

<p style="text-align: center;">日本—中国 国際共同研究 都市における環境問題または都市におけるエネルギー問題に関する研究 平成 29 年度 年次報告書</p>	
研究課題名（和文）	先端発酵と精製技術を用いた生ごみの清潔処理によるバイオガス生成の実証研究
研究課題名（英文）	Research demonstration on clean treatment of urban food wastes for biogas production using advanced fermentation and new upgrading technology
日本側研究代表者氏名	李 玉友
所属・役職	東北大学大学院工学研究科・教授
研究期間	平成 28 年 8 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
李 玉友	東北大学大学院 工学研究科 教授	中国に適した実証プラントの設計と建設に提案
久保田 健吾	東北大学大学院 工学研究科 准教授	分子生物学的方法の確立と標準化
北條 俊昌	東北大学大学院 工学研究科 助教	最適化実験の設計と実施

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

今年度は日本側は「二相循環式先端発酵システムの最適化制御」を主課題として工夫してバイオ水素とバイオメタンの効率化と安定化生産を達成する。中国側は実証プラントの設計と建設を開始する。両方が連携しつつ研究を進める。

東北大学では、二相循環式先端発酵システムを採用した無加水発酵と速度促進に関する室内規模の連続実験を行い、生ごみに対するバイオガス生産効果を検証するとともに、水素発酵の条件とメタン発酵条件および最適循環比率を含む最適化した設計パラメータを提示する。また中国の標準生ごみについて長期連続運転により、最適化された設計条件における長期運転結果を実証する。同時に、各条件における微生物群集構造を追跡・把握する。微生物

群集の最適化の視点で、水素生成槽とメタン生成槽における最適微生物群種の維持方法を確立する。

3. 日本側研究チームの実施概要

本研究は都市廃棄物のリサイクル処理システムの確立を最終目的として、都市生ごみの清潔処理とバイオエネルギーの回収を目指したバイオガス生産システムを開発するために、日中の共同研究により先端発酵プロセスとバイオガス精製技術を組み合わせた新しい総合的システムについて検討するものである。29年度において、WP2（発酵系微生物群集の解析と制御に関する検討）とWP3（二相循環式先端発酵システムの基礎的検討）について実施し、生ごみおよび紙ごみに対する二相循環式先端発酵システムの処理状況を把握し、水素生成槽とメタン生成槽における微生物群集構造の変化と制御方法を検討した。その結果、プラント設計のための基礎的条件とパラメータを把握した。具体的な成果は以下の通りである。

WP2 ～発酵系微生物群集の解析と制御に関する検討～

二相循環式先端発酵システムによる生ごみの処理実験に関連して、各条件における水素発酵槽とメタン発酵槽における微生物の群集構造を分子生物学的手法で解析した。まず中温メタン発酵と高温メタン発酵における微生物群集を比較し、それぞれの条件における真正細菌とメタン生成古細菌の機能性特徴を把握した。また二相循環システムでは、高温水素生成槽のpHは5.0前後でメタン生成細菌はほとんど活動できないので、水素生成グループと乳酸発酵グループが優勢属となっていることを明らかにした。その群集構成は紙含有率が影響している。

WP3 二相循環式先端発酵システムの基礎的な検討

二相循環式先端発酵システムを採用した室内連続実験装置を組み立て、標準生ごみに対する有機物分解とバイオガス生産効果を検証したとともに、最適化した設計パラメータを把握した。具体的には、前段では3L高温発酵槽による有機酸と水素の生成を行い、後段では12Lの中温発酵槽によるメタンの生成を行い、プロセス全体的な水理的滞留時間は30日であった。最適化された（後段から前段に返送する）消化液循環比を0.4に設定することで、水素とメタンの生成の安定化を実現できた。

日本の生ごみの組成は中国とは性質が異なる。日本の標準生ごみについて得られた最適化条件は必ずしも現地プラントの状況と合致しない。そこで生ごみと紙の混合比を10:0、8:2、6:4、5:5と変化させ、長期運転を通してその組成変化の影響を把握した。

廃棄物の減量化の観点からみると、循環式二相消化プロセスを用いることで、投入廃棄物の固形物（TS）は80%以上が分解されたことが分かった。紙廃棄物含有率の増加に伴い、有機物の分解率が若干減少する傾向が見られるが、紙廃棄物の主成分である炭水化物に対しては90%以上の高い分解率が得られた。一方、バイオ燃料生産については、紙廃棄物含有量の増加に伴い、バイオ水素の生成率は50 L-H₂/kg-分解有機物から79 L-H₂/kg-分解有機物までに増加し、生成されたバイオハイタン（水素とメタンの混合ガス）中の水素含有率（v/v）も10.5%から19.3%までに増加した。

以上のようにH29年度において計画通りに研究を進め、成果を挙げたとともに、次年度の研究推進のための基盤を作った日本側ではすでに学術論文を6本作成し、日中共同執筆の学術論文を1つ国際誌に投稿した。