

# 導電性材料含有 PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵の促進

長岡技科大 ○ (非) 根津拓福, (正) 幡本将史, (正) 渡利高大, (正) 山口隆司

## 1. はじめに

嫌気性処理では、有機物分解の中間代謝物として生成するプロピオン酸などの揮発性脂肪酸 (VFA) の分解が安定した処理の要となる。また、この VFA の分解を担う微生物はメタン生成古細菌との共生関係が必要であり嫌気共生細菌と呼ばれている。よって、この脂肪酸分解嫌気共生細菌とメタン生成古細菌と一緒に効率的に処理槽内に保持する事が安定した処理に重要となる。近年、嫌気性処理では処理槽内に導電性微粒子を加えることで直接的種間電子伝達 (Direct Interspecies Electron Transfer: DIET) 現象<sup>1)</sup>により VFA の分解を促進しメタン生成を高めることが出来ると報告されている<sup>2), 3), 4)</sup>。

また、ポリビニルアルコール(PVA)ゲルビーズは、安価で微生物に対する毒性がないため、微生物固定化用材料として広く用いられている。我々の研究グループでは、この PVA ゲルビーズと導電性材料を組み合わせた導電性材料含有 PVA ゲルビーズを使用することで脂肪酸分解嫌気共生細菌とメタン生成古細菌を処理層内に効率良く保持し、良好な嫌気処理が行えると考えた。

本研究では導電性材料を含有した PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵の促進について検討を行う。

## 2. 実験方法

### 2.1. PVA ゲルビーズの調整

アルギン酸ナトリウム (0.5% (w/v)) と PVA (10% (w/v)) を純水に添加し、85°C に加熱して完全に溶解させた (溶液①)。次に 0.5% (w/v) の塩化カルシウムを含む 6% (w/v) ホウ酸水溶液に溶液①を滴下し一晚攪拌を行い、PVA ゲルビーズを作製した。その後、PVA ゲルビーズを 14% (w/v) 硫酸ナトリウム水溶液に投入し、一晚攪拌を行いビーズの強度を高めた。導電性材料含有 PVA ゲルビーズは導電性材料であるマグネタイトを溶液①に添加した。

### 2.2. PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵バッチ実験

750 mL のバイアル瓶に 2 倍濃度の widdel 培地と

長岡中央浄化センターから採取した中温消化汚泥をそれぞれ 150 mL ずつ加え、PVA ゲルビーズを 10 g 入れた。その後、プロピオン酸を終濃度 330 mg-COD/vial (1086 mg-COD/L) で加え、36°C, 76 rpm で震盪を行なった。添加したプロピオン酸がほぼ消費された後、バイアル瓶の気相部を窒素ガスでパージし、上述と同量のプロピオン酸を加え培養を継続した。本実験では PVA ゲルビーズに含まれるマグネタイトの割合を 0%, 1%, 5%, 10%で行った。

### 2.3. 分析方法

生成したバイオガスの分析には、TCD 検出器を備えたガスクロマトグラフ (GC-8A, Shimadzu)、培地中の VFA 分析には、FID 検出器を備えたガスクロマトグラフ (GC-2014, Shimadzu) を使用した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 PVA ゲルビーズの作製

図 1 に作製した PVA ゲルビーズの写真を示す。PVA ゲルビーズの直径は 3-4 mm であった。

### 3.2. PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵バッチ実験

図 2 に PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵バッチ実験の累積メタン生成量と VFA 量を示す。全培養期間において中間代謝物である酢酸の蓄積は見られなかった。PVA に添加したマグネタイトが 0%と 1%の実験系ではメタン生成が 15 日目から始まっているのに対し、PVA に添加したマグネタイトが 5%と 10%の実験系では 8 日目からメタン生成が確認された。このことから、マグネタイトの割合が 5%以上でメタン生成が開始されるまでのラグタイムが短縮できると考えられる。プロピオン酸を再添加した後は PVA ゲルビーズに含まれるマグネタイト 0%ではメタン生成が 5 日目から始まり、最大メタン生成速度が 30 mg-COD/day であった。それに対し、マグネタイトが含有されている PVA ゲルビーズではメタン生成が 3 日目から始まり、最大メタン生成速度はそれぞれ 1% で 34, 5%で 34, 10%で 33mg-COD/day であった。マグ

ネタイトが含有されている PVA ゲルビーズでは含有割合に関わらずメタン生成速度に違いが見られなかった。この結果より、繰り返しのプロピオン酸添加によりプロピオン酸分解微生物群集が集積されると PVA ゲルビーズに含まれるマグネタイトの含有割合は 1%以上で大きな違いが見られないと考えられる。

#### 4. まとめ

- 1) PVA ゲルビーズに含まれるマグネタイトの割合が 5%以上で初期のプロピオン酸分解が促進される。
- 2) プロピオン酸分解微生物群集が集積されると PVA ゲルビーズに含まれるマグネタイトの含有割合が 1%以上でメタン生成速度に大きな違いは見られない。

#### 謝辞

本研究では長岡市の中央浄化センターより消化汚泥を提供いただきました。

#### 参考文献

- 1) Zarath M. Summers *et al.*, (2010), *Science.*, vol 330, pp. 1413-1415.
- 2) Carolina Cruz Viggli *et al.*, (2014), *Environ. Sci. Technol.*, vol 48, pp. 7536-7543.
- 3) Fanghua Liu *et al.*, (2012), *Energy Environ. Sci.*, vol 5, pp. 8982-8989.
- 4) Kyohei Kuroda *et al.*, (2021), *Environ. Technol. Innov.*, vol 24, 101835.

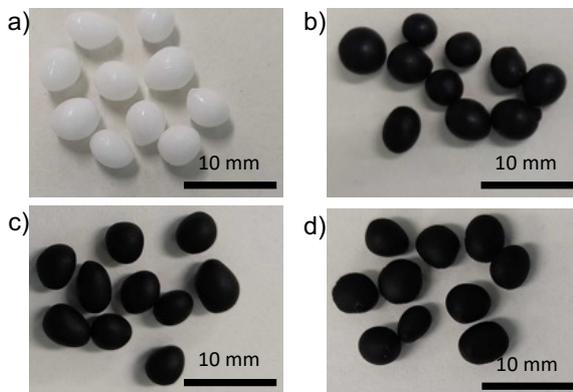


図-1 PVA ゲルビーズ

- a) マグネタイト 0%, b) マグネタイト 1%,  
c) マグネタイト 5%, d) マグネタイト 10%

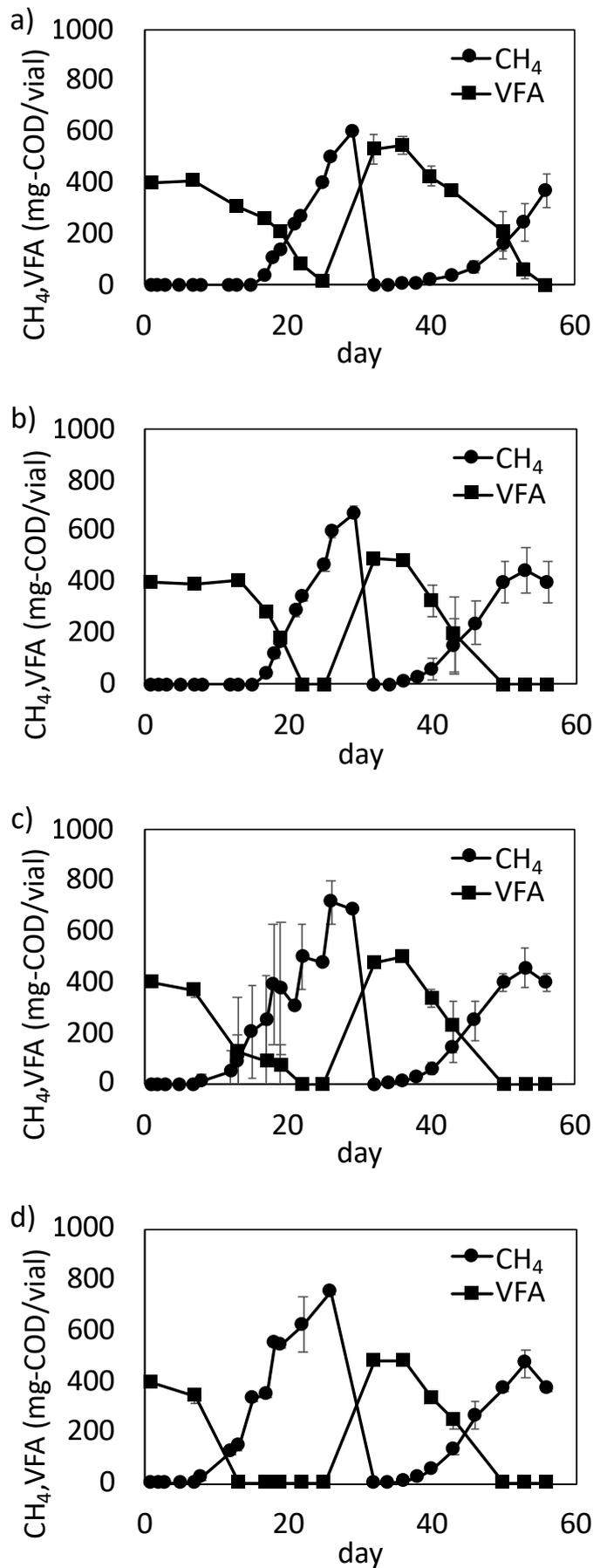


図-2 PVA ゲルビーズを用いたメタン発酵バッチ実験

- a) マグネタイト 0%, b) マグネタイト 1%,  
c) マグネタイト 5%, d) マグネタイト 10%