

1. はじめに

私たちは昨年から利用されていないモモタマナの実からバイオ燃料をつくるための研究と、地域のエネルギー循環や資源の循環（図1）についての研究を行っている。

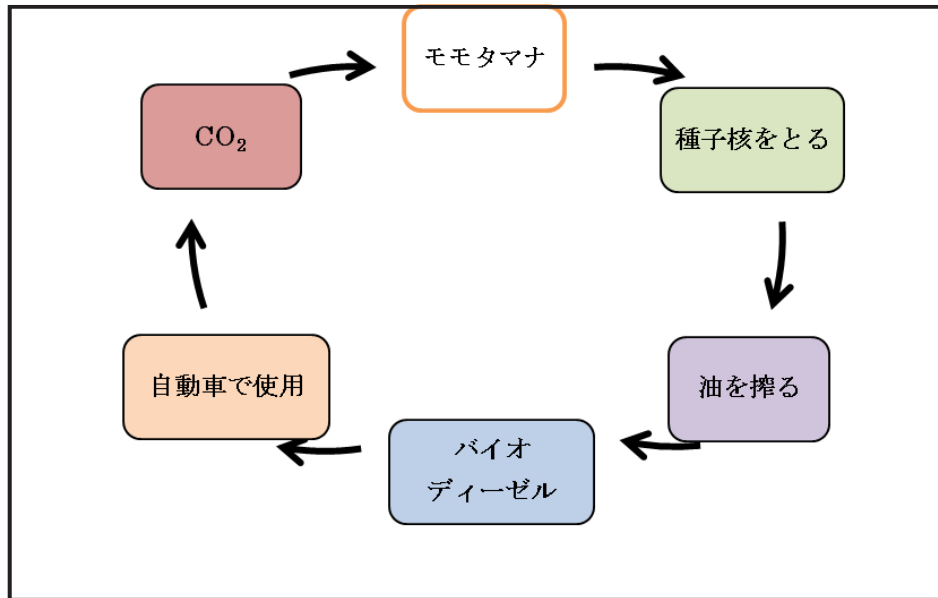


図1 モモタマナを使った循環型社会のモデル

昨年度の研究では以下の結果が得られ、モモタマナ種核油はバイオディーゼル燃料（BDF）をつくるのに適していることがわかった。

- ①モモタマナの種の核（種核）には脂肪が23.7%含まれる。
- ②モモタマナ種核の燃焼実験ではピーナツのよりも熱量が大きい。
- ③薄層クロマトグラフィー（TLC）において、トリアシルグリセロール（TG）が他の油と同じくらい含まれていることが示唆された。
- ④手作りの搾油器でモモタマナ種核から油が採れた。

今年度は昨年の課題であったモモタマナ種核油の分析とモモタマナ種核油から、バイオディーゼル燃料（BDF）の作成を行った。また、作成したBDFの分析を行った。

2. モモタマナ種核油のけん価とヨウ素価

（1）けん化価の方法

ヘキサンで抽出したモモタマナ種核油、市販されているなたね油をそれぞれ三角フラスコに 1.5g ～ 2.0g 取り、その後、0.5mol/L 水酸化カリウムエタノール溶液 25mL 加え、80 ～ 85℃に設定したウォーターバスで約 40 分加熱した。加熱後、素早く冷まし、チモールフタレイン指示薬を数滴入れ、0.5mol/L 塩酸で滴定を行い、けん化価を求めた。

(2) ヨウ素価の方法

ヘキサンで抽出したモモタマナ種核油、市販されているなたね油を 300mL 三角フラスコにそれぞれ 0.3g 前後を入れ、クロロホルム 10 mL を加える。これにウィス試薬 25mL 加え、暗所で 1 時間放置する。放置後、10% ヨウ化カリウム水溶液 20 mL と蒸留水 70 mL 加え、0.1mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する。液が淡黄色になったらいったん滴定をやめ、1% デンプン水溶液 1mL 加えて青色がなくなるまで滴定を続け、ヨウ素価を求めた。

(3) 結果と考察

モモタマナ種核油のけん化価の平均値は 183 であった。なたね油や米油などの他の食用油と同程度の分子量だと思われる。

ヨウ素価は 84 であった。大豆油やなたね油に比べると二重結合の数は少なく、オリーブ油と同程度の値であった。モモタマナ核油はバイオディーゼルに用いられる油脂とけん化価もヨウ素価も同程度の値を示した。また、ヨウ素価が 100 以下のモモタマナ種核油は不乾性油で空气中で酸化されにくく固化しにくい。これら分析結果からもモモタマナ種核油はバイオディーゼル燃料に適していると言える。

表 1 各油脂のけん化価とヨウ素価 大豆油以下は文献値

油脂	けん化価 (mg)	ヨウ素価 (g)
モモタマナ種核油	183	84
なたね油	176	116
大豆油	188 ~ 195	123 ~ 142
ヒマワリ油	188 ~ 195	120 ~ 142
トウモロコシ油	187 ~ 195	103 ~ 130
オリーブ油	184 ~ 195	75 ~ 94
米油	180 ~ 195	92 ~ 115

3. モモタマナ種核油からバイオディーゼル燃料 (BDF) の作製と分析

(1) バイオディーゼル燃料の製法

- ①メタノール 50 g に水酸化ナトリウム 1g を 60℃ で溶かす。
- ②ヘキサンで抽出したモモタマナ種核油 120 g に①の液を 40 g 加える。
- ③60~65℃ のオープンの中で、攪拌して、1 時間反応させる。
- ④加熱後しばらく静置しエステル層 (上層) とグリセリン層 (下層) を分液ろうとで分別する (写真 1)。
- ⑤分離したエステル層をヒーターにて約 70℃ で加熱し、メタノールを蒸発させる。
- ⑥⑤に同量の水を加えてよく攪拌する。静置後、分液ろうとで上層のみを分離し、再び同量の水を加えてよく攪拌する。(この作業を合計 3 回繰り返す。)
- ⑦⑥の上層をとって、115℃ で加熱し放冷するとバイオディーゼル燃料 (BDF) ができる (写真 2)。

モモタマナ種核油 120g からバイオディーゼル燃料 (BDF) が 91g 作製できた。



写真 1 エステル層とグリセリン層の分離



写真 2 上層はバイオディーゼル燃料 (BDF)

(2) BDFの薄層クロマトグラフィー

油脂のメチルエステル化の確認を薄層クロマトグラフィーで行った。

①方法

- メチルエステル化した油脂（BDF化したもの）ともとの油脂をそれぞれ5 μ LずつTLCプレートへスポットした。
- 1000mlのビーカーに展開溶媒（ヘキサン：ジエチルエーテル=85：15）を入れ、5℃でTLCを展開させた。
- 展開後、50%硫酸で展開したTLCプレートを噴霧して、電気プレートでスポットが現れるまで焼く。また、ヨウ素入りのビーカーの中に展開したTLCプレートを入れスポットが現れるまで待つ。

②油脂とバイオディーゼル燃料のTLCの結果

モモタマナ BDF もナタネ BDF もトリアシルグリセロール (TG) よりも高い位置でスポットが確認できた(写真3)。

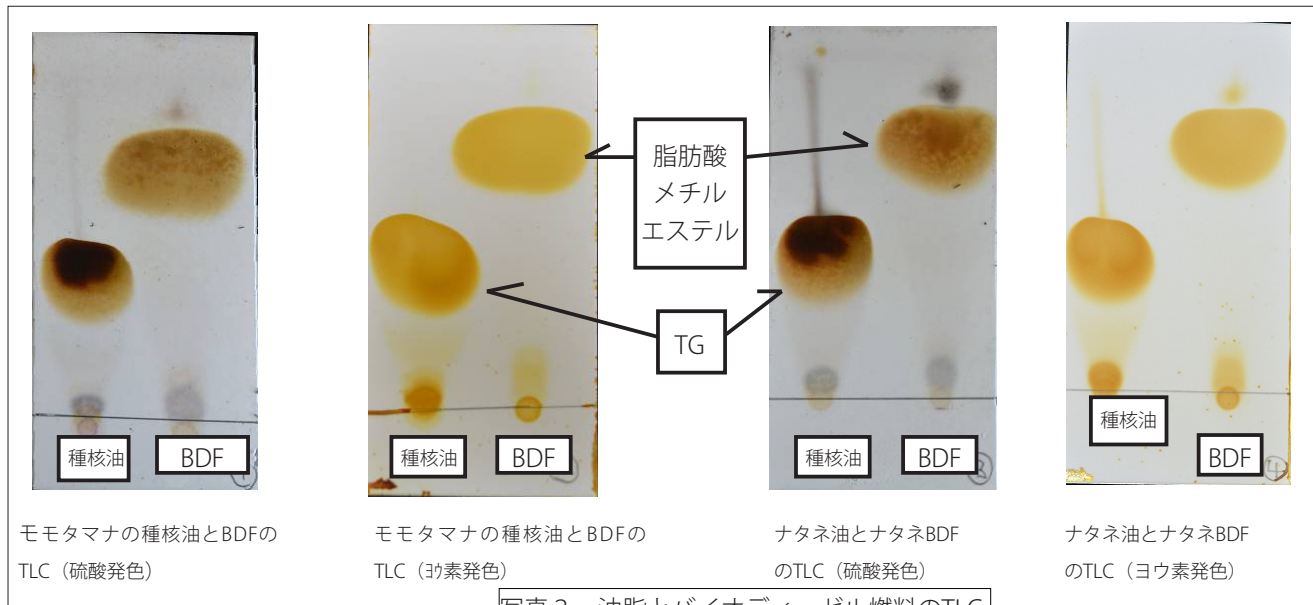


写真3 油脂とバイオディーゼル燃料のTLC

(3) バイオディーゼル燃料 (BDF) の燃焼実験

①方法

- 油脂やバイオディーゼル燃料を厚いアルミ容器に入れる。質量は正確に測っておく。
- 芯として綿糸を立てておく。
- 水100gが入った三角フラスコの下で油脂やBDFをしっかり燃やし、その水温の変化を調べる（写真4）。
- 水温の変化から種子1g当たりの熱量を調べる。（3回繰り返す）

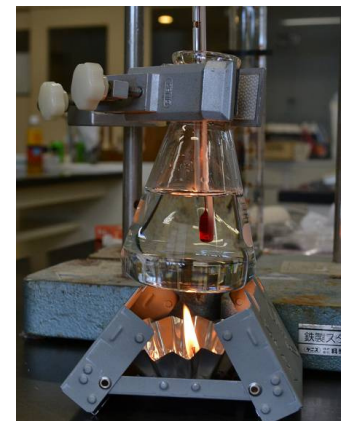


写真4 燃焼実験の様子

②結果

モモタマナ BDF もナタネ BDF も油の状態よりも高い熱量を示した。また、モモタマナ BDF の熱量とナタネ BDF の熱量には差があまりなかった。

表2 油脂の燃焼実験の結果

	平均上昇 温度 (°C)	水の質 量 (g)	1g 当たり の熱量 (kJ/g)
モモタマナ油	26.3	100	10.0
ナタネ油	30.2	100	12.4

表3 BDFの燃焼実験の結果

	平均上昇 温度 (°C)	水の質 量 (g)	1g 当たり の熱量 (kJ/g)
モモタマナ BDF	44.2	100	16.1
ナタネ BDF	41.2	100	16.8

(4) 曇り点の測定

曇り点とは、燃料サンプルを標準試験条件下で冷却するとき、曇りやワックスのもや（バイオディーゼルの場合はメチルエステル）を示すときの温度。

①方法

試験管にモモタマナ BDF を 5ml 入れ、20℃、15℃、10℃、5℃に保ったビーカーの中に 10 分間入れた。温度を一定にするためにクーラーボックスの中に発泡スチロールを加えた。曇り具合は目視することで調べた。

②結果

モモタマナ BDF は 20℃～15℃の間で曇り始めた。（写真 5）

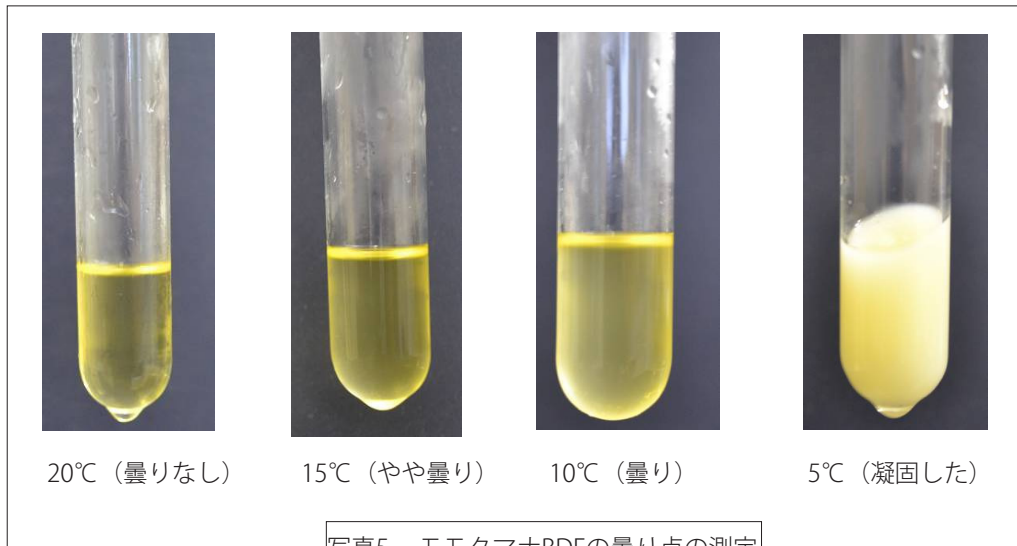


写真5. モモタマナBDFの曇り点の測定

(5) BDFのヨウ素価の測定

バイオディーゼル燃料のヨウ素価の規格（京都市暫定）が 120 以下なので、ヨウ素価が 120 以下かどうか確認を行った。方法は前述の通り行い、ナタネ BDF との比較を行った。

【結果】

モモタマナBDFとナタネBDFともヨウ素価は120以下であった。

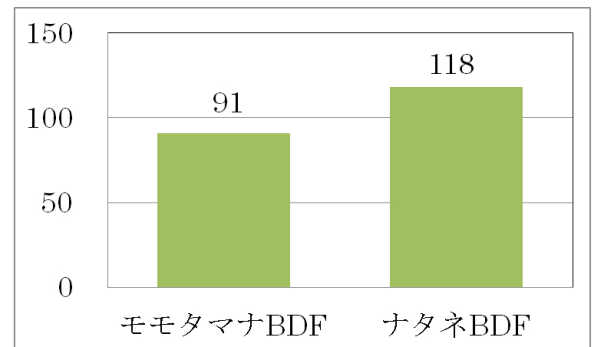


図4 BDFのヨウ素価

(6) 考察

BDF の薄層クロマトグラフィーの結果からトリアシルグリセロール (TG) の脂肪酸メチルエステル化が成功したものである。TG に比べるとバイオディーゼル燃料（脂肪酸メチルエステル）は極性が小さく、移動度が大きくなったと考えられる（脂肪酸メチルエステル RCOOCH_3 ）。

燃焼試験の結果、モモタマナ BDF は油脂の状態よりも高い熱量を示した。脂肪酸メチルエステル化の結果だと思われる。また、バイオディーゼル燃料として利用されているナタネ BDF と同じくらいの熱量を示したので、モモタマナ BDF もバイオディーゼル燃料として十分に利用できると思われる。しかし、今回の燃焼実験はエンジン等の動力を使用したものではないので引き続き検討が必要である。

モモタマナ BDF の曇り点は比較的高い。曇り点は目詰まり点（燃料ポンプのフィルターが通過できる最低温度）と流動点（燃料が流動を開始する最低温度）と高い相関があると報告されている。また、モモタマナ BDF は 5℃で凝固している。この結果になったのはヨウ素価も低い値を示したので飽和脂肪酸が多いからだと考えられる。以上のことより、モモタマナ BDF を燃料に使用すると低温時に燃料フィルターに目詰まりが生じ通気性が低下すると予想される。ゆえにモモタマナ BDF は暖かい季節のみ使用するか、低温時は添加剤などを加え使用することを検討しなければならない。