



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

効率的合併処理における細菌相の解析とそれらの生化学的性質

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 土井, 幸夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2463

氏 名 (国 籍)	土 井 幸 夫 (岐 阜 県)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 1 2 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 1 0 年 3 月 1 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
研究指導を受けた大学	信州大学
学 位 論 文 題 目	効率的合併処理における細菌相の解析とそれらの 生化学的性質
審 査 委 員	主査 信州大学 教授 入江 鏡 三 副査 岐阜大学 教授 高見澤 一 裕 副査 静岡大学 教授 仁 王 以智夫 副査 信州大学 助教授 田 端 信一郎

論 文 の 内 容 の 要 旨

下水処理は改善されつつあるが、悪臭や余剰汚泥量の低減化、季節変動抑制等が求められている。この問題は基本的に、効率的且つ無臭処理に関与する細菌相が不明であることに起因するものである。伊那中央衛生センターでは 1989 年から効率的且つ無臭でし尿が処理できるようになり、季節変動も解消した。当研究室では 1991 年から、この施設のし尿処理に関与する細菌相の解明と菌体濃度の維持並びに処理機構の解明に取り組み、処理が *Bacillus* 属細菌やカビ型細菌によって行われていることを明らかにした。その後、各所し尿処理施設の細菌相とそれらの分解性を調査し、効率的処理における必要条件は *Bacillus* 属細菌の優占化であり、十分条件は活性汚泥細菌の澱粉・蛋白質・油脂に対する分解性の高いことであると提唱した。一方、下水処理の改善に関する活性汚泥細菌に関する報告は見られない。このような背景に基づいて、第 1 章では処理状態の効率的な合併処理施設の活性汚泥細菌の解析を試みている。

長野県佐久市駒場地区合併処理施設 (長時間曝気方式、滞留時間 48 時間) では無臭且つ余剰汚泥を 3-5 年間引き抜くことなく自動運転で処理が行われている。処理水は BOD 11ppm 以下、T-N 約 8ppm、T-P 約 2.5ppm (除去率 95.6%以上、約 82%、約 45%) と良好な状態を保っている。そこで、この処理施設に注目し、この施設の処理槽の優占細菌を稀釈法で単離している。その結果、*Bacillus* 属細菌 45%、Gram 陽性桿菌 10%、Gram 陰性桿菌 10%、Gram 陽性/陰性球菌 35%であった。澱粉、蛋白質、油脂分解性は *Bacillus* 属細菌が示し、総細菌数の 32%、36%、43%を占めた。その他の生化学的性質、GC 含量、細菌同定キットである Microlog System 等の結果から、*Bacillus* 属細菌は *B.licheniformis*、*B.thuringiensis*、*B.megaterium*、*B.cereus*、*B.schlegelii* であることを明らかにした。*Bacillus* 属細菌以外の単離細菌は、総細菌数の 29%が油脂分解性を示し、澱粉、蛋白質分解性は示さなかった。以上から、駒場合併処理施設における良好な処理は *Bacillus* 属細菌の優占化と

澱粉・蛋白質・油脂分解性の菌株の割合の高いことから説明可能であった。

次に、第2章では *Bacillus* 属細菌の優占化の要因の一つとして無機イオンの *Bacillus* 属細菌への生育効果を明らかにしようとしている。

駒場処理施設に流入する水道水の無機イオンを分析し、Mg、Si の含量が 22.5ppm、31.9ppm と中部地方河川平均値より 10 倍、5 倍と高いこと、伊那中央衛生センターで無機イオンを投入していることから、これらのイオンに着目し、定量的に生育効果を測定している。Mg イオンは *Bacillus* 属細菌のフィラメント化を阻害し、菌体濃度を 1.5-2 倍に高めること、珪酸は Mg イオンの効果を更に高めること、Al・Fe・Mn 等のイオンは 15-20ppm で *Bacillus* 属細菌の生育阻害を起こすこと、この生育阻害は Mg イオンの添加によって回復すること等を明らかにした。又、伊那中央衛生センターで Mg を 1.5ppm 添加して汚泥発生量が投入量に対して 3.3% から 2.8% に減少することを明らかにした。更に、無機イオン濃度と *Bacillus* 属細菌の優占化との関係について考察した。

審 査 結 果 の 要 旨

下水処理には、主に活性汚泥法が用いられているが、大部分の処理施設で悪臭の発生、余剰汚泥の発生、処理水質の変動、処理経費の高騰などの問題が継続している。最近、処理改善の試みがなされているが、基本的な解決の糸口が見出されていない。これは効率的且つ無臭処理に関与する細菌相が不明であることに由来するものである。伊那中央衛生センターでは 1989 年から効率的且つ無臭でし尿が処理できるようになり、季節変動も解消した。当研究室では 1991 年から、この施設のし尿処理に関与する細菌相の解明と菌体濃度の維持並びに処理機構の解明に取り組み、処理が *Bacillus* 属細菌や *ノカリア* 型細菌によって行われていること、各所し尿処理施設の細菌相とそれらの分解性を調査し、効率的処理における必要条件は *Bacillus* 属細菌の優占化であり、十分条件は活性汚泥細菌の澱粉・蛋白質・油脂に対する分解性の高いことであると提唱した。この様な背景の基に、この論文は処理状態の効率的な合併処理施設の活性汚泥細菌相の解析を試み、下水処理における分解性の高い細菌相の解明を第1章で、第2章では分解性の高い *Bacillus* 属細菌の優占化と無機イオンとの関係を解明し、澱粉・蛋白質・油脂分解性の高い *Bacillus* 属細菌の処理槽での優占化の1方法を見出している。

第1章では効率的処理が行われている長野県佐久市駒場地区合併処理施設（長時間曝気方式、滞留時間 48 時間）の処理槽から細菌の単離を行っている。この施設では無臭且つ余剰汚泥を 3-5 年間引き抜くことなく自動運転で処理が行われている。処理水は BOD11ppm 以下、T-N 約 8ppm、T-P 約 2.5ppm（除去率 95.6% 以上、約 82%、約 45%）と良好な状態を保っている。細菌の割合は *Bacillus* 属細菌 45%、Gram 陽性桿菌 10%、Gram 陰性桿菌 10%、Gram 陽性/陰性球菌 35% であった。澱粉、蛋白質、油脂分解性は *Bacillus* 属細菌が示し、総細菌数の 32%、36%、43% を占めた。その他の生化学的性質、GC 含量、細菌同定キットである Microlog System 等の結果から、*Bacillus* 属細菌は *B.licheniformis*、*B.thuringiensis*、*B.megaterium*、*B.cereus*、*B.schlegelii* であることを明らかにした。*Bacillus* 属細菌

以外の単離細菌は、総細菌数の 29%が油脂分解性を示し、澱粉、蛋白質分解性は示さなかった。以上から、駒場合併処理施設における良好な処理は *Bacillus* 属細菌の優占化と澱粉・蛋白質・油脂分解性の菌株の割合の高いことから説明可能であった。これまで、効率的な処理が行われている合併処理（下水処理）施設から優占細菌の分析を行った例は知られておらず、又、澱粉・蛋白質・油脂分解性と処理状態を定量的に関連づけた例は知られていない。又、処理に重要な *Bacillus* 属細菌の種を同定し効率的し尿処理における細菌相/*Bacillus* 属細菌相と比較している点は高く評価できる。

第 2 章では *Bacillus* 属細菌の優占化の要因の一つとして無機イオンの *Bacillus* 属細菌への生育効果を明らかにしようとしている。

駒場処理施設に流入する水道水の無機イオンを分析し、Mg、Si の含量が 22.5ppm、31.9ppm と中部地方河川平均値より 10 倍、5 倍と高いこと、伊那中央衛生センターで無機イオンを投入していることから、これらのイオンに着目し、し尿処理に関係した *Bacillus* 属細菌に対する定量的に生育効果を測定している。Mg イオンは *Bacillus* 属細菌のフィラメント化を阻害し、菌体濃度を 1.5-2 倍に高めること、珪酸は Mg イオンの効果を更に高めること、Al・Fe・Mn 等のイオンは 15-20ppm で *Bacillus* 属細菌の生育阻害を起こすこと、この生育阻害は Mg イオンの添加によって回復すること等を明らかにした。駒場地区合併処理施設から単離した *Bacillus* 属細菌も同様に菌体濃度が Mg イオンによって高まること、一部の *Bacillus* 属細菌のし尿分解性が高まることを明らかにしている。又、伊那中央衛生センターで Mg を 1.5ppm 添加して汚泥発生量が投入量に対して 3.3%から 2.8%に減少することを明らかにした。更に、無機イオン濃度と *Bacillus* 属細菌の優占化と関係あることに関し考察している。これらの新事実は既に活用され始めている。又、今後、水処理改善の基礎として広く活用されと考えられ、高く評価できる。以上の詳細は防菌防黴 26 巻 2 号（1998 年、印刷中、土井幸夫他）及び日本水処理生物学会誌 32 巻 2 号 p111-121（1996 年、土井幸夫他）に掲載/掲載予定である。申請者は効率的し尿処理に関与する細菌相の解析にも貢献している。以上の点から、この論文を博士論文として合格と認めた。