

第6章 結論

第2章では、グルコースを基質とした回分式 L-乳酸発酵実験では乳酸やグルコースの阻害影響などを把握でき、それを元に構築した数理モデルでは、グルコース消費、乳酸生成および微生物の増殖が同時に計算できた。連続式実験では、OLRが増加すると、16S rRNA 遺伝子濃度と濁度がともに増加するという相関関係が見られ、異なる OLR における比較をする際に 16S rRNA 遺伝子濃度が菌体量把握の指標として有用であると判断でき、real-time PCR による測定は、生ごみなどを基質とする場合、菌体量を把握する指標として活用できると考えられた。

第3章では、人工生ごみを基質として、同じ水理学的滞留時間 (HRT) および有機物負荷率 (OLR) の条件下で、固形物滞留時間 (SRT) を変化させた連続酸発酵運転を行った。その結果、SRT を短くするにつれて、酪酸から乳酸への生成物の変化および *Clostridium* spp. から *B. coagulans* への菌相変化が同時に見られた。これより、水素発酵や酸発酵における微生物群集の重要性が示され、微生物群集の変化を把握する上で、ランダムクローニング法に比べて、費用や時間の面で有利であるリアルタイム PCR 法の適用性が実証された。

第4章では、3種類の異なる種汚泥を用いて、基質、pH および温度条件を同じにした回分式培養実験を行ったところ、有機酸および水素生成特性はそれぞれ異なっており、菌相もそれに合致して異なっていた。これらの結果より、菌相の違いおよびそれぞれの反応速度や阻害影響などをあわせて考慮することで、水素や各種有機酸の生成をより精度よく予測できるモデルが開発できるものと考えられた。

第5章では、水素発酵と乳酸発酵の競合関係を、回分式実験により明らかにし、その結果を基に数理モデルを構築した。水素発酵において乳酸の生成は失敗であり、また乳酸発酵において意図しない水素が生成すると爆発事故につながる恐れがある。これらの競合関係を把握することは、酸発酵や水素発酵において、意図する生成物を制御する上で重要であると考えられる。

本研究では以上のように、グルコースおよび人工生ごみからの乳酸発酵および水素発酵を中心に、発酵特性および発酵に関わる微生物群集との関係について、基礎的な知見が示された。実際の現場では、生ごみなど雑多な廃棄物を対象とすることになり、従来の方法では反応に関わる微生物の把握が難しい。本研究で得られた微生物群集の測定技術を今後実廃棄物に適用することで、より精密なモデル開発を行え、従来経験や勘に頼ってきた運転について、より反応機構に基づいた議論が可能になることが期待できる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、汚泥をご提供いただきました実処理施設の関係各位に、深く感謝の意を表します。

また、京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 教授の津野洋先生、同技術職員の楠田育成氏、ならびに学生の皆様にも大変お世話になりました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

研究発表

<論文発表>

- Hidaka, T., Horie, T., Akao, S., Tsuno, H.: Kinetic model of thermophilic L-lactate fermentation by *Bacillus coagulans* combined with real-time PCR quantification. *Water Res.* Vol.44, No.8, pp. 2554-2562, 2010.
- T. Hidaka, T. Asahira, H. Koshikawa, J. Cheon, Y. Park and H. Tsuno : Effect of microbial composition on thermophilic acid fermentation, *Enzyme and Microbial Technology*, Vol.47, Issue4, pp.127-133, 2010.

<学会発表 口頭>

- 八木春香, 堀江匠, 日高平, 西村文武, 津野洋 : リアルタイム PCR 法を活用した高温 L-乳酸発酵のモデル化, 第 13 回水環境学会シンポジウム講演集, p.130, 2010.
- T. Hidaka, T. Asahira, J. Cheon, Y. Park, H. Tsuno : Difference in acid fermentation products under different microbial composition in thermophilic kitchen garbage treatment, 12th World Congress on Anaerobic Digestion, Guadalajara, Mexico, 2010.

<学会発表 ポスター>

- Yusuke Kosaka, Haruka Yagi, Taira Hidaka, Yasunari Kusuda, Fumitake Nishimura and Hiroshi Tsuno : Competition between Thermophilic L-lactate Fermentation and Hydrogen Fermentation from Glucose, *Proceedings of the 19th Joint KAIST-KYOTO-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering*, pp.277-286, 2010.
- Haruka Yagi, Yusuke Kosaka, Nobuo Tanii, Taira Hidaka, Fumitake. Nishimura and Hiroshi Tsuno : Real-time PCR Quantification of *Bacillus Coagulans* in Thermophilic L-lactate Fermentation from Glucose, *Proceedings of the 19th Joint KAIST-KYOTO-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering*, pp.298-307, 2010.