

マイクロ波—固体触媒を用いたバイオディーゼル燃料の迅速製造技術の開発

高温高圧流体技術研究所

Armando T. Quitain

【緒 言】

新興工業経済地域（中進国）を主体とした経済活動の活発化に伴い、原油を中心とした各種の原材料資源が急激に減少している。このような状況の中、クリーンな燃料としてバイオエネルギーが注目されている。その一つとして、動植物性油脂を原料に製造されるバイオディーゼルがあり、本研究所に於いても、マイクロ波加熱と固体触媒を用いて植物油からバイオディーゼル燃料を迅速に製造する技術について開発を行ってきた。本稿では、その取り組みの結果について報告する。

【実 験】

内容積200mlの二口丸底フラスコに菜種油48gとメタノール11gとを混合して投入し、更に紛状の固体触媒（例えば、水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)）を加えてマイクロ波照射キャビティーにセットした。キャビティーの天井部にはマイクロ波が外部に漏洩しない程度の大きさの孔があいており、この孔を通じてフラスコ上部に水冷式の還流冷却器を取り付けた。水冷部分はキャビティーの外部に設置し、冷却水がマイクロ波によって加熱されないようにした。さらに、フラスコ内の温度を測定するための光ファイバー式温度計を二口のうちの一つの口にセットした。この状態で周波数2450MHz、出力700Wのマイクロ波を照射した。比較のため、マイクロ波の代わりにウォーターバスを使用し、同様の原料を60℃で反応させた。反応後の生成物は冷却、静置・遠心し、グリセリン相と油相の二相に分離させた。分別した油相は、更に蒸留してこの中に含まれる未反応メタノールを除去した。メタノールを除去した後の生成油をガスクロマトグラフで分析し、この中に含まれるバイオディーゼル燃料としての“メチルエステル化合物”を定量した。

【結果】

各種の固体触媒（硫酸ジルコニア、Amberlyst 15、Zeolite、Amberlite-OH形、Amberlite-Na形、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、酸化カルシウムなど）の触媒活性を調べた。使用した触媒の中では、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の触媒活性が最も高いことが分かった。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いて、マイクロ波を700Wで照射すると、1分以内に95%以上という反応生成率が得られた（図1）。通常の加熱法では、反応温度60℃、反応時間8時間程度で油脂をエステル化するのにに対し、前記のようにマイクロ波加熱法では従来技術と同じ温度において1分以内に高効率で反応が進行することが確認された（表1）。

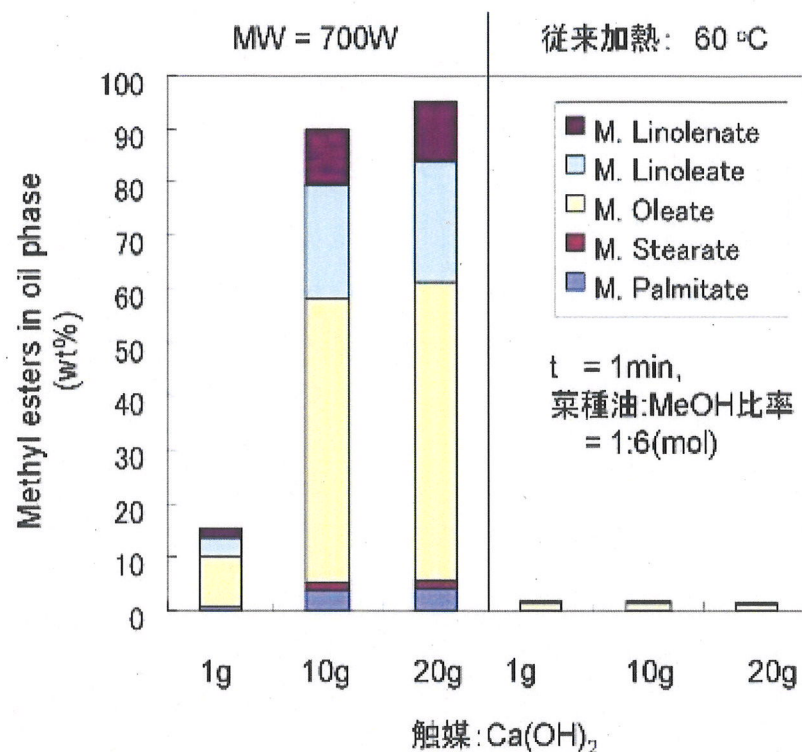


図1. マイクロ波と従来加熱の比較

表1. バイオディーゼル燃料の製造法の比較

	従来法	マイクロ波一固体触媒
反応時間	1-8 h	< 60 sec
反応条件	0.1MPa 30-65 °C	0.1 MPa < 60 °C
アルコール:油	6:1	6:1
触媒	均一 (酸またはアルカリ)	不均一(固体) (例: CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
不純物	メタノール、触媒、 アルカリセッケン	メタノール、グリセリン
プロセス	複雑	簡単

さらに、マイクロ波反応条件の最適化のために、各種油類（表2）の比較をした。各油類は何れも同様の効果が得られた（図2）。

表2. 各油の脂肪酸の組成

油・脂質	脂肪酸 (wt%)								
	Caprylic (C8:0)	Capric (C10:0)	Lauric (C12:0)	Myristic (C14:0)	Palmitic (C16:0)	Stearic (C18:0)	Oleic (C18:1)	Linoleic (C18:2)	Linolenic (C18:3)
菜種					6	1	58	24	11
大豆				0.3	7.8	2.5	26	51	5
ココヤシ	8	8	48	16	8.5	2.5	6.5	2	

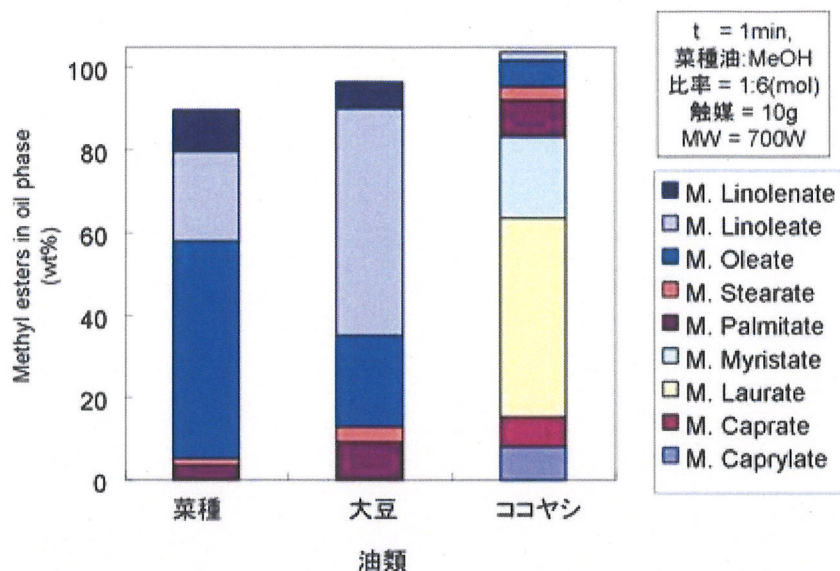


図2. 各種油類の比較

【まとめ】

マイクロ波—固体触媒を用いることによって、バイオディーゼル燃料が迅速に製造可能であることが確認された。本プロセスはマイクロ波の局所内部加熱作用を利用し、低温・大気圧の条件下でバイオディーゼル燃料を短時間・高収率で得られ、経済性に優れ実用化の可能性が高い製造法であることが示唆された。

なお、本稿の内容はJSTイノベーションサテライト徳島より委託された「平成19年度 研究成果実用化検討 (FS)」の成果の一部である。

【参考文献】

- 1) 坂 志朗, “バイオディーゼルのすべて”, アイピーシー, (2006)
ISBN4-901493-56-6
- 2) Quitain, et al., Proceedings of Global Congress on Microwave Energy Applications,
August 4-8, 2008, Otsu, Japan