

論文審査の結果の要旨

氏名 市橋 修

下廃水の処理のために用いられている微生物が形成する生態系は、未だ科学の光が十分に届いていない、未知の世界である。そこに存在する多くの微生物は分離が不可能または非常に困難であり、古典的な微生物学の手法を適用しにくかった。20世紀末によくやく、DNA分子に着目して微生物群集構造を解析する手法、いわゆる分子生物学的な手法が普及し、この微生物生態系の種構成を把握することが可能となってきた。そこで、分子生物学的手法を用いた下廃水処理系の微生物群集解析に関する研究が非常に盛んに行われている。しかし、現時点では種構成を調べることができるようになっただけであるということもできる。下廃水処理系の微生物群集構造を制御し、廃水処理プロセスの性能を最大限に引き出すためには、微生物種間の競合関係を理解する必要がある。そのために必要な視点が、現在の研究の潮流から欠落しているように思えてならない。

本論文で著者が検討した活性汚泥微生物間のアレロパシー作用は、まさしく、今日の下廃水処理微生物群集の解析において欠落している視点の一つであろう。アレロパシーとは化学物質を介した生物間の相互作用であり、特に農学の分野ではそのような現象が広く知られている。細菌についても抗生物質を生産するものが存在することから推測できるように、アレロパシーが存在してもおかしくない。しかし、細菌を中心とする微生物が高密度に共存する活性汚泥系については、アレロパシーの影響は今まで全く検討されたことがない。関連する研究がほぼ皆無な中、著者は本論文において、処理性能の異なる2系列の活性汚泥プロセスを運転し、一方の活性汚泥の上澄を他方の上澄に交換することにより、活性汚泥の上澄中に活性汚泥中の微生物に由来し、代謝を促進あるいは阻害する化学物質が存在すること、すなわちアレロパシー物質が存在することを示した。

本論文では第1章において、研究の背景と目的を述べ、また、第2章において、関連する知見をレビューしている。

第3章において、実験方法および統計的検定の方法が述べられている。2つの栄養塩除去活性汚泥プロセスを人工下水を用いて運転し、これらの汚泥と上澄を用いて、「上澄交換実験」「誤差確認実験」「オゾン回分実験」の3通りの実験を行った。2つの栄養塩除去活性汚泥プロセスは、一方は良好なリン除去を行うよう維持し、他方は、リン除去が悪化した状態で維持するようにした。上澄交換実験では、上澄をリン除去の悪化した方の上澄に交換した系を交換系、交換しない系を対象系として、それぞ

れの系のリン除去に関する代謝速度、および、硝化の速度を測定した。誤差確認実験は上澄交換実験とほぼ同様に行つたが、代謝速度の測定誤差を調べるために、上澄の交換はせずに同一の条件で繰り返し回分実験を行つた。「オゾン回分実験」では、オゾン処理により上澄中の有機成分が分解される可能性があると考えて、良好なリン除去を行う汚泥にオゾン処理した上澄またはオゾン処理しない上澄を加えて回分実験を行つた。また、統計的検定として、対応のある t 検定、一元配置分散分析法による代謝速度の測定値の変動係数の推定とそれに基づく検定、および対応のない t 検定を用いた。

実験の結果は第4章に述べられており、上澄を交換すると代謝速度に影響が生じること、およびそれが統計的に見ても有為であることを示した。ほぼ1年間にわたり、5つの活性汚泥の組み合わせについて、上澄交換実験を行つた。上澄をオゾン処理することにより、代謝速度が有為に変化する場合があることも示した。統計的検定のためには、3章で述べられている三つの方法が用いられている。

第5章において、上澄を交換することによる代謝速度の変化は、消去法的にではあるが、上澄中に存在する活性汚泥微生物由来の化学物質に起因するものであると論じた。また、上澄をオゾンで処理することにより代謝速度が変化する場合があることも、上澄中の化学物質が代謝速度に影響を与えていていることを示していることの根拠とした。なお、アレロパシー作用はリン除去に関する代謝に関しても、硝化についても観測されたが、常に観測されるものではなく、実験系によっては観測されない場合もあった。

第6章においては、活性汚泥上澄中にアレロパシー物質が存在する場合があることを述べ、今後、アレロパシーが活性汚泥中の微生物群集や処理性能に与える影響について検討する必要があることを述べている。

以上のように、本論文は先駆的な研究テーマに取り組んだものであり、非常に有意義な成果をおさめている。また、本論文は、論文提出者が主体となって分析・検証を行つたものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従つて、博士（環境学）の学位を授与できると認める。