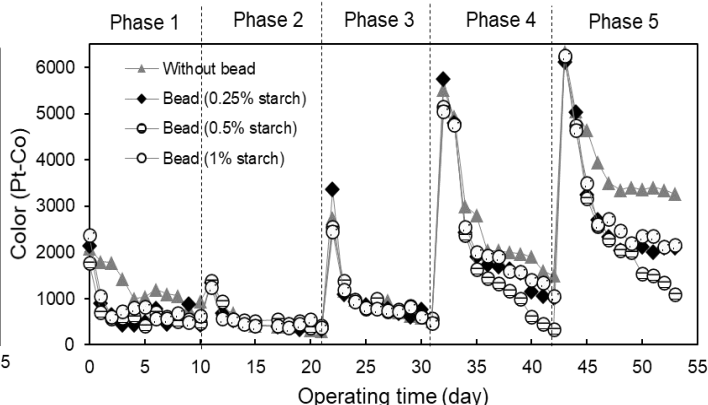


図3 バッチ実験で色度の経日変化

4. 結論

本研究では嫌気性条件下でPVA/Fe/starchゲルビーズを添加することで, 染色廃水のS-COD除去と脱色が向上した. また, 0.5%のデンプンを含むPVA/Fe/starchゲルビーズは最も良好な処理性能を示した. 今後は, 0.5%のデンプンを含むPVA/Fe/starchゲルビーズをUASBリアクターに投入し, 連続処理実験を行う.

謝辞

本研究の一部, は公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の助成を受けて実施しました.

参考文献

1. Nguyen TH et al. Chemosphere 2021;279:130475.
2. Wenjie et al. Bioresource Technology 99, 8400–8405 (2008).
3. Qin et al. Chemosphere 263, 128048 (2021).