



Hydrogen and Ethanol Production from Glycerol-Containing Wastes Discharged after Biodiesel Manufacturing Process

バイオディーゼル製造工程で生じるグリセロール廃液からの水素およびエタノール生産

(J. Biosci. Bioeng., Vol.100, No.3, 260–265, 2005)

伊藤 武志・中島田 豊・仙波光一郎・松井 知彰・西尾 尚道*

バイオディーゼルは石油から精製した軽油の代替燃料として自動車、船、自家発電用燃料などさまざまな用途が期待されている。バイオディーゼル燃料 (BDF) はパーム油、菜種油、廃食油などをメタノールと反応させ、生成される脂肪酸メチルエステルである。わが国で発生する廃食油は年間50万トン程度であり、京都市など一部の地域でこの廃食油を用いBDFが精製され、実際に自動車燃料などに用いられている。ヨーロッパではもともとディーゼル車が普及しており、菜種油からのBDFの増産が叫ばれている。東南アジア、特にマレーシア、インドネシアではパーム油を用いた生産が試みられている。世界的にまだBDFの生産量は低いものの、いずれその生産量は増大するであろう。一方、BDFは精製する際にグリセロールを含む廃液が必ず副生する。このBDF製造工程の副産物である高グリセロール含有廃液の有効処理が問題となる。そこで、本論文では、通性嫌気性水素生成細菌である *Enterobacter aerogenes* に着目し、高グリセロール含有廃液処理を試みた。

E. aerogenes は、研究室で水素生産能の高い細菌として単離・同定したものであり¹⁾、自己凝集を有し、グルコースから高速水素発酵が可能であること²⁾ (変異株を用いれば $60 \text{ mmol H}_2 / \text{l} \cdot \text{h}$)、さらにグリセロールが非常に有効な水素生成基質であることも明らかにしている³⁾。したがって、本菌を用いてバイオディーゼル廃液を処理すれば、水素およびエタノールを生産することが可能となる。

回分処理結果を示す。バイオディーゼル廃液中のグリセロール濃度は 400 g/l とあまりにも高いため、 10 g/l となるよう水で希釈し処理したが、48 h 処理でもグリセロールの全量消費が見られなかった。しかし、酵母エキスおよびトリプトンを含む複合培地で同グリセロール濃度に希釈した場合、24 h 処理で全グリセロールを消費し、水素収率 0.89 mol/mol およびエタノール収率 1.0 mol/mol を得た。また、グリセロール濃度を1.7, 3.3, 20, 25 g/l に調製し、培地成分を加えて処理した場合、グリセロール濃度の増加、つまり、希釈の減少と共に水素およびエタノール収率が減少し、乳酸が増加した。塩分の影響を調べてみると、試薬レベルのグリセロールを用い

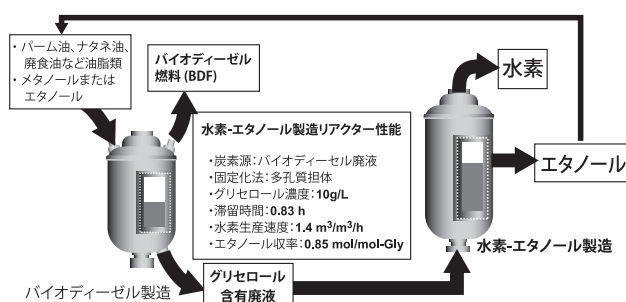


図1. 水素・エタノール製造固定床バイオリアクター

た場合では1%添加でも水素生産が見られたのに対し、廃液では0.5%食塩添加で水素生成の減少が見られた。

次に、グリセロール濃度 10 g/l に調製したグリセロール廃液含有培地での連続処理を行った。自己凝集能を利用した微生物凝集菌体充填リアクターでの連続処理結果は、純グリセロール培地では希釈率 1.3 h^{-1} 、最大水素生産速度 $80 \text{ mmol} / \text{l} \cdot \text{h}$ が可能であったのに対し、廃液では、希釈率 0.8 h^{-1} 、最大水素生産収率 $30 \text{ mmol} / \text{l} \cdot \text{h}$ と低い。そこで、さらに発泡練石（レンガの破片のようなもの）を微生物付着担体として用いた固定床リアクターにしたところ、希釈率 1.2 h^{-1} 、最大水素生産速度 $63 \text{ mmol} / \text{l} \cdot \text{h}$ の高速水素生産が可能となった（図1）。

石油から生成される軽油の代替燃料として、今後バイオディーゼルの生産が盛んになると思われるが、その際、グリセロールの副生は避けられない。グリセロールの新たな利用法を見いだすか、あるいは新たな処理法を開発する必要がある。本研究で示した処理法は、バイオディーゼル燃料製造時に水素燃料およびエタノール燃料を得ることができる。まだまだ解決すべき問題点はあるが、早く実用化すべき技術と考える。

- 1) Rachman, M. A. et al.: J. Ferment. Bioeng., **83**, 358 (1997).
- 2) Rachman, M. A. et al.: Appl. Microbiol. Biotechnol., **49**, 450 (1998).
- 3) Nakashimada, Y. et al.: Int. J. Hydrogen Energy, **27**, 1399 (2002).