

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Dynamics of the microbiome and predicted biochemical pathways in methane fermentation in response to organic load shocks
著者(和文)	MERCADO Jericho Victor Lagasca
Author(English)	Jericho Victor Lagasca Mercado
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11854号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中崎 清彦,江頭 竜一,吉村 千洋,藤井 学,小山 光彦,戸田 龍樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11854号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Jericho Victor Lagasca Mercado		
論文審査 審査員	主査 審査員	氏名	職名	審査員	氏名	職名
		中崎 清彦	教授		小山 光彦	助教
		江頭 竜一	准教授		戸田 龍樹	教授
		吉村 千洋	准教授			
		藤井 学	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Dynamics of the microbiome and predicted biochemical pathways in methane fermentation in response to organic load shocks」と題し、英文で書かれ、以下の5章から構成されている。

第1章「Introduction」では、増加し続ける有機性廃棄物の資源化においてメタン発酵が有用な微生物プロセスであることを述べたうえで、装置の有機物負荷量の大きな変動に伴う一時的な過負荷（負荷ショック）がメタン発酵の安定性に及ぼす影響について定量的に評価されていないために、過大設備による運転をせざるを得ない状況であることを指摘している。このような背景をふまえて、申請者はメタン発酵槽の微生物叢レベルからこの問題に取り組み、微生物叢を馴化させて有機物負荷ショックに対するレジリエンスを高めることを提案している。本論文では、有機物負荷ショックに強いメタン発酵システムを開発することを目指して、繰り返される有機物負荷ショックに対するメタン発酵微生物叢の応答と適応を解明することを目的としている。

第2章「Effect of one-time organic load shock on the short-term response of anaerobic digester microbiome」では、回分メタン発酵装置を用いて、有機物負荷ショックに対する短期的な微生物叢の応答が、種菌に使用する馴化基質の複雑さによってどのように変化するかを評価している。すなわち、単純な基質と複雑な基質を用いた馴化が、メタン発酵性能だけでなく、微生物叢や代謝経路レベルにも及ぼす影響を直接比較することで、特定の微生物叢の優劣がメタン発酵システム内の生化学的変化、ひいてはメタン生産性にどのように関係するかを網羅的に解析している。単純な基質に馴化した種菌では、有機物負荷量が高くなるにつれて微生物多様性が減少し、これに伴いメタン収量も減少するが、複雑な基質に馴化した種菌では、高負荷にもかかわらず微生物の多様性は安定しており、メタン収量への影響も小さいことを明らかにしている。複雑な基質に馴化した種菌は、有機物負荷ショックに対するレジリエンスが高く、より好ましいとしている。さらに、酵素遺伝子予測解析から、微生物叢の主要な基質分解能力は、複雑な基質に馴化した種菌では有機物負荷ショックに対して強化されることを示している。

第3章「Effect of frequency of organic load shock on anaerobic digester microbial community progression」では、第2章で明らかにした一回の有機物負荷ショックに対するメタン発酵微生物叢の短期応答が、有機物負荷ショックが繰り返される実プロセスに近い半連続運転においてどのように異なるかを評価している。すなわち、複雑な基質に馴化した微生物叢を接種したメタン発酵槽において、異なる頻度で繰り返される高有機物負荷ショックに対するメタン生成能、微生物叢の遷移、ならびに微生物ネットワーク構造の変化を解析している。その結果、有機物負荷ショックの頻度が低いほど、微生物叢への影響が大きいことを見出している。メタン発酵の安定を維持するために必要な微生物ネットワーク構造が崩壊し、最終的にメタン生産性が損なわれることを明らかにしている。さらに、メタン収量が減少した一方で中間代謝物である有機酸は蓄積していないことから、微生物叢の活動がメタン生成に寄与しない他の代謝物の生産にシフトしたとしている。

第4章「Effect of acclimatization organic loading rate to the resilience of anaerobic digester against repeated organic load shocks」では、馴化したメタン発酵微生物叢が繰り返しの有機物負荷ショックに耐えられないことが第3章で判明したことに基づいて、複雑な基質による馴化に加えて、より高い有機物負荷による馴化が有機物負荷ショックに対する微生物叢のレジリエンス向上に必要であるという仮説を立て、異なる有機物負荷で馴化させた微生物叢のメタン生成能、微生物叢の遷移、ならびに微生物ネットワーク構造の変化を解析している。その結果、高負荷に馴化させた種菌を接種したメタン発酵槽では、有機物負荷ショックを繰り返してもメタン生産性が維持され、微生物ネットワークも安定であることを明らかにしている。高い有機物負荷で馴化させることで、微生物ネットワークが強固になり、その結果、高有機物負荷ショックに対して微生物叢が高いレジリエンスを獲得すると推察している。これらの一連の結果から、複雑な基質と高有機物負荷条件を用いてメタン発酵の微生物叢を馴化させることで、有機物負荷ショックに対して非常に堅牢性の高いメタン発酵システムを構築することができると結論づけている。

第5章「Conclusions and recommendations」では、前章までの結果を総括している。

以上を要するに、本論文はメタン発酵システムの小型化における最重要課題の一つである有機物負荷ショックに焦点をあて、繰り返される有機物負荷ショックに対するメタン発酵微生物叢の短期的ならびに中期的な応答と適応を微生物叢の網羅解析により明らかにしており、有機性廃棄物の利活用を対象にした廃棄物バイオマス工学に貢献が大きいばかりでなく、微生物プロセス工学や微生物生態学などの広範な分野に関して学術的に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（学術）の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。