

氏名	PENI ASTRINI NOTODARMOJO		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	環境学		
学位授与番号	博甲第	6505	号
学位授与の日付	2021年 9月 24日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Sustainable Two-Stage Anaerobic Co-digestion System for Biomass Waste: Usefulness of Oyster Shell as pH Control Additive (持続可能な廃棄物系バイオマスの二段階嫌気性共消化システム：牡蠣殻の pH 調整剤としての有用性)		
論文審査委員	教授 川本 克也	教授 藤原 健史	准教授 松井 康弘
学位論文内容の要旨			
<p>Biomass wastes have high potential to be used in energy recovery using anaerobic digestion. This thesis opens with an introduction regarding anaerobic digestion process in general and explanation for each step in the anaerobic digestion process. Brief description of anaerobic digestion system type used in this study and about oyster shell properties is also included.</p> <p>There were three experiments done in this study. The result of first experiment we were using two stage anaerobic digestion system to compare it with single stage anaerobic digestion system. The commonly used digester is one stage digester, however it needs long retention time and big reactor size to proceed. The two-stage anaerobic system used in this study separates fermentation stage and methanogenesis stage to shorten the retention time and increase the biogas yield. The two-stage anaerobic digester system has better overall performance than single stage, namely in fermentation period, alkali used, effluent quality and methane yield. The only disadvantage is that the loss of unhydrolyzed biomass removed in solid-liquid separation.</p> <p>The oyster shell was used in second and third experiment. The acidification in fermentation stage is a common issue in anaerobic digestion control. In general alkali additive like NaOH are used, but we tried to use oyster shell as pH control additive with a purpose of waste utilization. As a result of applying its powder material to the two-stage anaerobic digestion system, it was cleared that the powder can prevent pH value from dropping and its performance is mild and stable in comparison with NaOH which alkali adding effect appears in pH soon. In addition, we recognized the oyster shell powder affects the methane yield, so evaluated the yield performance of methane gas by the carbon input and output flow analysis through the process. Moreover, microbial analysis to compare the microbial characteristic difference between treatments provided some clue regarding the difference of methane yield and methane concentration in the two treatments.</p> <p>As an advanced study, performance of oyster shell powders with fine and coarse sizes were investigated. It resulted that the fine industrial powder of oyster shell was superior to coarse one in both pH controllability and methane gas yield. However, the methane concentration between fine and coarse oyster shell powder treatment were not significantly different and even lower than alkali treatment.</p> <p>By targeting biomass waste generated in Okayama University campus, a recycling system composed of anaerobic fermentation and composting was designed and yield of methane and generated power from the gas were estimated. Cost and environmental impact by using either oyster shell or commercial chemical alkali were evaluated. Through this feasibility study, we found that the energy generated by recycling system was insufficient to power the facility itself. We also found that using oyster shell is less expensive and more environmentally friendly, with less GHG emission, than chemical alkali.</p> <p>All the remarkable findings in this thesis were summarized at the end of this thesis.</p>			

論文審査結果の要旨

事業所やコミュニティからのバイオマス系廃棄物をリサイクルするのに適したコンパクトな装置、短いメタン生成期間、温室効果ガスの低排出量、低コストの特徴を併せ持つメタン発酵システムとして、二段階嫌気性共消化システムと牡蠣殻の pH 調整剤の組み合わせを検討した研究である。岡山大学キャンパスのバイオマス系廃棄物を対象とした二段階嫌気性共消化とコンポストのハイブリッドシステムのフィービリティまで試算している点が本論文の特徴である。具体的な内容は以下の通りである。最初に、1 段階式(1 槽式)と 2 段階式のメタン発酵生成速度を比較し、2 段階式で易分解性有機物を中心に発酵させれば発酵期間を短縮できることを明らかにした。次に、第 1 段の可溶化～酸発酵過程での極度な pH 低下をアルカリ添加によって抑え、微生物の活性を維持することが発酵期間の短縮につながることから、pH 調整剤として市販の水酸化ナトリウムと廃棄物として捨てられる牡蠣殻を粒子にしたものを取り上げ、両者によるメタンガス生成量や生成速度、炭素収支、主要な微生物種の違いなどを実験により比較した。また、牡蠣殻パウダーについては粒度の違いによる影響についても調べた。その結果、牡蠣殻パウダーは水酸化ナトリウムほど pH 調整の即応性がないものの、ゆっくりした溶解により安定した pH 制御性能を発揮することを明らかにし、メタンガスについては粉体径が小さくなれば水酸化ナトリウムと遜色のない程度の生成量が得られることを明らかにした。さらに、コストや温室効果排出量の点で牡蠣殻パウダーの方がはるかに優れていることを示した。著者は在学期間中、コロナ禍により実験を中止せざるを得ない期間があったが、それを乗り越えて一般ジャーナル 2 報 (掲載済と登載可)、Q1 ジャーナル 1 報 (修正中)、国際会議発表 2 回、国内学会発表 1 回の成果を残した。以上より、申請者は博士学位を与える基準に達していると判断した。