

ホテイアオイ圧搾液の順次回分式嫌気性処理に与える異なる微生物保持担体の影響

Effect of different biofilm carrier on sequential batch anaerobic digestion of compressed water hyacinth juice

丸山大喜^{1*}, 藤田明則², 関根睦実¹, 秋月真一³, Hailemariam Zewudu⁴, Nigus Gabbiye Habtu⁴, 戸田龍樹¹

1) 創価大学理工学部, 2) 創価大学大学院理工学研究科, 3) 創価大学ブランクトン工学研究所, 4) Faculty of Chemical and Food Engineering, Bahir Dar Institute of Technology, Bahir Dar University

1. 序論

エチオピア最大の湖であるタナ湖では、外来水草種ホテイアオイの過剰繁茂が、周辺住民に甚大な被害を及ぼしている[1]。ホテイアオイの適切な管理と処理は国家的な解決課題であり、刈り取り後の有効利用法の確立が必要とされる。ホテイアオイを有効利用するために、機械により破碎・圧搾後、得られた液分(圧搾液)をメタン発酵処理し、バイオガスに転換する手法が検討されている。しかし、ホテイアオイ圧搾液はしばしば pH5 以下の酸性に傾き、かつ高い懸濁物質(SS)濃度を示すことから、通常メタン発酵処理ではプロセスが不安定化する恐れがある[2]。そこで、微生物保持担体の利用が考えられる。槽内に担体を充填することで、付着した微生物によるバイオフィルムの形成を促進する。これにより、高密度な微生物保持および槽内環境の急激な変化への耐性の獲得が期待できる[3]。よって、微生物保持担体は、低 pH で高い SS 濃度の圧搾液の処理に適している可能性がある。圧搾液の処理に担体を用いた例はないことから、担体の選定が必要である。

担体候補として、エチオピアで入手が容易であるバイオ炭、スポンジ、貝殻が挙げられる。バイオ炭は、槽内での直接種間電子移動(DIET)を促進し、処理効率やメタン生成能が向上する[4]。貝殻は、タナ湖に生息する巻貝や周辺諸国で発生する廃棄物の貝殻を使用が考えられる。カキ殻をメタン発酵に用いた研究では、主成分である炭酸カルシウムによる pH 上昇と緩衝作用により、酸性の基質でも安定した処理が行えた[5]。スポンジは、高い空隙率からよく汚泥を保持し、高密度の菌体を維持し、高いメタン生成能や処理性能を示す。本研究では、これら3種類の担体を充填したメタン発酵試験を行い、メタン生成能、有機物除去能を比較し、ホテイアオイ圧搾液に適した微生物保持担体の選定を行う。

2. 材料と方法

担体の準備: バイオ炭は、乾燥させたコーヒー殻を、マッフル炉において熱分解したものを用いた。貝殻は、牡蠣殻をハンマーで砕いたものを用いた。バイオ炭と貝殻は粒径 3.2mm–5.6mm にふるい掛けした。スポンジは、市販のポリウレタンスポンジを 5mm 角に切り揃えたものを用いた。

基質と種汚泥: 基質には、2020年11月と12月に埼玉県加須市で採取した陸生のホテイアオイの圧搾液を 106 μm メッシュで濾したものを用いた。種汚泥には、神奈川県横浜市北部汚泥資源化センターで採取した中温嫌気性汚泥を用いた。

実験条件: 反応槽には有効容積 2.0 L のメジウム瓶を用い、各担体の充填率を 20%(v/v) とした。担体(バイオ

炭、貝殻、スポンジ)を充填する系列と充填しない対象系列の計4系列を設けた。基質と種汚泥を投入後、37±1℃の嫌気条件下、水理学的滞留時間(HRT)10日、順次回分式反応槽(SBR)を実施した。運転は、基質の供給15分、反応21.5時間、沈降2時間、排水15分の計24時間サイクルを繰り返して行った。

3. 結果と考察

11月圧搾液の供給時(0–49日目)では、バイオ炭・スポンジ系列は終始 pH 7 付近で安定した。対して、無充填・貝殻系列は 40 日目を以降急激に酸性化した。12月圧搾液の供給期間(50–75日目)では、バイオ炭・スポンジ系列では 60 日目から酸性化が見られた。無充填系列は pH 4.7 にまで低下したが、貝殻系列は実験終了時まで pH 5.5 付近で安定していた。

メタン生成速度は、どの系列においても pH と同様の傾向を示した。11月圧搾液の供給期間において、バイオ炭・スポンジ系列は約 1.0–1.3 L L⁻¹ day⁻¹ の安定したメタン生成速度を示した。無充填・貝殻系列では槽内の酸性化に伴い、生成速度が低下した。12月圧搾液の供給期間では、バイオ炭・スポンジ系列においても酸性化に伴いメタン生成速度が低下した。貝殻系列は 0.4–0.8 L L⁻¹ day⁻¹ の一定のメタン生成を示した。貝殻系列では、主成分の炭酸カルシウムが溶出したことによる緩衝作用により pH が低下しきらなかったため、一定のメタン生成が維持されたと考えられる。

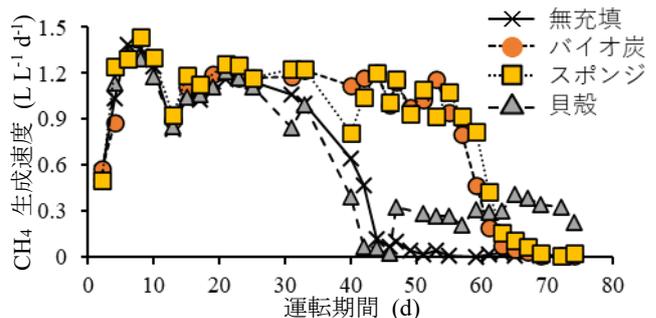


図. メタン生成速度の経時変化

4. 結論

担体をメタン発酵槽内に充填することで、無充填時と比べて高い pH 安定性とメタン生成効率を示した。特に、バイオ炭・スポンジ系列は 11 月圧搾液の基質供給時に、優れた pH とメタン生成速度の安定性を示した。

参考文献

- [1] Nega et al., (2021) Environ. Challenges. 5, 100387
- [2] Sayed et al., (1984) Agric. Wastes. 335, 125268
- [3] Meng et al., (2017) Bioresour. Technol. 241, 1050-1059
- [4] Barua and Dhar., (2017) Bioresour. Technol. 244, 698-707
- [5] Notodarmojo et al., (2022) Energy. 239, 122177