

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 アクリル繊維性の微生物付着固定化担体を活用する IFAS プロセスの排水処理への適用に関する研究

Application of acrylic fiber biomass carrier in integrated fixed-film activated sludge (IFAS) process for wastewater treatment

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 生命環境科学講座
(主任指導 古川憲治 教授)

論文提出者 徐 曉晨
(by Xiaochen Xu)

主論文要旨

標準活性汚泥法 (CAS) と生物学的栄養塩除去法 (BNR) では、余剰汚泥の生成、汚染物質の除去率の低さ、広大な敷地が必要等のいくつかの未解決の問題が残っている。結合固定膜活性汚泥法 (Integrated Fixed-film Activated Sludge :IFAS) では曝気気槽中に大量の活性汚泥を保持することが出来るので、活性汚泥法能力を高める事が出来、必要なタンク容量を減らすことができる。これまでに、バイオフィリンジ (BF) を微生物担体とする揺動床 (swim-bed) 技術を応用した好気性 IFAS プロセスが有機物と窒素除去に有効な処理法であることが明らかにされている。本研究では、下水や高濃度の合成排水を用いて、swim-bed 法が有機物や窒素除去、余剰汚泥の削減効果についてもどの程度有効であるかを明らかにすることを目的に研究を行っている。

第 1 章では、これまでに開発研究されている IFAS 法についての文献調査の結果をとりまとめ、処理の問題点を明らかにしている。

第 2 章では、2 種類の acrylic fiber 微生物担体 (ネットタイプ (Biofix, BX) と BF 担体) の特性について、3 系列の並行試験で除去性能の比較検討がなされている。BOD 容積負荷 (VLRs) $1\sim 30 \text{ kg BOD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ で試験が行われ、有機物除去、硝化率と反応槽、汚泥性状が評価された。その結果、循環曝気槽に BF 微生物担体を設置したリアクタが、汚泥付着と保持、有機物除去に最も安定し優れている事を明らかにした。

第 3 章の研究では、押し出し流れ型の活性汚泥リアクタ内に BF を 15% 設置した試験装置を用いた試験結果が示されている。BF の設置によって活性汚泥の沈降性、処理能力が向上するかどうかを検討し、 $4.5 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ という高い COD 容積負荷で、99.1% の BOD 除去率、96.5% の COD 除去率、83.6% のアンモニア性窒素の除去率をそれぞれ達成することを

明らかにした。SVIは50以下となり、良好な沈降性を有する活性汚泥を得ることができたが、これはBFを活用することで活性汚泥のフロック径が大きくなったことが原因している。活性汚泥混合液の低い粘度も良好な沈降性に関係した。試験期間中、活性汚泥のバルキングは起こらなかった。BFを活用した活性汚泥リアクタでは、多数の原生動物と後生動物が活性汚泥中に観察され、このことが低い汚泥収率に繋がったことも明らかされた。378日間BFを活用した活性汚泥リアクタを連続運転した結果、菌叢が大きく変化し、*Proteobacter*属の細菌が優占した。この研究の結果、揺動床技術は活性汚泥処理能力の向上と安定性に効果のあることが実験的に明らかにされた。

第4章では、Modified Ludzak-Ettinger (MLE) プロセスに acrylic fiber 担体を設置したリアクタによる、低 C/N 比の合成汚水の処理における窒素除去と余剰汚泥の削減について検討している。この処理系を様々な有機物負荷 ($0.5\text{-}1.75 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$) で連続運転した。実験開始から110日で、非常に短いHRT 2.8時間でさえ、TN除去70%、COD除去80%、BOD除去90%が安定して得られている。平均の汚泥収率は、 $0.13 \text{ kg MLSS kg COD}_{\text{removed}}^{-1}$ で、 $1.75 \text{ kg BOD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ の時最低の汚泥収率 $0.05 \text{ kg MLSS kg COD}_{\text{removed}}^{-1}$ が得られている。好気曝気槽内のMLSS濃度は $8,000 \text{ mg L}^{-1}$ 以上に達し、この高い汚泥濃度がTN除去と、この系の余剰汚泥削減と密接に関連していることを明らかにしている。

第5章では、下降流嫌気性酸発酵 (AF) リアクタ、と好気性揺動床リアクタを結合したIFASリアクタに関して、余剰汚泥削減と有機物、窒素除去に関して検討している。AF槽にはネットタイプのアクリル製担体は biofill (BL)が、SB槽にはアクリル製担体 biofringe (BF)が設置されている。このIFASリアクタを連続して長期間様々な有機物負荷 (OLR_{SB}) $1.5\text{-}4.5 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ 、窒素負荷 (NLR_{SB}) $0.1\text{-}0.3 \text{ kg TN m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ で運転している。稼働から184日目には、 OLR が $2.7 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ に達し、SB反応槽で85-97%の高いTN除去効率と94-99%のCOD除去が達成されている。それと同時に、全システムを通した汚泥収率 (sludge yields) は $0.13\text{-}0.17 \text{ kg MLSS kg COD}_{\text{removed}}^{-1}$ と低く、SB反応槽中のMLSS濃度はほぼ $10,000 \text{ mg/L}$ で安定的に維持する事ができ、最高 $16,000 \text{ mg L}^{-1}$ に達した。特に高いCOD除去速度 ($5.9 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ day}^{-1}$) と T-N 除去速度 ($0.43 \text{ kg N m}^{-3} \text{ day}^{-1}$) が SB 反応槽でのみ達成されている。これらの結果、中程度の濃度の合成有機汚水であれば、IFASリアクタで、余剰汚泥の削減とSNDが同時に達成できることが示された。