

高濃度アンモニアを含有する天然ゴム廃水への Fe_3O_4 添加による影響評価

長岡技大・院 学生員○重野弘行, 正会員 渡利高大,
正会員 幡本将史, 正会員 山口隆司

1. はじめに

東南アジア諸国では天然ゴム産業が主要な農業産業の1つであるが¹⁾, 製造工程で発生する天然ゴム廃水には高濃度のアンモニアや有機物, 残留ゴム粒子が含まれており, 環境汚染の原因となっている. この天然ゴム廃水処理には, 主にコストが安価で, メンテナンスが容易な開放型嫌気性池で行われている. 開放型嫌気性池には, 天然ゴム廃水中に残留するゴムが蓄積し, 清掃しやすい利点があるが, 処理時間が長く, 処理水質も低いことや廃水処理の際に発生するメタンや亜酸化窒素などの温室効果ガスを大気中に放出してしまう欠点がある. そのため, 有機物除去とメタン回収が同時に行える嫌気性プロセス anaerobic baffled reactor (ABR) を用いた処理法で, COD 濃度 7300 mg/L, アンモニア濃度 236 mg-N/L の天然ゴム廃水を水理的滞留時間 (HRT) 2.7 day の条件で行った結果, COD 除去率は 45.0%であった²⁾. そこで, COD 除去率を向上させる方法として, 導電性材料を添加することを検討した. 導電性材料の1つである酸化鉄は嫌気条件で, メタン生成を促進することが広く知られている³⁾. 加えて, 酸化鉄の一種である Fe_3O_4 は比重が 5.17 g/cm^3 と沈降性が良好で, バイリアクターに投入した際に流出しない. また, Fe_3O_4 はプロピオン酸酸化細菌からメタン生成古細菌への DIET での代謝を強化することが報告されている⁴⁾. 他にも, 導電性材料の添加は揮発性脂肪酸 (VFA) の急速な分解を促し, 嫌気性消化中の VFA の蓄積を抑える利点もある³⁾. しかし, 導電性材料が高濃度であるとメタン生成に影響を与える要因となることも報告されている³⁾.

本研究の目的は, 連続処理試験で天然ゴム廃水に高濃度アンモニア含有時でも, 有機物除去性能を向上させることと嫌気性回分試験で高濃度のアンモニアを含む天然ゴム廃水の有機物分解能の促進とアンモニア阻害を回避するために最適な Fe_3O_4 の添加量を調べることである.

2. 実験方法

2.1. 連続処理試験

図-1 に実験装置概要図, 表-1 に実験条件を示す. 実験 1 は ABR を用いた模擬天然ゴム廃水の連続処理試験で, リアクター全容量 10 L, 温度 $30 \text{ }^\circ\text{C}$, pH 7 で行った. 植種汚泥は長岡市中央浄化センターから採取した消化汚泥と豆腐工場の廃水を処理していた UASB から採取したグラニュール汚泥を用いた. 供試廃水は酢酸, プロピオン酸, ラテックス, アンモニア水を添加した模擬天然ゴム廃水を用いた (表-1). また, アルカリ剤として水酸化ナトリウムを添加した.

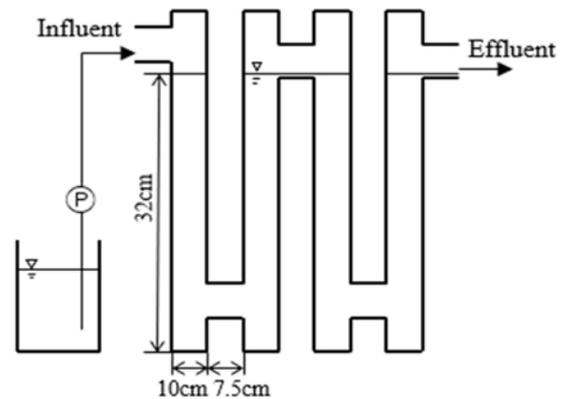


図-1 実験装置概要図

表-1 実験条件

	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	Run6
経日 (day)	1~29	29~84	84~127	127~138	138~176	176~
HRT (hour)	48	48	48	48	24	48
Influent COD (mg/L)	10000	10000	10000	10000	10000	20000
Influent NH_4^+ (mg-N/L)	300	150	300	500	500	500
OLR (g-COD/L·d)	5	5	5	5	10	10

2.2. 嫌気性回分試験

嫌気性回分試験は, 720 mL バイアル瓶に窒素ページを行いながら, 模擬天然ゴム廃水と導電性材料である Fe_3O_4 (0 g/L, 5 g/L, 15 g/L, 20 g/L, 25 g/L), 無機栄養塩を含む培地, 還元剤, 天然ゴム廃水を処理する ABR から採取したグラニュール汚泥を加えた. 供試廃水は酢

キーワード 天然ゴム廃水 アンモニア ABR バイアル試験 嫌気性処理

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-1611

酸、プロピオン酸、ラテックス、アンモニア水を添加した模擬天然ゴム廃水を用いた。

バイアル内は初期 COD 濃度を 6000 mg/L, アンモニア濃度を 1500 mg-N/L とした. 汚泥濃度は 7500 mg-VSS/L とし, pH を 7.0 ± 0.2 に調整し, 35 °C の恒温槽で振とう培養を行った. 分析項目は s-COD, ガス生成量, メタンガス濃度である.

3. 実験結果及び考察

3.1. 連続処理試験

図-2 に溶解性 COD (s-COD) の経日変化を示す. Run2 から COD 除去率が 90% になり, Run3 と Run4 でアンモニア濃度を 300 mg-N/L と 500 mg-N/L に上げたが, COD 除去率は 90% を超えていた. そのため, 既往の ABR よりも高い除去性能を示した²⁾. Run5 では HRT を 24 hour に短縮し, 有機物負荷率 (OLR) を 10 g-COD / L・d に変更したところ, COD 除去率が徐々に低下するとともに, ゴムの凝固が ABR 槽内に確認された.

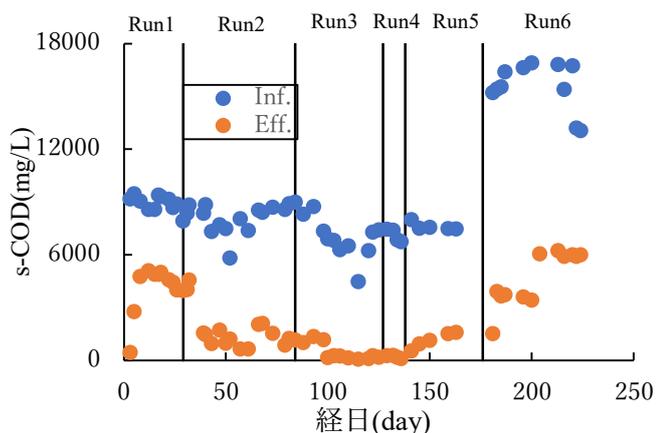


図-2 s-COD の経日変化

3.2. 嫌気性回分試験

図-3 に経日変化ごとの各添加量の s-COD 値を示す. Fe_3O_4 添加量 0 g/L の s-COD 濃度は 3 日目から変化が少なく, 培養 18 日目に減少した. 結果, アンモニア濃度 1500 mg-N/L アンモニア阻害は起きないが, 適応までに長い時間を要することが確認された. Fe_3O_4 20 g/L と 25 g/L は培養 18 日目で COD 除去率が 86% である. よって, 天然ゴム廃水においても Fe_3O_4 の添加はプロピオン酸の分解促進や VFA の蓄積を抑えることが示唆された.

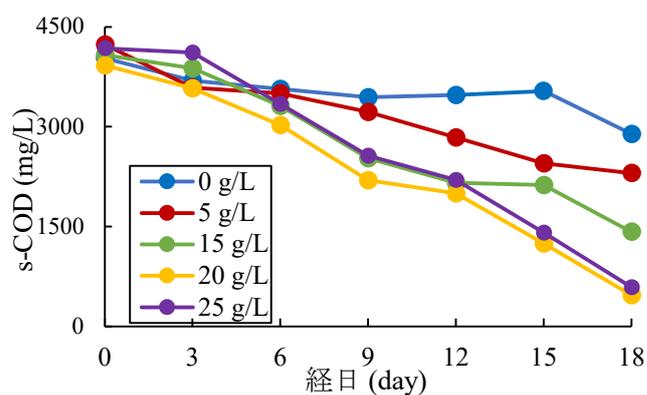


図-3 経日変化ごとの各添加量の COD 値

4. まとめと今後の予定

- 嫌気性回分試験の培養 18 日目の COD 除去率は Fe_3O_4 0 g/L のとき 28.3% で, 20 g/L と 25 g/L は 88.1% と 85.9% であった. 結果, Fe_3O_4 添加によって COD 除去率の向上が確認された.
- COD 濃度 6000 mg/L, アンモニア濃度 1500 mg-N/L の天然ゴム廃水に対し Fe_3O_4 は 20 g/L と 25 g/L の添加量が COD 除去から適していることが示唆された.
- 今後はアンモニア濃度を上昇させた ABR に導電性材料添加を添加し, 有機物除去性能向上効果について検証を行う.

謝辞

本研究は, JST 持続可能開発目標達成支援事業「持続可能な天然ゴムエコシステムの社会実装拡大に向けた技術開発と新産業の創出」の一環で行いました.

参考文献

- 1) D.Tanikawa et al, J. Water Process. Eng. , 33, 101041 (2020).
- 2) D.Tanikawa et al, Process Saf Environ Prot, 138, P256-262 (2020).
- 3) Q.Yin et al, Bioresour. Technol. , 317, 123977, (2020).
- 4) C.Cruz Viggli et al, Environ. Sci. Technol. , 5016789 , (2014).