

研究成果報告書

所属機関
大阪公立大学

職名 氏名
准教授 黒田 桂菜

研究テーマ

メキシコ産未利用海藻の高効率メタン発酵による自立型エネルギーの創出

研究報告

1. 研究の背景と目的

メキシコ湾に面するメキシコ・カンクンでは、褐藻類である *Sargassum* が砂浜を覆いつくしており、*Sargassum* が腐敗し異臭を放つなど生態系に悪影響を及ぼしている。観光が主な産業であるカンクンでは、景観が阻害されることから観光業に大きな影響があり、環境面だけでなく社会面・経済面で課題となっている。*Sargassum* に関しては、砂浜に残されたまま有効活用されていないのが現状である。さらに、カンクンでは、廃棄物処理の仕組みが未発達であり、生ごみは基本的に埋め立て処分となっている。したがって、これら廃棄バイオマスを利用することは、環境・経済・社会面で大きな意義がある。メキシコは、産ガス国として火力発電の依存度が高く、国として再生可能エネルギーの拡大方針を打ち出しているものの、バイオマスを用いた再生可能エネルギーの導入には至っていない。

本研究では、カンクンで大量発生している *Sargassum* のエネルギー化を目指し、マイクロバブルを用いた前処理技術およびバイオディーゼルの生産過程の副産物であり、厄介者とされている廃グリセリンを用いた混合メタン発酵技術を開発し、環境面・経済面で持続可能なメタン発酵法を確立する。



図1 海岸に漂着した *Sargassum* (上)
メキシコ湾に面するCancun市 (下)

2. 研究成果および考察

方法

当初の予定では、廃グリセリンを用いたメタン発酵実験を予定していたが、廃グリセリンが入手できなかったため、生ごみ（廃棄される“トウモロコシの芯部分”，以下廃棄トウモロコシ）との混合メタン発酵を実施した。

○超音波を用いた前処理

超音波発生装置 (Branson Sonifier450) を用いて、蒸留水と *Sargassum* を入れた溶液にマイクロバブルを照射した。3パターン (40%, 50%, 60%) の出力によるバイオガス (メタン, 二酸化炭素) の発生量の違いを確認した。

○廃棄トウモロコシとの混合メタン発酵

メキシコでは、主食のトルティーヤにトウモロコシが使われており、芯の部分が廃棄されている。本研究では、細かく粉砕した芯の部分と *Sargassum* を混合メタン発酵した。

○100mlバイアル瓶を用いたメタン発酵実験

メタン発酵汚泥60ml中に、有機物濃度が3g-VS/1-汚泥となるように、超音波前処理後の *Sargassum* および *Sargassum* とトウモロコシ芯を重量比1:1で混合したものを投入した。嫌気状態で37℃に保ち、常時攪拌 (130rpm) した。分析項目は、バイオガス組成およびバイオガス量である。

○カンクン地域を想定したメタン発酵システム

図2のようなメタン発酵システムを想定し、ライフサイクルアセスメントを通して低炭素効果を評

価した。また、経済面からの実現可能性評価も行った。

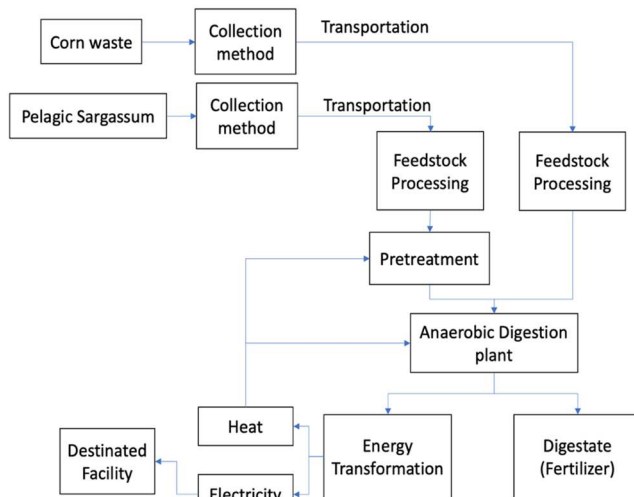


図2 カンクンにおけるメタン発酵システム案

結果および考察

バイオガス最終発生量を図3および図4に示す。超音波を用いた前処理に関して、超音波照射出力が小さくなるほど発生量が増加することがわかった。前処理なしの*Sargassum*（参考：メタンガス発生量32Nm1）に比べ、40%出力ではメタンガス量が19%増加したが、50%および60%の出力では前処理なしより発生量が少ない結果となった。照射出力とメタンガス発生量の関係については、今後より詳しく検証する必要がある。

一方、混合メタン発酵では、前処理なしの*Sargassum*に比べ、トウモロコシの芯と混ぜることでメタンガス量が18%増加することがわかった。それぞれ単体で発酵するよりも混合発酵によりメタンガスが増加することは、先行研究や本研究グループでも明らかにしており、トウモロコシの芯でも同様の効果が見られた。

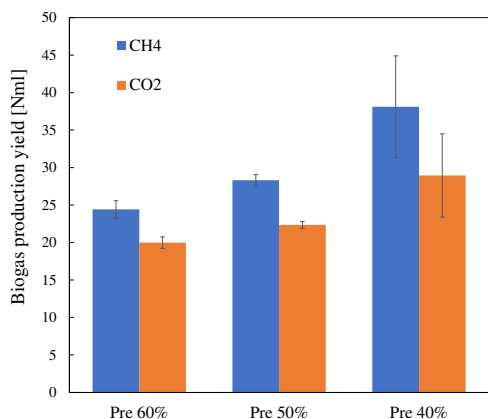


図3 バイオガス発生量（超音波による前処理）

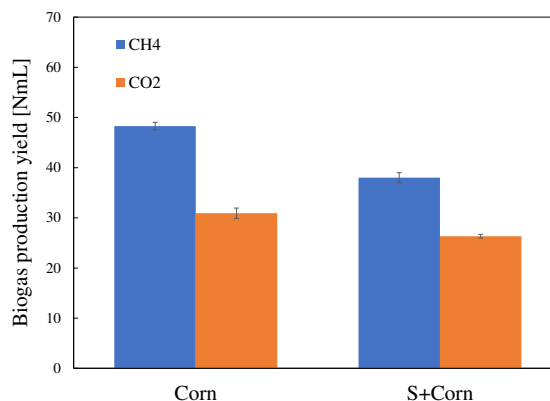


図4 バイオガス発生量（混合発酵）

図2に基づく実現可能性評価において、*Sargassum*（年間4500トン）および廃棄トウモロコシ（年間2500トン）を処理するシナリオに基づき、二酸化炭素排出量および削減量、経済性評価を行ったところ、二酸化炭素の削減量（68,560トン）が排出量（4,000トン）を上回っており、低炭素効果が期待できることがわかった。一方、20年間の運用では支出が収入を上回り、経済面での課題が浮き彫りとなった。

3. 将来展望

メキシコでは、*Sargassum*漂着のメカニズムに関する研究は行われているが、漂着した*Sargassum*の有効利用について全く議論されておらず、本研究はメタン発酵による活用方法を提案した初の取り組みである。カンクンを管轄するキンタナ・ロー州政府の体制から、現在のところ*Sargassum*を実用的

に利用することはできないが、同州のコスメル島も *Sargassum* の影響を受けており、メタン発酵を用いた *Sargassum* の活用方法は環境面・社会面で大きな意義がある。カーボンクレジット認証制度を *Sargassum* の事例に適用できれば、経済面における実現可能性が増す可能性がある。今後も引き続き、*Sargassum* の効率的な発酵方法について多面的な検討が必要である。

4. 研究発表

査読付論文：

Luis Antonio Villalobos Robles, Kana Kuroda

Biogas production from *Sargassum ilicifolium*: Solution for the golden tides in Quintana Roo, Mexico

European Journal of Sustainable Development Research, 7(2), em0211, 2023

DOI : <https://doi.org/10.29333/ejosdr/12800>

講演：

Sargassum に関する国際セミナー（オンライン、キンタナ・ロー大学との共同開催）

Kana Kuroda

Resource circular anaerobic digestion using marine biomass

2022年5月27日