

食品系廃棄物からの水素エネルギー回収技術の検討

(株)工栄 正 ○山本 光太郎, 高知高専 正 山崎 慎一
長岡技科大学 正 山口 隆司, 東北大学 正 原田 秀樹

1. はじめに

日本は石炭や石油などをはじめとしたエネルギー資源によって支えられており、今後はこのエネルギー資源の安定供給が課題となっているが、その一方で、化石燃料の大量消費によって生じる二酸化炭素などの温室効果ガスに起因する地球温暖化が深刻化している。このことより、クリーンな代用エネルギーとして水素が盛んに研究され始めている。水素の回収方法の一つとして嫌気性処理法がある。嫌気性処理法とは、汚泥処理ならびに資源化の有効手段として再確認されており、嫌気性分解過程の酸生成段階（メタン生成の前段）において水素が生成される。筆者らは、食品系廃棄物から嫌気性処理法によって水素を回収する技術の検討を行ってき
ており¹⁾、本研究では、バイアル実験（回分実験）によって性質の異なる様々な基質からどの程度の水素が回収できるのか、また汚泥を馴致することで水素の回収率は向上するのかを実験的に検討した。

2. 実験方法

本研究は、嫌気条件で回分的に基質分解性を把握できるバイアル実験を行い、また、酸生成段階で生成する水素を回収するためにメタン生成抑制剤としてクロロホルムを使用した。バイアル実験には、容量 122ml のバイアル瓶を使用し、このバイアル瓶に pH 緩衝液 (25mM: リン酸水素カリウム)、各種の微量無機塩 (Fe、Co、Zn など) が含まれるミネラル液、酸化還元指示薬溶液 (1mg/l: レザズリン)、還元剤溶液 (250mg/l: 硫化ナトリウム) を投入し、それにテスト汚泥 (約 5gMLSS/l: ビール工場廃水馴致グラニュー汚泥)、テスト基質 (1000mgCODcr/l)、メタン生成抑制剤 (5mg/l: クロロホルム) を添加した。このバイアル瓶は 35℃ の振とう機で 24 時間連続振とうさせて培養し、1 日ごとに発生ガス量を測定した。ガス発生終了時にはガス組成 (H₂、N₂、CH₄、CO₂) と液中に残存した低級脂肪酸濃度をガスクロマトグラフ (島津製 GC-8A、GC-14B) で分析した。最終的に、発生したメタンと水素、液中の各種 VFA は COD 量に換算し、投入した基質の COD 量で除して回収率が計算される。

表 1 にバイアル実験の実験条件を示す。本研究では 4 回の実験を行った。RUN 1 ではテスト基質としてグルコース (略称: G) と酢酸 (A) を使用し、クロロホルム添加 (基質の略称の横に C と明記) によってメタン生成抑制の可能性を検討した。RUN 2 では、グルコース、ショ糖 (S)、デンプン (D) の 3 種の糖系基質、RUN 3 では、グルコース、蛋白系基質としてペプトン (P)、脂質系基質としてグリストラップ廃水 (Z) の性状が全く異なる 3 種のテスト基質を使用して水素回収率の違いを検討した。RUN 4 では、テスト汚泥をグリストラップ廃水で約 1 ヶ月間馴致した汚泥 (基質の略称に'を付加) を使用し、グリストラップ廃水をテスト基質として汚泥の馴致による回収率の向上を検討した。

3. 実験結果と考察

図 1 にメタン生成抑制の有無による COD 回収率の比較を示す (RUN 1)。グルコースと酢酸のテスト基質にクロロホルムを添加して水素回収率を比較した結果、クロロホルム添加系 (GC と AC) ではメタンは検出されず、グルコース基質で 8.9%、酢酸基質で 1.2% の水素が回収され、残りは低級脂肪酸として液中に残存して

表 1 バイアル実験の実験条件 ○: ビール汚泥、●: 馴致汚泥

RUN	1				2			3			4			
内容	メタン生成の抑制実験				異なる基質による実験						汚泥馴致による実験			
略称	G	A	GC	AC	GC	SC	DC	GC	PC	ZC	GC	ZC	G'C	Z'C
テスト基質 (mgCOD/l)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
クロロホルム (mg/l)	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
テスト汚泥	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●

いることが確認された。なお、全体の回収率として 100%を大きく越えている系があるが、これは低級脂肪酸の分析精度によるものと考えている。

図 2 に糖系基質の違いによる COD 回収率の比較を示す (RUN 2)。3 種の糖系基質で水素回収率を比較した結果、グルコース (GC) では 12.7%、ショ糖 (SC) では 14.5%、デンプン (DC) では 12.2%となり、これら 3 種の水素回収率は 1 割程度でさほど変化はないことが確認された。

図 3 に 3 種の全く性状が異なる基質による COD 回収率の比較を示す (RUN 3)。糖系、蛋白系、脂質系の 3 種の基質の水素回収率を比較した結果、グルコース (GC) では 11.2%、ペプトン (PC) では 2.6%、グリストラップ廃水 (ZC) では 1.6%となり、ペプトンやグリストラップ廃水の基質においては、酸生成段階で最終的に生成する低級脂肪酸までの分解も進んでいないことが確認された。この比較的低い水素回収率になった原因の一つには、テスト汚泥中に蛋白系や脂質系の基質を分解する微生物が少ないことが考えられ、テスト汚泥をその廃水で馴致すれば、低級脂肪酸までの分解率が向上して水素回収率が高くなるのではないかと予想される。

図 4 に汚泥馴致の有無による COD 回収率の比較を示す (RUN 4)。RUN 3 において水素回収率が低かったグリストラップ廃水の水素回収率が、その廃水で馴致した汚泥をテスト汚泥として使用すると水素回収率は向上するかの検討を行った。その結果、馴致汚泥を用いたグリストラップ廃水 (Z'C) は、未馴致の場合 (ZC) と比べて低級脂肪酸への転換率が向上して COD 回収率は向上したが、水素は検出されずメタンが生成した。グルコース基質の場合 (G'C) も同様な結果となり、馴致汚泥による水素回収率の確認はできなかった。クロロホルムによるメタン生成抑制効果は汚泥性状によって異なることが判明したため、今後はバイアル実験の培養時間を短縮したり、クロロホルムの添加濃度を増加して再度検討を行う予定である。

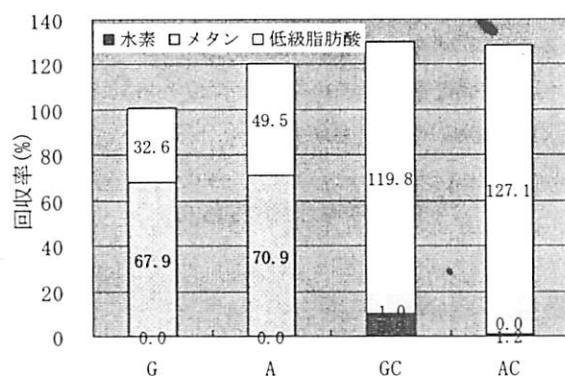


図 1 メタン生成抑制における COD 回収率の比較

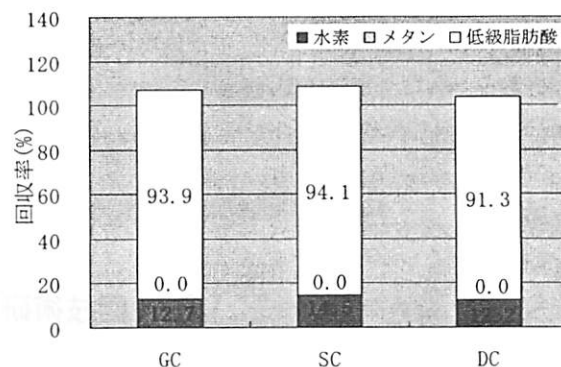


図 2 糖系基質の違いによる COD 回収率の比較

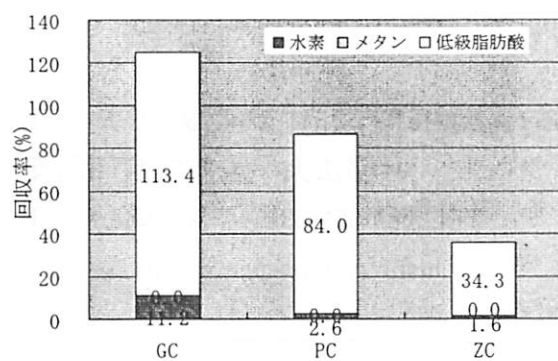


図 3 性質の異なる基質による COD 回収率の比較

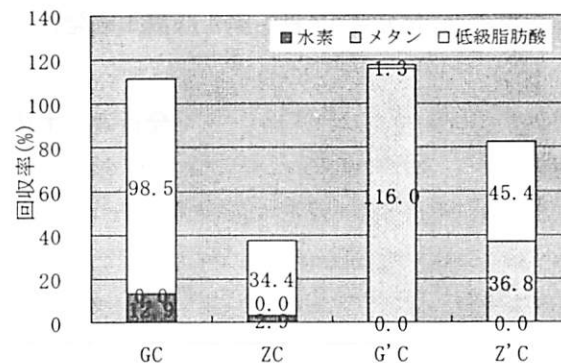


図 4 汚泥の馴致の有無による COD 回収率の比較

4. まとめ

バイアル実験に水素回収を検討した結果、クロロホルムはメタン生成を抑制できる、糖系基質の水素回収率は 1 割程度である、糖系以外の蛋白系や脂質系の基質では水素回収率は低くなることが確認された。

参考文献

1)都築ら：平成 19 年度土木学会四国支部第 13 回技術研究発表会講演概要集，p.462-463，2007