

# 紙からのメタン生成に及ぼす爆砕処理の影響

信州大学工学部 学生会員 ○山本 匠吾  
信州大学工学部 中堀 駿  
信州大学工学部 正会員 松本 明人  
直富商事株式会社 関 高宏

## 1. 緒論

地球温暖化防止と化石燃料の消費をおさえるために廃棄物バイオマスからのエネルギー回収が注目されている。廃棄物バイオマスのひとつに食品スーパーから出される可燃ゴミがあり、そのリサイクル率の向上が課題である。ある調査によるとこれらの店舗から排出される可燃ゴミのうち約4割が生ゴミ（飼料向けにリサイクルされているものを除く）であり、約2割は食品残渣等が付着し、水分を含んだキッチンペーパーなどのリサイクルに不適な紙である。これらは店舗での調理作業で排出されるため、分別回収よりも一緒に回収することが効率的であり、ともにメタン発酵することが有効だと考えられる。そこで紙のメタン発酵特性を調べるとともに、メタン発酵の効率化、メタン回収の増大を目的に爆砕処理を導入し、その効果も合わせて調べた。

## 2. 実験方法

実験では試料として幅 5mm のシュレッダーにかけられた紙およびその紙を 5 分間爆砕処理したものの 2 種類を用いた。ここで爆砕処理とは紙を短時間で加圧・加熱し、圧力を一気に解放することで組成を低分子化させるものである<sup>1)</sup>。試料は爆砕処理の有無に関わらず爆砕処理を行うのに必要な前処理として以下のような処理を行った。1.裁断された紙に水を適量加えてジューサーで細かくする。2.水切りネットで細かくした紙をろ過する。3.水切りネットで水が出なくなるまで絞る。4. 105℃で3時間程度乾燥させる。5.乾燥した紙くずをジューサーで細かくする。そして写真1に示すような機械を用いて爆砕処理を行った。



写真1 爆砕処理実験装置

上記の試料からのメタン発酵特性を回分式バイアル試験によって調べた。まず試料を混入した蒸留水 30mL（試料の量 0.36g）を種汚泥の嫌気性消化汚泥 30mL と一緒に 120mL のバイアル瓶に加え、次に気相部を窒素ガスで置換し、ブチルゴム栓とアルミシールで密閉した後、図1に示す恒温振とう槽で温度 35℃、60strokes/min、振幅 4cm で振とう培養した。ここで種汚泥からのメタン生成量を評価するため、種汚泥に蒸留水 30mL のみを添加した実験も対象系として行った。一条件あたりバイアル瓶を 2 本使用し、発生ガスのメタン濃度と量を測定した。なお、嫌気性消化汚泥は、長野市内下水処理場の嫌気性消化タンク（消化温度 40℃：滞留時間 30 日）から採取したものをを用いた。ガス成分の分析は TCD 式ガスクロマトグラフ（GC-8A 島津製作所）を用い、ガス発生量の

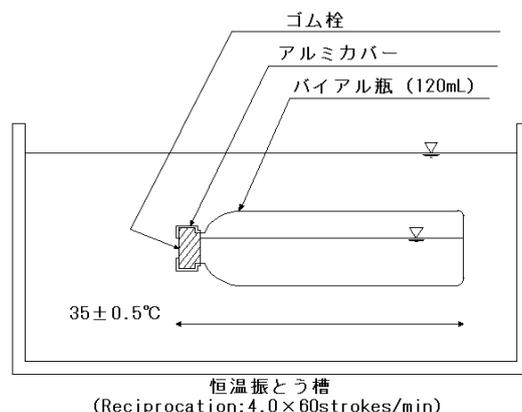


図1 実験装置

測定は 30mL のガラス製シリンジにより測定した。

### 3. 実験結果および考察

図 2 に種汚泥からの累積メタン生成量をひいた紙からの累積メタン生成量の経日変化を示す。爆砕処理された紙は順調にメタンを発生していき、実験開始後 13 日以降発生するメタンは少なくなっていた。一方、未処理の紙は爆砕処理と比べ、13 日目まではほぼ同じメタン生成量をとっていた。しかし、13 日以降は爆砕処理に比べ、生成量は若干少なくなったものの 26 日以降には再び爆砕処理とは同じ量のメタン生成量となった。

メタンの理論的発生量を求めるため、まず測定した紙の VS (g) に 1.07 (COD 換算 g/g) をかけ、COD 当量を求めた。そして 1gCOD あたりのメタン発生量は 0.35L なので、COD 当量に 0.35 かけ、さらに mL に換算し理論的発生量を求めた。計算の結果、紙のみからのメタン理論的発生量は未処理の場合 121mL、爆砕処理を行った場合 123mL となった。一方、13 日目までに発生したメタンは未処理で 83mL、爆砕処理では 90mL で、最終的 (35 日目) なメタン生成量は未処理で 104mL、爆砕処理で 106mL となった。表 1

に示すように 13 日目までのメタン生成量は VS から計算して理論値の 68.6% および 73.2% であった。そして最終日におけるメタン生成量は理論値の 86.1% および 86.3% となった。高島らの研究<sup>2)</sup>では運転開始 50 日目で転換率 87% と報告されており、ほぼ同様な結果が得られている。未処理、爆砕処理の 13 日目での転換率は最終的 (35 日目) な転換率の 79.7% と 84.8% と、ともに約 8 割に及んでいる。この結果からランニングコストや施設の建設コストを考えると実際の処理では 13 日目前後で運転を終了することも考えられる。なお爆砕処理に関してであるが、紙のようなメタン発酵しやすいものの処理では、効果は限定的なため、やや過剰な処理と考えられる。爆砕処理の効果は紙のようなセルロースが露出した材料よりも、植物体のようにセルロースが難分解性の物質で覆われているバイオマスの方が期待できる。そのような材料における爆砕処理についても今後検討する予定である。

### 4. 結論

紙のメタン発酵をしたところ 35 日間の運転で VS の 86% がメタンに転換され非常に分解されやすいことが明らかになった。一方、爆砕処理は進行を多少促進する効果があったものの最終的な累積メタン生成量にあまり差はなく、やや過剰な前処理と考えられる。

#### <参考文献>

- 1) 日本電熱株式会社：蒸煮・爆砕装置：[http://www.nichinetu.co.jp/industrial\\_equipment/cat8/entry17.php](http://www.nichinetu.co.jp/industrial_equipment/cat8/entry17.php)
- 2) 高島正信：未利用植物系バイオマスのメタン発酵、福井工業大学研究紀要 第 41 号、pp387-392 (2011)

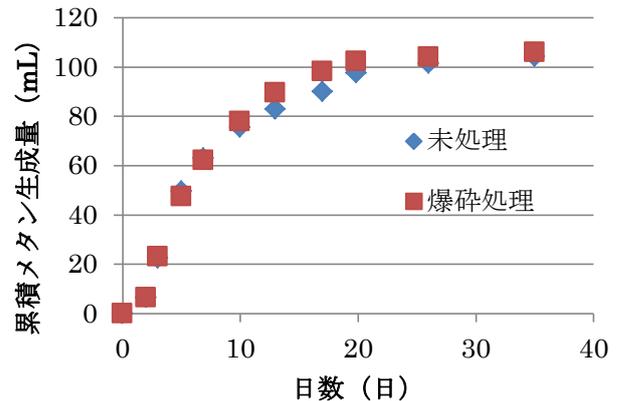


図 2 累積メタン生成量の経日変化

表 1 メタン転換率(%)

	13日目	35日目
未処理	68.6	86.1
爆砕処理	73.2	86.3