

氏名(本籍)	周宇林(中国)
学位の種類	博士(環境学)
学位記番号	博甲第5773号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	A Study on Optimum Conditions of Mesophilic Batch Dry Methane Fermentation from Soybean Curd Residue (オカラを基質とした中温乾式メタン発酵の最適条件の検討)
主査	筑波大学教授 博士(農学) 張振亜
副査	筑波大学教授 農学博士 杉浦則夫
副査	筑波大学教授 学術博士 水匏揚四郎
副査	筑波大学准教授 博士(生物工学) 楊英男

論文の内容の要旨

乾式メタン発酵法は固形有機性廃棄物を水添加なしの状態ですべて直接メタン発酵を行うもので、処理量を減らさず、メタン発酵施設全体のコンパクト化と低廉化に結びつくことから、近年注目されている。本論文はバッチ乾式メタン発酵バイオリクターを立ち上げ、無希釈、高負荷の有機性廃棄物試料オカラを対象とし、乾式メタン発酵効率を上げることを目的に最適発酵初期条件(接種サイズと3大栄養素の配分比)について検討したものである。本研究では、最適接種サイズを決定するために、試料:種汚泥のVS比を0.1~1.0(0.1刻み)、1.6、2.0、3.0計13サンプルを調製し、500mlのねじ口ガラス瓶を用いて19日間のバッチ実験を行った。また、適切な3大栄養素の配分比を決定するために、接種サイズ0.9とし、オカラに一定量のカゼインを添加後、異なる3大栄養素の配分比の試料6種類を調整し、500mlのねじ口ガラス瓶を用いて36日間のバッチ実験を行った。標準法を用いてTS、VSを測定し、HPLCを用いて各種有機酸濃度を測定した。アンモニア濃度はアンモニア電極で測定を行い、pHはガラス電極で測定を行った。ガス成分についてガスクロマトグラフィで測定、ガス生産量はテドラーバックとシリンジで測定した。

結果として、接種サイズがメタン収率に与える影響の実験では実験19日目において、接種サイズ0.6で最大メタン収率 $495 \text{ CH}_4 \text{ ml g VS}^{-1}$ が得られた。一方、接種サイズ3.0で最小メタン収率 $8 \text{ ml CH}_4 \text{ g VS}^{-1}$ が得られた。最大メタン生産速度は接種サイズ0.9の1日目で $348 \text{ ml CH}_4 \text{ g VS}^{-1} \text{ day}^{-1}$ であった。全サンプルの初期pHの値が7.2~7.9で、接種サイズが1.0~0.1の間では終了時のpHの値が8.0~8.2で初期に比べやや上昇したが、接種サイズが1.6~3.0の間では5.3~5.5となり、激しく酸化された。VSに基づいた計算で有機物分解率は接種サイズ0.8~1.0では約50%の分解率が得られた。これらの結果から接種サイズとメタン収率に密接に関連し、接種サイズが0.1~0.6の間では接種サイズが大きくなるにつれてメタンガスの収率が増え、接種サイズが0.6~0.9の間では最も高かった。接種サイズが1.6を超えるとメタンの収率が急激に減った。従って、バッチ乾式メタン発酵を開始する際、接種サイズを0.6~0.9に設定した方が最もよいメタン生産が期待される。

3大栄養素の配分比がメタン収率に与える影響の実験では実験36日目において、タンパク質含有量26%のサンプルで最大メタン収率 $561 \text{ ml CH}_4 \text{ g VS}^{-1}$ が得られた。タンパク質含有量100%のサンプルでは最小メタン収率 $135 \text{ ml CH}_4 \text{ g VS}^{-1}$ が得られた。発酵開始まもなくアンモニアの蓄積が始まり、特にタンパク質含有量56%以上のサンプルでは $4,000 \text{ mg L}^{-1}$ 以上に達した。これはタンパク質の分解物であるアミノ酸が微生物によって有機酸へ分解される際に生じる副産物アンモニアがメタン発酵槽内に高濃度に蓄積するとメタン生成菌の生育を阻害したためと考えられる。この実験からメタン収率と試料中のタンパク質含有量は反比例の関係であることが分かった。従って、バッチ式乾式メタン発酵を開始する際、タンパク質の含有量を26%以下に抑えた方が最もよいメタン生産が期待される。接種サイズや試料中3大栄養素の配分比などの初期設定を調整することによって、無希釈、高負荷の試料を用いた乾式メタン発酵でも高いメタン生産量が期待できる。

審査の結果の要旨

本論文はバッチ式乾式メタン発酵バイオリクターを立ち上げ、無希釈、高負荷の有機性廃棄物試料であるオカラを対象とし、接種サイズやC/N比などの初期設定がメタン生産速度や有機物の分解率に大きく影響することを明らかにしたものである。まず、接種サイズがメタン収率に与える影響の実験では、接種サイズとメタン収率に密接に関連し、接種サイズが0.1～0.6の間では接種サイズが大きくなるにつれて、メタンの収率が増え、接種サイズが0.6～0.9の間では最も高かった。接種サイズが1.6を超えるとメタンの収率が急激に減ったことが明らかとなった。バッチ式乾式メタン発酵を開始する際、接種サイズを0.6～0.9に設定した方が最もよいメタン生産が期待される。そして、3大栄養素の配分比がメタン収率に与える影響の実験では、メタン収率と試料中のタンパク質含有量は反比例の関係であることが分かった。バッチ式乾式メタン発酵を開始する際、タンパク質の含有量を26%以下に抑えた方が最もよいメタン生産が期待できることが導かれた。本論文は乾式メタン発酵において、接種サイズや試料中の3大栄養素の配分比などの初期設定を調整することによって、メタン生産性を大いに上げることに成功した。応用研究に学術的な価値の高いものが得られており、高負荷有機物処理技術として、地域連携型の廃棄物処理施設の設計及びバイオガス生産の効率化につながる点をオリジナリティに富む研究として高く評価できる。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。