

氏名（本籍）	李 立 （ 中国 ）		
学位の種類	博 士（環境学）		
学位記番号	博 甲 第 6957 号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Study on the Pollution Situation of Wastewater from Piggery Farms and the Treatment Feasibility of SMBR and IASBR processes in Jiaxing City (嘉興市における養豚廃水の汚染状況及び SMBR と IASBR プロセスの処理適用性に関する研究)		
主査	筑波大学教授	博士（農学）	張 振亜
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	内海 真生
副査	筑波大学准教授	工学博士	雷 中方
副査	筑波大学准教授	博士（生物工学）	楊 英男

論 文 の 要 旨

中国では、畜産業からの窒素、リン、重金属や抗生物質の環境汚染問題は酷くなる一方である。上海近辺にある人口400万の嘉興市では、養豚の頭数は700万頭を超え、その汚染状況の把握と適切な養豚廃水無害化処理技術の導入が急務となっている。また、中国政府は大型養豚場に対し、嫌気性処理技術の導入を奨励している。本研究は、10の場所における養豚廃水を原料とした大型嫌気性バイオガスプラントを対象にして、嫌気性消化液の水環境に対する汚染負荷やそれによる河川汚染状況を検討し、また、嫌気性消化液の無害化処理に使用したsubmerged membrane bioreactor (MBR)リアクタ及びintermittently aerated sequencing batch reactor (IASBR)リアクタの浄化性能も検討した。それぞれの処理プロセス間での違いや特徴を評価し、汚染物質浄化の最適な処理条件の確定とその性能評価を行い、嘉興市における養豚廃水の安全処理プロセスの確立を提案した。

嫌気性消化液中の6種類の重金属濃度及び10種類の抗生物質濃度について分析をした結果、汚染負荷は季節の変化により大きな変動があり、春には最も高く、夏には最も低い汚染レベルが観察された。COD、アンモニア態窒素、TPの変動はそれぞれ1,008 mg/L から18,479mg/L、205mg/L から2,228mg/L、119mg/L から1,936mg/Lと32.6mg/L から306mg/Lであった。6種類の重金属イオンCu、Zn、Pb、Cd、Ni、Cr及び10種類の抗生物質について分析をした結果、CuとZnは重金属全体の97%を占め、国の環境基準を大幅に超えていること、また、抗生物質の全濃度は10,140ng/Lから1,090,250 ng/Lを変動し、EU水環境基準の10ng/Lを1000倍以上超えていることが始めて示された。さらに、都市部と農村部の河川の抗生物質汚染を分析した結果、抗生物質の全濃度は20.1ng/Lから61.2ng/Lまでを変動した。テトラサイクリンの濃度は95%を占め、その濃度は44.0ng/Lであったのに対し、農村部の河川の抗生物質の全濃度は467ng/L、テトラサイクリンは60%を占め、その濃度は253ng/Lととても高く検出された。

また、MBR法及びIASBR法により、低いC/N比の嫌気性消化液に対して、アンモニア態窒素、重金属、抗生物質の除去におけるそれぞれの最適運転条件を求め、その浄化の有効性が示された。MBRプロセスを用いた処理

の場合、HRTは12日から2.7日、 $0.4 \pm 0.1 \text{ kgCOD/m}^3/\text{d}$ から $2.8 \pm 0.6 \text{ kgCOD/m}^3/\text{d}$ のCOD負荷、 $0.13 \pm 0.04 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ から $0.49 \pm 0.07 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ のアンモニア態窒素負荷において、COD、Cu、Znの処理水の濃度は低いレベルを保つことができ、また、アンモニア態窒素濃度は $0.33 \pm 0.06 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ に保ったが、 $0.49 \pm 0.07 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ の場合、 403 mg/L の高いレベルまで急激に増加した。HRTは12から8日の場合、テトラサイクリン、オキシテトラサイクリンおよびクロールテトラサイクリンの除去効率はそれぞれ94.0%、93.2%、78.6%であったが、HRTをさらに短縮すると、抗生物質の除去率も低下した。これらの結果から、HRTはアンモニア態窒素及び抗生物質の除去に重要なファクタであることが示唆された。

IASBRプロセスを用いた場合、エアレーション時間が50分間から120分間、ノンエアレーション時間が50分間の操作では、それぞれの抗生物質は84%以上除去された。気温 18°C の冬において、アンモニア態窒素負荷 $0.157 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ から $0.257 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3/\text{d}$ のとき、TNの除去率は60%から88%であった。

本研究で得られた成果は、今後、省エネルギー的かつ高効率な畜産廃水の浄化技術研究開発に有用な情報として、水環境研究開発分野において実用化にも期待される。

審 査 の 要 旨

本研究は嘉興市畜産業からの窒素、リン、重金属、抗生物質の環境汚染問題に着目し、汚染状況の調査を実施した上、submerged membrane bioreactor (MBR)リアクタおよびintermittently aerated sequencing batch reactor (IASBR)リアクタの異なる処理プロセスを用いた汚染物浄化性能を評価し、両プロセスの適応性を検討した。さらに、低いC/N比の嫌気性消化液を用いて異なる処理プロセスによる窒素、重金属、抗生物質の除去への影響要因を究明し、最適処理条件を確立した。本研究で得られた成果は、特に、高い重金属イオン、高い抗生物質の汚染水の安全処理に有用な情報として提供したものと考えられる。

本研究結果から、貴重な実験データが得られ、また、畜産廃水処理や環境浄化技術の研究開発分野への応用に科学的かつ技術的な助言が提供できた点をオリジナリティに富む研究として高く評価できる。

平成26年1月27日、学位審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査および最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判断された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。