

氏名（本籍）	黄 赫		
学位の種類	博 士（環境学）		
学位記番号	博 甲 第 7373 号		
学位授与年月日	平成 27 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	Comparative Study of Enhanced Biogasification from Ammonia-Rich Swine Manure by Wheat-Rice-Stone Addition and Ammonia Stripping (Wheat-Rice-Stone 添加とストリッピング法による高濃度アンモニア含有畜産廃棄物のバイオガス生産性向上の比較研究)		
主査	筑波大学教授	博士（農学）	張 振亜
副査	筑波大学准教授	博士（学術）	水野谷 剛
副査	筑波大学准教授	工学博士	雷 中方
副査	公財）国際科学振興財団 バイオエコ技術開発研究所 研究所長	博士（理学）	稲森 悠平

論 文 の 要 旨

有機性排水、あるいは廃棄物からのバイオガスへの変換については、様々な取り組みがなされている。窒素含有量が高い畜産廃棄物の嫌気性メタン発酵法において、多量のアンモニアが発酵槽に蓄積されると、バイオガスの生産性の低下や発酵の停止などが頻繁に起こるため、問題とされている。本研究では、リアクタ内部のアンモニアを除去する方法として吸着剤を用いたアンモニア吸着除去法とアンモニアストリッピング法を用いて、リアクタ内部のアンモニア濃度を低下させ、高窒素含有畜産廃棄物のバイオガス生産性の向上を目指すものである。

まずは、Wheat-Rice-Stone (WRS) を、1 L の発酵液に対し 50 g、アンモニア濃度 5145 mg-N/L のメタン発酵ではメタン収率が 142.7 mL/g-VS、コントロール (WRS 無添加) では 82.82 mL/g-VS 得られ、メタン生産性が 72 % 向上した。メタン生成スタートアップ時間はそれぞれ 20 日と 40 日であり、メタン生成スタートアップ時間が 20 日間短縮された。さらに、WRS の添加により、揮発性有機脂肪酸の分解、特に n-HBu の分解が促進され、揮発性有機脂肪酸のリアクタ内部の蓄積や pH の低下を防ぐことが出来た。WRS から放出された Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{Fe}^{3+/2+}$ 、溶液中の NH_4^+ と PO_4^{3-} と反応し、アンモニアの沈殿を形成することによるアンモニア濃度の低減および微量金属塩によるメタン生成菌の活性化により、メタンの生産性が向上したものと推測される。

また、TS は 35 %、温度 55 °C の乾式豚ふんアンモニア発酵を行った結果、7 日間での発酵ではアンモニア濃度は、初期の 3418 mg/kg から 6313 mg/kg まで上昇した。その後、アンモニア発酵物に対しアンモニアストリッピング法を用いてアンモニアの回収を行った。pH のアンモニアストリッピングへの影響やストリッピング後の乾式メタン発酵の生産性について調べた結果、pH は 10.2 の場合、最もアンモニアストリッピングの効率が高く、アンモニアの除去率は 90.1 % に達成したことにに対し、pH 8.8 の場合、85.0 % のアンモニアが除去された。しかしながら、pH を 10.2 に調整した場合、メタン発酵の原料である揮発性有機脂肪酸濃度は pH 8.8 の場合と比べ低減していた。さらにアンモニアストリッピング後の豚ふんを、TS 20 % に調整し、乾式メタン発酵を行った。その結果、コントロールのメタン収率 27.5 mL/g-VS より高いメタン生産性を示した。特に pH 8.8 と pH 10.2 のストリッピングの場合、それぞれ 74.8 mL/g-VS と 71.0 mL/g-VS のメ

タン収率を得ることができ、コントロールと比べ、172 % と 158 % のバイオガス生産性の向上が観察された。

これらの結果に基づき、WRS 吸着除去法とストリッピング法は高窒素含有豚ふんメタン発酵の生産性向上に有効でことが示された。また本研究では、WRS 吸着法での高いアンモニア濃度の場合のメタン発酵の促進メカニズムについて、初めて解明をした。さらに、アンモニアストリッピング法においては、豚ふんからのアンモニアの回収や乾式メタン発酵の促進効果について検証した。WRS 法とアンモニアストリッピング法を比較すると、効率は後者がはるかに高いものの、前者は特殊な装置を必要としないことから、コストが極めて小さい。

審 査 の 要 旨

本研究はメタン生成の過程におけるアンモニアの蓄積やその障害を防ぐため、豚ふんのアンモニア発酵による高いアンモニア含有発酵物に対して、WRS 吸着除去法やストリッピング法を適用し、アンモニアの回収やバイオガス生産性の向上を試みたものである。その結果、Wheat-Rice-Stone (WRS) のアンモニア障害の緩和やメタンガス生成の促進に関するメカニズムを初めて明らかにした。また、豚ふんから 90 % 以上のアンモニア回収率に成功し、農業の肥料への利用の道を開いたこと、さらに脱アンモニアの豚ふんを用いたメタン発酵では、生産性が 172 % と向上された。

以上のことから、本研究はオリジナリティに富む研究として高く評価でき、高濃度窒素含有廃棄物のバイオエネルギー化に重要かつ有用な情報を与え、バイオエネルギーや環境浄化技術研究開発分野への応用に大きく貢献している。

平成 27 年 1 月 29 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査および最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判断された。

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