

【5-1504】 小規模畜産農家のための低コスト・低炭素・グリーン化高度処理システムの構築に関する研究 (H27-29 38,163 千円)

研究代表者 中野 和典 (日本大学)

1. 研究実施体制

(1) 小規模畜産農家のための低コスト・低炭素・グリーン化高度処理システムの構築
(学校法人日本大学工学部工学研究所)

2. 研究開発目的

本研究では、我が国では数少ないフルスケールの人工湿地を対象として、特に中・長期的な運用における畜産廃水の高度処理性能の原単位を明らかにするとともに、リン除去性能の長期維持手法および人工湿地システムへの殺菌機能の付加手法を開発し、経済的に小規模経営体に普及可能かつ畜産廃水処理の低炭素・グリーン化を推進する処理システムを確立することを目的とした。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

8 年間の中期的な処理運転期間における BOD・窒素・リンの処理性能の推移を明らかにしたことで、BOD、窒素、リンそれぞれについて、人工湿地の処理性能がどの程度変動し、どのレベルで安定的処理が行われ、どの程度の処理水質が期待できるのかを明らかにすることができた。

8 年間の処理運転で得られたデータをもとに算出した BOD・窒素・リンの浄化処理原単位 (単位面積・時間あたりの浄化処理性能) は、8 年間の人工湿地の水質浄化性能の季節変動や年変動を包括したものであり、我が国の気象条件下における人工湿地の中長期的な浄化処理原単位として意義がある。

8 年間の処理運転における消費電力をもとに算出した BOD・窒素・リンの浄化処理におけるエネルギー原単位 (単位処理負荷量あたりに必要な電力) は、同レベルの汚濁負荷量を浄化処理する浄化槽のマイナス 95%であり、人工湿地法が極めて省エネルギーな汚水処理法であり、汚水処理の低炭素化、省エネルギー化に大きく貢献するものであることを示すことができた。

さらに、8 年間の処理運転における有機物・窒素・リンの流入および流出負荷量、人工湿地における植物体としての存在量、堆積物の存在量、ろ床内における存在量を把握したことで、5 段の人工湿地全体の物質収支を明らかにすることができた。人工湿地における汚泥生成原単位は、標準活性汚泥法の 4 分の 1 未満であり、非常に低く、人工湿地による処理において余剰汚泥の取り出しや処理の頻度が少なくても済むことを裏付けるデータを取得することができた。さらに、人工湿地で除去された窒素およびリンの

人工湿地内での残存率と行方（植物体、表層堆積物、ろ床内生物膜等）の割合を明らかにすることができた。これらの知見は、BOD・窒素・リンの除去処理だけでなく、汚泥の生成や堆積物の有効利用までを考慮した人工湿地の設計や運用を検討する上で重要なものとなる。

また、遮光により植物の生育を抑制した無植栽区とその生育を抑制しなかった植栽区を比較することで、植物が存在することによる水質浄化性能の違い、水質浄化性能の安定性の違い、中長期的な物質収支の違いが明らかとなり、植物が存在することによるメリットとデメリットを提案するとともに、その根拠となる機構を示すことができた。

さらに、経年に伴い低下するリン除去性能の回復手法としてのケイ酸カルシウムの再投入の有効性を実証することができた。この知見は、リン除去における反応性ろ材の有効性を支持するものであり、人工湿地の弱点と言われていたリン除去性能の強化にも貢献するものとなる。提案するケイ酸カルシウムの再投入は、古いろ材を取り出すことなく、ろ床表層に新たにケイ酸カルシウムを投入するだけの簡易かつ低コストな手法であり、汚水処理に労働費や維持管理費を割くことができない小規模経営体にも十分に導入可能な手法としての実用性を示すことができた。

殺菌作用を有するナノシルバーを担持させたろ材の開発については、吸水性が少なく乾燥し易い軽石が、ナノシルバーによる活性酸素の生成に適したろ材として有効であり、ナノシルバーによる殺菌作用を最大限に引き出せる材料であることを見出すことができた。さらに、軽石を用いて行った連続殺菌試験により、ろ材の乾燥と処理対象水との接触を効率的に行える手法としてのタイダルフローの有効性を実証することができた。本手法を多段処理型人工湿地の最終段に導入することで、塩素殺菌に頼らない受動的な殺菌処理の実現が期待できる。

（２）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

長年未解決の課題となっている家畜排せつ物法や水質汚濁防止法の適用外である小規模経営体の畜産農家に普及可能かつ畜産廃水処理の低炭素化を推進する処理システムとして、人工湿地を環境政策に組み入れる際に必用となると考えられる以下に関する根拠データを蓄積した。

- ①中長期的な BOD・全窒素・全リンの浄化処理性能と安定性
- ②中長期的な処理において達成可能な水質レベル
- ③中長期的な処理における BOD・全窒素・全リンの浄化処理原単位（単位面積・時間あたりの浄化処理性能）を明らかにした。

- ④BOD・全窒素・全リンの浄化処理におけるエネルギー原単位（単位処理負荷量あたりに必要な電力）
- ⑤中長期的な BOD・全窒素・全リンの浄化処理性能の安定性の機構
- ⑥中長期的な浄化処理における汚泥生成原単位（単位処理負荷量あたりに生成する汚泥量）
- ⑦中長期的な浄化処理における有機物・窒素・リンの物質収支
- ⑧経年に伴い低下するリン除去性能の回復手法

4. 委員の指摘及び提言概要

丁寧な現場実験を継続し、貴重な現場データを得るとともに、所定の汚泥発生原単位や処理原単位などのデータを得たことは高く評価される。しかしながら、実用化に向けての課題や道筋の考察がもう少し行われても良かったのではないか。今後は普及に向けた努力が求められる。

塩素消毒の代替えとしてのナノシルバーを用いた消毒効果に関する研究については、その位置づけの説明が不十分である。

5. 評点

総合評点：A