

# バイオディーゼル燃料のハンドリングと使用のガイドライン

Biodiesel Handling and Use Guidelines

K. Shaine Tyson, NREL/TP-580-30004

NREL

National Renewable Energy Laboratory

August 2001

## 1. はじめに

この文書はエンドユーザー（バイオディーゼル燃料あるいはディーゼル燃料とのブレンドを使用する会社および個人）、供給者（ブレンド、貯蔵もしくは他所への配送のためバイオディーゼル燃料を購入する会社および個人）および関連する事業に参画している人達へのフィールドガイドである。このガイドラインがこの分野で予想され出会うであろう燃料の使用とハンドリングの諸事項を網羅している。本書を雇員がアクセスできるところに置いて、顧客や雇員から質問が提起されたとき参考となるようにされたい。

## 2. バイオディーゼル燃料

バイオディーゼル燃料は植物油、リサイクル調理油、あるいは動物脂肪から製造される。この燃料には代表的な 14 種の脂肪（表 1）を含有し、脂肪酸メチルエステル(FAME、fatty acid metylester)に化学的に変換する。各種原料（表 2）に含まれる各種の FAME の組成が異なると燃料性状（表 3）に影響する。飽和分のレベルが高いもの（C14:0, C16:0, C18:0）は曇点を高め、セタン価を高め、NO<sub>x</sub> を下げ、安定性を改善する。多重不飽和分が多いと（C18:2, C18:3）曇点、セタン価を下げ、安定性を減じ（安定添加剤を使わなければ）、NO<sub>x</sub> を増す。

バイオディーゼル燃料は純粋燃料を表わす。バイオディーゼルブレンドあるいは BXX はバイオディーゼル XX%とディーゼル燃料（100 - XX）% からなる燃料をさす。たとえば B100 は純バイオディーゼルで、B20 はバイオディーゼル燃料 20%とディーゼル燃料 80%のブレンドである。ディーゼル燃料は 1 号、2 号および JP8 である。バイオディーゼルブレンドは混合の程度に応じて ASTM D 975 基準に適合できない場合がある（ASTM は American Society of Testing Materials）。バイオディーゼルブレンドは水の存在下で混合状態に留まる。

バイオディーゼル燃料とそのブレンドは圧縮点火(CI)エンジンだけで使用され、ASTM D 975 または関連する軍の仕様にもとづく燃料で運転するよう設計されている。バイオディーゼル燃料あるいはそのブレンドをガソリンエンジンに用いてはならない。バイオディーゼル燃料とそのブレンドはディーゼル車、トラック、トラクタ、ボート、港湾機械、灌漑システム、鉱山機械、発電装置などやディーゼルが使われる大部分のアプリケーションにおける CI エンジンで使われる。詳細については後の節で述べる。

**Table 1 Structural Formula for Fatty Acids used in Biodiesel**

Fatty Acid Name	No. Of Carbons & Double Bonds	Chemical Structure (= denotes double bond placement)
Caprylic	C8	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH
Capric	C10	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
Lauric	C12	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH
Myristic	C14	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH
Palmitic	C16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
Palmitoleic	C16:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Stearic	C18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH
Oleic	C18:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Linoleic	C18:2	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Linolenic	C18:3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Arachidic	C20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH
Eicosenoic	C20:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH
Behenic	C22:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH
Eurcic	C22:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH

**Table 2. Weight Percent of Fatty Acids in Fat and Oil Feedstocks**

Fatty Acid Fat or Oil	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0 C22:0	C20:1 C22:1	Other
Tallow	--	--	0.2	2-3	25-30	2-3	21-26	39-42	2	--	0.4-1	0.3	0.5
Lard	--	--	--	1	25-30	2-5	12-16	41-51	4-22	--	-	2-3	0.2
Coconut	5-9	4-10	44-51	13-18	7-10	--	1-4	5-8	1-3	--	--	--	--
Palm Kernal	2-4	3-7	45-52	14-19	6-9	0-1	1-3	10-18	1-2	--	1-2	--	--
Palm	--	--	--	1-6	32-47	--	1-6	40-52	2-11	--	--	--	--
Safflower	--	--	--	--	5.2	--	2.2	76.3	16.2	--	--	--	--
Peanut	--	--	--	0.5	6-11	1-2	3-6	39-66	17-38	--	5-10	--	--
Cottonseed	--	--	--	0-3	17-23	--	1-3	23-41	34-55	--	--	2-3	--
Corn	--	--	--	0-2	8-10	1-2	1-4	30-50	34-56	--	--	0-2	--
Sunflower	--	--	--	--	6.0	--	4.2	18.7	69.3	0.3	1.4	--	--
Soybean	--	--	--	0.3	7-11	0-1	3-6	22-34	50-60	2-10	5-10	--	--
Rapeseed	--	--	--	--	2-5	0.2	1-2	10-15	10-20	5-10	.9	50-60	--
Linseed	--	--	--	0.2	5-9	--	0-1	9-29	8-29	45-67	--	--	--
Mustard	--	--	--	--	3.0	--	1.5	15-60	12	5-10	--	10-60	--

バイオディーゼル燃料の比重はディーゼル燃料の 0.85 に対して 0.88 である。ディーゼル燃料より若干重いのでディーゼル燃料の上でスプラッシュブレンドするのが一般的混合方法である。B2 ブレンドが考えられている州ではラックブレンド法が考慮されている。B2 とは 2%バイオディーゼルでつくる高潤滑性ディーゼル燃料である。

**Table 3 Selected Fuel Properties for Diesel and Biodiesel Fuels**

<b>Fuel Property</b>	<b>Diesel</b>	<b>Biodiesel</b>
Fuel Standard	ASTM D975	ASTM PS 121
Fuel composition	C10-C21 HC	C12-C22 FAME
Lower Heating Value, Btu/gal	131,295	117,093
Kin. Viscosity, @ 40	1.3-4.1	1.9-6.0
Specific Gravity kg/I @ 60 °F	0.85	0.88
Density, lb/gal @ 15	7.079	7.328
Water, ppm by wt	161	.05% max
Carbon, wt %	87	77
Hydrogen, wt %	13	12
Oxygen, by dif. wt %	0	11
Sulfur, wt %	.05 max	0.0-0.0024
Boiling Point,	188-343	182-338
Flash Point,	60-80	100-170
Cloud Point, C	-15 to 5	-3 to 12
Pour Point,	-35 to -15	-15 to 10
Cetane Number	40-55	48-65
Stoichiometric Air/Fuel Ratio wt./wt.	15	13.8
BOCLE Scuff, grams	3,600	>7,000
HFRR, microns	685	314

バイオディーゼル燃料には窒素あるいは芳香族は含まれないが、15ppm以下の硫黄が含まれる。バイオディーゼル燃料は重量で11%の酸素をもち、そのため発熱量（エネルギー含有量）は若干低く、一酸化炭素、微粒子、すすおよび炭化水素の排出は少ない。エネルギー含有量は2号ディーゼル燃料よりおよそ10%少なく、1号ディーゼル燃料と同程度である。燃料の効率はディーゼル燃料と同じである。燃料経済性、パワー、トルクはバイオディーゼル燃料あるいはブレンドの発熱量に比例する。たとえばB20はパワー、トルク、燃料経済性を2%よりわずかに低い割合だけ低下する。

### 3. バイオディーゼル燃料の品質

ASTM PS 121（表4）は良好な燃料品質を確保するための基準である。これは予備的なもので、2001年冬には最終的な基準ができる。また、この基準は製造や原料とは独立であって、圧縮点火エンジンを安全に運転するための燃料性状を確保するものである。そして不完全なプロセスで製造されたことによりエンジンに損傷を与える成分で燃料が汚染されないことを確保する。

キーとなる燃料品質について述べる。

- ・バイオディーゼル燃料の引火点は高い（150以上）。FAMEは揮発性でない。D93の限度は100に設定され、製造プロセスでの過剰メタノールが確実に除去されていることを確かに行っている。残留メタノールは安全上の事項で少量でも引火点が下がる。メタノールはポンプ、シール、エラストマに影響し燃焼性を悪化させる。

**Table 4 ASTM PS 121 Biodiesel for B20**

<b>Property</b>	<b>ASTM Method</b>	<b>Limits</b>	<b>Units</b>
Flash Point	D93	100.0 min	Degrees C
Water & Sediment	D2709	0.050 max.	% vol.
Kinematic Viscosity, 40 C	D445	1.9-6.0	mm <sup>2</sup> /sec.
Sulfated Ash	D874	0.020 max.	% mass
Sulfur	D5453	0.0015 max.	% mass
Copper Strip Corrosion	D130	No.3 max.	
Cetane Number	D613	46 min.	
Cloud Point	D2500	Report to Customer	Degrees C
Carbon Residue, 100% sample	D4530**	0.050 max.	% mass
Carbon Residue, Ramsbottom	D524	0.090 max	% mass
Acid Number	D664	0.80 max.	mg KOH/gm
Free Glycerin	D6584	0.020 max.	% mass
Total Glycerin	D6584	0.240 max.	% mass

- ・ 硫化物アッシュ試験は製造時のすべての触媒が除去されていることを確認する。製造時の触媒が燃料に高濃度で存在すると噴射装置のデポジットまたはフィルタの目詰まりを起こす。
- ・ 酸価は燃料が変質したり燃料が適正に製造されていないと高くなる。酸価が 0.10 を超えると燃料系統にデポジットが生じ、燃料ポンプとフィルタの寿命が短縮される。
- ・ 遊離および全グリセリンは脂肪と油脂が完全に FAME に変換される尺度である。その値が高すぎると製造プロセスが不適切でエンジンに汚れをもたらす。そのため遊離および全グリセリンの限度を超える燃料は決して使ってはならない。その燃料を燃料供給者に返送すること。
- ・ 酸化安定性試験法は現在開発中であるが、顧客が長い期間の貯蔵で安定かどうか、ならびに貯蔵中に劣化が起こったかどうかを試験することを目指している。ASTM PS 121 には安定性試験は現在含まれていない。酸価が高いことと粘度が高いことは燃料が劣化していることを示す。
- ・ 曇点には制限はないが、顧客に対しては報告がなされるべきである。低温フィルタ目詰まり温度はバイオディーゼル燃料に対するより精密な試験である。もしバイオディーゼルブレンドを使用するなら、冬季にバイオディーゼル燃料がどのように振舞うかを正確に推定して、その地域に供給される冬季ディーゼル燃料にバイオディーゼル燃料を混合してその混合物を試験するのに必要である。
- ・ バイオディーゼル燃料は 15ppm 以下の硫黄を含有し、低硫黄燃料試験(ASTM D 5453)を D 2622 の代わりに使って正確な結果を得る必要がある。
- ・ バイオディーゼル燃料ではセタン価の試験が必要である。セタン指数では不正確だからである。

- ・ディーゼル燃料の芳香族試験はバイオディーゼル燃料では不正確である。バイオディーゼル燃料には芳香族はまったく含まれていない。
- ・バイオディーゼル燃料は透明でなければならない。ただし種々の色がある。その色によっては燃料品質は予測できない。
- ・燃料タンクの底に溜まるミルク状の層の物質には種々の意味がある。燃料が凍結しているか冷やされると、その層には高い曇点をもつ飽和 FAME が含まれている。それを 100° F(37.8 )に加熱して透明に戻るならばおそらくバイオディーゼル燃料の飽和分である。100° Fでもミルク状かジェリー状のままであれば、燃料の残渣、水、もしくはその他の不純物であり、燃料を製造者に返送する必要がある。

バイオディーゼル燃料の性状はブレンド前に試験できるが、ディーゼル燃料とブレンドした後では試験できない。B20 やその他のブレンドに対する試験技術はあるが、遊離グリセリンは検出できず、完全な ASTM PS 121 試験は実施できない。一度ブレンドすると最初の燃料が良好な性状をもっていたかどうかの判定はきわめて困難である。したがってバイオディーゼル燃料をディーゼル燃料にブレンドする人や機関はバイオディーゼル燃料が ASTM 基準に適合していることを確認する責任がある。

バイオディーゼル燃料は米国では現在バッチプロセスで生産され、品質はバッチごとに変わる。バッチ番号、製造日、試験日およびその他の情報の仕様書をチェックすること。大量のバイオディーゼル燃料をブレンドする業者は前向きに取組み、それぞれの供給元から 1 ガロンの燃料を試験するか、顧客に関心が起こった場合に備えて少なくとも 1 ガロンを貯えておくこと。カンサスシティの Williams Laboratory Services はバイオディーゼル燃料性状の試験に多くの経験をもつ唯一の商業研究機関である。業者とブレンド業者は新規のバイオディーゼル燃料の製造者や業者に注意を払う必要がある。彼らの燃料性状に関する追跡記録がまだ確立されていないからである。バイオディーゼル産業は自己取締りの形で進められていが、実際はそうでない。

バイオディーゼル産業は燃料認証プログラムを開発して製造から送配までのチェーンを通じての燃料品質の確保を目指している。現時点ではこのプログラムは全面的に施行されてはならず、自発的取組みである。認証を受けた会社は最高の燃料品質を可能にすることだろう。

#### 4. 正しいブレンド

バイオディーゼル燃料は純粋で、あるいは 2 号ディーゼル燃料あるいは 1 号ディーゼル燃料（灯油）といかなる割合でも混合して使用できる。軍は JP8 とのブレンドを含む自前のバイオディーゼル燃料仕様とガイドラインをもっている。軍のユーザーは所属部署で採用されているガイドラインを使わなければならない。大部分の顧客は 20%のバイオディーゼル燃料をディーゼル燃料 80%とブレンドした B20 を下記の理由から使用している。

- ・ B20 はバイオディーゼル燃料のコストが顧客に与える影響を最小にする。
- ・ 連邦 EP Act ガイドラインは最低 20%のブレンドを求めている。それより高いブレンド比率は許容されている。

**Table 5 Tailpipe Emission Changes with Biodiesel Fuels**

Emission	B100*	B20**
Carbon Monoxide	-43.2%	-12.6%
Hydrocarbons	-56.3%	-11.0%
Particulates	-55.4%	-18.0%
Nitrogen oxides	+5.8%	+1.2%
Air toxics	-60% to -90%	-12% to -20%
Mutagenicity	-80% to -90%	-20%
Carbon dioxide***	-78.3%	-15.7%

\* Average of data from 14 EPA FTP Heavy Duty Test Cycle tests , variety of stock engines

\*\* Average of data from 14EPA FTP Heavy Duty Cycle tests , Variety of stock engines

\*\*\* Life cycle emissions

- ・ 20%のブレンドは NOx の増加を低く抑え(1～4%)、法的なエンジンエミッション限度内に保つ。
- ・ 20%ブレンドはすす、微粒子、炭化水素、一酸化炭素、および二酸化炭素をそれぞれ 10% 以上低減でき、エミッションの点で利益がある。
- ・ B20 はフィルタの目詰まりやデポジットの生成に大きな問題を起こさない。これらはバイオディーゼル燃料と貯蔵タンクで形成される蓄積した沈殿物およびスラッジとの間の干渉で起こる。詳細は溶解性の節を参照。
- ・ B20 は低温流動添加剤によって制御できるレベルだけ曇点と流動点の増加をコントロールすることができる。詳細については天候に関する事項の節を参照。
- ・ B20 では材料適合性の問題はほとんどない。高いブレンドレベルではバイオディーゼル燃料に抵抗力のある材料に取換えないとゴムシール、ガスケット、ホースの問題が多く起こる。(材料の適合性の節を参照)

B20 は基本的にコスト、エミッション、寒冷時特性、材料適合性および溶解性に関する事項の間のトレードオフである(表5)。バイオディーゼル燃料を高いブレンド率で使うと排気中の多環芳香族炭化水素や他の発癌性化合物を減らすことができる。高いブレンド率は温室効果ガスを大きく削減するとともに、更新性燃料の比率を高めるのに役立つ。

高いブレンド率にしたときの弱点のひとつは窒素酸化物 (NOx) の増加である。多重不飽和成分のレベルが高いバイオディーゼル燃料は高い飽和成分のものよりも NOx を多く生じる。この問題の対極には高レベルの多重不飽和成分をもつ燃料が良好な耐寒冷特性をもち、高レベルの飽和成分のものが耐寒性に劣ることがある。夏場ブレンドと冬場ブレンドは顧客の戦略のひとつであるが、現時点ではバイオディーゼル産業における標準的方策ではない。研究面では NOx を抑制する一定量の添加剤が突きとめられている。容積 1%の DTBP (ジターシャリブチルパーオキサイド) を B20 に添加すると NOx をディーゼル燃料と変わらないようにできる。5%の DTBP を B100 に入れるとバイオディーゼル燃料によって影響が異なる。この問題は近い将来にこれ以外の添加剤もしくは溶液が見出されて解決されるだろう。

高いバイオマスディーゼル燃料含有率は初期のあるいは弱みをもつ環境でのユーザーで一般的である。それはその環境は生物学的分解ができ、ディーゼル燃料の毒性を減らせるからである。B100 は商業フリート、船舶、鉱山装置で使用される。特別の配慮を必要とするのは溶解性に関する解決と寒冷時のトラブルから顧客を守ることである。それを両立させるには材料の取換えが求められる。顧客が B100 あるいは高いブレンド率を希望するならば、溶解性、寒冷特性、材料適合性の各節をぜひ読むこと。

## 5. スプラッシュブレンディング

バイオディーゼル燃料は石油系燃料より若干重たい。バイオディーゼル燃料の比重は 0.88、石油ディーゼル燃料は 0.85 である。このためバイオディーゼル燃料は石油ディーゼル燃料の上部からスプラッシュ（飛沫）ブレンディングしなければならない。そうしないと不完全にしか混合できない。もしも誤ってバイオディーゼル燃料をタンクの下に入れて石油ディーゼル燃料と混合したときには、いくつかのオプションがある。

- ・ふたつの燃料を揺り動かす（そうして攪拌する）方法を見出すこと。
- ・燃料を汲み上げてタンクトラックに入れ、燃料と一緒に戻すこと。
- ・溶解性、材料適合性あるいは寒冷問題に意を介さなければ、問題は無視できる。100%の純燃料としてバイオディーゼル燃料を燃やせるからである。

バイオディーゼルブレンドは水が存在すれば分離しない。しかし、良好なタンク/燃料の保守のためには貯蔵システムの水をモニターし最小限に保たなければならない。

バイオディーゼル燃料は標準的な貯蔵タンクに貯蔵できる。銅、真鍮、亜鉛、鉛、錫の部分はアルミか鋼に取換えなければならない。なぜならこれらの金属はディーゼル燃料およびバイオディーゼル燃料を酸化させるからである。B100 の貯蔵を行う前に寒冷貯蔵および溶解性の節を読むこと！

## 6. 寒冷時のブレンドおよび貯蔵

通常のディーゼル燃料と同様にバイオディーゼル燃料もゲル化する。燃料中の飽和成分のレベルに依存してある種のバイオディーゼル燃料は、他のものに比べ高温で凍結する。

純粋のバイオディーゼル燃料は流動点よりも少なくとも 15°F ( 8.3 ) 以上で貯蔵する必要がある。( 30 ~ 56°F ) ( -1.1 ~ 13.3 ) ほとんどの B100 では 45 ~ 50°F ( 7.2 ~ 10 ) が最も貯蔵によい。

バイオディーゼルブレンドとディーゼル燃料はブレンド燃料の流動点より、少なくとも 15°F ( 8.3 ) 以上で貯蔵する必要がある。

純バイオディーゼル燃料は寒い気候では地下に貯蔵することができるが、地上の燃料システムでは断熱、攪拌、加熱システムを使用するか、もし凍結が起こる気候ならば他の手段で保護しなければならない。この留意事項はタンク、ポンプ装置と車両についてもいえる。

ブレンド燃料は、ほとんどの気候において地下に貯蔵することができる。地上の貯蔵では、もし温度が頻繁にブレンド燃料の流動点以下になるならば特別の配慮を施さな

ければならない。

バイオディーゼル燃料は、ディーゼル燃料の温度が 15°F (8.3 ) 以上ならば問題なくスプラッシュブレンドすることができる。バイオディーゼル燃料を冷たいディーゼル燃料とブレンドすると、燃料温度が 45 ~ 50°F (7.2 ~ 10 ) 以下のとき、バイオディーゼル燃料の飽和化合物が結晶化してフィルタと燃料パイプを詰まらせる。もしもすでに結晶が形成されているならば、その解決方法は

- ・ 周囲温度条件で燃料を暖めて結晶が消えるかどうかをみる。
- ・ 燃料を 100°F (37.8 ) まで、もしくは結晶が溶解するまで加熱する。
- ・ 固形燃料結晶物をフィルターで濾す。その結晶が溶解したとき再使用できる。

結晶の生成を防止するには、バイオディーゼル燃料を灯油と 50 : 50 でブレンドし ( 灯油温度が 45°F (7.2 ) 以上であることを確認のこと )、つぎにバイオディーゼル - 灯油混合物を冷たいディーゼル燃料に混ぜる。忘れてならないことは、最終の燃料がバイオディーゼル 20% になるようにブレンドすることである。

寒冷時にバイオディーゼル燃料を運搬することは困難である。冬季には以下の三つのどれかの方法で運搬する。

- ・ 近くへの配送には保温タンク車。
- ・ 蒸気パイプを備えた保冷車 ( 届け先で、蒸気で溶解させる。 )
- ・ 市販の冬季用ディーゼル燃料と 20% ブレンドする。もしくは
- ・ 1号軽油 ( 灯油 ) と 50% ブレンドする。大豆バイオディーゼル燃料と灯油の 50 : 50 ブレンドは、多くの場合流動点が 0°F (-17.8 ) である。

ディーゼル燃料に灯油のブレンド割合を調整することで、B20 の曇点と流動点を変更できる。図 1 に種々の B100 の曇点と流動点を示すとともに、B20 が異なるディーゼル燃料から作られたときの曇点と流動点を示す。B20 と D2 は 20% バイオディーゼル燃料を 80% の 2 号軽油 ( 灯油 ) のブレンドである。他の二つの B20 ブレンドは、20% バイオディーゼル燃料と 80% 冬季用ディーゼル燃料とのブレンドである。ひとつの場合は冬季ディーゼル燃料が 80% の 2 号と 20% の 1 号からなり、他方の場合は 60% の 2 号と 40% の 1 号からなる。2 号、1 号および二つの冬季ディーゼル燃料の曇点と流動点が比較のため示されている。この図のプロットは、1 号ディーゼル燃料の量で調整して所望の曇点と流動点を持つ B20 燃料を作ることができることを示している。

1 号軽油 ( 灯油 ) と流動点低下剤は B20 ではよい結果がもたらされ使用できる。流動点低下剤はバイオディーゼル燃料のディーゼル燃料部分に作用し、ブレンド燃料のゲルならびに曇点を低下できる。B100 についてはいかなる添加剤でも効果は示されていない。

B20 はブレンド燃料の曇点、流動点および局地的気候条件に応じて、地上タンクに貯蔵することができる。たとえば、2 号軽油の B20 ブレンド燃料は曇点を 2 ~ 7°F (-16.7 ~ -13.9 ) に高める。1 号軽油の B20 はバイオディーゼル燃料の特性に応じて曇点が -15 ~ 0°F (-26.1 ~ -17.8 ) となる。灯油およびバイオディーゼル燃料には潤滑性の問題はない。バイオディーゼル燃料は一種の潤滑剤なので 1 ~ 2% で十分灯油を潤滑できる。



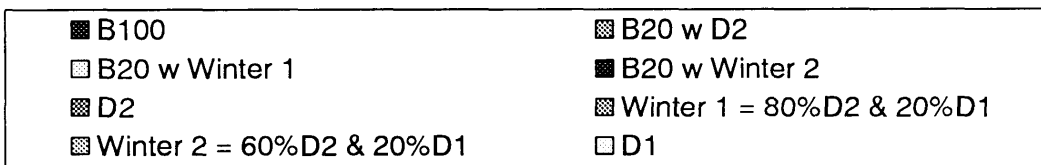
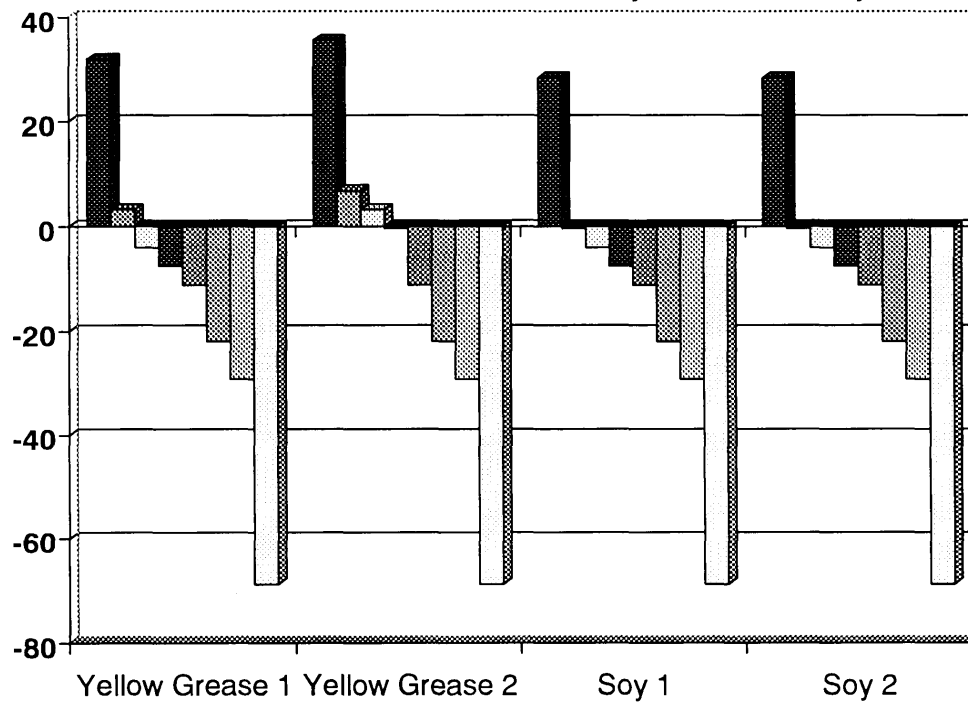
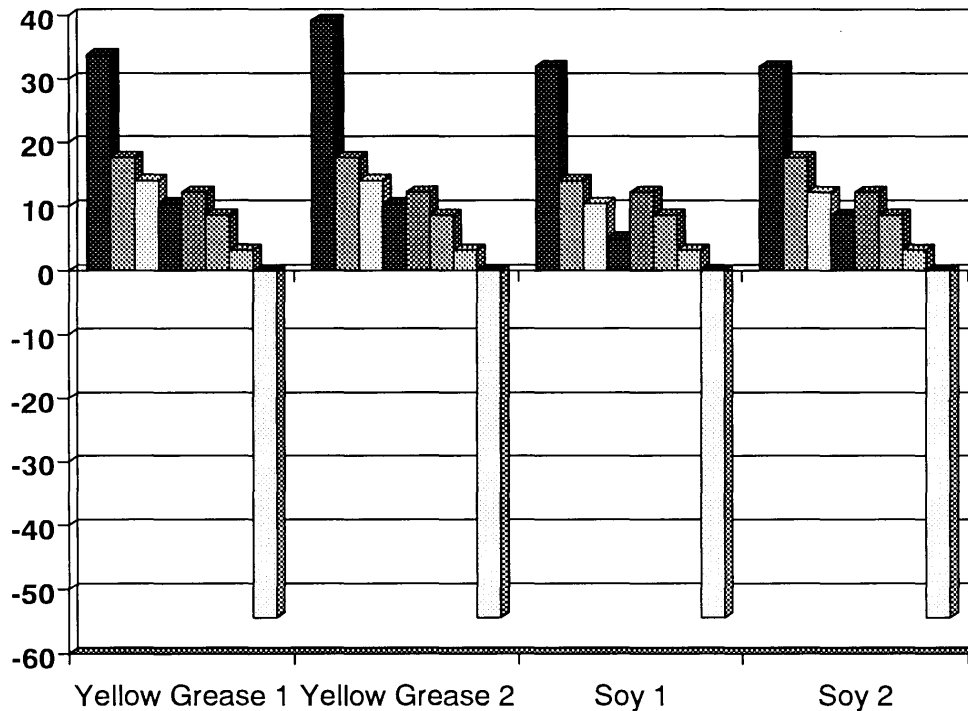


Figure 1. Cold Weather Properties of Biodiesel Fuels and Blends

寒冷な気候でのユーザー経験は多様である。B20 ブレンド燃料は極めて寒いところ、ミネソタ、ワイオミングのように冬季に  $-40^{\circ}\text{F}$  ( $-40$  ) 以下になるようなところでも使われている。B20 はボストンで 4 年間、空港のシャトルフリートで問題なく使用された。あるユーザーは B100 をイエローストーン国立公園のような極めて寒い気候の下で使ったことを報告している。それらの車は冬用のパッケージを備えたのもで、その他の配慮はされていない。B100 およびブレンド率の高い燃料を寒冷地で使う広範な経験がないので、ユーザーは可能性のある問題には敏感で、かつ障害が起こることを防ぐ適切な段階を踏む必要がある。実験室でのテストは現場経験よりも控えめである。

## 7. 安定性

酸化安定性はディーゼルおよびバイオディーゼル燃料の重要な工業的課題である。ある種のバイオディーゼル燃料は他のものに比べより安定であり、ある不安定なバイオディーゼル油はうまく働くような安定添加剤を含有している(表 6)。燃料の不安定さの傾向はヨウ素価により予測できるが (ASTM D 1510) この試験方法では安定添加剤の存在を取上げることができない。ヨウ素価は酸化し易い C=C 結合の存在を示している。一般論としては不安定さが脂肪酸の鎖の C=C 結合ひとつについて 1 増加する。すなわち、18:3 ならば C18:0 よりも 3 倍の反応性がある。安定性は原料の知識から、もしも C18:2 および C18:3 の脂肪酸が燃料に含まれていることを知り、かつ安定性に対し処理していることがわかれば予測できる。この二つの脂肪酸の高い割合を占める添加剤が使用されていないときは、燃料の安定性に異なる影響を持つ。安定性加速テスト - ASTM D 2274 - は燃料の安定性について不良、平均的、良を示すことができる。

**Table 6 Modified ASTM D 2274\***

Biodiesel Fuel	Additives	Total Insolubles, mg/L**
Soy 1	No additive	13.60
Soy 2	No additive	14.32
Soy 1	Tenox 21	0.09
Soy 3	Tocopherol	1.87
Yellow grease 1	No additive	0.89
Yellow grease 2	No additive	12.37

\* Data from Southwest Research Institute under contract to the National Renewable Energy Lab.

\*\* High levels of insolubles indicate unstable fuels.

安定性が悪いと高い酸価をきたし粘度を増加させ、さらにフィルタを詰まらせるガムや沈殿物を生成する。燃料の酸価と粘性を時間について比較すると燃料が酸価しているかの考え方を用意するが、燃料が新しい時にサンプリングしておき、その後通常の手順でサンプリングすることが大切である。

ディーゼル燃料、ディーゼル添加剤、水、沈殿物と空気の存在下で長期間の保存については現場での記録がない。バイオディーゼル燃料、バイオディーゼルとディーゼルブレンド燃料は貯蔵タンクおよび車両の良いフィールドデータが得られるまでは、いずれも6ヶ月以上の保存するべきでない。6ヶ月以上の貯蔵や、貯蔵条件が貧弱ならば抗酸化剤を使うこと。バイオディーゼル燃料に有効な一般的な抗酸化剤としてはTBHQ（ターシャリ・ブチル・ヒドロキノン）、テノクス21およびトコフェノール（ビタミンE）で、そのほとんどは食品添加剤会社が販売している。粉末状の抗酸化剤はバイオディーゼル油には困難である。ひとつの方法として、少量のバイオディーゼル燃料（1ガロン）を100°F（37.8℃）に、または粉末が溶解するまで加熱する。その後バイオディーゼル油にこれを混合する。

燃料中での生物学的成長が問題であるときは生体破壊が推奨できる。もし生物学的汚染が問題ならば管理の改善が必要であり、水の混入を減らす必要がある。なぜなら細菌は水中で繁殖するが燃料中では繁殖できないからである。

## 8. 溶解

バイオディーゼル油はマイルドな溶剤である。塗装表面に永く接触すると塗料がはがれる。こぼれは常に拭き取り、その布を安全な方法で捨てること。バイオディーゼル燃料が沁み込んだ布は、適切に扱わないと自己発火する。

溶解について一般に遭遇する問題は、車両の燃料タンクや燃料系を含む貯蔵タンクを清浄に保つバイオディーゼル燃料特有の傾向である。2号軽油は沈殿物を生成する傾向があり、貯蔵システムに付着したり堆積する。それによって燃料系にスラッジおよび粘液の層を形成する。システムが古いほど、メンテナンスが悪いほど堆積物が厚くなる。バイオディーゼル燃料はこの堆積物を溶解し、溶解した固形物を車両の燃料系に運び込む。燃料フィルタはその大部分を捕獲するが、過酷な場合は溶解した沈殿物が燃料噴射装置に不具合をもたらす。

典型的なディーゼル燃料貯蔵におけるB20にはほとんど問題は起こらない。その影響は2号軽油を1号軽油に切替えたときと極めて類似している。B20のバイオディーゼル燃料の溶解作用は十分に薄められているのでほとんどの問題はマイナーである。これらの問題としては、時々おこる燃料フィルタの目詰まりである。運転手は、車両システムの沈着物が、最初の数週間、バイオディーゼル燃料がフィルタの目詰まりを起こすことを認識しておく必要がある。そのために工具箱に予備のフィルタを備えておく必要がある。目詰まりを起こしたならばフィルタを交換しないで取り外してはならない。

B20を使うときは数回の燃料タンクの後には普通問題は起こらなくなる。もし問題がなくならなければ、分析のためその燃料フィルタをウィリアムズ研究所に送るのがよい。なぜなら問題がバイオディーゼル燃料の品質か、あるいは燃料中の生物学的成長にあるかもしれないからである。

溶解の問題はユーザーが高いブレンド率や純バイオディーゼル燃料を使うことを望む場合に非常に多く起こる。それは長期間汚れたシステムで2号ディーゼル燃料を使用したも

**Table 7 Material Compatibility with Biodiesel Fuels**

<b>Material</b>	<b>BXX</b>	<b>Effect Compared to diesel fuel</b>
Teflon	B100	Little change
Nylon 6/6	B100	Little change
Nitrile	B100	Hardness reduced 20%
	B100	Swell increased 18%
Viton A401-C	B100	Little change
Viton GFLT	B100	Little change
Fluorosilicon	B100	Little change in hardness
	B100	Swell increased 7%
Polyurethane	B100	Little change in hardness
	B100	Swell increased 6%
Polypropylene	B100	Hardness reduced 10%
	B100	Swell increased 8-15%
Polyvinyl	B100	Much Worse
	B50	Worse
	B40	Worse
	B30	Worse
	B20	Comparable
	B10	Comparable
Tygon	B100	Worse

のを転用するとき起こりやすい。30%あるいはそれ以上のバイオディーゼル燃料を使う前に、ディーゼル燃料タンクを清浄にしておかないと過度の燃料フィルタの目詰まりと燃料噴射装置の故障を起こすリスクが極めて高い。高ブレンドレベルまたは B100 を使用する前に燃料貯蔵タンクをクリーンにすることを推奨する（水と堆積物を取り除く）。

B20 で問題に出会わなかったユーザーは B20 がタンクを清浄にしてあるので何もしないで高ブレンド率に切換えてよいと信じている。しかし、B20 はあまりに希釈されているのでタンクを清浄にはしない。もう一度いえば、高ブレンド率あるいは B100 の燃料に切換える前にタンクをクリーンにしておかなければならない。

しばらくの間バイオディーゼル燃料を使用したのち（3ヶ月以上）燃料フィルターの目詰まりが突然発生するならば、それはおそらくディーゼル燃料か、あるいはバイオディーゼル燃料のバッチ不良の結果である。そのときには試験のため直ちに燃料サンプルとフィルタを供給者に知らせて頂きたい。

#### 9. 材料の適合性

真鍮、青銅、銅、鉛、すずと亜鉛は、いずれもディーゼル油およびバイオディーゼル油を酸化し沈殿物を作る。鉛半田と亜鉛メッキは避けなければならない。銅パイプ、真鍮の調整弁、銅の固定金具についても同様である。影響を受ける機器はステンレス鋼もしくはアルミに取替えるべきである。貯蔵タンクの材料で許容できるのはアルミ、スチール、フッ化ポリエチレン、フッ化ポリプロピレンおよびテフロンである。表 7 は個別の材料に関する情報を示す。

B20 の障害を受けやすい材料に及ぼす影響は高ブレンドに比べると低い。緩慢な酸化は起こり得るが、そうなるには時間がかかる。バイオディーゼル油はある種のシール、ガスケットおよび接着剤に影響し、その影響は 1993 年より前に作られた車輛、および天然ゴムまたはニトリルゴムで作られたものに影響が大きい。この理由から車輛の貯蔵装置は改造される。1994 年以降のエンジンは、一般的にバイオディーゼル油の抵抗力があるガスケットとシールで作られている。昔のエンジン形式または改造したものは、古いガスケットおよびシール材料を使っており膨潤もしくは破壊のリスクを示す。燃料ポンプにはゴム弁が含まれ、それは故障を起こす。代表的なアプローチはメンテナンススケジュールを作って、起こりうる不具合をチェックすることである。さらに、詳細についてはエンジンメーカーにコンタクトすること。

## 10. 保証

エンジンメーカーに応じてエンジンの保証はまちまちである。現在のところ一貫性はない。キャタピラは ASTM PS 121 あるいは CAT 基準に適合する燃料を使う限り B100 を新型エンジンに対して保証を申し出ている。キャタピラは各種のバイオディーゼル油を試験し燃料の化学的側面を精査した。ジョンディアは、ある機種については B100 の保証を申し出ている。他の会社（カミンズ、DDC 等）は B20 を保証し、原料については指定していない。原料の条件指定は情報の不足あるいはバイオディーゼル化学の誤った認識にもとづく。ある場合には原料の制限はバイオディーゼル燃料に関して ASTM PS 121 に含まれていない燃料性状に対する代わりになっている。原料の条件指定は燃料性状の変動と新しい燃料を用いるときのリスクを制限する試みである。バイオディーゼル燃料はディーゼル燃料と同様に変動があり、そのいくつかは不要なものである。この問題はエンジンメーカーがバイオディーゼル化学の理解を深めるにつれ、より多くのデータが使えるようになるにつれて少なくなる。それまでの賢明な方法は情報を得るためエンジンメーカーとコンタクトすることである。

問題を複雑にしていることとして、いかなるエンジンの保証も燃料はカバーしていない。どのような燃料が使われようがエンジンは材料と技量だけに保証を与えている。もちろん ASTM D 975 に適合するディーゼル燃料で作動するように設計されているが、大部分の B20 とそれより高ブレンド率のブレンドは D975 に適合しない。

エンジンの保証の限度があることはエンジンの破損につながる危険な振舞いを行うことでユーザーを落胆させていることを意味する。この保証の制限については未解決である。それでも誤解を防ぐにはバイオディーゼル燃料を使う前に保証の限界をつねに考慮しなければならない。

不適切にプロセスされたバイオディーゼル燃料、もしくは ASTM 基準に適合しない燃料によってもたらされる障害はエンジン保証ではカバーできないが、バイオディーゼル燃料メーカーとブローカーによる一般障害保険でカバーできよう。新しいユーザーはバイオディーゼル燃料供給者が一般的障害をカバーしていることを確認するべきである。

## 11. 安全および環境規制

組成情報： バイオディーゼル燃料は無害な物質で、炭素数が 12 から 22 までからなる種々の脂肪酸メチルエステルが含まれる。他の成分が少量（1%以下）含まれており、それらは燃料性状の基準を超えてはならない。

ハンドリングと貯蔵： 清浄で乾燥し、認証された装置に 50～100°F で貯蔵のこと。換気のよい場所で貯蔵して使用のこと。熱、火花、炎の近くに貯蔵してはならない。太陽を避けて貯蔵すること。ドラム缶または缶に穴を明けたり、引回したり、滑らしてはならない。これらは圧力容器でなく、空にするのに力を加えてはならない。

吸入： 加熱して蒸気をださなければ危険は無視できる。蒸気あるいは細かいミストになると粘膜を刺激して炎症、めまい、吐気を起こす。もしもそれが起こったら新気に逃がすこと。蒸気やミストが発生したら NIOSH で認証された有機蒸気・ミスト用防毒マスクを着用のこと。

皮膚刺激 人体： 人の皮膚への 24 時間試験によると、バイオディーゼル燃料はごくマイルドな刺激を生じた。この刺激は 4%の石鹼水溶液の結果よりも低い。（付着したら）石鹼水で洗うこと。加熱された燃料は燃焼の可能性があるので避けること。PVC 塗布の手袋で皮膚との接触を避けるうえで推奨される。皮膚にやさしくする。

水毒性： ブルーギルに対するバイオディーゼル燃料の 96 時間致死濃度は 100mg/L 以上であった。NIOSH（National Institute for Occupational Safety and Health）の化学物質毒性影響のガイドラインによれば、この致死濃度は一般的に重要でない。

生物劣化： バイオディーゼル燃料は石油ディーゼル燃料よりも 4 倍速く劣化が進む。純バイオディーゼル燃料は水中において 28 日で 85%から 88%が劣化する。デキストロゼ（生物劣化試験時にポジティブコントロールとして使う試験用の糖）は同じ速さで劣化する。バイオディーゼル燃料とディーゼル燃料の混合物は生物劣化を加速する。たとえば 20%のバイオディーゼル燃料と 80%のディーゼル燃料は 2 号ディーゼル燃料のみの場合の 2 倍劣化が速い。

引火点： 燃料の引火点は火花あるいは炎を近づけると点火する温度と定義されている。バイオディーゼル燃料の引火点は 150°F [ の誤り] 以上で、125°F [ の誤り] 前後の石油系ディーゼル燃料よりも高い。試験によればバイオディーゼル燃料ブレンドの引火点はバイオディーゼル燃料の百分率が高くなるにつれて増す。したがって通常のディーゼル燃料よりも安全である。

消防基準： 消防士は燃料と蒸気に曝されることを避けるため自己呼吸器を使わなければならない。燃焼による厚い煙に沿って一酸化炭素と二酸化炭素が生じる。乾燥化学消火剤、泡末、ハロン、CO<sub>2</sub> あるいは水（霧）で消火する。熱あるいは炎に曝されるドラム缶を冷やすには水スプレーを使うこと（注意-水流は燃焼中の流体を飛散させて火を拡大させる）。燃料が沁みた布は適切に扱わないと自発火を起こすことがある。布を捨てる前に石鹼水で洗い、十分換気された場所で乾燥させること。

偶発的放出、漏れ： 点火源を取除き漏れをできるだけ小さい場所に入れる。できれば漏れを止めること。紙やタオルのような吸収物質で小さな漏れは拭き取る。救済または廃

棄のため大きな漏れを回収する。硬い表面は安全な溶剤または洗剤で洗い、残った燃料フィルムを取除くこと。ねばい汚れた性質で表面は滑りやすくなる。

規制：

UN HAZARD CLASS: N/A

NMFC (National Motor Freight Classification): PROPER SHIPPING NAME: Fatty acid ester, IDENTIFICATION NUMBER: 144920, SHIPPING CLASSIFICATION: 65

OSHA: 本製品は Federal OSHA Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200 の判定基準にもとづき危険ではない。しかし熱処理とこの製品からの熱分解蒸気は消防基準のところで触れたように危険がありうる。

TSCA: 本製品は TSCA に記載されている。

CERCLA: (Comprehensive Response Compensation and Liability Act) 報告なし。

SARA TITLE III: (Superfund Amendments and Reauthorization Act) の Section 312 極めて危険な物質になし。Section 311/312 危険物区分、Section 311/312 のもとで危険性なし。Section 313 の毒性物質になし。

RCRA: 購入したまま廃棄すると本製品はリスト上からも特性からも有害廃棄物ではない。しかし、RCRA のもとで廃棄時に本製品またはそれから誘導されるものを含む物質が危険廃棄物に区分されるかどうかを決める責任がその使用者にある (40 CFR 261.20-24)。

CALFORNIAPROPOSITION: つぎのステートメントが 1986 年の California Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act でだされた。本製品にはカリフォルニア州で発癌化学薬品を含まない。

## 12. 税金

現時点ではバイオディーゼル油は連邦税が免除されていない。大部分の州または地方税は免除されていない。これはバイオディーゼルおよびバイオディーゼルブレンドがディーゼル燃料と同じ比率であって、税金は同じ方法で扱っていることを意味している。特定の州では燃料税を安くすること、他のインセンティブを準備する法令が通過した。この条文の地方例外については地方の税務所にコンタクトのこと。

## 13. インセンティブ

現時点では、税金クレジットや政府の資金でバイオディーゼル燃料を買うための経済的なインセンティブはない。特定の州、地方自治体はあるブレンドおよび特定のユーザに対してインセンティブを提供している。地方のエネルギーオフィスあるいは運輸部局に問い合わせること。

シンシナティ市では 2000 年の交通渋滞低減ならびに大気質プログラムからの助成金に資格を与え、バイオディーゼル燃料とディーゼル燃料とのコスト差を支払った。この助成金はクリーンシティプログラムを通して他の自治体でも与えられる。さらに詳細については Clean Cities Hotline at 1-800-CCITIES に照会のこと。

1992 年のエネルギー政策法(EP Act)は連邦および州のフリートに間接的なインセンティ

ブプログラムを用意しており、近い将来に都市フリートと大規模商業フリートに適用される。EP Act 規制は連邦および洲のフリートに代替燃料車の購入を求めている。この規制は毎年の購入の百分率に対して要請されるもので、ある割合を代替燃料で走行しなければならない。不幸なことにバイオディーゼル燃料が既存のディーゼル車で使えるので、政府はすべてのディーゼル車が代替燃料車となることには前向きではない。そのためバイオディーゼル燃料については特別控除が設けられた。政府はそのフリートに「代替燃料車クレジット」(紙のクレジットではなく金のクレジット)を有資格者(連邦、洲政府および特定施設による)に与えるだろう。有資格者は純バイオディーゼル燃料を 450 ガロン購入し、それを最低 20% (B20)でグロス重量 8,500 ポンド以上の重量車に使う。B20 を使うことは求められない。多重クレジットについては、B100 を 450 ガロン購入することが要件で、それを 1 台以上の車輛で 20%以上で燃やす。連邦および洲の大部分のフリートは重量車が大きな部分をバイオディーゼル燃料へシフトすることを開始した。北部の気象にあるいくつかのフリートでは冬期の何ヶ月かは購入を制限するが、春には再開し春から秋までの間 B20 を使う。EP Act のさらに詳細については米国 DOE の Lee Slezak に照会されたい。

[池上・岸本訳出、Sept. 3, 2001、追加 Sept. 8]