

【課題番号】 3-2001

【研究課題名】畜産廃棄物由来アンモニアによる大幅な発電効率向上を基盤とする地域循環畜産システム

【研究期間】 令和2年度（2020）～令和4年度（2022）

【研究代表者（所属機関）】松村幸彦（広島大学）

研究の全体概要

本研究のプロセスを実現するためには、水熱前処理、高温メタン発酵、アンモニア電気分解、希薄燃焼の4つの技術を最適化して組み合わせる必要がある。それぞれのテーマについて技術開発を進めるとともに、これらを組み合わせたプロセス運転を行い、システム評価を行う。

水熱前処理は200～350℃で行う。23 MPaの圧力をかけ、滞留時間を変えて、各種畜産廃棄物を処理、生成するアンモニア量を確認する。また、モデル化合物としてアミノ酸を用い、この分解特性を確認、反応機構を踏まえてプロセス構築を行う。なお、水熱処理はエネルギーがかかるために全体としてエネルギー生産ができないという誤解がまま見られるが、熱交換器を置いて反応器出口流れの持つ熱を使って入口流れを加熱することによって、所要熱量は熱交換器の熱損失分のみの加熱ですむ。

高温メタン発酵は水熱前処理された試料を用いて検討し、フィードバックをしつつ性能を高める高温発酵温度は60℃であり、これに適したメタン発酵菌群を得る。この温度では、アンモニアの平衡分圧は比較的高く、アンモニア阻害を抑制しながらメタン発酵を実現できる。アンモニアとメタンガスの分離回収を簡易・経済的なプロセスで行える単槽式アンモニア回収型発酵プロセスを実施する。

アンモニア電気分解は、分離されたアンモニアを低温水に回収して、通常の電気分解装置を用いて行う。この時の反応は、陽極で $2\text{NH}_3 + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$ 、陰極で $2\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 6\text{OH}^-$ であり、全反応は $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ となる。理論電圧は0.1 Vであるのに、3 V程度が必要となる過電圧が大きい電解反応であるが、電極の形状、触媒などを調整することによって過電圧を0.8 Vに低下させる。

希薄燃焼は、メタンを吸気ポートに供給するガスエンジンのシリンダ内に水素を直接噴射し、希薄を実現させる。空気過剰率2で安定燃焼させることにより正味熱効率を50%に向上させる。

研究の全体概要図

