

論文審査の結果の要旨

氏名 高 娃

本論文は、「磁化活性汚泥法の特徴を生かした難生分解性有機排水処理プロセスの創成」と題し、難生分解性有機排水の簡便で効果的な処理法の構築を磁気分離の活用により目指したものである。ベンチスケール実験装置を用いた長期的な連続水処理試験を行ない、その有用性や課題について検討し、家畜用抗生剤の生分解処理では、新たな水処理プロセスとして実用化への発展が期待できる良好な研究成果を得ている。

水の浄化技術はSDGsの「安全な水とトイレを世界中に」に直接寄与するだけでなく、「海の豊さ」「陸の豊さ」「作る責任、使う責任」など他のゴールにも関係する基盤技術といえる。本研究は、磁気分離できる微生物群による簡便な浄化処理(磁化活性汚泥法)により、水処理分野で課題となっている難生分解性物質を含む排水の簡便で効果的な水処理法を提案することを目的としている。2種類の排水処理が検討されており、前半は家畜用抗生剤を含む酪農排水、後半は1,4-ジオキササンを含む工場排水を模した模擬排水が用いられた。前半は申請者の出身地が中国の酪農州であり、栃木県も北海道に次ぐ酪農県であることから、本学博士後期課程に在学時に主体的に選んだテーマである。

本研究において得られた主な成果は次のようにまとめることができる。

- 1) 本研究は、磁気分離によりプロセス内に微生物を長く保持し続けられるため、浄化処理の難しい排水に対して微生物の馴致が進み、処理に必要な微生物群が自然に構成されると着想し、難生分解性排水への適用を試みた。特殊な分解菌を添加してもプロセス内で生存できなければ定期的に追加する必要がある。本プロセスは自然発生的な微生物群を利用するため、特別な管理が不要で、施設管理の手間やコストをできるだけ軽減したい畜産排水や工場排水の現場で役立つ技術となると期待できる。
- 2) 上記の着想を実現させるには、難生分解性物質を分解できる微生物が自然と増殖し、磁気分離で反応槽中に保持される必要がある。家畜用抗生剤を含む模擬排水の処理では、磁化活性汚泥の反応槽から採取した汚泥(微生物群)が同濃度の抗生剤中で増殖することが確かめられた。一方、通常の活性汚泥は同条件では増殖しなかった。これらの結果から、抗生剤の影響を受けず増殖できる微生物が自然発生し、反応槽中に保持できることが確かめられた。
- 3) 抗生剤を含む廃棄乳模擬排水を9カ月連続処理して、抗生剤を94%、他の有機物も97%分解できた。処理水は一般排水基準を達成し、水処理法として良好な性能を示した。本プロセスの水処理法としての実用技術への発展の可能性が認められる。本章の成果は国際会議で発表され、データを追加して2021年11月に査読付英文誌に掲載された。

4) 後半の1,4-ジオキサンを含む排水の磁化活性汚泥法による処理の検討では、資化菌の自然発生が難しいことが示された。一方で、テトラヒドロフランを添加する共代謝を利用した1,4-ジオキサンの生分解処理は磁化活性汚泥法でも応用可能であることが示された。1,4-ジオキサン分解菌の探索は現在も継続されており、研究室における先導的な研究となっている。

本論文については、令和4年2月9日にオンラインで、審査委員全員と関連分野の研究者の出席のもとに公聴会が開催され、研究成果の発表と質疑応答が行なわれた。公聴会終了後に学位審査委員会を開催し、本論文の内容について詳細に検討した。その結果、本研究により新たな知見が得られたことが認められた。さらに本研究は工学的価値が高く、研究の独創性および研究内容の学術的レベルにおいて優れていると判断した。よって、本論文を博士(工学)の学位論文に値するものと認める。