

## バイオディーゼル燃料製造装置の試作

小林孝紀, 田谷嘉浩, 高橋志郎, 上出光志\*,  
山越幸康\*, 國田 勲\*\*, 鍛冶彰男\*\*

### Biodiesel-fuel Manufacturing System for Trial Purposes

Takanori Kobayashi, Yoshihiro Taya, Shiro  
Takahashi, Mitsushi Kamide\*, Yukiyasu Yamakoshi\*,  
Isao Kunita\*\* and Akio Kazi\*\*

#### 要 旨

高純度バイオディーゼル燃料製造装置を試作し、その評価を行った。この装置にはバイオディーゼル燃料の高純度化及び製造コストの軽減を図るため工場排熱の有効利用、減圧乾燥・蒸留機能と蒸発液（水、メチルアルコール）の凝縮・回収機能を備えており、これらの装置の評価もあわせて行った。

バイオディーゼル燃料（脂肪酸メチルエステル）は、廃食用油のエステル交換反応により製造することができる。植物原料由来のこの燃料はカーボンニュートラルで、この燃料を使用することによってCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能となる。また、化石燃料資源保護の観点からもバイオディーゼル燃料は非常に注目を集めている。北海道内でバイオディーゼル燃料製造装置の製造販売を行っている企業はなく、バイオディーゼル燃料の生産は道外企業から購入した装置、あるいは自作の製造装置で行われているのが現状である。また、平成18年4月には経済産業省のバイオディーゼル燃料に関する規格（案）が策定されており、高純度な燃料を製造できる装置に対するニーズは高まっている。

本研究では、バイオディーゼル燃料の製造プロセスに関する研究<sup>1)</sup>のデータを基に、純度の高いバイオディーゼル燃料を製造できる装置の設計・試作を行った。また、この装置を用いて実際にバイオディーゼル燃料の製造実験及び装置の評価も併せて行った。

装置はエステル交換反応を行うための反応槽、反応により生成した粗製バイオディーゼル燃料を精製するための洗浄槽、廃食用油から水分、バイオディーゼル燃料から水分とメタノールを除去回収するための減圧装置およびメタノールを回収するための凝縮器等を備えた構造とした（図1）。また、装置は外部がジャケットで覆われ、その中を槽底部から上部へ温水が流通し、それによって加温する構造であり、槽内の温度は底部、中部、上部の3ヶ所で測定している。装置の試作は(株)菅製作所（北斗市）で行った。装置の写真を図2に示す。

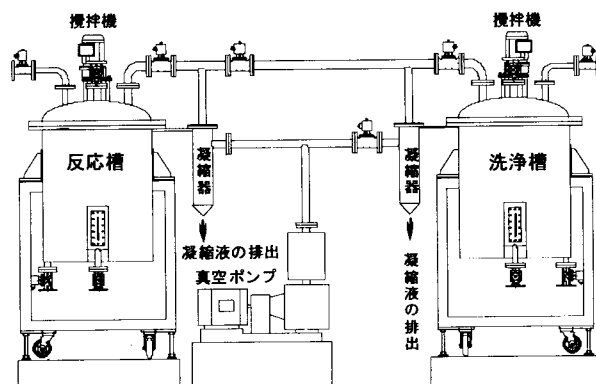


図1 バイオディーゼル燃料装置

\*北海道立工業試験場

\*\* (株) 北海道エコシス

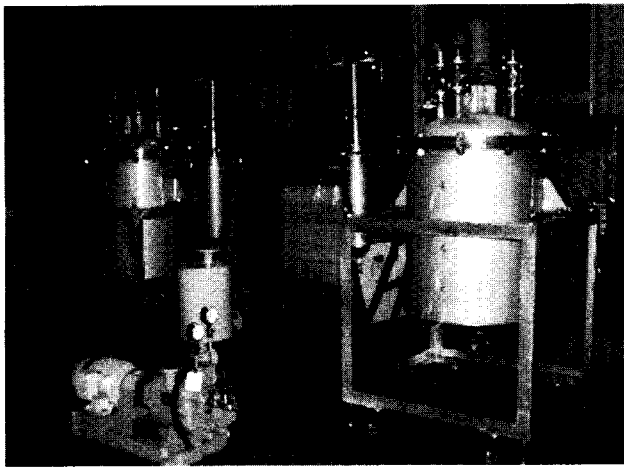


図2 バイオディーゼル燃料装置

バイオディーゼル燃料製造プロセスは、図3に示した製造フローのとおりであり、本研究では、試作装置を用いて、基本性能の評価、反応工程により生成する粗製バイオディーゼル燃料（未反応メタノール及び水分が残存）からのメタノールの除去回収及び水分の除去、燃料製造試験を行った。

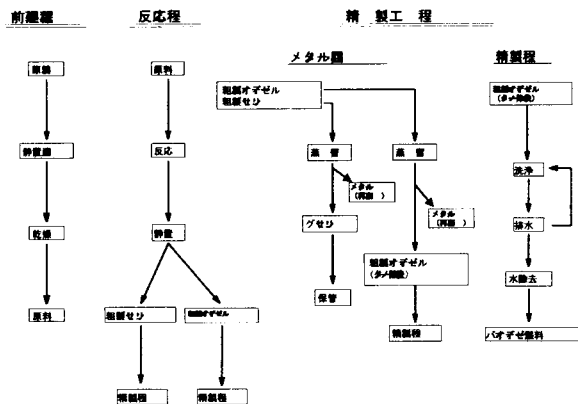


図3 バイオディーゼル燃料製造フロー

まず、試作装置の基本性能を以下の通り評価した。

温度分布測定は100Lの廃食用油を反応槽内に注入後、攪拌しながら65℃および80℃の温水を装置へ流通させ、温度分布の経時変化を計測した。65℃の温水を流通したときの測定結果を図4に示す。図から分かるように、反応槽内原料の上部、中部、底部ではほぼ同じ温度上昇特性が確認でき、反応槽内部の温度の差はほとんどみられなかった。また、約30分後には槽内原料温度は上部、底部ともに反応に必要な温度域である60℃に到達した。温水温度を80℃に設定した場合も内部の温度差はほとんどなく、約78℃に達した。

次に試作装置で粗製バイオディーゼル燃料からメタノールの回収量、回収時間を確認するための

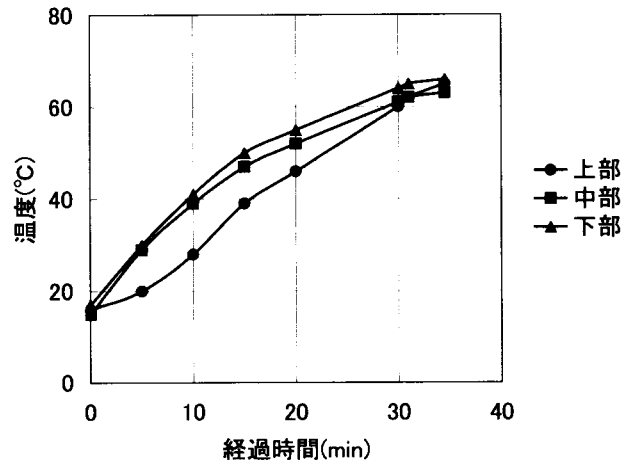


図4 ジャケット供給温水温度80℃における経過時間と内部減量温度の関係

試験を行った。精製済みバイオディーゼル燃料にメタノールを5mass%加えて模擬試料を調製し試験に用いた。試験は、80℃に加熱しながら、槽内をゆっくり減圧し、凝縮器にたまったメタノールを随時回収することで行った。また、回収効率の評価のために、回収したメタノールの重量を測定し、それを当初のメタノール含有量で除することで回収率を求めた。結果を図5に示す。図から、100分で約90%のメタノールを回収することができた。

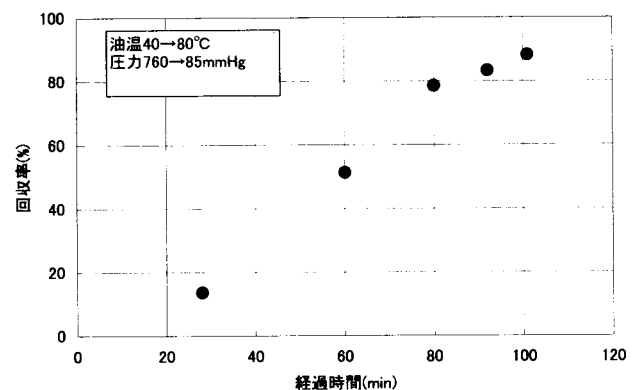


図5 装置での時間経過によるメタノール回収率の変化

試作装置での精製工程で、洗浄後の粗製バイオディーゼル燃料からの水分除去条件を設定するため、試作装置で洗浄した後のバイオディーゼル燃料を用いて水分除去試験を行った。試験条件は、槽温度を80℃に設定し、真空ポンプで連続吸引を行った。結果を図6に示す。RUN1は、初期値から10分毎に60分間、RUN2は初期値と30分後の粗製バイオディーゼル燃料中の水分をカールフィッシャー水分計で測定した結果である。この結果、バイオディーゼル燃料の水分量は約10分で恒量値に達し

た。

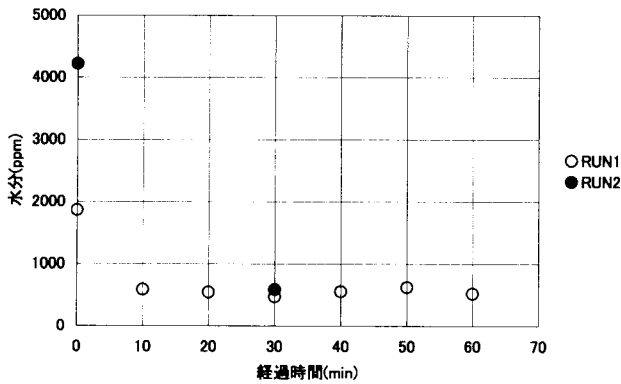


図 6 粗製バイオディーゼル燃料の経過時間における水分量

最後にこの装置を用いて、表1に示す条件でバイオディーゼル燃料製造試験を行ったところ、表2に示すような燃料を製造することができた。燃料は、脂肪酸メチルエステル含量は94.5%で、経産省の規格案には達していないものの、動粘度や密度は規格値を満たしており、高品質な燃料を製造することができた。

表 1 製造条件

|                            | RUN1 | RUN2 |
|----------------------------|------|------|
| 酸価                         | 0.28 | 0.28 |
| 原料油量(kg、基礎試験は g)           | 85.5 | 50   |
| メタノール+触媒溶液割合(原料油に対して)(wt%) | 25   | 25   |
| 触媒添加割合(メタノールに対して)(wt%)     | 2.3  | 2.3  |
| 反応温度(℃)                    | 60   | 60   |
| 反応時間(min)                  | 60   | 60   |
| 洗浄回数                       | 2    | 2    |
| 1 回目洗浄液                    | 酸水溶液 | 酸水溶液 |

表 2 製造した燃料組成

|          | 動粘度<br>(mm <sup>2</sup> /s, 40℃) | メチルエステル含有量(%) | カリウム量<br>(ppm) |
|----------|----------------------------------|---------------|----------------|
| RUN1     | 4.5                              | 94            | -              |
| RUN2     | 4.6                              | 91            | 2              |
| 規格値 (EU) | 3-5                              | 96.5          | 5              |
| 規格値 (京都) | 3-5                              | -             | 5              |

今後は、燃料のさらなる高純度化を目指すとともに装置の自動化を行う。

なお、本研究は平成17年度経済産業省中小企業技術革新成果事業化促進事業の補助金で実施したものである。

参考文献

- 1) 平成18年度中小企業創業・経営革新等支援補助金（中小企業技術革新成果事業化促進事業）寒冷地対応型バイオディーゼル燃料製造装置の開発報告書