＜年次報告書＞
第 1 年度（2025 年度）
日 ASEAN 科学技術・イノベーション協働連携事業（NEXUS）
日本－タイ「グリーンテクノロジー」研究領域

研究課題名（和文）	革新的グリーンテクノロジー：タイ国イサーン地方における PM2.5 の削減と再生可能エネルギー生産のためのサトウキビの葉からの耐熱域におけるバイオ･ハイタンの生産
研究課題名（英文）	Innovative Green Technology: Thermotolerant Biohythane Production from Sugarcane Leaves for PM2.5 Reduction and Renewable Energy in Esan, Thailand
研究期間	2025 年 4 月 1 日～2028 年 3 月 31 日

氏名	所属 部署　役職
今井 剛	山口大学 大学院創成科学研究科　教授

1. 研究進捗状況と成果

サトウキビの葉の水熱前処理は、実験室規模の 2L 高圧バッチ反応器にて実施した。VS 特性および生成物収量は前処理条件（温度 160-214℃、時間 6.6-23.4 分、S:L 比 1.6-18.4%）に依存して変動した。固相および液相の VS 分布は条件により大きく異なり、最高値は固相で 16.51±0.01、液相で 3.27±0.01 を示した。糖および有機酸生成に関して、最大総糖濃度は 3.60g/L、最大総揮発性脂肪酸（VFA）は 2.93g/L であった。サトウキビの葉の分析結果は以下の通りである。リグノセルロース成分は 73.69 %wt であり、その内訳はヘミセルロース：31.42%wt、セルロース：24.13%wt、リグニン：18.14 %wt であった。また、同様に BET 比表面積は 0.964m²/g、平均細孔径は 69.57Å であった。水熱前処理により得られたサトウキビの葉の加水分解物は、水素およびメタン生成を目的とした二段階バッチ発酵の基質として用いた。発酵は 120mL のバイアル瓶を用い、有効容量 60mL で実施した。培養は 45℃の耐熱域で行った。

水素発酵終了後、最大水素生成量を示した条件の残存培養液をメタン生成段階の基質として使用した。メタン生成は水素発酵と同様の条件で実施した。二段階発酵による水素およびメタン生成について累積水素生成量は 3.6-66.7mL/g-VS、累積メタン生成量は 80.0-349.0 mL/g-VS の範囲であった。最大水素生成は 66.70±0.9mL/g-VS、最大メタン生成は 349.00±8.5 mL/g-VS であった。

耐熱域（45℃付近）における嫌気性発酵実験により得られたサンプルを用いて、耐熱域で優占する嫌気性微生物を次世代シーケンサーを用いたメタゲノム（菌叢）解析によって明らかにした。耐熱域嫌気性発酵実験の植種源は、タイ南部、トラン県の塩性温泉より採取した。濃縮培養は BA 培地（組成）を用いたバッチ方式で実施し、培養温度は 45℃とした。水素生成試験では、炭素源としてグルコース 5g/L を添加し、pH を 5.0-6.0 に維持して 3〜4 日間培養した。一方、メタン生成試験ではグルコース 2g/L を添加し、pH を 6.5-7.5 に制御して 6〜7 日間培養した。これらの培養は、高くかつ安定した生成収率が得られるまで継代培養を繰り返した。次世代シーケンサーは Illumina 社 iSeq100 を使用して、メタゲノム（菌叢）解析を行った。微生物群集構造は pH 条件に強く依存し、低 pH（5.0-6.0）では *Firmicutes* 門が優占し、水素生成に関与する酸生成細菌が選択的に増殖した。特に *Romboutsia lituseburensis* が 60%以上を占めた。一方、中性〜アルカリ条件（pH 6.5-7.5）ではメタン生成古細菌（*Methanosarcina thermophila*：13-25%）が優占し、*Methanobacterium formicicum* や *Methanosarcina mazei* なども検出された。これにより嫌気性消化に必要な共生関係が確立できたと考えられる。

国際研究交流活動については、タイのコンケン大学への派遣・日本の山口大学への招聘の期間や人数が一部変更になったものの、ほぼ計画通り進めることができ、活発で双方に有益な交流ができ、今後につなげることができた。

2. 代表的な成果事例

「論文」Gede Adi Wiguna Sudiartha, Tsuyoshi Imai. Harnessing conductive materials to reshape sewer microbiomes and mitigate corrosion from sulfide and hydrogen sulfide formation. *Scientific Reports*, 15(1), 202507 (2025) https://doi.org/10.1038/s41598-025-06099-2

概要：本研究は、硫酸塩・硫化物・硫化水素の微生物代謝に起因する下水管腐食の抑制を目的として、ニッケルおよび磁鉄鉱といった導電性材料の効果を検証し、導電性材料の適用は、下水マイクロバイオームを操作することで腐食を抑制する持続可能な戦略となり得ることが示された。