

平成 22 年 4 月 21 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007～2010

課題番号：19206057

研究課題名 (和文) 微生物群集解析に基づく生物学的排水処理プロセスのモデル化

研究課題名 (英文) Modeling of Biological Wastewater Treatment Processes Based on Microbial Population Analyses

研究代表者

味埜 俊 (MINO TAKASHI)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：60166098

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：上下水道

### 1. 研究計画の概要

生物学的りん除去プロセスおよび亜硝酸型硝化脱窒プロセスのパイロットプラントを実験室内において運転し、ポリリン酸蓄積細菌、PHA 蓄積細菌、亜硝酸酸化細菌の挙動を中心に群集構造を解析する手法を確立し、パイロットプラントの汚泥を対象として細菌群集の生存戦略を解析し、そしてそこで明らかになった各標的微生物群集の挙動を数学的に記述してシミュレーションモデルを構築する、というのが基本的な研究の流れである。平成 19 年度は、排水処理プロセスの微生物群集解析手法の確立、および、パイロットプラントの運転を行う。ついで、平成 20 年度・21 年度に (1) 標的とする細菌の動態および生存戦略の解明、(2) 代謝活性物質の分析方法の開発、(3) PHA 蓄積細菌群集の挙動解析、(4) 実処理場汚泥の群集構造のモニタリングと動態解析、を行う。22 年度に微生物群集構造のモデル化を行う。

### 2. 研究の進捗状況

「(1) 標的とする細菌の動態および生存戦略の解明」については、ポリリン酸蓄積細菌及びそれに競合するグリコーゲン蓄積細菌の挙動を解析する定量 PCR 法を確立した。また、有機物除去に関与する PHA 蓄積細菌の種構成を明らかにする方法を開発した。また、汚泥中の微生物群集構造を簡易に調べるための試料調製手法として、超音波破碎・希釈法を導入した。「(2) 代謝活性物質の分析方法の開発」については、マイクロプレート上での活性汚泥の培養と組み合わせ、代謝活性物質をスクリーニングする方法を確立した。マイクロプレート上のウェルを小さな活

性汚泥リアクターに見立て、活性汚泥抽出物の汚泥内微生物群集への影響について再現性をとりつつ調査する手法である。活性汚泥からのエタノール抽出物は、活性汚泥微生物群集に明らかな影響を与えていた。「(3) PHA 蓄積細菌群集の挙動解析」については、活性汚泥中の PHA 蓄積細菌を密度の違いを用いて分離濃縮する方法を開発した。PHA を蓄積した細菌は活性汚泥内の他の細菌よりも浮遊密度が大きいことを利用し、Percol 溶液中での遠心分離を用いて選択的に濃縮することができる。「(4) 実処理場汚泥の群集構造のモニタリングと動態解析」については実下水処理場の PHA 蓄積細菌について調査し、

-および -Proteobacteria に属する PHA 蓄積細菌が主体であることを明らかにした。

さらに、PHA 蓄積細菌の性質を利用し、活性汚泥法による曝気動力を削減し、かつ、バイオマスの回収量を増やす方法を考案した。また、同手法の効果について計算上の評価を行い、酸素供給量を 10% 程度削減できること、また、バイオマスの回収量は 20% 程度向上できるとの結果となった。

### 3. 現在までの達成度

区分：当初の計画以上に進展している。  
理由：リン除去に関連するポリリン酸蓄積細菌とグリコーゲン蓄積細菌の挙動を詳細に検討することに成功した。また、本研究で検討する貯蔵有機物のうちでもっとも重要なポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) を蓄積する細菌群についても、主要なものの分類をある程度特定することができた。さらに、硝化細菌や、硫黄脱窒細菌についてもその挙動を定量的に検討した。また、活性汚泥中の細

菌群集どうしが二次的な代謝産物を介して互いに影響を及ぼしあう現象(アレロパシー現象)が存在することがかねてから疑われていたが、そうした現象が存在することを極めて強く支持する結果を得ることができた。

数値的なモデル化については今後の課題となっているが、それ以外の部分はほぼ当初計画通りの成果をあげることができた。

特に、PHAの代謝に関する基礎研究から、極めて実用性の高い新たな活性汚泥プロセスを考案することができた。それも含め、当初の計画以上に進展したと評価している。

#### 4. 今後の研究の推進方策

本研究をさらに発展させた「微生物の生態を利用したサステナブルな下水処理技術の開発と統合的モデル化」(基盤研究(A)、22246069)が採択されたので、本研究は発展的に消滅する。新たに採択された研究では、一時的に有機物を貯蔵する能力を持つ微生物を活かして活性汚泥法の効率化をはかることを主たる目的とし、実際の下水処理場への適用性の評価や、また、関連する微生物生態系の解明や数値モデル化を行う予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計12件)

1. Oshiki, M., Onuki, M., Satoh, H. and Mino, T. (2010) Separation of PHA-Accumulating Cells in Activated Sludge Based on Differences in Buoyant Density, *J. Gen. Appl. Microbiol.*, Accepted. (査読有)
2. 佐藤弘泰、小川旦、味埜俊(2009) 活性汚泥中の成分が細菌群集構造に及ぼす影響のマイクロプレート培養法を用いた検討. *環境工学研究論文集*. 46. 503-510. (査読有)
3. 押木 守, 佐藤 弘泰, 味埜 俊 (2009) 微生物の持つ有機物貯蔵能力を利用した省エネルギー型廃水処理法の提案, *用水と廃水* 51(9): 41-49. (査読有)
4. Sueoka, K., Satoh, H., Onuki, M., Mino, T. (2009) Microorganisms involved in anaerobic phenol degradation in the treatment of synthetic coke-oven wastewater detected by RNA stable-isotope probing. *FEMS MICROBIOLOGY LETTERS*. 291. 169-174 (査読有)
5. Fukushima, T., Uda, N., Okamoto, M., Onuki, M., Satoh, H., Mino, T. (2007) Abundance of Candidatus 'Accumulibacter phosphatis' in enhanced biological phosphorus removal activated sludge acclimatized with different carbon sources. *MICROBES AND ENVIRONMENTS*. 22. 346-354 (査読有)

[学会発表](計32件)

1. 押木守, 佐藤弘泰, 味埜俊(2010) 余剰汚泥消化プロセスにおけるポリヒドロキシアルカン酸(PHA)の分解挙動. 第44回日本水環境学会講演集. P72. (2010.3.15-17 福岡市)
2. 佐藤 弘泰,押木 守,小貫 元治,味埜 俊 (2009)微生物の持つ有機物貯蔵能力の有機物回収への利用,第12回水環境学会シンポジウム講演集, 164-165 (2009年9/14~15,東京).
3. 押木 守, 佐藤 弘泰, 味埜 俊, 小貫 元治 (2009) 活性汚泥中細菌による生分解性プラスチックPHAの生産~菌体外に見いだされたPHA顆粒~. 第12回水環境学会シンポジウム講演集, pp166-167 (2009年9/14~15,東京)
4. Toshiyuki FUKUSHIMA, Motoharu ONUKI, Hiroyasu SATOH and Takashi MINO, 2008. Development of Real Time Quantitative Reverse Transcription PCR for Candidatus 'Accumulibacter phosphatis' and Its Application to Activated Sludge, 12th International Symposium on Microbial Ecology -ISME-12, Cairns, Australia. Aug. 17-23, 2008
5. Tadashi Shoji, Motoharu Onuki, Hiroyasu Satoh, Takashi Mino (2008) Simultaneous thiocyanate and nitrogen removal by anoxic-aerobic activated sludge process under high salinity conditions. IWA Chemical Industries 2008, Nov. 9-11, 2008, Beijing, China.