

Title	Pseudonocardia sp. N23の1,4-ジオキサン分解特性及び産業排水処理への応用に関する研究
Author(s)	山本, 哲史
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69592
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (山本 哲史)

論文題名

Pseudonocardia sp. N23の1,4-ジオキサン分解特性及び産業排水処理への応用に関する研究

論文内容の要旨

本論文は、環境規制物質である1,4-ジオキサン（DX）を含む産業排水を対象とした効率的な生物学的処理システムの構築を目的として、既往のDX分解菌よりも優れた分解特性を有する菌株を環境中から単離するとともに、その分解特性を詳細に明らかにした上で、既往の排水処理技術では対応できない多様な有機成分を含むDX含有排水に対して有効な生物学的処理システムを確立した一連の研究成果を取りまとめたものであり、緒論、計4章の本論、および総括ならびに結論で構成されている。

緒論では、DXの物理化学的特性やDX含有排水の実態、環境規制の動向等を整理したうえで、本研究の目的と論文の概略を述べている。

第1章では、既存の排水処理技術によるDXの処理性能を整理することにより、実用性・実効性の高い処理技術の確立が求められていることを明示した。また、これまでに分離されたDX分解菌、及びそれらを用いた生物学的処理に関する既往研究を概観することにより、生物学的処理技術の適用可能性と実用技術確立に向けた課題を明らかにした。

第2章では、長年にわたりDXに晒された汚染地下水から分解菌の単離を試みるとともに、単離した菌株の特徴付けを行った。単離されたDX分解菌N23株は、生理学的特性及び系統学的解析により*Pseudonocardia*属に属することが明らかになった。また、DX分解試験及びゲノム解析によって、*Pseudonocardia* sp. N23がDXを単一炭素源として増殖可能な資化菌であり、DXの酸化に関与する*thm*遺伝子群を有していることを示した。

第3章では、第2章にて単離した*Pseudonocardia* sp. N23のDX分解特性を評価した。種々の検討から*Pseudonocardia* sp. N23は、1,4-ジオキサン排水処理に有望な構成型資化菌であり、さらに、既存の構成型資化菌の中で最も高いDX比分解速度を示す効率的な分解菌であることを明らかにした。また、既存の分解菌はpHや温度の環境因子によってDX分解性能が左右されるのに対し、*Pseudonocardia* sp. N23は、広範囲のpH域及び温度域においてDXを分解でき、特に酸性条件下においても高いDX分解活性を維持できることも確認した。さらに、*Pseudonocardia* sp. N23はDX含有排水に共存するとされる環状エーテル物質も分解可能であり、これらの分解がDX分解酵素によって行われている可能性を示唆した。

第4章では、DX含有排水の例として、エチレンオキサイド及びエチレングリコールを製造する化学品製造工場の排水に対して、*Pseudonocardia* sp. N23を用いた排水処理システムの確立を試みた。pH 5.0の酸性条件に制御した連続回分処理を行うことにより、DXだけでなく、排水中に共存する有機成分（環状エーテル物質やエチレングリコール）も分解可能であり、我が国の排水基準値である0.5mg/Lを1ヶ月間安定的に達成できることを示した。本検討から、DXの微生物分解の障害となり得る他の有機成分を含む実排水を対象として、DX含有排水に対する生物学的処理の有効性が初めて示された。

総括ならびに結論では、以上の各章における成果を整理し、本研究において開発した生物学的処理システムが、DX含有排水処理技術における種々の課題に対応できる唯一の技術であると結論付けるとともに、実用化に向けた課題について述べた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (山 本 哲 史)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	池 道彦
	副 査	教授	東海 明宏
	副 査	准教授	井上 大介
論文審査の結果の要旨			
<p>本論文は、1,4-ジオキサンを含む産業排水を対象とした効率的な生物学的処理システムを構築することを目的として行った一連の研究成果を取りまとめたものであり、緒論、計4章の本論、および総括ならびに結論で構成されている。</p> <p>緒論では、本研究の背景となる1,4-ジオキサンの有害物質としての特性、含有排水の排出実態および環境規制の動向等を整理したうえで、研究の目的を明示し、論文構成の概要を述べている。</p> <p>第1章では、1,4-ジオキサン含有排水の処理技術、1,4-ジオキサンの分解菌とそれらを用いた排水処理技術の開発に関する既往研究を概観し、本研究を遂行するうえで参考となる知見を整理している。文献検索から、既存の物理化学的プロセスは現実的な1,4-ジオキサン含有排水処理技術にはなっておらず、より効率的な処理技術の確立が必要なことを述べている。また、近年になって1,4-ジオキサンを分解する微生物が単離され、それらを用いた生物学的排水処理技術の開発が試みられているものの、未だその実用化においては幾つかの課題が残されていることを示し、本研究で取り組む対象であることを明示している。</p> <p>第2章では、排水処理への適用に有望な1,4-ジオキサン分解菌を単離するとともに、単離した分解菌の特徴付けを行っている。検討の結果、汚染地下水を植種とした集積培養系より、1,4-ジオキサンを単一炭素源として資化・増殖できる新規の分解菌 N23 株を単離することに成功し、生理学的特性試験および系統学的解析により <i>Pseudonocardia</i> 属に属することを明らかにしている。また、ドラフトゲノム解析によって、本分解菌が1,4-ジオキサンの酸化・分解に関与する <i>thm</i> 遺伝子群を有することを明らかにしている。</p> <p>第3章では、<i>Pseudonocardia</i> sp. N23 による1,4-ジオキサン分解特性を調べ、排水処理へ適用するうえでの有効性を検証している。種々の検討から、N23 は構成的に1,4-ジオキサンを分解して増殖し（構成型資化菌）、既存の構成型資化菌の中で最も高い比1,4-ジオキサン分解速度を示す極めて有望な分解菌であることを明らかにしている。また、既存の分解菌は pH や温度等の環境因子によって分解能が大きく影響を受けるのに対し、N23 はより広範囲の pH、および温度域において高い1,4-ジオキサン分解能を維持できることを認めている。さらに、N23 は、1,4-ジオキサン含有排水中に共存することが多い環状エーテル物質も分解できることを明らかにし、その分解が1,4-ジオキサン分解酵素によって触媒されているものと推測している。</p> <p>第4章では、典型的な1,4-ジオキサン含有排水として、エチレンオキサイド/エチレングリコールを製造する化成品製造工場の排水を対象として、<i>Pseudonocardia</i> sp. N23 を用いた排水処理システムの構築を試みている。N23 が自己凝集し沈降する特性を利用し、対象排水に N23 を直接接種し、排水の流入、曝気処理、菌体の沈降分離、処理水の排出を繰り返す連続回分モードにて処理を行うことで、排水中に含まれる1,4-ジオキサン、エチレングリコール、および多様な環状エーテル物質の全てを効率的に分解・除去できることを明らかにしている。また、pH を5程度に維持することにより、他の微生物によるコンタミネーションによる処理の悪化を防止し、長期間安定して、我が国の排水基準値である 0.5mg/L をクリアする良好な処理が可能であることを実証し、1,4-ジオキサン含有排水に対する生物</p>			

学的処理の有効性を初めて明確に示している。

総括ならびに結論では、以上の各章における成果を整理し、本研究において開発した生物学的 1,4-ジオキサン含有排水処理技術が、既存処理技術の有する種々の課題を解決し得る有望なオプションとなることを結論付けるとともに、その実用化に向けた今後の開発課題について整理している。

以上のように、本論文は、環境工学、特に有効な 1,4-ジオキサン含有排水の処理技術の確立に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。