

【3K162002】 電気共生型メタン生成を利用した有機性廃棄物の高効率バイオガス化技術の開発（H28-29 12,208 千円）

研究代表者 加藤 創一郎（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

1. 研究開発目的

本研究では、研究代表者らが発見した新規微生物代謝「電気共生型メタン生成」を利用した有機性廃棄物の高効率バイオガス化技術を創出し、循環型社会の形成、バイオマス利用、温室効果ガス削減に向けた環境政策に貢献することを最終目的とした。メタンは有機物分解菌とメタン生成アーキアとのエネルギー（電子）伝達を介した共生により生成される。従来その電子伝達は水素などの電子キャリア物質の拡散輸送によってのみ媒介されると考えられていた。申請者らは新規かつ高効率な共生機構として、鉄鉱物などの導電性ナノ粒子を流れる電流を介した微生物間電子伝達にもとづく「電気共生型メタン生成」を発見した。本研究では「安価な導電性素材の添加により電気共生型メタン生成を人為的に誘発し、高効率かつ安定な有機性廃棄物の分解・バイオガス化が可能である」ことを以下4点の研究開発により実証することを目的とした。

- (1) 導電性素材の検討：モデル共培養系を対象に、添加する素材の導電性、粒子サイズ、親水・疎水性などの物性が電気共生型メタン生成の誘発に及ぼす影響を調べ、効果が高く安価な導電性素材を開発・選定する。
- (2) 試験管レベルでの実証試験：実際のメタン発酵微生物群に(1)で選定した導電性素材を添加することで、有機性廃棄物（有機廃水、家畜糞尿、余剰汚泥など）の分解・メタン生成が促進可能であることを試験管レベルで実証する。
- (3) 電気共生型メタン生成に関与する微生物種の特異性：(2)の実験において導電性素材の添加時に特異的に優占し電気共生型メタン生成に関与する有機物酸化菌、メタン生成アーキアを特定する。また有用微生物と導電性素材との付着性・凝集性を評価する。
- (4) ラボスケールリアクターでの実証試験：数L容の攪拌型バイオリアクターを使用し、実際の処理時に近い条件（基質の連続流入、負荷量変動など）で安定的に有機性廃棄物の高効率分解・メタン生成が可能であることを実証する。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

項目1の導電性素材の検討では、導電性素材の効果を定量的に評価するためのモデル共生系の構築に成功し、それを使用することで粒子の導電性だけではなく表面親水性が重要であることを見出し、安価で効果の高い素材として活性炭が実用化に有望であることを見出した。項目2の試験管レベルでの実証試験では、活性炭の添加により、油脂・でんぷん・たんぱく・セルロース・余剰汚泥（微生物菌体）といった多種多様な

高分子有機物の分解・バイオガス化を促進可能であることを初めて実証できた。項目3の電気共生型メタン生成に關与する微生物種の特定期では、これまでに電気共生への關与が知られていない新規微生物の同定に成功し、学術的觀點からも興味深い知見を得ることができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

畜産廃棄物や農作物残渣、余剰汚泥、食品廃棄物などの多くは、現在焼却・埋め立てにより処理されている。焼却処理はその過程で大量の二酸化炭素を放出する。また埋立地からは二酸化炭素の約20倍の温室効果係数を持つメタンが大気中に大量に放散されている。本研究で実証に至った導電性粒子を利用した有機性廃棄物からの高効率バイオガス化技術は、これまで焼却・埋め立て処理されていた廃棄物を省エネルギー的かつ温室効果ガスを出さずに処理することを可能にする。今後企業等の協力を得ての実証試験を経たのち、本技術の社会実装に至った際には、温室効果ガス削減を見据えた環境政策に貢献可能である。

3. 委員の指摘及び提言概要

メタン発酵において有機物の酸化過程とメタン発生過程の二つのステージを導電性物質でつなぐ新たな手法を見出し、油脂、でんぷん、たんぱく、セルロースなど多くのものを効率よくメタン化できることを確認した成果は大きい。また、有効な導電性物質とよく対応する菌類を実験的に特定しており、合理的な展開の遂行による基礎技術の創出として評価できる。実用化に向けて展開すべき課題も複数発見できており、今後、メタン発酵の分野に新たな刺激を与えることが期待できる。本成果は査読付き論文として是非発表して欲しい。

4. 評点

総合評点：A