

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 山野 浩二

本研究は、温暖化対策および資源循環の観点から、その利用促進が求められているバイオマスを活用する上での課題の解決を目的としたものである。

第1章では、現在、地球環境問題のなかで、緊急を要する地球温暖化や資源循環の対策の1つの方策として注目されているバイオマス活用において、特に、エネルギー利用とその課題についてレビューした結果、バイオマスのエネルギー利用の方法としては、燃焼利用とメタン発酵利用があり、様々な課題があることが示された。その中から3つの課題を取り上げ、解決のための方策を示すことを目的とすることを示した。

第2章では、バイオディーゼル燃料は製造時に、原料油脂の10～20%程度のグリセリンやメタノール、石鹸成分および未変換の脂肪酸などの不純物を含む原料となる食用植物油の80%量の排水が発生する。この排水の処理を1つ目の課題として取り上げ、最適な処理方法を確立するために、最適な処理方法について検討した結果、バイオディーゼル排水は、水溶成分と油分が含まれており、エマルジョン化しており、このエマルジョンの分解には酸の添加が有効であり、COD_{Mn}の値を減少させられるということを明らかにした。また、エマルジョン分解後バイオディーゼル燃料排水で主な有機汚濁の原因となっている物質はグリセロールであり、そのグリセロールを添加したMU11株 (*Bacillus licheniformis*) が分解していると判断された。さらに、活性汚泥とMU11株を混合したHybrid条件では、その他の条件と比べてCOD_{Mn}の減少速度が速いことが示された。

第3章では、鶏糞の発生量は多く、バイオマス資源として大きく期待されており、燃焼利用およびメタン発酵利用どちらでも利用可能である。しかし、それぞれの利用方法で課題があり、特に、メタン発酵利用では、鶏糞に含まれるアンモニアがメタン発酵を阻害するため、その除去が課題となっている。このアンモニアの除去を次の課題として取り上げ、メタン発酵利用のための最適条件の確立と事業性について評価することを目的として検討した結果、80℃の高温条件で、温泉地から単離したMU3株 (*Anoxybacillus sp.*) を添加し24時間可溶化させることで、アンモニアが90%以上除去でき、メタン発酵の阻害を引き起こすアンモニアの濃度である2,500mg/L以下とすることができ、鶏糞単独でもメタン発酵可能であることが示された。また、メタン発酵により発生するバイオガスは150 m³/tと試算され、このバイオガス発生量を用いてバイオガス発電事業について事業性評価を行った結果、事業性が高いことが示された。

第4章では、中小規模の下水処理場の消化ガスプラントから発生する余剰ガスの発生量が少ないので、単独の処理場での発電への利用は難しい状況にあるが、複数の処理場から回収して、集約利用すると、発電利用が経済的に成り立つ。しかし、バイオガスの組成がメタン約60%、二酸化炭素40%なので、運搬する際には、二酸化炭素を除去したほうが効率的であると考えられる。その方法として、消化ガスの精製方法である

PSA 法を使ったメタンの純度の向上が考えられているが、そのまま運搬する方法と比較して、施設が大規模になるため、環境影響を評価すると、同等もしくは多少の環境負荷大となることが示されていた。そこで、一般的な2塔式 PSA から小規模な施設規となる1塔式 PSA に切り替えることで、環境負荷およびコスト低減が可能となるかについて LCA および事業性評価を行った結果、PSA 法を一般的な2塔式から開発した1塔式に切り替えることで、環二酸化炭素の発生量等の境負荷は低減され、コストについても 3/4 程度に低減することが可能となることが示された。

第5章では、3つの課題をバイオディーゼル排水の処理、鶏糞のアンモニアの除去および消化ガスの精製方法である PSA 法の方式変更による環境負荷低減について精査した結果を元に、本研究を総括した。

以上示したように、本論文は温暖化対策および資源循環の観点から、その利用促進が求められているバイオマスを利活用する上での3つの課題であるバイオディーゼル排水の処理、鶏糞のアンモニアの除去および消化ガスの精製方法である PSA 法の方式変更による環境負荷低減課題の解決について新しい知見を示したものである。しかし、本論文の第1章はエネルギー利用とその課題についてのレビュー結果により2~4章の研究内容を行うことが本研究の目的であるとの構成になっているとの説明であったが、レビューが充分ではなく、論文としての構成が不十分であるという意見が審査委員全員一致したものであったため、その内容について追加することが必要であると判断され、修正を指示することとした。

主 査 熊本県立大学・教授 石橋 康弘