



Title	包括固定化微生物を活用した硝化促進型窒素除去プロセスの機能評価に関する研究
Author(s)	中村, 裕紀
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40618
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	中村裕紀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13892号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	包括固定化微生物を活用した硝化促進型窒素除去プロセスの機能評価に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 正憲 (副査) 教授 山口 克人 教授 菅 健一

論文内容の要旨

本論文は、下水の硝化促進型窒素除去プロセスにおける固定化担体と浮遊汚泥の機能解明と、それら機能に基づく硝化槽の最適制御、ならびに硝化性能の評価法の提案を目的に行った研究成果をまとめたもので、緒論、本論3編、総括ならびに結論からなる。

緒論では、研究背景と目的について述べている。

第1編では、担体の硝化機能について検討し、無機アンモニア廃水を用いた担体の馴養試験で、2年間以上、担体内に硝化細菌と従属栄養細菌がそれぞれ $10^8 \sim 10^9$ 個/mL-担体の菌数で共存すること、および、担体の硝化速度を硝化細菌数の関数として表わせることを明らかにしている。また、下水の窒素除去プロセスにおける担体の硝化性能は、浮遊汚泥よりも溶存酸素(DO)濃度への依存性が高いこと、および、硝化槽の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(N_e)が約 0.3mg/L 以上あれば N_e に律速されず、槽全体の硝化性能の約90%を占めるが、 N_e がそれ以下になると、浮遊汚泥よりも性能の低下の度合いが大きいことを明らかにしている。

第2編では、浮遊汚泥の脱窒機能について検討し、回分脱窒反応の進行に伴い、脱窒細菌1細胞あたりの汚泥内有機物量(汚泥内に吸着・蓄積した有機物量)が著しく減少し、脱窒速度が低下すること、および、汚泥内有機物量が約 40mg-BOD/g-SS 以下になると、脱窒細菌数の減少を伴う内生反応になることを明らかにしている。また、窒素除去プロセスにおける脱窒速度は、反応槽のBOD-SS負荷量にほぼ比例するが、水温の影響をあまり受けないこと、およびその現象が、水温変動に伴う汚泥内有機物量と汚泥内有機物の代謝速度定数の挙動に基づくことを明らかにしている。さらに各運転条件を変数とした脱窒速度式を構築し、脱窒速度の増加因子を明らかにしている。

第3編では、硝化槽の最適制御方法を検討し、担体の硝化特性をもとに、 N_e を $0.5 \sim 1\text{mg/L}$ 程度の目標値に維持するようにDO濃度、すなわちブロウ風量を制御する方法を考案している。それにより、風量を一定とした方法(非制御)よりも、必要風量を約20%低減できることを試算により明らかにしている。また、制御に必要な硝化性能の評価法として、 N_e と硝化速度 K_N を検出する方法を考案し、試作した検出器により、精度の高い N_e の検出と K_N の推定ができることを明らかにしている。

総括ならびに結論では、本研究で得られた結果を総括し、水環境的側面における本研究の意義と将来課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

固定化微生物担体を活用した硝化促進型窒素除去プロセスは、従来の浮遊汚泥のみによるプロセスの最大の課題であった系内への硝化細菌の高濃度保持を可能にし、約半分の反応槽滞留時間で窒素除去を可能とした。この硝化促進法では、担体と浮遊汚泥が共存する複雑な生態・反応系における各々の機能の解明と、それに基づいた合理的なプロセス設計や運転管理、最適制御が必要である。本論文では、上記の視点から担体の硝化機能、浮遊汚泥の脱窒機能とそれらに及ぼす影響因子、および硝化槽の最適制御と硝化性能の評価法について検討している。本論文の成果を要約すると以下の通りである。

- (1)無機アンモニア廃水を用いた担体の馴養試験で、2年間以上、担体内に硝化細菌と従属栄養細菌がそれぞれ $10^8 \sim 10^9$ 個/mL-担体の菌数で共存することを明らかにすると共に、担体の硝化速度は硝化細菌数の関数として表わせることを明らかにしている。また、浮遊汚泥と担体が共存した下水の窒素除去プロセスにおいて、担体の硝化性能は浮遊汚泥よりも溶存酸素(DO)濃度への依存性が高いこと、および、硝化槽の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(Ne)が約 0.3mg/L 以上あればNeに律速されず、槽全体の硝化性能の約90%を占めるが、Neがそれ以下になると、浮遊汚泥よりも性能の低下の度合いが大きいことを明らかにしている。
- (2)浮遊汚泥の脱窒機能について検討し、回分脱窒反応の進行に伴い、脱窒細菌1細胞あたりの汚泥内有機物量(汚泥内に吸着・蓄積した有機物量)が著しく減少し、脱窒速度が低下することを明らかにすると共に、汚泥内有機物量が約 40mg-BOD/g-SS 以下になると、脱窒細菌数の減少を伴う内生反応になることを明らかにしている。また、窒素除去プロセスにおける脱窒速度は、反応槽のBOD-SS負荷量にほぼ比例するが、水温の影響をあまり受けないこと、およびその現象が、水温変動に伴う汚泥内有機物量と汚泥内有機物の代謝速度定数の挙動に基づくことを明らかにしている。さらに各運転条件を変数とした脱窒速度式を誘導し、脱窒速度の増加因子を明らかにしている。
- (3)硝化槽の最適制御方法を検討し、担体の硝化特性をもとに、Neを $0.5 \sim 1\text{mg/L}$ 程度の目標値に維持するようにDO濃度、すなわちブロー風量を制御する方法を提案している。本法により、風量一定法(非制御)よりも、必要風量を約20%低減できることを試算により明らかにしている。また、制御に必要な硝化性能の評価法として、Neと硝化速度 K_N を検出する方法を考案し、試作した検出器により、精度の高いNeの検出と K_N の推定ができることを明らかにしている。

以上のように、本論文では、次の新しい成果を得ている。

- (1)担体の硝化速度は硝化細菌数と相関があること、および、DOや $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度などの各条件による影響が浮遊汚泥と異なることを定量的に明らかにしている。
- (2)浮遊汚泥による脱窒が、脱窒細菌の減少を伴う内生反応になる汚泥内有機物量を明らかにしている。
- (3)浮遊汚泥の脱窒性能に及ぼす汚泥内有機物量を、脱窒(脱窒槽内)、酸化(硝化槽内)の両反応における有機物の代謝速度定数を用いて定量化し、脱窒速度をモデル化している。さらに、モデルに基づき、脱窒速度の増加因子を明らかにしている。
- (4)担体と浮遊汚泥の呼吸速度特性を利用した硝化性能の評価法と、担体の硝化性能の特性に基づいた硝化槽の最適運転制御法を考案し、処理水質の安定化と必要風量の低減が可能であることを明らかにしている。

これらの成果は、固定化担体を活用した窒素除去プロセスについて、その機能の不明点を明らかにし、最適設計、制御の指針を提示することにより、水環境における水質のコントロール施設としての役割を付加するものであり、水質管理工学分野に対して貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。