

## バイオディーゼル燃料の導入動向

塩谷 仁・後藤 新一

バイオディーゼル燃料は動植物油や廃食用油をメチルエステル化した、脂肪酸メチルエステルを主成分とするもので、地球温暖化対策として世界各国で積極的に導入が進められている。バイオディーゼル燃料は欧州において主に使用されているが、アメリカやブラジル、アジア各国などでも生産が急増しつつある。利用に関して、現在、多くは5%程度の低率で軽油に混合されているが、10%混合に向けた議論も進められている。また、燃料規格については、原料の違いなどから各国の規格において規格項目、規格値に違いが見られているが、現在、国際的な規格調和に向けた議論も進められている。

キーワード：ディーゼルエンジン、バイオディーゼル燃料、脂肪酸メチルエステル、燃料規格

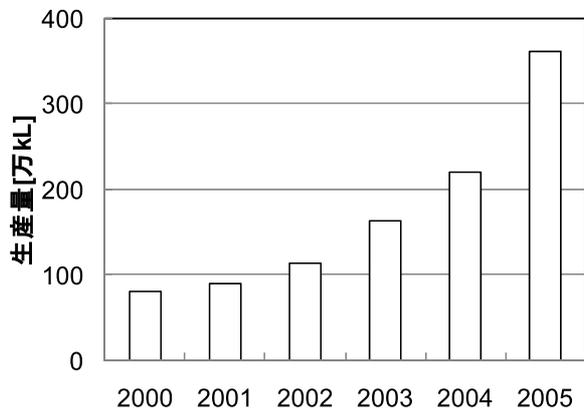
### 1. 各国のバイオディーゼル燃料生産動向

#### (1) 欧州における生産動向

欧州では2003年5月に発行されたバイオ燃料指令(Directive2003/30/EC)において、輸送用燃料に占めるバイオ燃料の割合を2005年末までに2%、2010年末までに5.75%という目標が掲げられ、各国においてバイオ燃料導入が進められている。輸送用バイオ燃料として、米国やブラジルではバイオエタノールが主流であるが、欧州ではディーゼル車両の割合が高いことなどから、欧州各国で生産されるバイオ燃料の7割以上をバイオディーゼル燃料が占めている。主な原料には菜種油が用いられ、バイオディーゼル燃料の生産量は図—1に見られるように年々増加する傾向にある。表—1は2005年および2006年における国別のバイオディーゼル燃料消費量を示す。ドイツが欧州

表—1 欧州各国におけるバイオディーゼル燃料消費量<sup>2)</sup>  
(2006年は推定値)

	2005	2006
ドイツ	1,548,000	2,408,000
フランス	344,200	531,800
イタリア	172,000	177,000
オーストリア	79,120	275,200
英国	25,088	128,481
スペイン	23,194	62,909
ポーランド	13,065	42,218
スロバキア	9,460	n.a.
スウェーデン	8,366	51,309
リトアニア	7,500	18,100
スロベニア	4,950	2,862
チェコ	2,800	17,900
ギリシア	2,715	69,590
ラトビア	2,485	n.a.
アイルランド	740	686
マルタ	702	788
ルクセンブルク	568	538
ポルトガル	140	58,300
デンマーク	0	3,530
合計	2,245,093	3,849,211

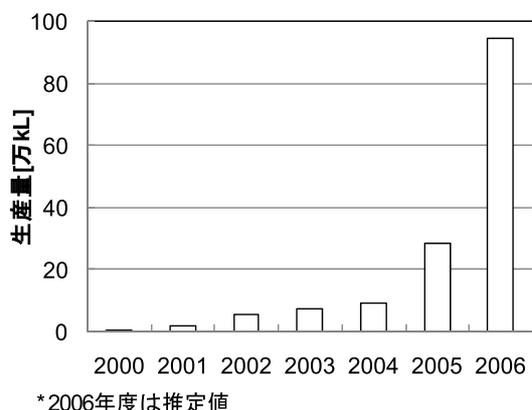


図—1 欧州におけるバイオディーゼル燃料生産量の推移<sup>1)</sup>

最大のバイオディーゼル燃料使用国であり、2005年では欧州におけるバイオディーゼル燃料消費量の約70%を占めており、2006年においても消費量の大幅な増加が見られている。2005年以前ではドイツ以外にはフランス、イタリアが主要な使用国であったが、2006年にはオーストリアでの消費量がイタリアを追い抜いているほか、英国やスペインなど多くの国で消費量が急増している。

(2) 米国における生産動向

米国では、2005年8月に成立した「2005年エネルギー政策法（Energy Policy Act of 2005）」で自動車燃料へのバイオ燃料の導入を義務化する「再生可能燃料基準（RFS：Renewable Fuels Standard）」が盛り込まれ、さらに2007年の一般教書ではRFSの強化により2017年までに350億ガロン（約1億4千万kL）を導入することを目標とすることを発表している。バイオ燃料について、米国は、エタノール生産量が2006年時点で世界全体の約40%を占める世界最大のエタノール生産国であり、自動車用バイオ燃料においてもバイオエタノールが主流であるが、バイオディーゼル燃料についても図—2に示すように2004年以降生産量が急増している。



図—2 米国におけるバイオディーゼル燃料生産量の推移<sup>3)</sup>

ブラジルも米国と並ぶバイオエタノールの生産国であるが、バイオディーゼル燃料に対しても2003年11月にPRODIESEL計画を開始するなど、導入に向けた活動が進められている。

(3) アジアにおける生産動向

東南アジア地域は世界有数のバイオマス生産地域であり、さまざまな原料を用いてバイオエタノールやバイオディーゼル燃料の導入が進められている。現在、バイオディーゼル燃料の主原料として用いられているパーム油はマレーシア、インドネシアが主要生産国となるが、2004年以降、大豆油を抜いて世界で最も多く生産される植物油となっている。また、フィリピンでは、ココナッツ油を原料としたバイオディーゼル燃料が用いられている。

(4) 日本における生産動向

日本では、京都議定書に掲げられた温室効果ガス排出量削減に向けて、2010年に表に示す新エネルギー

を導入することが閣議決定されており、輸送用燃料におけるバイオ燃料導入量は原油換算で50万kLと定められている。そのうち21万kL分は石油連盟がETBEの形で導入することを決定しており、また、さまざまな地域でバイオエタノールやバイオディーゼル燃料導入に向けた取り組みが行われている。バイオディーゼル燃料については、廃食用油を回収し燃料化する事業がほとんどで、製造設備は70以上あるものの、日量5,000Lの京都市の製造設備など大きな製造設備は少数であり、大部分は日量100L程度の非常に小規模な設備でしかないのが現状である。

2. 各国のバイオディーゼル燃料利用動向

(1) 欧州における利用動向

表—2は世界各国におけるバイオディーゼル燃料の導入動向を示す。欧州では一般車両に対しては、FAME規格（EN14214）に適合するバイオディーゼル燃料を5%以下の割合で混合して使用することが認められている。また、それぞれの国においてバイオディーゼル燃料混合濃度20%や30%の高濃度バイオディーゼル燃料混合燃料や100%での利用に対する開発などもされている。さらに、現在はバイオディーゼル燃料混合濃度7%および10%の混合軽油に対する規格策定に向けた検討が進められている。

表—2 各国のバイオディーゼル燃料導入動向<sup>2)</sup>

地域	国	混合率	原料
欧州	ドイツ	・ 5% ・ 100%	菜種
	フランス	・ 5% ・ 30%	菜種
	イタリア	・ 5% ・ 30%	菜種、ヒマワリ
	ポーランド	・ 5% ・ 20% ・ 100%	菜種
北米	米国	・ 2~5% ・ 20% ・ 100%	大豆、廃食用油
	カナダ	・ 2~5%	大豆、廃食用油
中南米	ブラジル	・ 2%	大豆
アジア	マレーシア	・ 2~5%	パーム
	インドネシア	—	パーム
	タイ	・ 2%	パーム
	フィリピン	・ 1% ・ 100%	ココナッツ
	インド	・ 5%	ジャトロファ
	中国	・ 5% ・ 20%	廃食用油、ジャトロファ
オセアニア	オーストラリア	・ 5% ・ 20% ・ 100%	パーム、大豆
	ニュージーランド	・ 5%	動物性油脂、廃食用油

(2) 米国、ブラジルにおける利用動向

米国、ブラジルなどでは大豆油が主な原料として用

いられており、バイオディーゼル燃料についても導入量が増加しつつある。米国では4州で2または5%混合義務が2007年から2008年にかけて実施予定、ブラジルでも2%の混合義務を課すことが計画されている。

### (3) アジアにおける利用動向

アジア地域においても各国でバイオ燃料導入に関する政策が進められている。マレーシアでは2005年3月にThe National Biofuel Policyを発表し、輸送用燃料や産業用燃料におけるバイオ燃料の導入やバイオ燃料の製造技術開発などについて戦略を掲げている。タイでは、現在バイオディーゼル燃料2%混合軽油の導入が進められているが、最終的には2012年までにバイオディーゼル燃料の混合率を10%とすることを目標としており、今後段階的に混合率を上げる方針を定めている。フィリピンではココナッツ油を原料とし、1%の混合が義務付けられている。さらに、近年は非食用油で乾燥地域でも栽培が可能なジャトロファを原料とする

ための研究開発が進められている。また、ニュージーランドでは動物性油脂が原料として使用されている。

### (4) 日本における利用動向

日本では2007年3月に「揮発油等の品質の確保等に関する法律（品確法）」が改正され、表—3に示す品質に適合するFAME混合軽油は軽油と同等に使用

表—3 軽油品確法

規制項目	FAME 混合軽油	FAME 非混合軽油
硫黄分	0.001 質量%以下	0.001 質量%以下
セタン指数	45 以上	45 以上
90%留出温度	360 度以下	360 度以下
FAME 混合上限	5.0 質量%以下	0.1 質量%以下
トリグリセライド	0.01 質量%以下	0.01 質量%以下
メタノール	0.01 質量%以下	—
酸価	0.13 mgKOH/g 以下	—
ぎ酸, 酢酸, プロピオン酸	0.003 質量%以下	—
酸化安定性 (酸価増加量)	0.12 mgKOH/g 以下	—

表—4 欧州, 米国, ブラジルおよび日本のバイオディーゼル燃料規格

規格番号		欧州	米国	ブラジル	日本
規格番号		EN14214	ASTMD6751-07a	ANP42	JASO M360
エステル含有量	wt %	> 96.5	—	要レポート	>96.5
密度 (@15℃)	kg/m <sup>3</sup>	860-900	—	要レポート	860-900
動粘度 (@40℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.50-5.00	1.9-6.0	要レポート	3.5-5.0
引火点	℃	> 120	> 93 <sup>1)</sup>	> 100	> 120
硫黄分	mg/kg	< 10.0	< 15/500	要レポート	< 10.0
蒸留性状	℃	—	< 360	< 360	—
残炭 (100%)	wt %	—	< 0.050	< 0.10	—
10%残炭	wt %	< 0.30	—	—	< 0.3
セタン価		> 51.0	> 47	要レポート	> 51.0
硫酸灰分	wt %	< 0.02	< 0.020	< 0.02	< 0.02
水分および沈殿物	vol %	—	< 0.050	< 0.050	—
水分	mg/kg	< 500	—	—	< 500
全夾雑物	mg/kg	< 24	—	要レポート	< 24
銅板腐食		Class-1	Class-3	Class-1	Class-1
全酸価	mgKOH/g	< 0.50	< 0.50	< 0.80	< 0.50
酸化安定性	hr.	> 6.0	> 3.0	> 6.0	混合後 B5 で規定
ヨウ素価		< 120	—	要レポート	< 120
リノレン酸メチル	wt %	< 12.0	—	—	< 12.0
二重結合数4以上の 多不飽和脂肪酸 メチルエステル	wt %	< 1	—	—	含まないこと
メタノール	wt %	< 0.20	< 0.2 <sup>1)</sup>	< 0.5	< 0.20
モノグリセライド	wt %	< 0.80	—	要レポート	< 0.80
ジグリセライド	wt %	< 0.20	—	要レポート	< 0.20
トリグリセライド	wt %	< 0.20	—	要レポート	< 0.20
遊離グリセリン	wt %	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
全グリセリン	wt %	< 0.25	< 0.24	< 0.38	< 0.25
Na + K	mg/kg	< 5	< 5	< 10	< 5.0
Ca + Mg	mg/kg	< 5	< 5	要レポート	< 5.0
リン	mg/kg	< 10.0	< 10	要レポート	< 10.0
CFPP	℃	< 5/ < -5/ < -15	—	—	混合後 B5 で規定
流動点	℃	< 0	—	軽油と同等	

1) メタノールを直接測定しない場合は引火点は130℃

表-5 アジア、オセアニア各国のバイオディーゼルの燃料規格

項目	単位	日本	インド	インドネシア	韓国	タイ	中国	フィリピン	マレーシア	オーストラリア	ニュージーランド
規格番号		JASO M360	IS 15607:2005 (FAME/FAEE)	SNI 04-7182:2006			GB/T 20828-2007	PNS 2020:2003 (CME)		Law-Biodiesel Standard	NZS 7500:2005
エステル含有量	wt%	> 96.5	> 96.5	> 96.5	> 96.5	> 96.5	—	—	> 96.5	> 96.5	> 96.5
密度 (@15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	860-900	860-900	850-890 (@40 °C)	860-900	860-900	820-900 (@20 °C)	—	860-900	860-890	860-900
動粘度 (@40 °C)	mm <sup>2</sup> /s	3.5-5.0	2.5-6.0	2.3-6	1.9-5.0	3.5-5.0	1.9-6.0	2.0-4.5	3.5-5.0	3.5-5.0	2.0-6.0
引火点	°C	> 120	> 120	> 100	> 120	> 120	> 130	> 100	> 120	> 120.0	> 100
硫黄分	mg/kg	< 10	< 50	< 100	< 10	< 10	< 50	< 500	< 10	< 10	< 50 <sup>1)</sup>
蒸留性状 (T90)	°C	—	—	< 360	—	—	—	< 360	—	< 360	—
残炭 (100%)	wt%	—	< 0.05	< 0.05	—	—	—	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
10%残炭	wt%	< 0.30	—	< 0.3	< 0.1	< 0.3	< 0.3	—	< 0.3	< 0.30	< 0.3
セタン価		> 51.0	> 51	> 51	> 45 (B5, B20)	> 51	> 49	> 42 (暫定)	> 51	> 51.0	> 51
硫酸灰分	wt%	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01 (灰分)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.020	< 0.020	< 0.02
水分および沈殿物	vol%	—	—	< 0.05	< 0.05	—	None	< 0.05	—	< 0.05	—
水分	mg/kg	< 500	< 500	—	—	< 500	< 500	—	< 500	—	< 500
全夾雑物	mg/kg	< 24	< 24	—	—	< 24	—	—	< 24	< 24	< 24
銅板腐食		Class1	Class1	Class3	Class1	Class1	1	Class3	Class1	Class1	Class1
全酸価	mgKOH/g	< 0.50	< 0.5	< 0.8	< 0.5	< 0.5	< 0.8	< 0.5	< 0.80	< 0.80	< 0.5
酸化安定性	hr	B5で規定	> 6	—	> 6	> 6	> 6	—	> 6	> 6	> 6
ヨウ素価		< 120	Report	< 115	—	< 120	—	—	< 110	—	< 120
リノレン酸メチル	wt%	< 120	—	—	—	< 12	—	—	< 12	—	< 12
二重結合数4以上の多不飽和脂肪酸メチルエステル	wt%	—	—	—	—	—	—	—	< 1	—	—
メタノール	wt%	< 0.20	< 0.2 <sup>2)</sup>	—	< 0.2	< 0.2	—	—	< 0.2	< 0.20	< 0.2
モノグリセライド	wt%	< 0.80	—	—	—	< 0.8	—	—	< 0.8	—	< 0.8
ジグリセライド	wt%	< 0.20	—	—	—	< 0.2	—	—	< 0.2	—	—
トリグリセライド	wt%	< 0.20	—	—	—	< 0.2	—	—	< 0.2	—	—
遊離グリセリン	wt%	< 0.02	< 0.02	< 0.02	—	< 0.02	< 0.02	< 0.02 (暫定)	< 0.02	< 0.020	< 0.02
全グリセリン	wt%	< 0.25	< 0.25	< 0.24	< 0.24	< 0.25	< 0.24	< 0.24 (暫定)	< 0.25	< 0.250	< 0.24
Na + K	mg/kg	< 5.0	Report	—	< 5	< 5	—	—	< 5	< 5	< 5
Ca + Mg	mg/kg	< 5.0	Report	—	< 5	< 5	—	—	< 5	< 5	< 5
リン	mg/kg	< 10.0	< 10	< 10	< 10	< 10	—	< 10	< 10	< 10	< 10
CFPP	°C	B5で規定	—	—	—	—	Report	—	< 15	—	—
曇り点	°C	—	—	< 18	—	—	—	Report	—	—	—
Halphen test		—	—	negative	—	—	—	—	—	—	—

1) 2009年以降は10mg/kg

2) エタノールを含む

できることになったが、一方で自治体等では高濃度で利用されるケースが多い。京都市では日量 5000 L の製造プラントでバイオディーゼル燃料 (B100) およびバイオディーゼル燃料 20% 混合軽油 (B20) を製造し、ゴミ収集車 220 台に B100、市バス 95 台には B20 が使用されている。

### 3. バイオディーゼル燃料の品質規格

#### (1) 欧州、米国、ブラジルの燃料規格と規格調和

表—4 に米国、欧州、ブラジルおよび日本のバイオディーゼル燃料規格を示す。バイオディーゼル燃料は原料とする油脂の種類によって品質が大きく異なり、各国の規格においてはそれぞれの国で使用される原料の特性等を反映した規格値も見られる。欧州規格は米国やブラジルと比べると規格項目が多く、現在のバイオディーゼル燃料製造法の主流であるアルカリ触媒法の製造工程において想定されるおおよそ全ての不純物に対して含有量が規定されている。また、ヨウ素価やリノレン酸メチルの規格値は、欧州のバイオディーゼル燃料の主原料である菜種油の組成を基に決定された値となっている。なお、本規格では、二重結合を 4 以上含む多不飽和脂肪酸メチルエステルの含有量を 1 質量% 以下と定めているが、試験法についてはまだ開発されていない。日本の FAME 規格は欧州規格を参考にしており、ほとんどが同じ値に定めているが、酸化安定性や低温流動性については、混合する軽油の品質にも依存することから、FAME 単体に対しては規格値を設けず、混合後に品確法や軽油規格に適合することを要求している。さらに、二重結合を 4 以上含む多不飽和脂肪酸メチルエステルに関しては、試験法が存在しないことから規格項目には盛り込まず、一般事項においてこれを含まないことと記述している。

米国規格は欧州規格と比べると規格項目が少ないが、このうち、酸化安定性や金属分 (Na+K, Ca + Mg) などは近年新たに追加されたものである。なお、酸化安定性の規格値が欧州規格に比べ低く設定されているのは、主原料である大豆油の性状を考慮したものと考えられる。また、引火点については、93℃ と定められているが、これはメタノール含有量を別途測定する場合であり、メタノールを測定しない場合には 130℃ が要求されている。

ブラジル規格は多くの項目について、規格値を設けず報告のみとしており、また、酸価やメタノール、全グリセリンなどの規格値は欧州などと比べると緩和された値となっている。

このように、バイオディーゼル燃料規格は、地域ごとにさまざまな違いが見られるが、現在、バイオ燃料 (バイオエタノール、バイオディーゼル燃料) の主要な使用地域である欧州、米国、ブラジルがタスクフォースを設置し、バイオ燃料の共通規格策定のための議論を進めている。また、さらには、ISO 化のための活動も進行しつつある。

#### (2) アジア、オセアニアの燃料規格と規格調和

アジア、オセアニア各国においても表—5 に示すようにバイオディーゼル燃料規格が策定されつつある。これらの国の規格は欧州規格や米国規格を参考にしており、タイやマレーシアでは欧州規格とほぼ同等の規格が策定されているが、一方でインドネシアでは、自国の環境を考慮して密度の測定条件を 40℃ とすることや、環状の構造を有する原料油の使用を防止するために Halphen test という項目を設けるなど特徴的な規格となっている。また、フィリピンではココナッツ油メチルエステル (CME) を対象としているが、ココナッツ油は菜種油や大豆油、パーム油など他の原料油と比べ炭素数の小さい脂肪酸が主成分となることから引火点や動粘度が低くなる傾向があり、これを踏まえた規格値が定められている。

アジア地域においても、EAS (東アジアサミット) において共通規格策定に向けた活動が進められている。規格のベースは欧州規格 (EN14214) とし、ココナッツ油や大豆油を原料とした FAME にも適用できるよう動粘度、引火点、ヨウ素価の規格値を緩和する一方で酸化安定性については各国の条件付で 10 時間を確保することが認められた。 JICMA

#### 《参考文献》

- 1) European Commission : Biofuels Barometer 2006  
[http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/bioenergy\\_publications\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/bioenergy_publications_en.htm)
- 2) European Commission : Biofuels Barometer 2007  
[http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/bioenergy\\_publications\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/bioenergy_publications_en.htm)
- 3) National Biodiesel Board : <http://www.biodiesel.org/>
- 4) 環境省、第 5 回エコ燃料利用推進会議 資料 2-2

#### 【筆者紹介】

塩谷 仁 (しおたに ひとし)  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
新燃料自動車技術研究センター  
計測評価チーム



後藤 新一 (ごとう しんいち)  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
新燃料自動車技術研究センター  
研究センター長

