

微生物を利用したメコンデルタのヒ素汚染水浄化技術の開発

東北学院大学	工学部	学生会員	高橋	森里
東北学院大学	工学部	非会員	石井	啓介
東北学院大学	工学部	正会員	宮内	啓介
東北学院大学	工学部	フェロー会員	遠藤	銀朗

1. 序論

ヒマラヤ山脈の南部及び南東部に位置する南アジア地域や東南アジア地域の大河デルタ地帯では、深刻な地下水のヒ素汚染問題が存在し、ヒ素中毒の発生が懸念されることから地下水の利用が制限されている。これらの地域においては地下水のヒ素汚染が経済格差や貧困問題の原因となっており、このような環境問題を解決することが重要な課題となっている。アジア地域でのヒ素汚染地下水中のヒ素は、主として溶解性の高い亜ヒ酸イオンとして存在している。そのため、亜ヒ酸イオンを鉱物等に結合しやすいヒ酸イオンに酸化した後、金属水酸化物などと共沈させることで除去することが効果的と考えられる。本研究では、微生物付着担体としてコークスをろ材とする散水ろ床型装置を用い、亜ヒ酸をヒ酸に酸化する亜ヒ酸酸化細菌をろ材表面に集積培養すると同時に第一鉄イオンを第二鉄イオンに酸化しヒ酸と第二鉄が結合し、共沈・除去を目的とする。

2. 材料と実験方法

2-1 コークス散水ろ床リアクター

実験には、亜ヒ酸イオンと第一鉄イオンをコークスろ床で同時に酸化する方式のリアクター（図1）と亜ヒ酸イオンのみをコークスろ床で酸化し、第二鉄イオンを添加する方式のリアクター（図2）の2種類のリアクターを使った。

リアクター直径は26 mm、高さは75mmとした。リアクターカラムの中には、ふるい目 4.26~9.50 mm のコークスをろ材として、かさ容積 40mL を

充填した。鉄供給液の濃度は、第一鉄供給液・第二鉄供給液ともに 90mg/L とした。供給液等の流量は 400mL/day とした。

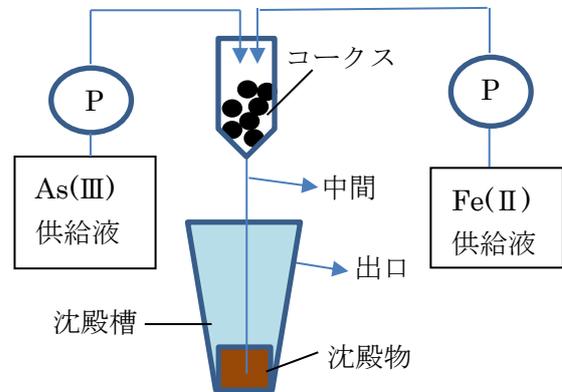


図1 散水ろ床型実験装置
(As(III)供給液と Fe(II)溶液の同時入れ)

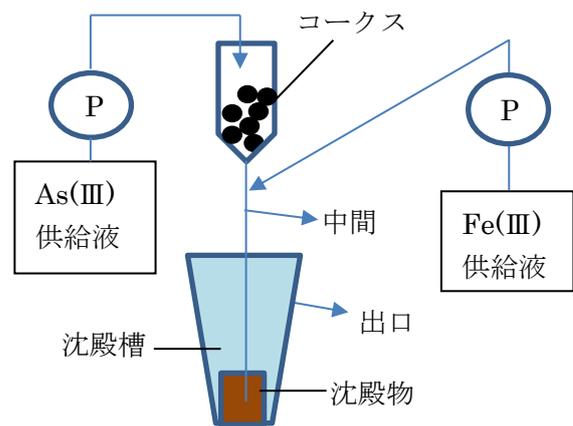


図2 散水ろ床型実験リアクター
(Fe(III)溶液の後入れ)

キーワード：ヒ素，ヒ素汚染浄化，亜ヒ酸酸化細菌，コークス，メコンデルタ

連絡先：〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学工学部 宮内啓介研究室

TEL：022-368-7445 FAX：022-368-7070

2-2 供給液の組成

実験に用いた供給液の組成を表1に示す。
各実験 Phase における初期亜ヒ酸態ヒ素濃度を表2に示す。

表1 供給液の組成

供給液 Reactor	亜ヒ酸供給液	鉄供給液
Reactor 1 (図1)	・ 亜ヒ酸イオン ・ M9 培地×1/1000	・ 第一鉄イオン (同時入れ)
Reactor 2 (図2)	希釈 ・ NaHCO ₃ 0.678g/L ・ NH ₄ Cl 7.462mg/L	・ 第二鉄イオン (後入れ)

表2 初期亜ヒ酸態ヒ素濃度

Phase1	Phase2	Phase3
800μg/L	1200μg/L	1600μg/L

2-3 実験方法

- 1) リアクターを2つ準備し、流出水(中間・出口)を3~4日に1回サンプリングする。
- 2) 中間、出口のサンプルをいずれも MilliQ 水で50倍に希釈する。
- 3) ヒ酸吸着カラムを使いヒ酸イオンを除去し、亜ヒ酸態ヒ素分析試料とした。
- 4) ヒ素濃度の測定にはゼーマン型フレームレス原子吸光分光光度計を用い、全ヒ素濃度と亜ヒ酸態ヒ素濃度を測定する。

3. 実験結果

リアクターに亜ヒ酸を流して、3~4日ごとに中間と出口でサンプリングして、全ヒ素濃度と亜ヒ酸態ヒ素濃度を測定した。亜ヒ酸は最初に、800μg/L 流して、ヒ素がほぼ除去されたら1200μg/L、1600μg/L と濃度を増やして実験を行った。

出口での亜ヒ酸態ヒ素濃度の経時変化を図3に示す。2種類のリアクターともに Phase3 においても、亜ヒ酸態ヒ素濃度が 50μg/L を下回った。このことから、コークスろ材中の細菌によって亜ヒ酸がヒ酸に酸化されていることが強く示唆された。

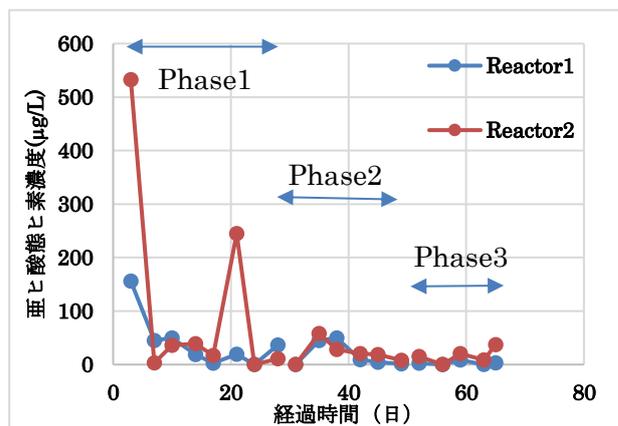


図3 亜ヒ酸態ヒ素濃度の経時変化(出口)

出口での全ヒ素濃度の経時変化を図4に示す。Reactor2 の60日以降で濃度の上昇がみられたが Phase3 においても、50μg/L を下回るまでにヒ素を除去できた。このことから、ヒ酸が第二鉄と結合し、沈殿・除去されていることが強く示唆された。

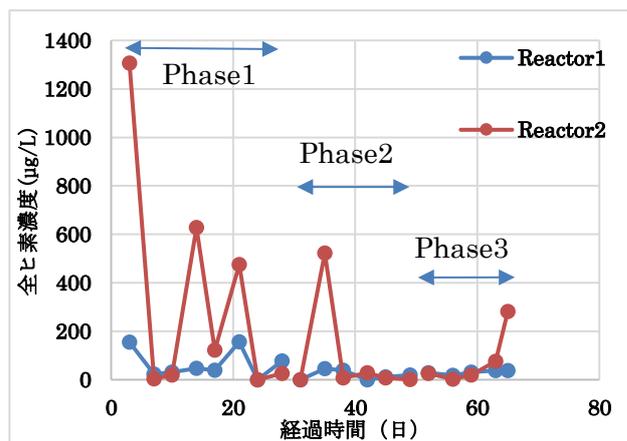


図4 全ヒ素濃度の経時変化(出口)

4. まとめ

本研究で得られた結果より、対象としている地域(カンボジアやバングラデシュなどの国々)でのヒ素の環境基準(50μg/L)を満たす結果となった。このことから、コークス散水ろ床を用いて亜ヒ酸イオンと第一鉄イオンを同時に酸化し、後段に沈殿槽を設けてヒ素を共沈・除去する方法は、技術的に成立すると考えられる。