

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 28 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	下水汚泥と食品廃棄物の共同処理による高度資源回収プロセスのための基盤技術開発とパイロット実証
研究課題名（英文）	Key technology and pilot demonstration of resource recovered from synergetic treatment of urban sewage sludge and food waste
日本側研究代表者氏名	宝田 恭之（たからだ たかゆき）
所属・役職	国立大学法人群馬大学大学院理工学府・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
宝田恭之	群馬大学大学院理工学府・環境創生部門・教授	全体統括
野田玲治	群馬大学大学院理工学府・環境創生部門・准教授	各種バイオマスおよび混合物の基礎熱分解特性評価、熱分解プロセス検討
神成尚克	群馬大学大学院理工学府・環境創生部門・助教	バイオチャーの調製
久保田 健吾	東北大学 大学院工学研究科 土木工学専攻 准教授	微生物学的アプローチによるメカニズム解明
山田 真義	鹿児島工業高等専門学校 都市環境デザイン工学科 准教授	工学的アプローチによるプロセス開発
井口 晃徳	新潟薬科大学 応用生命科学部 助教	PHA 発酵生産プロセス開発
Munehiro Uchida	Ph. D. student, Graduate School of Science and Technology, Gunma University	各種バイオマスおよび混合物の基礎熱分解特性評価
Chunti Chuntima	群馬大学大学院理工学府・環境創生理工学領域・博士後期課程	各種バイオマスおよび混合物の基礎熱分解特性評価

Tsedenbal Battsetseg	群馬大学大学院理工学府・環境創生理工学領域・博士前期課程	バイオチャーの吸着特性評価
孫燕	群馬大学大学院理工学府・環境創生理工学教育プログラム・修士課程	苗床製造プロセスの検討

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

各ワークパッケージで確立しようとする要素技術について、根本的な現象の理解をすすめ、中国側の技術開発を支援する。

群馬大学は、WP3 において、バイオマス原料の種類および熱分解条件が、生成したバイオチャーの金属溶出挙動に及ぼす影響、および、生成したバイオチャーから金属の溶出量が少ない、最適なバイオチャー調製条件を明らかにする。WP4 では、リンまたは医薬品および日用品由来化学物質（PPCPs）のバイオチャー吸着特性を評価する。WP6 では、全体プロセスの熱物質収支のシミュレーションおよび最適プロセスの検討を行う。

東北大学は、WP2 において、嫌気性消化における原核生物および真核生物群集構造を解明する。WP5 では、増殖した植物バイオマスの嫌氣的生分解性を明らかにする。

鹿児島高専は、WP2 において、基質組成の割合の変化によるメタン発酵の問題点を抽出する。WP5 では、植物性バイオマスによる窒素・リンの回収能、バイオマス増加速度を把握する。

新潟薬科大学は、WP1 において、PHA 生産油脂系残渣の成分分析とラボスケールメタン発酵プロセスの構築を行う。

3. 日本側研究チームの実施概要

28 年 10 月 18～19 日に、中国科学院（中国廈門市）において、当該プロジェクトに参画する日中の研究者が一堂に会してキックオフミーティングを開催した。この会議において、両国の研究開発内容のすりあわせを行い、成果を上げるための具体的な研究内容を明確化した。合意内容に基づいて実験を開始し、ワークパッケージごとに以下の成果を得た。進捗は概ね順調である。

WP1: 油脂分離と PHA 転換

食品廃棄物を利用した PHB 生産のトータルシステム構築を目的に、グリース系廃水を処理するメタン発酵リアクターの効率化を目指し、アルカン分解ラボスケールメタン発酵リアクターの運転を行った。

結果、アルカンおよび酢酸を唯一の炭素源とする基質において連続培養系を構築できた。微生物群集構造の解析結果より、リアクター内には複数種の油脂分解微生物の存在が示唆された。

WP2: 食品廃棄物・汚泥処理排水の高濃度メタン発酵

食品廃棄物と汚泥処理排水の混合物の高濃度メタン発酵技術においては、都市からの安定供給が望める食品廃棄物（本実験では模擬食品廃棄物）と下水汚泥の高効率混合メタン発酵についての基礎的研究を行った。その結果、本実験で使用した消化汚泥は、pH8 及び高温条件下で最大のメタン生成活性を示し、下水汚泥及び模擬食品廃棄物を用いた中温、pH7～8 の条件下において、最大 COD 容積負荷 1.328kg/m³/日の良好な運転を達成した。

微生物群集構造解析においては、MiSeq シーケンサーによる解析のために、実験方法を改変した。得られたシーケンスデータについては現在、解析を進めている。真核生物解析に用いるプライマーセットについても異なる 3 種類のプライマーセットを用いて検討したところ、1 つは現在

のサンプル調整方法ではうまく解析に用いることが出来なかったが、2 つについては可能性があり、その詳細な解析を進めている。

WP3 :食品廃棄物および汚泥処理残渣からのチャー生成

乾燥下水汚泥を窒素流通下、300、500、700、900℃で熱処理を行い、バイオチャーを調製した。また、チャー化の際に副生する重質タールは Ni/Al₂O₃ 触媒を用いて H₂ および CO などのガスに改質可能なことを明らかにし、この結果からバイオチャーと可燃性ガスの併産が可能であることが示唆された

WP 4: バイオチャーの吸着剤および苗床利用

WP3 で得られた、各温度（300, 500, 700, 900℃）で調製したバイオチャーに対して、窒素吸脱着測定を行うことで、バイオチャーの比表面積を評価した。その結果、700℃で調製したバイオチャーが約 120m²/g と最も高い比表面積を示した。吸着剤として使用するためには、より比表面積を大きくする必要があり、今後、水蒸気賦活処理等を行う予定である。

WP 5: 排水からの窒素およびリンの回収

検討したうち、2 種類の植物バイオマスについて連続的な水処理が可能となった。そのうちの 1 つを用いて嫌気性消化汚泥による生分解性試験を行ったところ、前処理を行った方が初期のメタン生成速度が速くなるなどの傾向が見られたが、最終的な COD 転換率においては、破碎の有無による大きな差は見られなかった。

WP 6: パイロットプラントの建設と評価

全体プロセスのヒートインテグレーションによる効率向上の可能性を検討した。汚泥乾燥、汚泥炭および炭化物の賦活プロセスでヒートインテグレーションによる効率向上の可能性があった。化炭化工程で発生する熱分解ガスと嫌気性消化から得られるバイオガスによって、炭化物の賦活を行うことで、賦活の際に投入する熱の一部を吸熱反応で改質ガスとして回収する新しいプロセスなどを提案した。