

地下水ヒ素汚染問題を解決するための、生物学的ヒ素除去技術に関する基礎的研究

東北学院大学 工学部 学生会員 本庄 勇葵

東北学院大学 工学部 非会員 上明戸 京

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。したがって、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に、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して活用することについて検討した。

2. 材料と実験方法

2-1 コークス散水ろ床リアクター

亜ヒ酸酸化細菌を集積培養するための還流式散水ろ床型実験リアクターの構成を図 1 に示す。リアクター直径は 65 mm、ろ材の高さは 80mm とした。還流のための循環装置は三角フラスコと電磁定量ポンプを使用した。リアクターカラムの中にふるい目開 4.26~6.50 mm のコークスをろ材として充填した。栄養塩液等の循環流量は 3000 mL/day として還流式の回分培養を行なった。

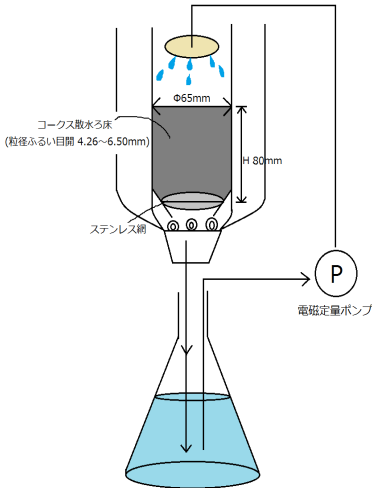


図 1 散水ろ床型実験リアクター

2-2 循環流液の組成

集積培養に用いた循環流液の組成を表 1 に示す。各集積培養における初期亜ヒ酸濃度を表 2 に示す。

表 1 循環流液の組成

| 還流回数             | 1 回                      | 2 回       | 3 回            | 4~6 回 |
|------------------|--------------------------|-----------|----------------|-------|
| Reactor 1        | 1/50 M9 液体培地 (土壌による植菌あり) |           |                |       |
| Reactor 2        | 同上培地 (2 回から土壌による植菌あり)    |           |                |       |
| Reactor 3        | 1 mM Tris                |           | 1/50 M9 (植菌なし) |       |
| Reactor 4 (植菌なし) | 1 mM Tris<br>0.1 mM EDTA | 1 mM Tris | 2 mM Tris      |       |

表 2 初期亜ヒ酸濃度

| 還流 1,2,3 回目 | 還流 4,5,6 回目 |
|-------------|-------------|
| 3000 µg/L   | 4000 µg/L   |

キーワード：ヒ素汚染浄化，地下水，亜ヒ酸酸化

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

## 2-3 実験方法

- 1) Reactor を 4 つ準備し、Reactor1~4 から循環液を 3~4 日に 1 回サンプリングした。蒸発水分は精製水添加により補充した。
- 2) 採取した循環液をろ過して混入した固形物を除去し、全ヒ素分析試料とした。
- 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補正原子吸光分光光度計を用い、全ヒ素と亜ヒ酸態ヒ素の解析を行った。

## 3. 実験結果

### 3-1 ヒ素濃度の変化

散水ろ床型リアクターにコークスを充填し、亜ヒ酸を含む溶液を還流し、加えた亜ヒ酸が全てヒ酸に変換された後に、還流液を新たなものに変えた。得られたヒ素濃度の経時変化を図 2 に示した。

全ヒ素の濃度は還流開始直後から減少した。したがって、微生物学的反応が起こる前に、還流液中の亜ヒ酸イオンの半分程度が一旦散水ろ床担体のコークスに吸着されたと考えられる。その後の還流回でも同様であるが、吸着されたヒ素の溶脱も見られた。

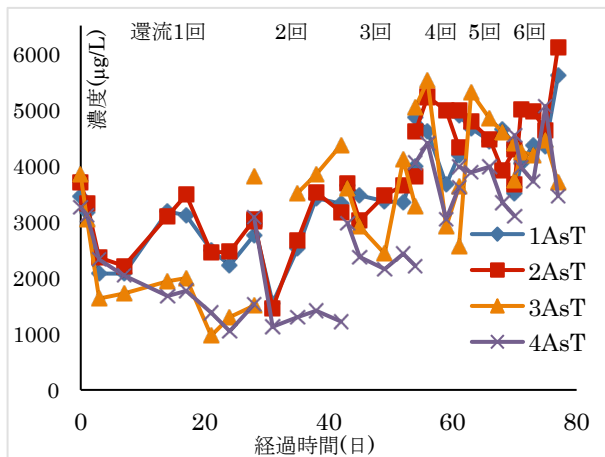


図 2 全ヒ素濃度の経時変化

### 3-2 亜ヒ酸態ヒ素濃度の変化

採取した試料のヒ酸をヒ酸吸着カラムで分離除去して亜ヒ酸態ヒ素を分析した。得られた亜ヒ酸態ヒ素濃度の経時変化を図 3 に示した。還流 1 回目と 2 回目では Reactor1,2 において約 3 日で、3,4,5 回目は全ての Reactor において 2 日で、6 回目は全ての Reactor において 1 日で、亜ヒ酸イオ

ンがヒ酸イオンに全て酸化された。

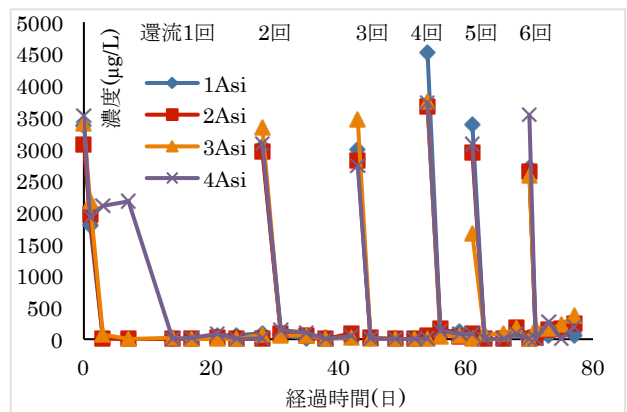


図 3 亜ヒ酸態ヒ素の経時変化

### 3-3 ヒ酸態ヒ素濃度の変化

全ヒ素濃度から亜ヒ酸態ヒ素濃度を差し引いて求めたヒ酸態ヒ素濃度の経時変化を図 4 に示した。一旦コークスろ材に吸着された亜ヒ酸イオンはろ材に集積増殖した亜ヒ酸酸化微生物によってヒ酸イオンに酸化されたと考えられる。また、ヒ酸イオンに酸化されたヒ素はコークス担体から溶脱したと考えられる。

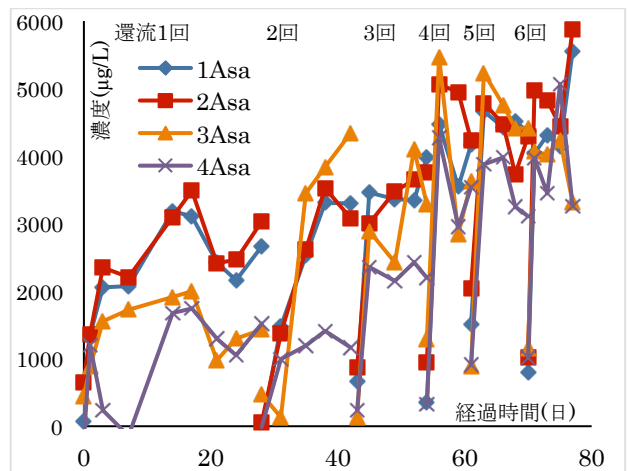


図 4 ヒ酸態ヒ素の経時変化

## 4. まとめ

本研究で得られた結果より、亜ヒ酸含有液で還流することによって、コークスろ床内に亜ヒ酸酸化細菌を集積培養できた。また、一般にヒ酸イオンは亜ヒ酸イオンに比べ鉱物等に吸着し固定されやすいと言われているが、コークスは逆に亜ヒ酸イオンを吸着しヒ酸イオンを溶脱することが知られた。今後は、コークスのこのような性質を利用して経済的な生物学的ヒ素除去プロセスを開発したいと考えている。