博士論文概要

論文題目

A STUDY OF CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER AND BIOFILMS IN A FLUIDIZED BED BIOREACTOR
（流動層による産業廃水の生物処理における生物処理特性と生物膜特性に関する研究）

申請者

アミ・アミナ・ムティア
Ami Aminah Neutia

応用化学専攻・化学工学研究

1994年11月
今日、環境保護の一環として、水環境における有機物分解性物質の除去や水質の
水質改善をもたらす醗酵分類の除去についてについて考察した。

本研究は、産業廃水及びコールス樹脂を用いた三相流動層による高濃度
フェノールおよびアンモニア酸素含有コールス廃水の生物処理において、高い
生物処理効果を実現するために、フェノールの生物処理およびアンモニア酸素
の酸化過程においては、気象状況と酸素濃度、ガス濃度、温度、流速、風速、および中間環境等の影響を
関心している。実験結果の解析を通じて、生物処理特性の検討を行い、さらに生物処
理およびプラントにおけるスケールの安易なUPWおよび中間環境の影響に関して検討を行ったものである。

また、有機物を源としてエクスターールを使用し、二相流動層により硫酸酸素系の連
続処理を行い、生物処理特性の検討を行った。

本論文は7章より構成されている。以下に各章の概要について述べる。

第1章では、まず、産業廃水との源と特性、特にコールス樹脂とそれに対する廃
水処理について明らかにした。その廃水処理方法の特徴とその用途を、特に流動層の生
物処理特性について分析し、流動層の要因に関し明らかにした。そして、生物処
理およびスケールの影響に関する既往研究を整理するとともに、本研究の意義・目的を
明らかにした。

第2章では、押し出し流れ層の三相流動層型バイオリアクターによるフェノール
廃水の生物処理において生物処理の効率を高めるため、フェノール生消特性に及
ぼす因子の影響、特に気相中酸素濃度の影響について実験的、実験的解析を行っ
た。すなわち、まず三相流動層内の特徴現象に基づき、生物処理の過過程を①気相
より液相への酸素の吸収、②液相より生物膜表面への酸素とフェノール基質の拡散
③生物膜における酸素と基質の拡散、生物反応顕現の三調の過過程を逐次過程と
して、基礎微分方程式を式化しフェノール処理が次反応→酸素消費が1次反応で
あるとして、理論解析を行い、押し出し流れ層の三相流動層型バイオリアクターに
よるフェノール廃水の生物処理特性を理論的に提出した。次に、気相としてO₂
21%, 30%, 40%, 60%, 80%, 100%を使用し、さらに、フェノール濃度、ガス濃度
し、細菌の種類は14種類で空気を使用した場合と酸素を用いた場合とでは、細菌の種類には全く相違がなく、その数の変動がないことが観察された。酸素を使用した場合はNitrobacterを使用した場合と、Nitrosomonasは生物膜の内部まで存在し、Nitrobacterは生物膜表面から内部まで中程度に存在することが観察された。これらの生物膜内の構造観察により、空気を使用した場合はアンモニア処理が嫌気性までにとどまり、酸素を用いる場合は嫌気性まで処理されることを明らかにした。また硝化生物膜を使用し、生物膜厚みの変化に与える気温中酸素濃度、ガス濃度速度、液温速度および液温に及ぼす中酸素速度の影響について検討を行うことにより、生物膜厚みに及ぼす酸素濃度の影響を検討した。生物膜厚みは液温速度やアンモニア濃度の影響により、ガス濃度速度や気温中酸素濃度に大きく影響されることを明らかにした。

第5章では、押し出し流下型の嫌気性二相流動層型バイオリアクターによる亜硝酸窒素の脱窒特性に及ぼす諸因子の影響について第2章、第3章で得られた理論式を活用し理論的・実験的な解析を行った。本実験では二相流動層型およびC/N比を3とし、有機物濃度としてメタンノールを使用して実験を行った。実験結果より、窒素除去を行うため亜硝酸より硝酸酸化を行う方がエネルギー的に有利であることを明らかにした。また、亜硝酸酸化型固定層型バイオリアクターによる亜硝酸窒素の脱窒実験を行った結果、亜硝酸窒素の脱窒は1次反応近似であることが明らかにし、生物処理特性値としてK/N = 0.24m4/dを得た。さらに、装置単位容積当たりの生物処理速度(R1V)は最大37.5kg-N/002-N/m3・dの値が得られ、1.4g/m3以下の低濃度亜硝酸酸化は100%に近い除塩率が得られた。そして、C/Nの比率が十分なときに処理が順調に進むことを明らかにした。

第6章では、押し出し流下型の嫌気性二相流動層型バイオリアクターによる亜硝酸窒素の脱窒における生物膜の構造を明らかにするため、変圧器および透過圧電子顕微鏡を用いて、脱窒窒生物膜の微生物の分布状況を観察した。この結果、2種類の支芽系の微生物が増殖していることが確認された。このうち2種類はメタノール有機物源とした亜硝酸窒素菌であるHyphomicrobiunに類似していることが判った。このことより亜硝酸窒素菌として使用した場合でもHyphomicrobiunに存在しを得ることを明らかにした。また生物膜内にリン酸カルシウムの結晶が存在することを明らかにした。

第7章は、本論文を総括した。

以上、本研究は流動層型バイオリアクターに注目し、生物処理特性に及ぼす気温中酸素の影響・生物処理に及ぼす生物膜の構造の影響・生物膜に及ぼす酸素の影響・二相および二相流動層型の生物処理特性モデルの開発と評価を明らかにしたものであり、本成果が、水環境の保護、とりわけ農業浸水の生物処理の設計や評価のため大きく寄与することを期待するものである。