

審査の結果の要旨

氏名 浦 劍

急速な産業の発展を経験した国や現在発展している国では有害金属による汚染が起こっている場合が多い。特に多くの工業拠点を有する中国では全国的に有害金属による汚染問題を抱えていると言っても過言ではない。中国華北地域では雨量が少ないことから一度使用した水をそのまま、または、処理してから灌漑用水として利用する場合が多い。その、再利用される灌漑用水は工場や住宅地などを、開水路で導水され、田畑に供されるので、その途中で多くの汚染物質が流れ込む恐れがある。その様な状況で多くの田畑の土壌が有害な金属で汚染されている状況がある。中国の経済的な状況を考えると、その様な土地を浄化する余裕はなく、そのまま汚染された土壌で作物を作り続ける場合もある。安価で効果的な汚染土壌の浄化方法が求められている。

本研究は上記のような状況を踏まえ、稲の栽培で特に気をつける必要があるカドミウムによる汚染土壌を浄化する方法を開発すべく、新しいファイトレメディエーションの開発に取り組んだものである。ファイトレメディエーションの問題点は汚染土壌からの有害金属の除去速度が極めて遅いことである。本研究ではこの問題を解決するため、カドミウム汚染土壌に微生物から抽出したバイオポリマーを添加して、カドミウムの土壌からの溶出を促進し、同時に植物への取り込みを加速する事を狙い実験的な研究を行った。

植物はシデロフォアに代表されるタンパク質様バイオポリマーを根から分泌し、金属類の取り込みを促進することが知られている。このバイオポリマーはごく低濃度であり、また、人工的にその濃度を増加させるには植物が生産する物では限りがある。そこで、同様の作用を大量生産に向く微生物バイオポリマーで達成するという点がこの研究の要点である。微生物バイオポリマーもカドミウムを効率的かつ強固に吸着することが知られており、また、植物体への金属の取り込みを微生物が産出するバイオポリマーが促進するという報告もあり、本研究を着想するに至った。

以下、博士論文の各章毎の成果を述べる。

第1章と第2章では本研究の背景と目的を示し、さらに、関連する既往の研究に関してのレビューを行い、本研究の新規性、重要性を明らかにした。

第3章では本研究の実験方法や設定条件を詳細に解説した。

第4章では異なった環境で混合培養された活性汚泥由来の微生物からタンパク質様のバイオポリマーを抽出し、それによる金属との吸着実験を行った。培養条件は無選択培地、無選択培地に微量のカドミウムや銅を添加したもの、さ

らに比較のため数種のカドミウムと結合することが知られている化学物質を添加した。その結果、微生物バイオポリマーはカドミウムと短時間で吸着することが確認でき、さらに、吸着実験結果は BET 等温吸着モデル型である事が確認された。

第 5 章では微生物バイオポリマーによる土壌からのカドミウム溶出の促進効果を検証した。その結果、高い濃度 (0.05mM) の EDTA には及ばなかったが、中性 pH 付近でカドミウムの溶出促進効果が認められた。また、溶出効果に及ぼす pH の影響も調べたが、その結果中性 pH 付近で最も効果的にカドミウムを溶出することがわかった。

第 6 章では微生物バイオポリマーが水耕栽培状態に置かれた植物によるカドミウムの取り込みをどのように促進するか、実験的に確認した。この章は前章と同様に本研究では最も重要な章で、ひとつのバイオポリマーが土壌からのカドミウム溶出促進と、溶出されたカドミウムの植物への取り込みの促進を同時に達成可能かを確認している。その結果、第 5 賞の結果を併せて考えると、微生物バイオポリマーは最も優れたカドミウムの取り込み促進効果が見られた。

第 7 章では第 4 章～6 章までの結論をもとに、カドミウム汚染土壌で栽培された植物のカドミウム取り込みに与えるバイオポリマーの影響を実験的に調べた。その結果、バイオポリマーを添加した系で植物への取り込みが最も高い効率で観察され、実用化への可能性を示唆できた。

本博士論文の成果で最も重要な点は土壌からの金属溶出促進と植物体への金属とり込み加速の両方を可能とする微生物由来のバイオポリマーを見出した点であり、今後、このバイオポリマーの同定、大量生産等の発展的研究が見込まれる。まだ、解明しなければならない点も多いが、将来的にはこの考えを応用した経済的で高効率なファイトレメディエーションが実用化されると思われる。

以上のように本博士論文は環境工学において、顕著な貢献がみられ、博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。