

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Changes in microbial community associated with the deterioration of methane fermentation by increasing organic loading rate
著者(和文)	Kwon Sang Hagk
Author(English)	Sang Hagk Kwon
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9573号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中崎 清彦,日野出 洋文,高橋 邦夫,江頭 竜一,山下 幸彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9573号, Conferred date:2014/3/26, 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		Kwon Sang Hagk	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	中崎 清彦	教授	審査員	山下 幸彦	准教授
	審査員	日野出 洋文	教授			
		高橋 邦夫	教授			
江頭 竜一		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Changes in microbial community associated with the deterioration of methane fermentation by increasing organic loading rate (有機物負荷量の増加にともなうメタン発酵の破たんにおける微生物叢の変化)」と題し、6 章からなっている。

第1章「Introduction」では、廃棄物処理とエネルギー生産を組み合わせる技術としてのメタン発酵について、その操作が注目されている背景や効率的な操作を開発する必要性についてまとめている。

第2章「Literature review」では、メタン発酵を阻害し、破たんを引き起こす因子について、現在までにおこなわれてきた研究をまとめ、本研究が解決すべき課題を明らかにしている。

第3章「Identification of microorganisms in the granules generated during methane fermentation of the syrup wastewater」では、上向流嫌気性汚泥床(UASB)リアクタを用いたメタン発酵によるシロップ廃液の処理において、有機物負荷量の増加にともなうメタン発酵の破たんのメカニズムを明らかにすることを目的としている。水力学的滞留時間(HRT)を短縮し、供給基質中の有機物濃度を上昇させることによって段階的に有機物負荷量を増加させたとき、有機物負荷量が 30.3kg COD m⁻³ d⁻¹に達すると、突然、メタンガスの生成が中断しメタン発酵が破たんすることを確認している。また、破たんの原因を明らかにするために、分子生物学的手法を用いることによって、メタン発酵過程におけるグラニュール中の微生物叢変化を測定している。有機物負荷量を増加させることで、鉄還元細菌、*Geobacter* 属細菌の増殖が促進され、増殖した鉄還元細菌は古細菌と還元力をめぐって競合することでメタン発酵を破たんに導くという新たなメカニズムを提唱している。また、鉄還元細菌は、メタン発酵の破たんを予測し、それを回避するための指標微生物として使用できる可能性についても言及している。

第4章「Effects of operation conditions on the performance of the ASBR methane fermentation of syrup wastewater」では、実験室規模の反復回分式リアクタ(ASBR)を用いたメタン発酵によるシロップ廃液の処理において、有機物負荷量を増加させるときの HRT と有機物濃度、それぞれの影響について評価することを目的としている。有機物負荷量を 20.4 g COD L⁻¹ d⁻¹で一定とし、有機物濃度が 126.7 g COD L⁻¹と高く、HRT が 6.2 d と長い操作と有機物濃度が 63.5 g COD L⁻¹と低く、HRT が 3.1 d と短い操作の 2 通りをおこなっている。HRT が短い操作ではメタン発酵の破たんが短時間のうちに観察されたのに対し、HRT が長い操作では破たんの開始が 10 日以上遅れることを確かめている。HRT が長いときには細菌が活性化されることで古細菌の活性を阻害する揮発性有機酸が高濃度に生産されるが、HRT が短いときには揮発性有機酸を生産する細菌が活性化されることに加えて溶存酸素濃度の上昇が古細菌にダメージを与えると同時に古細菌と還元力をめぐって競合する鉄還元細菌も活性化することから、有機物濃度を高くするよりも HRT を短くした方が阻害的な影響が大きくなることを明らかにしている。

第5章「Relationship between changes in microbial community and the deterioration of methane fermentation which treats synthetic peptone wastewater」では、廃液の種類をペプトン廃水に変えてメタン発酵したときの、有機物負荷量増大にともなう破たんのメカニズムを明らかにすることを目的としている。有機物負荷の増大にもなると、シロップ廃液のときと同様、細菌が活性化されるが、ペプトン廃液は、窒素の含有量が多いために、細菌による分解にもなると、1,400 mg L⁻¹もの高濃度のアンモニアが生成することに特徴があるとしている。また、揮発性脂肪酸の濃度も 3,100 mg L⁻¹と高く、加えて、鉄還元細菌に代わり、メタン生成菌と還元力をめぐって競合する硫酸還元菌、*Desulfoglaeba* 細菌の増殖を確認している。廃液の種類が異なっても、有機物負荷量の増加にもなると、細菌が活性化され、古細菌を阻害する物質の生産と古細菌と還元力を競合する細菌が増殖すること、溶存酸素濃度の上昇は直接的に古細菌を阻害することから、メタン発酵が破たんを類似のメカニズムで説明することに成功している。

第6章「General conclusions」では、本論文で得られた結果をまとめている。

以上を要するに、本論文は、増加の一途を辿る廃棄物の処理とエネルギー生産を兼ねる優れた技術として注目されるメタン発酵を、高効率におこなう上で最も重要な有機物負荷増大にともなう破たんのメカニズムを明らかにしており、安定的なメタン発酵に繋げることのできる操作法を提案したものであり、学術上高く評価される。よって、本論文は博士(学術)の論文として価値が十分あるものと認められる。