

台南市安順地区の水銀汚染の評価と浄化技術に関する研究

東北学院大学 工学部 環境土木工学科	〇学生会員	大和 恭平
〃	学生会員	杉木 宏実
愛媛大学沿岸環境科学研究センター	非会員	簡 梅芳
東北学院大学 工学部 環境建設工学科	正会員	宮内 啓介
〃	フェロー会員	遠藤 銀朗

1. はじめに

重金属の一つである水銀は使用方法や処理方法を誤れば人間や生態系に深刻な影響を与える危険な物質であり、かつて熊本県の水俣湾周辺で水俣病を引き起こした原因物質である。化学工場から排出された高濃度の無機水銀やメチル水銀は、下流の水域に生息する魚介類を経て人体に蓄積され、水俣病等の発生に至った。水銀による環境汚染の影響は人体のみならず土壌や水域等広範囲にわたっており、その環境基準は現在環境省によって厳しく定められている。

近年においては、水銀による環境汚染は水俣病などの公害に代表される「高濃度で局所的な汚染」から「低濃度ではあるが広範囲にわたる汚染」へと変遷している。だが、世界的に見ると未だ高濃度の水銀に汚染されている地域もある。その例として、台湾の台南市安順地区が挙げられる。

台南市安順地区の水銀汚染は、1959年の熊本県の水俣地区と同等、またはそれ以上に深刻であると推定されており、現在、安順地区の水銀等の汚染浄化に向けたプロジェクトが計画されようとしている。本研究では、それに先立って、安順地区の水銀汚染の実態を調査した。また現在、水銀に汚染された土壌・廃水の処理法として物理・化学的処理法が主として用いられているが、これらの処理方法は、各種処理条件の設定や低濃度水銀汚染の浄化能力の問題、大量の化学薬品の添加を必要とする、などの問題が残されている。我々の研究室では、水銀汚染の生物学的処理法の確立を目指し、水銀耐性細菌 *Bacillus megaterium* MB1 の水銀耐性機構とその環境浄化への応用について研究を行ってきた。本研究では、本細菌由来の有機水銀分解酵素遺伝子及び水銀イオン還元酵素遺伝子を利用して分子育種した細菌を用いて、水銀浄化法の開発を試みたので報告したい。

2. 実験材料および実験方法

2-1 水銀濃度の高い土壌サンプルの総水銀量の測定

MerB3 および MerA の各酵素タンパク質の活性を評価するため、 Hg^{2+} に応答してルシフェラーゼタンパク質を発現させるレポータプラスミド pHYRnLux (図 1) を構築したプラスミドを持つ大腸菌に形質転換し、両プラスミドを共存させた菌株を培養。ルシフェラーゼによる発光量を測定することにより分解活性を評価した。また、台南市安順地区の水銀汚染を定量的に評価するためには、フレームレス原子吸光水銀測定装置 MERCURY SP-3D (Nippon Instruments, Tokyo, Japan) を使用した。

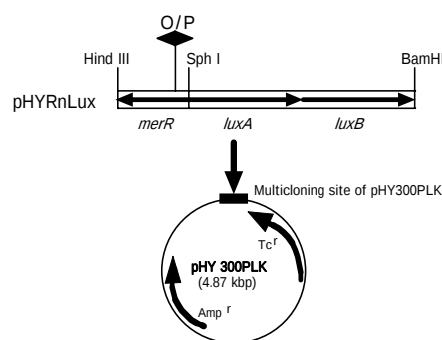


図 1. レポータプラスミド pHYRnLux の構築方法

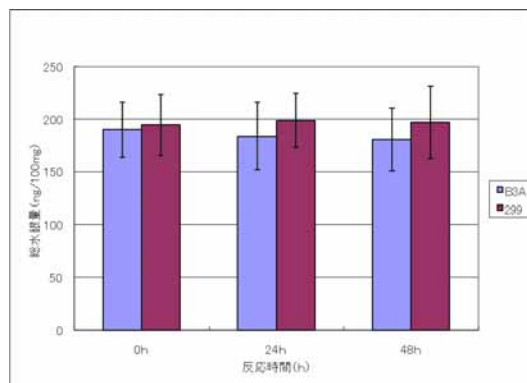
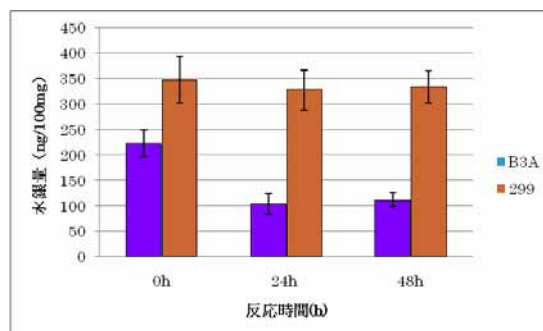
2-2 水銀耐性大腸菌の分子育種および大腸菌固定化ビーズ(B3A)の作製方法とビーズの浄化能力実験

ベクタープラスミド pHSG299 に水銀耐性遺伝子である merA および merB を挿入して作製した水銀除去プラスミド pHSG-B3A (図 2) を形質転換することによって、merB3A 遺伝子を付与した大腸菌を育種した。この育種大腸菌を用いて固定化組換え大腸菌を作製するために、アルギン酸ゲルに固定化して微生物ビーズを得た。この固定化微生物による塩化第二水銀の除去能力の評価を行うため、固定化微生物ビーズと活性炭をカラムに入れたリアクターを作製し、このリアクターを 30 のインキュベーターに設置し、50ng/ml、1000ng/ml の塩化第二

キーワード 水銀汚染

連絡先 遠藤 銀朗(多賀城市中央区 1-13-1) 022(368)7493

The diagram illustrates the multicloning site of the pHSG299 plasmid. The top section shows a linear DNA fragment with various restriction sites: *Xba* I, SD, *merB3*, *Bam* HI, *Xba* I, SD, *merA*, *Sma* I, *Bgl* II, and *Sac* I. The *merB3* and *merA* genes are represented by arrows. The bottom section shows the circular pHSG299 plasmid (2.68 kbp) with a multicloning site containing *Hinc* II, *Xba* I, and *Sac* I sites. The plasmid also features a P_{lac} promoter and a *Km^r* resistance gene.



本研究によって、台南市安順地区の水銀汚染の実態をある程度把握することができた。また、水銀耐性組み換え大腸菌によって、水銀の生物学的浄化が可能であることが知られた。しかしながら、水銀耐性組み換え大腸菌を直接安順地区の汚染土壌に導入しても、水銀浄化の効果は期待できなかった。今後の研究として、安順地区水銀汚染土壌の洗浄法による水銀溶出と、洗浄水中の水銀除去に育種した水銀耐性細菌を用いる方法を組み合わせることについて検討する予定である。