

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)	温度操作により酸生成速度を精密に制御する安定メタン発酵プロセスの開発		
研究テーマ (英文)	Regulating acid production during anaerobic digestion by temperature control		
研究期間	2018年～2021年	研究機関名 東京工業大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	小山 光彦
		(カタカナ)	コヤマ ミツヒコ
		(英文)	Mitsuhiko Koyama
	所属機関・職名	東京工業大学環境・社会理工学院 助教	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	中崎 清彦
		(カタカナ)	ナカサキ キヨヒコ
		(英文)	Kiyohiko Nakasaki
	所属機関・職名	東京工業大学環境・社会理工学院 教授	

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

メタン発酵は、生ごみ等の含水率が高い有機性廃棄物のエネルギー変換に適した技術であるが、供給基質(生ごみ)が過負荷になると分解中間体である有機酸が蓄積してpHが低下し、メタン発酵が停止する(=破綻)。本研究では、温度操作により有機酸の生成速度を酸消費(=メタン生成)速度と均衡する速さにまで抑制し、なおかつメタン発酵を維持する温度条件を探索した。メタン発酵微生物群を37℃条件下で異なる基質組成ならびに有機物負荷速度条件で馴養したものをそれぞれ種菌に用いて、易分解性有機物である可溶性でんぷんを基質として添加した直後に33-15℃の異なる温度に低下させる回分実験を実施したが、いずれの条件も酸生成速度が酸消費速度を上回り、有機酸が蓄積した。有機酸生成速度は温度低下の影響を殆ど受けない一方で、メタン生成速度は温度低下に伴って小さくなり、影響を強く受けることが明らかとなった。興味深いことに、2種類のメタン生成経路のうち、酢酸資化経路は温度低下の影響が小さいが、水素資化経路は低温条件下で顕著に抑制されることが示唆された。その一方で、種菌中に残存する馴養基質のうち、比較的難分解性の画分の酸生成は温度低下の影響を受けるが、易分解性画分は影響が小さいことが分かった。本研究は温度操作による有機酸の生成抑制は達成できなかったものの、上記のようにメタン発酵の各過程の温度感受性の違いを明らかにすることができた。メタン発酵施設ではバイオガス生成量がそれをエネルギーに変換する装置の消費量設計値を上回ることがあり、現状は余剰バイオガスを施設内で燃焼処理している。本研究の成果を応用すれば、有機酸が過剰蓄積しない範囲に限定されるが、原料過多の際に温度低下操作により最終産物をバイオガスから有機酸へと意図的に変えて生分解性プラスチック(PHA)を生産する微生物プロセスの基質として利用するなど、柔軟性の高いメタン発酵プロセスを構築できる可能性があると考えている。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）					
雑誌	論文課題				
	著者名		雑誌名		
	ページ	～	発行年		巻号
雑誌	論文課題				
	著者名		雑誌名		
	ページ	～	発行年		巻号
雑誌	論文課題				
	著者名		雑誌名		
	ページ	～	発行年		巻号
図書	書名				
	著者名				
	出版社		発行年		総ページ
図書	書名				
	著者名				
	出版社		発行年		総ページ

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

In anaerobic digestion (AD), organic acids accumulate when the feed substrate (food waste) becomes overloaded, causing pH drop and ceasing methane production. This study investigated temperature conditions that could suppress the organic acid production rate to balance with the acid consumption (= methanogenesis) rate by temperature control, while maintaining the methane production. The AD microorganisms were acclimated at 37° C with different substrate compositions and organic loading rates and used as seeds. A series of batch AD experiments were conducted with different temperature drops of 33-15° C immediately after the addition of soluble starch as a substrate. Under both conditions, the organic acid production rate was hardly affected while the methane production rate became smaller as the temperature decreased, indicating that the methanogenesis was strongly affected. Interestingly, among the two methanogenic pathways, the acetate pathway was less affected by temperature decrease, while the hydrogen pathway was significantly suppressed under low temperature conditions. On the other hand, the acid production from relatively recalcitrant fractions that remained in the seeds was affected by the temperature decrease, whereas the acid production from the readily degradable fraction was less affected. Although suppression of organic acid production by temperature control was not successful, this study clarified the differences in temperature sensitivity of each AD process.