

# Anaerobic Autolysis of Polyhydroxyalkanoates Accumulated in Activated Sludge and the Feasibility of Their Conversion to Bioenergy

その他のタイトル	活性汚泥中に蓄積されたポリヒドロキシアルカン酸の嫌気条件下での自己分解とエネルギー資源への変換の可能性
学位授与年月日	2013-09-27
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2261/57542">http://hdl.handle.net/2261/57542</a>

# 論文審査の結果の要旨

氏名 フダ サイド モハンマド シヤムスール

活性汚泥中の微生物の中には有機物を一時的に貯蔵するものが存在する。下水中の有機性汚濁物質を一旦有機性一時貯蔵物質として活性汚泥中微生物に蓄積させ、そのまま嫌気性消化に供することができれば、下水中の有機性汚濁物質を酸化分解するのではなくメタンガス化でき、下水処理のエネルギー効率を大幅に改善できると期待される。本研究は、そうした観点から必要な基礎的な検討として、代表的な有機性一時貯蔵物質であるポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) に絞り、PHA を蓄積した活性汚泥を嫌気条件におき、その分解特性を詳細に検討したものである。本研究は以下の二つの特徴を有する。一つ目は、活性汚泥の嫌気性分解については嫌気性消化プロセス内での分解挙動についての研究は多いが、本研究は、嫌気性消化汚泥の非存在下での嫌気分解を調べている点である。またもう一つは、PHA の嫌気分解に関する研究は、生分解性樹脂の素材としての検討は既に行われているが、本研究では活性汚泥中微生物の細胞内に蓄積された PHA の嫌気性分解について検討していたという点である。

本論文は全7章からなり、第一章は背景と目的、および本論文の構成が述べられており、また、第二章では関連する文献がレビューされている。第三章では第四章・第五章における実験に共通する培養方法や水質分析の方法が述べられている。

第四章では活性汚泥に蓄積された PHA の嫌気条件下での分解と、それにとまなう揮発性脂肪酸 (VFA) の生成について、特に温度が与える影響を中心に調べている。20°C の場合、活性汚泥に蓄積された PHA は一週間程度嫌気条件におかれても分解は2割程度にとどまった。30°C では、最初の数日は PHA はほとんど分解されず、その後急速に分解が進んだ。37°C では1日ないし2日の培養により PHA の7割~8割程度が分解した。いずれの場合も分解にとまなう VFA が生成され、3回行った実験のうち2回については生成された VFA の量はほぼ分解された PHA の量と見合っていた。

分解経路として、2分子の PHA 構成単位 (3HB または 3HV) を出発点とし、2分子の酢酸またはプロピオン酸、および1分子の酪酸または吉草酸を産物とする経路を提案した。同経路では酸化還元バランスが保たれており、また、基質レベルのリン酸化によりアデノシン三リン酸 ATP が生成されると考えられる。3回行った実験のうち1回の、特に20°C および30°C において PHA の分解が加速されるまでの期間については同モデルは実験結果とよく一致していた。

第五章では、37°C において、様々なモノマー構成比の PHA の分解について検討した。PHA の分解は、モノマーの種類別に見ると、3-ヒドロキシ酪酸(3HB)が最も分解されやすく、ついで、3-ヒドロキシ吉草酸 (3HV) が続き、また、3-ヒドロキシ-2-メチル酪酸、3-ヒドロキシ-2-メチル吉草酸はそれらより分解が遅かった。3HB 主体の PHB の場合は

8日間の培養で8割以上分解したが、3HBの含有率が20%程度のPHAの場合は分解率は60%程度にとどまった。また、3HVの分解は培養開始後1日目と2日目の間に急速に進んだ。分解にともなって、各種VFAが生成した。

PHAの分解に関与する微生物群を調べるために、次世代シーケンサーを用いて分解中の細菌群集構造の変化を解析した。その結果、特に3HVの急速な分解が観察された後に、クロストリジウム門の細菌が急速に増加したことが確認された。一方、初期の2日間については細菌群集構造に大きな変化は見られなかった。

第六章では流入下水中の有機性汚濁物質の一部を活性汚泥（余剰汚泥）にPHAとして固定し、PHAを蓄積した余剰汚泥を嫌気性消化してメタンガス化するプロセスについて、エネルギー収支を検討した。

以上の結果に基づき、第七章で結論を述べている。本研究の結果に基づくと、活性汚泥に蓄積されたPHAは常温では数日間以上安定であり、汚泥濃縮槽において数日間重力沈降される間、分解されるのはごく一部だと期待され、また、濃縮された汚泥を中温嫌気性消化に導けば、PHAが3HB主体であれば、速やかに揮発性脂肪酸に分解され、メタン菌によってメタンガス化されるであろうと期待される。

なお、本論文第五章のシーケンシングそのものは本学オーミクス情報センターに依頼したものであるが、結果の解析は論文提出者が行ったものである。また、第四章、第五章、第六章は佐藤弘泰、味埜俊との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったものである。

以上より、博士の学位を授与できると認める。

以上 1,925 字