

京都大学	博士（工学）	氏名	杉山 典
論文題目	畜産排水の複合的処理法の開発		
（論文内容の要旨） 本研究は、有機物やアンモニア性窒素の濃度が高く、排出量や組成の変動も著しい畜産排水の汎用的な処理法の開発を試みたものである。単位処理法として、SSを主体とする成分の除去を目的とした凝集沈殿法、アンモニア濃度を低減するアンモニアストリッピング法、後処理としての窒素とBODを除去するための生物学的処理法を取りあげ、これらを組み合わせた複合的な処理によって汎用性の高い処理法の開発を試みたものであり、7章より構成されている。 第1章は序論であり、畜産排水処理の現状と本研究の背景、位置づけおよび目的について述べるとともに、論文の構成を示している。 第2章では、2つの豚飼養施設の調査を行い、水量・水質の季節変動、水質特性、負荷原単位などの、複合的な畜産排水処理法の開発のための基礎的な知見を提示している。BODは3000mg/L程度でCOD_{Mn}は1900mg/Lであり、生物学的易分解性の有機物含有割合が高いこと、SSの変動が大きく変動範囲を小さくするプロセスの導入が必要であることを示している。また総窒素（TN）は1500mg/L程度であり、そのうちアンモニア性窒素が1200mg/L程度を占めることからアンモニアストリッピング法の導入が有効であることを示している。そしてCOD_{Mn}とTNの比が1.17~1.35であることから、凝集プロセスとアンモニアストリッピング法を組み込み、有機物と窒素の負荷を低減した後に生物学的除去プロセスを導入することが望ましいことを明らかにしている。 第3章では、畜産排水の処理のための凝集沈殿プロセスの開発を試み、適用性と設計操作因子を提示している。豚の糞、尿および養豚排水のECと各種のイオン濃度との関係やゼータ電位の測定結果も含めて検討した結果、ECの把握が重要で、凝集性に及ぼす影響が大きいことを明らかにしている。凝集剤の注入の最適な条件では、SSの除去効果では0.06mg Al/mgSS以上で効果が高く、全リン（TP）や有機物の除去では、Al系凝集剤で5mg/L以上で有効なことも明らかとしている。しかしCOD_{Cr}の除去では200mg/L以下には低減できないことも示している。pH調整剤ではCa(OH)₂が有効でT-COD_{Cr}の除去で有効な濃度は300mg/L程度であるが、EC値が5.0 mS/cm以下になるように希釈処理して分散媒の影響を低減した方が効果的であることを明らかにしている。 第4章では、酪農廃水処理のための凝集沈殿法の開発を試みている。ジャーテストの結果、酪農廃水は廃棄乳の混入があっても、SSやTPは0.20 mgAl/mgSSで効果的に除去できることや、アルカリ剤としての300 mgCa/L以上で有機物の低減も可能であることなどを明らかとしている。これらの結果は、実酪農廃水処理装置の調査でも適用できることを明らかとしている。			

氏 名	杉 山 典
-----	-------

第5章では、凝集沈殿操作後に適用するアンモニアストリッピングの適用性と操作因子の検討を行っている。アンモニアストリッピングによる処理の理論解析を行い、ストリッピング係数とpH、温度、通気条件などの操作因子を関連付け、それに基づき実験結果を解析し実用化を提示している。pHは11.0程度でアルカリ剤として $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いた方が安定して除去できることや、アンモニアストリッピングは凝集沈殿後が適していることなどを明らかにしている。また、pHを12にすると攪拌のみでも8時間処理で87%のアンモニア性窒素の除去が可能なことも見出している。

第6章は、凝集沈殿・アンモニアストリッピングの後に生物学的処理を組み込むことを考え、微生物群集による酸素消費速度試験を中心とした実験的検討を展開している。その結果、凝集沈殿を前処理として行うことで硝化反応やTN除去を促進することができること、アンモニアストリッピングでのNaOHの使用は硝化阻害につながること、BOD等の有機物は十分に除去しうることなどを明らかにしている。そして、以上の結果を基に、畜産排水の汎用的な複合処理とその効果について論じている。

第7章は、結論であり、本研究で得られた成果について要約して示している。

氏 名	杉 山 典
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

本研究は、有機物やアンモニア性窒素の濃度が高く、排出量や組成の変動も著しい畜産排水を対象として、単位処理法として、SS成分の除去を目的とした凝集沈殿法、アンモニア濃度を低減するアンモニアストリッピング法、後処理としての窒素とBODを除去するための生物学的処理法とを組み合わせた複合的な汎用性の高い処理法の開発を試みたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1) 2つの豚飼養施設からの排水の調査から、水量水質特性を明らかとし、生物学的易分解性の有機物含有割合が高いこと、SSの変動が大きく変動範囲を小さくするプロセスの導入が必要であること、また総窒素のうちアンモニア性窒素の占める割合が高くアンモニアストリッピング法の導入が有効であることなど示している。そしてその後に生物学的除去プロセスを導入することが望ましいことを明らかにしている。

2) 凝集沈殿プロセス適用では、ECが凝集性に及ぼす影響が大きいこと、凝集剤の注入の条件では、SSの除去効果では0.06 mgAl/mgSS以上で効果が高く、全リンや有機物の除去では、Al系凝集剤で5mg/L以上で有効なことも明らかとしている。しかしCOD_{Cr}の除去では200mg/L以下には低減できないことも示している。

3) 酪農廃水は廃棄乳の混入があっても、SSやTPは0.20 mgAl/mgSSで効果的に除去できることや、アルカリ剤としてのCa(OH)₂が300 mgCa/L以上で有機物の低減も可能であることなどを明らかとしている。

4) アンモニアストリッピングによる処理の理論解析を行い、操作因子と関連付け、それに基づき実験結果を解析し実用化を提示している。pHは11.0程度でアルカリ剤としてCa(OH)₂を用いた方が安定して除去できること等も明らかにしている。

5) 凝集沈殿・アンモニアストリッピングの後に生物学的処理を組み込んだ複合的処理法について実験的に検討し、適用性や効果に明らかにしている。

以上、本論文は、畜産排水を対象とした複合的な汎用性の高い処理法の開発を試み、プロセス開発と操作因子について考察したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。