

審査の結果の要旨

氏名 庄司 仁

本論文は、排水からの生物学的窒素・リン除去プロセスにおいて、リン除去能と窒素除去能を併せ持つ細菌群である「脱窒性ポリリン酸蓄積細菌」をいかに有効に利用するかを論じたものである。水域の富栄養化の原因物質として窒素とリンの除去に対する社会的要請は強まりつつある。廃水中からその両者を生物学的に除去しようとする、リン除去に関わるリン蓄積細菌と脱窒反応に関わる脱窒細菌の双方に炭素源を供給する必要がある、炭素源が比較的少ない日本の下水を対象とする廃水処理プロセスでは、炭素源が窒素・リン除去の制約因子になってしまう可能性がある。そこで、「脱窒性ポリリン酸蓄積細菌」の利用により、炭素源に対するリン除去と窒素除去の競合を緩和する手法が注目されるようになった。本研究は、とくに窒素・リンの同時除去における電子受容体の影響を、処理能力の観点と細菌群集構造の間点から評価することを目指したものであり、「脱窒性ポリリン酸蓄積細菌」を有効に利用することにより窒素・リン除去システムのより効率的に設計・運転管理するための知見を得ることを目的としている。

本論文は8章からなる。第1章は「はじめに」であり、本研究の背景および目的を述べている。

第2章は「既存の知見」であり、本研究の前提となる既存の知見として、窒素・リン除去の概要とその解析手法についてまとめている。とくに、廃水処理プロセスで活躍する従属栄養細菌群を、活性汚泥数学モデルの考え方に基づき異なる電子受容体（酸素、硝酸・亜硝酸、電子受容体無し）における有機物摂取特性からグルーピングするための基礎情報、および「脱窒性ポリリン酸蓄積細菌」に関するこれまで得られた情報を的確に整理している。

第3章は「研究の方法」である。本研究では、東京都の下水処理場に設置した実下水を処理するパイロットプラントを対象にして検討をおこなっており、その運転方法が示されている。また、汚泥の持つ脱窒・脱リン活性の評価のためにおこなった回分実験の手法、および微生物群集解析のための分子生物学的な手法が記述されている。

第4章は「リアクターの運転結果」であり、2種類の異なる種汚泥を用いて運転した2系列のパイロットプラントにおける水質分析結果がまとめられている。運転条件を、嫌気好気法=>嫌気無酸素好気法=>嫌気無酸素法と変更し、無酸素条件（電子受容体として硝酸・亜硝酸のみが利用可能）を順次増やしていく過程での代謝活性の変化を追跡し、記述している。

第5章は「分子生物学的手法による細菌群集の解析」と題し、実下水を処理する活性汚泥パイロットプラント中の脱窒細菌群集の解析をおこなった結果を記述している。解析対象遺伝子として、16S-rRNA 遺伝子（16S-rDNA）および亜硝酸還元酵素遺伝子（nir）を選び、PCR-DGGE法を用いた群集構造の追跡をおこなった結果が主な内容である。運転条件を変更した際に生じた細菌群集構造の変化を追跡し、いくつか系全体の活性発現に重要と思われる遺伝子配列を検出できたとしている。

第6章は「亜硝酸馴致汚泥の代謝に関する検討」と題し、亜硝酸を特異的に利用するポリリン酸蓄積細菌を集積した系での代謝特性を回分実験により解析した結果を述べている。電子受容体として亜硝酸のみで生物学的リン除去が可能であることを示した。

第7章は「リン除去と脱窒に関わる有機物収支」である。この章では、窒素・リン除去において出現するさまざまな有機物摂取特性を持つ細菌をその電子受容体利用特性により分類し、流入水中の有機物がこれらの細菌群にどのように分配されるかを評価する手法を提案した。この方法により、処理システム自体の持つ窒素・リン除去のポテンシャルを評価できるようになった。

第8章は「総括および今後の課題」であり、以上の研究から得られた成果をまとめ、今後の短期的・長期的な課題について記している。

以上、本論文は、これまで体系的な研究の少なかった脱窒細菌とリン除去細菌の有機物に対する競合を定量的に評価する手法を提案し、それを実際のプロセスに当てはめて解析した具体例を示した。また、亜硝酸がリン除去に悪影響を与えると定説を覆し、将来的に亜硝酸経由の脱窒とリン除去を共存させた省エネ型の窒素・リン同時除去プロセスの構築できる可能性を示した。さらに、そのような興味深い系での微生物群集構造に関する基礎的な知見を得ることができた。その成果は、環境浄化技術としての生物学的窒素・リン除去プロセスの発展と体系化に重要な基礎を与えており、工学の発展に大きく寄与するものである。したがって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。

最 終 試 験 の 結 果 の 要 旨

氏名 庄司 仁

審査委員会は、平成16年2月4日に論文提出者に対し、学位請求論文の内容および専攻分野に関する学識について口頭試験をおこなった結果、本人は博士（工学）の学位を受けるにふさわしい十分な学識と研究を指導する能力を有するものと認め、合格と判定した。