

氏名(国籍)	李 柏 旻 (台湾)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第3532号
学位授与年月日	平成16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	農学研究科
学位論文題目	Biogas production and high-energy recovery of the kitchen garbage by two-phase plug-flow methane fermentation (プラグフロー型2相式メタン発酵装置による生ゴミのバイオガス生産と高エネルギー化)
主査	筑波大学教授 農学博士 前川孝昭
副査	筑波大学教授 農学博士 黒田健一
副査	筑波大学助教授 農学博士 杉浦則夫
副査	筑波大学教授 工学博士 田中秀夫

論文の内容の要旨

社会の発展過程において、大量生産、大量消費、大量廃棄の社会システムは、自然の浄化能力を超え、地球温暖化、廃棄物、有害物質等の様々な環境問題を深刻化させている。バイオマスは、私たちのライフサイクルの中では大気中のCO₂を増加させないという「カーボンニュートラル」と呼ばれる特性を有している。

本研究では、カーボンニュートラルであり、再生可能エネルギーであるバイオガスを高効率に回収するプラグフロー型2相式メタン発酵装置の実用化を目標とする開発を実施した。具体的にはメタン発酵部にロックウール担体及び無機栄養塩抱括担体を導入することによってメタン菌の密度を高くし、プラグフロー型2相式メタン発酵の能力を向上させた。また、メタン発酵部に担体及び無機栄養塩抱括担体の導入はバイオリアクターに高密度の菌体を滞留させ、微生物滞留時間(SRT)を水理滞留時間(HRT)より長くすることが可能になったので高速のバイオガス生成を達成することができた。また、メタン菌の密度を高く出来たので、メタン発酵容積を従来のものより縮小でき、高い容積負荷の確保が可能となった。

現在、ダイオキシンの発生で燃焼も埋め立ても不可とされている生ゴミの処理のメタン発酵装置の開発を検討した。ここでは、投入VS濃度を6-8%で、滞留時間を8日で連続実験を行った。各条件における有機物の分解率、COD等の環境因子、メタンガス生成量の把握に加えて、物質収支、化学量論および動力学的解析を実施した。さらにプラグフロー型2相式メタン発酵過程の数学モデルを構築し、その分解過程の予測を行なった。また、生物脱硫の必要性和バイオガスの熱量向上を目指し、バイオガスに含まれるCO₂を水素を用いてCO₂/H₂資化メタン菌を用いた生物メタネーション実験を行い、その動力学的解析を実施した。このパイロットスケール実験結果とベンチスケール実験結果を比較するスケールアップを検討した。固定床バイオガスリアクター(10L)を用いたスケールアップ実験では90%以上のCH₄濃度転換を可能にし、ベンチスケール実験結果との一致を見た。

審査の結果の要旨

本論文は、カーボンニュートラルであり、再生可能エネルギーであるバイオガスを高効率に回収するプラグフロー型2相式メタン発酵装置の実用化を目的とした開発を実施したものである。メタン発酵部にロックウール担体及び無機栄養塩抱括担体を導入することによってメタン菌の密度を高くし、プラグフロー型2相式メタン発酵能力の向上を検討した。CSTR型のリアクターと比較してガス発生能力を向上させた。また、メタン発酵部に担体及び無機栄養塩抱括担体を投入することによってバイオリアクターに高密度の菌体を滞留させ、微生物滞留時間（SRT）を水力滞留時間（HRT）より長くできたので、高速発酵を達成した。さらに数学モデルを構築して、生ゴミの分解過程を予測することができた。その結果プラグフロー型2相式メタン発酵過程はCSTR型の発酵過程と異なる知見を得た。

上記メタン発酵過程から発生するバイオガスはCO₂濃度として40%前後を含むのでCO₂/H₂資化メタン菌を用いた生物メタネーションを実施した。ベンチスケール実験の動力的知見と本研究で実施したパイロットスケール固定床バイオガスリアクターのCH₄転換速度とは一致した。以上の実験から本研究では、バイオガスリアクターの設計および性能に関して基礎的な資料が得られた。CO₂の固定化法の確保を見たので、農業工学分野の研究に大きな貢献する知見をえられた。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。