

パームオイル圧搾廃液 (POME) の高速メタン発酵処理

ー多段型 UASB リアクターによる中温・高温プロセスの処理特性の比較ー

長岡技術科学大学 学 クーシヴィライ パイラヤ Kucivilize Pairaya、中村玲美、加藤海

正 井町寛之、大橋晶良、原田秀樹

1. はじめに

世界最大のパームオイル生産国マレーシアでは年間約一千万トン余りの Crude Palm Oil を生産している。圧搾工場から発生する廃液(Palm Oil Mill Effluent: POME)は、現状では嫌気性ラグーン法により処理が行われているため、地球温室効果ガスを大量に大気中に放出している。

本研究は、POME からのエネルギー回収と地球温暖化防止対策を目的とし、多段型 UASB リアクターによる POME の処理の実用化に向けて、中温(35℃)と高温(55℃)プロセスでの処理特性の比較を行った。

2. 実験方法

実験には Fig.1 に概要図を示した 2 台の多段型 UASB リアクターを用いた。リアクター液容積は 9.5L であり、それぞれ 35℃及び 55℃でリアクター内温度を制御した。中温(35℃)リアクターの植種汚泥はミルク廃液を処理した中温グラニュール汚泥（常温で 3 年間保存）、高温(55℃)リアクターには高温ミルク廃液を処理した高温グラニュール汚泥(4℃で 4 年間保存)を 170gVSS になるように投入した。

本実験に用いた POME はマレーシアより空輸したものであり、その

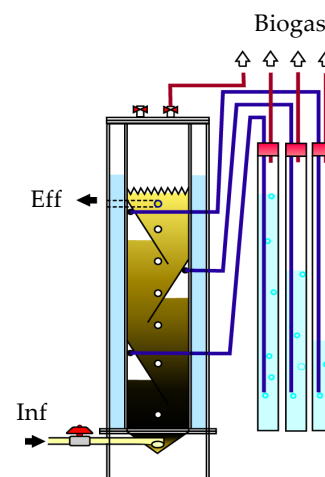


Fig.1 Schematic diagrams of a multi-staged UASB reactors using in this study.

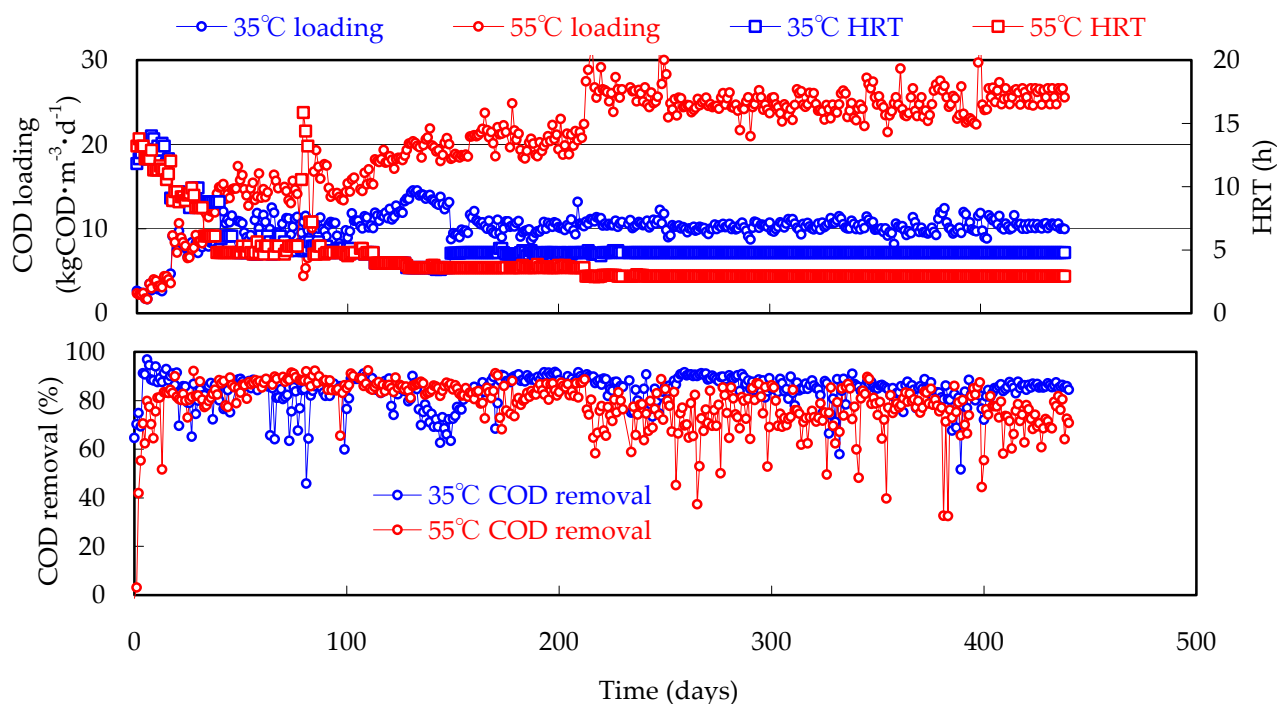


Fig.2 Process performance of 35°C and 55°C multi-staged UASB reactor.

キーワード：UASB リアクター、パームオイル圧搾廃液、高速メタン発酵、高濃度脂質・固形物含有廃液

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 Tel. 0258-46-6000 (6646)

Fax. 0258-47-9600 E-mail pairaya@stn.nagaokaut.ac.jp, ecohara@vos.nagaokaut.ac.jp

性状を Table1 に示した。リアクターへの供給には、1,000～3,000 mgCOD・l⁻¹ になるように水道水で希釈を行い、pH の調整を行ったが、無機栄養塩類や微量元素の添加は行わなかった。

Table 1 Characteristics of Palm Oil Mill Effluent (POME)

pH	4.2	-
COD _{Cr} total	89,900	mgCOD・l ⁻¹
COD _{Cr} soluble	38,900	mgCOD・l ⁻¹
SS	30,500	mg・l ⁻¹
Proteins total	25,300	mgCOD・l ⁻¹
Lipids total	19,400	mgCOD・l ⁻¹

3. 実験結果及び考察

Fig.2 に両リアクターの処理特性を示した。負荷の上昇は流入 COD 濃度の増加及び HRT の短縮によって行い、最終的に中温リアクターは最大容積負荷 10 kgCOD・m⁻³・d⁻¹ (inf 2,000 mgCOD・l⁻¹, HRT4.8h、脂質負荷約 4 kgCOD・m⁻³・d⁻¹、SS 負荷 3.6 kgCOD・m⁻³・d⁻¹) で、高温リアクターは最大容積負荷 25 kgCOD・m⁻³・d⁻¹ (inf 3,000 mgCOD・l⁻¹, HRT 2.9 h、脂質負荷約 10 kgCOD・m⁻³・d⁻¹、SS 負荷 8 kgCOD・m⁻³・d⁻¹) であった。各リアクターの最大容積負荷における 7 ヶ月以上（中温 292 日間、高温 228 日間）の連続処理のパフォーマンスは、中温リアクターにおいて全 COD 除去率 85%、溶解性 COD 除去率 90%、脂質除去率 88%、SS 除去率 90%、高温リアクターにおいて全 COD 除去率 74%、溶解性 COD 除去率 90%、脂質除去率 85%、SS 除去率 65%を示した。しかし、中温リアクターは汚泥浮上問題があるのに対し、高温リアクターは一切なかった。

Fig.3 に両リアクター内汚泥量の変化を示した。最大負荷運転期間中では、両リアクターともに汚泥量の変動が少なく安定な汚泥量を確保することができた（中温：280 gVSS/reactor、高温：350 gVSS/reactor）。汚泥への SS の蓄積様子を Fig.4 に示した汚泥 C/N 比の変化から分かるようにその様子は見られたが、最大負荷運転中での汚泥の C/N 比は大きな増加はなかったことから汚泥の SS 蓄積はシビアな問題ではなかった。Fig.5 に保持汚泥のメタン生成活性値の変化を示した。汚泥の SS の蓄積があるためにメタン生成活性がスタートアップ 59 日目に活性値が最も高かったが、容積負荷の上昇で運転期間が長くなるにつれ減少が見られたが、最大負荷の長期連続運転期間中では大きな低下はなく、最終的に高温リアクターの保持汚泥は中温リアクターのより 1.7～5 倍高い値を示した（高温：H₂/CO₂ 0.98、Acetate 0.55、Palmitate 0.12、中温：H₂/CO₂ 0.17、Acetate 0.13、Palmitate 0.07 gCOD・gVSS⁻¹・d⁻¹）。

以上の結果から多段型 UASB リアクターはラグーン法の代替処理法としての可能性が示唆された。特に高温処理では中温処理より 2.5 倍、現行のラグーン処理法よりも 25 倍高い処理速度を示した。これは多段型 UASB リアクターの高い汚泥保持能力とリアクター内の水素分圧を低く保つことでの分解反応を促進させる特徴に起因した結果であった。

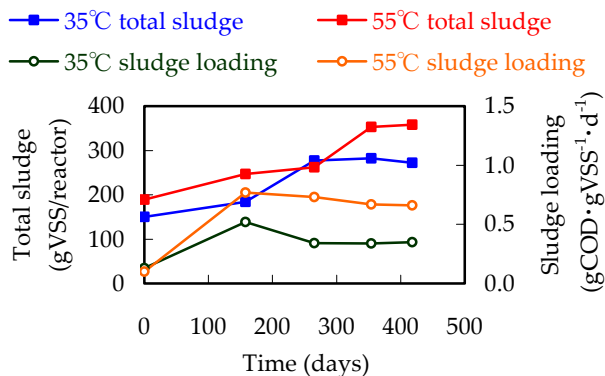


Fig.3 Change of total sludge quantity and COD-sludge loading.

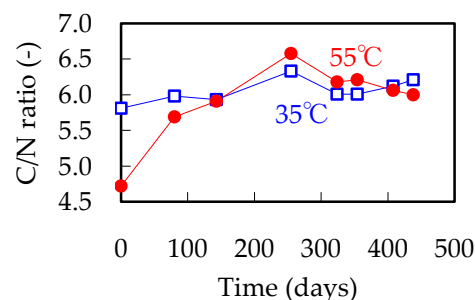


Fig.4 Change of C/N ratio of retained sludge at reactor height 21cm.

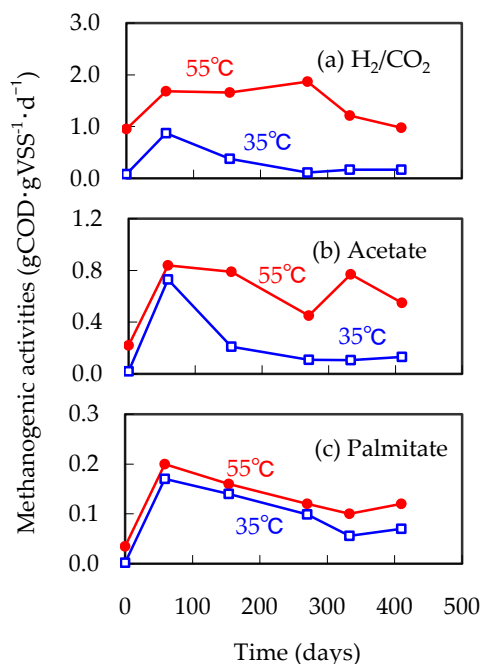


Fig.5 Changes of methanogenic activities of retained sludge at reactor height 21cm.

謝辞 本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のエネルギー・環境国際共同研究事業（平成 13 年度、代替-#1 51101583）として研究助成を受けて遂行した。