

亜ヒ酸汚染水の生物学的酸化処理に関する研究

岩手大学 学生会員 ○三浦洵一 下川卓思
岩手大学 正会員 伊藤 歩 相澤治郎 海田輝之

1. はじめに

ヒ素による地下水汚染が西ベンガルなど東アジアで問題となっている¹⁾。中性付近で亜ヒ酸として存在するヒ素は共沈や吸着の効率が低い²⁾ため、酸化剤によりヒ素に酸化してから除去されている。

本研究では活性汚泥から分離した亜ヒ酸酸化細菌を担体に保持し、連続反応槽において亜ヒ酸の生物学的酸化に及ぼす滞留時間の影響について検討を行った。

2. 実験材料及び実験方法

本実験では亜ヒ酸酸化細菌の固定化担体として、(株)クラレのクラゲールを用いた。図-1に担体の画像を示す。クラゲールはPVA製で直径約4mm、比重約1.025、1個の体積は約50 μ Lであり、20 μ m前後の孔径が中心部まで全通している。

装置の概略を図-2に示す。反応槽として内径が40mm、長さが1mの円柱状アクリルパイプを用い、底部から2.5L/minで曝気を行い、担体の流動状態を保った。また、反応槽の実容積は約1Lであり、担体が占める容積を約30mLとした。

細菌の接種源として活性汚泥から分離した亜ヒ酸酸化細菌の継代培養液を用いた。

担体に細菌をある程度固定させてから実験を行うため、連続運転の前に回分培養を行った。この回分培養は、初期の亜ヒ酸濃度を100mg/Lとして1回、その後10mg/Lに低下させて2回行った。

亜ヒ酸汚染水はWeegerらの培地成分³⁾のうち有機炭素源である乳酸ナトリウムを除いたものを100倍に希釈した溶液とした(MgSO₄·7H₂O: 20, NH₄Cl: 10, Na₂SO₄: 10, K₂HPO₄: 0.1, CaCl₂·2H₂O: 0.6, FeSO₄·7H₂O: 0.039, NaHCO₃: 8, NaAsO₂: 1.733(単位: mg/L))。作成時の亜ヒ酸濃度は1mg/Lであり、pHを7に調整した。

実験は25°Cに保たれた恒温室で行い、滞留時間を12, 6, 3, 1, 0.5時間と変化させた。

送液には滞留時間が12時間から1時間までは微量定量ポンプ(IWAKI, PST-100N)、滞留時間0.5時間では定量ポンプ(TACMINA, CS II-100-VTCF-HW)を用いた。送液は反応槽下部から行い、抜き取りは反応槽上部の定水位から

行った。

分析のための試料は、流入水は亜ヒ酸汚染水の貯留タンク内から、流出水は反応槽内から直接採取し、0.45 μ mのメンブレンフィルターでろ過したものについてHPLC-ICP/MS法で亜ヒ酸とヒ酸の測定を行った。

反応槽内の細菌数を把握するため、細菌の計数にはトーマ氏血球計数板と生物顕微鏡を用いた。担体については、1~2.5mLの蒸留水中で担体をガラス棒で50回押しつぶし、水中に懸濁させた細菌数を計数した。

3. 実験結果及び考察

図-3に流入水の形態別ヒ素濃度の経時変化を示す。なお、図中の破線は滞留時間を変化させた時点を示している。流入水はほとんどが亜ヒ酸であるが、一部亜ヒ酸濃度が低下してヒ酸濃度が増加したのは、貯留タンク内に亜ヒ酸酸化細菌が混入して亜ヒ酸を酸化したためと考えられたため、タンク内を塩酸で定期的に洗浄した後はヒ酸濃度の増加はほとんどみられなかった。

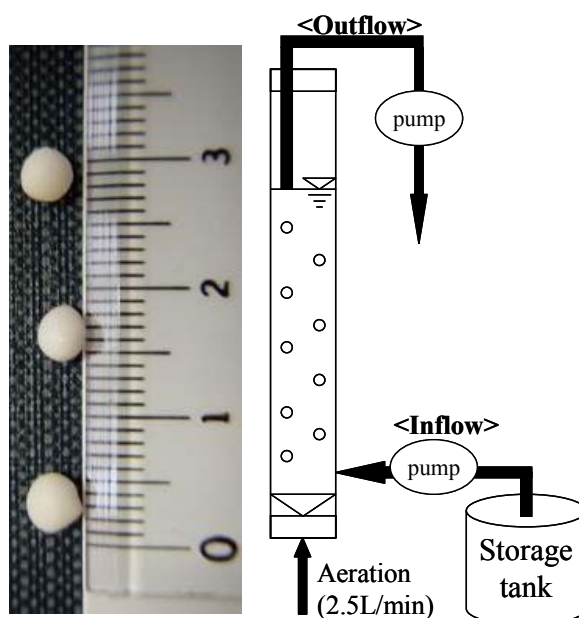


図-1 担体の画像

図-2 装置の概略

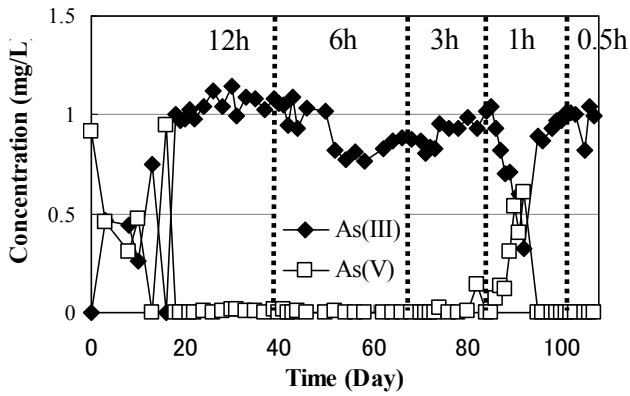


図-3 流入水の形態別ヒ素濃度の経時変化

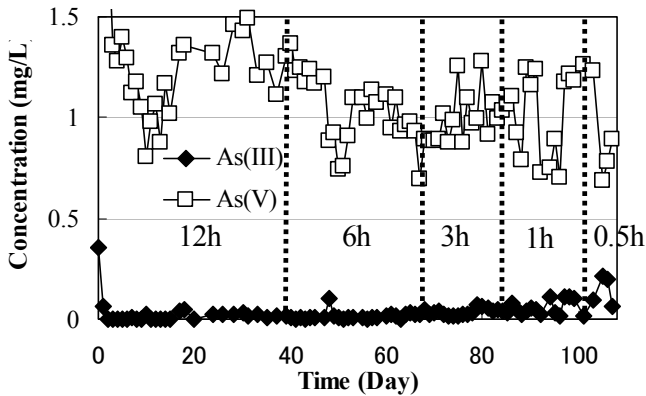


図-4 反応槽内の形態別ヒ素濃度の経時変化

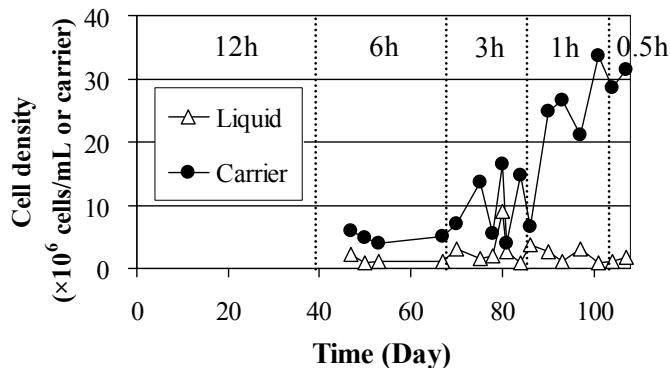


図-5 担体及び液相の細菌数の経時変化

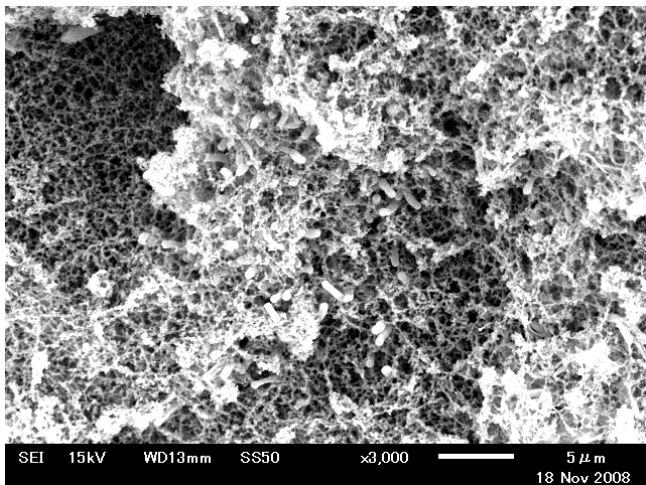


図-6 担体内部の SEM 画像 (実験開始後 44 日目)

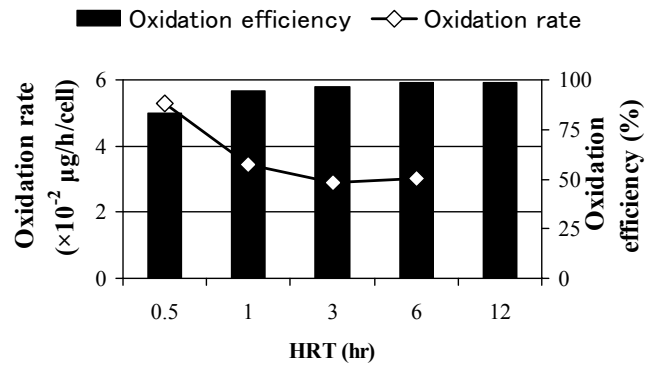


図-7 滞留時間毎の亜ヒ酸の平均酸化率と平均酸化速度

図-4 に反応槽内の形態別ヒ素濃度の経時変化を示す。ヒ酸濃度が 1mg/L 前後検出されており、流入水中の亜ヒ酸の大部分がヒ酸に酸化されていることがわかる。

図-5 に担体及び液相の細菌数の経時変化を示す。細菌数は、実験開始後 47 日目以降しかデータがないが、滞留時間 0.5 時間では担体内部の細菌数は液相に比べ約 10 倍多かった。

図-6 に実験開始後 44 日目の担体内部の走査電子顕微鏡による画像を示す。担体の内部の空隙に細菌が生息している。また、画像は示さないが表面にも細菌が生息していた。

図-7 に滞留時間毎の亜ヒ酸の平均酸化率と平均酸化速度を示す。滞留時間が短くなるにつれて酸化率は低くなっており、滞留時間 0.5 時間では 83% に減少している。しかしながら、滞留時間 1 時間以上では 90% 以上となっており、亜ヒ酸のほとんどをヒ酸に酸化できることがわかる。酸化速度は滞留時間 6, 3 時間においてほぼ同程度であり 1~0.5 時間と短くなるにつれて酸化速度が増えていた。

4. まとめ

亜ヒ酸酸化細菌を担体に固定化して亜ヒ酸の連続酸化実験を行った。その結果、亜ヒ酸濃度が 1mg/L までであれば、滞留時間が 1 時間で 90% 以上の亜ヒ酸を連続的にヒ酸へ酸化処理可能なことがわかった。

参考文献

- 1) 日本地質学会環境地質研究委員会編, 砒素をめぐる環境問題, pp.146-153, 1998.
- 2) Bissen M, and Frimmel F. H., Arsenic-a Review, Part I : Occurrence, Toxicity, Speciation, Mobility, *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, Vol.31, No.1, pp.9-18, 2003.
- 3) Weeger W, Lièvre D, Perret M, Lagarde F, Hubert J-C, Leroy M, Lett M-C. Oxidation of arsenite to arsenate by a bacterium isolated from an aquatic environment, *BioMetals*, Vol.12, pp.141-149, 1999.